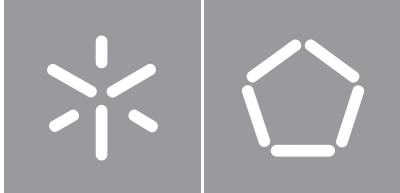




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Joana Filipa Carvalhais Alves

**Estudo da implementação de um sistema de
rastreadabilidade interna numa empresa
do setor da construção**



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Joana Filipa Carvalhais Alves

**Estudo da implementação de um sistema de
rastreadabilidade interna numa empresa
do setor da construção**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professora Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel

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:



CC BY

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

Agradecimentos

“Sê todo em cada coisa. Põe quanto és no mínimo que fazes.”

À minha orientadora, Professora Doutora Carina Pimentel, um agradecimento especial pelo acompanhamento, pela partilha de conhecimento e contributo dado ao longo do projeto.

Ao dstgroup, em concreto ao centro logístico da dst, s.a., agradeço a oportunidade para a realização deste projeto. À orientadora da empresa, Cláudia Duarte, pelo voto de confiança, por toda a disponibilidade e acompanhamento durante todo o projeto e, sobretudo, pelo conhecimento partilhado. Agradeço também à Joana Duarte, por todo o apoio, disponibilidade e partilha de ideias.

À equipa dos armazéns, Emanuel, Fernando, Augusto, Daniel, Novais e Dinis, e à Carlinha, um agradecimento muito especial pela forma como me receberam e como contribuíram ativamente para o desenvolvimento deste projeto. A partilha de conhecimento e a disponibilidade foram imprescindíveis.

Aos meus companheiros de estágio, Miguel e Alice, por todos os momentos que partilhamos juntos, por todo o apoio e sugestões. Sou grata por termos partilhado esta experiência juntos.

Aos meus amigos do *grupo que todos queriam mas que ninguém criava*, a família que escolhi. Um obrigada não é suficiente para agradecer o apoio nesta caminhada. Vocês são casa.

Ao meu namorado, Hélder, por todo o apoio nos momentos de tempestade. Obrigada por seres o meu pilar, o meu companheiro de vida e o meu melhor amigo.

Um agradecimento muito especial aos meus pais, à minha irmã e ao Zé, por acreditarem em mim, por todo o apoio e paciência. À pequena Carminho, que mesmo sem saber, foi e é luz todos os dias no meu caminho. À minha Mel, uma saudade imensa, um amor eterno, a mais especial gratidão.

Fui todo, pus quanto sou. Devo-o a vocês.

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.

Universidade do Minho, Braga, junho 2024

Joana Filipa Carvalhais Alves

Estudo da implementação de um sistema de rastreabilidade interna numa empresa do setor da construção

Resumo

A presente dissertação, inserida no plano de estudos do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, foi realizada em contexto de estágio na dst, s.a., empresa de construção civil. O principal foco do projeto consistiu na realização de um estudo sobre a implementação de um sistema de rastreabilidade interna nos armazéns de materiais da dst, com o intuito de desenhar uma solução capaz de melhorar as operações de gestão dos armazéns. Assim, seguindo a estratégia de Estudo de Caso, definiu-se uma metodologia de investigação composta por quatro fases.

A primeira etapa consistiu numa análise dos estados operacionais atuais do centro logístico da dst, a fim de mapear todos os processos e identificar ineficiências. Verificou-se que os principais desperdícios encontrados se podem resumir em ineficiências na gestão dos inventários, na gestão de pedidos de materiais, no processo de *picking*, entre outros, causados pela predominância de processos manuais e pela inexistência de tecnologias que os apoiem. Com base nestes resultados, na segunda etapa da metodologia foram desenvolvidas sete propostas de melhoria que incluíram alterações no *layout* dos armazéns, sistemas de localização e identificação de materiais e uma solução de rastreabilidade integrada. Na terceira etapa do projeto construiu-se o desenho conceptual de um sistema para a rastreabilidade interna, iniciando com um estudo comparativo de três tecnologias de rastreabilidade, recorrendo ao método *Analytic Hierarchy Process*. Deste estudo, concluiu-se que a tecnologia de Código QR seria a mais indicada para as necessidades da dst, tendo sido projetado um protótipo do sistema, bem como todo o seu funcionamento, esperando-se reduzir a carga de trabalho dos funcionários dos armazéns e aumentar o nível de serviço do centro logístico. Por último, criou-se um plano de implementação para a solução proposta, onde se incluíram os pré-requisitos para o funcionamento do sistema. Adicionalmente, criou-se um documento denominado *Software Requirements Specification*, que descreve os requisitos funcionais e não funcionais do *software*, bem como todas as funcionalidades do mesmo. O principal objetivo do projeto foi alcançado, concluindo-se que a introdução desta solução potenciaria uma melhor gestão dos materiais e um aumento da produtividade nos armazéns de materiais.

Palavras-chave Rastreabilidade, Sistemas de Gestão de Armazéns, *Analytic Hierarchy Process*, Logística, Código QR

Study of the implementation of an internal traceability system in a company in the construction sector

Abstract

This dissertation, which is included in the study plan of the Master's Degree in Industrial Engineering and Management, was carried out in the context of an internship at dst, s.a., a construction company. The main focus of the project was to conduct a study on the implementation of an internal traceability system in dst's materials warehouses, aiming to design a solution capable of improving warehouse management operations. Thus, following the Case Study strategy, a research methodology was defined consisting of four phases.

The first phase consisted of an analysis of the current operational status of dst's logistics center, in order to map out all the processes and identify inefficiencies. It was verified that the main wastes found could be summarized as inefficiencies in inventory management, materials order management, the picking process, among others, caused by the predominance of manual processes and the lack of supporting technologies. Based on these results, in the second phase of the methodology were developed seven proposals for improvement which included changes to the warehouse layout, systems for locating and identifying materials and an integrated traceability solution. In the third phase of the project, the conceptual design of the system was built, starting with a comparative study of three traceability technologies, using the *Analytic Hierarchy Process* method. From this study, it was concluded that QR Code technology would be the most suitable for dst's needs, and a prototype of the system was designed, as well as its entire operation, with the expectation of reducing the workload of warehouse staff and increasing the level of service at the logistics center. Finally, an implementation plan was created for the proposed solution, which included the prerequisites for the system to work. In addition, a document called *Software Requirements Specification* was created, describing the functional and non-functional requirements of the software, as well as all its functionalities. The project's main goal was achieved, and it was concluded that the introduction of this solution would lead to better materials management and increased productivity in materials warehouses.

Keywords Traceability, Warehouse Management Systems, Analytic Hierarchy Process, Logistics, QR Code

Conteúdo

Agradecimentos	ii
Resumo	iv
Abstract	v
Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xv
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos	3
1.3 O dstgroup	4
1.4 Estrutura da dissertação	5
2 Revisão da literatura	7
2.1 Gestão da cadeia de abastecimento	7
2.1.1 Gestão da cadeia de abastecimento no setor da construção civil	9
2.2 Logística e Gestão logística	11
2.3 Gestão da armazenagem	13
2.3.1 Operações básicas de armazenagem	13
2.3.2 Sistemas de gestão da informação de um armazém	17
2.4 <i>Frameworks</i> de seleção de tecnologias	18
2.5 Métodos de apoio à tomada de decisão	22
3 Metodologia de investigação	26
3.1 Estudo de caso	26
3.2 Metodologia desenvolvida	27
4 Caracterização e diagnóstico da atividade de armazenagem <i>AS IS</i>	30
4.1 Centro logístico	30

4.1.1	Entrepósito de Braga	30
4.1.2	Entrepósito do Seixal	35
4.2	Materiais armazenados	39
4.3	Processos logísticos dos armazéns de materiais	41
4.3.1	Equipa de trabalho	41
4.3.2	Processos do armazém	42
4.4	Organização do trabalho	48
4.5	Estudo da eficiência das operações do armazém de materiais de Braga	49
4.6	Síntese dos desperdícios identificados	51
5	Definição da atividade de armazenagem <i>TO BE</i>	53
5.1	<i>Design</i> dos armazéns	53
5.1.1	<i>Layout</i> dos armazéns interiores	53
5.1.2	Sistema de localização e nomenclatura	55
5.1.3	Sistema de identificação de materiais e posições	55
5.2	Gestão dos pedidos de materiais	56
5.3	Definição de horários de atendimento a fornecedores e colaboradores	57
5.4	Procedimento de devoluções	58
5.5	Solução de rastreabilidade	59
5.5.1	Requisitos funcionais da solução de rastreabilidade	60
5.5.2	Definição do funcionamento genérico da solução de rastreabilidade	61
5.6	Síntese das sugestões de melhoria	63
6	Desenho conceptual do sistema	65
6.1	Identificação de tecnologias de rastreabilidade	65
6.1.1	Sistema de código de barras 1D	65
6.1.2	Código QR	66
6.1.3	RFID	67
6.2	Avaliação e seleção da tecnologia	69
6.2.1	Construção da hierarquia	70
6.2.2	Definição de prioridades	71
6.2.3	Comparação das alternativas	73
6.3	Definição do funcionamento do sistema	75
6.3.1	Plataforma de pedidos	76

6.3.2	<i>Software</i> de gestão do armazém	77
7	Definição de um plano de implementação	106
7.1	Pré-requisitos para a implementação	106
7.2	Plano de Projeto: implementação	107
7.2.1	Fases do projeto	108
7.2.2	Cronograma do projeto	110
7.3	<i>Software Requirements Specification</i> (SRS)	111
8	Conclusões e sugestões de trabalhos futuros	112
8.1	Conclusões	112
8.2	Perspetiva de trabalhos futuros	114
	Referências bibliográficas	115
	Apêndices	119
	Apêndice A Famílias e subfamílias dos materiais	120
	Apêndice B Processos do armazém	123
	B.1 Reservas de materiais via SAP	123
	B.2 Requisições de compra de materiais via SAP	124
	B.3 Ordens de compra de materiais via <i>e-mail</i>	125
	B.4 Pedidos de compra	126
	B.5 Receção de materiais	127
	B.6 <i>Picking</i>	128
	B.7 Pedidos de EPIs e material de limpeza (colaboradores dst)	129
	Apêndice C Registo de dados das operações do armazém de materiais de Braga	130
	C.1 Folha de registo diário de preparação de encomendas	130
	C.2 Dados registados de preparação de encomendas	131
	C.3 Folha de registo diário de receção de mercadorias	134
	C.4 Dados registados de receção de mercadorias	135
	Apêndice D <i>Analytic Hierarchy Process</i>	138
	D.1 Comparação dos critérios por alternativa	138
	Apêndice E Interações entre plataformas	141
	E.1 Módulo “Arrumação”	141

E.2	Módulo “Preparação de encomendas”	141
E.3	Módulo “Expedição”	145
E.4	Módulo “Devoluções”	147
E.5	Módulo “Materiais em manutenção”	150
E.6	Módulo “Correções de inventário”	153
E.7	Módulo “Transferências de posição”	154
E.8	Módulo “Inventário”	154
Apêndice F	Documento <i>Software Requirements Specification</i>	155
Anexos		159
Anexo I	Organograma do centro logístico	160

Lista de Figuras

Figura 1	Cadeia de Valor de Porter	8
Figura 2	Cadeia de abastecimento típica do setor da construção	10
Figura 3	Processo de gestão logística	12
Figura 4	<i>Framework</i> de seleção de tecnologias de Farooq e O'Brien	19
Figura 5	<i>Framework</i> de seleção de tecnologias de Hamzeh et al.	21
Figura 6	Exemplo de uma hierarquia de decisão	24
Figura 7	Metodologia de investigação	29
Figura 8	Armazém de materiais do entreposto de Braga	31
Figura 9	<i>Rack</i> convencional	32
Figura 10	Equipamentos de manuseamento de materiais: (a) empilhador retrátil lateral e (b) porta-paletes	33
Figura 11	Desperdícios: (a) identificação dos materiais confusa, (b) identificação inexistente das prateleiras e (c) mau aproveitamento do espaço	33
Figura 12	Parque de materiais exterior do entreposto de Braga	34
Figura 13	Arrumação no parque de materiais do entreposto de Braga	35
Figura 14	Equipamentos de manuseamento de materiais: (a) empilhador multifunções e (b) empilhador elétrico	35
Figura 15	Armazém de materiais do entreposto do Seixal	36
Figura 16	<i>Racks</i> utilizadas no entreposto do Seixal	37
Figura 17	Política de armazenagem <i>within aisle</i>	37
Figura 18	Etiquetas de identificação de estantes, prateleiras e materiais	38
Figura 19	Parque de materiais exterior do entreposto do Seixal	39
Figura 20	Fluxo dos materiais do armazém	42
Figura 21	Proposta de novo <i>layout</i> em U: (a) entreposto de Braga, (b) entreposto do Seixal . . .	54

Figura 22	Etiquetas identificativas de materiais: (a) normais e (b) com prazo de vencimento . . .	56
Figura 23	Identificação: (a) etiquetas para posições nos armazéns interiores, (b) placas de zona para armazéns exteriores e (c) placas de materiais para armazéns exteriores	56
Figura 24	Etiquetas com código QR incorporado: (a) etiquetas de materiais, (b) etiquetas de posição (armazéns interiores), (c) placas de zona exterior e (d) placas de materiais exteriores	62
Figura 25	Código de barras GS1-128	66
Figura 26	Código QR	67
Figura 27	Componentes de um sistema RFID	68
Figura 28	Hierarquia de decisão	71
Figura 29	Diagrama de fluxo de informação entre plataformas	76
Figura 30	Plataforma de Pedidos	77
Figura 31	Início de sessão: (a) <i>login</i> do utilizador e (b) escolha do local de trabalho	78
Figura 32	Menu principal da aplicação móvel	79
Figura 33	Receção de mercadoria: (a) menu de receção de mercadorias, (b) detalhes do pedido de compra e (c) pedido de <i>inputs</i>	80
Figura 34	Receção de mercadoria: (a) registo de entrada de artigo e (b) exibição de informações	81
Figura 35	Arrumação: (a) menu de arrumação, (b) sugestão de posição de arrumação e (c) pedido de <i>inputs</i>	85
Figura 36	Menu principal do módulo de preparação de encomendas	86
Figura 37	Pedidos de EPIs: (a) lista de pedidos de EPIs e (b) informação do pedido	87
Figura 38	Pedidos de EPIs: (a) informação do pedido e (b) pedido de <i>inputs</i>	88
Figura 39	Declaração de entrega dos EPIs	89
Figura 40	Criação de pedido de EPIs: (a) dados do colaborador e (b) dados do pedido	90
Figura 41	transferências de pedidos: (a) lista de pedidos de transferência e (b) informações do pedido	91
Figura 42	Preparação de pedidos: (a) pedido de materiais, (b) e (c) informações do pedido e pedido de <i>inputs</i>	92
Figura 43	Preparação de pedidos: (a) Resumo do <i>picking</i> e (b) etiqueta de expedição	93
Figura 44	Expedição: (a) pedido de leitura do código QR e (b) resumo de expedição	95
Figura 45	Devoluções: (a) lista de pedidos de devolução e (b) informações do pedido	97

Figura 46	Materiais em manutenção: (a) lista de materiais em manutenção e (b) lista de campos a preencher	99
Figura 47	Correções de inventário: (a) pedido de leitura de código de produto, (b) pedido de leitura de código de posição e (c) pedido de <i>inputs</i>	100
Figura 48	Menu principal do módulo “Transferências de posição”	101
Figura 49	Transferências de posição: (a) pedido de leitura de código de produto, (b) pedido de leitura de código de posição atual e (c) pedido de leitura do código da nova posição .	102
Figura 50	Transferências de posição: (a) pedido de leitura de código de produto expirado, (b) pedido de leitura de código de posição atual e (c) pedido de <i>inputs</i>	103
Figura 51	Inventário: (a) lista de materiais e (b) informações do material	104
Figura 52	Cronograma do plano de implementação	110
Figura 53	<i>Software Requirements Specification</i>	111
Figura B.1.1	Processo de análise de reservas de materiais	123
Figura B.2.1	Processo de análise de requisições de compra de materiais	124
Figura B.3.1	Processo de análise de ordens de compra de materiais	125
Figura B.4.1	Processo de pedidos de compra de materiais	126
Figura B.5.1	Processo de receção de materiais	127
Figura B.6.1	Processo de <i>picking</i>	128
Figura B.7.1	Processo de pedidos de EPIs e de material de limpeza para colaboradores dst	129
Figura C.1.1	Folha de registo diário de preparação de encomendas	130
Figura C.3.1	Folha de registo diário de receção de mercadorias	134
Figura I.1	Organograma do centro logístico	160

Lista de Tabelas

Tabela 1	Escala Fundamental	24
Tabela 2	Resultados obtidos relativamente ao processo de preparação de encomendas	50
Tabela 3	Resultados obtidos relativamente ao processo de receção de mercadorias	50
Tabela 4	Problemas identificados e respetivas causas	52
Tabela 5	Requisitos funcionais	60
Tabela 6	Problemas identificados, respetivas causas e sugestões de melhoria	64
Tabela 7	Comparação entre etiquetas ativas e passivas	69
Tabela 8	Vantagens e desvantagens do uso das diferentes bandas de frequência num sistema RFID	69
Tabela 9	Critérios de avaliação das tecnologias	70
Tabela 10	Matriz de prioridades de critérios	72
Tabela 11	<i>Ranking</i> dos critérios	72
Tabela 12	Comparação: “Custo” por alternativa	73
Tabela 13	Prioridades obtidas para as alternativas em relação aos critérios	74
Tabela 14	Módulos da aplicação móvel e suas funções	79
Tabela 15	Interação entre plataformas: módulo “Receção de mercadoria”	82
Tabela A.0.1	Famílias e subfamílias de materiais	120
Tabela C.2.1	Operação de preparação de encomendas: resumo dos dados recolhidos	131
Tabela C.4.1	Operação de receção de mercadorias: resumo dos dados recolhidos	135
Tabela D.1.1	Comparação: “Poder de captura simultânea” por alternativa	138
Tabela D.1.2	Comparação: “Capacidade de armazenamento dinâmica” por alternativa	138
Tabela D.1.3	Comparação: “Facilidade de utilização” por alternativa	138
Tabela D.1.4	Comparação: “Capacidade de armazenamento de dados” por alternativa	139

Tabela D.1.5 Comparação: “Legibilidade do código” por alternativa	139
Tabela D.1.6 Comparação: “Velocidade de leitura” por alternativa	139
Tabela D.1.7 Comparação: “Resistência das etiquetas” por alternativa	139
Tabela D.1.8 Comparação: “Nível de correção de erros” por alternativa	140
Tabela D.1.9 Comparação: “Nível de correção de erros” por alternativa	140
Tabela D.1.10 Comparação: “Necessidade de manutenção” por alternativa	140
Tabela E.1.1 Interação entre plataformas: módulo “Arrumação”	141
Tabela E.2.1 Interação entre plataformas: módulo “Preparação de encomendas”	141
Tabela E.3.1 Interação entre plataformas: módulo “Expedição”	145
Tabela E.4.1 Interação entre plataformas: módulo “Devoluções”	147
Tabela E.5.1 Interação entre plataformas: módulo “Materiais em Manutenção”	151
Tabela E.6.1 Interação entre plataformas: módulo “Correções de inventário”	153
Tabela E.7.1 Interação entre plataformas: módulo “Transferências de posição”	154
Tabela E.8.1 Interação entre plataformas: módulo “Inventário”	154

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

AHP *Analytic Hierarchy Process.*

B2B *business-to-business.*

CSCMP *Council of Supply Chain Management Professionals.*

EAN *European Article Number.*

EPIs Equipamentos de Proteção Individual.

ERP *Enterprise Resource Planning.*

FA Fiel de Armazém.

FEFO *First Expired First Out.*

GA Gestor de Armazém.

GCA Gestão da Cadeia de Abastecimento.

GPS Sistema de Posicionamento Global.

GS Gestor de Stock.

ITF *Interleaved 2 of 5.*

MRP *Material Requirement Planning.*

OC Ordem de Compra.

PC Pedido de Compra.

RC Requisição de Compra.

RFID *Radio Frequency Identification.*

SAP *Systems Application and Product.*

SKU *Stock Keeping Unit.*

SRS *Software Requirements Specification.*

UPC *Universal Product Code.*

WMS *Warehouse Management System.*

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo apresenta-se uma primeira abordagem do tema de dissertação “Estudo da implementação de um sistema de rastreabilidade interna numa empresa do setor da construção”. Inicialmente, apresenta-se um breve enquadramento do tema. De seguida, são apresentados os objetivos da dissertação, a empresa que representa o objeto em estudo e, por fim, é descrita a estrutura do presente documento de dissertação.

1.1 Enquadramento

Dada a evolução das expectativas dos consumidores e o cenário competitivo global em constante mudança, as empresas necessitam de adotar estratégias que lhes permitam manter uma posição sólida no mercado. Assim, surge a Logística 4.0, definida por Winkelhaus e Grosse (2020) como sendo o sistema logístico que permite conciliar a satisfação dos requisitos cada vez mais individualizados dos consumidores, sem que se aumentem os custos, recorrendo a tecnologias digitais. Neste sentido, no contexto da quarta revolução industrial, a gestão da cadeia de abastecimento assume um papel preponderante, tornando-se importante, para as organizações, entre outras coisas, a existência de um sistema de rastreabilidade eficaz (Bougdira et al., 2020). A rastreabilidade é a capacidade de aceder a toda e qualquer informação relacionada com, por exemplo, peças, produtos e materiais utilizados durante a produção. O principal objetivo de um sistema de rastreabilidade é registar com elevada precisão a história e a localização dos diferentes produtos ao longo da cadeia de abastecimento, permitindo que o utilizador tenha acesso a informação em tempo real (Dabbene & Gay, 2011). Algumas vantagens da rastreabilidade apontadas por Razak et al. (2021), são a melhoria da monitorização e a visibilidade, assim como a melhoria da confiança da cadeia de abastecimento.

Com os avanços tecnológicos dos últimos tempos, deu-se a criação de instrumentos de Tecnologias de Informação, tais como o *Radio Frequency Identification* (RFID), código de barras, Códigos QR, entre outros,

que vêm facilitar o registo de dados e reduzir custos de gestão de armazéns, facilitando a rastreabilidade de produtos (Dabbene & Gay, 2011).

Segundo Alyahya et al. (2016), nos setores de *Supply Chain* e Logística, a precisão dos dados de inventário revela-se crucial para todos os processos logísticos, mais precisamente para operações de armazém, planeamento de *Stock Keeping Unit* (SKU), gestão de inventários e controlo de mercadorias que entram e saem das estruturas.

Um sistema de gestão de armazéns tradicional automático refere-se frequentemente a aplicações de módulos de armazenamento e recuperação automáticos, equipamento de elevação e sistemas de transporte para empilhar, recolher e transportar artigos que entram e saem de um centro de distribuição. Estas ferramentas são utilizadas para superar algumas desvantagens dos armazéns operacionalizados manualmente, que frequentemente registam erros humanos, custos de mão-de-obra superiores e uma baixa eficiência das operações de armazém. No entanto, os armazéns tradicionais já não são capazes de satisfazer as novas exigências dos consumidores, pelo que se verifica que os setores de *Supply Chain* e Logística procuram constantemente métodos mais eficientes e eficazes, nos quais a automatização e integração de sistemas de gestão de armazéns é inevitável.

Para as organizações, escolher a melhor tecnologia de rastreabilidade pode tornar-se uma tarefa complicada, dada a grande variedade de soluções disponíveis atualmente no mercado. Esta seleção é definida por Farshidi et al. (2018) como sendo o processo de avaliação do valor potencial das tecnologias e da sua contribuição para a competitividade e rentabilidade das organizações. O processo de tomada de decisão consiste em avaliar e selecionar as tecnologias mais adequadas, de acordo com os requisitos e preferências estabelecidos, sendo este processo complexo por envolver inúmeros fatores, como o custo, limitações, entre outros. De forma a resolver problemas de seleção de tecnologias, alguns investigadores foram introduzindo técnicas, métodos e ferramentas de apoio à tomada de decisão, entre eles, as *frameworks* de suporte à decisão. Estas *frameworks* possibilitam que as organizações possam tomar uma decisão mais fundamentada e mais eficaz, uma vez que garantem que todos os fatores relevantes são considerados na tomada de decisão.

O presente projeto de dissertação surge da ambição do dstgroup, empresa onde será realizado o projeto, em se manter competitivo no mercado em que se insere. Um dos principais problemas identificados na

área da logística interna do dstgroup refere-se à existência de uma elevada quantidade de processos com intervenção humana, que resultam numa maior frequência de erros humanos e uma baixa eficiência das operações logísticas, dificultando o processo de gestão de materiais. Deste modo, a empresa pretende apostar em soluções tecnológicas como um sistema de rastreabilidade interna, não só com o intuito de eliminar desperdícios, mas também com a ambição de inovar e continuar a introduzir medidas que contribuam para a melhoria contínua.

1.2 Objetivos

O principal objetivo da presente dissertação assentou na realização de um estudo sobre a implementação de um sistema de rastreabilidade interna numa empresa do setor da construção, a dst, s.a. Desta forma, o projeto de dissertação assentou nos seguintes pontos:

- Conceção de uma metodologia de investigação de suporte à decisão de sistemas e tecnologias para rastreabilidade interna;
- Mapeamento da situação atual com levantamento de todos os processos logísticos e materiais armazenados;
- Identificação de desperdícios;
- Análise de requisitos da solução;
- Estudo comparativo de várias tecnologias de rastreabilidade de produtos, incluindo os seus benefícios, limitações e desafios de implementação;
- Seleção do sistema e tecnologia e definição de um plano de implementação, incluindo possíveis alterações aos processos de gestão de materiais.

O presente projeto de dissertação procura, também, responder às seguintes questões de investigação:

- Como pode uma metodologia de investigação de suporte à decisão auxiliar a escolha de sistemas e tecnologias para rastreabilidade interna?
- Como pode um sistema de rastreabilidade interna contribuir para a melhoria das operações logísticas e de armazenagem numa empresa do setor da construção?

- Quais são os principais desafios enfrentados pelas empresas de construção na gestão eficaz dos seus materiais?

1.3 O dstgroup

O dstgroup iniciou a sua atividade nos anos 40 com a extração de inertes e é, atualmente, uma empresa de referência a nível nacional no setor da Engenharia e Construção. Com as novas exigências do mercado e o cenário competitivo atual, o grupo tem vindo a alargar a sua atividade para áreas de negócio que complementam a sua atividade principal, nomeadamente Ambiente, Energias Renováveis, Telecomunicações, *Real Estate* e *Ventures*.

Para além da aposta na diversificação das suas áreas de negócio, o dstgroup tem promovido a expansão da sua atividade a nível internacional, marcando já presença em mais de 15 países. A sua contínua expansão resultou num volume de negócios de cerca de 411 milhões de euros em 2021, contando, atualmente, com mais de 2300 trabalhadores, distribuídos pelas mais de 50 empresas do grupo.

O dstgroup reconhece o seu percurso rumo à sustentabilidade e à economia circular como um desafio permanente de inovação, possuindo um programa de Responsabilidade Social que incide em diversas áreas, tais como a cultura, a educação, a saúde, o ambiente e o conhecimento.

A dst, s.a.

A dst, s.a., daqui em diante dst, é uma das empresas pertencentes ao dstgroup que atua na área de Engenharia e Construção, cujas atividades principais são a Construção Civil, Infraestruturas e Água, Ambiente e Energia. No ano de 2020, o volume de negócios da dst fixou-se nos 212 milhões de euros, ano em que o grupo atingiu os 346 milhões de euros de volume de negócios.

Os projetos ao encargo da empresa são o resultado de concursos públicos ou privados, onde para a seleção importa o orçamento apresentado e o prazo de conclusão do projeto de obra. No seu vasto portefólio de projetos, domina a construção industrial e logística e de superfícies de comércio e serviços.

O crescimento da empresa e a sua aposta na diversificação das áreas de atuação vieram promover a

realização de obras em vários pontos geográficos do país, verificando-se a execução de um alargado número de obras na zona Sul do país, essencialmente na Área Metropolitana de Lisboa. Por este motivo, apesar de as sedes do dstgroup e da dst serem ambas em Braga, instalou-se um entreposto no Seixal que é responsável por dar resposta a todos os projetos do Centro e do Sul do país, ficando os restantes ao encargo do entreposto de Braga. Estes dois entrepostos compõem o centro logístico da dst.

A empresa dst é composta por vários departamentos, tais como: Logística, Ambiente, Segurança, Recursos Humanos, Contabilidade, Compras, Qualidade, entre outros.

Centro logístico

O centro logístico, pertencente ao departamento de Logística, é responsável por garantir o bom funcionamento da maioria das atividades da dst, fornecendo, para isso, os recursos necessários à sua execução. A gestão da frota de camiões e do gasóleo, o processamento de pedidos de clientes e de encomendas a fornecedores, o controlo de inventário, a faturação e a afetação de recursos humanos são algumas das responsabilidades deste departamento. O centro logístico é o principal fornecedor de materiais e equipamentos das obras das empresas do grupo e, por este motivo, gere vários armazéns. Em Braga, existe o armazém de equipamentos, o armazém de mobiliário, o armazém de materiais e o parque de materiais exterior. Por sua vez, no Seixal, existe o armazém de materiais e o parque de materiais exterior.

Os armazéns de materiais e os parques de materiais exteriores dos entrepostos de Braga e do Seixal são os objetos de estudo desta dissertação, apresentados no Capítulo 4. Nestes espaços são armazenados vários tipos de materiais provenientes de fornecedores ou das devoluções das obras.

1.4 Estrutura da dissertação

O Capítulo 1 faz introdução e contextualização do tema da dissertação, onde é apresentado o estudo de caso, são delineados os objetivos gerais do estudo e apresentada uma visão geral da estrutura da dissertação.

O Capítulo 2 engloba uma breve revisão da literatura, concentrando-se nos principais tópicos científicos

relacionados com o tema central do estudo, onde se inclui a Gestão da Cadeia de Abastecimento, a Gestão Logística e a Gestão da Armazenagem. Adicionalmente, apresenta-se uma análise concisa sobre os sistemas de gestão de armazéns (*Warehouse Management Systems*) e, por último, descreve-se o método de decisão adotado no projeto, o *Analytic Hierarchy Process*.

No Capítulo 3 é apresentada a estratégia de investigação utilizada, bem como a metodologia de investigação desenvolvida para a realização do estudo, onde se inclui uma breve explicação das metodologias base que serviram de inspiração para o desenvolvimento desta.

Os Capítulos 4, 5, 6 e 7 compõem as fases da metodologia de investigação utilizada. A primeira fase da metodologia é aplicada no Capítulo 4, onde é feita uma caracterização e diagnóstico da atividade de armazenagem *AS IS*. O Capítulo 5 refere-se à etapa 2 da metodologia, onde é definida a atividade de armazenagem *TO BE*. A etapa 3 da metodologia é aplicada no Capítulo 6, onde é descrito o desenho conceptual do sistema de rastreabilidade interna. Por fim, no Capítulo 7, é definido um plano de implementação do sistema, que compõe a quarta e última etapa da metodologia de investigação.

Finalmente, o Capítulo 8 apresenta as principais conclusões da dissertação e algumas sugestões de trabalhos futuros.

Capítulo 2

Revisão da literatura

O presente capítulo apresenta uma revisão crítica da literatura acerca dos temas abordados no desenvolvimento do projeto de dissertação. Em primeiro lugar, apresenta-se uma contextualização teórica sobre a Gestão da Cadeia de Abastecimento generalizada, bem como no setor da construção civil. Adicionalmente, é abordada a área da Gestão Logística e da Gestão da Armazenagem, onde são exploradas as operações básicas da armazenagem e os sistemas de gestão da informação de armazéns. Por fim, inclui-se uma pesquisa sobre *frameworks* de seleção de tecnologias, bem como sobre métodos de apoio à tomada de decisão.

2.1 Gestão da cadeia de abastecimento

O autor van der Vorst (2004) reconhece a cadeia de abastecimento como uma sequência de processos e fluxos que visam satisfazer os requisitos do cliente final, e que ocorrem dentro e entre diferentes fases da cadeia. Esta inclui não só o fabricante e os seus fornecedores, mas também transportadores, armazéns, retalhistas, e os próprios consumidores.

Na perspetiva de Christopher (2011), a Gestão da Cadeia de Abastecimento (GCA) define-se como “a gestão de relações a montante e a jusante com fornecedores e clientes, a fim de entregar um valor superior ao cliente, a um menor custo para toda a cadeia de abastecimento”.

Adicionalmente, segundo a maior organização mundial de profissionais e académicos da área, o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP), a Gestão da Cadeia de Abastecimento engloba o planeamento e gestão de todas as atividades envolvidas no *sourcing* e *procurement*, conversão, e todas as atividades de gestão logística. Para além disso, envolve a coordenação e colaboração com parceiros de cadeia, que podem ser fornecedores, intermediários, prestadores de serviços logísticos e clientes. Na sua essência, a GCA integra a gestão da oferta e da procura dentro e entre empresas. Inclui

todas as atividades de gestão logística acima referidas, bem como operações de fabrico, conduzindo a coordenação de processos e atividades com e através do *marketing*, vendas, conceção de produtos, finanças e tecnologia da informação (*Council of Supply Chain Management, CSCMP, 2013*).

O pensamento associado ao conceito de GCA é o de planejar e coordenar o fluxo de materiais desde a fonte até ao utilizador como um sistema integrado, em vez de gerir esse fluxo como uma série de atividades independentes. Desta forma, o objetivo é alcançar uma vantagem competitiva através da redução de custos e da melhoria dos serviços, ligando todas as atividades inerentes à Gestão da Cadeia de Abastecimento (Christopher, 2011).

Porter faz referência, em 1985, ao conceito de Cadeia de Valor. Na sua perspetiva, a Cadeia de Valor desagrega uma empresa nas suas atividades estrategicamente relevantes, a fim de compreender o comportamento dos custos e as fontes de diferenciação existentes e potenciais. A Figura 1 ilustra a Cadeia de Valor introduzida pelo autor.

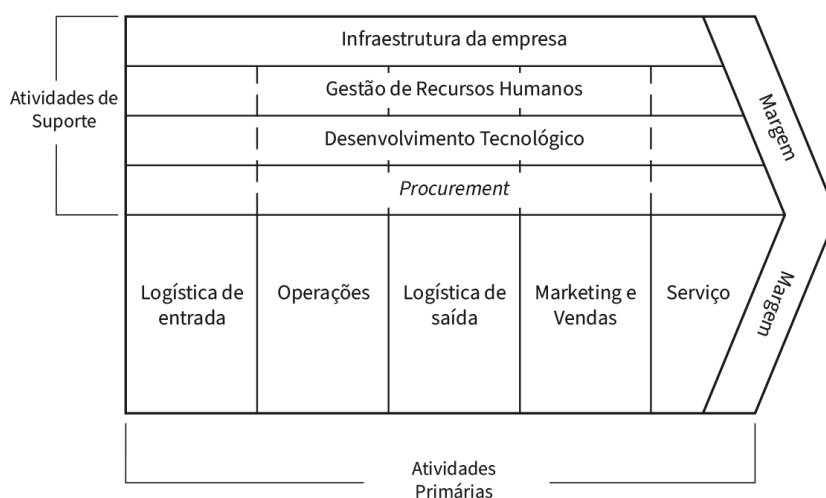


Figura 1. Cadeia de Valor de Porter (1985) (Adaptado)

A Cadeia de Valor de qualquer empresa é composta por nove categorias de atividades genéricas que se relacionam entre si e que são realizadas para conceber, produzir, comercializar, distribuir e suportar o seu produto. Estas atividades podem ser divididas em dois tipos (Porter, 1985):

- **Atividades primárias:** logística de entrada, produção (operações), logística de saída, *marketing* e vendas e serviço;

- **Atividades de suporte:** infraestrutura da empresa, gestão de recursos humanos, desenvolvimento tecnológico e *procurement*.

Uma empresa ganha vantagem competitiva ao executar estas atividades com um custo mais reduzido ou melhor do que os seus concorrentes.

2.1.1 Gestão da cadeia de abastecimento no setor da construção civil

A colaboração e o trabalho em equipa são um requisito para alcançar o sucesso de um projeto de construção, uma vez que este envolve múltiplas partes. No entanto, segundo Albaloushi e Skitmore (2008), a indústria da construção é extremamente desarticulada, existindo uma evidente separação entre a conceção e a construção e falta de comunicação e colaboração entre as partes envolvidas. A cadeia pode ser, muitas vezes, de extrema complexidade, apresentando problemas de desempenho que se devem a ausência de planeamento e deficiências de informação (Zhang & Li, 2011). Deste modo, a cadeia deste setor apresenta as seguintes características (Dainty et al., 2001; Khalfan et al., 2001; Vrijhoef & Koskela, 2000):

- É convergente, direcionando todos os materiais para o local da construção;
- É, maioritariamente, temporária, onde cada projeto é único;
- É tipicamente uma cadeia de *make-to-order*, onde cada projeto cria um novo produto ou protótipo;
- As empresas atuam independentemente, negociam livremente e não têm qualquer outra relação fora do negócio;
- Um projeto de média a larga escala pode envolver centenas de empresas diferentes que fornecem todo o tipo de produtos e serviços.

De acordo com a Figura 2, que representa a Cadeia de Abastecimento típica do setor da construção, introduzida por Zhang e Li (2011), o processo de desenvolvimento de um novo projeto de construção inicia-se com uma requisição do cliente. Além dos diversos materiais que são utilizados no projeto, existem ainda várias entidades envolvidas na execução de todo o processo, entre estas os arquitetos, engenheiros,

empreiteiros e subempreiteiros. Para que a execução da obra se dê com sucesso, é necessário que todas as partes estejam sincronizadas, o que aumenta a complexidade da Gestão da Cadeia de Abastecimento.

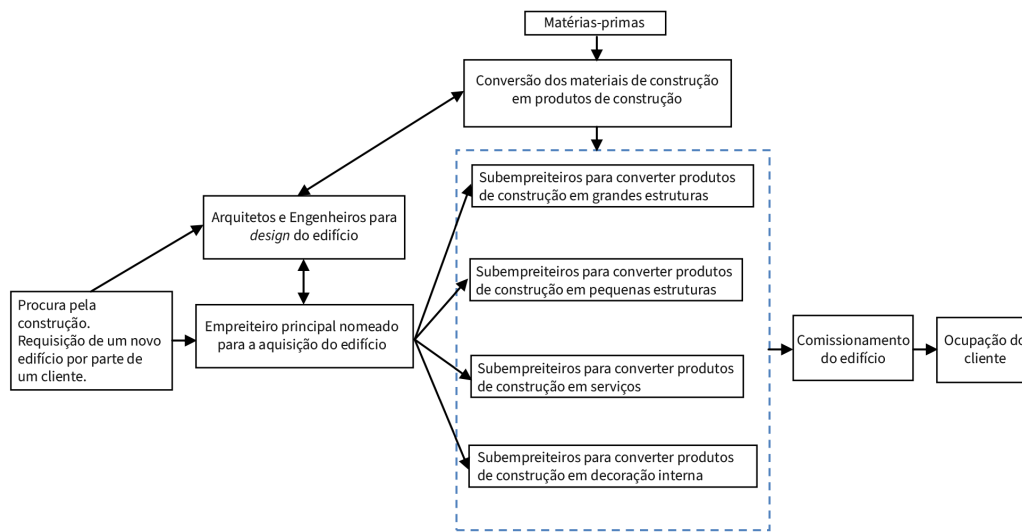


Figura 2. Cadeia de abastecimento típica do setor da construção (Adaptado de Zhang e Li (2011))

Os autores Xue et al. (2007) definem a Gestão da Cadeia de Abastecimento do setor da construção como a integração dos principais processos de negócio da construção, onde se incluem a gestão de projetos, gestão de fluxos de construção, gestão de serviços de proprietários, gestão de relações com fornecedores, gestão da procura, gestão ambiental e investigação e desenvolvimento. Acrescentam, ainda, que a Cadeia de Abastecimento da Construção não é uma cadeia de empresas de construção com relações *business-to-business* (B2B), mas sim uma rede de múltiplas organizações e relações, que inclui o fluxo de informação, o fluxo de materiais, serviços ou produtos e o fluxo de fundos monetários entre as partes envolvidas.

Apesar dos inúmeros benefícios resultantes da GCA, nota-se uma lenta adoção da mesma no setor da construção, devido à existência de obstáculos à sua implementação. Kim e Nguyen (2022) identificaram, através de um estudo onde se envolveram profissionais do setor, cinco fatores considerados obstáculos à implementação da GCA na construção:

- **Falta de conhecimento e competência:** liderança ineficaz, falta de compreensão do conceito de Cadeia de Abastecimento e de formação em GCA;
- **Falta de apoio e participação ativa das partes envolvidas:** inexistência de comunicação e troca de informação, resistência organizacional à Gestão da Cadeia de Abastecimento, falta de

objetivos comuns entre as partes na cadeia e falta de compromisso;

- **Confronto de cultura e comportamento contraditório:** falta de colaboração genuína e boas relações de trabalho, falta de confiança entre as partes, frequentes incumprimentos contratuais e relutância em partilhar riscos e benefícios;
- **Deficiências no sistema contratual:** mecanismo de resolução de problemas ineficaz, métodos de aprovisionamento inadequados e sistemas de recompensas pouco claros;
- **Dificuldades inerentes à GCA:** complexidade e dureza do processo, rede temporária ou de curto prazo, falta de compreensão das necessidades dos clientes e características fragmentadas da indústria de construção.

2.2 Logística e Gestão logística

Na visão do *Council of Supply Chain Management Professionals*, a “Gestão Logística é a parte da Gestão da Cadeia de Abastecimento que é responsável por planejar, implementar e controlar o eficiente e eficaz fluxo direto e inverso e as operações de armazenagem de bens, serviços e informação relacionada entre o ponto de origem e o ponto de consumo, a fim de ir ao encontro das necessidades dos clientes”. Mais ainda, define que as “atividades logísticas incluem a gestão do transporte do *inbound* e *outbound* (entrada e saída), gestão da frota, gestão da armazenagem, gestão de materiais e manuseamento, gestão de encomendas, desenho da rede logística, gestão de inventários, planeamento do abastecimento e da procura e gestão dos prestadores de serviços logísticos. A função logística inclui também o *sourcing* e o *procurement*, planeamento e programação da produção, embalagem e montagem, e serviço ao cliente”. (*Council of Supply Chain Management, CSCMP, 2013*)

Assim, pode dizer-se que a missão da Gestão Logística é planejar e coordenar todas as atividades necessárias, de forma a atingir os níveis de serviço e qualidade desejados, ao menor custo possível. A Logística deve, portanto, ser vista como a ligação entre o mercado e a base de abastecimento, abrangendo a empresa, desde a gestão da matéria-prima até à entrega do produto final (Christopher, 2011). A Figura 3 ilustra este processo.

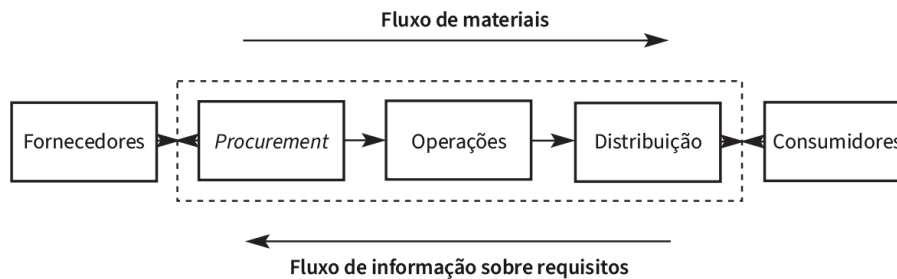


Figura 3. Processo de gestão logística (Adaptado de Christopher (2011))

Conforme ilustrado na Figura 3, a Logística abrange dois tipos de fluxos: o fluxo físico e o fluxo de informação. Geralmente, o fluxo físico é considerado como o movimento progressivo ao longo da rede logística, predominantemente direcionado do ponto de origem ao ponto de consumo. Por outro lado, o fluxo de informação é considerado um fluxo regressivo, pelo que a sua direção principal é dos elementos a jusante para os elementos a montante. No entanto, na prática, as direções dos fluxos físicos e de informações não são necessariamente unidirecionais. Tanto materiais quanto informações fluem em ambas as direções. No que respeita ao fluxo físico, o fluxo de retorno do produto é designado por logística inversa. Trata-se do fluxo de mercadorias devolvidas e de produtos usados, bem como de resíduos, de eliminação de sucata e de embalagens retornáveis através do sistema.

Os fluxos físicos envolvem todo o processo e atividades dos sistemas logísticos. No entanto, para explorar sistematicamente o conceito de fluxos físicos, os principais componentes dos sistemas logísticos podem ser categorizados em cinco áreas funcionais (Sadjady, 2011):

- Conceção da rede;
- Informação;
- Transporte;
- Inventário;
- Armazenagem, manuseamento de materiais e embalagem.

2.3 Gestão da armazenagem

Um Sistema Logístico tem como missão principal a criação de valor para o cliente. Por esse motivo, é realizado um conjunto de atividades que permitem disponibilizar ao cliente o produto certo, no local certo, no momento certo, na quantidade certa e ao menor custo possível. A atividade de armazenagem, uma das atividades pertencentes ao Sistema Logístico, não acrescenta valor ao produto, no entanto, revela-se necessária para cumprir com a proposta de valor alegada (Carvalho et al., 2012).

Segundo Carvalho et al. (2012), um Sistema Logístico sem armazenagem só seria possível se existisse uma perfeita sincronização entre a produção e o consumo, sem variabilidade, e se fossem utilizados frequentemente meios de transporte rápidos para transportar pequenas cargas até ao cliente. O comportamento distinto entre a produção e o consumo levam à necessidade de constituir stocks, criando, por sua vez, a necessidade de infraestruturas de armazenagem. Desta forma, a existência de stocks e da atividade de armazenagem permite que o processo de consumo seja independente do processo de abastecimento. A gestão da armazenagem e a gestão de stocks vão permitir influenciar os custos inerentes a estas atividades para um determinado nível de serviço ao cliente.

2.3.1 Operações básicas de armazenagem

O processo de armazenagem compreende uma série de operações que se desdobram desde a receção das mercadorias no armazém até ao momento da sua expedição. A chegada de produtos às instalações do armazém desencadeia um conjunto de atividades, onde se incluem a receção, a conferência e a arrumação. Da mesma forma, quando são recebidas encomendas, o processo estende-se para atividades como o *picking*, a preparação e, finalmente, a expedição.

2.3.1.1 Receção e conferência

Esta atividade inclui a descarga das mercadorias do equipamento de transporte, bem como a verificação da quantidade e especificações em relação aos registos de encomendas, a inspeção de danos e a atualização dos registos de inventário do armazém (Sadjady, 2011).

Idealmente, deve existir um planeamento das chegadas de produtos ao armazém, de forma a evitar congestionamentos, quer nos cais de descarga, quer na zona de receção, e possibilitar uma melhor gestão dos recursos humanos. Quando o veículo chega ao cais de descarga, é realizada a descarga da mercadoria com recurso a equipamentos de manuseamento de materiais (por exemplo, porta-paletes, empilhadores, etc.), seguida de uma conferência/inspeção da mercadoria efetivamente rececionada com a encomenda realizada. Pode ser necessário reacondicionar a mercadoria rececionada antes de ser arrumada na zona de armazenagem. No caso de serem detetadas irregularidades no processo de conferência/inspeção, a mercadoria deve ser colocada numa zona própria destinada a devoluções e deve ser acionado o processo de devolução (Carvalho et al., 2012).

2.3.1.2 Arrumação

A atividade de arrumação da mercadoria pode ter um impacto considerável na eficiência do manuseamento e movimentação dos produtos dentro do armazém e na taxa de utilização do mesmo. Podem destacar-se três métodos de arrumação: localização fixa, localização aleatória e o método misto.

Tal como o nome indica, o sistema de localização fixa aloca um espaço fixo no armazém para cada produto. A localização pode ser definida com base em diferentes critérios, tais como a rotação, o número de movimentos de entrada e saída, volume, entre outros. Este é um método simples que pode aumentar a eficiência da atividade de *picking*, uma vez que os operadores se familiarizam com as localizações dos produtos (Carvalho et al., 2012). No entanto, pode levar à subutilização do espaço de armazenagem (Wang et al., 2020). Por sua vez, no sistema de localização aleatória, a localização do produto é definida aleatoriamente no momento da receção, tendo em conta os espaços vazios existentes no momento. Este método possibilita que a mesma referência esteja armazenada em vários locais distintos, o que pode gerar um aumento da distância percorrida pelo operador de *picking* (ou *picker*). Por outro lado, este método permite uma elevada utilização do espaço, uma vez que os espaços vazios vão sendo preenchidos à medida que os artigos vão sendo rececionados (Carvalho et al., 2012; Wang et al., 2020). Por último, o método misto resulta da combinação dos dois métodos anteriores. Neste método, a área de armazenagem é dividida em zonas e as referências são alocadas a uma zona de acordo com algum critério pré-definido (localização fixa). Dentro de cada zona, as referências são armazenadas em qualquer local (localização

aleatória) (Carvalho et al., 2012).

2.3.1.3 Picking

O serviço ao cliente inicia na atividade de *picking*, espoletada pela receção de encomendas dos clientes, que consiste no ato de recolha dos produtos certos, na quantidade certa, de forma a satisfazer as necessidades dos clientes. Esta é uma das atividades mais importantes nos armazéns devido aos seus efeitos diretos no nível de serviço ao cliente e nos custos do armazém (Rushton et al., 2014). A unidade de manuseamento no *picking* pode variar desde paletes, caixas ou embalagens individuais, sendo que quanto menor a unidade, maior será a complexidade da atividade de *picking* (Carvalho et al., 2012).

O *picking* pode ser realizado em toda a zona de armazenagem ou numa área específica. A existência de uma área dedicada apenas a esta atividade representa uma forma de diminuir o desperdício de tempo e as distâncias percorridas pelo *picker*, uma vez que permite que uma vasta gama de produtos seja disposta numa área relativamente pequena. No entanto, esta opção leva a que os níveis de stock na área de *picking* sejam baixos e, por isso, a uma necessidade de reposição mais frequente. Importa, também, referir que a existência de dois locais de armazenagem distintos para um mesmo produto tem de ser prevista nos sistemas informáticos em utilização, de modo a manter um correto controlo dos stocks (Carvalho et al., 2012).

Para além das áreas de *picking*, o método utilizado para realizar esta atividade tem, igualmente, influência direta na produtividade. São exemplos de métodos o *picking by order*, o *picking by line*, o *zone picking* e o *batch picking*.

No *picking by order* (por encomenda ou por cliente), o *picker* é responsável por recolher todos os itens de uma encomenda, deslocando-se a todas as localizações necessárias; quando termina de satisfazer uma encomenda, passa para a encomenda seguinte. Se por um lado este método diminui a possibilidade de erros, por outro aumenta as distâncias percorridas pelo *picker*, reduzindo a produtividade. Assim, é indicado quando as encomendas são compostas por vários itens (Carvalho et al., 2012).

No *picking by line* (por linha ou por produto), por outro lado, é definida uma sequência de recolha de itens no armazém de modo a satisfazer várias encomendas de uma vez e minimizar a distância percorrida. No

entanto, depois da atividade de *picking* é necessário fazer a separação dos itens por encomenda, o que aumenta a possibilidade de erros, sendo apenas indicado para encomendas compostas por poucos itens (Carvalho et al., 2012; Rushton et al., 2014).

No *zone picking*, a área de *picking* está dividida em zonas, com um operador alocado a cada zona, que recolhe todos os itens para cada encomenda que estão localizados na sua zona. Cada *picker* só trabalha numa encomenda de cada vez, embora vários *pickers* possam trabalhar sobre a mesma encomenda. Este método é, no fundo, um *picking by order* dividido por zonas. Segundo Rushton et al. (2014), pode ser adequado quando é utilizado equipamento diferente para a recolha de diferentes tipos de produtos, quando uma única encomenda é demasiado grande para ser recolhida por um único operador, ou quando todas as linhas de encomendas devem ser recolhidas rapidamente. Também é utilizado quando existem diferentes zonas físicas para os produtos, por exemplo, quando os produtos são separados por razões de segurança ou regime de temperatura.

No *batch picking*, o *picker* trabalha sobre um grupo de encomendas em simultâneo, uma linha de cada vez. Quando um produto é necessário em mais do que uma encomenda, o *picker* recolhe a quantidade total e, no fim, separa por encomenda. Desta forma, este método corresponde a um *picking by line*, mas com um grupo de encomendas ao invés da totalidade de encomendas, o que permite reduzir a possibilidade de erros (Carvalho et al., 2012; Rushton et al., 2014).

2.3.1.4 Preparação e expedição

A atividade de preparação consiste na preparação das paletes (ou da embalagem) para a fase de expedição, incluindo a filmagem, se necessário. Depois da preparação, as encomendas devem ser colocadas junto ao cais de carga segundo o critério LIFO (*last in, first out*), ou seja, a primeira paleta a colocar no veículo deverá corresponder ao último local de descarga a visitar na rota. No caso de o *layout* do armazém ser em fluxo quebrado, isto é, no caso de a zona de receção de mercadoria corresponder também à zona de expedição, os horários destas atividades devem ser desfasados de modo a evitar o congestionamento da zona (Carvalho et al., 2012).

Os postos de trabalho de preparação de encomendas são, normalmente, compostos por uma mesa onde se pode trabalhar, juntamente com vários equipamentos e materiais de apoio ao processo, tais como um

ecrã que fornece detalhes da encomenda, uma impressora para etiquetas, vários tamanhos de caixas de cartão e envelopes, materiais de enchimento ou uma máquina de almofadas de ar (para evitar o movimento das mercadorias dentro das caixas), fita adesiva, colas, folhetos publicitários e outros artigos diversos (Rushton et al., 2014).

2.3.2 Sistemas de gestão da informação de um armazém

Segundo Asadi (2011), a Logística emerge, atualmente, como um componente crucial da estratégia empresarial, com o potencial de gerar valor para os clientes, reduzir despesas e aprimorar a flexibilidade na produção. Sendo os armazéns uma parte essencial de qualquer cadeia de abastecimento, a adoção de novas filosofias de gestão como o *Just-in-Time* (JIT) ou a produção *lean* trazem novos desafios para os sistemas de gestão de armazéns (Gu et al., 2007). Com a integração das novas tecnologias nas operações logísticas, a Logística nas organizações deixou de ser meramente uma função de apoio, transformando-se numa função que agrega valor. Os sistemas e tecnologias de informação e comunicação desempenham diversos papéis cruciais na Gestão da Cadeia de Abastecimento e na Logística, como por exemplo na análise de dados, apoio à tomada de decisão, controlo e monitorização das operações da Cadeia de Abastecimento, realização de previsões com base em informações e na comunicação eficiente entre os diferentes membros da cadeia. A informação atua como a base das funções logísticas, mantendo o sistema unido e coordenando todas as componentes das operações logísticas (Asadi, 2011).

2.3.2.1 Warehouse Management Systems

Segundo Asadi (2011), um Sistema de Gestão de Armazéns, em inglês *Warehouse Management System* (WMS), é um subsistema de informação focado na gestão eficiente do fluxo e armazenagem de artigos. Geralmente, um WMS obtém informações, como ordens de compra e pedidos de clientes, do sistema principal de gestão da empresa, como um *Enterprise Resource Planning* (ERP). Essas informações, que incluem dados de receção e expedição de mercadorias e níveis de inventário, são atualizadas e transmitidas de volta para o sistema principal. O WMS é, geralmente, composto por uma variedade de módulos que podem ser adaptados às necessidades específicas de cada operação. Os principais componentes geralmente incluem: receção, armazenagem, gestão de inventário, processamento de pedidos e preparação

para expedição. Embora estes elementos façam parte de um WMS típico de um armazém de distribuição, a presença ou não de alguns deles pode variar, dependendo se o armazém é usado principalmente para armazenagem a longo prazo ou se lida com um alto volume de movimentação de mercadorias.

A implementação de um Sistema de Gestão de Armazéns oferece várias vantagens, tais como uma maior precisão, custos de mão de obra reduzidos e um melhor nível de serviço através de tempos de ciclo mais rápidos. O WMS não só reduz os níveis de stock, como também aumenta a capacidade de armazenagem. Embora o aumento da precisão e da eficiência do processo de receção possa reduzir a necessidade de stock de segurança, o seu impacto nos níveis globais de inventário pode ser menos perceptível. O WMS pode não influenciar diretamente fatores como o dimensionamento dos lotes, os prazos de entrega e a variabilidade da procura que regem os níveis de stock. No entanto, desempenha um papel crucial na otimização das operações e no aumento da capacidade de armazenamento (Poon et al., 2009).

A introdução de um Sistema de Gestão de Armazéns numa empresa requer um investimento substancial de tempo e recursos, muitas vezes durante vários meses. Para justificar esta implementação, é necessária uma análise exaustiva da situação atual do armazém e das operações durante um período específico para afinar o sistema. A empresa deve estar preparada para renovar todo o seu processo e sistema de armazenamento. É essencial notar que a implementação do WMS sem as correspondentes alterações de processo não resulta normalmente em poupanças de custos ou melhorias de eficiência; o seu principal benefício reside na redução de erros atribuídos a fatores humanos (Subramanya & Rangaswamy, 2012).

2.4 Frameworks de seleção de tecnologias

Segundo Torkkeli e Tuominen (2002), a seleção de tecnologias é um dos processos de tomada de decisão mais exigentes e complexos que a gestão de uma empresa pode encontrar. A dificuldade na seleção deve-se, em parte, à multiplicidade de opções tecnológicas disponíveis no mercado e, por outro lado, à necessidade de alinhar a escolha com os objetivos gerais da empresa. No entanto, as tecnologias certas podem criar vantagens competitivas significativas para uma empresa num ambiente empresarial complexo. O objetivo da seleção de tecnologias é obter novos conhecimentos, componentes e sistemas que ajudem a empresa a fabricar produtos e serviços mais competitivos e processos mais eficazes, ou a criar

soluções completamente novas. As novas tecnologias também oferecem oportunidades de diferenciação de produtos e de negócios totalmente novos.

Farooq e O'Brien (2012) criaram uma *framework* para a seleção de tecnologias em cadeias de abastecimento alargadas no setor da indústria transformadora. A sua investigação possuiu como objetivo realçar a importância de alinhar a escolha da tecnologia de fabrico com os requisitos da cadeia de abastecimento. A ferramenta de tomada de decisão desenvolvida envolve um processo composto por várias fases, com entradas e saídas, como se pode verificar na Figura 4.

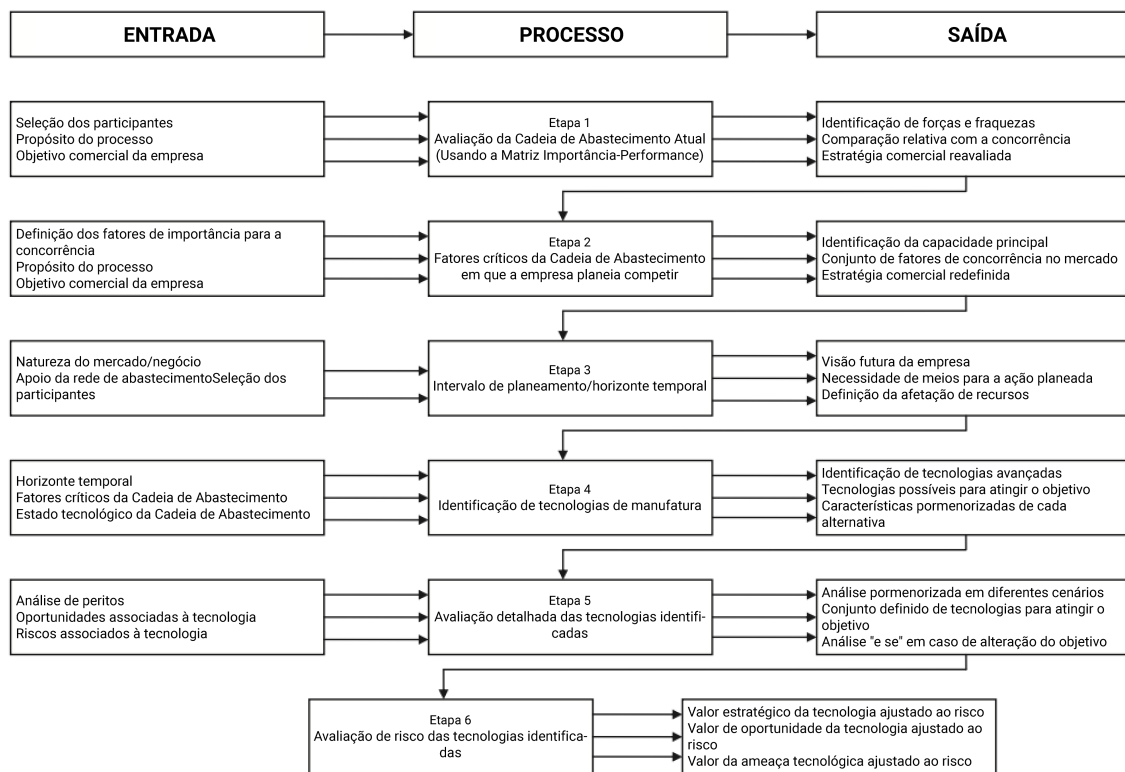


Figura 4. *Framework* de seleção de tecnologias de Farooq e O'Brien (2012) (Adaptado)

O processo envolvido nesta *framework* é composto por seis etapas. Cada etapa é inicialmente alimentada por *inputs*, produzindo no seu fim *outputs*, que representam *inputs* da etapa seguinte. As principais etapas destacadas por Farooq e O'Brien (2012) são as seguintes:

- Avaliação da cadeia de abastecimento atual;
- Definição de fatores críticos da cadeia de abastecimento para a concorrência;
- Definir o horizonte temporal do planeamento;
- Identificação de tecnologias de fabrico;

- Avaliação pormenorizada das tecnologias identificadas;
- Avaliação de risco das tecnologias identificadas.

Em (2018), os autores Hamzeh et al. introduziram uma *framework* de seleção de tecnologias, também composta por seis etapas. Como se pode verificar na Figura 5, as etapas estão sistematicamente interligadas entre si e são semelhantes às etapas da *framework* desenvolvida por Farooq e O'Brien (2012), sendo estas:

- Avaliação da situação atual;
- Fatores estratégicos críticos para a implementação da Indústria 4.0;
- Intervalo de planeamento/horizonte temporal;
- Identificação da tecnologia de fabrico;
- Avaliação pormenorizada da tecnologia identificada;
- Avaliação dos riscos das alternativas tecnológicas.

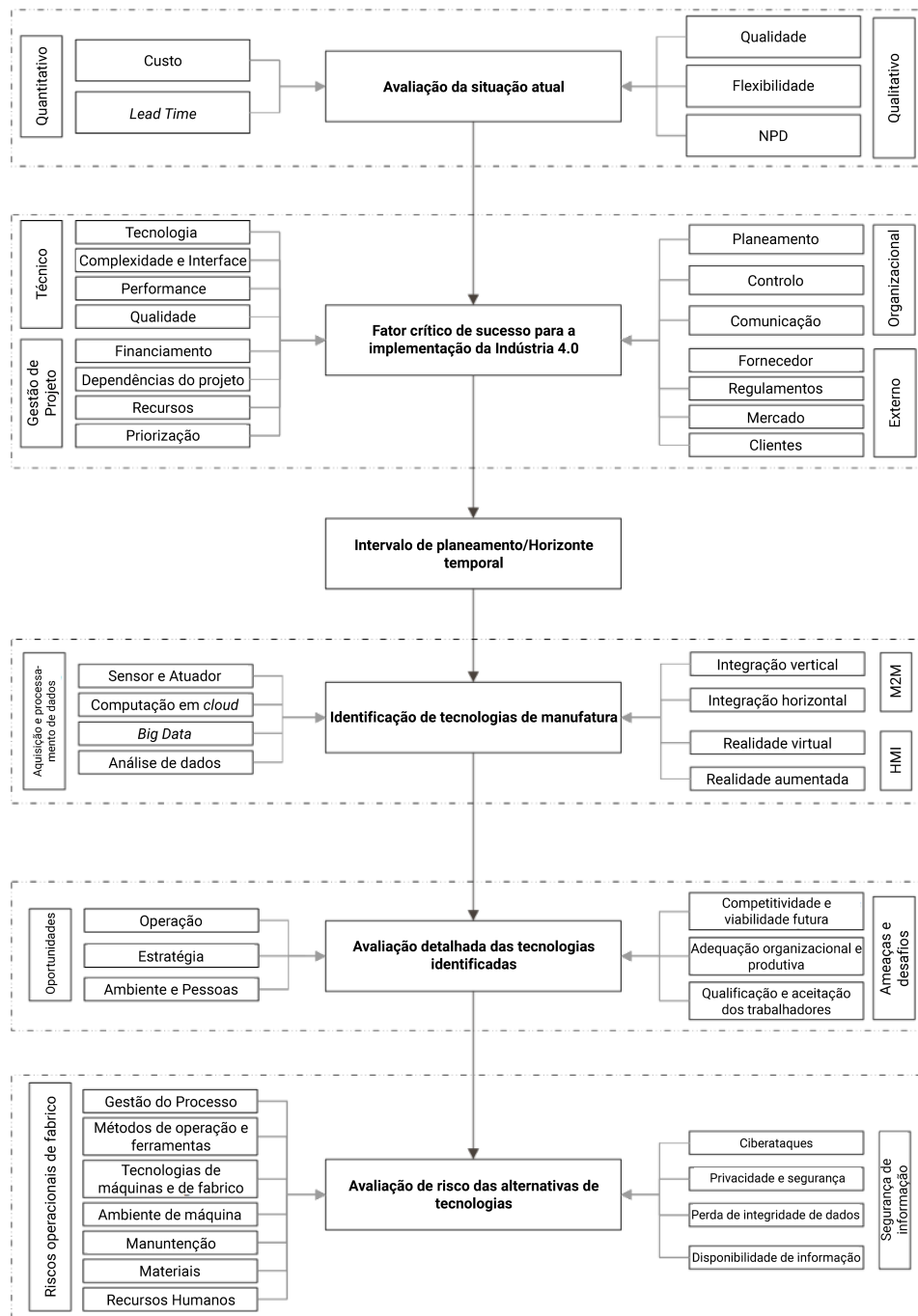


Figura 5. *Framework* de seleção de tecnologias de Hamzeh et al. (2018) (Adaptado)

Ambas as *frameworks* desenvolvidas consideram fatores internos e externos no ambiente de tomada de decisões de seleção de tecnologias. Além disso, revelam-se ferramentas interessantes que podem auxiliar a identificação de oportunidades e ameaças inerentes à implementação de novas tecnologias numa empresa, o que leva a diminuir os riscos da sua implementação. Para além disso, tendo em conta a importância da avaliação do risco no processo de seleção de tecnologias, estas *frameworks* incorporam

o Modelo de Avaliação Estratégica apresentado por Tavana e Banerjee (1995) no processo, permitindo calcular o risco associado a cada alternativa tecnológica em termos de oportunidades e ameaças. Desta forma, os cálculos de risco proporcionam um maior nível de abrangência analítica ao processo de seleção de tecnologias.

2.5 Métodos de apoio à tomada de decisão

Confrontadas com as novas exigências dos consumidores, as organizações necessitam de adotar estratégias que lhes permitam manter a sua posição no mercado. Com a crescente complexidade do mundo, tomar as melhores decisões torna-se uma tarefa cada vez mais difícil para os decisores, que agora procuram utilizar ferramentas, tanto analíticas como quantitativas, para avaliarem as suas opções. Muitas destas ferramentas, designadas por métodos de tomada de decisão, provêm das áreas da matemática aplicada e da investigação operacional (Brunelli, 2015).

A tomada de decisões pode envolver a consideração de vários critérios, bem como juízos de valor de decisores ou peritos. Não só se torna necessário atribuir pesos a diferentes critérios ou alternativas, como também estruturar problemas de decisão e planeamento que podem envolver múltiplos critérios (T. L. Saaty, 2008; Aruldoss et al., 2013). Neste sentido, e segundo Jato-Espino et al. (2014), surgem os métodos multicritério para apoio à tomada de decisão, mecanismos capazes de auxiliar a caracterização de cenários complexos, destinados a facilitar a resolução dos problemas. É, então, neste contexto que surge o *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

O autor do método “Processo Analítico Hierárquico”, em inglês *Analytic Hierarchy Process*, T. L. Saaty, descreve-o como sendo uma medição através de comparações entre pares, baseada nos pareceres de peritos para obter escalas de prioridade. Segundo Russo e Camanho (2015), a estrutura hierárquica da metodologia é capaz de medir e sintetizar uma variedade de fatores de um processo de tomada de decisão complexo, de forma hierárquica, simplificando a combinação dos fatores como um todo. Deste modo, a metodologia baseia-se em comparações entre fatores e alternativas, em pares, de modo a converter as preferências individuais em pesos. Os pesos resultantes, são posteriormente utilizados para classificar as alternativas e, assim, auxiliar o decisor a prever um resultado e fazer uma escolha (Forman & Gass,

2001). A metodologia pode ser decomposta nas seguintes etapas (T. L. Saaty, 2008):

1. Definição do problema e determinação do tipo de informação pretendida;
2. Estruturação da hierarquia de decisão a partir do topo com o objetivo da decisão, partindo para os níveis intermédios (critérios e subcritérios) até ao nível mais baixo (alternativas);
3. Estabelecimento de prioridades com recurso à comparação em pares. Cada elemento (critérios, subcritérios e alternativas) de um nível superior da hierarquia é utilizado para comparar os elementos do nível imediatamente inferior em relação a ele;
4. Utilização das prioridades (*ranking*) obtidas nas comparações para ponderação das prioridades do nível imediatamente inferior, fazendo o mesmo processo para cada elemento. Para cada elemento do nível imediatamente abaixo, adicionam-se os valores ponderados e obtém-se a prioridade global. Continuando o processo de ponderação, obtêm-se as prioridades finais das alternativas no nível mais baixo da hierarquia.

Segundo R. W. Saaty (1987), a hierarquia do problema deve ser suficientemente complexa para captar a situação, mas suficientemente pequena e ágil para ser sensível às mudanças. No topo da hierarquia deve constar o objetivo da decisão, seguido dos critérios/fatores que têm influência sobre a decisão. Logo após o primeiro nível de critérios, deverão constar, caso existam, outros níveis de critérios que dependam dos anteriores. Na base da hierarquia, devem ser colocadas as alternativas de decisão. A Figura 6 ilustra o aspeto de uma hierarquia.

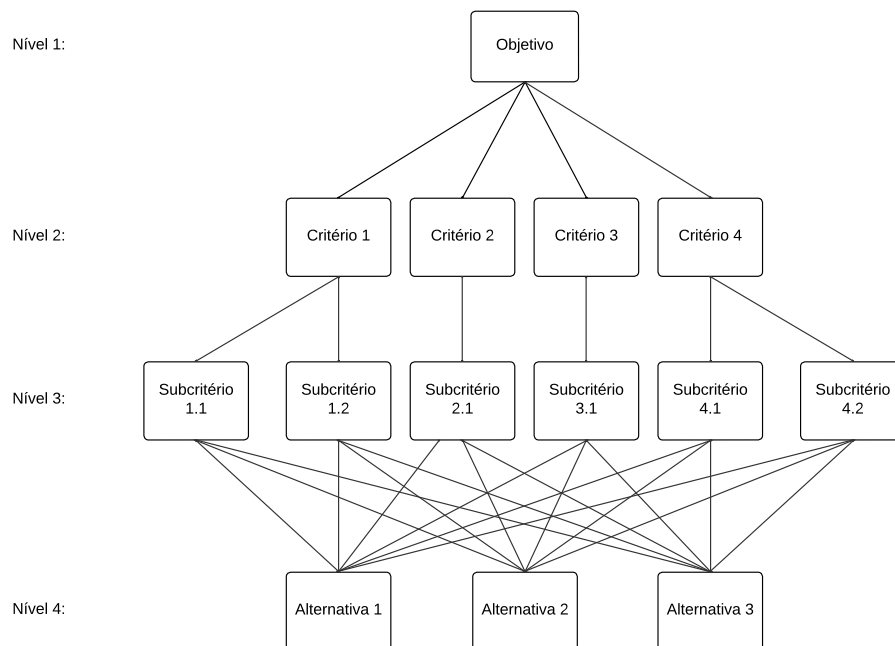


Figura 6. Exemplo de uma hierarquia de decisão (Autoria própria)

As comparações entre critérios, subcritérios e alternativas são realizadas com base numa escala de valores que indica quantas vezes mais importante ou dominante é um elemento em relação a outro, no que respeita ao critério ou característica em relação ao qual são comparados. A Tabela 1 apresenta a Escala Fundamental.

Tabela 1. Escala Fundamental (Adaptado de T. L. Saaty (2008))

Importância relativa	Definição	Explicação
1	Igualmente importante	Contribuem igualmente para o objetivo
2	Posição intermédia	
3	Um pouco mais importante	A experiência e o julgamento favorecem ligeiramente um elemento em detrimento de outro
4	Posição intermédia	
5	Definitivamente mais importante	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um elemento em detrimento de outro
6	Posição intermédia	
7	Muito mais importante	Um elemento é muito favorecido em relação a outro; o seu domínio é demonstrado na prática
8	Posição intermédia	
9	Extremamente mais importante	As provas que favorecem um elemento em detrimento de outro são da mais alta ordem de afirmação possível

As comparações entre pares são fulcrais na utilização do método. Segundo R. W. Saaty (1987), os decisores devem, primeiramente, estabelecer prioridades em relação aos critérios do problema, comparando-os em pares pela sua importância ou preferência, gerando, desta forma, uma matriz de pesos de $n \times n$, em que n representa o número de critérios. O preenchimento de uma entrada na matriz é feito através da comparação entre dois elementos, i no lado esquerdo da matriz e j no topo, considerando qual deles tem mais prioridade, satisfaz mais o critério ou é mais importante e quanto mais (utilizando os valores da Escala Fundamental). O valor recíproco é, automaticamente, introduzido na transposição.

Quando uma matriz de comparação apresenta inconsistências, o decisor deve alterar, se possível, a sua opinião sobre algumas comparações para melhorar a consistência do resultado. O rácio de consistência é uma medida que deve ser utilizada para melhorar a validade do resultado obtido através do método AHP. Esta é uma medida que indica a consistência entre comparações em pares. A título de exemplo: se um decisor preferir a duas vezes mais do que b , e preferir b três vezes mais do que c , pode afirmar-se que este prefere a seis vezes mais do que c . Se o decisor precisasse de comparar a e c , e não preferisse a seis vezes mais do que c , então existiria uma incoerência nas suas preferências. O rácio de consistência mede esta inconsistência. De acordo com R. W. Saaty (1987), o valor do rácio¹ deve ser igual ou inferior a 0,1, sendo necessário reavaliar as comparações caso este seja superior.

As comparações entre pares relativas aos critérios do problema resultam num *ranking* de prioridades, isto é, na atribuição de pesos a cada um dos critérios. Desta forma, a etapa seguinte do método consiste em comparar cada alternativa com base no nível de critérios mais baixo da hierarquia de decisão. Tal como anteriormente, nesta etapa constroem-se matrizes de comparação das quais resultam os valores das prioridades ou pesos de cada alternativa em relação a cada critério e, desta forma, o decisor fica a conhecer a alternativa que deve ser escolhida (R. W. Saaty, 1987).

¹ A fórmula de cálculo do rácio não é aqui apresentada por ser de elevada complexidade e não ter sido diretamente utilizada pela autora.

Capítulo 3

Metodologia de investigação

Este capítulo descreve a estratégia de investigação utilizada, bem como a metodologia de investigação desenvolvida para a realização do presente estudo. A sua conceção incluiu os objetivos e questões de investigação traçados numa fase inicial do projeto de dissertação, já abordados na Secção 1.2, bem como uma revisão da literatura sobre estratégias de seleção de tecnologias.

3.1 Estudo de caso

Considerando os objetivos e o processo de investigação deste projeto, adotou-se a estratégia de Estudo de Caso, sendo o centro logístico do dstgroup o caso em estudo. Segundo Benbasat et al. (1987), esta é uma estratégia que analisa um fenómeno no seu cenário natural utilizando múltiplos métodos para recolha de dados sobre uma ou várias entidades, podendo ser pessoas, grupos ou organizações. Com este tipo de investigação, é feita uma descrição e análise exaustiva e aprofundada do caso, com o objetivo de compreender fenómenos complexos e características de acontecimentos quotidianos. A descrição do caso deve ser rica, intensiva e holística, ou seja, fornecer uma compreensão do caso como um todo e não de alguma particularidade (Ylikoski & Zahle, 2019). A abordagem que se seguiu verificou-se dedutiva. Numa fase inicial desenvolveu-se uma metodologia de investigação particular para suporte à decisão para o contexto particular e, numa segunda fase, testou-se o uso dessa metodologia no caso do dstgroup, sendo a unidade de análise o processo de armazenagem no centro logístico.

Uma característica importante desta estratégia é o facto de os dados recolhidos deverem ser detalhados e abrangerem vários aspetos do caso em questão (Ylikoski & Zahle, 2019). Para a recolha e análise destes dados, os métodos utilizados foram tanto quantitativos como qualitativos, sendo que se deu preferência à observação direta dos participantes e análise de documentos e dados.

3.2 Metodologia desenvolvida

Inspirada nas *frameworks* de seleção de tecnologias desenvolvidas por Farooq e O'Brien (2012) e Hamzeh et al. (2018), a metodologia desenvolvida tem como objetivo auxiliar a concepção de um sistema de rastreabilidade interna totalmente adaptado às necessidades da dst, bem como facilitar a tomada de decisão. Composta por entradas, processos e saídas interligados entre si, a metodologia considera não só os pontos de vista da equipa do projeto, mas também os resultados de cada um dos processos. A estrutura proposta abrange 4 etapas que estão interligadas entre si, como mostra a Figura 7:

1. Caracterização e diagnóstico da atividade de armazenagem *AS IS*;
2. Definição da atividade de armazenagem *TO BE*;
3. Desenho conceptual do sistema;
4. Definição de um plano de implementação.

Etapas 1

A primeira etapa desta metodologia envolve a identificação e a caracterização dos problemas operacionais da atividade de armazenagem atual da dst. Desta forma, a empresa fica com uma ideia clara sobre o seu desempenho, os seus pontos fortes e os seus pontos fracos, de forma que possa reavaliar a sua estratégia e definir os fatores a melhorar.

Propõe-se, deste modo, que nesta etapa seja feita uma avaliação do estado atual da atividade de armazenagem, que abrange as seguintes atividades:

- Estudo do centro logístico, com foco nos armazéns dos entrepostos de Braga e do Seixal, onde se pretendem identificar desperdícios;
- Estudo dos materiais armazenados no centro logístico, as suas famílias e tipologias;
- Levantamento de todos os processos logísticos, físicos e administrativos, afetos ao objeto de estudo, o centro logístico;
- Estudo da organização do trabalho nos entrepostos;

- Estudo da eficiência das operações do armazém de materiais.

Etapas 2

A etapa 2 tem como finalidade a identificação de soluções para os desperdícios identificados na etapa anterior. Para além disso, a metodologia propõe que, nesta etapa, a equipa do projeto defina como idealiza a atividade de armazenagem, identificando requisitos funcionais e restrições da solução de rastreabilidade.

Etapas 3

Através da definição do estado futuro da atividade de armazenagem, a etapa 3 propõe o desenho conceptual do sistema, com um *mockup* do mesmo como resultado. Para este efeito, a metodologia divide esta etapa em três subetapas:

- **Subetapa 1: Identificação de tecnologias de rastreabilidade** – Propõe-se uma pesquisa de tecnologias de rastreabilidade existentes no mercado e as suas características;
- **Subetapa 2: Avaliação e seleção da tecnologia** – Com recurso a um método de tomada de decisão, a metodologia sugere que se avaliem as tecnologias identificadas anteriormente, com vista à seleção daquela que melhor cumpre com os requisitos e objetivos do projeto;
- **Subetapa 3: Definição do funcionamento do sistema** – Com base na tecnologia selecionada e nos requisitos funcionais definidos na etapa 2, propõe-se a definição do funcionamento do sistema, de requisitos funcionais do mesmo e, por fim, a criação de um *mockup*.

Etapas 4

Por fim, a etapa 4 consiste na definição de um plano de implementação. O plano a definir deverá incluir, em detalhe, todos os passos para garantir um processo de implementação livre de problemas. Neste, dever-se-á incluir, caso existam, sugestões de melhoria aos processos/operações do armazém e os *timings* em que devem ser implementados.

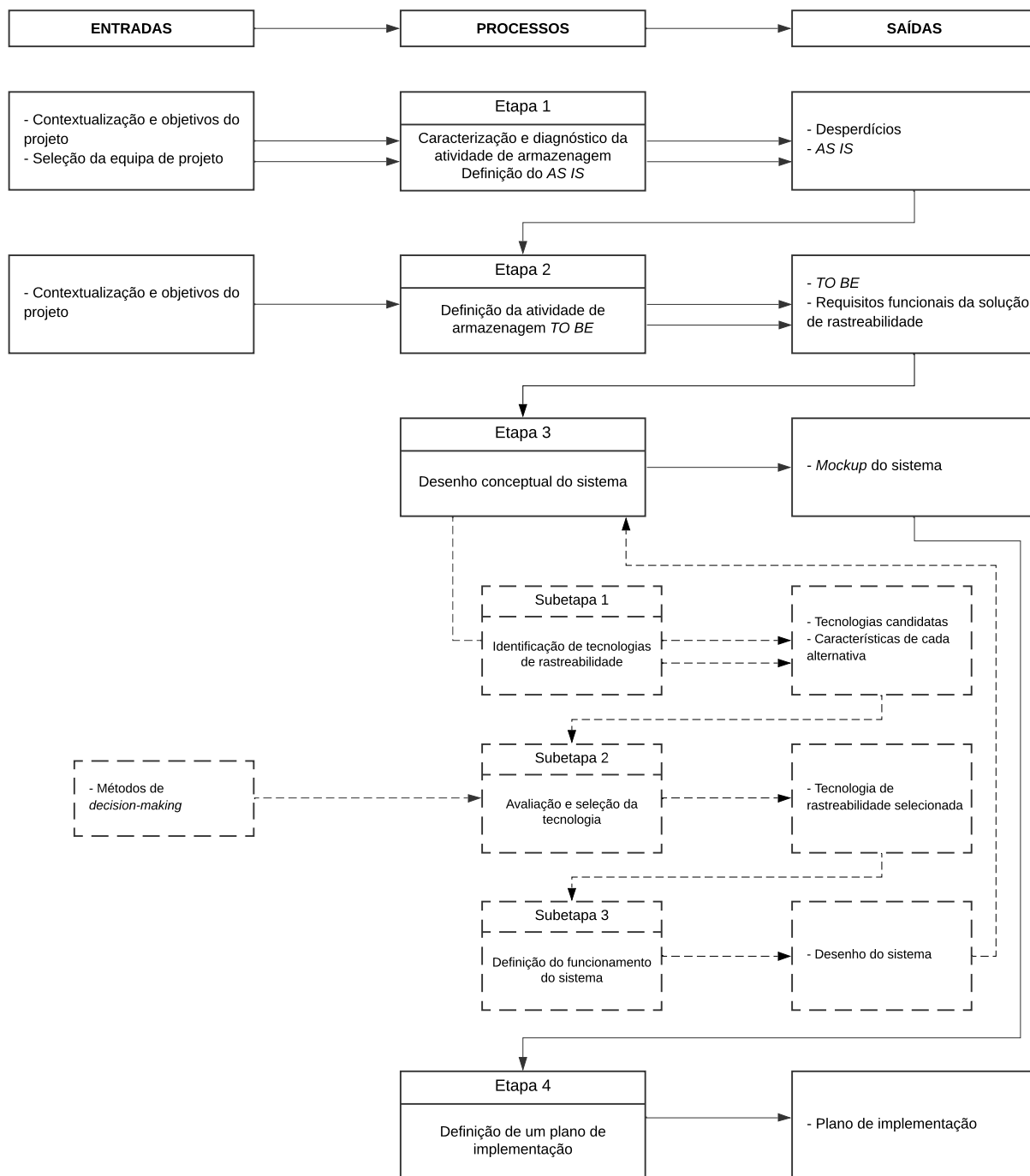


Figura 7. Metodologia de investigação (Autoria própria)

Capítulo 4

Caracterização e diagnóstico da atividade de armazenagem AS /S

Este capítulo concentra-se na primeira etapa da metodologia, onde são, então, explorados em detalhe os estados operacionais atuais, conhecidos como *AS /S*, do centro logístico. São analisados os armazéns interiores e exteriores, os tipos de materiais armazenados, os processos logísticos, a organização do trabalho da equipa e, ainda, a eficiência das operações. Por fim, esta secção é concluída com uma síntese dos desperdícios identificados ao longo do processo. A pesquisa apresenta uma análise completa e profunda, essencial para o estabelecimento das bases para a melhoria das operações de armazenagem.

4.1 Centro logístico

Como referido na Secção 1.3, a dst possui um entreposto em Braga, que é responsável por dar resposta a todos os projetos do Norte do país, e outro no Seixal, responsável pelos projetos do Centro e do Sul do país. Localizados nos entrepostos, os armazéns de materiais interiores da dst, paralelamente aos parques de materiais exteriores, são considerados pontos fulcrais da cadeia de abastecimento da empresa, uma vez que atuam como fornecedores internos das obras das empresas do grupo. Os armazéns interiores aprovisionam materiais de menor dimensão, enquanto que os parques exteriores estão destinados aos materiais de grande dimensão, que necessitam de maior espaço para manuseamento e que não se danificam ao ar livre.

4.1.1 Entreposto de Braga

Como referido anteriormente, o entreposto de Braga, responsável pelo abastecimento das obras localizadas no Norte de Portugal, possui um armazém de materiais interior e um parque de materiais exterior.

4.1.1.1 Armazém interior

O armazém de materiais interior apresenta uma área de, aproximadamente, 342 m² (18,6 x 18,4 metros). Atualmente, possui dois funcionários e tem um horário de funcionamento das 07h30 às 19h00, encontrando-se encerrado entre as 12h00 e as 13h30 para pausa de almoço. Como se pode observar na Figura 8, o armazém é constituído por um escritório, uma zona de preparação de encomendas, várias zonas de armazenagem e uma zona para atendimento ao balcão, que é igualmente utilizada para a receção e expedição de materiais.

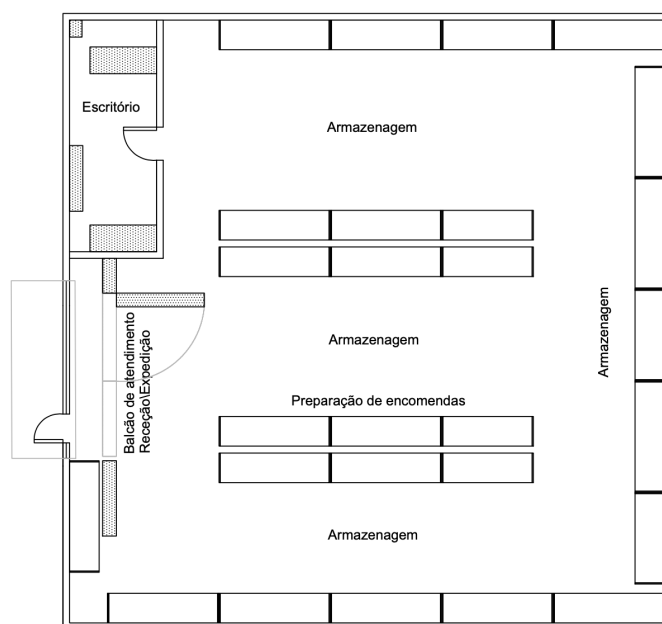


Figura 8. Armazém de materiais do entreposto de Braga (Autoria própria)

O escritório representa a área administrativa do armazém, cuja responsabilidade é a execução de todas as tarefas administrativas relacionadas com os processos do armazém, recorrendo-se, para isso, ao sistema de informação *Enterprise Resource Planning* (ERP) da empresa, o *Systems Application and Product* (SAP). Por sua vez, o balcão de atendimento destina-se ao atendimento de fornecedores e colaboradores da dst, quer para pedidos de materiais urgentes para obras, quer para pedidos de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Como se pode observar na planta, os processos de receção e de expedição de materiais são realizados na entrada/saída do armazém, junto do balcão de atendimento, não existindo uma área definida para os mesmos. Adicionalmente, a área de armazenagem destina-se ao aprovisionamento dos materiais provenientes dos fornecedores e das devoluções de obra. Por fim, existe uma área de preparação

de encomendas, que se encontra junto da área de armazenagem, onde os operadores vão colocando os materiais separados para, posteriormente, serem preparados para expedição.

Este armazém é composto por 5 corredores onde se encontram 27 estantes metálicas e 116 prateleiras de 2,70 ou 3,30 metros de largura (Figura 9). Estas estantes metálicas são adaptáveis, na medida em que é possível adicionar níveis (prateleiras) conforme a necessidade sentida, até uma altura máxima de 6 metros. Para além disso, suportam pesos máximos de 1 000 kg ou de 3 000 kg por prateleira. De um estudo realizado à configuração atual das estantes do armazém, concluiu-se que o volume útil de armazenagem é de cerca de 405 m³.



Figura 9. Rack convencional

Neste armazém, os materiais são armazenados, geralmente, ao nível do solo e nos primeiros dois níveis das estantes, de forma a facilitar o manuseamento dos materiais. Os níveis superiores são utilizados quer para armazenar materiais com menos rotação, quer para armazenar stock de reposição. Para o manuseamento de materiais é utilizado um empilhador retrátil lateral e um porta-paletes (Figura 10).

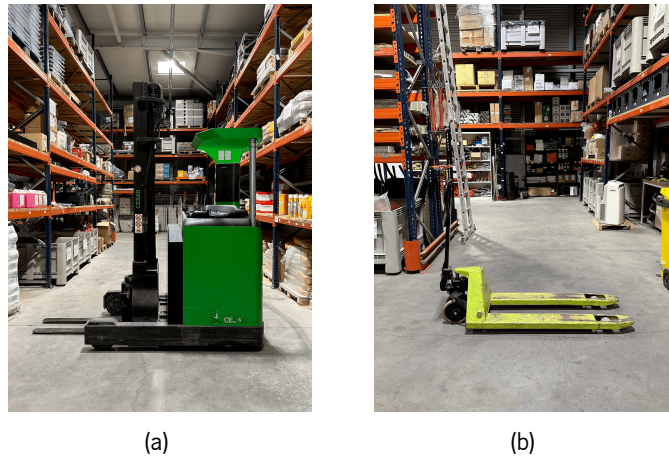


Figura 10. Equipamentos de manuseamento de materiais: (a) empilhador retrátil lateral e (b) porta-paletes

O método de arrumação adotado é, sobretudo, o de localização fixa. Isto significa que os materiais são armazenados num espaço fixo do armazém, o que permite que os operadores se familiarizem com as localizações dos artigos. Para além disto, apesar de os materiais não estarem organizados segundo uma análise ABC, estão agrupados por famílias. Esta atribuição dos locais de armazenagem foi realizada pelos operadores do armazém, tendo por base a sua experiência.

Como se pode observar na Figura 11, não existem identificações de prateleiras ou estantes e as identificações dos materiais são confusas e com falta de informação, o que dificulta o processo de *picking*. Para além disto, verifica-se frequentemente um mau aproveitamento do espaço de armazenagem, uma vez que a prateleira se encontra demasiado alta para as características do material lá armazenado, constituindo espaço útil que está a ser desaproveitado.



Figura 11. Desperdícios: (a) identificação dos materiais confusa, (b) identificação inexistente das prateleiras e (c) mau aproveitamento do espaço

4.1.1.2 Parque exterior

O parque exterior do entreposto de Braga, com uma área aproximada de 20 000 m², destina-se à armazenagem de materiais de construção civil de maiores dimensões e, também, de materiais de outras empresas do grupo. Na planta da Figura 12, pode observar-se que uma grande área do parque de materiais destina-se à armazenagem de materiais da dst. É composto por um cais único de carga e descarga, 22 zonas de armazenagem, uma zona para depósito de resíduos e, ainda, uma zona de sucata.



Figura 12. Parque de materiais exterior do entreposto de Braga (Autoria própria)

Apesar de existir um *layout* definido para a arrumação dos materiais, considera-se que o mesmo é ineficiente. Como se pode verificar na Figura 13, as áreas de armazenagem não estão delimitadas ou identificadas, não existe identificação dos materiais, não há marcação do pavimento e, além disso, não existem normas para a arrumação dos materiais. Adicionalmente, apesar de os materiais se encontrarem separados por famílias, a sua disposição no parque não segue nenhuma regra. Por vezes, encontram-se materiais de alta rotação a uma distância considerável do cais de carga, como é o caso dos sinais.



Figura 13. Arrumação no parque de materiais do entreposto de Braga

Para além disso, constata-se que existe uma grande quantidade de materiais obsoletos no parque, provenientes de devoluções de obra e que não têm escoamento há alguns anos. Estes materiais, para além de ocuparem espaço que poderia ser utilizado para armazenar outro tipo de materiais, são muitas vezes esquecidos, permanecendo no parque durante um longo período de tempo.

O manuseamento do material no parque é efetuado com recurso a equipamentos de movimentação, nomeadamente a um empilhador multifunções e a um empilhador elétrico, representados na Figura 14.



(a)



(b)

Figura 14. Equipamentos de manuseamento de materiais: (a) empilhador multifunções e (b) empilhador elétrico

4.1.2 Entrepósito do Seixal

O entreposto do Seixal, responsável pelo abastecimento das obras localizadas no Centro e Sul de Portugal, possui igualmente um armazém de materiais interior e um parque de materiais exterior.

4.1.2.1 Armazém interior

O armazém de materiais interior do entreposto do Seixal apresenta uma área de, aproximadamente, 376 m² (19 x 19,8 metros). Ao contrário do que se verifica em Braga, este possui apenas um funcionário responsável pela operacionalização do armazém, tendo um horário de funcionamento das 08h00 às 18h00, encontrando-se encerrado entre as 12h00 e as 13h00 para pausa de almoço.

Como se pode observar na Figura 15, o armazém é constituído por uma zona de preparação de encomendas, várias zonas de armazenagem, uma zona para receção de devoluções e uma bancada de trabalho.

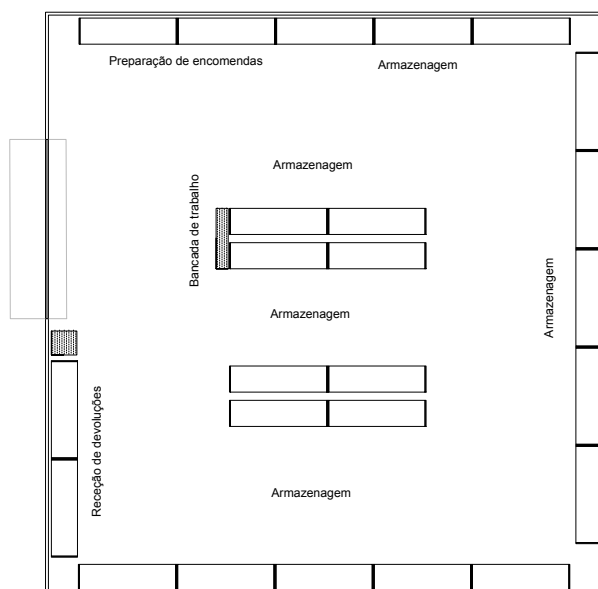


Figura 15. Armazém de materiais do entreposto do Seixal (Autoria própria)

Neste entreposto, não existe no armazém uma área administrativa, uma vez que o Gestor de Materiais se encontra num escritório localizado noutra área do entreposto. Pode observar-se, também, que não existe um balcão de atendimento a fornecedores ou colaboradores da dst, ao contrário do que se verifica em Braga. Este armazém possui várias áreas de armazenagem, uma área destinada apenas à receção de devoluções de obras e, ainda, uma área bem definida para a preparação de encomendas.

Existem 5 corredores onde se encontram 25 estantes metálicas e 80 prateleiras de 3,30 metros de largura, iguais às utilizadas em Braga (Figura 16). Com a configuração atual das estantes do armazém, o volume útil de armazenagem é de cerca de 410 m³.



Figura 16. *Racks* utilizadas no entreposto do Seixal

Similarmente a Braga, os materiais são armazenados, geralmente, ao nível do solo e nos primeiros dois níveis das estantes, ficando os níveis superiores disponíveis para armazenar reposição de stock e materiais de baixa rotação. Para o manuseamento de materiais é utilizado um empilhador retrátil e um porta-paletes.

Ao contrário do que se verifica no entreposto do Norte, aqui os materiais são armazenados seguindo uma política *within aisle* com base na sua rotação, onde os artigos com maior rotação são armazenados nos corredores mais próximos da zona de preparação, seguidos dos artigos com menor rotação (observe-se o exemplo da Figura 17).

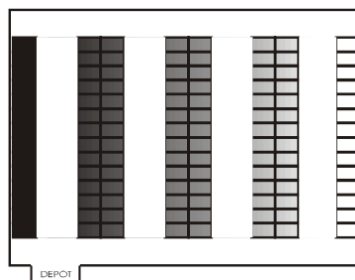


Figura 17. Política de armazenagem *within aisle* (Dukic & Oluic, 2004)

Como se pode observar na Figura 18, todas as prateleiras e materiais estão devidamente identificados, o que torna o processo de *picking* mais eficiente.



Figura 18. Etiquetas de identificação de estantes, prateleiras e materiais

4.1.2.2 Parque exterior

O parque exterior do entreposto do Seixal apresenta uma área aproximada de 8 600 m² e destina-se, também, à armazenagem de materiais de construção civil de maiores dimensões. Este parque é composto por um cais de expedição, um cais de desmobilização, 18 zonas de armazenagem e uma zona para depósito de resíduos. Na planta da Figura 19, pode observar-se que a disposição dos materiais é bastante diferente da disposição adotada no entreposto de Braga.

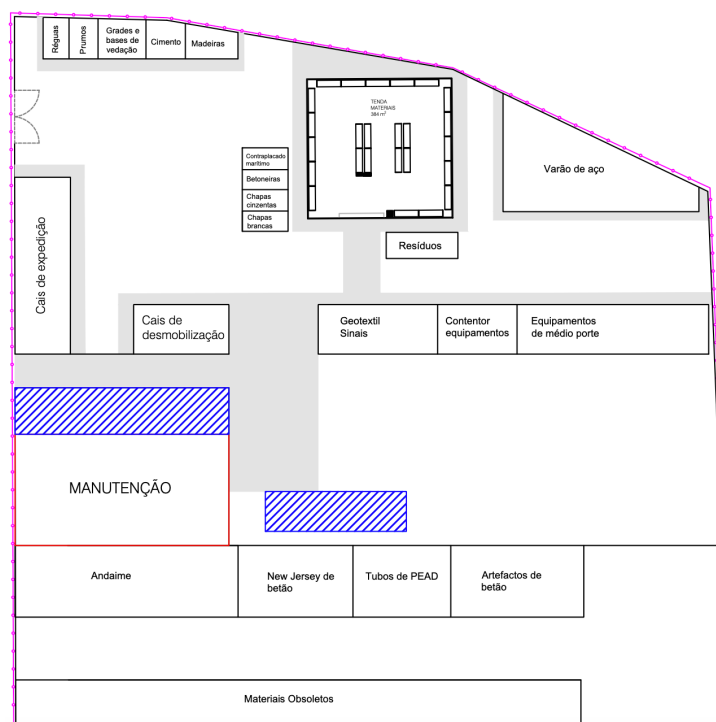


Figura 19. Parque de materiais exterior do entreposto do Seixal (Autoria própria)

Ao contrário do que se verifica em Braga, no Seixal a disposição dos materiais no parque segue uma análise ABC, ou seja, os artigos com maior rotação são os que se encontram mais próximos do cais de carga de modo a facilitar a sua recolha. Na entrada do parque, próximo do cais, encontram-se os materiais de alta rotação, ou seja, os artigos A segundo a análise ABC efetuada. Em frente ao armazém de materiais interior são armazenados os materiais B e, do lado direito, os materiais C. A família do andaime, apesar de representar materiais do tipo B, encontra-se armazenada num local mais distante, uma vez que requer mais espaço de armazenagem. Ao lado desta família de materiais estão armazenados os materiais de difícil escoamento, onde se incluem materiais obsoletos, e, por isso, podem ficar mais distantes do local de carga. As áreas de armazenagem neste parque encontram-se devidamente delimitadas e, ainda, existem placas de identificação dos materiais.

4.2 Materiais armazenados

Os armazéns e os parques exteriores da dst aprovisionam materiais oriundos de fornecedores ou de devoluções de obra. Os materiais que são devolvidos pelas obras foram anteriormente expedidos para a

execução da obra e, após a sua utilização, regressam aos armazéns para voltarem a ser armazenados, no caso de se encontrarem em bom estado. Estas devoluções ocorrem, geralmente, quando o projeto se encontra em fase de conclusão. Por outro lado, os materiais podem, também, ser devolvidos no caso de se tratarem de excedentes de compra por erros ou alterações de projeto.

Nas instalações da dst é armazenada uma grande diversidade de materiais e, por isso, existe uma vasta gama de famílias e tipologias. Apesar de a grande maioria dos materiais armazenados se tratar de materiais de construção civil, existem, ainda, outras famílias de materiais, entre elas os EPIs (máscaras, luvas, capacetes, fardas de trabalho, entre outros), os materiais consumíveis de equipamentos e os materiais para consumo interno da empresa, seja para fins administrativos ou para a manutenção do complexo. Assim, no que concerne às famílias dos materiais, identificaram-se, no total, cerca de 12 famílias de produtos: Equipamentos de Proteção Individual, material de segurança, manutenção do complexo, explosivos, ferragens, material de desgaste rápido, material elétrico, material de limpeza, químicos, sinalização, materiais de construção e diversos. Todas as famílias e subfamílias identificadas encontram-se no Apêndice A.

Ainda sobre a tipologia dos materiais, importa referir que existem materiais à consignação e materiais designados por ETM. Os primeiros referem-se a materiais que pertencem aos fornecedores e são armazenados nas instalações da dst; os segundos designam materiais que podem ser alugados pelas obras. A título de exemplo, uma extensão elétrica é considerada ETM, porque pode ser utilizada enquanto a obra decorre e, no fim, ser devolvida.

De um estudo realizado aos materiais armazenados nos dois entrepostos, concluiu-se que existiam, no ano de 2022, cerca de 1 514 referências em stock. Destas referências, 227 correspondem a materiais configuráveis, isto é, materiais que são identificados por um código não único e por um lote. Apesar de a grande maioria dos materiais ser identificada por um código único, existem famílias de materiais que são identificadas por um código que abrange vários materiais pertencentes a essa família, sendo, por isso, necessário diferenciá-los pelo lote. A título de exemplo, a família dos cerâmicos pode ser identificada pelo código CER0001, existindo, no entanto, 66 lotes diferentes, o que corresponde a 66 tipos de cerâmicos. Importa, ainda, referir que, na dst, existem cerca de 45 famílias de materiais configuráveis, correspondendo a 227 materiais distintos.

4.3 Processos logísticos dos armazéns de materiais

Para a análise dos processos executados nos armazéns de materiais, foi conduzido um estudo diário nas instalações, com o objetivo de estudar, observar e interagir com a equipa de trabalho para recolher informações relevantes, através do método observacional e conversas informais.

4.3.1 Equipa de trabalho

A gestão dos materiais é realizada por uma equipa de trabalho que conta com 12 trabalhadores, distribuídos pelo entreposto de Braga e do Seixal. Como se pode verificar no organograma presente no Anexo I, no entreposto de Braga existe um Gestor de Stock (GS) que é responsável por gerir o stock de materiais existente em ambos os entrepostos, enviando pedidos a fornecedores sempre que o reaprovisionamento é necessário. Ao nível da gestão dos armazéns, existe um Gestor de Complexo em cada entreposto que é responsável pelos armazéns existentes e pelos fiéis de cada armazém. O Gestor de Complexo é o chefe de equipa e tem como funções coordenar as tarefas dos armazéns, no que concerne à movimentação de materiais e equipamentos.

Em Braga, o armazém de materiais e o parque exterior contam com uma equipa de trabalho composta por cinco funcionários. No armazém de materiais trabalham dois funcionários, um Gestor de Armazém e um Fiel de Armazém. O primeiro é responsável por todas as tarefas administrativas, como por exemplo os movimentos no sistema SAP (entrada e saída de materiais, análise de pedidos de materiais, entre outros), a preparação das guias de transporte e a faturação. Por sua vez, o Fiel de Armazém tem como funções a receção dos materiais, a arrumação, o *picking*, a preparação das encomendas para a expedição e o atendimento ao balcão. Relativamente ao parque de materiais exterior, nele operam três funcionários com funções idênticas às do Fiel de Armazém.

Em contrapartida, no Seixal, e devido à menor dimensão do entreposto, a divisão de tarefas é feita de forma diferente. O Gestor de Complexo deste entreposto acumula, também, as tarefas de um Fiel de Armazém. Para além disso, existe um Gestor de Materiais que acumula as tarefas do Gestor de Armazém, não sendo chefiado, no entanto, pelo Gestor de Complexo. No parque de materiais exterior, operam igualmente três

funcionários e com funções idênticas.

4.3.2 Processos do armazém

Tal como referido anteriormente, os armazéns de materiais da dst atuam como fornecedores internos das obras das empresas do grupo, aprovisionando materiais provenientes quer dos fornecedores, quer de devoluções das obras. De um modo geral, os processos do armazém são espoletados com a chegada de pedidos de materiais (encomendas) e iniciam-se com a compra de materiais aos fornecedores, seguindo-se da receção, armazenagem, *picking* e expedição. O fluxo dos materiais no armazém encontra-se representado na Figura 20, e os processos de seguida descritos podem ser consultados no Apêndice B.

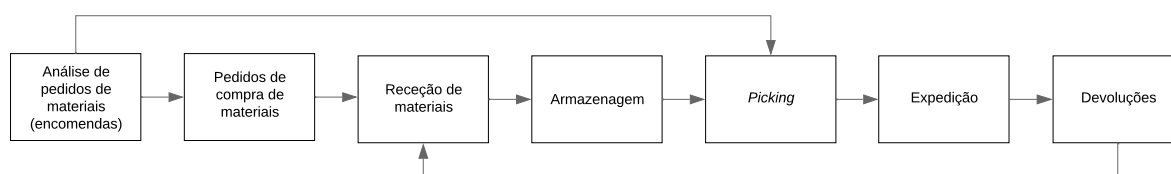


Figura 20. Fluxo dos materiais do armazém (Autoria própria)

4.3.2.1 Análise de pedidos de materiais

Os pedidos de materiais surgem no armazém através de três formas distintas: reservas via SAP, requisições de compra via SAP e ordens de compra via *e-mail*. A existência das diferentes origens das encomendas está relacionada com o facto de o cliente requisitante ter ou não acesso ao sistema SAP, o que origina, também, três formas distintas de tratamento.

➤ Reservas de materiais via SAP

As reservas de materiais são efetuadas, geralmente, pelos *controllers* das obras através do sistema SAP. Numa primeira fase, o GA analisa a transação (no estado 1) que contém todas as reservas efetuadas. No caso de existir stock para satisfazer o pedido, então a reserva passa para o estado 2, procedendo-se ao *picking* (estado 3), que será descrito mais à frente. Por vezes, pode não existir stock para satisfazer a totalidade do pedido o que leva à criação de uma Requisição de Compra (RC) dos materiais em falta para, posteriormente, ser efetuado um pedido de compra aos fornecedores. A tipologia dos materiais ou

a importância monetária do pedido de compra poderá levar à necessidade de transferir o processo para o departamento de compras da dst. O processo encontra-se representado na Figura B.1.1 do Apêndice B.

► **Requisições de compra de materiais via SAP**

As Requisições de Compra (RCs) representam um pedido de materiais efetuado pelos *controllers* das obras dst ou da empresa externa Cari. Quando a RC provém de uma obra dst, o processo de análise consiste, essencialmente, em analisar se existe stock suficiente para satisfazer as necessidades do cliente. No caso de existir stock, o GA pede ao *controller* para efetuar uma reserva do material. Se não existir stock suficiente, então o *controller* deverá efetuar uma reserva da quantidade existente. De seguida, o Gestor de Armazém procede à alteração da RC e, por fim, o Gestor de Stock dá seguimento ao pedido de compra ao fornecedor. No caso de ser necessário, depois de se modificar a RC, o GS deve transferir o processo para o departamento de compras.

Por outro lado, como se pode observar na Figura B.2.1 do Apêndice B, quando o pedido surge através da Cari, é sempre necessário criar um pedido de compra ao fornecedor ou à dst. O processo de pedidos de compra será descrito mais à frente.

► **Ordens de compra de materiais via e-mail**

Ao contrário das reservas de materiais e das RCs que são consultadas no sistema SAP, as Ordens de Compra (OCs) são consultadas no *e-mail*. Como se pode observar na Figura B.3.1 do Apêndice B, o processo de análise destes pedidos é bastante semelhante aos processos já descritos, com a diferença de que não há movimentações de stock no sistema até que se conclua a venda, ou seja, até que se realize a faturação.

O processo de análise de pedidos de materiais evidencia alguns problemas de execução que provocam desperdícios. Primeiramente, o facto de existirem três formas de fazer um pedido exige que o GA verifique e trate os novos pedidos em três locais distintos, potenciando o risco de esquecimentos ou falhas. Para além disso, os pedidos por *e-mail* são mais propícios à ocorrência de incorreções, sendo recorrente a necessidade de fazer alterações. Estes erros são recorrentes, porque os *controllers* que fazem pedidos por *e-mail* não têm acesso ao SAP, logo não acertam o código, designação do material ou a unidade

de medida. Por outro lado, existe uma discrepância entre o stock que consta no sistema e o stock que realmente existe fisicamente. Deste modo, o Gestor de Armazém só sabe se consegue satisfazer os pedidos através da verificação do stock físico.

4.3.2.2 Pedidos de compra

Os Pedidos de Compra (PCs) são criados com o objetivo de reabastecer o stock dos materiais do armazém, sendo este um processo administrativo realizado em SAP pelo Gestor de Stock ou pelo departamento de compras, dependendo da importância monetária. A Figura B.4.1 do Apêndice B representa o processo de pedidos de compra de materiais efetuados pelo Gestor de Stock.

O processo de criação de Pedidos de Compra tem início após a análise dos pedidos de materiais das obras ou da Cari. O GS é, então, responsável por criar um PC ao fornecedor com base nas Requisições de Compra já criadas. Quando o armazém não tem stock, o processo consiste em, essencialmente, transformar a RC para PC, preenchendo o campo do preço associado a cada referência, no SAP. No caso de não se ter conhecimento acerca dos preços praticados pelo fornecedor, o GS contacta o mesmo para obter essa informação e, assim, poder enviar um *e-mail* para oficializar o pedido. Quando o pedido de materiais é feito pelas obras, o Pedido de Compra é sempre realizado em nome da dst (dst-fornecedor). No caso de o pedido de materiais ter sido realizado pela Cari e o armazém não possuir stock suficiente para responder ao mesmo, então deve ser criado um Pedido de Compra Cari-dst da quantidade existente em stock, e um Pedido de Compra Cari-fornecedor da quantidade em falta. Isto acontece porque, apesar de a Cari ser uma empresa externa, é a dst que cria os seus pedidos de compra.

Os PCs aos fornecedores são efetuados sem qualquer planeamento de necessidades. Apesar de existir um *Material Requirement Planning* (MRP), o facto de os stocks no sistema não serem fiáveis, faz com que este não seja devidamente utilizado pelo GS para reabastecer o armazém. Assim, verifica-se que não se tem em conta os stocks mínimos definidos, o que provoca ruturas. É, portanto, frequente fazer vários pedidos ao mesmo fornecedor durante a mesma semana.

4.3.2.3 Receção de materiais

O processo de receção de materiais, representado na Figura B.5.1 do Apêndice B, pode ter origem num pedido de compra realizado a um fornecedor ou numa devolução de obra. No primeiro caso, o processo tem início no momento da chegada dos materiais ao cais de descarga. O Fiel de Armazém (FA) confere o material rececionado tendo em conta a Guia AT ou a Guia de Remessa e, no caso de não existirem falhas, assina a guia e procede à arrumação do material no local de armazenagem. Posto isto, o Gestor de Armazém (GA) dá entrada do material no SAP. No caso de serem detetados erros no processo de conferência, quer de quantidade, quer de material, o FA procede à alteração da guia, para que depois o GA possa dar continuidade ao processo de forma correta. A título de exemplo, se o material rececionado não tiver sido requisitado no pedido de compra, este pode ser devolvido, criando-se uma nota de devolução; ou pode ser armazenado, procedendo-se à alteração no sistema SAP.

Um dos problemas identificados nesta operação é o facto de não existir um horário específico para o atendimento a fornecedores, o que provoca interrupções constantes nas tarefas, quer do Fiel de Armazém, quer do Gestor de Armazém. Depois de rececionada a mercadoria, o GA tem de dar entrada em SAP, material a material, das quantidades que rececionou, o que consome muito tempo. Além disso, este registo não é realizado aquando da receção da mercadoria e, por isso, há um intervalo de tempo em que o stock em sistema não está atualizado.

No caso de se tratar de uma devolução de obra, o FA procede à receção dos materiais no cais de descarga. Posto isto, realiza uma triagem e contagem dos materiais, tendo em conta a Guia AT. No caso de os materiais não se encontrarem em bom estado, são separados para a sucata e, posteriormente, é debitado o custo à obra respetiva. Por outro lado, se os materiais se encontrarem em bom estado, são armazenados no local apropriado para voltarem a ser utilizados mais tarde, não sendo debitado nenhum custo à obra. Este processo termina quando o GA procede à movimentação dos materiais no SAP para os depósitos respetivos.

Este é um processo moroso que pode consumir várias horas de trabalho dos Fiéis de Armazém. Uma parte significativa das devoluções de obra rececionadas no armazém vem sem guia de transporte ou com a descrição “materiais variados” na guia, o que dificulta o processo de triagem. Para além disso, não

se encontram estabelecidas regras para proceder à devolução de materiais, verificando-se várias vezes a devolução de materiais em muito mau estado que deviam ir diretamente para a sucata.

4.3.2.4 Picking

O processo de *picking* no armazém de materiais dá-se sob duas formas distintas: o *picking* físico e o administrativo (processo em SAP). O facto de existirem três formas de efetuar um pedido de materiais — reserva, requisição de compra e ordem de compra —, requer que o processamento dos pedidos seja também ele distinto. Como se pode observar na Figura B.6.1 do Apêndice B, o processo administrativo inicia-se com a passagem das reservas do estado 2 para o estado 3 (estado de *picking*) no sistema SAP, para que, de seguida, o Gestor de Armazém possa imprimir a lista de *picking*. As Ordens de Compra, por serem efetuadas através do *e-mail*, não passam por este processo inicial.

A impressão da lista é realizada por obra, isto é, os itens são agrupados pela obra a que pertence o pedido (*picking* por encomenda). Uma vez que existem dois armazéns, interior e exterior, o GA imprime uma lista para cada Fiel de Armazém onde constam apenas os itens a recolher na sua zona. O *picking* dos materiais é efetuado por encomenda e de forma manual, originando um movimento por material. Após a recolha, o FA coloca o material na prateleira de expedição, numa palete ou no cais de carga, para depois se efetuar a preparação da encomenda para expedição. A colocação dos materiais em locais distintos é feita tendo em conta a tipologia e a quantidade de materiais da encomenda.

Após o processo físico de *picking*, o Gestor de Armazém prepara os documentos de expedição (Guia de Transporte) e procede à faturação. No caso de se tratar de uma reserva no sistema, a faturação é interna, ou seja, faz-se uma transferência de custo no SAP, pelo que não há necessidade de emitir uma fatura. Por outro lado, uma RC ou uma OC requer que se emita uma Guia de Remessa e, posteriormente, uma fatura.

No caso do entreposto de Braga, devido à inexistência de identificações de estantes, prateleiras e materiais, ou de um sistema de localização, o FA tem de recorrer à sua memória para efetuar o *picking*. Adicionalmente, verificou-se que as listas de *picking* são em papel e de difícil leitura. Por fim, o facto de ser realizado um movimento por material resulta numa maior distância percorrida pelo *picker* e, deste modo, num maior consumo de tempo nesta operação.

4.3.2.5 Pedidos de EPIs e material de limpeza (colaboradores dst)

Os processos de pedidos de EPIs e de materiais de limpeza para colaboradores da dst são processos que exigem um especial foco. Quando um colaborador faz um pedido de Equipamentos de Proteção Individual ao armazém e se dirige ao balcão de atendimento, existindo stock para satisfazer o pedido, o Fiel de Armazém procede ao *picking* do mesmo. Para que o colaborador possa levantar a sua encomenda, deve assinar a ficha de colaborador que contém os seus dados, os materiais a entregar e a data da entrega. Posto isto, o Gestor de Armazém dá saída dos materiais no SAP.

No caso de se tratar de um pedido de materiais de limpeza para a gestão do complexo do grupo, o funcionário de limpeza, geralmente, dirige-se ao balcão e entrega uma lista em papel dos materiais que necessita. O Fiel de Armazém procede, então, à criação de uma nova folha modelo com a lista dos materiais a entregar, recolhe a assinatura do funcionário e entrega os materiais ao mesmo. Posto isto, e porque existe a necessidade de criar uma reserva no sistema, o Gestor de Armazém cria um mapa em *Excel* a partir da folha assinada pelo funcionário e envia o mesmo para o *controller* do complexo, para que este crie a reserva no SAP. Por fim, o GA dá saída dos materiais no sistema.

Tal como se verifica no atendimento a fornecedores, também não está definido um horário de atendimento a colaboradores da dst ou funcionários de limpeza, o que provoca interrupções constantes nas tarefas da equipa do armazém. Relativamente ao processo de entrega de EPIs, pode dizer-se que um dos problemas identificados é o facto de ser necessário preencher uma ficha de colaborador em papel, existindo já cerca de 5 000 fichas arquivadas. De cada vez que um colaborador necessita de EPIs, o Fiel de Armazém tem de recorrer ao arquivo e procurar a ficha do colaborador em questão. Para além disso, diferentes cargos exigem diferentes tipos de equipamentos ou fardas de trabalho pelo que o FA deve entregar o equipamento correto. No entanto, verificou-se que não existe um documento que o operador possa consultar para fazer a entrega do material correto, pelo que necessita de recorrer à memória. No que concerne aos pedidos de materiais de limpeza, pode verificar-se que a reserva no sistema não é feita em primeira instância pelo *controller* do complexo, quando essa devia ser a forma de chegada do pedido ao armazém. Em vez disso, o funcionário de limpeza preenche uma folha, sem códigos ou com designações incorretas, para que o FA preencha uma folha modelo em papel e, de seguida, o GA crie um mapa em *Excel* que, posteriormente, envia ao *controller* para criar a reserva. Este é um processo ineficiente, na medida em que consome

uma grande quantidade de tempo que devia ser aproveitado para fazer outras tarefas. Por outro lado, o material é entregue antes de existir uma reserva no sistema, pelo que há um intervalo de tempo em que existe uma discrepância entre o stock que existe no sistema e o stock físico.

4.4 Organização do trabalho

Embora os processos acima descritos sejam idênticos nos dois entrepostos, a organização do trabalho ao longo da semana, ou até mesmo do mês, é bastante diferente. Este facto pode ser justificado quer pela dimensão dos entrepostos e do volume de trabalho, quer pela equipa que opera em cada um deles.

No que diz respeito ao entreposto do Seixal, à segunda-feira de manhã, o Fiel de Armazém realiza um levantamento dos stocks físicos, de forma a que o Gestor de Materiais possa criar uma Requisição de Compra através da lista de necessidades. No dia seguinte, terça-feira, o Gestor de Stock cria Pedidos de Compra aos fornecedores através das requisições, de modo a que o material seja entregue no entreposto na semana seguinte. Diariamente, às 12h00, decorre a reunião de planeamento de transportes, onde participam o Gestor de Materiais, o Gestor de Equipamentos, o Gestor do Complexo e o Gestor de Transportes. Nesta reunião, os gestores recorrem a um ficheiro *Excel* que utilizam para compilar pedidos de materiais, equipamentos, devoluções e listas de necessidades, e planeiam os transportes com um horizonte temporal de 1 a 2 semanas. Este procedimento determina que os pedidos sejam verificados diariamente até, no máximo, às 12h00, pelo que o que for requisitado depois dessa hora só é contabilizado no dia seguinte. Além disso, embora o sistema SAP não permita organizar as listas de *picking* de modo a tornar o processo mais eficiente, o ficheiro *Excel* que utilizam permite criar uma lista de *picking* que organiza os itens por encomenda (obra) e por local de armazenagem, de modo a que o FA percorra os corredores uma única vez por cada encomenda. Esta forma de organização permite que os gestores possam, todos os dias, dedicar algum tempo a outras tarefas, como é o caso da atualização de stocks (entrada ou saída dos materiais em SAP), faturação e assuntos urgentes.

Por sua vez, no entreposto de Braga não existe um planeamento de tarefas semanal ou diário. O Gestor de Armazém vai realizando as tarefas que estão ao seu encargo, no entanto, sem fazer um planeamento prévio das mesmas. Por exemplo, o GA verifica os pedidos de materiais várias vezes ao dia e imprime listas

de *picking* sempre que pode satisfazer um pedido, ocupando grande parte do seu tempo. Outro exemplo de falta de organização é o caso da faturação dos pedidos por *e-mail*, que é maioritariamente realizada no final do mês, gerando um grande lote de faturas para emitir num curto espaço de tempo, durante o qual não pode descurar outras tarefas. Ainda, apesar de o FA realizar um levantamento de necessidades todas as semanas, verifica-se que as Requisições de Compra para os fornecedores são muitas vezes criadas apenas quando os artigos são requisitados pelas obras, o que resulta em incumprimentos de pedidos ou ruturas de stock. Ainda, o facto de não existir um período diário durante o qual o Gestor de Armazém se dedica a realizar atualizações de stock provoca grandes discrepâncias entre o stock em sistema e o físico, ficando o Gestor de Stock impossibilitado de fazer o seu trabalho sem depender da verificação física. Por fim, tal como acontece no entreposto do Seixal, a reunião de planeamento de transportes é também realizada diariamente, pelas 09h45, com o intuito de confirmar e coordenar os transportes do próprio dia e dos dias seguintes. Nesta reunião participam cerca de 8 pessoas, sendo elas os gestores dos armazéns, os fiéis e os gestores de transportes.

4.5 Estudo da eficiência das operações do armazém de materiais de Braga

Com o intuito de avaliar a eficiência dos armazéns de materiais, foi conduzida uma análise às operações do armazém de materiais de Braga, tendo esta sido uma escolha estratégica devido à sua importância e à facilidade de acesso durante o período de estágio. Uma vez que, tanto as obras como as operações de armazenagem não apresentam sazonalidade significativa, foi selecionado um período de 30 dias aleatório para a recolha de dados. Durante os meses de maio e junho foram registados, diariamente, diversos dados relacionados à preparação de encomendas, bem como às receções de fornecedores e devoluções. Para a gestão e tratamento de todos os dados recolhidos, foi desenvolvida uma folha no *Excel*, onde os dados foram organizados e, posteriormente, processados.

Para a avaliação da operação de preparação de encomendas, foram recolhidos dados que incluíram o número de encomendas preparadas por dia, o número de artigos por encomenda, o cumprimento dos prazos de entrega estipulados, a existência de artigos em falta, os artigos sem stock e as datas de pedido

e envio. A Figura C.1.1 do Apêndice C ilustra a folha de recolha destes dados, e a Tabela C.2.1 apresenta os dados registados. Desta forma, foi possível analisar o número médio de encomendas separadas diariamente, a taxa de entregas realizadas dentro do prazo, a taxa de preenchimento de encomendas, a taxa de rutura média e o tempo médio necessário para a entrega de uma encomenda. Os resultados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados obtidos relativamente ao processo de preparação de encomendas

Indicador	Fórmula de cálculo	Valor registado
Número médio de encomendas separadas por dia	$\frac{\sum \text{Encomendas preparadas}}{\text{Número total de dias analisados}}$	4,83
Taxa de entregas <i>on time</i>	$\frac{\sum \text{Encomendas entregues on time}}{\sum \text{Encomendas entregues}} \times 100$	48%
Taxa de preenchimento de encomendas	$\frac{\sum \text{Entregas completas}}{\sum \text{Encomendas entregues}} \times 100$	81%
Taxa de rutura média	$\frac{\sum \text{Número de artigos requisitados sem stock}}{\sum \text{Número de artigos requisitados com stock}} \times 100$	6%
Tempo médio de entrega (em dias)	$\frac{\sum \text{Tempos de entrega das encomendas}}{\sum \text{Encomendas entregues}}$	4,19

Para a operação de receção de mercadorias, tanto de devoluções quanto de fornecedores, os dados diários recolhidos incluíram o número de receções, a data da receção, a data de registo no sistema SAP, o número de artigos em cada receção e o tempo despendido na arrumação. A Figura C.3.1 do Apêndice C ilustra a folha de recolha destes dados, e a Tabela C.4.1 apresenta os dados registados. Desta forma, foram extraídas informações cruciais, como o número total de devoluções e fornecedores recebidos num mês, o número de dias em que houve receção de fornecedores durante o mês, o atraso médio do registo dos materiais no sistema e o tempo médio gasto em cada receção de mercadorias. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados obtidos relativamente ao processo de receção de mercadorias

Indicador	Fórmula de cálculo	Valor registado
Número de visitas de fornecedores no mês	$\sum \text{Número de visitas}$	44
Número de devoluções recebidas no mês	$\sum \text{Número de devoluções}$	8
Número de dias em que se registaram visitas de fornecedores	$\sum \text{Número de dias com registo de visitas}$	18
Atraso médio do registo de materiais no sistema SAP (em dias)	$\frac{\sum \text{Dias de atraso registados}}{\text{Número total de registos}}$	2,48
Tempo médio diário gasto por receção (em horas)	$\frac{\sum \text{Tempo gasto por dia}}{\text{Número total de dias analisados}}$	2,78

Os resultados deste estudo destacam problemas significativos. Com uma média de apenas 4,83 encomendas processadas diariamente e uma taxa de entregas dentro do prazo de 48%, evidenciam-se oportunidades de melhoria na eficiência da preparação de encomendas. Apesar de ter sido registada uma taxa de preenchimento de encomendas de 81%, a taxa de rutura média de 6% aponta para uma oportunidade para melhorar a gestão do inventário. Além disso, o tempo médio de entrega de 4,19 dias sugere a necessidade de melhorar e acelerar este processo, uma vez que o objetivo da dst é atingir os 3 dias de tempo de entrega. Quanto às operações de receção, as 44 visitas de fornecedores no mês e o tempo médio de 2,48 dias para registo de materiais no sistema SAP indicam desafios na gestão da entrada de materiais. Adicionalmente, o tempo médio diário gasto por receção, de 2,78 horas, destaca oportunidades para melhorar este procedimento. Estes resultados reforçam a importância de abordar estas questões para melhorar a eficiência geral do armazém de materiais.

4.6 Síntese dos desperdícios identificados

Com base na análise dos resultados apresentados ao longo deste capítulo, bem como na observação direta no armazém e nas contribuições da equipa de trabalho, foi possível identificar uma série de desperdícios que impactam diariamente de forma negativa a eficiência do armazém. A Tabela 4 sumariza os principais problemas identificados e suas possíveis origens.

Tabela 4. Problemas identificados e respectivas causas

Problemas Identificados	Causas
Arrumação ineficiente	Subutilização do espaço de armazenagem
	Inexistência de identificação de zonas, estantes ou prateleiras
	Identificação de materiais pouco informativa, errada ou inexistente
	Inexistência de um sistema de localização
	Política de armazenagem indefinida
Gestão ineficiente dos inventários	Sistema de codificação confuso
	Existência de materiais não registados no sistema de gestão
	Existência de materiais obsoletos
	Baixa fiabilidade do inventário registado no sistema de gestão
	Inexistência de planeamento de encomendas a fornecedores
Gestão complexa de pedidos de materiais	Existência de três formas distintas de fazer um pedido de materiais
	Baixa fiabilidade do inventário registado no sistema de gestão
	Incorreções recorrentes nos pedidos de materiais
	Unidades de medida de materiais inadequadas
Interrupções constantes	Inexistência de horários de atendimento a fornecedores e colaboradores
Processo de receção moroso	Necessidade de registo de material a material no sistema de gestão
	Indefinição de regras de procedimento de devoluções
	Falta de guias de transporte aquando da receção da devolução
	Guias de transporte de devoluções pouco informativas
Processo de <i>picking</i> ineficiente	Inexistência de identificação de zonas, estantes ou prateleiras
	Identificação de materiais pouco informativa, errada ou inexistente
	Inexistência de um sistema de localização
	Lista de <i>picking</i> de difícil leitura
	Longas distâncias percorridas
Processo de entrega de EPIs ineficiente	Processo manual
	Necessidade de recorrer ao arquivo de fichas de colaboradores
	Inexistência de documento de normas para consulta
Processo de entrega de material de limpeza improdutivo	Pedidos efetuados em papel e com incorreções
	Necessidade de preenchimento de folha modelo e de criação de um mapa em <i>Excel</i>

Capítulo 5

Definição da atividade de armazenagem *TO BE*

Este capítulo reúne todas as propostas para melhorar a atividade de armazenagem na dst, com base nos desperdícios identificados na primeira etapa da metodologia. Primeiramente, é abordado o *design* dos armazéns, onde se abrangem elementos como o *layout* dos armazéns interiores e exteriores e a implementação de sistemas de localização e identificação de materiais e posições. Posteriormente, é introduzida a gestão de pedidos de materiais, com a sugestão de uma plataforma de pedidos destinada a simplificar e melhorar substancialmente o processo de solicitação de materiais. Ainda, é discutida a criação de um procedimento para devoluções. Por fim, explora-se a solução de rastreabilidade por meio de um sistema de gestão de armazéns, delineando requisitos funcionais essenciais e redesenhando os processos físicos para assegurar a rastreabilidade completa dos materiais em todas as etapas.

5.1 *Design* dos armazéns

A análise detalhada dos armazéns, tanto interiores quanto exteriores, revelou que os mesmos se encontram atualmente subutilizados e carecem de uma otimização. A disposição atual resulta em ineficiências operacionais, com fluxos de materiais muitas vezes congestionados e espaço desperdiçado. Com o objetivo de melhorar significativamente a eficiência e a produtividade nos armazéns, sugere-se a implementação de novos *layouts*, e a criação de um sistema de localização e identificação de materiais e localizações. Estas propostas têm como objetivo transformar os armazéns da dst em centros de operações mais eficientes e adaptáveis, impulsionando assim o desempenho geral da empresa.

5.1.1 *Layout* dos armazéns interiores

Para melhorar os armazéns interiores, tanto do entreposto de Braga como do entreposto do Seixal, propõe-se a adoção de um *layout* em formato de U, como se pode observar na Figura 21. Ao posicionar as áreas de

receção, armazenagem, preparação e expedição desta forma, seria possível reduzir a distância percorrida pelos funcionários e equipamentos de manuseamento, melhorando os fluxos de trabalho e acelerando a movimentação dos artigos. Além disso, o *layout* em U oferece uma visão panorâmica das operações, facilitando o controlo e a gestão de stock.

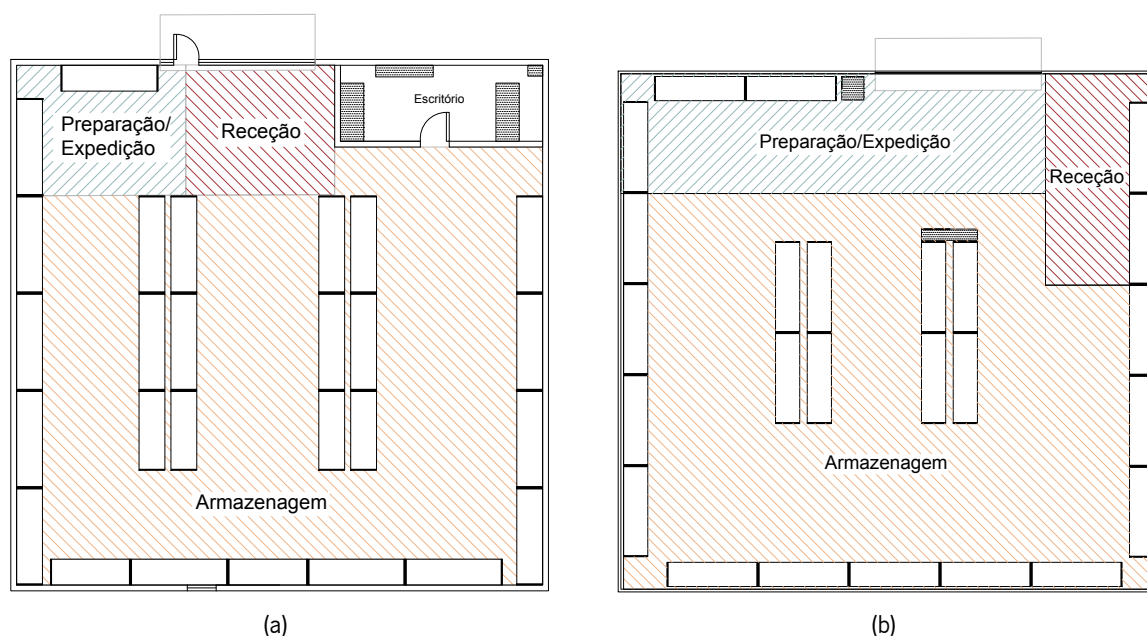


Figura 21. Proposta de novo *layout* em U: (a) entreposto de Braga, (b) entreposto do Seixal (Autoria própria)

Adicionalmente, sugere-se uma estratégia que envolve a otimização dos níveis de armazenagem (prateleiras). Sugere-se a alocação dos níveis do chão e do primeiro andar para áreas de *picking*, onde os produtos de maior procura ficariam prontamente acessíveis para os funcionários responsáveis pela preparação de pedidos de materiais. Esta disposição minimiza o tempo gasto na procura e recolha de artigos, aumentando a eficiência do processo de *picking*. Por outro lado, os níveis superiores ficariam destinados à armazenagem de stock excedente ou produtos de menor rotação. Esta estratégia aproveita os espaços de mais difícil acesso de uma forma mais eficiente, uma vez que não seria necessário o acesso frequente a estes níveis. Com isto, os produtos de maior volume e com maior rotação ficariam concentrados nos níveis inferiores, simplificando as operações de *picking*.

A combinação do *layout* em U com a estratégia para utilização dos níveis de armazenagem representa uma abordagem abrangente para melhorar a eficiência dos armazéns interiores da dst, maximizando a utilização do espaço, agilizando as operações e garantindo um melhor controlo do inventário.

5.1.2 Sistema de localização e nomenclatura

Dada a sua inexistência no entreposto de Braga, uma sugestão adicional para a melhoria dos armazéns da dst seria a reestruturação e consequente implementação do sistema de localização atualmente utilizado no entreposto do Seixal. Este sistema visa aprimorar a gestão dos inventários e a acessibilidade dos artigos. A proposta consiste em atribuir uma designação específica a cada posição de armazenagem, sendo totalmente flexível para se adaptar à quantidade e variedade de itens. Para os armazéns interiores, a nomenclatura sugerida segue o padrão “Corredor-Rack-Nível-Posição”, em que os corredores devem ser representados por letras e os restantes por números. Por exemplo, seguindo a nomenclatura, a posição “B-02-01-02” é referente ao corredor B, *rack* 2, nível 1 e posição 2.

Por outro lado, e dada a dimensão dos espaços, sugere-se a implementação de uma nomenclatura distinta para os armazéns exteriores. Assim, sugere-se a criação de áreas de armazenagem, delimitadas através de marcação do pavimento, identificadas por “Zona A”, “Zona B” e assim por diante. Esta medida permitiria agrupar diversos tipos de materiais, ao mesmo tempo que reduziria o tempo despendido na procura e identificação visual dos materiais, facilitando a movimentação dos mesmos.

A implementação deste sistema traria uma organização mais clara, melhor rastreabilidade e controlo eficiente dos inventários, contribuindo para a melhoria geral das operações de armazenamento da dst. Ainda assim, apesar de se propor este sistema de localização, considera-se necessária uma futura avaliação do método de arrumação ideal a implementar, uma vez não ter sido alvo de estudo desta dissertação.

5.1.3 Sistema de identificação de materiais e posições

Aliado ao sistema de localização proposto, sugere-se a implementação de um sistema de identificação de materiais e posições através de novas etiquetas. Nos armazéns interiores, é sugerida a criação de etiquetas identificativas de materiais e etiquetas identificativas de posições, para serem fixadas nas prateleiras. Para a identificação dos materiais, estas devem contemplar a designação do artigo, o lote, prazo de vencimento e o seu código de identificação no sistema SAP. Importa referir que se propõe, ainda, que as etiquetas sejam de cor branca para materiais regulares e de cor amarela ou laranja para materiais com prazo de vencimento. A Figura 22 apresenta uma proposta de etiquetas para identificar os materiais.

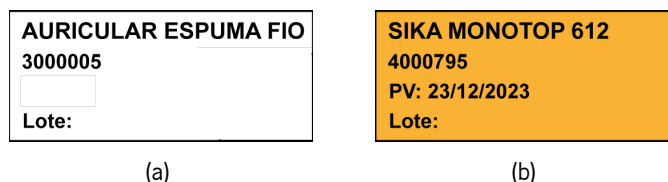


Figura 22. Etiquetas identificativas de materiais: (a) normais e (b) com prazo de vencimento

Adicionalmente, propõe-se a criação de etiquetas de posição a serem colocadas, nos armazéns interiores, em cada prateleira, apresentadas na Figura 23a, que fornecem uma identificação clara da localização exata de cada artigo. Quanto aos armazéns exteriores, sugere-se a implementação de placas de maiores dimensões para identificar as diferentes zonas (Figura 23b) e, dentro de cada zona, a colocação de placas de identificação dos materiais específicos (Figura 23c). Tal como as propostas anteriores, este sistema de identificação dos materiais e posições aumentaria a visibilidade, facilitaria a localização e melhoraria a precisão na movimentação e gestão dos materiais.

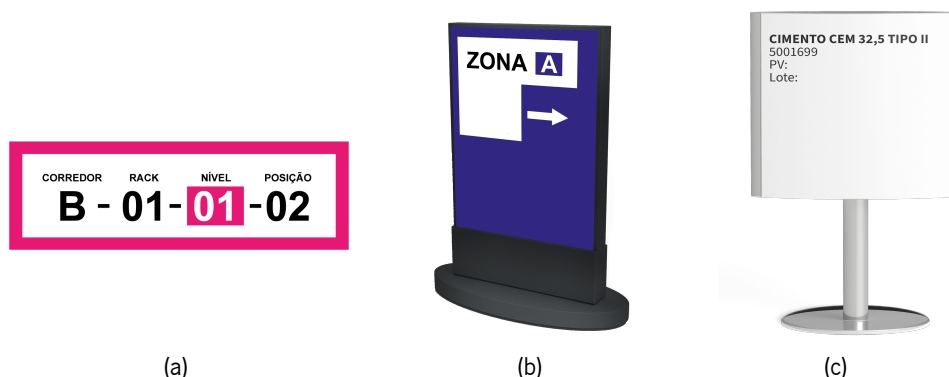


Figura 23. Identificação: (a) etiquetas para posições nos armazéns interiores, (b) placas de zona para armazéns exteriores e (c) placas de materiais para armazéns exteriores

5.2 Gestão dos pedidos de materiais

Tal como referido anteriormente, a gestão dos pedidos de materiais torna-se complexa pelo facto de existirem várias formas de originar pedidos, não estando toda a informação centralizada num só local. Ainda assim, e uma vez que não é do interesse da dst a interrupção da utilização do SAP para a criação de pedidos de materiais, nem a compra de mais licenças para as restantes empresas do grupo, sugere-se a criação de uma plataforma que colmate, pelo menos, o problema dos pedidos de materiais através de *e-mail*, local onde vários *e-mails* se cruzam e existe uma grande probabilidade de perda de informa-

ção. A sugestão de uma plataforma centralizada permitirá que as equipas nas obras realizem pedidos de forma eficiente e organizada, agilizando o processo de gestão pelos armazéns. Além disso, esta plataforma poderia incluir recursos como consulta de estado de pedidos, histórico de pedidos e notificações automáticas, garantindo uma comunicação transparente, rápida e eficaz entre as obras e os armazéns.

Adicionalmente, propõe-se a implementação de um sistema de pedidos de devolução através da mesma plataforma. Isto permitiria que as devoluções fossem tratadas de maneira rápida e padronizada, melhorando a rastreabilidade e evitando os desafios associados ao uso de *e-mails* e folhas de *Excel* para esse propósito.

No que diz respeito à gestão dos pedidos de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), um processo atualmente manual e moroso, propõe-se a inclusão, através da mesma plataforma, de um sistema de pedidos de EPIs. Ainda, de forma a substituir o processo antiquado de papel e agilizar a solicitação e distribuição de EPIs, recomenda-se a digitalização do processo, eliminando as fichas de colaborador em papel e introduzindo um processo com assinaturas eletrónicas. Automatizando este processo, as entregas seriam encaminhadas automaticamente para as partes relevantes, neste caso, o Departamento de Higiene e Segurança, e as assinaturas digitais garantiriam a autenticidade das transações.

5.3 Definição de horários de atendimento a fornecedores e colaboradores

A sugestão da definição de horários específicos para atendimento a fornecedores e colaboradores deve-se ao facto de, atualmente, a chegada dos mesmos ocorrer de forma imprevisível, resultando em interrupções frequentes das atividades da equipa de trabalho nos armazéns. Estas interrupções não apenas geram distrações, como também aumentam a probabilidade de ocorrerem erros na execução das tarefas. Considerando o panorama geral da organização do trabalho nos armazéns e a frequência das visitas, propõem-se os seguintes horários:

- Atendimento a fornecedores: todos os dias das 09h00 às 11h00 e, para casos urgentes, das 17h30 às 18h30;

- Atendimento a colaboradores: dois dias por semana, das 15h00 às 17h30.

Com o cumprimento dos horários estipulados, é de esperar uma redução do número de interrupções no fluxo do trabalho dos processos e uma melhoria na produtividade e organização durante a realização dos diversos processos no armazém.

5.4 Procedimento de devoluções

Tal como referido anteriormente, o processo de receção de devoluções no armazém é bastante moroso devido à falta de regras de procedimento. Por este motivo, a padronização e melhoria deste processo pode conduzir à redução do tempo consumido no armazém para esta finalidade. Dado que na dst impera uma filosofia de “zero desperdício”, é necessário que o procedimento padrão cumpra com esta filosofia ao mesmo tempo que reduza o trabalho no armazém. Assim, sugere-se a implementação das seguintes medidas:

- Comunicação de devoluções: criar um mecanismo para solicitação antecipada e registo de devoluções de materiais que substitua os pedidos por *e-mail* e *Excel*. Isto incluiria detalhes como o nome da obra, a descrição do material, quantidade, motivo de devolução e condição do material;
- Inspeção no local: antes de se autorizar uma devolução, uma pessoa designada na obra deve inspecionar o material e registar qualquer dano ou uso antes da devolução, classificando os materiais como “não utilizado”, “utilizado” ou “danificado”;
- Área de inspeção de devolução na obra: criar uma área de devolução designada em cada obra, onde se possa realizar a etiquetagem e colocação dos materiais em caixas claramente identificadas para cada tipo de material;
- Sistema de incentivos: implementar um sistema de incentivos para as equipas das obras que devolvem materiais de uma forma eficiente e em boas condições.

Para além do procedimento de devoluções, gerir o destino dos materiais que não são reutilizáveis ou que não atendem aos interesses da dst é uma preocupação importante em termos de sustentabilidade e

gestão de resíduos. Desta forma, sugere-se a consideração das seguintes opções:

- Reciclagem: avaliar se os materiais podem ser reciclados e entrar em contacto com empresas de reciclagem locais;
- Reaproveitamento externo: doar os materiais para organizações sem fins lucrativos, escolas, ou outras entidades que possam encontrar utilidade nos materiais;
- Venda ou leilão: caso os materiais ainda tenham algum valor, pode tentar-se vendê-los em mercados secundários, como sites de leilões online ou em sites/lojas de materiais usados;
- Devolução ao fornecedor: verificar se os fornecedores aceitam devoluções de materiais não utilizados em boas condições;
- Doação para formação: doar os materiais a escolas ou instituições de treinamento técnico para fins de educação;
- Obras no complexo: utilizar os materiais nas obras realizadas no complexo da dst ou em novas obras de arte.

Com o estabelecimento de regras claras e procedimentos padronizados, a dst poderia melhorar o processo de devolução de materiais, reduzindo o tempo gasto em triagem e inspeção e alinhando-o com a filosofia de aproveitamento de recursos da empresa. Além disso, com a integração de práticas sustentáveis de gestão dos resíduos, seria possível reduzir o impacto ambiental.

5.5 Solução de rastreabilidade

O principal objetivo deste projeto prende-se com a necessidade de implementação de um sistema de rastreabilidade interna, por forma a colmatar as falhas existentes atualmente nos processos e, ainda, melhorar a gestão dos armazéns de materiais. Neste sentido, sugere-se a implementação de um sistema composto por três componentes: uma Plataforma de Pedidos, um Software de Gestão de Armazéns com uma aplicação móvel associada e a tecnologia de rastreabilidade (código de barras, código QR, *Radio Frequency Identification*, GPS, entre outros).

5.5.1 Requisitos funcionais da solução de rastreabilidade

Juntamente com a empresa, identificou-se um conjunto de requisitos funcionais que o sistema a implementar deve cumprir, encontrando-se estes apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Requisitos funcionais

Priorização	Requisitos
1	Rastrear e localizar fisicamente os materiais
2	Monitorizar o stock em tempo real
3	Controlar de forma automática a movimentação de materiais
4	Emitir alertas quando a validade dos materiais expira
5	Facilitar a gestão dos pedidos dos materiais

O primeiro requisito refere-se à capacidade de rastrear e localizar fisicamente os materiais, permitindo que a equipa de trabalho identifique instantaneamente a localização precisa de cada material dentro das instalações, garantindo uma resposta rápida às procuras operacionais. Além disso, a monitorização em tempo real do stock é, para este projeto, essencial. Ao oferecer uma visão contínua dos níveis de stock, este recurso permite que a equipa mantenha um controlo eficaz das quantidades disponíveis, simplificando o planeamento de reabastecimento e minimizando o risco de rutura. Adicionalmente, a capacidade de controlar automaticamente a movimentação de materiais é outra particularidade importante deste sistema. Isto implica a automatização do registo das entradas e saídas de materiais à medida que são movimentados dentro do sistema, reduzindo erros manuais e garantindo uma gestão mais precisa. Ainda, a emissão de alertas quando a validade dos materiais expira é uma característica crítica. Este recurso notifica a equipa quando a validade de um material se aproxima do prazo de vencimento, permitindo uma gestão proativa e a minimização de desperdício devido à expiração. Facilitar a gestão dos pedidos dos materiais também está entre os requisitos centrais, o que implica rastrear e gerir pedidos de forma eficiente, desde a solicitação até à entrega, garantindo que os materiais certos sejam entregues no momento adequado.

5.5.2 Definição do funcionamento genérico da solução de rastreabilidade

Tal como referido anteriormente, esta solução surge como uma resposta a uma série de problemas identificados durante a fase de análise das operações nos armazéns da dst. Estes problemas incluíam a subutilização do espaço de armazenagem, a baixa fiabilidade do inventário registado no sistema de gestão, a existência de várias formas de fazer pedidos de materiais, a necessidade de registar material a material no sistema de gestão aquando da receção ou expedição, longas distâncias percorridas no processo de *picking*, entre outros. A solução proposta visa abordar estes problemas de forma abrangente, com a intenção de melhorar as operações dos armazéns da dst, melhorando a utilização do espaço, melhorando a precisão dos registos, simplificando a gestão de pedidos e proporcionando uma abordagem mais sistemática e intuitiva para várias operações críticas. Esta sugestão visa, também, eliminar a dependência de papel em processos físicos e administrativos, introduzindo uma abordagem mais eficiente e tecnologicamente mais avançada.

A criação de uma Plataforma de Pedidos surge da necessidade de criar uma nova forma de registo de pedidos de materiais, EPIs e devoluções das obras, de forma a substituir os *e-mails* e outros documentos utilizados atualmente. Assim, os pedidos realizados através desta plataforma poderiam ser centralizados, juntamente com todos os pedidos feitos através do sistema SAP, numa só aplicação móvel conectada a um *software* de gestão de armazéns.

A aplicação móvel, concebida para este propósito, desempenharia um papel crucial na automatização de diversas operações realizadas em todos os armazéns, simplificando e agilizando a preparação de pedidos de materiais, a receção de mercadorias de fornecedores, a gestão de devoluções das obras, o processo de arrumação dos materiais após a receção em armazém, entre outros. A visão por detrás desta abordagem é proporcionar aos trabalhadores uma ferramenta completa e intuitiva para gerir e registar todos os processos desempenhados no armazém. Para garantir a precisão e eficácia destas operações, sugere-se a utilização de tecnologias de identificação, tais como códigos de barras, códigos QR ou RFID, que permitem um mapeamento preciso dos materiais às suas respetivas posições no armazém. Para este efeito, sugere-se a incorporação desta tecnologia nas etiquetas de identificação de materiais e de posições, exemplificando-se a utilização de códigos QR na Figura 24.

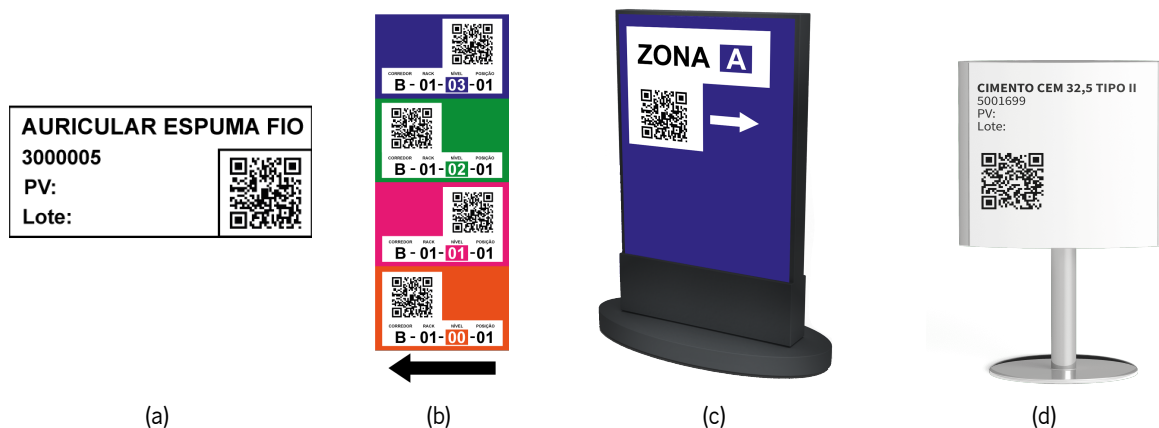


Figura 24. Etiquetas com código QR incorporado: (a) etiquetas de materiais, (b) etiquetas de posição (armazéns interiores), (c) placas de zona exterior e (d) placas de materiais exteriores

No que diz respeito à receção de mercadorias de fornecedores, a aplicação, devidamente interligada com o sistema de gestão, exibiria todos os pedidos de compra, fornecendo informações em tempo real sobre o seu estado de processamento. Ao receber a mercadoria, o trabalhador poderia facilmente confirmar a sua receção através do seu dispositivo móvel, garantindo-se um registo automático no sistema. Além disso, a aplicação auxiliaria a arrumação dos materiais propondo uma posição de armazenagem para cada material recebido, eliminando a necessidade de escolher manualmente onde arrumar os materiais. Esta eficiência seria potencializada pela utilização de tecnologias de identificação, mencionadas anteriormente, que permitiriam ao trabalhador realizar *scans* dos materiais e das posições, garantindo uma associação precisa entre os materiais e as suas localizações no armazém.

No âmbito da preparação de encomendas, a aplicação proporcionaria uma abordagem mais estruturada e orientada para a melhoria do processo de *picking*. Ao exibir todos os pedidos das obras destinados ao armazém, a aplicação sugeriria rotas de *picking* e outras informações relevantes, orientando o trabalhador na preparação eficiente dos pedidos. Esta abordagem eliminaria a necessidade de imprimir listas de *picking*, sem critério, e reduziria deslocações desnecessárias, melhorando consideravelmente a produtividade. A precisão neste processo também seria garantida, uma vez que a aplicação exigiria *scans* dos códigos dos materiais e das posições para garantir que o material correto estaria a ser retirado do local adequado. Após a preparação das encomendas, a aplicação também facilitaria a expedição, gerando automaticamente guias de transporte ou de remessa e atualizando automaticamente o sistema com a saída dos materiais. Esta integração em tempo real resolveria o problema recorrente de registos de stocks

demorados que atualmente afetam as operações.

A gestão de devoluções seguiria uma lógica semelhante, com as obras a poderem solicitar devoluções diretamente na Plataforma de Pedidos, simplificando o processo e acelerando o seu tratamento através da aplicação. Esta abordagem global prometeria não apenas melhorar a eficiência das operações nos armazéns, mas também eliminar redundâncias e simplificar os fluxos de trabalho, alinhando as operações da dst com as melhores práticas da indústria.

5.6 Síntese das sugestões de melhoria

A Tabela 6 apresenta um resumo das sugestões de melhoria propostas para cada um dos desperdícios identificados no capítulo anterior.

Tabela 6. Problemas identificados, respetivas causas e sugestões de melhoria

Problemas Identificados	Causas	Proposta para resolução?	Secção referente
Arrumação ineficiente	Subutilização do espaço de armazenagem	Sim	5.1.1 <i>Layout</i> dos armazéns interiores
	Inexistência de identificação de zonas, estantes ou prateleiras	Sim	5.1.2 Sistema de localização e nomenclatura
	Identificação de materiais pouco informativa, errada ou inexistente	Sim	5.1.3 Sistema de identificação de materiais e posições
	Inexistência de um sistema de localização	Sim	5.1.2 Sistema de localização e nomenclatura
	Política de armazenagem indefinida	Sim	5.5 Solução de rastreabilidade
Gestão ineficiente dos inventários	Sistema de codificação confuso	Não	
	Existência de materiais não registados no sistema de gestão	Sim	5.5 Solução de rastreabilidade
	Existência de materiais obsoletos	Sim	5.4 Procedimento de devoluções
	Baixa fiabilidade do inventário registado no sistema de gestão	Sim	5.5 Solução de rastreabilidade
	Inexistência de planeamento de encomendas a fornecedores	Sim	5.5 Solução de rastreabilidade
Gestão complexa de pedidos de materiais	Existência de três formas distintas de fazer um pedido de materiais	Sim	5.2 Gestão dos pedidos de materiais
	Baixa fiabilidade do inventário registado no sistema de gestão	Sim	5.5 Solução de rastreabilidade
	Incorreções recorrentes nos pedidos de materiais	Sim	5.2 Gestão dos pedidos de materiais
	Unidades de medida de materiais inadequadas	Não	
Interrupções constantes	Inexistência de horários de atendimento a fornecedores e colaboradores	Sim	5.3 Definição de horários de atendimento a fornecedores e colaboradores
Processo de receção moroso	Necessidade de registo de material a material no sistema de gestão	Sim	5.5 Solução de rastreabilidade
	Indefinição de regras de procedimento de devoluções	Sim	5.4 Procedimento de devoluções
	Falta de guias de transporte aquando da receção da devolução	Sim	5.4 Procedimento de devoluções
	Guias de transporte de devoluções pouco informativas	Não	
Processo de <i>picking</i> ineficiente	Inexistência de identificação de zonas, estantes ou prateleiras	Sim	5.1.3 Sistema de identificação de materiais e posições
	Identificação de materiais pouco informativa, errada ou inexistente	Sim	5.1.3 Sistema de identificação de materiais e posições
	Inexistência de um sistema de localização	Sim	5.1.2 Sistema de localização e nomenclatura
	Lista de <i>picking</i> de difícil leitura	Sim	5.5 Solução de rastreabilidade
	Longas distâncias percorridas	Sim	5.5 Solução de rastreabilidade
Processo de entrega de EPIs ineficiente	Processo manual	Sim	5.5 Solução de rastreabilidade
	Necessidade de recorrer ao arquivo de fichas de colaboradores	Sim	5.5 Solução de rastreabilidade
	Inexistência de documento de normas para consulta	Sim	5.2 Gestão dos pedidos de materiais
Processo de entrega de material de limpeza improdutivo	Pedidos efetuados em papel e com incorreções	Sim	5.2 Gestão dos pedidos de materiais
	Necessidade de preenchimento de folha modelo e de criação de um mapa em Excel	Sim	5.5 Solução de rastreabilidade

Capítulo 6

Desenho conceptual do sistema

Neste capítulo é abordada a terceira etapa da metodologia de investigação, onde é construído o desenho conceptual do sistema. Primeiramente, são identificadas e analisadas três tecnologias de rastreabilidade, visando compreender as suas características e aplicabilidades no contexto do estudo. De seguida, é feito um estudo comparativo das tecnologias recorrendo ao método *Analytic Hierarchy Process*, com o objetivo de seleccionar aquela que se melhor ajusta às necessidades específicas da dst. Por fim, é definido, de forma pormenorizada, o funcionamento do sistema proposto.

6.1 Identificação de tecnologias de rastreabilidade

Juntamente com a equipa do projeto, identificaram-se três tecnologias de rastreabilidade candidatas à solução de rastreabilidade final, visto permitirem dar resposta aos requisitos funcionais identificados na Tabela 5, sendo estas o código de barras 1D, o código QR e o RFID. Como sugere a subetapa 1, foi realizado um estudo de cada uma das tecnologias seleccionadas.

6.1.1 Sistema de código de barras 1D

Um código de barras é uma imagem composta por barras verticais e espaços brancos que é, geralmente, afixada em artigos, cartões de identificação ou estantes, com o intuito de identificar um determinado produto, pessoa ou localização. A sequência de barras utilizada em cada código corresponde a uma sequência de caracteres alfanuméricos que pode fornecer várias informações sobre um qualquer artigo. Se, por exemplo, o código de barras incluir informações acerca do preço de um artigo, estas terão de ser alteradas no caso de o preço sofrer uma alteração, o que implica que o código de barras seja também alterado, o que implicará um custo adicional (Erkan & Can, 2014).

Esta trata-se de uma tecnologia rápida, precisa e robusta que permite que os artigos sejam rastreados à medida que se deslocam através do sistema, facilitando a verificação de inventários e outras tarefas de introdução de dados. As etiquetas de código de barras são mais baratas, embora possam ser facilmente danificadas por desgaste (Rushton et al., 2014).

Os códigos de barras normais só tem capacidade para armazenar alguns dígitos, como o código de um produto ou o código de identificação de uma paleta ou localização. No entanto, existem vários tipos de códigos que devem ser utilizados para diferentes situações ou finalidades. Os códigos de barras mais utilizados são o *European Article Number* (EAN), o *Universal Product Code* (UPC), o *Interleaved 2 of 5* (ITF), o GS1-128 e o Código 39. Os códigos EAN, UPC e ITF apenas incluem números, enquanto que os restantes podem incluir números, caracteres e alguns símbolos especiais (Erkan & Can, 2014). O código GS1-128, representado na Figura 25, é muito utilizado por empresas de logística, uma vez que permite identificar informações adicionais acerca dos artigos, como por exemplo números de lote, datas de validade, quantidades, pesos, etc.



Figura 25. Código de barras GS1-128

Os códigos de barras podem ser impressos em materiais duradouros e não são afetados por materiais eletromagnéticos, o que lhes concede uma vantagem competitiva. Por outro lado, só podem ser lidos individualmente e unicamente se não apresentarem sinais de desgaste ou sujidade. O sistema é constituído por 4 componentes, sendo eles o *scanner*, a etiqueta de código de barras, o computador e a impressora de etiquetas.

6.1.2 Código QR

O código QR, do inglês *Quick Response Code* (Código de resposta rápida), é uma tecnologia que advém dos códigos de barras de uma dimensão (1D), como uma tentativa de dar resposta às limitações destes

códigos. Estes podem ser impressos em espaços mais pequenos e tem a capacidade de armazenar mais informação, bem como outros tipos de caracteres. O código QR, representado na Figura 26, utiliza um padrão de píxeis concebido para ser facilmente reconhecido por um *scanner* ou câmara (Arif et al., 2022).



Figura 26. Código QR

Como refere Kieseberg et al. (2010), a informação armazenada nos códigos QR é codificada tanto na direção vertical como na horizontal, o que permite armazenar uma maior quantidade de dados (até 7 089 dígitos) do que um código de barras convencional. Uma das vantagens destes códigos relativamente aos códigos de barras tradicionais é o facto de poderem ser lidos de vários ângulos diferentes. Para além disso, também contêm um nível de correção de erros (entre os 7% e os 30%), que permite que o código seja corretamente lido ainda que se encontre danificado ou sujo (Rowles, 2014).

Uma das características dos códigos QR é a capacidade de poderem ser utilizados de forma estática ou dinâmica. Os códigos estáticos, tal como o nome sugere, contêm informação que não pode ser editada depois de o código ter sido criado. Por sua vez, os códigos dinâmicos podem ser atualizados ou editados sempre que necessário, mesmo depois de já terem sido criados (Deineko, Stonik, & Lyashenko, 2022).

6.1.3 RFID

O *Radio Frequency Identification* (RFID) é, tal como os anteriores, uma tecnologia de recolha de dados automática que utiliza radiofrequência para identificar, localizar ou rastrear objetos e pessoas. Segundo Erkan e Can (2014), o RFID permite a monitorização em tempo real do inventário, melhorando a utilização de recursos, otimizando o espaço de armazenagem e a quantidade de mercadorias. Adicionalmente, melhora a eficiência da logística no que concerne às atividades de receção, armazenagem e expedição.

Segundo Yu (2007), são três os componentes de um sistema RFID, como demonstrado na Figura 27:

- A etiqueta RFID (ou *transponder*), que é o componente afixado ao artigo a rastrear;
- O leitor (ou interrogador), que faz a leitura de dados da etiqueta e comunica com o sistema de recolha de dados. Este é composto por uma antena, um módulo de radiofrequência e um módulo de controlo;
- O sistema de recolha de dados (controlador), que recebe os dados do leitor.

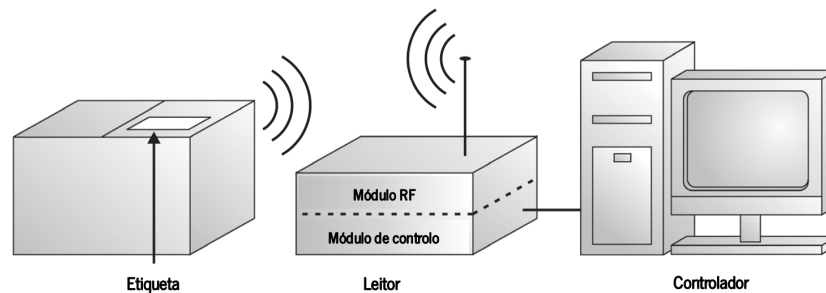


Figura 27. Componentes de um sistema RFID (Adaptado de Hunt et al. (2006))

Quando um objeto etiquetado entra na zona de leitura de um interrogador, este envia um sinal à etiqueta para que esta transmita os dados armazenados, que são de seguida redirecionados para o controlador através de uma interface de rede padrão. Um sistema RFID pode ser constituído por vários interrogadores distribuídos por várias zonas e ligados em rede a um único controlador. Ao contrário do que se verifica num sistema de código de barras, um único leitor pode comunicar com mais do que uma etiqueta em simultâneo a um ritmo de 1 000 etiquetas por segundo, com uma precisão de 98% (Hunt et al., 2006).

6.1.3.1 Etiquetas RFID

As etiquetas RFID podem ser de dois tipos: ativas ou passivas. As primeiras contêm uma bateria integrada que lhes permite comunicar com leitores a distâncias muito maiores e ter uma capacidade igualmente maior de armazenamento de dados. No entanto, são maiores e mais caras. Por sua vez, as etiquetas passivas não possuem uma fonte de alimentação integrada. Em vez disso, obtêm energia através do sinal enviado pelo leitor, o que lhes confere um alcance efetivo bastante inferior do que o das etiquetas ativas. Também por este motivo, o custo de aquisição é bastante inferior (Hunt et al., 2006). A Tabela 7 representa uma comparação dos dois tipos de etiquetas apresentada por Yu (2007).

Tabela 7. Comparação entre etiquetas ativas e passivas

	Etiqueta ativa	Etiqueta passiva
Fonte de alimentação	bateria integrada	indução eletromagnética ou por microondas
Alcance	entre 5 e 100 metros	menos de 3 metros
Vida útil	entre 2 e 7 anos	mais de 10 anos
Peso	mais pesada	mais leve
Dimensão	maior	menor

6.1.3.2 Frequências de funcionamento

Os sistemas RFID podem utilizar diferentes frequências de funcionamento, nomeadamente bandas de baixa e alta frequência, que afetam diretamente as características de qualquer sistema RFID. A Tabela 8, introduzida por Yu (2007), apresenta vantagens e desvantagens das diferentes bandas de frequência.

Tabela 8. Vantagens e desvantagens do uso das diferentes bandas de frequência num sistema RFID

Frequência	Vantagens	Desvantagens
Baixa frequência (125-134 kHz)	Muito comum Baixa interferência por metal	Baixo alcance (menos de 1,5 metros)
Alta frequência (13,56 MHz)	Muito comum Baixa interferência por humidade	Baixo alcance (menos de 1,5 metros) Alta interferência por metal
Ultra-alta frequência (UHF; 860-960 MHz)	Muito comum Alto alcance	A proximidade das etiquetas pode causar dessintonização
Microondas (2,45 GHz)	Alto alcance	Pouco utilizado Maior complexidade de implementação e sem standardização

Os sistemas RFID permitem não só armazenar uma maior quantidade de informação, como também oferecem a função de reprogramação que os códigos de barras não oferecem.

6.2 Avaliação e seleção da tecnologia

A avaliação das três tecnologias identificadas anteriormente, com o objetivo de selecionar a que melhor cumpre com os requisitos do projeto, foi realizada com recurso ao método de tomada de decisão AHP,

explicado na Secção 2.5, bem como ao *Analytic Hierarchy Process Software* desenvolvido pela Spice Logic Inc.

6.2.1 Construção da hierarquia

Na primeira etapa da metodologia, deve ser definido o objetivo final do estudo. Neste caso, através da realização de reuniões juntamente com a equipa do projeto, definiu-se como objetivo o seguinte:

“Selecionar a tecnologia de rastreabilidade interna que mais se adequa às necessidades do centro logístico da dst.”

Posteriormente, definiram-se os critérios de avaliação das alternativas que se apresentam na Tabela 9:

Tabela 9. Critérios de avaliação das tecnologias

Critério	Explicação
(A) Custo	Custo de implementação da tecnologia
(B) Poder de captura simultânea	Poder de captura de vários códigos simultaneamente
(C) Capacidade de armazenamento dinâmica	Capacidade de alterar a informação armazenada num código, sem necessidade de criação de um novo
(D) Facilidade de utilização	Facilidade de utilização da tecnologia
(E) Capacidade de armazenamento de dados	Capacidade de armazenamento de dados num código
(F) Legibilidade do código	Ângulos de leitura do código
(G) Velocidade de leitura	Velocidade de leitura do código
(H) Resistência das etiquetas	Resistência das etiquetas ao ambiente em que se inserem (humidade, poeiras, metais, etc.)
(I) Nível de correção de erros	Capacidade de leitura do código corretamente, ainda que este se encontre fisicamente danificado
(J) Facilidade de implementação	Facilidade de implementação da tecnologia na organização
(K) Necessidade de manutenção	Possíveis necessidades de manutenção da tecnologia ao longo do tempo

Como alternativas de tecnologias, a equipa do projeto selecionou o código de barras, o código QR e o RFID. Assim, a hierarquia de decisão pode ser representada pelo esquema da Figura 28.

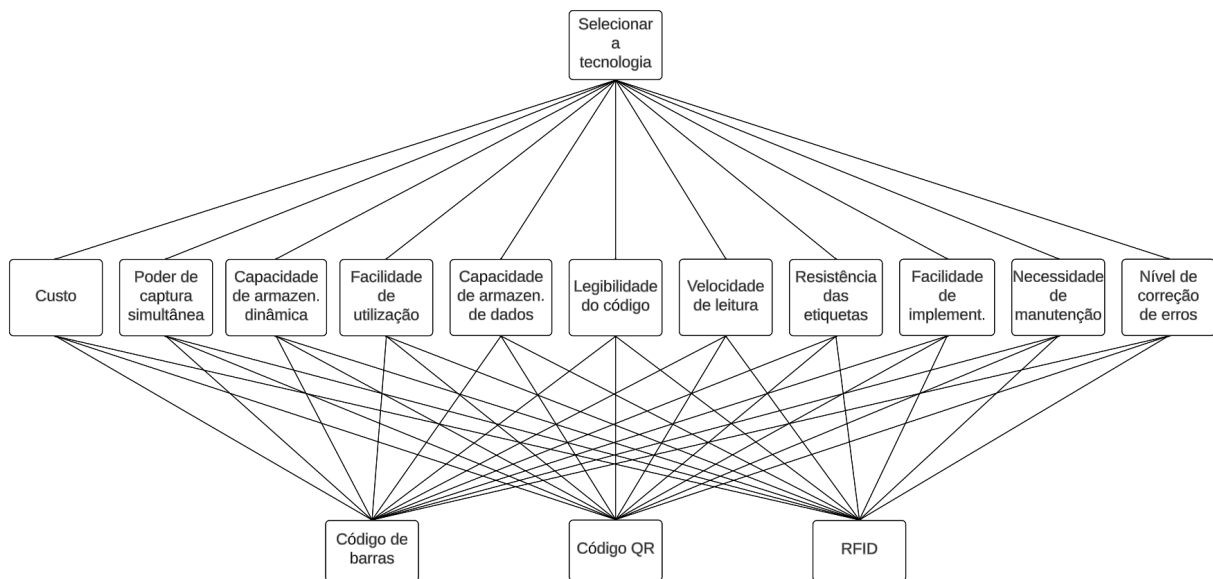


Figura 28. Hierarquia de decisão

6.2.2 Definição de prioridades

Na segunda etapa da metodologia devem ser definidas prioridades com recurso à comparação em pares, com o objetivo de atribuir prioridades, ou pesos, a cada um dos critérios definidos anteriormente. Para se proceder à comparação, foi utilizada a Escala Fundamental, apresentada na Tabela 1 presente na Secção 2.5, bem como o *Analytic Hierarchy Process Software* da Spice Logic Inc.

Dado que o problema possui onze critérios e a comparação deve ser feita em pares, a matriz de prioridades resultante é uma matriz 11x11. Assim, a equipa do projeto classificou a importância/preferência por cada critério, tendo por base a escala, resultando na matriz representada na Tabela 10. A título de exemplo, e dada a complexidade da análise, seguem-se algumas das comparações realizadas entre o critério “Poder de captura simultânea” e os restantes critérios:

- O poder de captura simultânea [B] é muito menos importante [1/7] do que a capacidade de armazenamento dinâmica [C];
- O poder de captura simultânea [B] é igualmente importante [1] à capacidade de armazenamento de dados [E];
- O poder de captura simultânea [B] é definitivamente menos importante [1/5] do que a resistência

das etiquetas [H].

Tabela 10. Matriz de prioridades de critérios

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A	1	4	6	4	4	5	6	5	4	4	4
B	1/4	1	1/7	1/6	1	1/4	1	1/5	1/6	1/4	1/3
C	1/6	7	1	3	5	4	6	3	4	3	1
D	1/4	6	1/3	1	5	4	5	2	1/2	1	2
E	1/4	1	1/5	1/5	1	1/3	2	1/4	1/5	1/3	1/3
F	1/5	4	1/4	1/4	3	1	5	1/3	1/2	1/2	2
G	1/6	1	1/6	1/5	1/2	1/5	1	1/3	1/7	1/3	1/3
H	1/5	5	1/3	1/2	4	3	3	1	1/3	1/2	2
I	1/4	6	1/4	2	5	2	7	3	1	3	3
J	1/4	4	1/3	1	3	2	3	2	1/3	1	1/2
K	1/4	3	1	1/2	3	1/2	3	1/2	1/3	2	1

Após serem feitas todas as comparações entre critérios, foi possível, a partir do *software* utilizado, extrair informação acerca das prioridades finais e do *ranking* dos critérios. Da Tabela 11, pode concluir-se, com um rácio de consistência de 0,094, que o primeiro lugar no *ranking* é ocupado pelo critério “Custo”, que representa cerca de 26% da decisão final.

Tabela 11. *Ranking* dos critérios

Crítérios	Prioridades	Ranking
(A) Custo	0,2658	1
(C) Capacidade de armazenamento dinâmica	0,1624	2
(I) Nível de correção de erros	0,1300	3
(D) Facilidade de utilização	0,1015	4
(H) Resistência das etiquetas	0,0740	5
(J) Facilidade de implementação	0,0698	6
(K) Necessidade de manutenção	0,0647	7
(F) Legibilidade do código	0,0607	8
(E) Capacidade de armazenamento de dados	0,0274	9
(B) Poder de captura simultânea	0,0231	10
(G) Velocidade de leitura	0,0207	11

6.2.3 Comparação das alternativas

Tal como referido anteriormente, as alternativas de tecnologias definidas pela equipa do projeto foram o código de barras, o código QR e o RFID. A próxima etapa da metodologia consiste em comparar cada alternativa com base no nível de critérios mais baixo da hierarquia de decisão, o que, neste caso, se traduz nos onze critérios definidos. Assim, das comparações efetuadas resultaram onze matrizes 3x3, das quais resultam os valores das prioridades ou pesos de cada alternativa em relação a cada critério. A Tabela 12 representa a comparação do critério “Custo” por alternativa e, como se pode observar, a tecnologia de código de barras possui um peso de cerca de 70% nesta categoria, uma vez que é a tecnologia com o custo mais baixo. As restantes matrizes de comparação encontram-se no Apêndice D.

Tabela 12. Comparação: “Custo” por alternativa

Custo	Cód. barras	Cód. QR	RFID	Prioridades
Código de barras	1	4	9	0,7013
Código QR	1/4	1	5	0,2364
RFID	1/9	1/5	1	0,0623

Rácio de consistência 0,062

Por forma a simplificar a apresentação dos resultados obtidos, construiu-se a Tabela 13, onde se podem observar as prioridades obtidas para cada alternativa em relação a cada um dos onze critérios. Os valores das prioridades finais foram calculados com recurso à Função Útil (Equação 6.1), que tem em consideração as prioridades dos critérios calculadas na etapa anterior.

$$\begin{aligned}
\text{Função Útil} = & 0,27 \times [\text{Custo}] + 0,02 \times [\text{Poder de captura simultânea}] \\
& + 0,16 \times [\text{Capacidade de armazenamento dinâmica}] \\
& + 0,1 \times [\text{Facilidade de utilização}] \\
& + 0,03 \times [\text{Capacidade de armazenamento de dados}] \\
& + 0,06 \times [\text{Legibilidade do código}] \\
& + 0,02 \times [\text{Velocidade de leitura}] \\
& + 0,07 \times [\text{Resistência das etiquetas}] \\
& + 0,13 \times [\text{Nível de correção de erros}] \\
& + 0,07 \times [\text{Facilidade de implementação}] \\
& + 0,06 \times [\text{Necessidade de manutenção}]
\end{aligned}
\tag{6.1}$$

Tabela 13. Prioridades obtidas para as alternativas em relação aos critérios

Critérios	Prioridades		
	Cód. Barras	Cód. QR	RFID
(A) Custo	0,7013	0,2364	0,0623
(B) Poder de captura simultânea	0,3333	0,3333	0,3333
(C) Capacidade de armazenamento dinâmica	0,0526	0,4737	0,4737
(D) Facilidade de utilização	0,3119	0,1976	0,4905
(E) Capacidade de armazenamento de dados	0,0790	0,7775	0,1435
(F) Legibilidade do código	0,1593	0,2519	0,5889
(G) Velocidade de leitura	0,0820	0,2804	0,6377
(H) Resistência das etiquetas	0,2500	0,2500	0,5000
(I) Nível de correção de erros	0,2500	0,5000	0,2500
(J) Facilidade de implementação	0,2500	0,5000	0,2500
(K) Necessidade de manutenção	0,2106	0,5485	0,2409
	0,330	0,364	0,306

Como se pode observar pelos resultados obtidos, o método *Analytic Hierarchy Process* sugere a seleção

da tecnologia de código QR para satisfazer as necessidades da dst. Neste caso, o valor da prioridade final foi igual a 36,4% para a tecnologia de código QR, 33% para o código de barras e, finalmente, de 30,6% para a tecnologia RFID. Apesar de existirem diferenças entre os valores das prioridades finais de cada tecnologia, considera-se que essas diferenças são pouco significativas. Por este motivo, a escolha da tecnologia de código QR foi também sustentada pelo facto de esta já ser utilizada nos armazéns de equipamentos da dst, o que a torna mais apelativa.

6.3 Definição do funcionamento do sistema

Nesta secção é apresentada a proposta de funcionamento do sistema de rastreabilidade interna, composto por três componentes: uma Plataforma de Pedidos, um *Software* de Gestão de Armazéns com uma aplicação móvel associada e a tecnologia de Código QR.

A criação desta solução visa reduzir o trabalho em papel, reduzir as despesas financeiras por uma gestão ineficiente dos armazéns, aumentar o nível de serviço do centro logístico e facilitar a gestão dos armazéns.

O *software* deverá ser responsável por manter os artigos registados, as suas quantidades e, ainda, notificar o gestor/administrador em caso de rutura de stock. Este sistema deverá ser aplicável a todos os entrepostos do dstgroup, mas desenhado de acordo com as necessidades dos mesmos.

Este sistema deverá comunicar com o SAP, com a plataforma de pedidos e com a plataforma GDoc (Plataforma de Gestão Documental utilizada na dst), de acordo com o esquema representado na Figura 29.

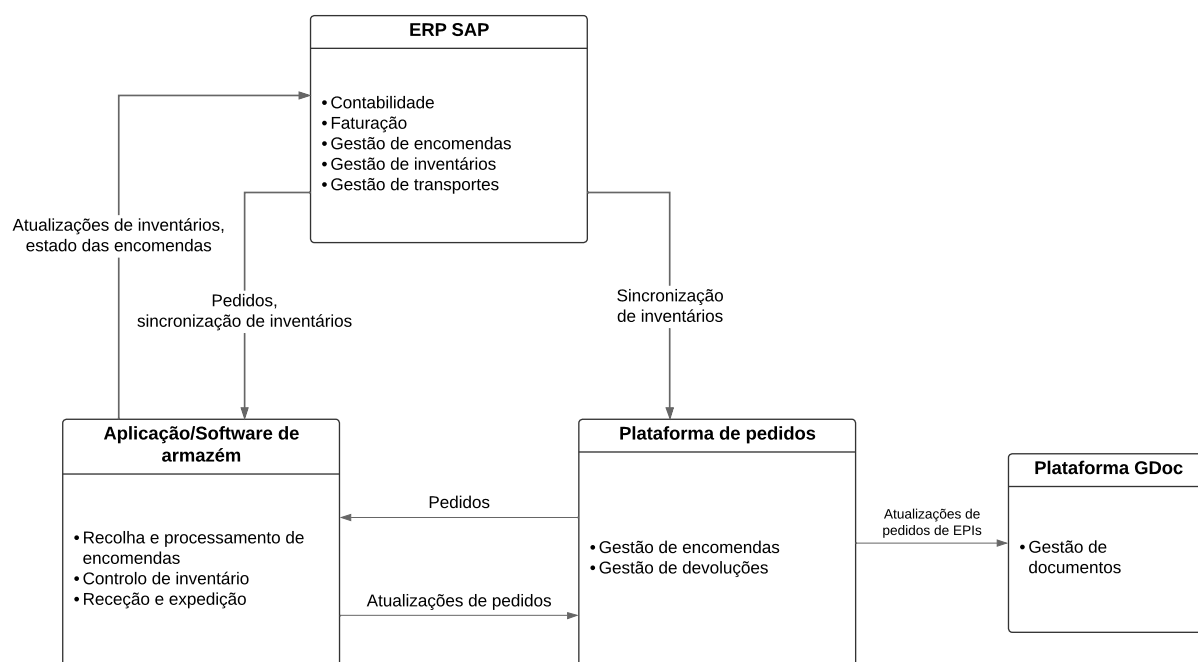


Figura 29. Diagrama de fluxo de informação entre plataformas (Autoria própria)

6.3.1 Plataforma de pedidos

Tal como referido na Secção 5.2, identificou-se um desafio relacionado com a gestão de pedidos, que atualmente ocorre através de sistemas diversos, incluindo o SAP e *e-mails*, uma vez que o dstgroup opera num ambiente onde algumas empresas não compartilham o mesmo sistema ERP, dificultando a integração dos pedidos que vêm por *e-mail*. A falta de integração entre essas fontes de pedidos representa uma lacuna significativa na eficiência operacional. Neste contexto, propõe-se a implementação de uma Plataforma de Pedidos integrada que seja acessível a todas as partes envolvidas, que visa transformar e simplificar o processo de gestão de pedidos de materiais, EPIs e devoluções.

Nesta plataforma, as empresas sem acesso ao SAP poderiam fazer pedidos de materiais para entrega em obra, bem como pedidos de devolução aos armazéns, sem necessidade de comunicação através do *e-mail*. Para além disso, os colaboradores também poderiam realizar pedidos de EPIs diretamente ao armazém. A integração desta plataforma com o *Software* de Gestão de Armazéns, também proposto, possibilitaria a sincronização direta de pedidos com as operações de armazenagem, agilizando ainda mais a gestão dos materiais. A Figura 30 ilustra uma conceção do *design* e funcionamento da plataforma proposta.

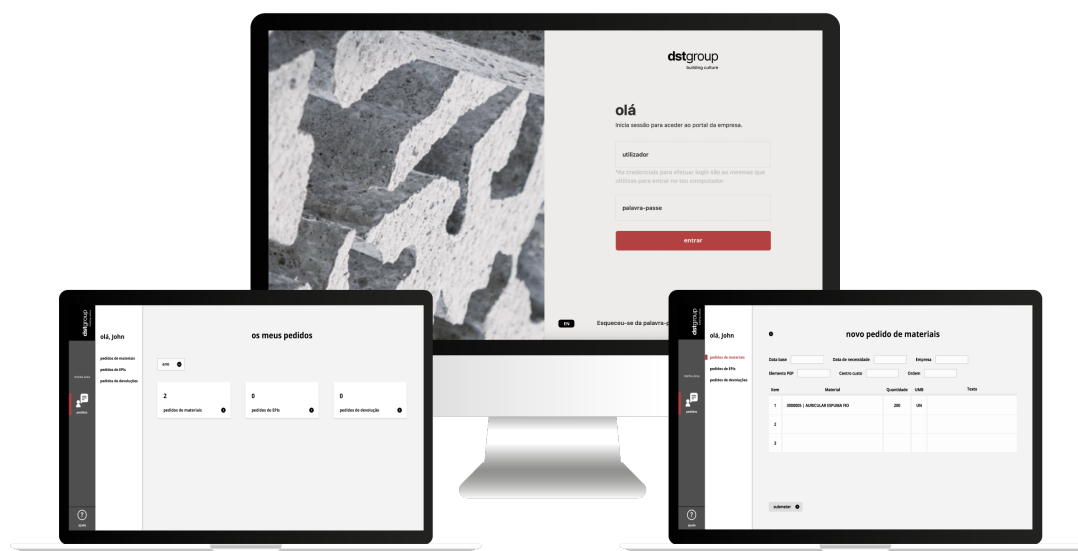


Figura 30. Plataforma de Pedidos (Autoria própria)

6.3.2 Software de gestão do armazém

Por forma a dar resposta ao complexo e excessivo trabalho administrativo realizado nos armazéns de materiais da dst, digitalizar alguns dos processos e auxiliar a gestão dos materiais, propõe-se o desenvolvimento de um *software* com uma aplicação móvel associada. O processo de conceção da aplicação móvel foi realizado pela autora, tendo decorrido em três fases: (1) definição do funcionamento da aplicação, (2) desenvolvimento do *mockup* da aplicação (*high fidelity wireframe*) e, ainda, (3) o levantamento de requisitos para o seu desenvolvimento com criação de um documento técnico (*Software Requirements Specification*). O funcionamento da aplicação é abordado minuciosamente ao longo desta subsecção, onde se incluem a apresentação dos requisitos funcionais e das interações entre plataformas. Os requisitos funcionais representam, tal como a designação indica, requisitos que devem ser cumpridos ao nível funcional do sistema, isto é, funcionalidades indispensáveis. Por sua vez, as interações entre plataformas descrevem as comunicações que devem ocorrer entre todas as plataformas, neste caso, o SAP, o GDoc, a Plataforma de Pedidos e a aplicação móvel. Para se garantir uma comunicação eficaz entre todas as plataformas, foi necessário proceder ao levantamento de todas as pontes de comunicação a estabelecer na criação da aplicação. Desta forma, para cada funcionalidade da mesma, foram descritas todas as fontes de dados, transações, movimentos e campos relativos ao SAP, para garantir o fluxo de

todos os processos. Por forma a simplificar a apresentação da informação na presente dissertação, estas interações são descritas uma única vez nesta subsecção, encontrando-se as restantes no Apêndice E.

6.3.2.1 Página de início de sessão

A página de iniciação da aplicação consiste numa *Login Page*, representada na Figura 31. Para que o utilizador possa realizar qualquer ação, deve possuir credenciais válidas fornecidas pela dst. Após o *login*, o utilizador deve seleccionar o seu local de trabalho, o que restringe a informação que lhe é disponibilizada. Desta forma, garante-se que o funcionário apenas tem acesso aos dados do seu armazém, isto é, pedidos de materiais, pedidos de compra a fornecedores, devoluções, entre outros, que sejam referentes ao seu local de trabalho.

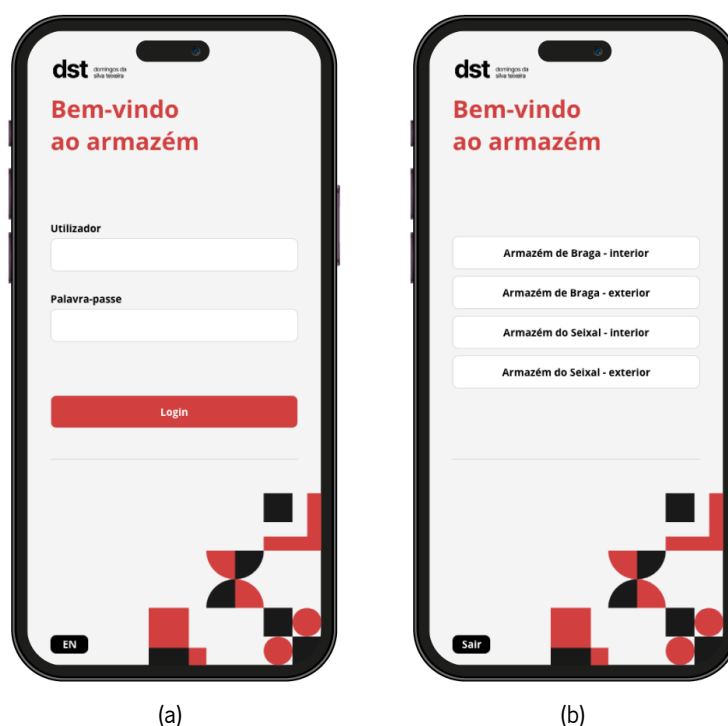


Figura 31. Início de sessão: (a) *login* do utilizador e (b) escolha do local de trabalho

Requisitos funcionais do módulo:

- REQ-1: A aplicação só deve apresentar a informação relativa ao local de trabalho seleccionado pelo utilizador;
- REQ-2: A aplicação deve disponibilizar uma opção para mudar o idioma para inglês.

6.3.2.2 Menu principal

O menu principal da aplicação permite ao utilizador seleccionar os módulos do sistema em que pretende trabalhar. Como se verifica na Figura 32, são nove os módulos disponíveis neste menu, desenhados para dar resposta à maioria dos processos físicos e administrativos relacionados com os armazéns de materiais. Na Tabela 14, apresenta-se um resumo das funções de cada um dos nove módulos da aplicação, cuja descrição detalhada será fornecida posteriormente nesta subsecção.



Figura 32. Menu principal da aplicação móvel

Tabela 14. Módulos da aplicação móvel e suas funções

Módulo	Função
Receção de mercadoria	Receção de pedidos de compra a fornecedores
Arrumação	Arrumação dos materiais nas posições indicadas (<i>check-in</i>)
Preparação de encomendas	Preparação de encomendas para serem entregues ao cliente final (<i>picking</i>)
Expedição	Expedição de encomendas preparadas
Devoluções	Tratamento de devoluções de materiais das obras
Materiais em manutenção	Gestão de materiais em manutenção pós devolução
Correções de inventário	Ajustes de inventário
Transferências de posição	Transferências de stock entre posições de armazenagem
Inventário	Consulta do inventário

Requisitos funcionais do módulo:

- REQ-1: A *box* do módulo de “transferências de posição” deve apresentar uma notificação sempre que haja algum material a transferir (clarificado numa secção à frente).

6.3.2.3 Receção de mercadoria

O módulo de Receção de mercadoria permite ao utilizador visualizar todos os pedidos de compra aos fornecedores referentes ao local de trabalho que selecionou, de modo a poder registar a entrada de mercadoria no sistema aquando da receção física. Os artigos recebidos são verificados em relação aos pedidos de compra existentes na aplicação móvel do armazém. Uma vez selecionado o pedido de compra, o utilizador pode consultar todos os dados do pedido (número do pedido, materiais adquiridos, quantidades, fornecedor, data do pedido, etc.), bem como o estado do mesmo (não recebido, a receber ou recebido). Ao iniciar o processo de receção, a aplicação guia o utilizador pelo processo, permitindo-o registar a nota de remessa, a data do documento de remessa e os materiais recebidos (Figura 33).

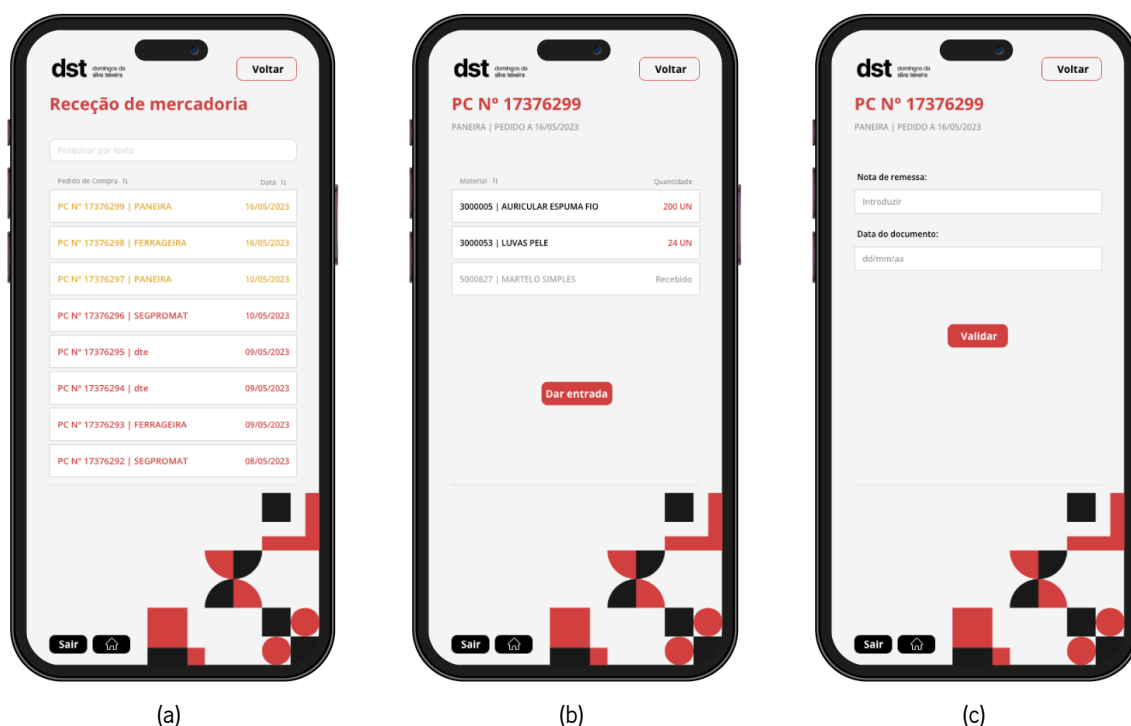


Figura 33. Receção de mercadoria: (a) menu de receção de mercadorias, (b) detalhes do pedido de compra e (c) pedido de *inputs*

No que concerne ao registo dos materiais recebidos, o utilizador deve registar a quantidade recebida,

o prazo de validade e o lote (quando necessários), bem como o depósito (armazém) de destino. No final do processo, a aplicação exibe a nota de remessa e o número do movimento de entrada associado (proveniente do SAP), para que o utilizador possa registar na nota de remessa correta e, posteriormente, fazer chegar ao Departamento de Contabilidade.

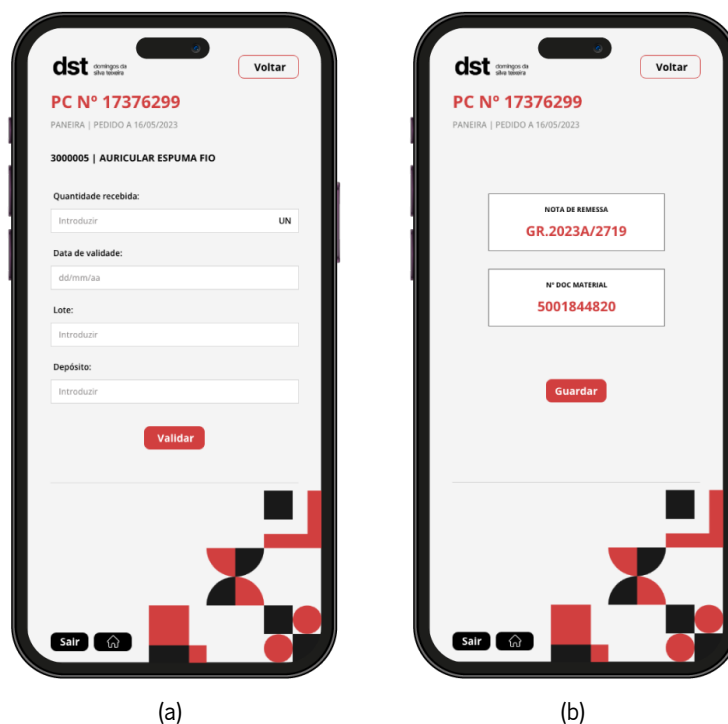


Figura 34. Receção de mercadoria: (a) registo de entrada de artigo e (b) exibição de informações

Interação entre plataformas:

Relativamente a este módulo, as interações que devem ser estabelecidas entre as plataformas são apresentadas na Tabela 15. Para facilitar a compreensão da informação, a leitura da tabela deve ser feita da seguinte forma:

- Na coluna “Funcionalidade” são descritas as funcionalidades às quais se requer qualquer tipo de interação;
- Na coluna “Interação” são descritos os tipos de interação a estabelecer e as plataformas referentes;
- Na coluna “Campos” são descritos todos os campos a consultar nas plataformas, ou a preencher, no caso de se tratar de um *input* do utilizador.

A título de exemplo, a primeira linha da tabela deve ser entendida da seguinte forma:

- A lista de pedidos de compra exibida deve ser consultada na transação ME2L do SAP;
- Os campos a preencher na transação devem ser:
 - Grupo de compradores: 231;
 - Centro: 2020;
 - Organização de compras: 2020;
 - Parâmetros de seleção: colocar vazio para ver todos os pedidos de compra, ou colocar WE101 para ver apenas pedidos pendentes;
 - Filtros: 2020, 2023, 202b, 2037, 2028 (de acordo com o local de trabalho selecionado pelo utilizador no *login*).

Tabela 15. Interação entre plataformas: módulo “Receção de mercadoria”

Funcionalidade	Interação	Campos
Exibir lista de pedidos de compra	SAP - Transação ME2L	Grupo de compradores: 231 Centro: 2020 Organização de compras: 2020 Parâmetros de seleção: vazio (para ver todos); WE101 (para ver pendentes) Filtros: - depósito: 2020, 2023, 202b, 2037, 2028
Exibir pedido de compra selecionado	SAP – Transação ME2L	Grupo de compradores: 231 Centro: 2020 Organização de compras: 2020 Número de documento: *número do pedido selecionado*

Tabela 15. (continuação)

Funcionalidade	Interação	Campos
Registrar entrada dos materiais	SAP – Transação migo	Movimento: 101 Número do pedido: *número do pedido selecionado* Data documento: *input do utilizador* Data lançamento: data da receção em sistema Nota de remessa: *input do utilizador* Material: *selecionado pelo utilizador* Quantidade: *input do utilizador* Lote: *input do utilizador* Data de validade: *input do utilizador* Depósito: *input do utilizador*/de origem
Exibir número do movimento de entrada	SAP – Transação migo – *entrada registada*	Nº Doc. Material

Requisitos funcionais do módulo:

- REQ-1: O *software* deve identificar os materiais que necessitam de registar o prazo de vencimento ou lote;
- REQ-2: A aplicação deve permitir dar entrada de apenas alguns dos materiais que estavam pedidos ao fornecedor e atualizar automaticamente o estado do pedido;
- REQ-3: O *software* deve gerir os prazos de vencimento dos materiais e emitir alertas no menu de “transferências de posição” da aplicação, quando esta estiver a expirar;
- REQ-4: A aplicação deve permitir alterar o depósito associado ao material caso se detete um erro;
- REQ-5: A aplicação deve exibir, no final de cada entrada, a nota de remessa e o número Doc. Material associado para que o utilizador guarde essa informação;

- REQ-6: Os stocks devem ser atualizados automaticamente quando se dá entrada de mercadoria através deste menu;
- REQ-7: Os materiais devem migrar para o módulo “Arrumação”, sem posição no depósito atribuída, para que lhes sejam atribuídas as posições.

Esta funcionalidade da aplicação minimiza os erros no processo de receção, facilita o processo de registo de entradas de mercadorias, diminui as discrepâncias de inventário físico e inventário em sistema e, ainda, possibilita o rastreio dos produtos com prazo de validade.

6.3.2.4 Arrumação

Dada a necessidade de garantir flexibilidade e agilidade nos processos físicos do armazém, bem como a tipologia dos materiais armazenados, optou-se, juntamente com a empresa, por separar os processos de receção e arrumação em dois momentos e módulos distintos. Assim, o módulo de Arrumação da aplicação permite ao utilizador atribuir uma posição de armazenagem no depósito aos materiais que são rececionados, aquando da sua arrumação.

No menu principal deste módulo são exibidos todos os itens por arrumar, ou seja, que não têm posição atribuída no depósito. Nesta lista, o utilizador pode facilmente identificar a designação dos materiais, o código SAP e a quantidade a arrumar. Para além disso, a aplicação permite que o utilizador pesquise um material específico para arrumar. Uma vez selecionado o material, a aplicação sugere uma posição de arrumação e a quantidade a arrumar, solicitando a leitura do código QR que identifica o item, a introdução da quantidade a arrumar e, por fim, a leitura do código QR da posição.

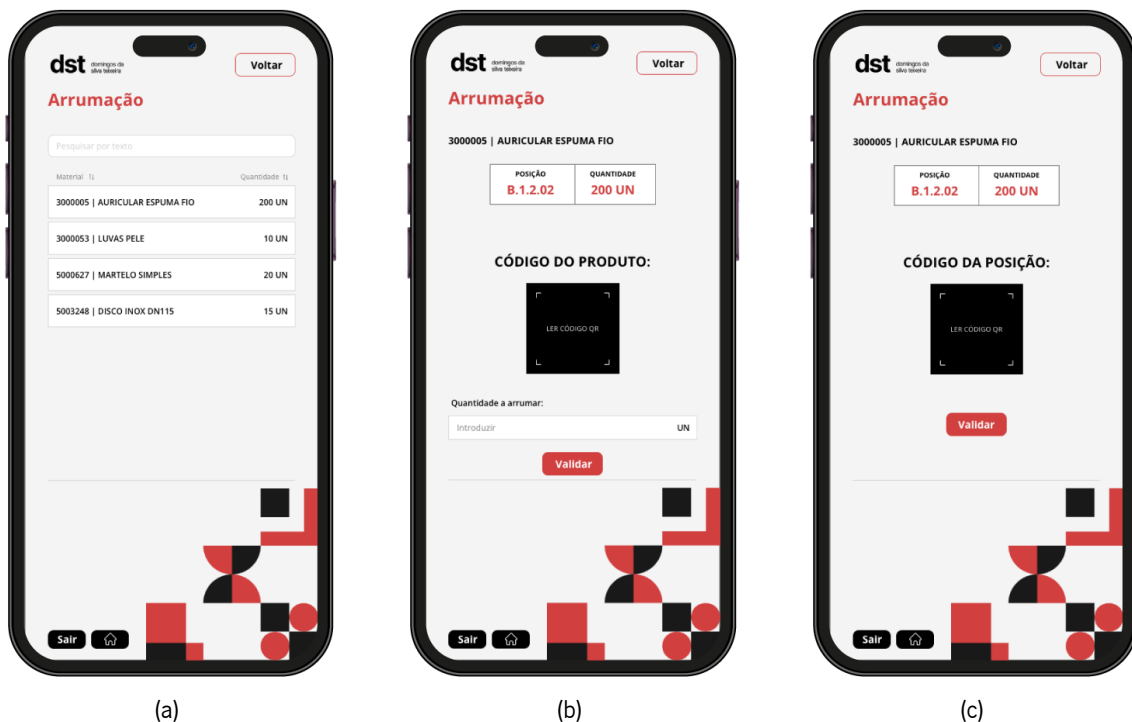


Figura 35. Arrumação: (a) menu de arrumação, (b) sugestão de posição de arrumação e (c) pedido de *inputs*

Requisitos funcionais do módulo:

- REQ-1: Ao selecionar o material a arrumar, a aplicação deve sugerir uma posição de armazenagem e indicar a quantidade a arrumar. A posição deve ser sempre a posição de armazenagem e não a de *picking*;
- REQ-2: Ao fazer a leitura do código QR do material, o *software* deve detetar erros de correspondência entre o material selecionado e o código lido, e emitir aviso de erro ou pedido de repetição;
- REQ-3: Ao fazer a leitura do código QR da posição, o *software* deve detetar erros de correspondência entre a posição sugerida e o código lido, e emitir aviso de erro ou pedido de repetição/confirmação;
- REQ-4: O *software* deve permitir que o utilizador arrume uma quantidade inferior à quantidade total a arrumar daquele material;
- REQ-5: O *software* deve permitir que o utilizador arrume o material noutra posição;
- REQ-6: Ao atribuir posição, a base de dados deve ser automaticamente atualizada, bem como o material deve desaparecer do menu “Arrumação”.

6.3.2.5 Preparação de encomendas

Este módulo permite ao utilizador visualizar todos os pedidos de materiais afetos ao seu local de trabalho, de modo a fazer o *picking* dos materiais pedidos e preparar as encomendas para expedição. No menu principal deste módulo são exibidos todos os pedidos de materiais existentes, divididos em:

- Pedidos de EPIs;
- transferências de pedidos;
- Lista de pedidos das obras.

Tal como se pode observar na Figura 36, a lista de pedidos das obras exibe, em cada obra, a sua designação e código identificativo, bem como uma notificação caso haja necessidade de fazer *picking*.

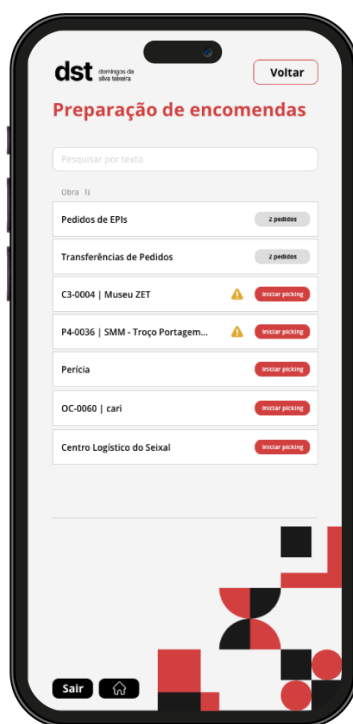


Figura 36. Menu principal do módulo de preparação de encomendas

Relativamente aos pedidos de EPIs, a aplicação exibe todos os pedidos existentes, apresentando o nome e número do colaborador requisitante. Quando o pedido é selecionado, a aplicação apresenta a lista dos

EPIs solicitados pelo colaborador, onde se pode encontrar a designação do material, o código SAP, a data de necessidade, a posição de armazenagem no depósito e a quantidade requisitada.

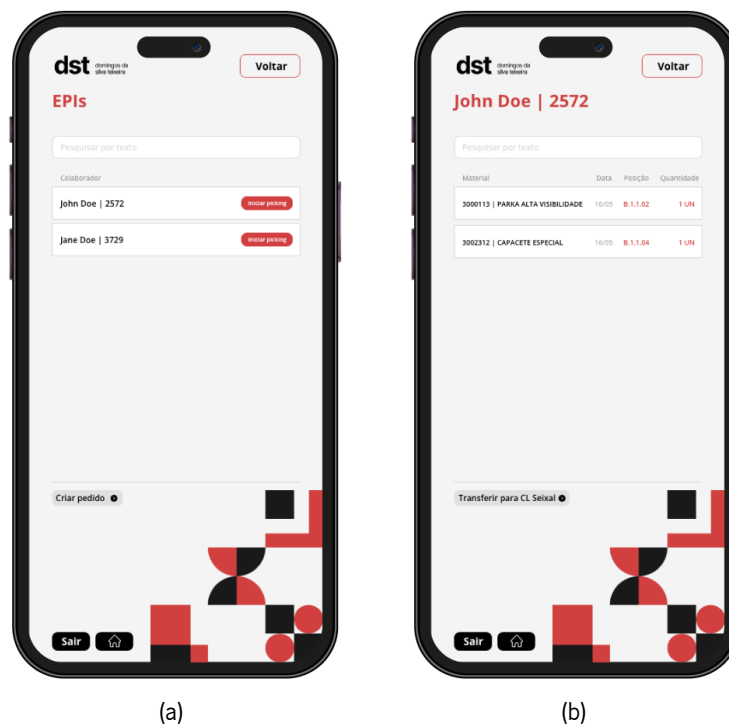


Figura 37. Pedidos de EPIs: (a) lista de pedidos de EPIs e (b) informação do pedido

Quando o utilizador seleciona um pedido, a aplicação apresenta a lista de materiais organizada segundo uma rota de *picking*, de forma a minimizar o espaço percorrido pelo mesmo. Selecionado o material, é solicitada a leitura do código QR do produto, a introdução da quantidade a recolher e, por fim, a leitura do código QR da posição de onde tem de recolher o material.

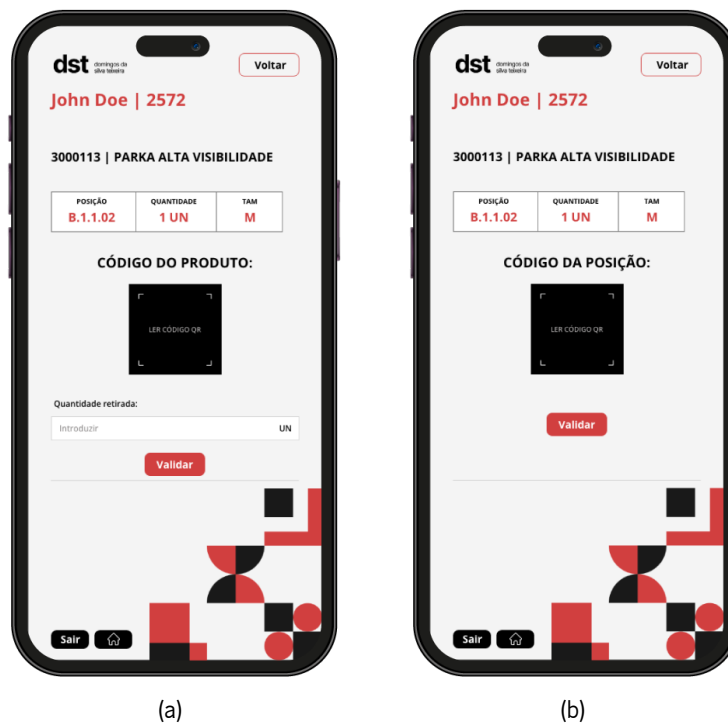


Figura 38. Pedidos de EPIs: (a) informação do pedido e (b) pedido de *inputs*

Quando o utilizador termina o *picking*, a aplicação apresenta um resumo dos materiais recolhidos, os riscos que cada um dos materiais protege e, ainda, solicita a assinatura da declaração de entrega dos EPIs, por parte do colaborador. Posto isto, o *software* comunica com a plataforma GDoc, de forma a fazer chegar as assinaturas e os materiais recebidos pelo colaborador a essa plataforma.

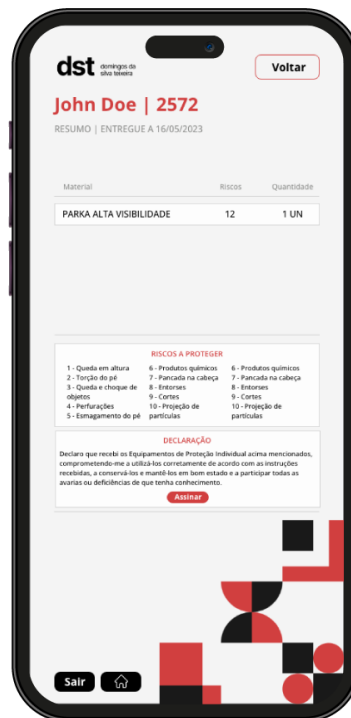


Figura 39. Declaração de entrega dos EPIs

Caso haja necessidade, o utilizador pode criar um pedido de EPIs na própria aplicação. Para isso, deverá clicar no botão “Criar pedido” disponível neste menu, e proceder ao preenchimento dos campos disponibilizados: nome do colaborador, número do colaborador, função desempenhada e empresa. Posto isto, deve criar uma lista de materiais com o preenchimento dos campos: data de necessidade, designação ou código do material, tamanho e quantidade. Finalizando o pedido, este pode ser preparado.

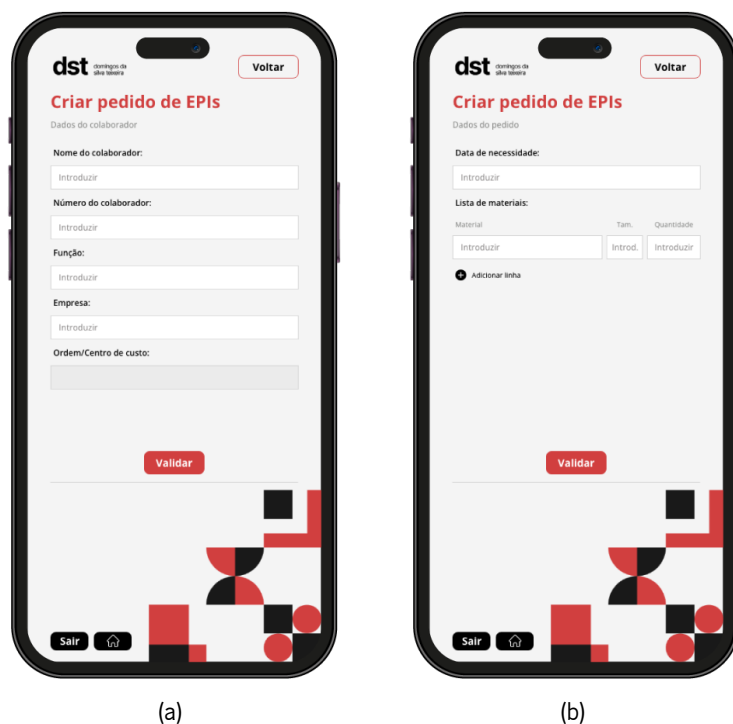


Figura 40. Criação de pedido de EPIs: (a) dados do colaborador e (b) dados do pedido

O campo “Transferência de pedido” da página principal deste módulo refere-se aos pedidos de transferência entre entrepostos, caso haja necessidade. Por vezes, os entrepostos não têm capacidade para responder a um pedido de uma obra, pelo que optam por transferir esse pedido para o outro entreposto, para que esse o satisfaça. Assim, este menu apresenta a lista de pedidos de transferência existentes, agrupados por obra, onde o utilizador pode consultar uma lista dos materiais (código e designação), a data de necessidade, a quantidade requisitada e a disponibilidade do stock. Aqui, o utilizador pode seleccionar os pedidos de materiais que pretende aceitar ou recusar.

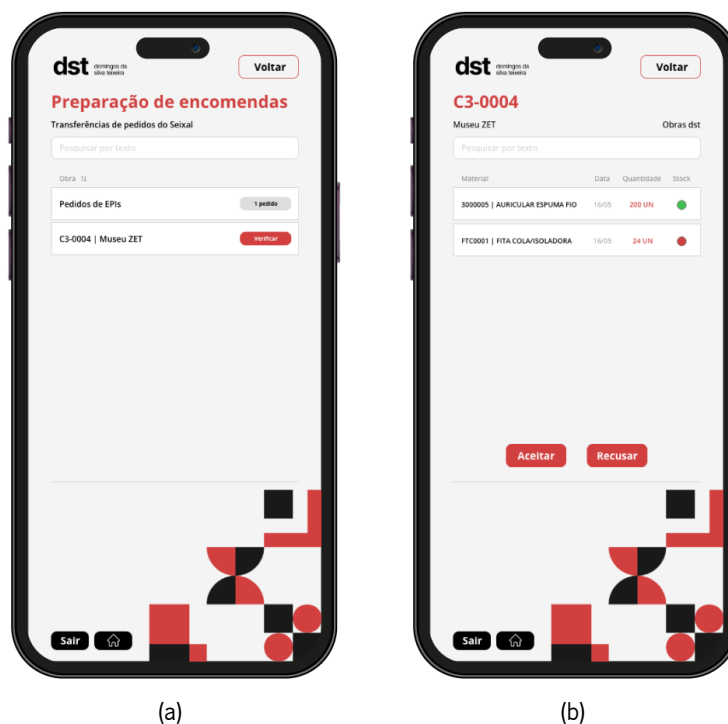


Figura 41. transferências de pedidos: (a) lista de pedidos de transferência e (b) informações do pedido

Relativamente aos pedidos de materiais das obras, o utilizador pode consultar a lista de materiais requisitados pela obra, as datas de necessidade, a posição de armazenagem no depósito, o lote e a quantidade pedida. Se decidir realizar o *picking*, a aplicação solicita a leitura do código QR, a introdução da quantidade a recolher e, por fim, a leitura do código QR da posição (Figura 42).

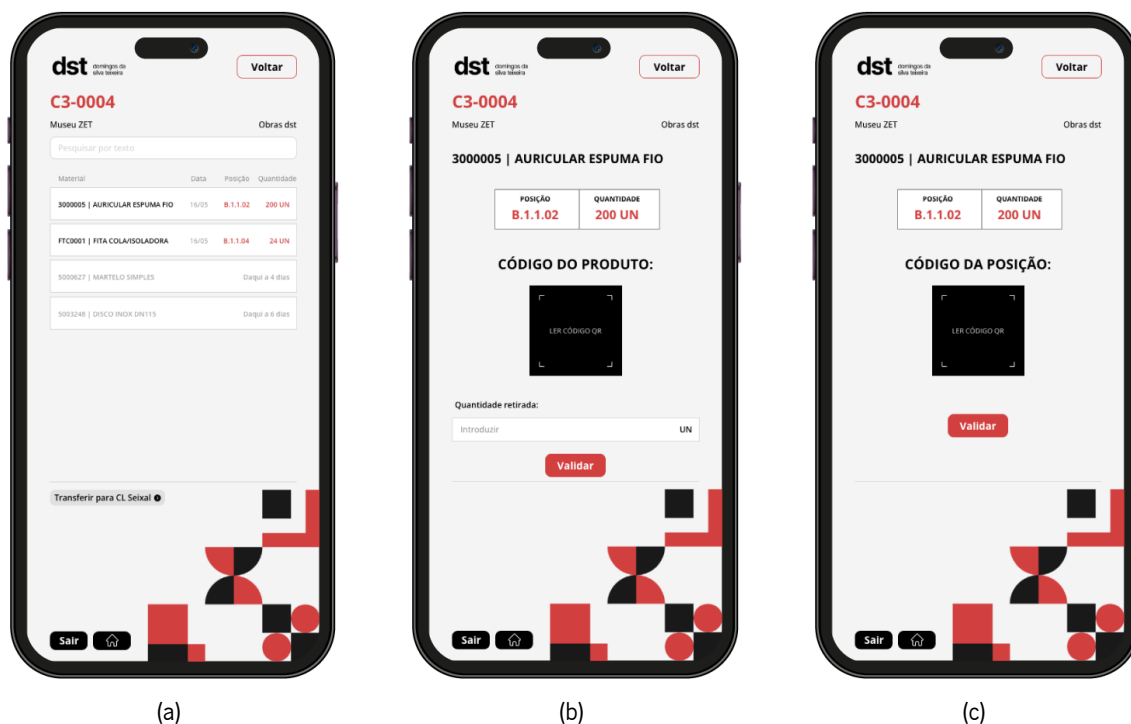


Figura 42. Preparação de pedidos: (a) pedido de materiais, (b) e (c) informações do pedido e pedido de *inputs*

Finalizada a recolha dos materiais, a aplicação apresenta um resumo do *picking* efetuado, contendo a obra de destino (código e designação), a morada, a data da preparação e um código QR gerado automaticamente contendo estas informações. Posto isto, quando o utilizador seleciona o botão “Imprimir etiqueta”, a aplicação comunica com uma impressora de etiquetas e imprime uma etiqueta de expedição semelhante à apresentada na Figura 43. Nesta etiqueta, existe um código QR onde são armazenadas as informações do *picking* realizado.



(a)

dst domingos da silva teixeira		DATA 16/05/2023	PT
REMETENTE		DESTINATÁRIO	
DOMINGOS DA SILVA TEIXEIRA, S.A.		DOMINGOS DA SILVA TEIXEIRA, S.A.	
LOCAL DE CARGA		LOCAL DE DESCARGA	
R DE PITANCINHOS – PALMEIRA 4700-727 BRAGA		PRAÇA DE MUNICÍPIO 4700-000 BRAGA	
OBRA			
C3-0004 MUSEU ZET			

(b)

Figura 43. Preparação de pedidos: (a) Resumo do *picking* e (b) etiqueta de expedição

Requisitos funcionais do módulo:

- REQ-1: A aplicação deve ser capaz de exibir as reservas do SAP, as RCs do SAP e todos os pedidos de EPIs e materiais feitos na plataforma de pedidos;
- REQ-2: Os pedidos de EPIs e as transferências de Pedidos (entre depósitos) devem aparecer sempre em primeiro e segundo lugar na listagem;
- REQ-3: Todos os outros pedidos (obras, Seixal, para centro de custo/ordem) devem ser ordenados na listagem por prioridade, isto é, caso a obra tenha pedidos para o dia atual ou até 3 dias para a frente, devem aparecer em cima e com um aviso (p.e. ícone de sinal de perigo);
- REQ-4: Os materiais a recolher nas rotas devem estar organizados por rota, ou seja, pela posição definida como inicial e final;
- REQ-5: A aplicação deve permitir recolher uma quantidade inferior à do pedido;
- REQ-6: A aplicação deve permitir terminar o *picking* quando o utilizador o quiser (sempre depois de o primeiro material ser recolhido);

- REQ-7: A aplicação deve permitir recolher uma assinatura digital do colaborador aquando da entrega dos EPIs;
- REQ-8: A aplicação deve estar integrada com a plataforma de Gestão de Documentos que o Departamento de Higiene e Segurança utiliza atualmente, e atualizar essa plataforma sempre que são entregues EPIs aos colaboradores;
- REQ-9: A aplicação deve mostrar todas as obras em curso no menu;
- REQ-10: O *software* deve dar baixa de stock dos EPIs quando se termina o *picking* (pedidos de EPIs);
- REQ-11: Os prazos de vencimento devem ser associados aos materiais no SAP e este deve estar parametrizado para forçar o *First Expired First Out* (FEFO) no *picking*;
- REQ-12: A aplicação deve permitir aceitar apenas alguns materiais de cada pedido de transferência;
- REQ-13: A aplicação deve migrar os pedidos de transferência aceites para o menu principal de pedidos;
- REQ-14: Caso o utilizador não aceite a transferência de pedido, o material deve migrar automaticamente para o local de origem;
- REQ-15: Ao aceitar o pedido de transferência, a aplicação deve interagir com o SAP através da transação MB22 (se for uma reserva), alterando o depósito de origem para o novo depósito;
- REQ-16: A aplicação deve sugerir fazer *picking* dos materiais com data de necessidade do dia atual e até 3 dias depois;
- REQ-17: Os materiais que tiverem data de necessidade de 4 dias depois, devem ser exibidos a cinzento-claro/botão escurecido (sem destaque);
- REQ-18: A aplicação deve permitir fazer *picking* dos materiais não sugeridos, caso o utilizador pretenda;
- REQ-19: A aplicação deve exibir um resumo do *picking* realizado e gerar automaticamente um código QR de expedição;

- REQ-20: A aplicação deve associar automaticamente a morada da obra;
- REQ-21: Ao terminar o *picking* e imprimir a etiqueta de expedição, o stock deve “sair” do sistema e ficar num estado de espera até que se valide a expedição;
- REQ-22: Depois do *picking*, as listas de pedidos devem sempre ser atualizadas;
- REQ-23: Ao fazer *picking*, o material deve ficar sem posição atribuída.

6.3.2.6 Expedição

O módulo de expedição permite ao utilizador validar a expedição de um pedido de materiais preparado, emitindo automaticamente uma guia AT ou guia de remessa. O menu principal deste módulo exibe um pedido de leitura do código QR de expedição que se encontra na etiqueta de expedição, apresentando, posteriormente, um resumo. O utilizador pode seleccionar, desseleccionar ou editar as quantidades dos materiais a expedir, podendo também anular a operação ou imprimir uma guia automaticamente.

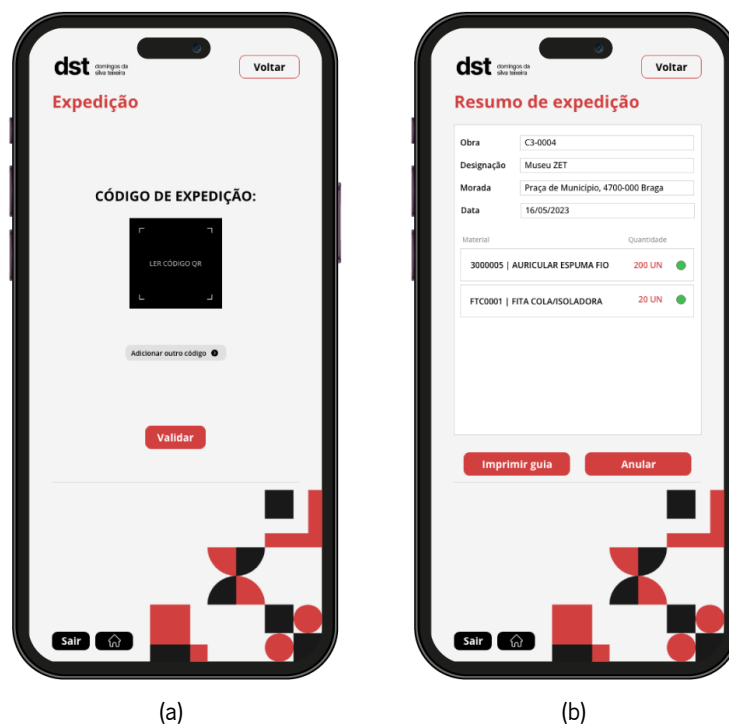


Figura 44. Expedição: (a) pedido de leitura do código QR e (b) resumo de expedição

Requisitos funcionais do módulo:

- REQ-1: A aplicação deve ser capaz de aceder à informação sobre o *picking* realizado através da leitura do código QR de expedição;
- REQ-2: A aplicação deve ser capaz de juntar informação de vários códigos QR, desde que sejam da mesma obra;
- REQ-3: A aplicação deve permitir selecionar, a partir do resumo de expedição, os materiais a expedir;
- REQ-4: Ao selecionar o botão “Imprimir guia” a aplicação deve enviar o documento para imprimir automaticamente a guia de transporte/remessa com a informação do resumo de expedição, tendo em atenção eventuais alterações feitas pelo utilizador;
- REQ-5: Ao selecionar o botão “Anular”, a aplicação deve desfazer a operação de *picking*, reestabelecer os pedidos de materiais e migrar os materiais para o menu de arrumação para voltar a atribuir uma posição;
- REQ-6: Se o utilizador desseleccionar algum material na expedição, o código QR deverá manter-se utilizável para que o utilizador possa expedi-lo mais tarde, ou até para anular os materiais;
- REQ-7: Se o utilizador quiser voltar atrás na operação, nunca deverá clicar no botão “Anular”, mas sim em “Voltar”;
- REQ-8: Se existir um material em stock que esteja à consignação e, ao mesmo tempo, em stock livre, deve dar-se prioridade de venda ao stock livre.

6.3.2.7 Devoluções

O módulo de devoluções da aplicação permite ao utilizador visualizar todos os pedidos de devoluções afetos ao seu local de trabalho, de modo a poder registar a entrada de mercadoria no sistema aquando da receção física.

O menu principal do módulo, apresentado na Figura 45, apresenta uma lista de todos os pedidos de devolução existentes. Selecionada a obra, o utilizador pode consultar a lista de materiais a devolver (código e designação), data de devolução e a quantidade.

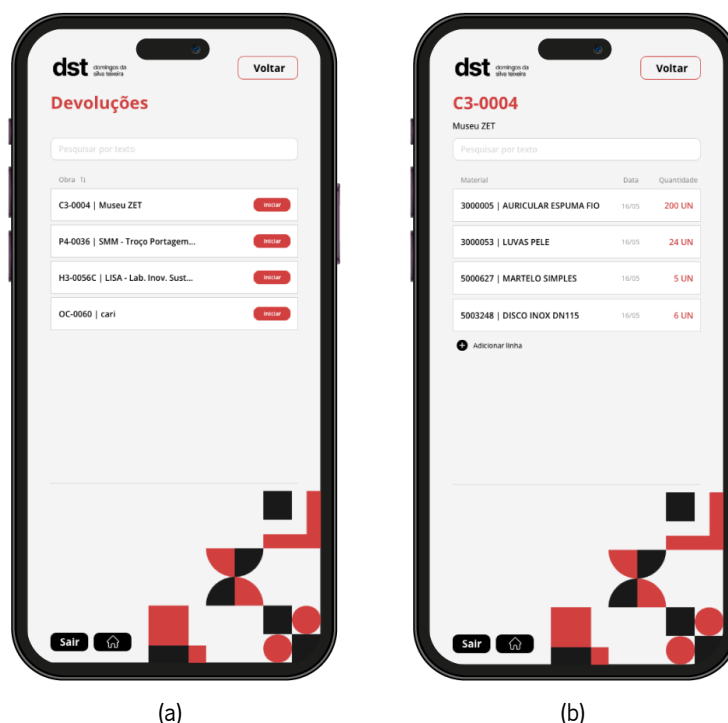


Figura 45. Devoluções: (a) lista de pedidos de devolução e (b) informações do pedido

Selecionado o material que vai receber, o utilizador deve preencher os seguintes campos: quantidade devolvida, quantidade danificada, quantidade a reparar, data de validade (depende do material) e lote (depende do material). No caso de ser necessário acrescentar um material ao pedido de devolução, a aplicação permite que o utilizador selecione o botão “Adicionar linha”. Se o artigo não estiver registado em sistema, o utilizador deve seleccionar o botão “Artigo não registado”, podendo adicionar uma fotografia do material ao *report*, devendo este assunto ser tratado posteriormente em *back office* pelo administrador. Finalizando o processo de devolução, a aplicação produz um relatório da devolução e envia-o automaticamente para a obra.

Requisitos funcionais do módulo:

- REQ-1: A aplicação deve fazer a ligação entre o stock da obra e os materiais que a obra pede para devolver, isto é, a obra não pode pedir para devolver materiais que não possua no seu stock;

- REQ-2: Quando o utilizador fizer a receção da devolução, ao clicar no botão de criar relatório, este deve ser enviado para os *e-mails* cadastrados na obra;
- REQ-3: Os materiais que são identificados para reparar devem migrar automaticamente para o módulo “Materiais em manutenção”. Os materiais que estão OK devem dar entrada automaticamente no stock e migrar para o módulo “Arrumação”, e os danificados (à exceção dos ETMs) são transferidos para o stock da obra, não entrando no stock do armazém;
- REQ-4: No caso de um ETM se encontrar danificado, a aplicação deve registar entrada no stock do armazém e, posteriormente, registar saída do material através de um movimento 221, associado ao PEP (código SAP) da obra;
- REQ-5: Os materiais não registados ou adicionados pelo utilizador (não vêm no pedido) devem ser avaliados posteriormente em *back office*, ou seja, o relatório deve sempre ser revisto no armazém. Esses materiais não devem entrar automaticamente no stock do armazém.

6.3.2.8 Materiais em manutenção

O módulo “Materiais em manutenção” da aplicação permite ao utilizador visualizar todos os materiais que foram reportados com necessidade de manutenção aquando de um processo de devolução e, posteriormente, registar o processo e resultado da manutenção. O menu principal deste módulo, como se pode observar na Figura 46, exibe uma lista de todos os materiais em manutenção no momento. A lista de materiais apresenta, em cada material, o código e designação, o código da obra de onde proveio, a data em que foi registado para manutenção e a quantidade. Selecionado o material, o utilizador deve preencher uma lista de campos: quantidade danificada, quantidade OK, data de validade (depende do material) e lote (depende do material).

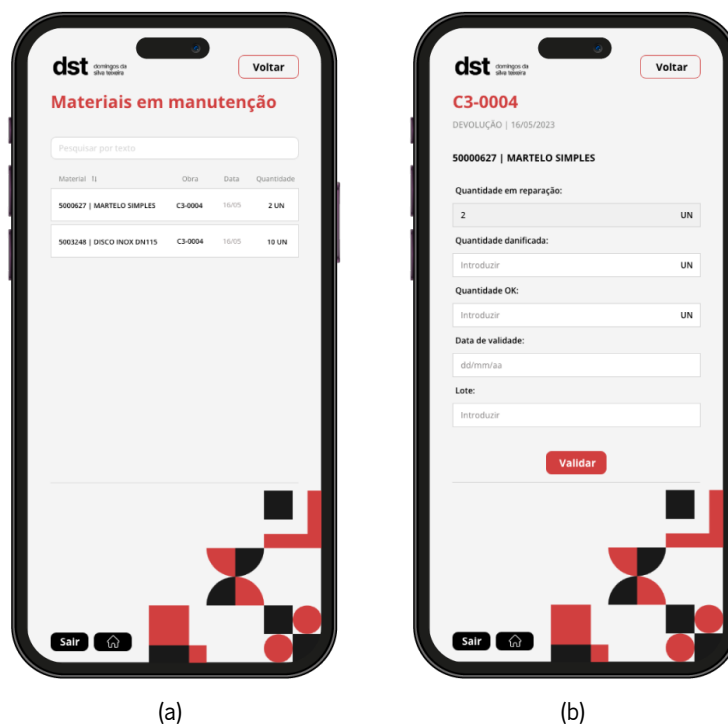


Figura 46. Materiais em manutenção: (a) lista de materiais em manutenção e (b) lista de campos a preencher

Requisitos funcionais do módulo:

- REQ-1: A aplicação deve associar os materiais em manutenção à sua proveniência (obra);
- REQ-2: A quantidade dada como OK deve entrar automaticamente em stock, sem posição atribuída, migrando para o menu “Arrumação”;
- REQ-3: A quantidade danificada é transferida automaticamente para o stock da obra;
- REQ-4: No caso de um ETM se encontrar danificado, a aplicação deve registar entrada no stock do armazém e, posteriormente, registar saída do material através de um movimento 221, associado ao PEP (código SAP) da obra.

6.3.2.9 Correções de inventário

O módulo “Correções de inventário” da aplicação permite ao utilizador corrigir eventuais erros de inventário que detete fisicamente. O menu principal deste módulo exibe um pedido de leitura do código QR do produto que o utilizador pretende validar. Ao fazer a leitura do código, é pedida a leitura do código QR da

posição em que se encontra o produto. A aplicação apresenta, então, as seguintes informações: código do produto, posição e quantidade. Posto isto, o utilizador deve indicar qual a quantidade real armazenada na posição ou a data de validade real e o motivo da discrepância (Figura 47).

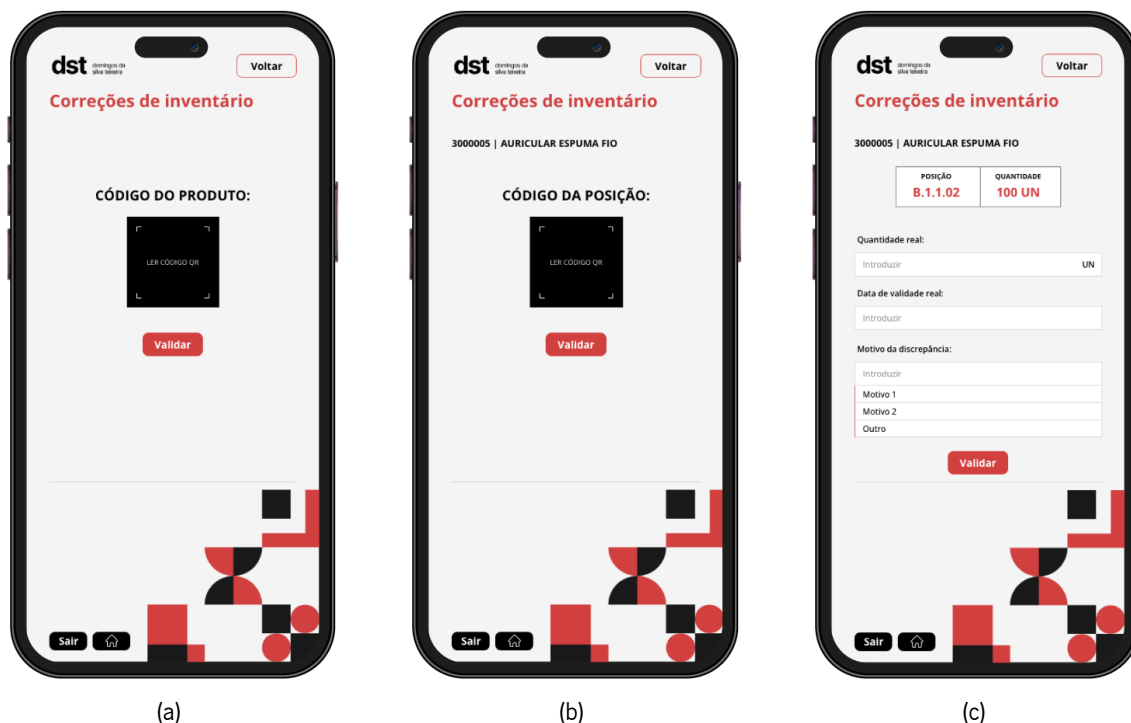


Figura 47. Correções de inventário: (a) pedido de leitura de código de produto, (b) pedido de leitura de código de posição e (c) pedido de *inputs*

Requisitos funcionais do módulo:

- REQ-1: Quando o utilizador submete uma correção de inventário na aplicação, esta deve emitir uma notificação ao Gestor de Armazém para que este analise a discrepância, ou seja, os stocks não devem ser imediatamente atualizados, carecendo de validação.

6.3.2.10 Transferências de posição

O módulo “Transferências de posição” da aplicação permite ao utilizador visualizar todos os materiais que necessitam de ser transferidos de uma posição para outra, quer por necessidade de reposição de stock nas posições de *picking*, quer por vencimento do prazo de validade.

O menu principal deste módulo exibe uma lista de todos os materiais que necessitam de ser transferidos, apresentando o material (código e designação) e a quantidade a transferir. No caso de existir algum

material cujo prazo de validade tenha expirado, essa informação é exibida com destaque (a vermelho), como demonstrado na Figura 48.

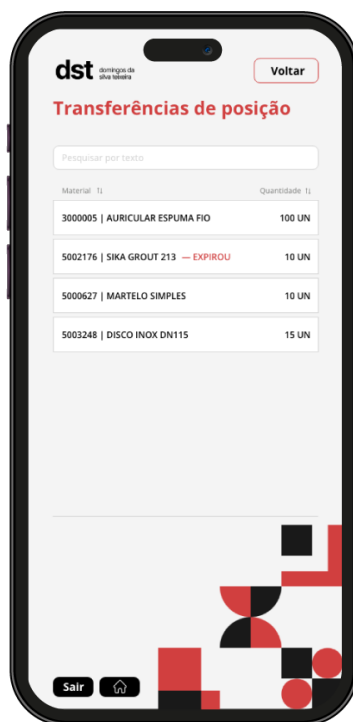


Figura 48. Menu principal do módulo “Transferências de posição”

Selecionando o material a transferir, é exibido um pedido de leitura do código QR do produto que o utilizador pretende transferir, juntamente com a informação da transferência (posição de onde deve ser retirado o produto e quantidade a retirar). Posteriormente, o utilizador deve indicar qual a quantidade a retirar, sendo pedida a leitura do código QR da posição em que se encontra o produto. Por fim, é pedida a leitura do código QR da nova posição exibida na página (Figura 49).

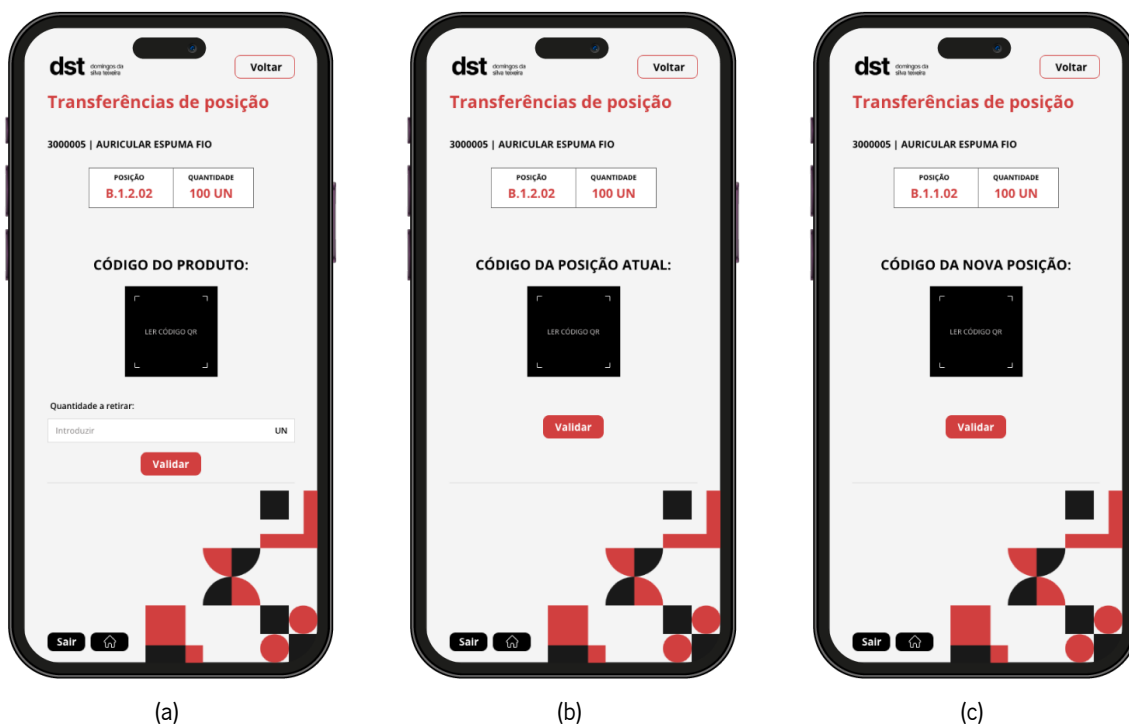


Figura 49. Transferências de posição: (a) pedido de leitura de código de produto, (b) pedido de leitura de código de posição atual e (c) pedido de leitura do código da nova posição

No caso de se tratar de um produto vencido, o utilizador deve validar o código QR do produto e da posição atual e confirmar o vencimento do prazo. Caso tenha ocorrido um erro, o utilizador deve introduzir a data de validade correta, como se observa na Figura 50.

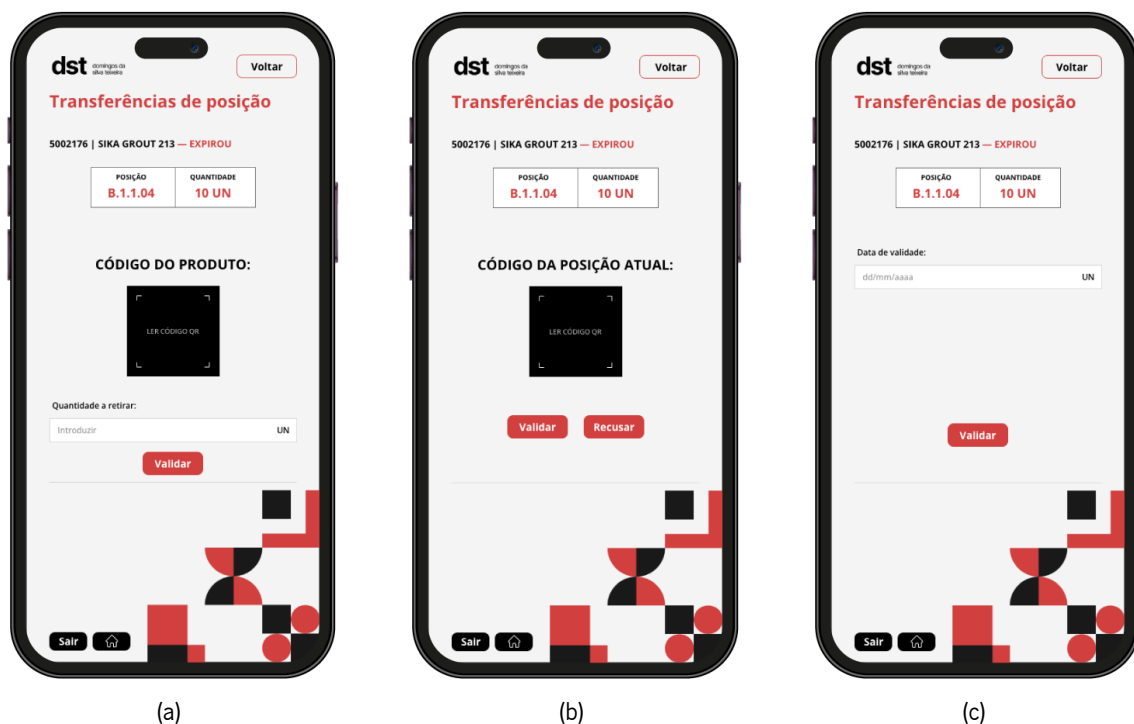


Figura 50. Transferências de posição: (a) pedido de leitura de código de produto expirado, (b) pedido de leitura de código de posição atual e (c) pedido de *inputs*

Requisitos funcionais do módulo:

- REQ-1: No menu principal deve surgir uma notificação na *box* de “transferências de posição” sempre que haja algum material a transferir;
- REQ-2: As notificações surgem quando o stock nas posições de *picking* atingem os níveis mínimos ou quando a data de validade de um produto expirou;
- REQ-3: Caso seja necessário repor o stock de uma posição de *picking*, a aplicação deve enviar uma notificação e guiar o utilizador para que este vá à posição de armazenagem, retire uma certa quantidade, e coloque na posição de *picking*; A aplicação deve atualizar automaticamente as posições na sua base de dados;
- REQ-4: Quando a validade de um material expira, a aplicação deve também emitir uma notificação. O utilizador deve retirar esse material da posição indicada e deve ser comunicado à contabilidade para que se dê consumo do stock.

6.3.2.11 Inventário

O módulo “Inventário” da aplicação permite ao utilizador consultar os stocks e outras informações acerca dos materiais. O menu principal deste módulo, apresentado na Figura 51, apresenta uma lista de todos os materiais armazenados no local de trabalho selecionado pelo utilizador e o stock disponível. Selecionando o material, a aplicação exibe várias informações acerca do mesmo: quantidade em stock, quantidade a receber do fornecedor, quantidade reservada para encomendas, posição de *picking* e armazenagem (com stocks mínimos, atuais e máximos) e fotografia do mesmo. Caso seja necessário, o utilizador pode fazer um pedido de reforço de stock através da aplicação, que comunica diretamente com o Gestor de Stock de forma a que este avalie o pedido.

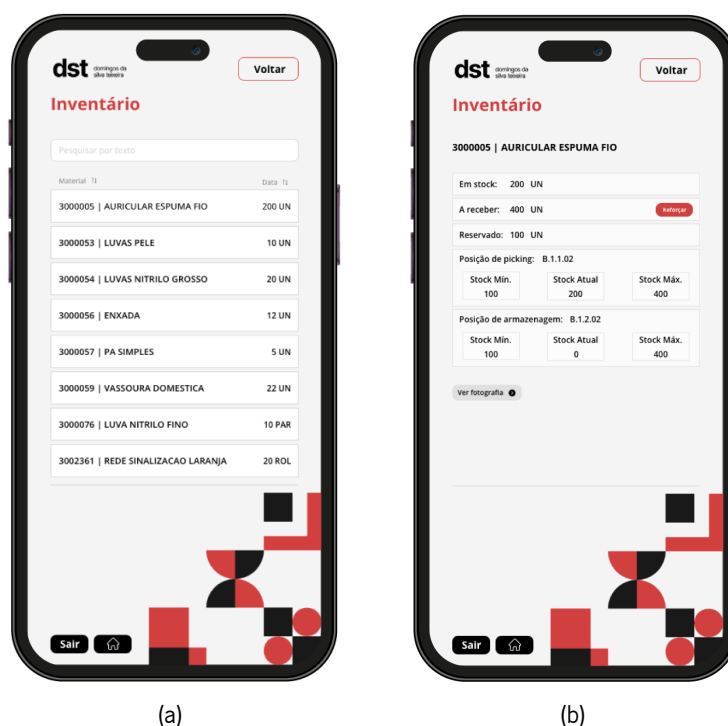


Figura 51. Inventário: (a) lista de materiais e (b) informações do material

Requisitos funcionais do módulo:

- REQ-1: A aplicação deve associar as encomendas preparadas (em espera para expedição) ao stock reservado;
- REQ-2: A aplicação deve ser capaz de aceder ao stock nas posições;

- REQ-3: A aplicação deve ser capaz de mostrar uma fotografia dos materiais para consulta do utilizador;
- REQ-4: Ao pedir reforço de stock, deve ser enviada uma notificação ao administrador (Gestor de Stock) para que este dê seguimento ao pedido.

A implementação deste sistema oferece uma solução adaptável para a gestão logística da dst. A rastreabilidade proporciona não só uma visibilidade geral melhorada, como também uma tomada de decisão mais informada, fundamentada em dados em tempo real. Além disso, a proposta aborda os requisitos funcionais essenciais, apresentados na Tabela 5 da Subsecção 5.5.1, para garantir uma integração bem-sucedida. Ao adotar este sistema, a dst estaria não só a modernizar as suas operações, como também a fortalecer a sua competitividade num ambiente de negócios cada vez mais dinâmico.

Capítulo 7

Definição de um plano de implementação

Neste capítulo é abordada a última etapa da metodologia de investigação, onde é definido um plano de implementação para a solução proposta. Inicialmente, são identificados os pré-requisitos essenciais para o funcionamento do sistema e, por fim, é apresentado o plano de implementação detalhado.

7.1 Pré-requisitos para a implementação

De forma a assegurar o sucesso da implementação do sistema de rastreabilidade interna nos armazéns da dst, foram identificados alguns pré-requisitos que devem ser cumpridos em primeira instância. Estes pré-requisitos são elementos cruciais, representando tarefas ou projetos de menor dimensão que devem ser integralmente concluídos antes da fase de desenvolvimento e implementação do sistema. A seguinte lista apresenta os pré-requisitos identificados:

- **Matriz de materiais por localização:** dado que os materiais são geridos através do sistema SAP e estão alocados a depósitos virtuais que não representam necessariamente a sua localização nos armazéns, torna-se necessário criar uma matriz dos materiais existentes por localização, de forma que essa informação possa ser utilizada no *software* de gestão dos armazéns;
- **Layouts dos armazéns:** os *layouts* dos armazéns, tanto interiores como exteriores, devem ser reavaliados e reajustados para o bom funcionamento do sistema;
- **Estratégia de armazenagem nos armazéns:** a estratégia de armazenagem dos armazéns deve ser reavaliada de forma a ir de encontro às necessidades da dst. Com este pré-requisito, é identificada a necessidade de realizar um estudo sobre a futura estratégia de arrumação nos armazéns;

- **Sistema de localização:** criação das posições e zonas de armazenagem, utilizando o sistema de localização e nomenclatura propostos anteriormente;
- **Sistema de identificação:** criação e aplicação das etiquetas de materiais, etiquetas de posições e placas exteriores;
- **Plataforma de pedidos:** criação de uma plataforma de pedidos que colmate as falhas identificadas anteriormente, de forma que os pedidos possam ser centralizados;
- **Transação SAP para atribuição de posições de armazenagem:** dada a inexistência desta transação, é necessário o seu desenvolvimento para que as posições dos materiais possam ser registadas no sistema;
- **Códigos de materiais que existam em vários tamanhos:** para rastrear os vários tamanhos dos materiais, é necessária a criação de novos códigos no sistema SAP, dado que não existem;
- **Base de dados de EPIs:** é necessária a criação de uma base de dados com informação de todos os EPIs existentes, códigos, designações, tamanhos existentes e riscos que cada um destes protege, para que possa ser associada ao *software* de gestão de armazéns;
- **Modelo de etiqueta de expedição:** dado que as etiquetas de expedição não são utilizadas atualmente, é necessária a criação de um modelo;
- **Pedidos de devolução:** como referido anteriormente, é necessária a criação de um mecanismo de realização de pedidos de devolução das obras, para que esta informação seja associada ao *software* de gestão de armazéns;
- **Template de relatório de devolução:** criação de um *template* de relatório de devolução para ser enviado através do *software* de gestão de armazéns no fim do processo de devoluções.

7.2 Plano de Projeto: implementação

Título: Implementação do Sistema de Rastreabilidade Interna nos armazéns da dst.

Objetivo: Implementar um sistema de rastreabilidade para melhorar a gestão de armazéns e a visibilidade de materiais na dst, reduzindo erros, otimizando processos e melhorando a eficiência operacional.

7.2.1 Fases do projeto

7.2.1.1 Fase 1: Implementação de Sugestões de Melhoria

Duração: 3 meses

Atividades:

- Seleção e implementação das sugestões de melhoria propostas
- Formação da equipa de logística nas novas práticas
- Monitorização contínua dos resultados

7.2.1.2 Fase 2: Preparação de Pré-Requisitos

Duração: 6 meses

Atividades:

- Desenvolvimento dos pré-requisitos:
 - Matriz de materiais por localização
 - *Layouts* dos armazéns
 - Estratégia de armazenagem nos armazéns
 - Sistema de localização
 - Sistema de identificação
 - Plataforma de pedidos
 - Transação SAP para atribuição de posições de armazenagem
 - Códigos de materiais que existam em vários tamanhos
 - Base de dados de EPIs

- Modelo de etiqueta de expedição
 - Pedidos de devolução
 - *Template* de relatório de devolução
- Monitorização contínua dos resultados

7.2.1.3 Fase 3: Desenvolvimento e Testes Piloto

Duração: 8 meses

Atividades:

- Desenvolvimento do *software* e aplicação de gestão de armazéns
- Configuração do *hardware*
- Realização de testes piloto em pequena escala em armazéns selecionados

7.2.1.4 Fase 4: Implementação Completa

Duração: 6 meses

Atividades:

- Implementação da solução de rastreabilidade em todos os armazéns da dst
- Formação da equipa de logística na utilização do sistema
- Monitorização e ajustes iniciais

7.2.1.5 Fase 5: Avaliação e Melhoria Contínua

Duração: Contínua

Atividades:

- Avaliação contínua da eficiência do sistema
- Implementação de melhorias e atualizações conforme necessário
- Manutenção preventiva do *hardware*

7.2.2 Cronograma do projeto

Plano de implementação

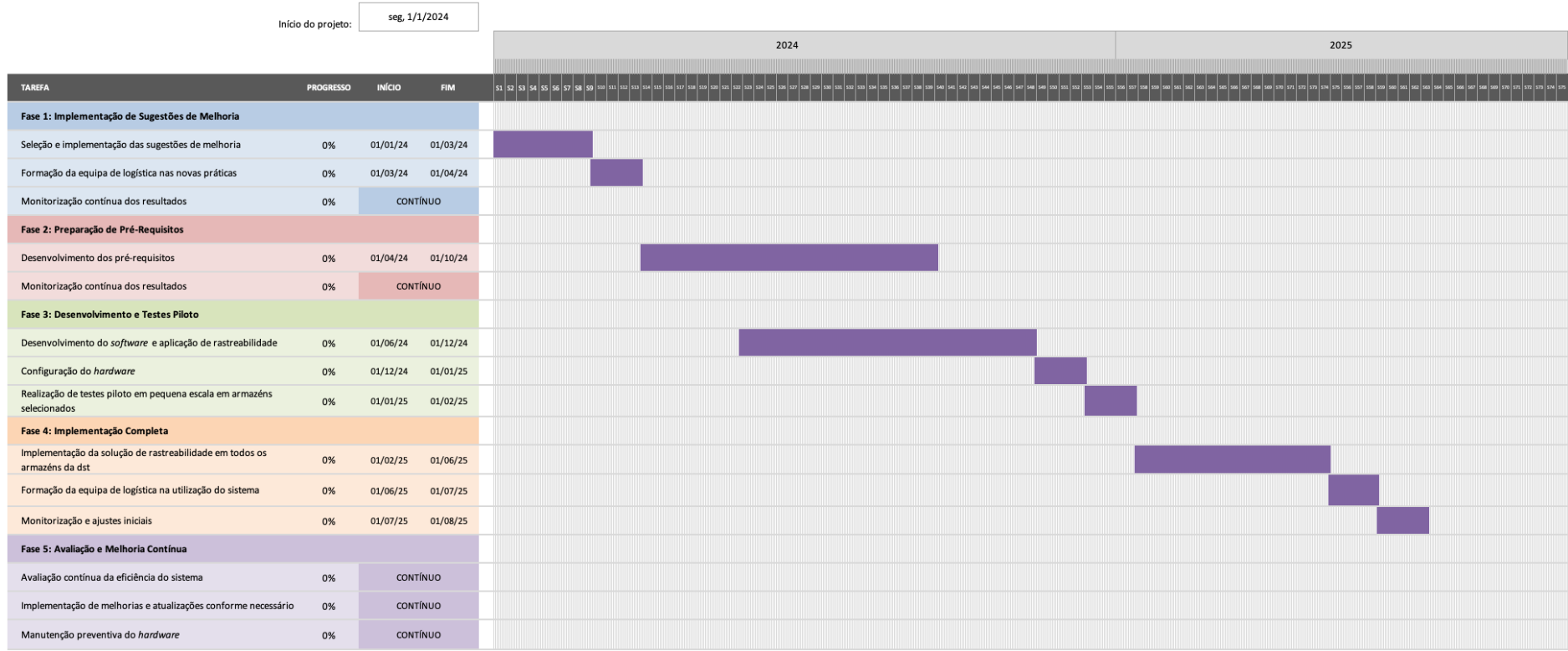


Figura 52. Cronograma do plano de implementação

7.3 **Software Requirements Specification (SRS)**

Com o objetivo de facilitar e promover a celeridade da implementação da solução proposta, foi criado um documento denominado *Software Requirements Specification (SRS)*. Este documento descreve os requisitos funcionais e não funcionais do *software* e como se espera que funcione. Descreve como o sistema se deve comportar, as suas funcionalidades, interfaces, desempenho e outros aspetos importantes para o seu desenvolvimento. O SRS é fundamental para garantir que tanto a equipa de desenvolvimento da dst, como os *stakeholders* tenham uma compreensão clara e comum dos objetivos e funcionalidades do sistema a ser desenvolvido. A Figura 53 ilustra a capa do documento desenvolvido, sendo o documento completo apresentado no Apêndice F.

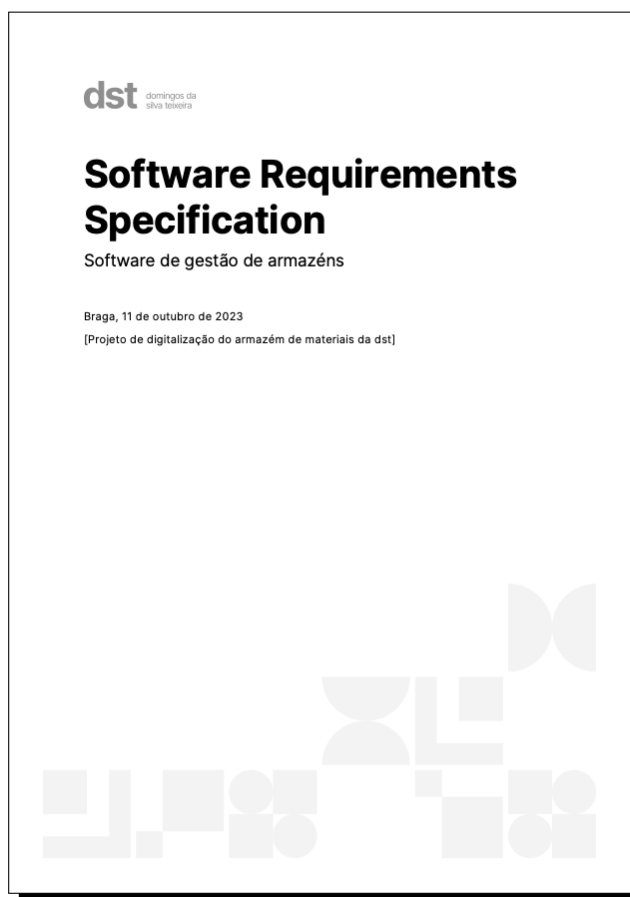


Figura 53. *Software Requirements Specification*

Capítulo 8

Conclusões e sugestões de trabalhos futuros

Neste capítulo apresentam-se as conclusões referentes ao desenvolvimento da presente dissertação, bem como algumas propostas de trabalhos futuros.

8.1 Conclusões

O principal foco da presente dissertação consistiu na realização de um estudo sobre a implementação de um sistema de rastreabilidade interna na empresa dst, com o intuito de desenhar uma solução capaz de melhorar as operações de gestão dos armazéns, reduzindo ineficiências e melhorando tanto o desempenho como a produtividade associados às operações. Assim, para a concretização dos objetivos estabelecidos, definiu-se uma metodologia de investigação composta por quatro fases, onde se incluíram as seguintes atividades: caracterização e diagnóstico da atividade de armazenagem *AS IS*, definição da atividade de armazenagem *TO BE*, desenho conceptual do sistema e, por fim, a definição de um plano de implementação.

Na primeira parte do projeto exploraram-se os estados operacionais atuais do centro logístico da dst. Esta etapa consistiu na recolha de dados e informações essenciais ao mapeamento de todos os processos físicos e administrativos realizados nos armazéns de materiais, a fim de identificar desperdícios. Foram analisados os armazéns, os tipos de materiais armazenados, os processos logísticos, a organização do trabalho e da equipa e, por fim, a eficiência das operações. Concluiu-se, através dos resultados obtidos, que as ineficiências encontradas se podem resumir em ineficiências no processo de arrumação de mercadoria, na gestão dos inventários, na gestão de pedidos de materiais, no processo de *picking*, entre outros. De uma forma geral, estes desperdícios devem-se à predominância de processos manuais e à inexistência de tecnologias que os apoiem. A acrescentar a isto, notou-se a inexistência de sistemas de localização e identificação de materiais e posições de armazenagem, a inexistência de procedimentos para devoluções, inexistência de horários de atendimento e, ainda, a descentralização da gestão de pedidos de materiais.

Posteriormente, com base nos desperdícios identificados, na segunda parte do projeto foram desenvolvidas propostas para aprimorar a atividade de armazenagem na dst. As propostas incluíram alterações ao *layout* dos armazéns e a implementação de sistemas de localização e identificação de materiais e posições. Ao nível da gestão dos materiais, propôs-se a criação de um procedimento de devoluções e de uma plataforma de pedidos destinada a simplificar e melhorar o processo de solicitação de materiais. Por fim, abordou-se a solução de rastreabilidade idealizada que conta com um sistema de gestão de armazéns. As propostas apresentadas colmatam a grande maioria dos desperdícios identificados na etapa anterior, pelo que se considera que a sua implementação traria melhorias na eficiência das operações.

Na terceira etapa do projeto construiu-se o desenho conceptual do sistema, iniciando com a identificação, análise e comparação de três tecnologias de rastreabilidade, recorrendo ao método AHP. Deste estudo, concluiu-se que a tecnologia de Código QR seria a mais indicada para as necessidades da dst. Assim, foi desenhado um sistema de rastreabilidade, bem como todo o seu funcionamento. Com a implementação desta solução espera-se reduzir a carga de trabalho dos funcionários dos armazéns, reduzir o trabalho em papel, as despesas financeiras por uma gestão ineficiente dos armazéns e, ainda, aumentar o nível de serviço do centro logístico.

A quarta e última parte do projeto consistiu na criação de um plano de implementação para a solução proposta. Identificaram-se em primeira instância os pré-requisitos para o funcionamento do sistema e delineou-se um plano de implementação detalhado onde estes foram incluídos. Para além disto, criou-se um documento denominado *Software Requirements Specification*, que descreve os requisitos funcionais e não funcionais do *software*, bem como todas as funcionalidades do mesmo.

Acredita-se que o principal objetivo da presente dissertação foi alcançado, uma vez que após o processo de investigação e desenvolvimento, conseguiu-se conceber uma solução desenhada à medida das necessidades da dst, capaz de colmatar os vários desperdícios identificados ao longo do processo. Deste modo, cumpridos os objetivos do projeto, considera-se, também, que se respondeu às questões de investigação levantadas no início do projeto.

A realização deste projeto permitiu concluir que a introdução desta solução potenciaria uma melhor gestão dos materiais e um aumento da produtividade nos armazéns de materiais, permitindo a escalabilidade da operação da dst. No entanto, o facto de a solução ter sido desenhada à medida das necessidades da dst

e não adquirida uma solução já existente no mercado, torna o processo de implementação mais difícil e moroso, devido à necessidade de desenvolvimento da solução a nível interno.

A título individual, este projeto contribuiu para o desenvolvimento pessoal e profissional, na medida em que possibilitou o contacto com o setor da construção civil, potenciando a aquisição de conhecimentos nesta área. Durante o desenvolvimento do projeto, existiram algumas limitações e dificuldades, como por exemplo: o desconhecimento do funcionamento do sistema SAP, a elevada variedade de referências de materiais armazenados, suas características e tipologias, a dependência da disponibilidade dos trabalhadores para a obtenção de informações imprescindíveis à realização do projeto, etc. No entanto, todas as adversidades contribuíram para a estimulação da capacidade de resolução de problemas, capacidade de lidar com todo o tipo de pessoas e, acima de tudo, a capacidade de influenciar e estimular o *mindset* de melhoria contínua nas pessoas envolvidas, direta ou indiretamente, neste projeto. Para a empresa, considera-se que o trabalho desenvolvido foi positivo, uma vez que as melhorias propostas foram bem recebidas e podem contribuir para uma melhoria dos processos realizados nos armazéns de materiais.

8.2 Perspetiva de trabalhos futuros

No que diz respeito a trabalhos futuros, sugere-se, em primeiro lugar, a implementação dos pré-requisitos listados na Secção 7.1 dado serem cruciais para o sucesso da implementação da solução como um todo. Para além disso, de forma a reduzir a ineficiência da gestão dos materiais devido à complexidade do sistema de codificação e identificação atualmente utilizado, sugere-se a realização de um estudo minucioso dos materiais armazenados. Neste estudo recomenda-se a realização de uma análise à identificação dos materiais, onde se incluiria a atualização das descrições utilizadas, dos códigos identificativos, das unidades de movimentação, etc. Simplificando e padronizando o sistema de codificação, os processos de gestão dos materiais e de gestão de pedidos tornar-se-iam mais simples, eliminando a entropia que se verifica atualmente. A complementar a este estudo, propõe-se a criação de uma base de dados dos materiais armazenados, com levantamento de dimensões, pesos, volumes, unidades de saída, unidades de armazenagem, tipo ABC, etc. Este trabalho foi iniciado durante o período da realização deste projeto, no entanto, não foi terminado dada a sua dimensão. Ainda assim, considera-se um trabalho essencial para garantir a escalabilidade da operação na dst, permitindo a evolução futura do sistema proposto.

Referências bibliográficas

- Albaloushi, H., & Skitmore, M. (2008). Supply Chain Management in the UAE Construction Industry. *International Journal of Construction Management*, 8. <https://doi.org/10.1080/15623599.2008.10773108>
- Alyahya, S., Wang, Q., & Bennett, N. (2016). Application and integration of an RFID-enabled warehousing management system – a feasibility study. *Journal of Industrial Information Integration*, 4, 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2016.08.001>
- Arif, M. S., Supomo, H., Alifia, W. U., & Wahidi, S. I. (2022). Ship production process monitoring application using qr-code technology. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, 972(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/972/1/012016>
- Aruldoss, M., Lakshmi, T., & Venkatesan, V. (2013). A Survey on Multi Criteria Decision Making Methods and Its Applications. *American Journal of Information Systems*, 1, 31–43.
- Asadi, S. (2011). Logistics System: Information and Communication Technology. Em *Logistics Operations and Management: concepts and models* (pp. 221–245). Elsevier.
- Benbasat, I., Goldstein, D. K., & Mead, M. (1987). The Case Research Strategy in Studies of Information Systems. *MIS Quarterly*, 11(3), 369–386. <https://doi.org/10.2307/248684>
- Bougdira, A., Akharraz, I., & Ahaitouf, A. (2020). A traceability proposal for industry 4.0. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 11(8), 3355–3369. <https://doi.org/10.1007/s12652-019-01532-7>
- Brunelli, M. (2015). *Introduction to the Analytic Hierarchy Process* (1ª ed.). Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-12502-2>
- Carvalho, J. C., Guedes, A. P., Arantes, A. J. M., Martins, A. L., Póvoa, A. P. B., Luís, C. A., ... Ramos, T. (2012). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (1ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo.
- Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply Chain Management* (4ª ed.). Pearson Education.
- Council of Supply Chain Management, CSCMP. (2013). Council of Supply Chain Management Professionals.
- Dabbene, F., & Gay, P. (2011). Food traceability systems: Performance evaluation and optimization. *Computers and Electronics in Agriculture*, 75(1), 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2010.10.009>

- Dainty, A. R. J., Briscoe, G. H., & Millett, S. J. (2001). Subcontractor perspectives on supply chain alliances. *Construction Management and Economics*, 19(8), 841-848. <https://doi.org/10.1080/01446190110089727>
- Deineko, Z., Stonik, S., & Lyashenko, V. (2022). Usage and Application Prospects QR Codes. *International Journal of Engineering and Information Systems*, 6, 40–48.
- Dukic, G., & Oluic, C. (2004, 01). Order-picking routing policies: simple heuristics, advanced heuristics or optimal algorithm. Em (Vol. 50, pp. 530–535).
- Erkan, T. E., & Can, G. F. (2014). Selecting The Best Warehouse Data Collecting System By Using AHP And FAHP Methods. *Tehnicki vjesnik*, 21(1).
- Farooq, S., & O'Brien, C. (2012). A technology selection framework for integrating manufacturing within a supply chain. *International Journal of Production Research*, 50(11), 2987–3010. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.588265>
- Farshidi, S., Jansen, S., Jong, R., & Brinkkemper, S. (2018, 05). A decision support system for software technology selection. *Journal of Decision Systems*, 27, 1–13. <https://doi.org/10.1080/12460125.2018.1464821>
- Forman, E. H., & Gass, S. I. (2001). The analytic hierarchy process: An exposition. *Operations Research*, 49(4), 469–486.
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Hamzeh, R., Zhong, R., Xu, X. W., Kajáti, E., & Zolotova, I. (2018). A technology selection framework for manufacturing companies in the context of industry 4.0. Em 2018 world symposium on digital intelligence for systems and machines (disa) (pp. 267–276). <https://doi.org/10.1109/DISA.2018.8490606>
- Hunt, V., Puglia, A., & Puglia, M. (2006). *Rfid - A Guide to Radio Frequency Identification*.
- Jato-Espino, D., Castillo-Lopez, E., Rodriguez-Hernandez, J., & Canteras-Jordana, J. C. (2014). A review of application of multi-criteria decision making methods in construction. *Automation in Construction*, 45, 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.05.013>
- Khalfan, M. M., Anumba, C. J., Siemieniuch, C. E., & Sinclair, M. A. (2001). Readiness assessment of the construction supply chain for concurrent engineering. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7(2), 141-153. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(00\)00023-X](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(00)00023-X)
- Kieseberg, P., Leithner, M., Mulazzani, M., Munroe, L., Schrittwieser, S., Sinha, M., & Weippl, E. (2010).

- Qr Code Security. Em (pp. 430–435). <https://doi.org/10.1145/1971519.1971593>
- Kim, S.-Y., & Nguyen, V. T. (2022). Supply chain management in construction: critical study of barriers to implementation. *International Journal of Construction Management*, 22(16), 3148-3157. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1843768>
- Poon, T., Choy, K., Chow, H. K., Lau, H. C., Chan, F. T., & Ho, K. (2009). A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 8277-8301. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.10.011>
- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance*. The Free Press.
- Razak, G. M., Hendry, L., & Stevenson, M. (2021, 10). Supply chain traceability: a review of the benefits and its relationship with supply chain resilience. *Production Planning & Control*, 34, 1–21. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1983661>
- Rowles, D. (2014). *Mobile marketing: How mobile technology is revolutionizing marketing, communications, and advertising*. Kogan Page Ltd.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2014). Order picking and packing. Em *The Handbook of Logistics and Distribution Management: understanding the supply chain* (5^a ed., pp. 303–324). Kogan Page Limited.
- Russo, R., & Camanho, R. (2015). Criteria in AHP: A Systematic Review of Literature. *Procedia Computer Science*, 55, 1123–1132. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.081>
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process – what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3), 161–176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98.
- Sadjady, H. (2011). Physical Flows. Em *Logistics Operations and Management: concepts and models* (pp. 11–40). Elsevier.
- Subramanya, K. N., & Rangaswamy, T. (2012). Impact of Warehouse Management System in a Supply Chain. *International Journal of Computer Applications*, 54(1), 14–20. <https://doi.org/10.5120/8530-2062>
- Tavana, M., & Banerjee, S. (1995). Strategic Assessment Model (SAM): A Multiple Criteria Decision Support System for Evaluation of Strategic Alternatives*. *Decision Sciences*, 26(1), 119–143. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1995.tb00840.x>
- Torkkeli, M., & Tuominen, M. (2002). The contribution of technology selection to core competencies.

- International Journal of Production Economics*, 77(3), 271–284. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(01\)00227-4](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(01)00227-4)
- van der Vorst, J. G. A. J. (2004). Supply Chain Management: theory and practices. Em T. Camps, P. J. M. Dr Diederer, G. J. Dr Ir Hofstede, & B. Vos (Eds.), *Bridging theory and practice* (pp. 105–128). Reed Business.
- Vrijhoef, R., & Koskela, L. (2000). The four roles of supply chain management in construction. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 6(3), 169–178. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(00\)00013-7](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(00)00013-7)
- Wang, M., Zhang, R.-Q., & Fan, K. (2020). Improving order-picking operation through efficient storage location assignment: A new approach. *Computers & Industrial Engineering*, 139. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106186>
- Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. (2020). Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*, 58(1), 18–43. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1612964>
- Xue, X., Wang, Y., Shen, Q., & Yu, X. (2007). Coordination mechanisms for construction supply chain management in the Internet environment. *International Journal of Project Management*, 25(2), 150-157. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.09.006>
- Ylikoski, P., & Zahle, J. (2019). Case study research in the social sciences. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 78, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2019.10.003>
- Yu, S. (2007). RFID implementation and benefits in libraries. *The Electronic Library*, 25(1), 54–64. <https://doi.org/10.1108/02640470710729119>
- Zhang, R., & Li, D. (2011). A review of the adoption of supply chain management in construction. Em 2011 IEEE International Conference on Automation and Logistics (ICAL) (pp. 187–191). <https://doi.org/10.1109/ICAL.2011.6024709>

Apêndices

Apêndice A

Famílias e subfamílias dos materiais

Tabela A.0.1. Famílias e subfamílias de materiais

Família	Subfamília
Equipamentos de proteção individual	Vestuário
	Calçado
	Luvas
	Óculos
	Auriculares
	Máscaras
	Capacetes
Material de Segurança	Cintas
	Cogumelos
	Salvamento
	Proteção
	Acessórios de Segurança
	Manilhas
Manutenção do complexo	Água
	Papel
Explosivos	
Ferragens	Parafusos
	Pregos
	Elemento União

Tabela A.0.1. (continuação)

Família	Subfamília
Material de Desgaste Rápido	Chaves
	Escovas e Lixas
	Material de medição
	Material de corte
	Material de perfuração
	Ferramentas auxiliares
	Cabos, Correntes e Cordas
	Ferramentas pequenas
Material elétrico	Extensões
	Fichas
	Lâmpadas
	Cabos
	Energia
	Acessórios Elétricos
Material de Limpeza	Detergentes
	Panos e esponjas
	Baldes
	Vassouras e esfregonas
	Outros
Químicos	Weber
	Colas
	Sika
	Tintas
	Químicos de limpeza
	Outros

Tabela A.0.1. (continuação)

Família	Subfamília
Sinalização	Sinais
	Fitas de sinalização
	Redes de sinalização
Materiais de construção	Varão
	Separadores
	Revestimento
	Redes
	Cerâmicos
	Acessórios e matéria-prima
Diversos	

Apêndice B

Processos do armazém

B.1 Reservas de materiais via SAP

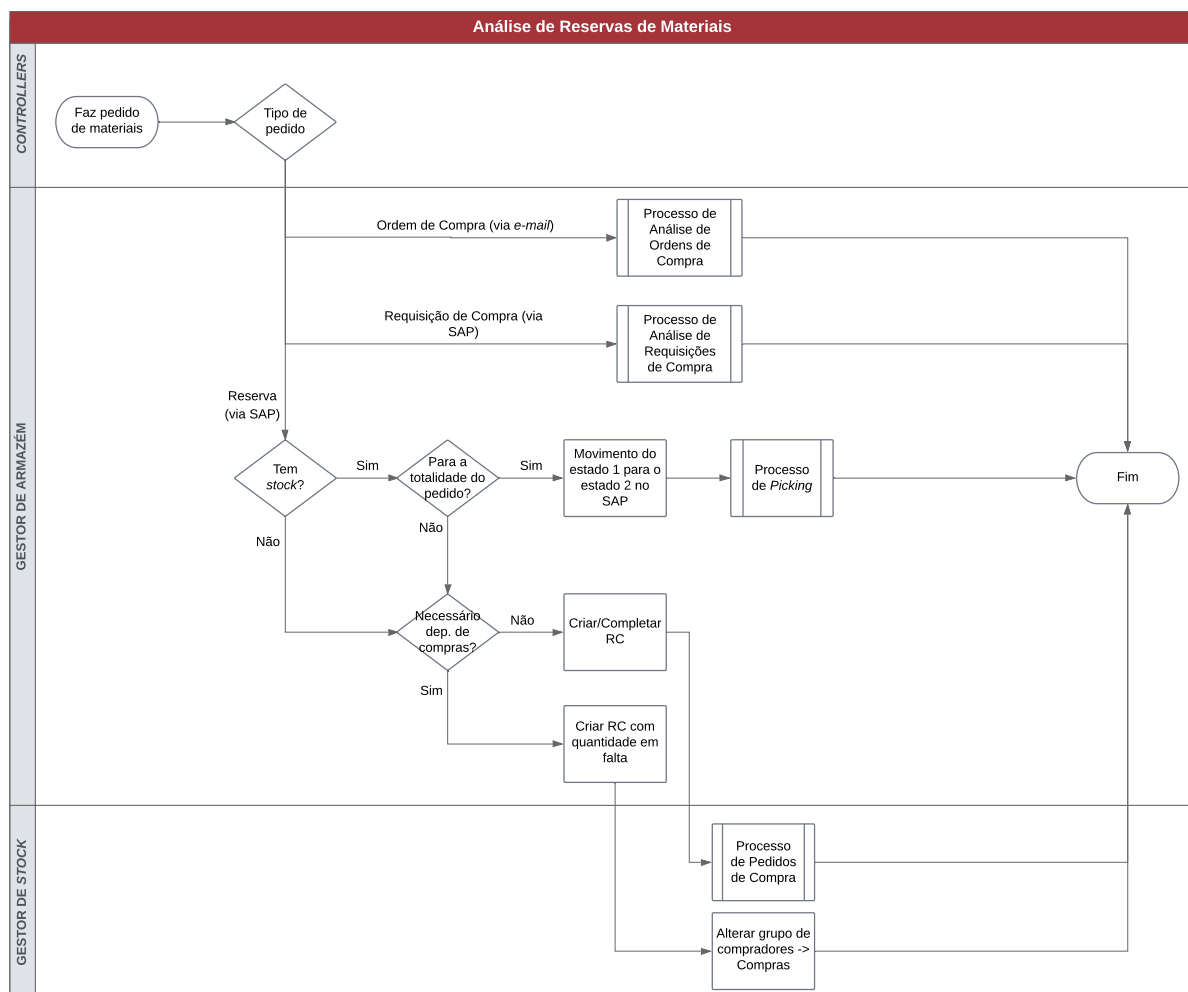


Figura B.1.1. Processo de análise de reservas de materiais

B.2 Requisições de compra de materiais via SAP

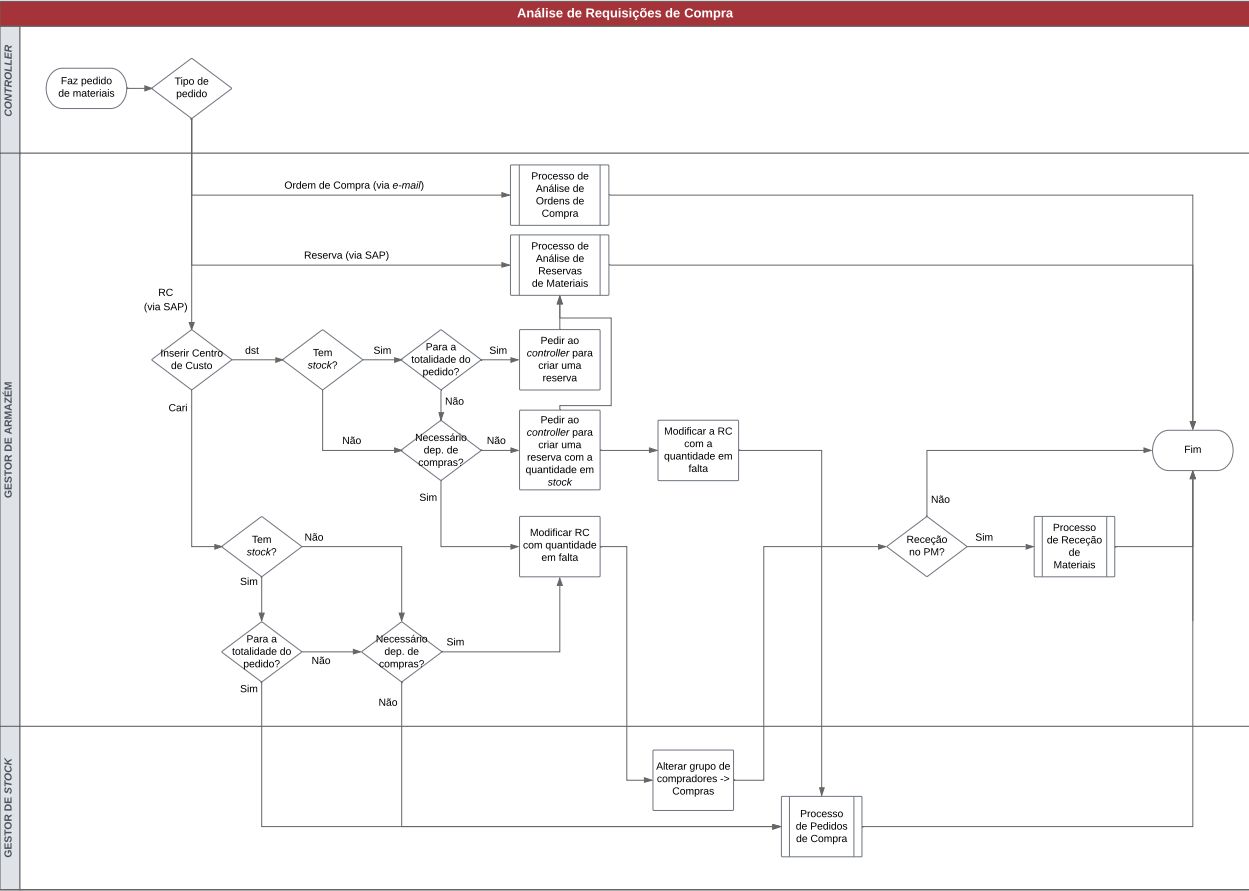


Figura B.2.1. Processo de análise de requisições de compra de materiais

B.3 Ordens de compra de materiais via *e-mail*

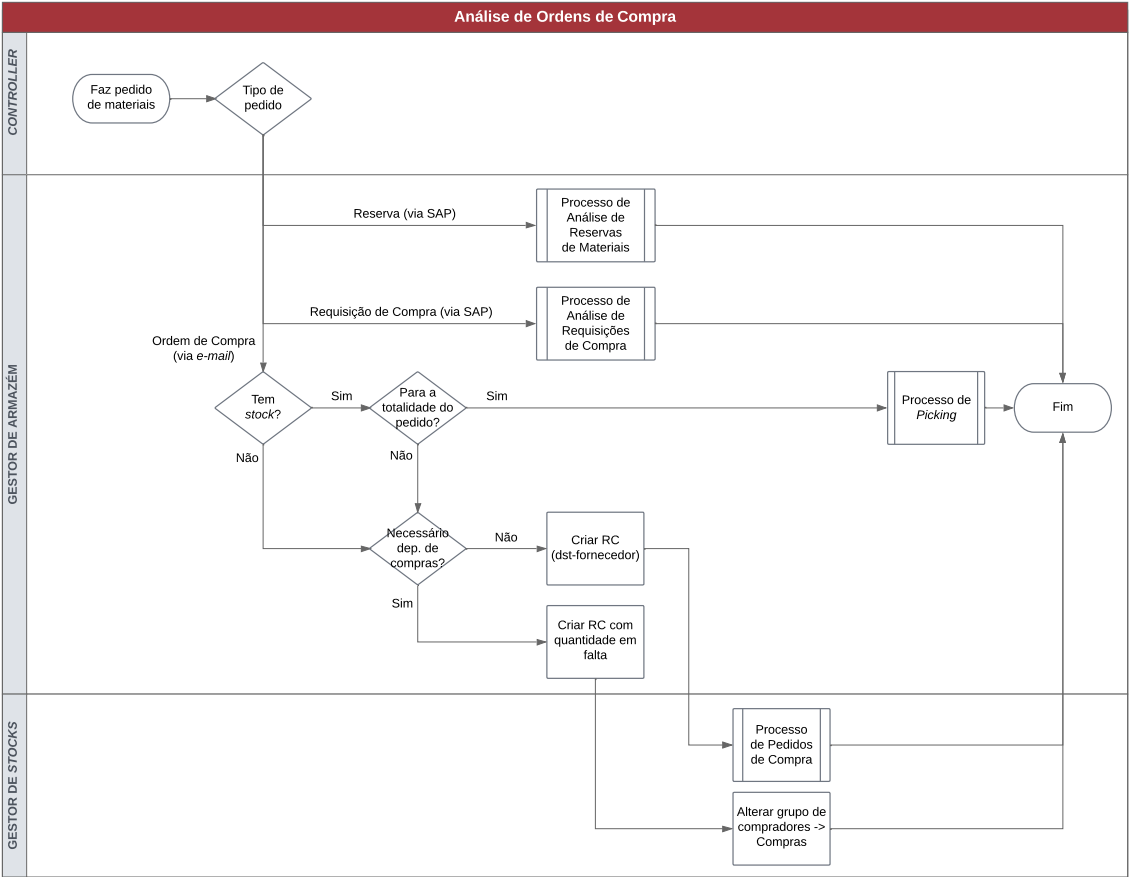


Figura B.3.1. Processo de análise de ordens de compra de materiais

B.4 Pedidos de compra

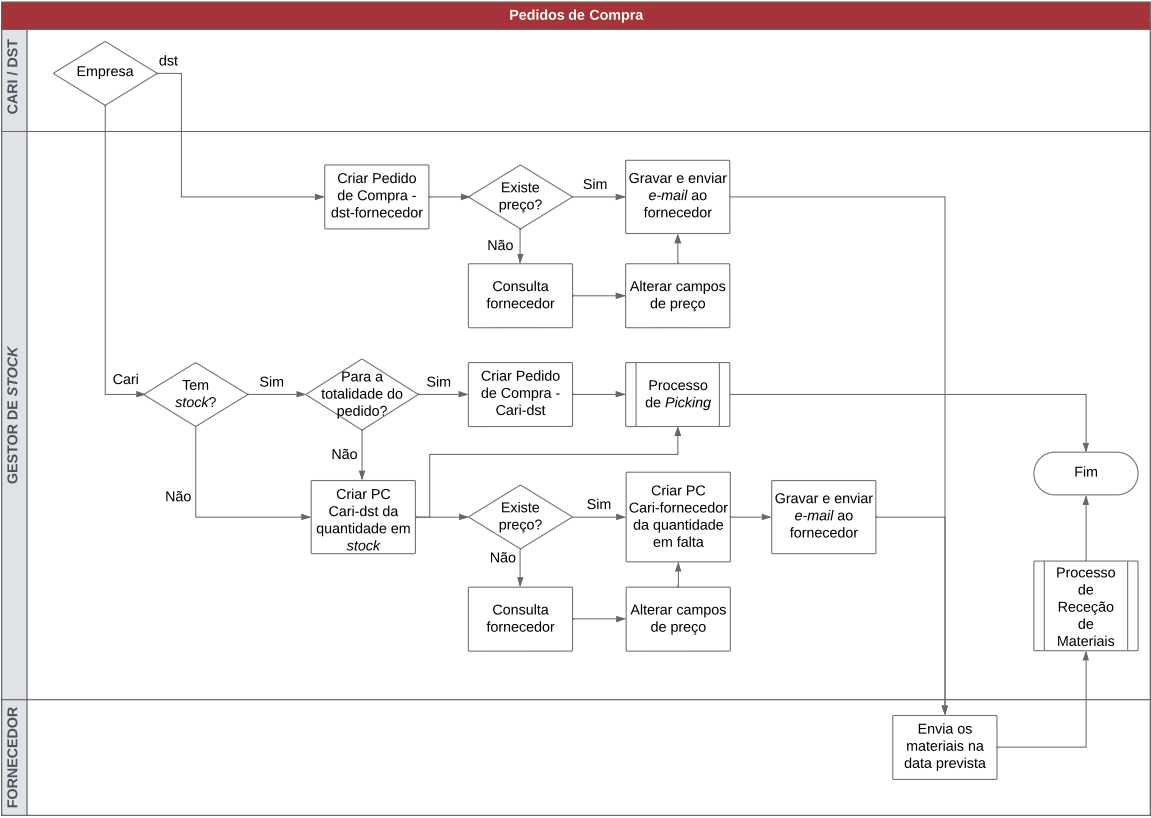


Figura B.4.1. Processo de pedidos de compra de materiais

B.5 Receção de materiais

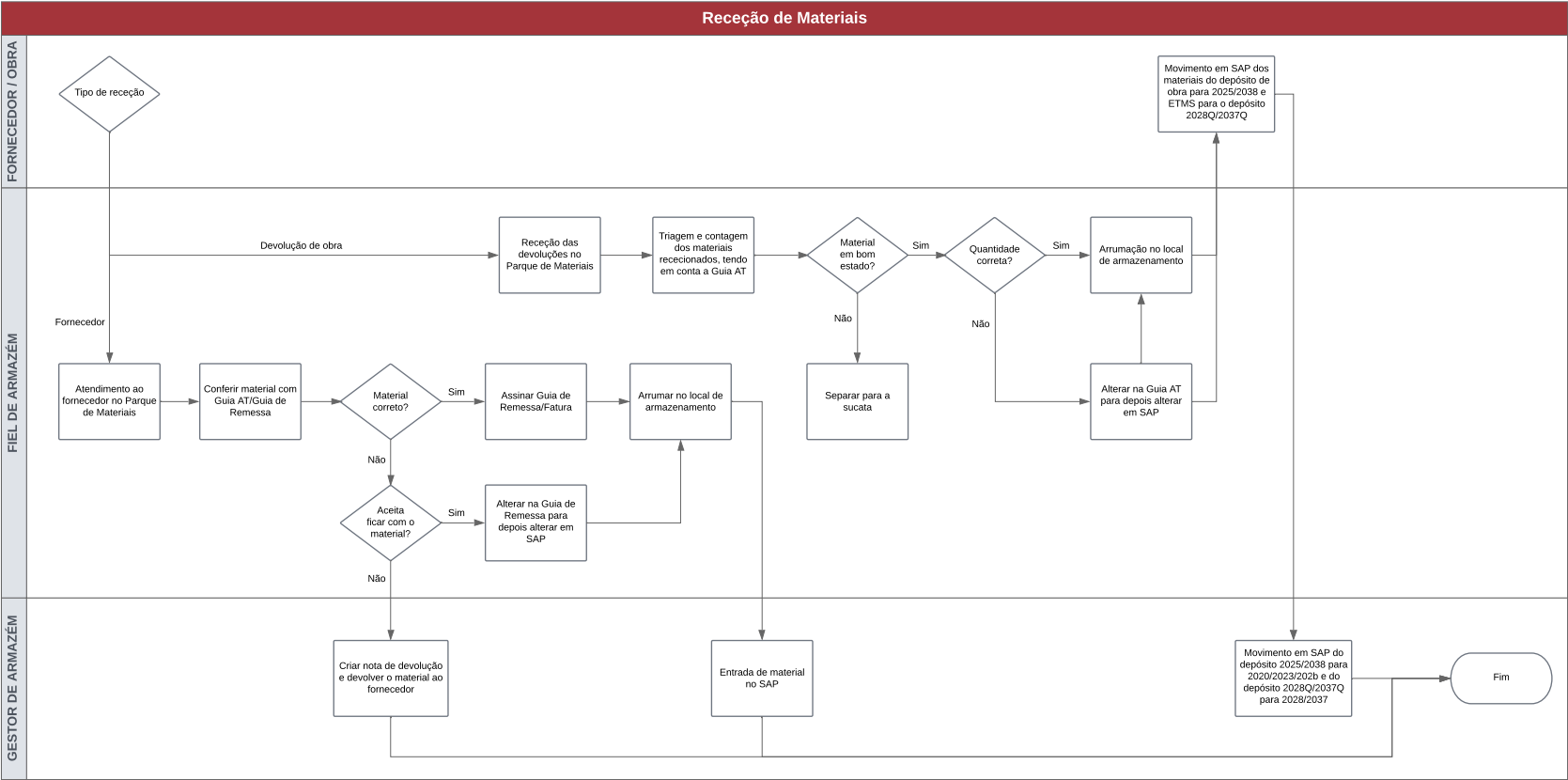


Figura B.5.1. Processo de receção de materiais

B.6 Picking

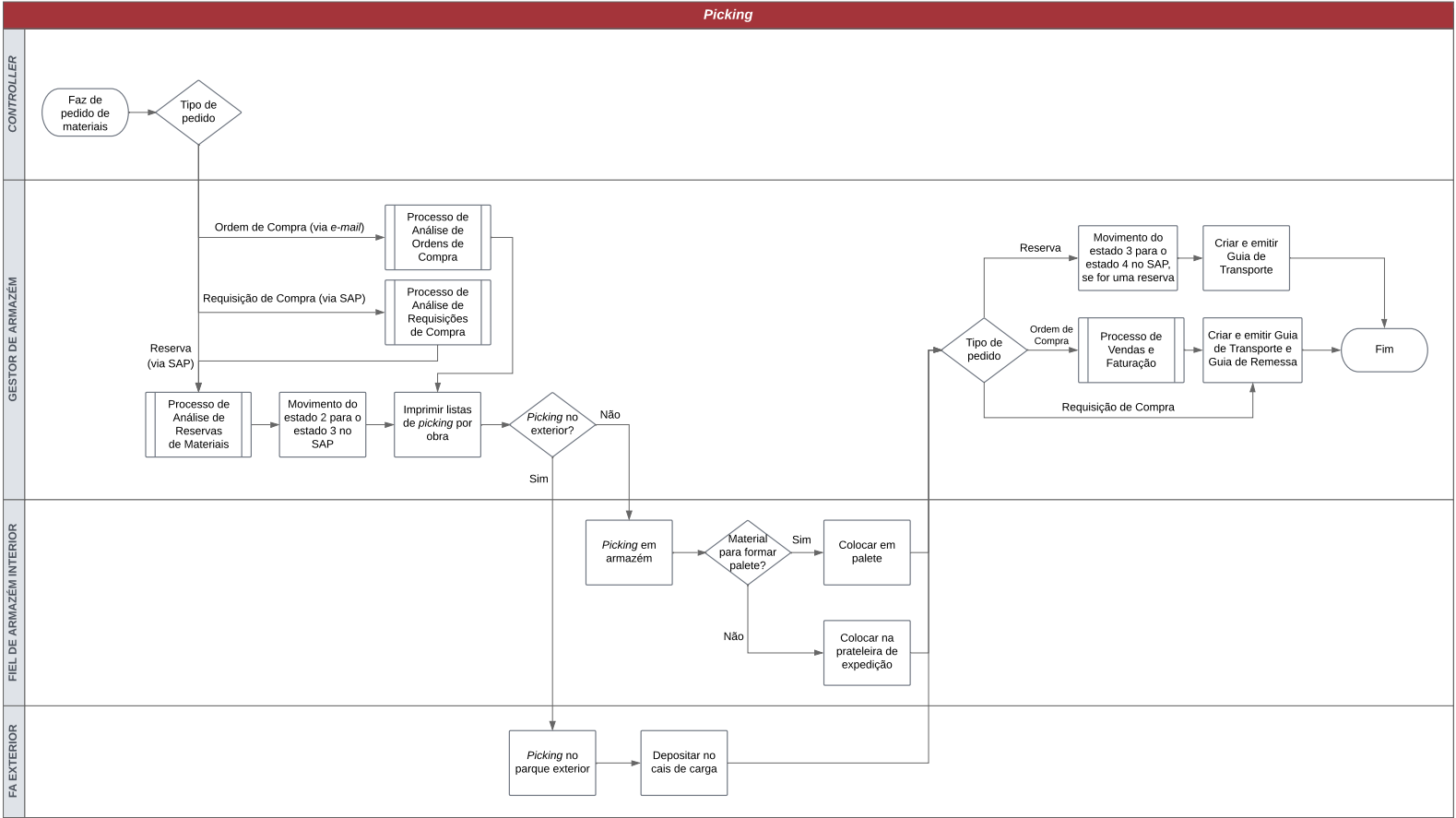


Figura B.6.1. Processo de picking

B.7 Pedidos de EPIs e material de limpeza (colaboradores dst)

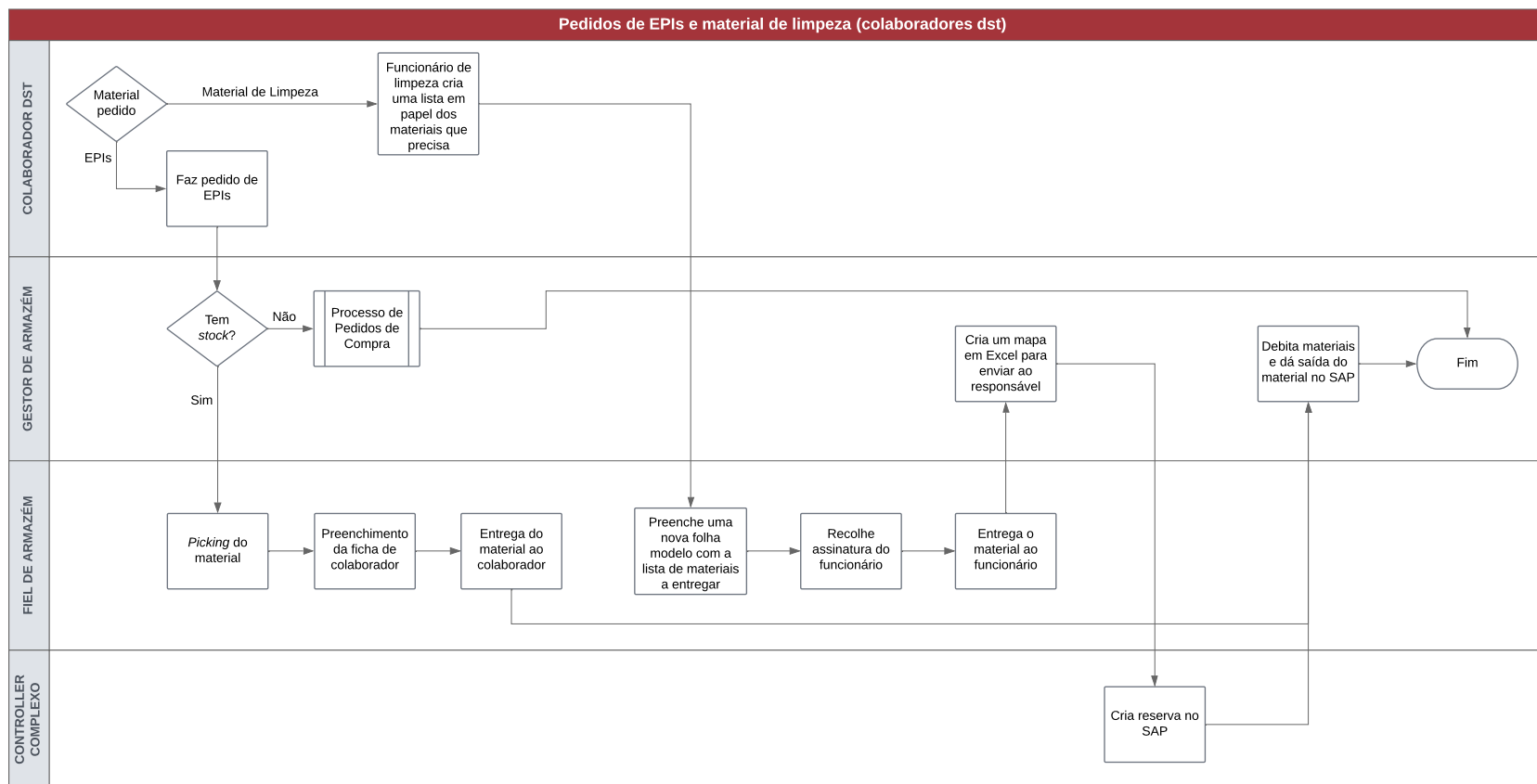


Figura B.7.1. Processo de pedidos de EPIs e de material de limpeza para colaboradores dst

Apêndice C

Registo de dados das operações do armazém de materiais de Braga

C.1 Folha de registo diário de preparação de encomendas



PREPARAÇÃO



23/05/23 Obra	Nº de linhas	Cumpriu prazo?	Faltam itens?	Códigos sem stock	Data pedido	Data envio	Dif.
H3-0050	1	Sim	Não		22/05/23	23/05/23	1
C1-0134	6	Sim	Não		19/05/23	23/05/23	2
P4-0036	1	Não	Não		03/05/23	23/05/23	14
P4-0036	4	Não	Não		04/05/23	23/05/23	13
P4-0036	4	Não	Não		10/05/23	23/05/23	9
P4-0036	9	Não	Não		17/05/23	23/05/23	4
FRAIÃO	8	Sim	Não		23/05/23	23/05/23	0

Figura C.1.1. Folha de registo diário de preparação de encomendas

C.2 Dados registados de preparação de encomendas

Tabela C.2.1. Operação de preparação de encomendas: resumo dos dados recolhidos

Dia	Número de encomendas	Número de artigos	On time	Completa	Artigos sem stock	Tempo médio
22/05/23						
23/05/23	7	33	3	7	0	6,14 dias
24/05/23	3	7	1	3	0	3,67 dias
25/05/23	5	15	3	5	0	3,00 dias
26/05/23	6	24	1	6	0	6,83 dias
27/05/23						
28/05/23						
29/05/23	6	50	3	4	5	3,50 dias
30/05/23	4	17	3	3	3	4,25 dias
31/05/23	6	38	5	5	3	3,17 dias
01/06/23	1	5	1	1	0	3,00 dias
02/06/23	4	18	3	4	0	2,50 dias
03/06/23						
04/06/23						

Tabela C.2.1. (continuação)

Dia	Número de encomendas	Número de artigos	On time	Completa	Artigos sem stock	Tempo médio de entrega
05/06/23	6	34	3	4	3	3,17 dias
06/06/23	2	15	1	2	0	3,50 dias
07/06/23	5	33	2	3	3	3,40 dias
08/06/23	5	9	4	4	1	3,80 dias
09/06/23	2	4	1	2	0	3,50 dias
10/06/23						
11/06/23						
12/06/23	9	46	6	6	3	5,33 dias
13/06/23	1	15	1	0	1	4,00 dias
14/06/23	5	25	1	4	1	7,60 dias
15/06/23	8	20	5	5	3	1,50 dias
16/06/23	2	61	0	1	3	3,50 dias
17/06/23						
18/06/23						
19/06/23	2	61	0	1	3	3,50 dias
20/06/23	5	14	3	4	1	3,60 dias

Tabela C.2.1. (continuação)

Dia	Número de encomendas	Número de artigos	On time	Completa	Artigos sem stock	Tempo médio de entrega
21/06/23	2	8	0	2	0	5,00 dias
22/06/23	4	64	0	3	3	4,00 dias
23/06/23	16	54	6	15	1	4,81 dias

C.3 Folha de registo diário de receção de mercadorias



RECEÇÃO

dst domingos da
silva teixeira

06/06/23 Tipo	Dia receção	Nº de códigos	Nº de itens	Tempo gasto	Entrada no sistema	Dif.
Fornecedor	06/06/23	4	50	2:00	07/06/23	3

Figura C.3.1. Folha de registo diário de receção de mercadorias

C.4 Dados registados de receção de mercadorias

Tabela C.4.1. Operação de receção de mercadorias: resumo dos dados recolhidos

Dia	Devoluções	Fornecedores	Número de artigos	Tempo gasto	Atraso do registo em sistema
22/05/23					
23/05/23	0	3	65	1,00 horas	0,33 dias
24/05/23	2	7	1051	4,25 horas	3,86 dias
25/05/23	0	1	3	0,08 horas	3,00 dias
26/05/23	1	1	122	3,50 horas	5,00 dias
27/05/23					
28/05/23					
29/05/23	0	0	-	-	-
30/05/23	0	1	237	2,50 horas	4,00 dias
31/05/23	1	0	128	4,00 horas	6,00 dias
01/06/23	0	5	241	0,83 horas	2,60 dias
02/06/23	0	3	224	1,67 horas	2,67 dias
03/06/23					
04/06/23					

Tabela C.4.1. (continuação)

Dia	Devoluções	Fornecedores	Número de artigos	Tempo gasto	Atraso do registo em sistema
05/06/23	0	0	-	-	-
06/06/23	0	1	50	2,00 horas	3,00 dias
07/06/23	0	0	-	-	-
08/06/23	0	0	-	-	-
09/06/23	0	3	1605	3,50 horas	3,00 dias
10/06/23					
11/06/23					
12/06/23	1	2	2231	3,50 horas	6,00 dias
13/06/23	0	1	50	0,08 horas	2,00 dias
14/06/23	0	6	725	4,67 horas	2,83 dias
15/06/23	0	1	24	0,02 horas	2,00 dias
16/06/23	0	3	52	0,37 horas	2,33 dias
17/06/23					
18/06/23					
19/06/23	0	2	366	2,33 horas	2,00 dias
20/06/23	1	1	32	8,17 horas	3,00 dias

Tabela C.4.1. (continuação)

Dia	Devoluções	Fornecedores	Número de artigos	Tempo gasto	Atraso do registo em sistema
21/06/23	0	2	266	1,83 horas	0,50 dias
22/06/23	2	1	1203	7,17 horas	2,00 dias
23/06/23	0	0	-	-	-

Apêndice D

Analytic Hierarchy Process

D.1 Comparação dos critérios por alternativa

Tabela D.1.1. Comparação: “Poder de captura simultânea” por alternativa

Poder captura simultânea	Cód. barras	Cód. QR	RFID	Prioridades
Cód. barras	1	1	1	0,3333
Cód. QR	1	1	1	0,3333
RFID	1	1	1	0,3333

Rácio de consistência: 0

Tabela D.1.2. Comparação: “Capacidade de armazenamento dinâmica” por alternativa

Capacidade de armazenamento dinâmica	Cód. barras	Cód. QR	RFID	Prioridades
Cód. barras	1	1/9	1/9	0,0526
Cód. QR	9	1	1	0,4737
RFID	9	1	1	0,4737

Rácio de consistência: 0

Tabela D.1.3. Comparação: “Facilidade de utilização” por alternativa

Facilidade de utilização	Cód. barras	Cód. QR	RFID	Prioridades
Cód. barras	1	2	1/2	0,3119
Cód. QR	1/2	1	1/2	0,1976
RFID	2	2	1	0,4905

Rácio de consistência: 0,046

Tabela D.1.4. Comparação: “Capacidade de armazenamento de dados” por alternativa

Capacidade de armazenamento de dados	Cód. barras	Cód. QR	RFID	Prioridades
Cód. barras	1	1/9	1/2	0,0790
Cód. QR	9	1	6	0,7775
RFID	2	1/6	1	0,1435

Rácio de consistência: 0,008

Tabela D.1.5. Comparação: “Legibilidade do código” por alternativa

Legibilidade do código	Cód. barras	Cód. QR	RFID	Prioridades
Cód. barras	1	1/2	1/3	0,1593
Cód. QR	2	1	1/3	0,2519
RFID	3	3	1	0,5889

Rácio de consistência: 0,046

Tabela D.1.6. Comparação: “Velocidade de leitura” por alternativa

Velocidade de leitura	Cód. barras	Cód. QR	RFID	Prioridades
Cód. barras	1	1/3	1/9	0,0820
Cód. QR	3	1	1/2	0,2804
RFID	9	2	1	0,6377

Rácio de consistência: 0,016

Tabela D.1.7. Comparação: “Resistência das etiquetas” por alternativa

Resistência das etiquetas	Cód. barras	Cód. QR	RFID	Prioridades
Cód. barras	1	1	1/2	0,2500
Cód. QR	1	1	1/2	0,2500
RFID	2	2	1	0,5000

Rácio de consistência: 0,008

Tabela D.1.8. Comparação: “Nível de correção de erros” por alternativa

Nível de correção de erros	Cód. barras	Cód. QR	RFID	Prioridades
Cód. barras	1	1/2	1	0,2500
Cód. QR	2	1	2	0,5000
RFID	1	1/2	1	0,2500

Rácio de consistência: 0

Tabela D.1.9. Comparação: “Nível de correção de erros” por alternativa

Facilidade de implementação	Cód. barras	Cód. QR	RFID	Prioridades
Cód. barras	1	1/2	1	0,2500
Cód. QR	2	1	2	0,5000
RFID	1	1/2	1	0,2500

Rácio de consistência: 0

Tabela D.1.10. Comparação: “Necessidade de manutenção” por alternativa

Necessidade de manutenção	Cód. barras	Cód. QR	RFID	Prioridades
Cód. barras	1	1/3	1	0,2106
Cód. QR	3	1	2	0,5485
RFID	1	1/2	1	0,2409

Rácio de consistência: 0,016

Apêndice E

Interações entre plataformas

E.1 Módulo “Arrumação”

Tabela E.1.1. Interação entre plataformas: módulo “Arrumação”

Funcionalidade	Interação	Campos
Atribuir posição	SAP – Transação (por criar)	

E.2 Módulo “Preparação de encomendas”

Tabela E.2.1. Interação entre plataformas: módulo “Preparação de encomendas”

Funcionalidade	Interação	Campos
Exibir lista de pedidos de EPIs	Plataforma de pedidos – Pedidos de EPIs	
Exibir lista de pedidos de transferência	Interação na própria aplicação	
Exibir lista de pedidos de materiais das obras (1)	SAP – Transação ZDS_MB25 (reservas)	Centro: 2020 Elemento PEP: *pedido selecionado* Centro custo: *pedido selecionado* Ordem: *pedido selecionado* Reservas em aberto: √ Mostrar tudo: √ Depósito: *local selecionado pelo utilizador*

Tabela E.2.1. (continuação)

Funcionalidade	Interação	Campos
Exibir lista de pedidos de materiais das obras (2)	SAP – Transação ME5A (requisições de compra)	Centro: 2220; Grupo compradores: 250 Centro: 2100; Grupo compradores: 211 Centro: 2110; Grupo compradores: 219 Centro: 2060; Grupo compradores: 244 Centro: 2500; Grupo compradores: tr1 Centro: 5960; Grupo compradores: 596 Centro: 3050; Grupo compradores: 305 Centro: 4040; Grupo compradores: 404 Centro: 2200; Grupo compradores: 220 Centro: 2180; Grupo compradores: 218 Centro: 2560; Grupo compradores: RiV Filtros: - Tem código de material; - Subserviço: 2020-DCOMV.
Exibir lista de pedidos de materiais das obras (3)	Plataforma de pedidos (empresas sem SAP) – Pedidos de materiais	

Tabela E.2.1. (continuação)

Funcionalidade	Interação	Campos
Dar baixa dos EPIs em sistema (só pedidos de EPIs)	SAP – Transação migo	Movimento: Saída de mercadorias Data documento: *data de entrega* Data lançamento: *data de entrega* Tipo de movimento: 201/261 Aba Od: Centro: 2020 Depósito: 2020/202b Tipo de estoque: utilização livre Texto: *nº do colaborador* Aba CIC: Centro de custo: *vem no pedido* Ordem: *vem no pedido*
Aceitar transferência de pedido	SAP – Transação MB22	Número da reserva: *associado ao material* Depósito: 2020, 2023, 202b, 2028, 2037 (depende do local de trabalho selecionado)

Tabela E.2.1. (continuação)

Funcionalidade	Interação	Campos
Criar Pedido de Compra automático à dst	SAP – Transação ME21N	Pedido normal Fornecedor: *dst* Data doc.: *data da expedição* Org.compras: *empresa requisitante* Grp.compradores: *empresa requisitante* Empresa: *empresa requisitante* Itens: *dados dos materiais preparados* Montante: *preço unitário* Endereço de remessa: *dados da empresa requisitante* Endereço de entrega: *dados do local da obra*
Consultar morada das obras	SAP – Transação XD03	Elemento PEP: *PEP da obra* Consultar morada
Consultar preço unitário do material	SAP – Transação ZDSMM_STOCKS	Centro: 2020 Depósito: *depósito de origem* $\sqrt{\text{Excluir materiais com stock} = 0}$ Preço unitário = Valor Total / EstTotal
Consultar preço unitário de materiais à consignação	SAP – Transação MB54	Material: *material selecionado* Centro: 2020 Depósito: *depósito de origem* Preço unitário = Preço consig.

Tabela E.2.1. (continuação)

Funcionalidade	Interação	Campos
Consultar preço de aluguer de ETMs	SAP – Transação /SAPCEM/ML	Nº do material: *material selecionado* Catálogo do material: DST01 √ Com valores √ Material com atrib.catálogo Preço aluguer = Valor

E.3 Módulo “Expedição”

Tabela E.3.1. Interação entre plataformas: módulo “Expedição”

Funcionalidade	Interação	Campos
Dar saída dos materiais (1)	SAP – Transação MB26 (reservas)	Número de reserva: *associado ao material* Materiais: *selecionados para expedição* Origem do stock: *depósito de origem* Stock especial + fornecedor de origem (se for à consignação) Recebedor: *depósito do requisitante*

Tabela E.3.1. (continuação)

Funcionalidade	Interação	Campos
Dar saída dos materiais (2)	SAP – Transação VA01 (requisições/pedidos de compra e empresas sem SAP)	Tipo de ordem: ot Organização de vendas: 2020 Canal distribuição: 10 Setor de atividade: 10 Escritório de vendas: 2021 Emissor da ordem: *depósito destino* Receb.mercad.: *depósito destino* N° do pedido: *código da obra + mês* Data pedido: *data da criação da venda* Data desej.rem.: *data da criação da venda* Material: *selecionados para expedição* Quantidade da ordem: *quantidade a expedir* Montante: *preço unitário/aluguer* Centro: 2020 Depósito: *depósito origem* ☐ Fornecer
Consultar preço unitário do material	SAP – Transação ZDSMM_STOCKS	Centro: 2020 Depósito: *depósito de origem* ✓ Excluir materiais com stock = 0 Preço unitário ☐ Valor Total / EstTotal
Consultar preço unitário de materiais à consignação	SAP – Transação MB54	Material: *material selecionado* Centro: 2020 Depósito: *depósito de origem* Preço unitário ☐ Preço consig.

Tabela E.3.1. (continuação)

Funcionalidade	Interação	Campos
Consultar preço de aluguer de ETMs	SAP – Transação /SAPCEM/ML	Nº do material: *material selecionado* Catálogo do material: DST01 √ Com valores √ Material com atrib.catálogo Preço aluguer = Valor

E.4 Módulo “Devoluções”

Tabela E.4.1. Interação entre plataformas: módulo “Devoluções”

Funcionalidade	Interação	Campos
Exibir lista de pedidos de devolução	Plataforma de pedidos – Pedidos de devolução	

Tabela E.4.1. (continuação)

Funcionalidade	Interação	Campos
Transferir stock OK do depósito de devolução para o depósito do armazém	SAP – Transação migo > Transferência > Outros/as	Movimento: 411 Data documento: *data do movimento* Data lçto.: *data do movimento* Aba transferência: De: Material: *material* Centro: 2020 Depósito: 2028/2037/2025/2038 EstqEspec.: Q (caso seja ETM, senão vazio) + PEP de obra Qtd.em UMR: *quantidade ok* Para: Material: *material* Centro: 2020 Depósito: 2020, 2023, 202b, 2028, 2037

Tabela E.4.1. (continuação)

Funcionalidade	Interação	Campos
Transferir stock da nificado do depósito de devolução para o depósito da obra	SAP – Transação migo > Trans- ferência > Outros/as	Movimento: 411 Data documento: *data do movimento* Data lçto.: *data do movimento* Aba transferência: De: Material: *material* Centro: 2020 Depósito: 2028, 2037, 2025, 2038 EstqEspec.: Q (caso seja ETM, senão vazio) + PEP de obra Qtd.em UMR: *quantidade danificada* Para: Material: *material* Centro: 2020 Depósito: 2021

Tabela E.4.1. (continuação)

Funcionalidade	Interação	Campos
Dar consumo dos ETMs em caso de dano	SAP – Transação migo >Saída de mercadorias > Outros/as	Movimento: 221 Data documento: *data do movimento* Data lçto.: *data do movimento* Aba material: Material: *material* Quantidade: *quantidade danificada* Material: *material* Centro: 2020 Depósito: 2028/2037 Aba Od: Tipo de movimento: 221 Q Elemento PEP: *PEP da obra* Tipo de estoque: utilização livre Centro: 2020 Depósito: 2028/2037 Texto: MATERIAL DANIFICADO

E.5 Módulo “Materiais em manutenção”

Tabela E.5.1. Interação entre plataformas: módulo “Materiais em Manutenção”

Funcionalidade	Interação	Campos
Transferir stock OK do depósito de devolução para o depósito do armazém	SAP – Transação migo > Transferência > Outros/as	Movimento: 411 Data documento: *data do movimento* Data lçto.: *data do movimento* Aba transferência: De: Material: *material* Centro: 2020 Depósito: 2028/2037/2025/2038 EstqEspec.: Q (caso seja ETM, senão vazio) + PEP de obra Qtd.em UMR: *quantidade ok* Para: Material: *material* Centro: 2020 Depósito: 2020, 2023, 202b, 2028, 2037

Tabela E.5.1. (continuação)

Funcionalidade	Interação	Campos
Transferir stock da nificado do depósito de devolução para o depósito da obra	SAP – Transação migo > Trans- ferência > Outros/as	Movimento: 411 Data documento: *data do movimento* Data lçto.: *data do movimento* Aba transferência: De: Material: *material* Centro: 2020 Depósito: 2028/2037/2025/2038 EstqEspec.: Q (caso seja ETM, senão vazio) + PEP de obra Qtd.em UMR: *quantidade danificada* Para: Material: *material* Centro: 2020 Depósito: 2021

Tabela E.5.1. (continuação)

Funcionalidade	Interação	Campos
Dar consumo dos ETMs em caso de dano	SAP – Transação migo > Saída de mercadorias > Outros/as	Movimento: 221 Data documento: *data do movimento* Data lçto.: *data do movimento* Aba material: Material: *material* Quantidade: *quantidade danificada* Material: *material* Centro: 2020 Depósito: 2028/2037 Aba Od: Tipo de movimento: 221 Q Elemento PEP: *PEP da obra* Tipo de estoque: utilização livre Centro: 2020 Depósito: 2028/2037 Texto: MATERIAL DANIFICADO

E.6 Módulo “Correções de inventário”

Tabela E.6.1. Interação entre plataformas: módulo “Correções de inventário”

Funcionalidade	Interação	Campos
Consultar stocks	SAP – Transação ZDSMM_STOCKS	Centro: 2020 Depósito: *depósito selecionado* Material: *material selecionado*

E.7 Módulo “Transferências de posição”

Tabela E.7.1. Interação entre plataformas: módulo “Transferências de posição”

Funcionalidade	Interação	Campos
Atualizar posição e/ou data de validade	SAP – Transação (por criar)	

E.8 Módulo “Inventário”

Tabela E.8.1. Interação entre plataformas: módulo “Inventário”

Funcionalidade	Interação	Campos
Consultar stocks	SAP – Transação ZDSMM_STOCKS	Centro: 2020 Depósito: *depósito selecionado* Material: *material selecionado*

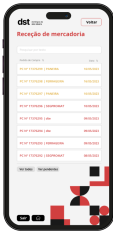
Funcionalidade 3: Receção de mercadoria**1. Descrição**

O módulo "Receção de mercadoria" permite ao utilizador visualizar todos os pedidos de compra existentes, ou apenas os pendentes, conforme a escolha do utilizador. A lista de pedidos de compra deverá exibir o número do pedido de compra, o fornecedor e a data do pedido, e o utilizador deverá poder pesquisar o pedido por texto (data, fornecedor, número do pedido). Para além disso, os pedidos de compra deverão ser classificados da seguinte forma:

2. Sequências de estímulo/resposta

No menu principal deste módulo deverão ser exibidos todos os pedidos de compra existentes, ou apenas os pendentes, conforme a escolha do utilizador. A lista de pedidos de compra deverá exibir o número do pedido de compra, o fornecedor e a data do pedido, e o utilizador deverá poder pesquisar o pedido por texto (data, fornecedor, número do pedido). Para além disso, os pedidos de compra deverão ser classificados da seguinte forma:

- Recebido (texto escurecido ou verde): todos os materiais foram recebidos no armazém;
- Parcialmente recebido (texto a amarelo): alguns materiais já foram recebidos no armazém;
- Por receber (texto a vermelho): nenhum material foi recebido no armazém.



Uma vez selecionado o pedido de compra, a aplicação deverá exibir todos os dados do pedido (número do pedido, materiais adquiridos, quantidades, fornecedor, data do pedido, etc.). Ao iniciar o processo de receção, a aplicação deverá guiar o utilizador pelo processo, permitindo-o registar a nota de remessa, a data do documento de remessa e os materiais recebidos.



7

REQ-7: Os materiais devem migrar para o módulo "Armação", sem posição no depósito atribuída, para que lhes sejam atribuídas as posições.

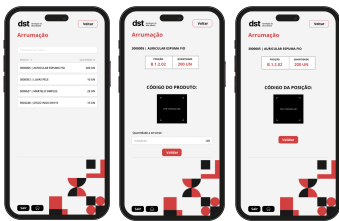
Funcionalidade 4: Armação**1. Descrição**

O módulo "Armação" da aplicação permite ao utilizador atribuir uma posição de armazenagem no depósito aos materiais.

2. Sequências de estímulo/resposta

Os materiais exibidos neste módulo são aqueles que se registou entrada, quer pelo módulo "Receção de mercadoria", quer pelo módulo "Devolução" ou "Materiais em manutenção", e não foi atribuída qualquer posição, ou seja, migram diretamente desses módulos para o módulo "Armação". No menu principal deste módulo deverão ser exibidos todos os materiais por armar, ou seja, que não têm ainda posição atribuída. A lista destes materiais deverá exibir o código SAP, a designação do material e a quantidade a armar. Para além disso, a aplicação deverá permitir que o utilizador pesquise o material que quer armar por texto (código ou designação).

Uma vez selecionado o material a armar, a aplicação deverá sugerir uma posição de armação e a quantidade a armar. Pode, então, a leitura do código QR do produto, a introdução da quantidade a armar e, por fim, a leitura do código QR da posição.

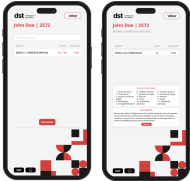


10

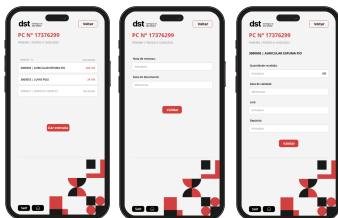
Ao selecionar o pedido a preparar, a aplicação deverá apresentar a lista de materiais organizada segundo uma rota de recolha, de forma a minimizar o espaço percorrido pelo utilizador. Selecionado o material, pode, então, a leitura do código QR do produto, a introdução da quantidade a recolher e, por fim, a leitura do código QR da posição de onde tem de retirar o material.



Se o utilizador decidir terminar o picking, a aplicação deverá apresentar um resumo dos materiais recolhidos, os riscos que cada um protege e, ainda, pedir a assinatura da declaração de entrega dos EPs, por parte do colaborador. Posto isto, o software deverá comunicar com a plataforma GDcc, de forma a fazer chegar as assinaturas e os materiais recolhidos pelo colaborador a essa plataforma.



13



No que concerne ao registo dos materiais recebidos, o utilizador deverá poder registar a quantidade recebida, a data de validade e o lote (quando necessários), bem como o depósito de destino, que poderá surgir incorreto no pedido de compra. No final do processo, a aplicação exibe a nota de remessa que o utilizador introduziu inicialmente e o número do movimento de entrada associado (proveniente do SAP).



8

3. Interações entre plataformas

Funcionalidade	Interação	Campos
Atribuir posição	SAP – Transação (por código)	

4. Requisitos funcionais

- REQ-1: Ao selecionar o material a armar, a aplicação deve sugerir uma posição de armazenagem e indicar a quantidade a armar. A posição deve ser sempre a posição de armazenagem e não a de picking;
- REQ-2: Ao fazer a leitura do código QR do material, o software deve detetar erros de correspondência entre o material selecionado e o código lido, e emitir aviso de erro ou pedido de repetição;
- REQ-3: Ao fazer a leitura do código QR da posição, o software deve detetar erros de correspondência entre a posição sugerida e o código lido, e emitir aviso de erro ou pedido de repetição/confirmação;
- REQ-4: O software deve permitir que o utilizador armar uma quantidade inferior à quantidade total a armar daquele material;
- REQ-5: O software deve permitir que o utilizador armar o material noutra posição;
- REQ-6: Ao atribuir posição, a base de dados deve ser automaticamente atualizada, bem como o material deve desaparecer do menu "Armação".

Funcionalidade 5: Preparação de encomendas**1. Descrição**

O módulo "Preparação de encomendas" permite ao utilizador visualizar todos os pedidos de materiais afetos ao local de trabalho que selecionou, de modo a poder fazer a recolha dos materiais pedidos (picking) e preparar as encomendas para expedição.

2. Sequências de estímulo/resposta

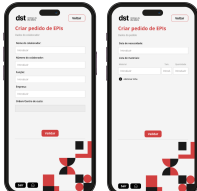
No menu principal deste módulo deverão ser exibidos todos os pedidos de materiais existentes, divididos em:

- Pedidos de EPs e número total de pedidos existentes por satisfazer (redireccionando para uma outra lista);
- Transferências de pedidos e número total de pedidos existentes por verificar (redireccionando para uma outra lista);
- Lista de pedidos das obras.



11

Caso haja necessidade, o utilizador deverá conseguir criar um pedido de EPs na própria aplicação. Para isso, deverá clicar no botão "Criar pedido" disponível neste menu, e proceder ao preenchimento dos campos disponibilizados: nome do colaborador, número do colaborador, função desempenhada e empresa (a ordem/centro de custo deverá ser preenchida automaticamente pelo software através destes dados). Posto isto, deverá ser criada uma lista de materiais (EPs) com o preenchimento dos campos: data de necessidade, quantidade requisitada e a disponibilidade do stock (se verde → existe, se vermelho → não existe). Aqui, o utilizador poderá selecionar os pedidos de materiais que pretende aceitar ou recusar.



Uma vez selecionada a box "Transferência de pedidos", a aplicação deverá exibir uma lista dos pedidos de transferência existentes. Selecionada a obra, deverá ser apresentada uma lista dos materiais (código e designação), a data de necessidade, a quantidade requisitada e a disponibilidade do stock (se verde → existe, se vermelho → não existe). Aqui, o utilizador poderá selecionar os pedidos de materiais que pretende aceitar ou recusar.



14

3. Interações entre plataformas

Funcionalidade	Interação	Campos
Exibir lista de pedidos de compra	SAP – Transação ME2L	Grupo de compradores: 231 Centro: 2020 Organização de compras: 2020 Parâmetros de seleção: vazio (para ver todos); WE101 (para ver pendentes) Filtros: – depósito: 2020, 2023, 2026, 2037, 2028
Exibir pedido de compra selecionado	SAP – Transação ME2L	Grupo de compradores: 231 Centro: 2020 Organização de compras: 2020 Número de documento: "número do pedido selecionado"
Registar entrada dos materiais	SAP – Transação migo	Movimento: 101 Número do pedido: "número do pedido selecionado" Data documento: "input do utilizador" Data lançamento: data da receção em sistema Nota de remessa: "input do utilizador" Material: "selecionado pelo utilizador" Quantidade: "input do utilizador" Lote: "input do utilizador" Data de validade: "input do utilizador" Depósito: "input do utilizador"/Ide origem
Exibir número do movimento de entrada	SAP – Transação migo – "entrada registrada"	Nº Doc. Material

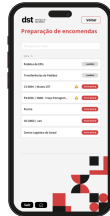
4. Requisitos funcionais

- REQ-1: O software deve saber que materiais precisam de registar a validade ou lote;
- REQ-2: A aplicação deve permitir dar entrada de apenas alguns dos materiais que estavam pedidos ao fornecedor e atualizar automaticamente o estado do pedido;
- REQ-3: O software deve gerir os materiais que têm data de validade e emitir alertas no menu de transferência de posição da aplicação quando esta estiver a expirar;
- REQ-4: A aplicação deve permitir alterar o depósito associado ao material caso se detete um erro;
- REQ-5: A aplicação deve exibir, no final de cada entrada, a nota de remessa e o número Doc. Material associado para que o utilizador guarde essa informação;
- REQ-6: O software deve ser atualizado automaticamente ao nível dos stocks quando se dá entrada de mercadoria através deste menu;

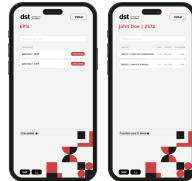


9

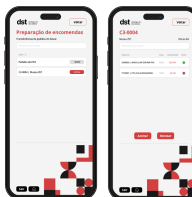
A lista de pedidos das obras deverá exibir, em cada obra, o código da obra, a designação da obra e, por fim, uma notificação caso haja necessidade de fazer picking. As obras que tiverem notificação devem aparecer nas posições superiores da lista.



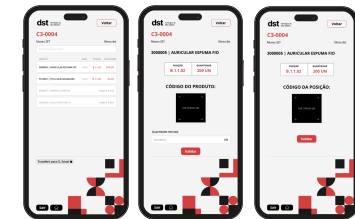
Uma vez selecionada a box "Pedidos de EPs", a aplicação deverá exibir todos os pedidos de EPs existentes para o local de trabalho selecionado pelo utilizador. Cada pedido deve apresentar o nome e o número do colaborador. Selecionado o pedido, a aplicação deverá exibir uma lista dos EPs pedidos pelo colaborador, contendo o código SAP do material, a designação do material, a data de necessidade, a posição de armazenagem no depósito e a quantidade pedida.



12



Se o utilizador selecionar uma obra em específico, poderá consultar a lista de materiais requisitados (código e designação), data de necessidade, a posição de armazenagem no depósito, o lote, o texto breve e a quantidade pedida. Selecionado o material, pode, então, a leitura do código QR do produto, a introdução da quantidade a recolher e, por fim, a leitura do código QR da posição de onde tem de retirar o material.



Finalizada a recolha dos materiais, a aplicação deverá apresentar um resumo do picking efetuado, contendo a obra de destino (código e designação), a morada, a data da preparação e



15

um código QR gerado automaticamente contendo estas informações. Posto isto, quando o utilizador seleciona o botão "imprimir etiqueta", a aplicação deverá comunicar com uma impressora de etiquetas e imprimir uma etiqueta de expedição como a da imagem. Nesta etiqueta, deverá existir um código QR onde deverão ser guardadas as informações do picking realizado.



3. Interações entre plataformas

Funcionalidade	Interação	Campos
Exibir lista de pedidos de EPs	Plataforma de pedidos – Pedidos de EPs	
Exibir lista de pedidos de transferência	Interação na própria aplicação	
Exibir lista de pedidos de materiais das obras (1)	SAP – Transação ZDS_MB25 (reservas)	Centro: 2020 Elemento PEP: "pedido selecionado" Centro custo: "pedido selecionado" Ordem: "pedido selecionado" Reservas em aberto: ✓ Mostrar tudo: ✓ Depósito: "fiscal selecionado pelo utilizador"



16

- REQ-12:** A aplicação deve permitir aceitar apenas alguns materiais de cada pedido de transferência;
- REQ-13:** A aplicação deve migrar os pedidos de transferência aceites para o menu principal de pedidos;
- REQ-14:** Caso o utilizador não aceite a transferência de pedido, o material deve migrar automaticamente para o local de origem;
- REQ-15:** Ao aceitar o pedido de transferência, a aplicação deve integrar com o SAP através da transação MB22 (se for uma reserva), alterando o depósito de origem para o novo depósito;
- REQ-16:** A aplicação deve sugerir fazer picking dos materiais com data de necessidade do dia atual e até 3 dias depois;
- REQ-17:** Os materiais que tiverem data de necessidade de 4 dias depois, devem ser exibidos a cinzento-claro/botão escurecido (sem destaque);
- REQ-18:** A aplicação deve permitir fazer picking dos materiais não sugeridos, caso o utilizador pretenda;
- REQ-19:** A aplicação deve mostrar um resumo do picking realizado e gerar automaticamente um código QR de expedição;
- REQ-20:** A aplicação deve associar automaticamente a morada da obra;
- REQ-21:** Ao terminar o picking e imprimir a etiqueta de expedição, o stock deve "sair" do sistema e ficar num estado de espera até que se valide a expedição;
- REQ-22:** Depois do picking, as listas de pedidos devem sempre ser atualizadas;
- REQ-23:** Ao fazer picking, o material deve ficar sem posição atribuída.

Funcionalidade 6: Expedição

1. Descrição

O módulo "Expedição" da aplicação permite ao utilizador validar a expedição de um pedido de materiais, emitindo automaticamente uma guia AT ou guia de remessa.

2. Sequências de estímulo/resposta

O menu principal deste módulo exibe um pedido de leitura do código QR de expedição que constará na etiqueta de expedição. Ao fazer a leitura do código, o utilizador poderá adicionar um outro código QR e juntar as informações contidas nos dois, ou validar o código lido. A aplicação deverá, então, exibir um resumo da expedição, permitindo o utilizador selecionar/deselecionar/editar as quantidades dos materiais que pretende expedir, podendo anular a operação ou imprimir uma guia automaticamente.



19

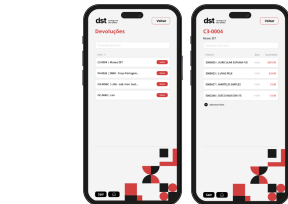
Funcionalidade 7: Devoluções

1. Descrição

O módulo "Devoluções" da aplicação permite ao utilizador visualizar todos os pedidos de devoluções afetos ao local de trabalho que selecionou, de modo a poder registar a entrada de mercadorias no sistema aquando da receção física.

2. Sequências de estímulo/resposta

O menu principal do módulo "Devoluções" deverá exibir uma lista de todos os pedidos de devolução existentes. A lista de pedidos deverá ser agrupada por obra e deverá exibir, em cada obra, o código da obra e a sua designação. Selecionada a obra, o utilizador poderá consultar a lista de materiais a devolver (código e designação), data de devolução e a quantidade.



Selecionado o material, o utilizador deve preencher os seguintes campos: quantidade devolvida, quantidade danificada, quantidade a reparar, data de validade (depende do material) e lote (depende do material). No caso de ser necessário acrescentar um material ao pedido de devolução, a aplicação deverá permitir que o utilizador selecione o botão "Adicionar linha". Se o artigo não estiver registado em sistema, o utilizador deverá selecionar o botão "Artigo não registado", podendo adicionar uma fotografia do material ao report, devendo este assunto ser tratado posteriormente em back office pelo administrador.



22

Exibir lista de pedidos de materiais das obras (2)

SAP – Transação MESA (requisições de compra)

Centro: 2220; Grupo compradores: 250
Centro: 2100; Grupo compradores: 211
Centro: 2110; Grupo compradores: 219
Centro: 2060; Grupo compradores: 244
Centro: 2500; Grupo compradores: tr1
Centro: 1990; Grupo compradores: 198
Centro: 3050; Grupo compradores: 305
Centro: 4040; Grupo compradores: 404
Centro: 2200; Grupo compradores: 220
Centro: 2180; Grupo compradores: 218
Centro: 2560; Grupo compradores: RV
Filtros:
- Tem código de material;
- Subserviço: 2020/COCMV.

Funcionalidade	Interação	Campos
Exibir lista de pedidos de materiais das obras (3)	Plataforma de pedidos (empresas sem SAP) – Pedidos de materiais	

Dar baixa dos EPs em sistema (só pedidos de EPs)

SAP – Transação migo

Movimento: Saída de mercadorias
Data documento: "data de entrega"
Data lançamento: "data de entrega"
Tipo de movimento: 201/261
Abra Oc:
Centro: 2020
Depósito: 2020/202b
Tipo de estoque: utilização livre
Texto: "nº do colaborador"
Abra CnC:
Centro de custo: "sem no pedido"
Ordem: "sem no pedido"

ACEITAR transferência de pedido

SAP – Transação MB22

Número da reserva: "associado ao material"
Depósito: 2020, 2023, 2026, 2028, 2037 (depende do local de trabalho selecionado)

Citar pedido de compra automático à dst

SAP – Transação ME21N

Pedido normal
Fornecedor: "dst"
Data doc: "data da expedição"
Org.compras: "empresa requisitante"
Org.compradores: "empresa requisitante"
Empresa: "empresa requisitante"
Items: "itens dos materiais preparados"
Montante: "preço unitário"
Endereço de remessa: "dados da empresa requisitante"
Endereço de entrega: "dados do local da obra"

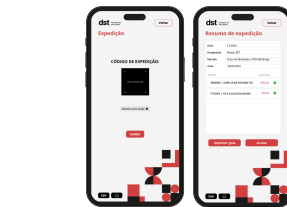
Consultar morada das obras

SAP – Transação XD03

Elemento PEP: "PEP da obra"
Consultar morada



17

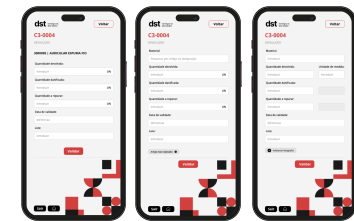


3. Interações entre plataformas

Funcionalidade	Interação	Campos
Dar saída dos materiais (1)	SAP – Transação MB26 (reservas)	Número de reserva: "associado ao material" Materiais: "selecionados para expedição" Origem do stock: "depósito de origem" Stock especial: "fornecedor de origem (se for a consignação)" Recebedor: "depósito do requisitante"
Dar saída dos materiais (2)	SAP – Transação VAD1 (requisições/pedidos de compra e empresas sem SAP)	Tipo de ordem ot: Organização de vendas: 2020 Canal distribuição: 10 Setor de atividade: 10 Escritório de vendas: 2021 Emissor da ordem: "depósito destino" Recebe/mercado: "depósito destino" Nº do pedido: "código da obra + mbs" Data pedido: "data da criação da venda" Data desl: em: "data da criação da venda" Material: "selecionados para expedição" Quantidade da ordem: "quantidade a expedir" Montante: "preço unitário/aluguer" Centro: 2020 Depósito: "depósito origem" → Fornecedor



20



Finalizando o processo de devolução, a aplicação deverá produzir um relatório da devolução e enviá-lo automaticamente à obra.

3. Interações entre plataformas

Funcionalidade	Interação	Campos
Exibir lista de pedidos de devolução	Plataforma de pedidos – Pedidos de devolução	
Transferir stock OK do depósito de devolução para o depósito do armazém	SAP – Transação migo → Transferência → Outros	Movimento: 411 Data documento: "data do movimento" Data tipo: "data do movimento" Abra transferência: Material: "material" Centro: 2020 Depósito: 2028/2027/2025/2038 EstEspéc: (caso seja ETM, sendo vazio) = PEP da obra Ord em UMR: "quantidade ok" Para: Material: "material" Centro: 2020 Depósito: 2020/2023/202b/2028/2037



23

Consultar preço unitário do material	SAP – Transação ZDSMM_STOCKS	Centro: 2020 Depósito: "depósito de origem" ✓ Excluir materiais com stock = 0 Preço unitário: → Valor Total / EstTotal
Consultar preço unitário de materiais à consignação	SAP – Transação MB54	Material: "material selecionado" Centro: 2020 Depósito: "depósito de origem" Preço unitário: → Preço conig.
Consultar preço de aluguer de ETMs	SAP – Transação /SAPCEMML	Nº do material: "material selecionado" Catálogo do material: DS101 ✓ Com valores ✓ Material com atrib.catalogo Preço aluguer: → Valor

4. Requisitos funcionais

- REQ-1:** A aplicação deve ser capaz de mostrar as reservas do SAP, as RCs do SAP e todos os pedidos de EPs e materiais feitos na plataforma de pedidos;
- REQ-2:** Os pedidos de EPs e as Transferências de Pedidos (entre depósitos) devem aparecer sempre em primeiro e segundo lugar na listagem;
- REQ-3:** Todos os outros pedidos (obras, Seixal, para centro de custo/ordem) devem ser ordenados na listagem por prioridade, isto é, caso a obra tenha pedidos para o dia atual ou até 3 dias para a frente, devem aparecer em cima e com um aviso (p.e. ícone de sinal de perigo);
- REQ-4:** Os materiais a recolher nas rotas devem estar organizados por rota, ou seja, pela posição definida como início e final;
- REQ-5:** A aplicação deve permitir recolher uma quantidade inferior à do pedido;
- REQ-6:** A aplicação deve permitir terminar o picking quando o utilizador o quiser (sempre depois de o primeiro material ser recolhido);
- REQ-7:** A aplicação deve permitir recolher uma assinatura digital do colaborador aquando da entrega dos EPs;
- REQ-8:** A aplicação deve estar integrada com a plataforma de Gestão de Documentos que o Dep. de Higiene e Segurança utiliza atualmente e atualizar essa plataforma sempre que são entregues EPs aos colaboradores;
- REQ-9:** A aplicação deve mostrar todas as obras em curso no menu;
- REQ-10:** O software deve dar baixa dos EPs no stock quando se termina o picking (pedidos de EPs);
- REQ-11:** As datas de validade devem ser associadas aos materiais no SAP e este deve estar parametrizado para forçar o FEFO (first expired first out) no picking;



18

Consultar preço unitário do material	SAP – Transação ZDSMM_STOCKS	Centro: 2020 Depósito: "depósito de origem" ✓ Excluir materiais com stock = 0 Preço unitário: → Valor Total / EstTotal
Consultar preço unitário de materiais à consignação	SAP – Transação MB54	Material: "material selecionado" Centro: 2020 Depósito: "depósito de origem" Preço unitário: → Preço conig.
Consultar preço de aluguer de ETMs	SAP – Transação /SAPCEMML	Nº do material: "material selecionado" Catálogo do material: DS101 ✓ Com valores ✓ Material com atrib.catalogo Preço aluguer: → Valor

4. Requisitos funcionais

- REQ-1:** A aplicação deve ser capaz de obter a informação sobre o picking realizado através da leitura do código QR de expedição;
- REQ-2:** A aplicação deve ser capaz de juntar informação de vários códigos QR, desde que sejam da mesma obra;
- REQ-3:** A aplicação deve permitir selecionar, a partir do resumo de expedição, os materiais a expedir;
- REQ-4:** Ao selecionar "imprimir guia" a aplicação deve enviar o documento para imprimir automaticamente a guia de transporte/remessa com a informação do resumo de expedição, tendo em atenção eventuais alterações feitas pelo utilizador;
- REQ-5:** Ao selecionar "anular", a aplicação deve desfazer a operação de picking, reestabelecendo os pedidos de materiais e migrar os materiais para o menu de armuração para voltar a atribuir uma posição;
- REQ-6:** Se o utilizador desselecionar algum material na expedição, o código QR deverá manter-se utilizável para que o utilizador possa expedir-lo mais tarde, ou até para anular os materiais;
- REQ-7:** Se o utilizador quiser voltar atrás na operação, nunca deverá clicar em "Anular", mas sim em "voltar";
- REQ-8:** Se existir um material em stock que esteja à consignação e, ao mesmo tempo, em stock livre, deve dar-se prioridade de venda ao stock livre.



21

Transferir stock danificado do depósito de devolução para o depósito da obra	SAP – Transação migo → Transferência → Outros	Movimento: 411 Data documento: "data do movimento" Data tipo: "data do movimento" Abra transferência: Material: "material" Centro: 2020 Depósito: 2028/2027/2025/2038 EstEspéc: (caso seja ETM, sendo vazio) = PEP da obra Ord em UMR: "quantidade danificada" Para: Material: "material" Centro: 2020 Depósito: 2021
Dar consumo dos ETMs em caso de dano	SAP – Transação migo → Saída de mercadorias → Outros	Movimento: 221 Data documento: "data do movimento" Data tipo: "data do movimento" Abra material: Material: "material" Quantidade: "quantidade danificada" Material: "material" Centro: 2020 Depósito: 2028/2037 Abra Oc: Tipo de movimento: 221 Q Elemento PEP: "PEP da obra" Tipo de estoque: utilização livre Centro: 2020 Depósito: 2028/2037 Texto: MATERIAL DANIFICADO

4. Requisitos funcionais

- REQ-1:** A aplicação deve fazer a ligação entre o stock da obra e os materiais que a obra pede para devolver, isto é, a obra não pode pedir para devolver materiais que não possui no seu stock;
- REQ-2:** Quando o utilizador fizer a receção da devolução, ao clicar no botão de criar relatório, este deve ser enviado para os emails cadastrados na obra;
- REQ-3:** Os materiais que são identificados para reparar devem migrar automaticamente para o módulo "Materiais em manutenção". Os materiais que estão OK devem dar entrada automaticamente no stock "Armazém" e migrar para o módulo "Armazém" e os danificados (à exceção dos ETMs) são transferidos para o stock da obra, não entrando no stock do armazém;
- REQ-4:** No caso de um ETM se encontrar danificado, a aplicação deve dar entrada no stock do armazém (para retirar o ETM) e dar logo saída do material através de um movimento 221, associado ao PEP da obra;



24

REQ-5: Os materiais não registados ou adicionados pelo utilizador (não vêm no pedido) devem ser avaliados posteriormente em back office, ou seja, o relatório deve sempre ser revisto no armazém. Esses materiais não devem entrar automaticamente no stock do armazém.

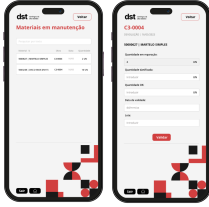
Funcionalidade 8: Materiais em manutenção

1. Descrição

O módulo "Materiais em manutenção" da aplicação permite ao utilizador visualizar todos os materiais que foram reportados com necessidade de manutenção aquando de um processo de devolução.

2. Sequências de estímulo/resposta

O menu principal do módulo "Materiais em manutenção" deverá exibir uma lista de todos os materiais em manutenção no momento. A lista de materiais deverá exibir, em cada material, o código e designação, o código da obra de onde proveio, a data em que foi registado para manutenção e a quantidade. Selecionado o material, o utilizador deverá preencher uma lista de campos: quantidade danificada, quantidade OK, data de validade (depende do material) e lote (depende do material).



3. Interações entre plataformas

Funcionalidade	Interação	Campos
Transferir stock OK do depósito de	SAP – Transação migo → Transferência → Outros/as	Movimento: 411 Data documento: "data do movimento" Data lçto: "data do movimento"



25

devolução para o depósito do armazém

Transferir stock danificado do depósito de devolução para o depósito da obra

Dar consumo dos ETMs em caso de dano

4. Requisitos funcionais

REQ-1: A aplicação deve associar os materiais em manutenção à sua proveniência (obra);
REQ-2: A quantidade dada como OK deve entrar automaticamente em stock, sem posição atribuída, migrando para o menu de Armazém;



26

REQ-3: A quantidade danificada é transferida automaticamente para o stock da obra;
REQ-4: No caso de um ETM se encontrar danificado, a aplicação deve dar entrada no stock do armazém (para retirar o Q) e dar logo saída do material através de um movimento 221, associado ao PEP da obra.

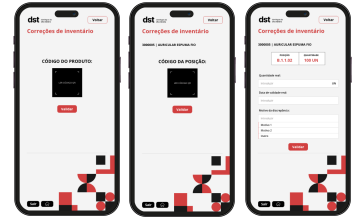
Funcionalidade 9: Correções de inventário

1. Descrição

O módulo "Correções de inventário" da aplicação permite ao utilizador corrigir eventuais erros de inventário que detete fisicamente.

2. Sequências de estímulo/resposta

O menu principal deste módulo exibe um pedido de leitura do código QR do produto que o utilizador pretende corrigir. Ao fazer a leitura do código, é pedida a leitura do código QR da posição em que se encontra o produto. A aplicação deverá, então, apresentar as seguintes informações: código do produto, posição e quantidade. Posto isto, o utilizador deve indicar qual a quantidade real armazenada na posição ou a data de validade real e o motivo da discrepância.



27

3. Interações entre plataformas

Funcionalidade	Interação	Campos
Transferir stock OK do depósito de	SAP – Transação migo → Transferência → Outros/as	Movimento: 411 Data documento: "data do movimento" Data lçto: "data do movimento"

4. Requisitos funcionais

REQ-1: Quando o utilizador submete uma correção de inventário na aplicação, esta deve emitir uma notificação ao Gestor de Armazém para que este analise a discrepância, ou seja, os stocks não devem ser imediatamente atualizados, carecendo de validação.

Funcionalidade 10: Transferências de posição

1. Descrição e prioridade

O módulo "Transferências de posição" da aplicação permite ao utilizador visualizar todos os materiais que necessitam de ser transferidos de uma posição para outra, quer por necessidade de reposição de stock nas posições de picking, quer por vencimento do prazo de validade.

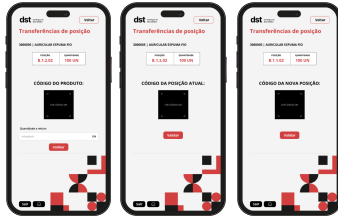
2. Sequências de estímulo/resposta

O menu principal do módulo "Transferências de posição" deve exibir uma lista de todos os materiais que necessitam de ser transferidos, apresentando o material (código + designação) e a quantidade a transferir. No caso de existir algum material cujo prazo de validade tenha expirado, essa informação deve ser exibida com destaque (a vermelho).



28

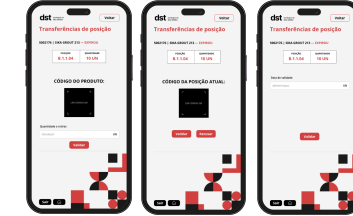
Selecionando o material a transferir, é exibido um pedido de leitura do código QR do produto que o utilizador pretende transferir, juntamente com a informação da transferência (posição de onde deve ser retirado o produto + quantidade a retirar). Posteriormente, o utilizador deve indicar qual a quantidade a retirar e é pedida a leitura do código QR da posição em que se encontra o produto. Por fim, é pedida a leitura do código QR da nova posição (exibida na página).



No caso de se tratar de um produto vencido, o utilizador deve validar o código QR do produto e da posição atual e confirmar o vencimento do prazo. Caso tenha ocorrido um erro, o utilizador deve introduzir a data de validade correta.



29



3. Interações entre plataformas

Funcionalidade	Interação	Campos
Atualizar posição e/ou data de validade	SAP – Transação (por criar)	

4. Requisitos funcionais

REQ-1: No menu principal deve surgir uma notificação na box de transferências de posição sempre que haja algum material a transferir;

REQ-2: As notificações surgem quando o stock nas posições de picking atingem os níveis mínimos ou quando a data de validade de um produto expirar;

REQ-3: Caso seja necessário repor o stock de uma posição de picking, a aplicação deve enviar uma notificação e guiar o utilizador para que este vá à posição de armazenagem, retire uma certa quantidade, e coloque na posição de picking; A aplicação deve atualizar automaticamente as posições na sua base de dados;

REQ-4: Quando a validade de um material expira, a aplicação deve também emitir uma notificação. O utilizador deve retirar esse material da posição indicada e deve ser comunicado à contabilidade para que se faça desaparecer o stock.



30

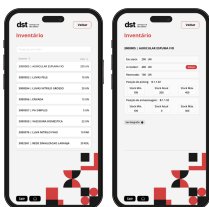
Funcionalidade 11: Inventário

1. Descrição e prioridade

O módulo "Inventário" da aplicação permite ao utilizador consultar os stocks e outras informações acerca dos materiais.

2. Sequências de estímulo/resposta

O menu principal do módulo "Inventário" apresenta uma lista de todos os materiais armazenados no local de trabalho selecionado pelo utilizador e o stock disponível. Selecionando o material, a aplicação exibe várias informações acerca do mesmo: quantidade em stock, quantidade a receber do fornecedor, quantidade reservada para encomendas, posição de picking e armazenagem (com stocks mínimos, atuais e máximos) e fotografia do mesmo.



3. Interações entre plataformas

Funcionalidade	Interação	Campos
Consultar stocks	SAP – Transação ZSDMM_STOCKS	Centro: 2020 Depósito: "depósito selecionado" Material: "material selecionado"

4. Requisitos funcionais

REQ-1: A aplicação deve associar as encomendas preparadas (em espera para expedição) ao stock reservado;



31

REQ-2: A aplicação deve ser capaz de aceder ao stock nas posições;

REQ-3: A aplicação deve ser capaz de mostrar uma fotografia dos materiais para consulta do utilizador;

REQ-4: Ao pedir reforço de stock, deve ser enviada uma notificação ao administrador (gestor de encomendas) para que este dê seguimento ao pedido.

4. Requisitos da interface externa

Interfaces de hardware

- Dispositivo móvel Android;
- Lector de QR Code (dispositivo móvel Android): este será utilizado para detetar o artigo ou a posição de armazenagem e interagir com a aplicação móvel.

5. Outros requisitos não funcionais

Requisitos de desempenho

Os requisitos seguintes são meramente preferenciais e não obrigatórios:

- A aplicação deve ser carregada e estar pronta a utilizar no prazo de 10 segundos;
- A aplicação deve reagir à interação do utilizador em 2 segundos;
- A base de dados deve ser optimizada para garantir um desempenho de consulta rápido.

Requisitos de segurança

A aplicação deve garantir transações seguras e proteger os dados do utilizador/da empresa através de medidas de segurança.



32

Anexos

Anexo I

Organograma do centro logístico

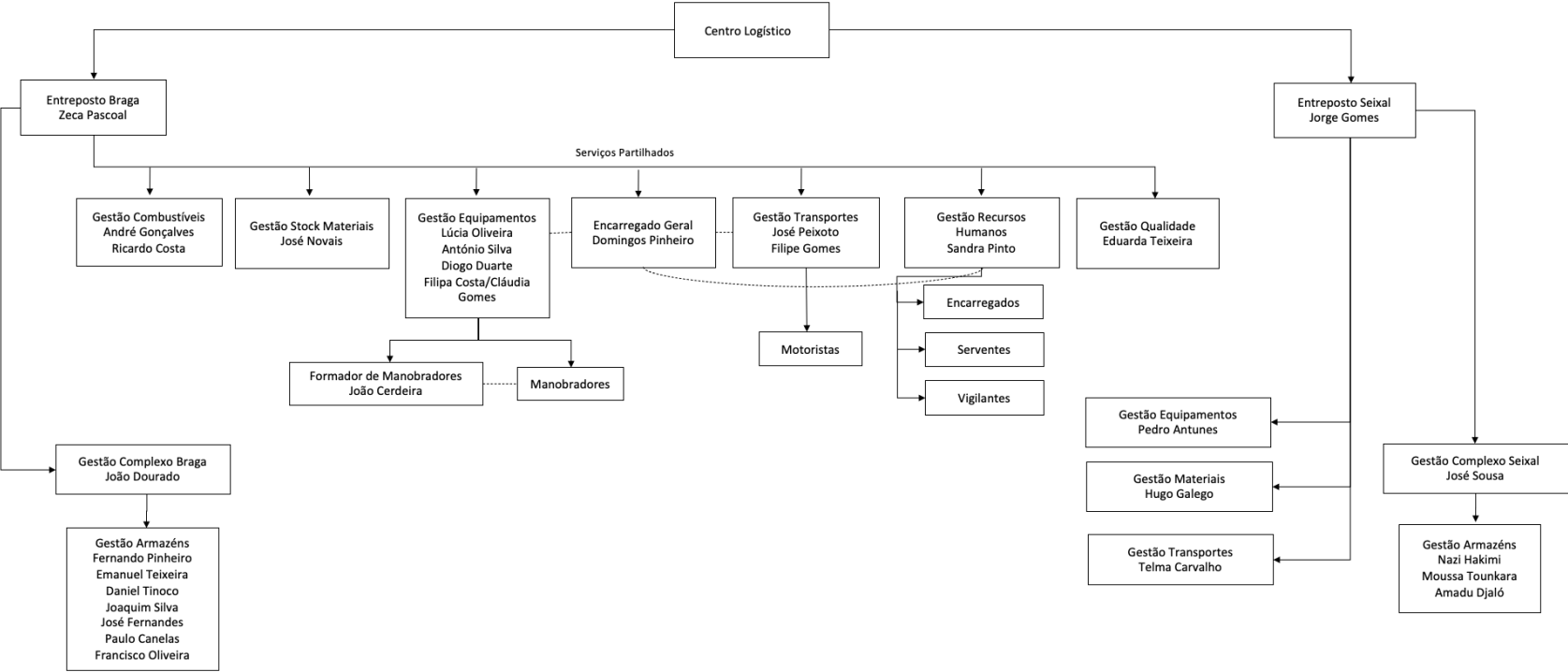


Figura I.1. Organograma do centro logístico

