



Universidades Lusíada

Fernandes, Pedro Miguel Costa Castro

Implementação de propostas de melhoria do processo de aprovisionamento e gestão de inventário numa empresa de obras públicas e engenharia

<http://hdl.handle.net/11067/7580>

Metadados

Data de Publicação

2023

Resumo

A presente dissertação foi desenvolvida na empresa JMR2 – Obras Públicas e Engenharia, Lda., com o objetivo de implementar melhorias no processo de aprovisionamento e na gestão de stocks, aplicando práticas e ferramentas Lean Manufacturing. A empresa assenta a sua operação na produção por projeto, o que representa um desafio à gestão de stocks e aos processos de fabrico. Com base na metodologia investigação-ação, os principais problemas foram identificados. Os materiais, consumíveis, máquinas e...

The present dissertation was developed at JMR2 – Obras Públicas e Engenharia, Lda. company, with the aim of implementing improvements in the procurement process and inventory management, applying a set of Lean Manufacturing practices and tools. The company's operation is based on project-based production, which makes stock and production processes management very challenging. Using the action research methodology, the main problems were identified. Materials, consumables, machinery, and tools w...

Palavras Chave

Gestão industrial, Melhoria Contínua, Gestão de stocks, Lean manufacturing

Tipo

masterThesis

Revisão de Pares

no

Coleções

[ULF-FET] Dissertações

Esta página foi gerada automaticamente em 2024-09-27T01:24:02Z com informação proveniente do Repositório



UNIVERSIDADE LUSÍADA
VILA NOVA DE FAMALICÃO

**IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA DO
PROCESSO DE APROVISIONAMENTO E GESTÃO DE
INVENTÁRIO NUMA EMPRESA DE OBRAS PÚBLICAS E
ENGENHARIA**

Pedro Miguel Costa Castro Fernandes

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão
Industrial

Vila Nova de Famalicão – setembro 2023



UNIVERSIDADE LUSÍADA
VILA NOVA DE FAMALICÃO

**IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA DO
PROCESSO DE APROVISIONAMENTO E GESTÃO DE
INVENTÁRIO NUMA EMPRESA DE OBRAS PÚBLICAS E
ENGENHARIA**

Pedro Miguel Costa Castro Fernandes

Orientador: Professora Doutora Ana Cristina Ferreira

Engenheiro José Carlos Ferreira Forte

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão
Industrial

Agradecimentos

A presente dissertação de mestrado representa a materialização de 6 anos de conhecimentos adquiridos na Universidade Lusíada – *Campus* de Vila Nova de Famalicão, dando assim por concluído com grande orgulho, o percurso académico realizado nesta instituição. Importante nunca esquecer todos aqueles que fizeram parte desta aprendizagem: nos bons e maus momentos. Assim demonstro o meu profundo agradecimento:

À orientadora de dissertação, Professora Doutora Ana Cristina Ferreira, um especial agradecimento por todo o apoio, dedicação e motivação prestado desde o primeiro dia do projeto de mestrado. Foi um gosto enorme poder trabalhar com uma pessoa rica em conhecimentos e cheia de vontade de ensinar. Sem a sua presença e contribuição, este projeto de mestrado não teria sido possível.

À empresa JMR2 – Obras Publicas e Engenharia Lda. por me ter acolhido de braços abertos, e me ter proporcionado a oportunidade de realizar este projeto. Na pessoa do orientador de estágio na empresa, o Engenheiro José Carlos Forte, agradeço pelos conhecimentos transmitidos e por ter aceite este desafio e colaboração prestada. A todos os colaboradores da empresa, uma palavra de agradecimento, em especial ao Engenheiro Luís Forte e Engenheiro João Matos.

Aos meus pais e irmã, por todo o apoio ao longo desta jornada de 6 anos, e por fazerem de mim a pessoa que sou hoje com muito orgulho. São um verdadeiro pilar e fonte de inspiração na minha vida.

Por último, mas não menos importante, um agradecimento muito especial a minha namorada Maria, por nunca me deixar desistir durante este percurso académico. Obrigado pela paciência, abrigo nas horas mais complicadas, companheirismo e por ser a pessoa incrível que é.

Muito Obrigado a todos.

Resumo

A presente dissertação foi desenvolvida na empresa JMR2 – Obras Públicas e Engenharia, Lda., com o objetivo de implementar melhorias no processo de aprovisionamento e na gestão de *stocks*, aplicando práticas e ferramentas *Lean Manufacturing*. A empresa assenta a sua operação na produção por projeto, o que representa um desafio à gestão de *stocks* e aos processos de fabrico.

Com base na metodologia investigação-ação, os principais problemas foram identificados. Os materiais, consumíveis, máquinas e ferramentas não se encontravam inventariados, nem existia nenhum tipo de procedimento ou mecanismo de registo. No caso específico dos equipamentos de trabalho, não existiam meios de controlo de entrada e saída das instalações da empresa. Foi também constatado que a empresa investe, em média, cerca de 6 000 € por ano na aquisição de novas máquinas e equipamentos devido a perdas, roubos e extravio. Foi ainda verificada uma elevada desorganização das estantes de armazenamento de materiais consumíveis e de máquinas de trabalho. Os artigos estavam misturados e não existia gestão visual implementada, o que gerava elevados tempos improdutivos no processo de *picking*. A falta de gestão visual era visível também no cais de carga e descarga da empresa.

Desta forma, foram identificadas quatro principais propostas de melhoria: a organização e melhoria da gestão de materiais e de máquinas, criando duas ferramentas de suporte à gestão em MS Excel; a implementação da ferramenta 5S no armazém; a melhoria do registo e rastreabilidade de máquinas; e, por fim, a implementação de gestão visual no cais de carga e descarga.

Com a ferramenta dos 5S foi possível estimar uma redução em média, de 84,6% dos tempos de *picking* no armazém de ferramentaria da empresa. Para uma amostra de 10 *pickings* diários por colaborador, estima-se que esta redução possa representar um custo evitado de cerca de 461 €/ano. Com a implementação da gestão visual, em média, cada colaborador reduziria 66,7% dos fluxos de movimentação. Caso a empresa aposte na aquisição de um sistema de rastreabilidade com a tecnologia *Tool Connect*, o investimento representa cerca de 32% dos atuais gastos anuais em equipamentos de substituição, sendo recuperável em 4 meses.

Palavras-chave: Gestão de *stocks*; Gestão de armazéns; *Lean Manufacturing*; Melhoria contínua; Gestão visual.

Abstract

The present dissertation was developed at JMR2 – Obras Públicas e Engenharia, Lda. company, with the aim of implementing improvements in the procurement process and inventory management, applying a set of Lean Manufacturing practices and tools. The company's operation is based on project-based production, which makes stock and production processes management very challenging.

Using the action research methodology, the main problems were identified. Materials, consumables, machinery, and tools were not inventoried, and there were no procedures or mechanisms for keeping track. In the case of labour equipment, there were no means of controlling their entry and exit from the company premises. It was found that the company invests an average of €6,000 per year in the acquisition of new machinery and equipment due to losses, theft, and misplacement. Additionally, there was a high level of disorganization in the consumable materials and work machinery warehouse. Items were mixed, and there was no visual management implemented in the warehouse storing, leading to high unproductive times in the picking process. The lack of visual management was also evident in the company's loading and unloading dock.

As a result, four main improvement proposals were identified: organizing and improving the management of materials and machinery by creating two inventory management tools in MS Excel, implementing the 5S methodology in the warehouse, improving the recording and traceability of machinery and tools, as well as, implementing visual management at the loading and unloading dock.

The 5S methodology made it possible to estimate an average reduction of 84.6% in picking times in the company's warehouse. For an estimate of 10 daily pickings per employee, this reduction is estimated to represent an avoided cost of approximately €461 per year. With the implementation of visual management, on average, each employee would reduce 66.7% of movement flows. If the company decides to invest in the selected traceability system using Tool Connect technology, the investment represents approximately 32% of the current annual expenses on the equipment replacement and can be recovered in 4 months.

Keywords: Stocks management; Warehouse management; Lean Manufacturing; Continuous improvement; Visual management.

Índice geral

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract.....	v
Índice de figuras	ix
Índice de tabelas	xii
Lista de abreviaturas	xiii
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento e motivação.....	1
1.2. Objetivos propostos	2
1.3. Metodologia de investigação	3
1.4. Organização da dissertação.....	5
2. Fundamentação teórica	6
2.1. Logística e cadeias de abastecimento	6
2.2. Gestão de <i>stocks</i>	6
2.2.1. Tipos de <i>stocks</i>	7
2.2.2. Importância da gestão de <i>stocks</i>	8
2.2.3. Análise ABC	9
2.3. Gestão de armazéns	10
2.3.1. Operações no armazém	10
2.3.2. Codificação de materiais no armazém	12
2.4. <i>Lean Manufacturing</i>	13
2.4.1. Sistema TPS	14
2.4.2. Os princípios <i>Lean</i>	15
2.4.3. Os desperdícios <i>Lean</i>	16
2.5. Ferramentas <i>Lean</i> aplicadas.....	17
2.5.1. Melhoria contínua	17
2.5.2. Ferramenta 5S	19
2.5.3. Gestão visual	20
2.5.4. <i>Standard work</i>	21
3. Apresentação da empresa	22
3.1. Caracterização da empresa	22
3.1.1. Identificação e breves notas históricas.....	22
3.1.2. Missão, visão e objetivos	23

3.1.3. Estrutura organizacional	23
3.2. Organização do <i>layout</i> e respetivos processos.....	24
3.2.1. Organização do <i>layout</i>	24
3.2.2. Processos e equipamentos produtivos.....	25
3.3. Exemplos de projetos desenvolvidos.....	26
4. Descrição e análise crítica da situação atual.....	28
4.1. Descrição da planificação operativa da empresa	28
4.2 Análise crítica e identificação de problemas	30
4.2.1. Falta de organização, identificação e má gestão de materiais.....	30
4.2.2. Falta de organização e dificuldade de gestão de máquinas no armazém	33
4.2.3. Perda de equipamentos resultante da falta de rastreabilidade.....	34
4.2.4. Cais de carga e descarga disfuncional.....	34
4.3. Síntese dos problemas.....	36
5. Apresentação e implementação de propostas de melhoria	39
5.1. Organização e melhoria da gestão de materiais.....	39
5.1.1. Criação de norma de codificação e ferramenta de inventário	39
5.1.2. Implementação da ferramenta 5S na gestão de <i>stock</i> dos materiais	44
5.2. Organização e melhoria da gestão de máquinas e ferramentas	46
5.2.1. Levantamento e criação de inventário de máquinas e ferramentas.....	47
5.2.2. Implementação da ferramenta 5S na gestão de máquinas e ferramentas	49
5.3. Melhoria do registo e rastreabilidade de máquinas e ferramentas.....	52
5.3.1. Criação de registos de movimentação de máquinas.....	53
5.3.2. Aquisição de sistema de rastreabilidade para máquinas	55
5.4. Implementação de gestão visual no cais de carga e descarga.....	58
5.5. Quantificação e análise crítica das melhorias	61
5.5.1. Análise das melhorias obtidas com a ferramenta dos 5S	61
5.5.2. Análise económica do sistema de rastreabilidade de ferramentas	64
6. Principais conclusões e propostas de trabalho futuro.....	65
6.1. Conclusões e considerações finais.....	65
6.2. Propostas de trabalho futuro	66
Referências bibliográficas	68
Apêndices	72
Apêndice 1	72
Apêndice 2	73

Apêndice 3	74
Apêndice 4	76
Apêndice 5	77
Apêndice 6	78

Índice de figuras

Figura 1 – Esquema ilustrativos dos fluxos envolvidos num sistema logístico.	6
Figura 2 – Esquema representativo da curva ABC, identificando as linhas de corte das 3 classes. Adaptado de Pereira (1999).....	9
Figura 3 – Etapas/operações do processo de armazenamento.	10
Figura 4 – Diferentes tipologias de fluxos de atividades num armazém: fluxo direcionado (esquerda) e fluxo dividido (direita). Adaptado de Courtois et al. (2007).	12
Figura 5 – Princípios da filosofia TPS, representado como a “casa TPS”. Adaptado de Kehr & Proctor (2017).....	14
Figura 6 – Princípios do <i>Lean Thinking</i> . Adaptado de Lewis (2000).....	16
Figura 7 – Ciclo PDCA. Adaptado de Isniah et al. (2020).	18
Figura 8 – Ferramenta 5S: identificação dos cinco sentidos. Adaptado de Randhawa & Ahuja (2017).	19
Figura 9 – Estrutura organizacional da empresa JMR2- Obras Públicas e Engenharia Lda.	23
Figura 10 – <i>Layout</i> do piso 0 da empresa onde se localizam as zonas de produção e de armazenamento de materiais.	25
Figura 11 – Calandra	26
Figura 12 – Serrote de fita	26
Figura 13 – Máquina usada na soldadura	26
Figura 14 – ETAR de Frossos	27
Figura 15 – ETA Luanda Sudeste – EPAL.....	27
Figura 16 – Escadas exteriores do Hospital de Guimarães	27
Figura 17 – Doca Pesca – Porto de Pesca de Matosinhos	27
Figura 18 – Fluxograma da planificação operativa da empresa.	29
Figura 19 – Estantes do armazém de materiais desorganizado e sem identificação (situação inicial).....	30
Figura 20 – Estantes do armazém de materiais desorganizado e sem identificação (situação inicial).....	31
Figura 21 – Armazenamento da ferramentaria e materiais consumíveis (situação inicial).	32
Figura 22 – Local de armazenamento de máquinas, ferramentaria e material elétrico (situação inicial).	33
Figura 23 – Cais de cargas e descargas (situação inicial).....	35

Figura 24 – Extrato do ficheiro de registo em MS Excel para realização de inventário dos materiais.	40
Figura 25 – Norma de codificação desenvolvida para o contexto da empresa.....	40
Figura 26 – Exemplo de identificação de família, subfamília e SUB-subfamília de materiais.	41
Figura 27 – Exemplo de codificação do tipo de material/artigo.....	42
Figura 28 – Exemplo de material codificado na ferramenta MS Excel de “Inventário de materiais”.....	42
Figura 29 – Interface da funcionalidade de procura da ferramenta de inventário.....	43
Figura 30 – Conetividade da ferramenta de inventário de materiais entre o chão-de-fabrica e o departamento de compras.	44
Figura 31 – Novos elementos para organização e gestão física dos materiais: a) caixa de arrumação; b) novas estruturas de apoio a gestão de <i>stock</i>	45
Figura 32 – Exemplo de organização e etiquetagem de parafusos zincados.....	46
Figura 33 – Análise ABC das máquinas de trabalho inventariadas.	47
Figura 34 – Configuração final da ferramenta MS Excel de “Inventário de máquinas”..	48
Figura 35 – Identificação dos locais destinados a cada equipamento.	49
Figura 36 – Equipamentos organizados segundo a metodologia 5S (numerações não sequenciais).	50
Figura 37 – Equipamentos de soldadura no local de armazenagem.....	50
Figura 38 – Estrutura para armazenamento de bobines de fio de soldar.....	51
Figura 39 – Estrutura de suporte para máquinas de corte.....	52
Figura 40 – Consumíveis de máquinas de corte.....	52
Figura 41 – Interface de registo de artigos para introdução na base de dados da ferramenta MS Excel “Inventário de máquinas”.	53
Figura 42 – Interface de registo de entrada e saída de máquinas da ferramenta MS Excel “Inventário de máquinas”.	54
Figura 43 – Resultados do teste piloto, ao registo de entrada e saída de máquinas da empresa.....	55
Figura 44 – Elementos de funcionamento da tecnologia RFID para rastreabilidade de máquinas.....	56
Figura 45 – Esquematização da proposta de modificação do cais de carga e descarga. ..	59
Figura 46 – Estruturas para identificação dos materiais para expedição.....	60

Figura 47 – Comparação da situação inicial e da situação pós implementação dos 5S na organização de materiais.	61
Figura 48 – Comparação da situação inicial e da situação pós implementação da ferramenta 5S na organização de máquinas e ferramentas.	62
Figura 49 – Diagrama de circulação, representando a redução dos fluxos de movimentação no armazém, antes (esquerda) e depois (direita) da implementação dos 5S.	63

Índice de tabelas

Tabela 1 – Identificação da posição e tipologias de máquinas e ferramentas usadas em cada processo	26
Tabela 2 – Exemplos e projetos desenvolvidos pela empresa	27
Tabela 3 – Síntese de problemas e definição do plano de ações de melhoria segundo a técnica 5W2H	37
Tabela 4 – <i>Benchmarking</i> das marcas e dispositivos com tecnologia <i>Tool Connect</i>	57
Tabela 5 – Tempos observados na operação de <i>picking</i> de máquina do armazém.....	62
Tabela 6 – Estimativa da poupança económica da redução dos tempos improdutivos na operação de <i>picking</i> de máquina do armazém	63
Tabela 7 – Análise económica do investimento no sistema de rastreabilidade	64

Lista de abreviaturas

APP	Aplicação de <i>software</i>
BOM	<i>Bill of Materials</i>
CAE	<i>Classificação de Atividade Económica</i>
CEO	<i>Chief Executive Officer</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ETA	<i>Estação de Tratamento de Água</i>
ETAR	<i>Estação de Tratamento de Água Residual</i>
JIT	<i>Just In Time</i>
OPL	<i>One-Point Lesson</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PRI	Período de Recuperação de Investimento
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
WIP	<i>Work in Process</i>

1. Introdução

Este projeto de dissertação foi desenvolvido na JMR2 – Obras Públicas e Engenharia, Lda., uma empresa que se dedica ao desenvolvimento, fabrico e montagem de diversos sistemas e subsistemas de engenharia para a área industrial e ambiental. Neste capítulo, é apresentado o enquadramento ao projeto de dissertação, sendo definida a motivação e os principais objetivos a serem alcançados. Por último, é descrita a metodologia de investigação adotada e a estrutura do documento.

1.1. Enquadramento e motivação

O ambiente empresarial é cada vez mais competitivo, o que faz com que a logística e a correta gestão de recursos sejam aspetos decisivos e que ditam o sucesso de uma empresa. Assim, as empresas necessitam adotar estratégias que visem melhorar a eficiência das suas operações. Na logística não há como ignorar a existência de *stocks*, visto que estes representam uma parcela significativa nos custos de uma empresa (Denis et al., 2006; Lambert et al., 1998). Os *stocks* são acumulações de matérias-primas, materiais em processamento e produto acabado que surgem nas diferentes etapas da cadeia de valor (Kumar et al., 2018). Estes têm como principal objetivo suportar a procura do cliente, as necessidades das operações de logística e da produção, ao mínimo custo possível para as empresas (Cil et al., 2020; Reis, 2016). A gestão de *stocks* é a atividade responsável por flexibilizar a capacidade de resposta das empresas, através da coordenação da procura, do planeamento e da distribuição dos mesmos materiais pelos diferentes projetos ou ordens de produção. Assim, a gestão de *stocks* visa a organização e disponibilidade de materiais, devidamente inventariados, a diminuição de custos de posse, a redução de tempos de paragem e os atrasos de conclusão de projetos (Priniotakis & Argyropoulos, 2018). Além disso, também permite manter um equilíbrio entre as existências que suportam a produção e a necessidade de compras, uma vez que, elevados valores de inventário podem resultar em incapacidade de armazenamento e problemas de gestão financeira das empresas (Lim et al., 2013).

Atualmente, um dos principais desafios na gestão de *stocks* é a integração de gestão física dos materiais com a atualização das bases de dados dos *softwares* e sistemas de informação comerciais. Os sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP) permitem a correção dessas deficiências, aumentando a fiabilidade do inventário e melhorando a organização e armazenamento dos materiais (Su & Yang, 2010).

O sucesso da gestão de *stocks* e da implementação de sistemas ERP está frequentemente associada ao uso de ferramentas *Lean Manufacturing* e de gestão de operações (Parry & Turner, 2006). Em diversos setores de atividade, as ferramentas *Lean Manufacturing* são aplicadas para garantir a organização sistemática de materiais, por via da gestão visual, da padronização de operações e da digitalização da informação (Silva & Ferreira, 2021). No entanto, erros comuns na utilização destes sistemas relacionam-se com a falta de fiabilidade do inventário que, ao estar desatualizado, pode levar, por exemplo, a compras desnecessárias de materiais já existentes e a excessiva perda de tempo na localização de materiais. Também para reduzir os tempos das atividades de *picking* e de procura de produtos e equipamentos, a gestão de *stocks* tem vindo a desenvolver e implementar sistemas de localização.

A JMR2 – Obras Públicas e Engenharia, Lda. tem como principal atividade o desenvolvimento de projetos de conceção, construção e montagem de soluções de engenharia, podendo integrar equipamentos mecânicos e eletromecânicos, assim como a montagem das instalações e instrumentação em distintos projetos de engenharia ao nível industrial e de proteção ambiental. Uma vez que a empresa desenvolve diversos projetos em simultâneo, em localizações dispersas, é grande o desafio sentido no que diz respeito à gestão, organização e rastreabilidade da maquinaria, ferramentaria e materiais de produção. Este facto resulta em consecutivas despesas de investimento em novos equipamentos e consecutivos desperdícios na identificação na sua localização e posterior armazenamento. Assim sendo, o objeto de investigação desta dissertação é o sistema de gestão e armazenamento de materiais da empresa.

1.2. Objetivos propostos

O principal objetivo desta dissertação é a implementação de melhorias no processo de aprovisionamento e na gestão de todo o tipo de inventário afeto aos diferentes projetos e obras de engenharia. Nesse sentido, pretende-se implementar um conjunto de práticas e ferramentas associadas ao *Lean Manufacturing*, que permitam o melhor ajuste entre os inventários em armazém e o sistema de apoio à gestão de *stocks* da empresa, fomentando a digitalização da informação. Nesse sentido, foram identificados os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os diferentes tipos de materiais dos projetos desenvolvidos pela empresa, considerando que os projetos podem envolver materiais de construção de obra civil e/ou infraestrutura metalomecânica; conceção/fornecimento de equipamentos

mecânicos e eletromecânicos; e a montagem de sistemas de automação e instrumentação;

- Estudar e analisar o processo de receção, verificação e validação dos materiais dos diferentes projetos em curso;
- Inventariar todos os materiais novos e sobrantes existentes no armazém da empresa, de forma a criar uma base de dados partilhada com o departamento de compras para melhorar a identificação das necessidades de aprovisionamento;
- Inventariar todos os equipamentos (máquinas e ferramentas) da empresa, de forma a permitir a melhor rastreabilidade desses recursos;
- Definir uma norma de organização dos materiais e equipamentos nas estantes do armazém da empresa, aplicando a ferramenta 5S e práticas de gestão visual.
- Criar ferramentas e procedimentos normalizados que permitam a digitalização e integração da informação dos inventários com o ERP da empresa. As ferramentas desenvolvidas devem ser de fácil utilização, permitindo a segmentação de dados (adição, alteração e atualização das bases de dados);

1.3. Metodologia de investigação

A metodologia de investigação utilizada no desenvolvimento do projeto denomina-se Investigação-Ação (*Action Research* da terminologia em inglês). Trata-se de uma metodologia que tem por finalidade a análise de problemas e consequente produção de conhecimento (Coutinho et al., 2009). A metodologia investigação-ação é conhecida pela citação “aprender fazendo”, ou seja, um grupo de pessoas, envolvendo o investigador e os colaboradores da empresa, identifica um problema, executa um plano de ações durante um período de tempo planeado para o resolver e, no fim, identifica o quão eficaz foram os seus esforços numa perspetiva de melhoria contínua. Esta metodologia envolve um ciclo de cinco fases (Saunders et al., 2019):

- Fase de **diagnóstico**, em que são identificados os problemas com base nos métodos de estudo do trabalho e ferramentas de identificação de causas dos problemas;
- Fase de **planeamento**, onde são consideradas alternativas e planos de ação para resolver os problemas encontrados na fase de diagnóstico;
- Fase de **implementação de ações**, em que são implementadas as ações definidas, de acordo com um plano estabelecido;

- Fase de **discussão e avaliação dos resultados**, em que se analisam os resultados de forma a perceber se os problemas foram ou não resolvidos. Com base na identificação dos problemas que não foram resolvidos, reinicia-se o ciclo de investigação-ação, considerando a perspectiva de melhoria cíclica.

Como é referido por Avison et al., (2018), esta metodologia de investigação pode ser implementada em diversos contextos, desde a área educacional como em diversos setores da indústria.

Com o objetivo de reunir mais informação e conhecimento sobre o tema, numa fase inicial do desenvolvimento desta dissertação, foi efetuada uma revisão bibliográfica. Para isso, foram usadas duas plataformas para a pesquisa de artigos científicos, livros e capítulos de livros: a *Web of Science* e *Scopus*. Estas plataformas foram escolhidas pela sua abrangência, e porque, as duas combinadas constituem uma poderosa base de dados onde estão indexados e alocados os mais pertinentes e o maior número de artigos nos diferentes domínios. Nestas plataformas é possível procurar por autor, por título de artigo/livro e também por palavras-chave. De modo a restringir a pesquisa, também podem ser aplicados alguns filtros às áreas de interesse, ao idioma e à data da publicação.

Após o estudo da fundamentação teórica, procedeu-se à identificação dos problemas e à elaboração de um plano de ações a implementar. Para identificar os problemas, aplicou-se o método de observação com base nas etapas do estudo dos métodos de trabalho (Vaz & Saraiva, 2020).

Nesse sentido, foram acompanhados os processos de receção, gestão e expedição de materiais de diversos projetos em curso, onde foi possível identificar a falta de organização e arrumação dos materiais e recursos destinados à produção. Além da falta de organização, foram identificados diversos problemas associados à falta de identificação e codificação dos diferentes itens em armazém. Não obstante a dificuldade de gestão em armazém, outro grande problema foi a falta de informação atualizada sobre esses mesmos materiais e as discrepâncias nas bases de dados relativas ao aprovisionamento. Nesse sentido, foi desenvolvido um plano de ação com base em ferramentas de melhoria contínua, como os 5S, a gestão visual, as listas de verificação, desenvolvimento de ferramentas de apoio à gestão de *stocks* e a proposta de implementação de ferramentas de rastreabilidade para máquinas de maior valor acrescentado.

1.4. Organização da dissertação

Esta dissertação está organizada em 6 capítulos. No primeiro capítulo, é apresentada a motivação para esta dissertação, bem como os objetivos e a metodologia usada. No segundo capítulo é apresentada uma breve revisão da fundamentação teórica que serviu de base ao desenvolvimento da dissertação. Aqui são aprofundados os conhecimentos relativos à logística, gestão de *stocks* e *Lean Manufacturing*. No terceiro capítulo, é apresentada a empresa na qual foi desenvolvida a componente prática. No quarto capítulo são apresentados os problemas de aprovisionamento identificados ao longo do estágio e, no quinto capítulo, são apresentadas as propostas com vista à melhoria dos problemas sintetizados. Os resultados obtidos são também analisados e discutidos neste capítulo. Por fim, as principais conclusões e algumas sugestões de trabalho futuro são apresentadas no sexto capítulo.

2. Fundamentação teórica

Neste capítulo apresenta-se o enquadramento teórico, considerando a revisão efetuada sobre os conceitos dos temas abordados. Esta revisão é iniciada com uma introdução sobre a logística, a gestão de *stocks*, metodologia *Lean Manufacturing* e as suas ferramentas.

2.1. Logística e cadeias de abastecimento

A logística e cadeia de abastecimento são dois tópicos correlacionados, sobretudo quando se trata de uma contextualização no âmbito industrial. Existem elementos fundamentais ligados à logística tais como, os transportes e as cadeias de distribuição, a gestão de *stocks* e o armazenamento. A gestão logística de uma empresa pode ser definida, como uma parte fulcral na gestão da cadeia de abastecimento (Carvalho et al., 2020).

Por definição, a logística corresponde à parte da gestão da cadeia de abastecimento responsável por efetuar o planeamento, implementação e controlo dos fluxos diretos e inversos, quer se tratem de fluxos de materiais ou fluxos de informação (Farahani et al., 2011). Adicionalmente, relaciona-se com o armazenamento de matérias-primas que são adquiridas com o objetivo de satisfazer as necessidades e requisitos dos clientes (Ramos, 2010), através do seu processamento. Na Figura 1 é ilustrada, de forma simplificada, a organização de um sistema logístico e respetivos fluxos.

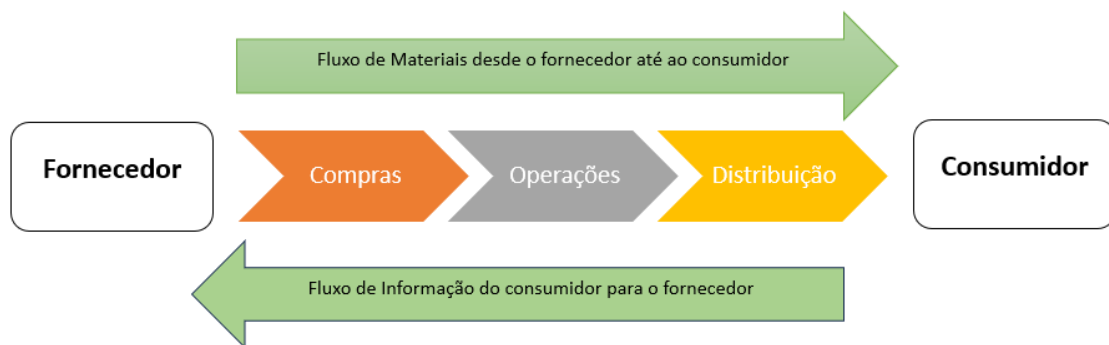


Figura 1 – Esquema ilustrativos dos fluxos envolvidos num sistema logístico.

2.2. Gestão de *stocks*

Falar em *stock* pode ser significado de uma grande fonte de problemas para as empresas. Os *stocks* podem ser gerados quando a empresa compra matérias-primas a um fornecedor ou quando os produtos estão acabados e armazenados para serem vendidos (Chan et al., 2017). Os *stocks* podem ser constituídos por materiais que a empresa adquire e mantém na sua posse e que são consumidas no processo produtivo ou, por outro lado,

produtos acabados e prontos para posterior expedição para o cliente. Embora estes devam ser mantidos sempre a um nível o mais baixo possível (quantidade mínima de *stock*), existem potenciais vantagens associadas à constituição de *stock* em alguns setores de atividade específicos. O *stock* mínimo, permite a empresa evitar a paragem no processo produtivo por falta de matéria-prima. Também no caso dos produtos acabados, a existência de *stock* pode satisfazer as necessidades e pedidos urgentes de clientes. Desta forma, a existência de produtos para venda imediata pode contribuir para a possibilidade de encaixe de receita. Alguns dos motivos que justificam a necessidade de *stock* são (Kumar et al., 2018):

- Combater as flutuações e incerteza, quer da oferta por parte dos fornecedores, quer da procura por parte dos clientes;
- A possibilidade de aproveitar descontos na aquisição de grandes quantidades de produto, o que reduz o seu preço unitário;
- Evitar paragens de produção que dependam de produtos sazonais;
- Diminuição dos custos de transporte.

Assim, enquanto os investimentos em *stock* podem ser justificados pela diminuição dos custos de reaprovisionamento, a redução de *stocks* e a aquisição de menores quantidades ou lotes de menor dimensão podem ajudar a:

- Reduzir o capital investido;
- Melhorar a gestão e a capacidade de armazenamento;
- Diminuir a possibilidade de os produtos se tornarem obsoletos.

2.2.1. Tipos de *stocks*

Os *stocks* podem ser classificados segundo três categorias (Ramos, 2010):

- **Matérias-primas:** que representam todos os materiais que a empresa necessita para o seu processo produtivo. Estas matérias-primas são usualmente encomendadas aos fornecedores.
- **Work in process (WIP):** o WIP como o nome indica “trabalho em processamento” é referente às matérias-primas que estão a ser processadas/utilizadas no momento do processo produtivo.
- **Produtos acabados:** são os produtos que já percorreram toda a extensão do processo produtivo, estando prontos para serem expedidos para o cliente final.

Para além destes fatores mencionados, os *stocks* que as empresas possuem podem ser classificados em função do motivo/propósito pelo qual a empresa em questão os decidiu adquirir:

- *Stock* de ciclos: necessário durante o *lead time* para satisfazer a procura;
- *Stock* de segurança: como o nome indica, representa uma segurança para a empresa em caso de rotura de *stocks*;
- *Stock* sazonal: mais direcionado para os produtos acabados da empresa, devido a uma maior procura dos produtos num determinado período;
- *Pipeline stock*: referente a *stock* que ainda está no processo de distribuição (já adquiridos pela empresa, mas que ainda não tem na sua posse);
- Outros *stocks*: *stocks* adquiridos/mantidos por outros motivos, como por exemplo, descontos em compras de grandes quantidades.

2.2.2. Importância da gestão de *stocks*

A gestão de *stocks* é muitas vezes descurada pela maioria das empresas, pois é uma atividade que aparentemente não gera valor acrescentado. No entanto esta teoria não é de todo correta e deve ser corrigida, pois, uma boa gestão de *stocks* permite à gestão de topo saber quais as tipologias e quantidade de artigos que devem armazenar e o local onde estão armazenadas. Além disso, a má gestão de *stocks* gera custos para a empresa, tais como, custos de aquisição associados a encomendas urgentes, custos de posse desajustados das reais necessidades e os custos de rotura de *stock*. Assim, a gestão de *stocks* contribui para a melhoria do controlo das despesas das empresas, diminuindo os investimentos desnecessários em *stocks* e aumentando os lucros dada a maior eficácia operacional da empresa (Tavares, 2018).

Relativamente à gestão de *stocks* há duas questões que têm de ser avaliadas: *quando* e *quanto* comprar? Para responder a estas questões fundamentais podem ser usados modelos de gestão de *stocks*, tal como os modelos determinísticos e estocásticos (Carvalho et al., 2011).

Nos modelos determinísticos a procura e oferta de matérias-primas é conhecida ou passível de ser estimada, tornando a gestão de *stocks* mais previsível. Pelo contrário, os modelos estocásticos adequam-se a situações de procura e oferta variável, tornando-se necessário analisar as flutuações do mercado e criar um *stock* de segurança que sirva como amortecedor dessas flutuações.

Em relação às políticas de gestão de *stocks*, identificam-se os modelos de revisão contínua e os de revisão periódica. Teoricamente, o modelo de revisão contínua permite à empresa um controlo do *stock* de uma forma mais rigorosa. Com base na quantidade de encomenda, a empresa determina o momento mais indicado para efetuar uma nova encomenda de um determinado número de unidades, normalmente o lote económico. O modelo de revisão periódica tem como filosofia manter o período entre encomendas constante, variando assim a quantidade que deverá ser encomendada (Carvalho et al., 2020).

2.2.3. Análise ABC

Uma empresa com fins produtivos tem diariamente de gerir um elevado número de diferentes artigos. Para que essa gestão possa ser o mais completa e funcional possível, deve ser efetuada uma gestão em função do impacto económico ou rotatividade, identificando a sua prioridade em termos de gestão (Kučera & Suk, 2019). A análise ABC baseia-se no princípio de Pareto dos 80-20, ou seja, 20% dos artigos representam 80% do valor total do objetivo definido. Nesse sentido, com a aplicação da análise ABC é possível diferenciar 3 principais classes (Figura 2):

- **Classe A** – maior importância, correspondem a 20% do total de produtos e que representam 80% do resultado em quantidade ou valor;
- **Classe B** – com importância, quantidade ou valor intermédio correspondendo a 30% do total de produtos e que representam 15% do resultado;
- **Classe C** – produtos com menor importância, correspondem a 50% do total de produtos e representam apenas 5% do resultado.

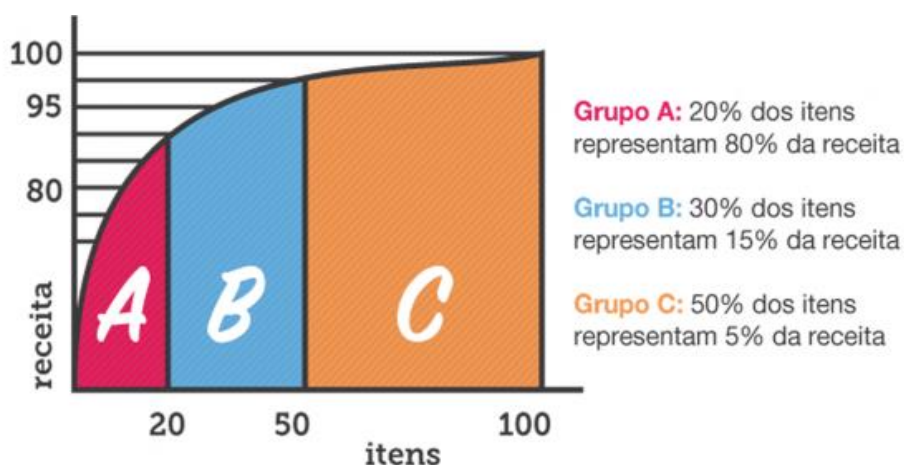


Figura 2 – Esquema representativo da curva ABC, identificando as linhas de corte das 3 classes. Adaptado de Pereira (1999).

2.3. Gestão de armazéns

O armazém é um espaço planeado para a colocação e acondicionamento de mercadorias e materiais. Apesar de não acrescentar valor à cadeia de abastecimento, o armazém deve ser otimizado (Juma & Basheer, 2023). Otimizar a gestão do armazém possibilita uma redução de custos, diminuição de desperdícios e potencia o desempenho de toda a cadeia de abastecimento. Os armazéns distinguem-se em três tipos:

- **Armazéns de distribuição**, onde são armazenados produtos de diferentes fornecedores para entregar a vários clientes;
- **Armazéns de produção**, que se localizam em unidades de produção e são utilizados para armazenar matéria-prima, produto semiacabado ou acabado;
- **Armazéns contratados**, que realizam a operação de armazenamento em nome de um ou mais clientes.

Além disso, os armazéns, ao constituírem *stock*, podem ser utilizados como *buffers* contra alterações inesperadas quer no fornecimento quer na procura. Como a designação indica, o “armazenamento” pode ser definido formalmente como o processo de depositar os produtos, podendo estes locais representarem um ponto de passagem entre o ponto de origem e o ponto de consumo (Koster et al., 2007). Autores como Guo et al., (2016) defendem que os armazéns são espaços concebidos e pensados para o armazenamento e manuseamento de matérias-primas, WIP e produto acabado, não devendo existir mistura de tipologias de itens armazenados de forma a minimizar os erros do sector de compras.

2.3.1. Operações no armazém

Desde a entrada até à sua saída do armazém, o processo de armazenamento engloba várias operações, tais como a receção, o armazenamento propriamente dito, as operações de *picking* e a expedição (Figura 3).

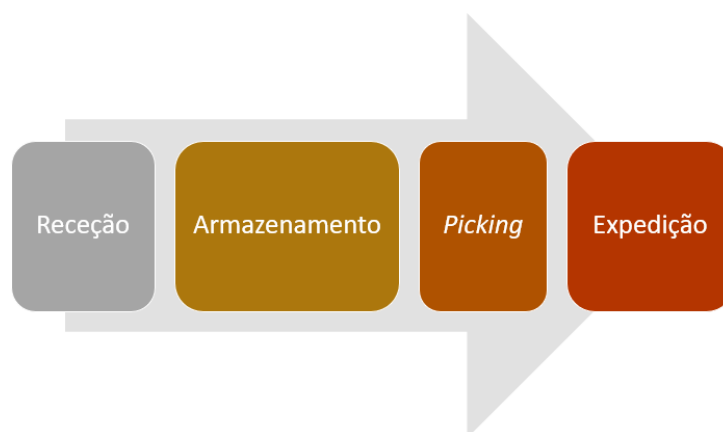


Figura 3 – Etapas/operações do processo de armazenamento.

As operações realizadas em armazém podem ser sumariamente descritas:

Receção

Com a chegada dos artigos vindos dos fornecedores, estes devem ser descarregados, identificados e deve dar-se entrada dos mesmos no sistema. Além disso, deve ser feita uma inspeção qualitativa, para averiguar se o produto enviado é o correto e para despistar possíveis não conformidades. Deve ser efetuada uma inspeção quantitativa para verificar se a quantidade recebida é a mesma que consta na nota de encomenda (Pereira et al., 2019).

Armazenamento

Após a receção e verificação dos produtos, é necessário arrumá-los na zona de armazenagem. Assim, é necessário atribuir um local ao produto tendo em conta a sua dimensão e peso, os locais de armazenamento disponíveis (prateleiras, caixas ou outros elementos), o conjunto atual e futuro de *stocks* e as políticas de armazenagem adotadas pela empresa. Os produtos devem ser mantidos nesse local até que haja necessidade de os utilizar. As principais políticas de armazenamento são (Klenk et al., 2015):

- **Armazenamento fixo:** cada produto tem um determinado local de armazenamento associado. Esta política permite uma fácil localização e procura dos produtos. Porém, e como o espaço de armazenamento é dimensionado para o *stock* máximo, que raramente é atingido, também gera bastante desaproveitamento e inutilização do espaço devido à existência de espaços vazios.
- **Armazenamento variável:** o colaborador é responsável por alocar um espaço ao produto. Comparativamente com o armazenamento fixo, este promove um melhor aproveitamento do espaço de armazenamento. Porém é necessário manter um registo detalhado e atualizado da localização dos produtos e o processo de procura torna-se mais moroso.

Picking

O processo de *picking* corresponde ao processo de recolha e separação de todos os artigos necessários para satisfazer a encomenda. Este processo é o que envolve mais recursos humanos, mais tempo despendido e, conseqüentemente, o mais caro dos vários processos de armazém.

Expedição

Nesta fase é necessário preparar a encomenda, juntando todos os produtos que dela constam. Os pedidos devem ser embalados e carregados para serem transportados para o cliente.

De forma a otimizar o fluxo de atividades, o *layout* do armazém deve ter em conta as diferentes operações que nele se realizam. Segundo Courtois et al. (2007) pode ser implementado um fluxo direcionado ou um fluxo dividido (Figura 4). No fluxo direcionado as zonas de armazenagem e preparação situam-se entre as zonas de receção e expedição. No fluxo dividido a receção e expedição situam-se na mesma zona e é possível reduzir os tempos de arrumação e de *picking*.



Figura 4 – Diferentes tipologias de fluxos de atividades num armazém: fluxo direcionado (esquerda) e fluxo dividido (direita). Adaptado de Courtois et al. (2007).

2.3.2. Codificação de materiais no armazém

Devido ao elevado número de artigos e materiais existentes nas empresas, é necessário que cada um dos diferentes artigos ou materiais possa ser identificado, consoante as suas características de uma forma lógica e estruturada. A norma de codificação pode ser feita através de um conjunto de símbolos alfanuméricos ou apenas numéricos, permitindo assim efetuar a conversão de uma nomenclatura empírica para uma nomenclatura mais precisa e, simultaneamente, padronizada para mais fácil interpretação (Pinto, 2010).

A utilização desta nomenclatura apresenta diversas vantagens para as empresas, uma vez que com a atribuição de um código a um artigo (com base na norma de codificação estabelecida), facilita as operações na empresa, dado o artigo em questão estar representado por um único código individualizado.

Quanto maior for o número de artigos que a empresa necessita de inventariar, mais importante será a utilização da codificação, permitindo assim a identificação e rastreabilidade dos diversos artigos/materiais. Como referido anteriormente, o código ou identificação atribuída, deverá ser único para que um artigo existente não tenha associado vários códigos de identificação, ou um código não esteja associado a mais do que um artigo. Da norma de codificação definida, deverá resultar a correspondência de um-para-um, ou seja, do código para o artigo e vice-versa (Zhang, 2021).

Assim sendo, a codificação dos artigos deve ser efetuada com 3 propósitos: facilitar o processo de identificação dos artigos; permitir à empresa encontrar os artigos requeridos rapidamente; e homogeneizar a informação e identificação dos artigos dentro e fora das instalações da empresa.

2.4. *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing* nasceu após a Segunda Guerra Mundial, numa altura em que os Estados Unidos lideravam a economia global e o Japão atravessava uma forte recessão económica. O sucesso da economia americana devia-se, em grande parte, ao modelo de produção desenvolvido por Henry Ford. Este implementou o sistema de produção em massa, através do qual era possível obter uma grande quantidade de bens num curto período de tempo. Este modelo de produção caracterizava-se pela implementação de linhas de montagem, operadas por trabalhadores com baixas qualificações e que apenas eram responsáveis por uma tarefa. Assim, o modelo de produção de Ford permitiu aumentar significativamente a produtividade quando comparado com o sistema de produção tradicional. Todavia, o mercado exigia uma grande variedade de produtos em pequenas quantidades e o modelo de produção de Ford tinha limitações no que diz respeito à capacidade de dar resposta a um mercado heterogéneo com necessidade de diferentes produtos (Alves et al., 2012).

O Japão enfrentava um cenário de carência extrema de recursos, tanto financeira como de recursos humanos e materiais, sendo impossível competir com a indústria Americana. Assim, Taichii Ohno, diretor da Toyota, desenvolveu um novo modelo de produção, designado como *Toyota Production System* (TPS) (Taiichi Ohno, 1997).

O termo *Lean* surgiu pela primeira vez no artigo “*Triumph of the Lean Production System*” de Krafcik, (1988), onde se destacou como filosofia inerente ao TPS “*doing more with less*”. Ou seja, reduzir os desperdícios e as atividades que não agregam valor e utilizar o mínimo de recursos.

Não obstante às vantagens que este método de produção apresentava, tais como a elevada qualidade dos produtos, preços competitivos, flexibilidade na produção, *lead time* reduzidos, o conceito só foi popularizado mais tarde, com a publicação do livro “*The Machine that changed the World*” de Womack et al., (1990). O sucesso da Toyota difundiu o seu modelo de produção, que passou a ser utilizado por várias organizações de diferentes setores de atividade.

2.4.1. Sistema TPS

O TPS tem por base a otimização dos recursos existentes e o aumento da produtividade e qualidade. Para isto, deve-se ter em consideração o fluxo contínuo do sistema produtivo com vista à eliminação de desperdícios e diminuição de atividades que não acrescentam valor (Black, 2007). Para apresentar, de forma mais simplificada, o conceito do TPS, foi usada uma analogia em que se comparava o modelo a uma casa. A escolha recaiu sobre a simbologia estrutural e de organização, em que é de máxima importância a interação dos elementos como um todo. A estabilidade da casa depende da base e dos alicerces, o *Just In Time* (JIT), produção nivelada (*Heijunka*) e o *Jidoka*. Na Figura 5 é apresentada a casa TPS (Kehr & Proctor, 2017).

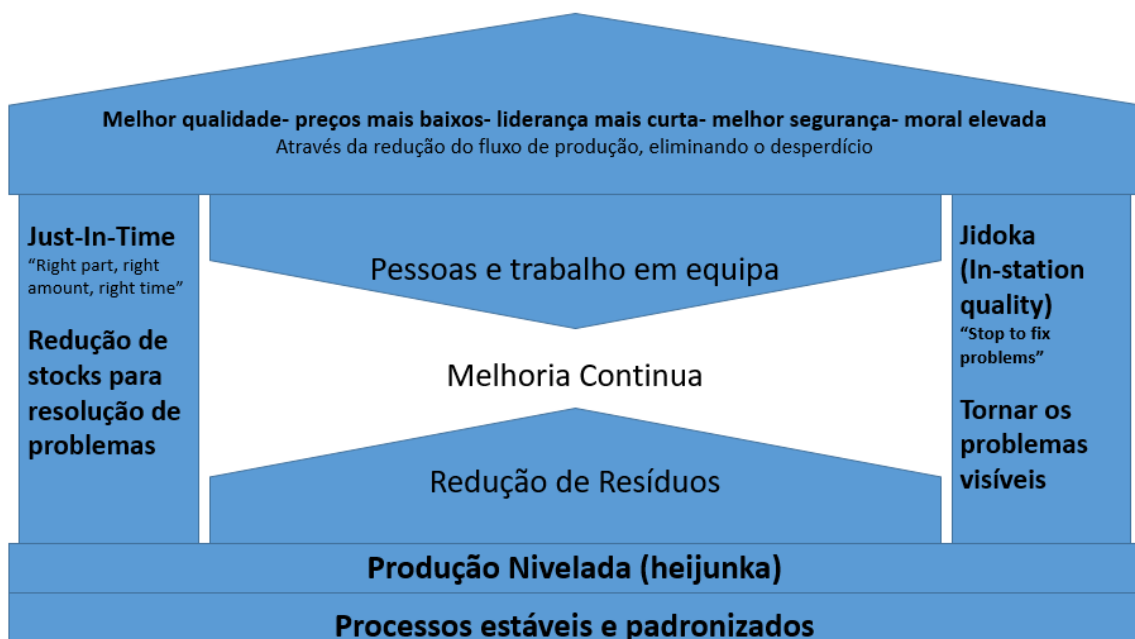


Figura 5 – Princípios da filosofia TPS, representado como a “casa TPS”. Adaptado de Kehr & Proctor (2017).

Na base da casa, que suporta todo o sistema, encontram-se dois conceitos: os processos estáveis e padronizados. O *Heijunka* consiste no nivelamento da produção, ou seja, a distribuição igualada dos produtos e respectivas quantidades a produzir. Ambos os conceitos são essenciais para o controlo das quantidades produzidas, permitindo uma redução de *stock* e a otimização do processo produtivo.

Nos dois pilares constam JIT e o *Jidoka*. A produção JIT consiste numa produção virada para as necessidades do cliente, na qual se produz apenas a quantidade pedida pelo cliente, no momento em que o cliente quer e com as características que o cliente deseja, evitando o armazenamento excessivo de *stock*. O *Jidoka*, também conhecido como *Autonomation* ou “automação inteligente”, refere-se à capacitação das máquinas com sistemas inteligentes, de modo que esta possa tomar decisões, tais como, parar a produção de forma autónoma sempre que for detetado um erro. Assim, é possível reduzir as quantidades de produtos com defeito.

No centro da casa está a melhoria contínua que acontece como consequência do trabalho em equipa e da redução de desperdícios. O TPS é um sistema que incentiva os operadores a colaborar ativamente com ideias que fomentem a melhoria contínua dos processos. No topo, são apresentados os objetivos do TPS, ou seja, através da eliminação dos desperdícios e do encurtamento do processo produtivo, é possível obter produtos com melhor qualidade, reduzir os custos, reduzir o *lead time* e aumentar a segurança e a motivação dos trabalhadores (Kehr & Proctor, 2017).

2.4.2. Os princípios *Lean*

O *Lean Thinking* é uma filosofia que pode ser aplicada a qualquer tipo de organização e cujo objetivo é melhorar a qualidade dos seus produtos. De acordo com os autores do livro “*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Organisation*”, esta filosofia constitui a base para a eliminação de desperdícios e é uma ferramenta fundamental para o sucesso e eficiência das organizações (Womack & Jones, 1996). O *Lean Thinking* assenta em cinco princípios fundamentais (Figura 6) (Lewis, 2000):

- **Definir valor:** o valor deve ser definido tendo em conta as características e requisitos que o cliente deseja no produto. Deve ser eliminado tudo aquilo que não acrescenta valor e não segue as especificações do cliente.
- **Identificar a cadeia de valor:** deve-se analisar todo o fluxo de valor, desde a aquisição de matéria-prima até ao momento de entrega do produto ao cliente, e apenas devem ser efetuadas as atividades que acrescentam valor ao produto final.

- **Garantir o fluxo contínuo:** Deve-se garantir que o processo produtivo flui de forma contínua e evitar paragens e tempos de espera (*one piece flow*).
- **Implementar a produção pull:** Este sistema de produção visa a produção nas quantidades e no momento que o cliente pedir, ou seja, deve-se produzir apenas o que é necessário e quando é necessário. Com isto, é possível reduzir *stocks* e evitar o desperdício da sobreprodução.
- **Procurar a perfeição:** Por último, deve-se incutir a preocupação constante com a melhoria contínua, prevenindo a estagnação da organização e garantindo a sua prosperidade.

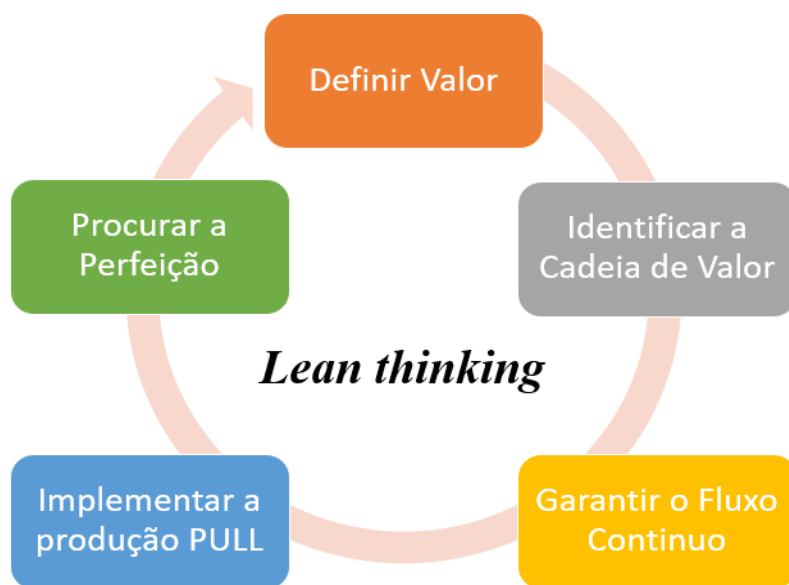


Figura 6 – Princípios do *Lean Thinking*. Adaptado de Lewis (2000).

2.4.3. Os desperdícios *Lean*

Um dos principais objetivos da filosofia *Lean* é eliminar desperdícios. Os desperdícios, ou *muda* em japonês, são todas as atividades que consomem recursos (humanos, matéria-prima, tempo, espaço, financeiros), mas não acrescentam valor ao produto final na perspetiva do cliente e pelas quais este não está disposto a pagar. Os *muda* podem ser agrupados em dois grandes grupos: as ações que não acrescentam valor, mas são necessárias e indispensáveis ao bom funcionamento do processo produtivo e, portanto, não podem ser eliminadas; e as ações que não acrescentam valor e não são necessárias ao processo produtivo e, portanto, podem e devem ser eliminadas. Associados ao *Lean*, foram identificados sete principais tipos de desperdícios (Harish & Selvam, 2015):

- **Sobreprodução:** quando há produção em excesso, mais quantidade do que a encomendada, ou o fabrico antecipado de produtos que ainda não foram encomendados.

- **Esperas:** refere-se aos tempos de paragem de operadores, equipamentos e produtos em fase de produção. Podem ser resultado da passagem do WIP de um processo produtivo para o outro.
- **Transportes:** contempla todas as deslocações de matéria-prima, WIP ou produto acabado, entre setores da produção e armazém.
- **Inventário:** representa o excesso de matéria-prima, WIP e produto acabado que é acumulado em armazém, o que resulta em elevados custos de armazenamento.
- **Defeitos:** refere-se a todas as não conformidades detetadas num produto, ou seja, quando um produto não cumpre com os requisitos e especificações do cliente.
- **Movimentos desnecessários:** representa todo e qualquer movimento desnecessário dos operadores aquando da realização de uma tarefa e pode ser resultado de um *layout* do espaço produtivo deficiente.
- **Sobreprocessamento ou processamento inadequado:** representa todas as operações excessivas que resultam em produtos com qualidade superior à pretendida, que não vai ser valorizada pelo cliente e não vai acrescentar valor ao produto final.

Mais recentemente, passou a ser considerado um oitavo desperdício *Lean* – o não aproveitamento do capital humano. A má utilização do capital humano, apesar de não estar incluído nos *muda* originais, é hoje em dia um desperdício tão grave quanto todos os outros.

2.5. Ferramentas *Lean* aplicadas

O sucesso da implementação da metodologia *Lean* está diretamente ligado às técnicas e ferramentas aplicadas. As ferramentas *Lean* são métodos e práticas que permitem eliminar os desperdícios e melhorar o desempenho dos processos. Neste subcapítulo são apresentadas as ferramentas *Lean* que foram utilizadas ao longo do projeto de dissertação, nomeadamente, o *Kaizen*, a ferramenta 5S, a gestão visual e o *standard work*.

2.5.1. Melhoria contínua

O conceito *kaizen* é de origem Japonesa e é constituído por duas palavras: “*Kai*” que significa mudança e “*Zen*” que significa melhor. Assim, este termo que se traduz por “Mudança para melhor”, remete para uma filosofia de melhoria contínua em que as organizações devem estar constantemente a procurar evoluir e melhorar.

Para isto, é imperativo o envolvimento e comprometimento de todos os colaboradores, para que, duma forma proativa, se possam estabelecer novas práticas que fomentem a melhoria dos processos dentro de uma organização e a eliminação gradual dos desperdícios (Castanheira & Loos, 2019).

Esta filosofia está diretamente ligada ao ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) também conhecido por ciclo de *Demming*. O ciclo PDCA é uma ferramenta que garante a sistematização e continuidade dos processos de melhoria contínua. Esta ferramenta baseia-se numa lista de verificação composta por quatro etapas que permitem a resolução de problemas, tal como representado na Figura 7 (Isniah et al., 2020).

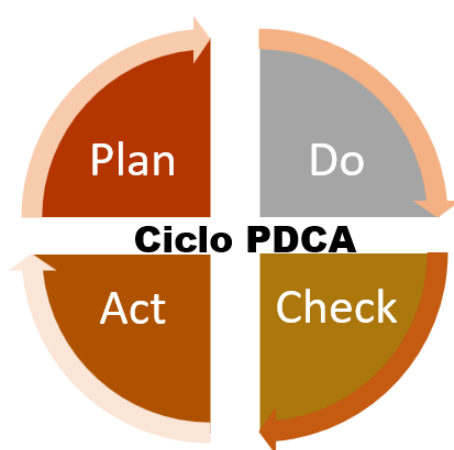


Figura 7 – Ciclo PDCA. Adaptado de Isniah et al. (2020).

De forma a promover a melhoria contínua, o PDCA deve ser praticado de forma cíclica ao longo do tempo. As quatro etapas do ciclo PDCA podem ser definidas como:

- **Plan** (planear): Nesta primeira fase é necessário identificar os problemas e as suas possíveis causas, estabelecer os objetivos que se pretende atingir e traçar um plano de mudança.
- **Do** (fazer): De seguida é necessário implementar as ações que foram previamente definidas. O plano de mudança deve ser realizado em fases pequenas e controladas.
- **Check** (verificar): De forma a avaliar o desempenho e eficácia das ações implementadas e verificar a concretização dos objetivos propostos é necessário analisar os resultados obtidos.
- **Act** (atuar): Por fim, procede-se à uniformiza-se o novo processo melhorado. Numa perspetiva de melhoria contínua, e para evitar a estagnação da eficiência dos processos, devem ser estabelecidos novos objetivos, iniciando-se um novo ciclo PDCA.

2.5.2. Ferramenta 5S

A ferramenta 5S é uma ferramenta *Lean* desenvolvida por Takashi Osada no Japão. Os 5S representam um conjunto de bons costumes que devem ser aplicados para que, através da redução de desperdícios, seja possível obter um ambiente de trabalho limpo, organizado e produtivo (Randhawa & Ahuja, 2017). Esta ferramenta é vista como uma forma de alcançar a qualidade através da manutenção da disciplina de organização. A aplicação dos 5S é transversal aos diferentes setores de uma organização, uma vez que melhora a eficiência, o desempenho e contribui para a melhoria contínua dos processos. O nome da metodologia tem origem nos cinco *sensos* que a caracterizam, tal como representado na Figura 8.

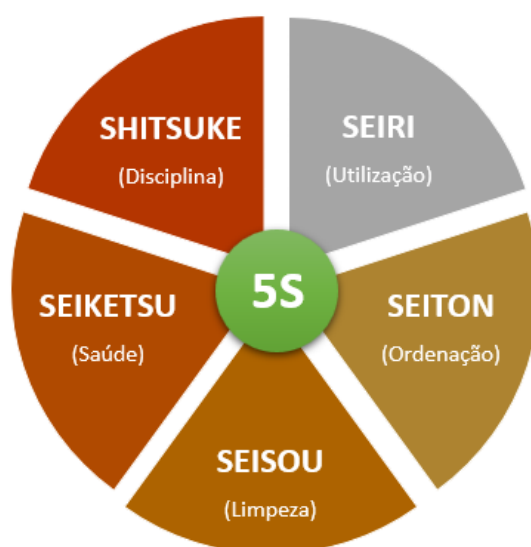


Figura 8 – Ferramenta 5S: identificação dos cinco sentidos. Adaptado de Randhawa & Ahuja (2017).

As cinco etapas desta ferramenta são definidas da seguinte forma:

- **Seiri** (utilização): Na primeira fase é necessário proceder a uma triagem e separar os artigos necessários e que acrescentam valor dos não necessários, danificados e/ou obsoletos. Todos os artigos considerados sem utilidade devem ser descartados.
- **Seiton** (organização ou ordenação): Posteriormente, e apenas mantendo os artigos com utilidade, os mesmos devem ser organizados e arrumados num local definido. A arrumação dos artigos deve ser intuitiva e de fácil acesso.
- **Seiso** (limpeza): De forma a manter a organização e higiene, é necessário manter rotinas de limpeza.

- **Seiketsu** (saúde/padronização): A normalização dos processos é fundamental para garantir que não se volta ao estado de desorganização inicial, monitorizando o sucesso dos 3 primeiros senso. Desta forma, devem ser criados procedimentos, normas e *checklist* que auxiliem os colaboradores sobre como proceder de modo a manter o processo otimizado.
- **Shitsuke** (autodisciplina): Por fim, é necessário manter a disciplina de implementação do método. Os colaboradores devem-se cumprir as regras, mantendo a área limpa e organizada.

O sucesso não pode ser atingido com uma única implementação. Este processo deve ser implementado e avaliado de forma cíclica, em prol da melhoria contínua constante. Nesse sentido, a implementação de auditorias 5S é de grande relevância. Atualmente já se considera um sexto senso que está relacionado com a segurança. Ou seja, a implementação de cada uma das ações deve ter por base a execução de tarefas respeitando as considerações da segurança ocupacional.

2.5.3. Gestão visual

A gestão visual visa simplificar a comunicação através da utilização de elementos visuais. Assim, é possível transmitir informação de forma clara, imediata e intuitiva a todos os colaboradores. Através de indicadores visuais é possível identificar, informar, sinalizar ou demarcar aspetos que têm de ser do conhecimento geral de todos os envolvidos no processo produtivo. A gestão visual pretende informar sobre o processo, dar indicações, de forma simples e autoexplicativa. Esta metodologia e os elementos usados para a implementar devem ser o mais simples possíveis, exibindo apenas a informação estritamente necessária e que acrescenta valor ao processo (Ribeiro et al., 2019).

Alguns exemplos da aplicação desta metodologia são: os sistemas *Andon*, que consistem em sinais luminosos que indicam o estado do processo (por exemplo, a luz verde indica bom funcionamento e a luz vermelha indica um erro no processo e a necessidade de intervenção do operador); quadros de informações; marcações coloridas no chão para delimitar áreas; placas e etiquetas de sinalização e identificação; quadros ou moldes com o local exato de cada ferramenta. Estes sinalizadores visuais permitem ajudar os colaboradores a identificar e alertar, por exemplo, sobre erros ou paragens inesperadas no processo produtivo, lembrar os diferentes passos necessários para a execução de uma determinada tarefa (Tezel et al., 2016).

2.5.4. Standard work

O *standard work*, também conhecido por trabalho normalizado, foi desenvolvido por Taiichi Ohno. Como já referido na secção 2.4.1. esta metodologia é uma das bases da casa TPS e permite aumentar a produtividade e eficiência dos processos. Consiste na definição de métodos e sequências de operações que devem ser rigorosamente cumpridas para a realização de uma atividade num determinado posto ou estação de trabalho. Todos os colaboradores devem realizar o mesmo processo de forma idêntica, o que se traduz em processos mais padronizados e estáveis. Uma das formas de aplicação desta metodologia é através da realização de procedimentos operacionais e instruções de trabalho das quais constem as regras e normas a seguir para a realização de determinada atividade (Fazinga et al., 2019).

Esta ferramenta, quando aplicada corretamente, resulta em benefícios para as organizações e para os colaboradores, tais como:

- Redução da variabilidade e aumento da estabilidade e controlo do processo;
- Redução de custos e aumento da rentabilidade do processo, resultado da eliminação e/ou redução de desperdícios.
- Aumento da qualidade, uma vez que a probabilidade de erros e defeitos é menor quando a forma de execução de uma dada tarefa está normalizada e não depende de operador para operador;
- Melhoria da formação dada aos colaboradores e aumento do envolvimento do colaborador.

Só com a padronização das operações e processos é possível identificar e solucionar os problemas organizacionais, sobretudo através da disseminação da cultura de melhoria contínua.

3. Apresentação da empresa

Neste capítulo é efetuada uma breve apresentação da empresa JMR2 – Obras Publicas e Engenharia, Lda. Inicialmente, e de forma a dar a conhecer a empresa, é efetuada uma caracterização da empresa, bem como a identificação dos valores que a regem, a sua missão e objetivos. É apresentada a estrutura organizacional e, por fim, são abordados os principais processos produtivos desta organização, bem como alguns exemplos de projetos já executados pela empresa.

3.1. Caracterização da empresa

Nesta secção são apresentadas umas breves notas históricas sobre a evolução da empresa, a missão, valores e objetivos. É também definida a estrutura organizacional da empresa.

3.1.1. Identificação e breves notas históricas

O grupo JMR nasceu com a criação de uma pequena empresa, a título individual, que estava ligada ao comércio por grosso e retalho de tintas, produtos similares e artigos ligados ao setor da construção. A empresa passou por diversas evoluções e, atualmente, o Grupo JMR é constituído por 3 empresas que partilham como foco comum, a realização de atividades voltadas para a construção e ambiente.

A empresa JMR2 – Obras Públicas e Engenharia Lda., surge assim em 2003, resultado do crescimento e expansão do grupo, com o objetivo de captar as atividades de domínio público e privado. Com uma forte atuação nas áreas da indústria e do ambiente, a sua principal atividade consiste no desenvolvimento de projetos de conceção/construção, fornecimento e montagem de equipamentos mecânicos, eletromecânicos e no fornecimento e montagem das instalações elétricas, automação e instrumentação, incluindo a exploração de Estações de Tratamento de Águas (ETA), Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) e estações elevatórias com os respetivos sistemas de drenagem.

Os seus serviços caracterizam-se pela apresentação de soluções completas, que vão desde o estudo das necessidades individuais de cada cliente à apresentação da solução mais vantajosa tanto a nível técnico, operacional como a nível financeiro. A empresa tem como Classificação de Atividade Económica (CAE) a subdivisão 36001 – captação e tratamento de águas.

3.1.2. Missão, visão e objetivos

Destacam-se como missão da JMR2 - Obras Públicas e Engenharia Lda. “*contribuir com a nossa experiência para criar soluções ao nível ambiental, integrando o nosso vasto conhecimento no sector industrial, com vista a promover o desenvolvimento sustentável, orientando todo o nosso esforço para um objetivo que é a satisfação do cliente.*” A visão e objetivo são “*ser um grupo de referência no sector industrial e na construção, ligado ao ambiente*” (JMR2, 2023).

A prioridade da empresa é a satisfação do cliente. A empresa mantém com os seus clientes uma forte relação, fundada na negociação, no compromisso e na disponibilidade. Assim, a empresa trabalha com parceiros de confiança de diversas áreas e mercados, de forma a garantir a melhor resposta às solicitações pedidas pelos clientes. Estes parceiros são portadores de um vasto conhecimento e experiência, fatores bastante importantes para a empresa assegurar os bons resultados e êxito que a caracterizam.

3.1.3. Estrutura organizacional

A empresa JMR2 – Obras Públicas e Engenharia Lda. divide-se em vários departamentos, sendo que cada um desempenha funções específicas. Cada um destes departamentos é composto por um ou mais colaboradores, existindo um diretor em cada um dos departamentos (diretor técnico, diretor administrativo, diretor de produção) que é responsável por coordenar a sua equipa de trabalho.

A Figura 9 representa a estrutura organizacional de funcionamento da empresa, em que se pode constatar que a gestão de topo é da responsabilidade do *Chief Executive Officer* (CEO). Os departamentos principais são o departamento administrativo e o departamento técnico. Por sua vez, estes dividem-se em vários subdepartamentos: departamento financeiro, departamento comercial, departamento de produção, departamento de qualidade e departamento de projeto.

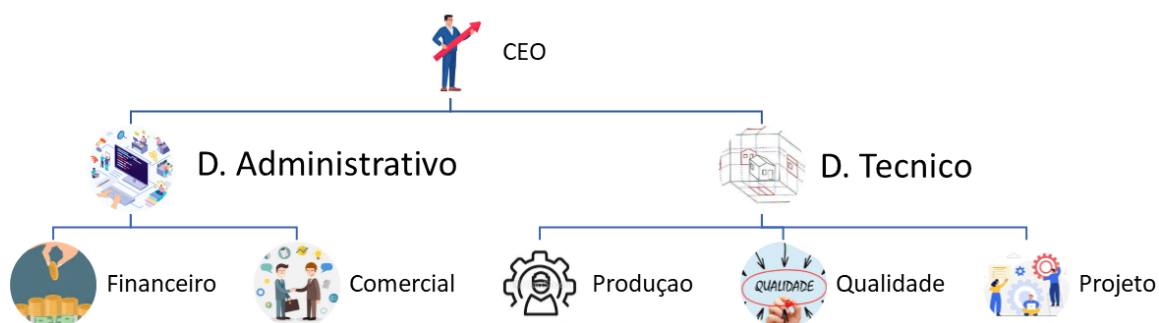


Figura 9 – Estrutura organizacional da empresa JMR2- Obras Públicas e Engenharia Lda.

3.2. Organização do *layout* e respetivos processos

Nesta secção são apresentados o *layout* da empresa, nomeadamente o arranjo físico do piso onde se encontram os recursos de produção. São também identificados os processos e respetivos equipamentos.

3.2.1. Organização do *layout*

As instalações fabris da JMR2 - Obras Públicas e Engenharia Lda. encontram-se divididas em 2 pisos. No piso 0 situa-se a zona de produção e de armazenamento de materiais e no piso 1 situam-se os escritórios dos departamentos administrativo e técnico.

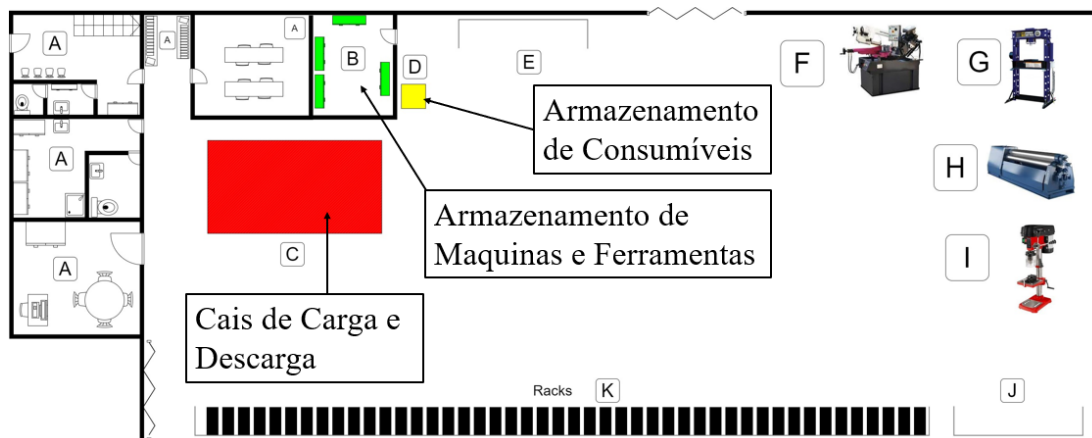
No piso 1 encontra-se o departamento administrativo, onde estão alocados os colaboradores que têm funções de contabilidade da empresa, um responsável para efetuar as compras das matérias-primas necessárias à produção da empresa e um responsável por efetuar os processos de candidatura a novos projetos. A empresa foca muito a sua atuação na captação de novos projetos por candidaturas a concursos de obras públicas de engenharia.

O departamento técnico, como o nome indica é o local onde são efetuados os planos de obras, desenhos técnicos e planeamento dos trabalhos para as obras. Depois da planificação e desenhos técnicos elaborados neste departamento, a informação é aprovada e transferida para o piso 0 para a zona de produção. Existe ainda uma sala de reunião que é utilizada para o debate de ideias entre os colaboradores dos departamentos técnicos e administrativos da empresa, assim como para receber clientes, fornecedores, entre outros.

Na Figura 10 é apresentado o *layout* do piso 0. Esta zona é constituída por uma zona de armazenamento com estantes com diversos níveis (zona K) onde estão armazenados artigos como fios de eletricidade e bobines de cabos.

Existem duas zonas de armazenamento de material metálico (inox e ferro) (zona E e J), a zona de materiais consumíveis (zona D), o armazém de ferramentaria (zona B), o cais de carga e descarga (zona C) e a área destinada à produção (englobando as zonas identificadas como F, G, H e I).

Identificam-se ainda as zonas dos balneários e refeitório que são utilizadas pelos colaboradores da empresa (zona A). Como a empresa é obrigada a guardar o seu arquivo durante 10 anos, os arquivos mais antigos também são armazenados neste piso. Por último, está também inserido na zona térrea da empresa o escritório do CEO da empresa.



Legenda:

- A- Zonas comuns da empresa JMR2
- B- Armazém de ferramentaria
- C- Cais de descarga
- D- Estante de consumíveis
- E- Estante de matérias em inox

- F- Serrote de fita
- G- Prensa hidráulica
- H- Calandra
- I- Torre de furar
- J- Estante de materiais em ferro
- K- Estante de arrumação de materiais

Figura 10 – *Layout* do piso 0 da empresa onde se localizam as zonas de produção e de armazenamento de materiais.

3.2.2. Processos e equipamentos produtivos

Conforme representado, no *layout* do piso 0 estão distribuídos diversos equipamentos usados nos processos de fabrico da empresa, nomeadamente, os processos de conformação, corte, soldadura e montagem. A conformação é o processo mecânico de produção de peças através da sua deformação. Na empresa são usados dois processos de conformação: quinagem e calandragem. Ambos os processos são usados para alterar a forma de chapas metálicas. Na Figura 11 está ilustrada a calandra, utilizada no processo de conformação de materiais através de cilindros aquecidos existentes no interior da máquina.

Dependendo do tipo de matéria-prima, podem ser usados diferentes métodos de corte: serrote para cortar vigas e tubos; máquina de corte por plasma para cortar chapas de grandes dimensões. O serrote de fita (Figura 12) é bastante utilizado para o corte de vigas e tubos de ferro de grandes dimensões.

A soldadura é um dos processos mais usados na empresa para união de superfícies metálicas. São usadas diferentes técnicas de soldadura, assim como diversas máquinas adequadas aos diversos trabalhos a executar. O sistema mais usado na empresa é apresentado na Figura 13.

Importa ainda referir o processo de montagem como a agregação de componentes necessárias para a obtenção do produto final. Este processo deve respeitar o desenho técnico e a lista de peças, podendo ser realizado nas instalações da empresa ou nas instalações do cliente/obra, dependendo da dimensão e restrições de execução e transporte.



Figura 11 – Calandra



Figura 12 – Serrote de fita



Figura 13 – Máquina usada na soldadura

A Tabela 1 sintetiza para cada processo desenvolvido na empresa o tipo de máquinas e/ou ferramentas que são usadas e se os equipamentos usados têm uma posição fixa ou móvel no *layout* da empresa. É no processo de montagem que é utilizada uma maior variedade de equipamentos e ferramentas, o que, dada a diferente natureza de cada projeto, obriga a que estes recursos de fabricação sejam elementos de produção móveis.

Tabela 1 – Identificação da posição e tipologias de máquinas e ferramentas usadas em cada processo

Processo	Posição	Tipo de máquinas/ferramentas utilizadas											
		Aparafusadoras	Berbequins	Rebarbadora	Calandra	Engenho de Furar	Ferramentas de Mão	Lixadora/Polidora	Máquinas de Pintura	Máquinas de Soldar	Martelo Perfurador	Serras estacionárias	Sistemas p/ juntas
Conformação	Fixa e Móvel				✓		✓						
Corte	Fixa e Móvel			✓			✓	✓				✓	
Soldadura	Móvel						✓	✓		✓			✓
Montagem	Móvel	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓

3.3. Exemplos de projetos desenvolvidos

Como já referido, a empresa JMR2 - Obras Públicas e Engenharia Lda. é uma empresa que se dedica à conceção, construção e manutenção de instalações industriais.

A empresa desenvolve projetos nos diversos países em que está presente como, Angola, Espanha, França, Nigéria, entre outros. De forma a melhor elucidar acerca da atividade da empresa, apresentam-se na Tabela 2 alguns exemplos de projetos previamente desenvolvidos.

Tabela 2 – Exemplos e projetos desenvolvidos pela empresa

Projeto	Desenvolvimento	Ilustração
ETAR de Frossos – Agere	Instalação dos equipamentos e produção de tubagens e coletores.	 <p data-bbox="938 869 1267 898">Figura 14 – ETAR de Frossos</p>
ETA Luanda Sudeste – EPAL	Instalação de novos equipamentos como sistemas de bombagem e instalação da nova rede de energia elétrica.	 <p data-bbox="869 1216 1332 1245">Figura 15 – ETA Luanda Sudeste – EPAL</p>
Reabilitação das escadas de emergência do Hospital Senhora da Oliveira (Guimarães)	Reabilitação das escadas exteriores do Hospital de Guimarães. Nesta intervenção foram reabilitadas as escadas e colocados guarda-corpos para aumentar a segurança.	 <p data-bbox="852 1608 1353 1664">Figura 16 – Escadas exteriores do Hospital de Guimarães</p>
Doca Pesca – Porto de Pesca de Matosinhos	Substituição das defensas existentes no cais (algumas defensas foram reabilitadas), assim como a renovação do acesso ao cais com a colocação de novas escadas.	 <p data-bbox="863 1951 1342 2007">Figura 17 – Doca Pesca – Porto de Pesca de Matosinhos</p>

4. Descrição e análise crítica da situação atual

Neste capítulo é efetuada a descrição do estado atual da empresa em estudo, seguindo-se uma análise crítica. Com o diagnóstico inicial foi possível identificar os principais problemas de funcionamento da empresa, nomeadamente, os problemas relacionados com a organização e gestão de materiais indispensáveis ao desenvolvimento dos projetos.

4.1. Descrição da planificação operativa da empresa

Considerando a natureza dos projetos realizados pela empresa, não se pode aplicar neste contexto a típica caracterização de um processo produtivo, uma vez que os processos a serem realizados dependem especificamente do tipo de projeto de engenharia e do tipo de intervenção da qual a empresa é responsável. Nesse sentido, é descrita nesta secção a planificação operativa da empresa entre o momento de adjudicação de um novo projeto e o início da sua execução.

Com a confirmação da adjudicação, a equipa técnica analisa as especificações do projeto e do respetivo caderno de encargos (identificação das necessidades em termos de projeto civil, mecânico e instalação elétrica). Em seguida avança-se com a modelação, desenvolvimento dos desenhos técnicos e validação no terreno. Se a equalização técnica não for validada, as considerações do projeto são revistas. Caso contrário, o projeto avança e são desencadeados dois processos: a) identificação das necessidades de materiais; e b) a identificação das necessidades de subcontratação de serviços. No processo de identificação de necessidades de materiais define-se a *Bill of Materials* (BOM) para processamento das compras. Todavia, primeiramente, verificam-se as existências em *stock* no armazém para determinar as efetivas necessidades líquidas. Por sua vez, no processo de identificação das necessidades de subcontratação, avalia-se a disponibilidade dos recursos próprios da empresa para reconhecimento do que pode ser produzido internamente. Validadas as necessidades, são pedidas cotações aos diferentes fornecedores e, com base na solução de fornecimento selecionada, formalizam-se as compras. Com a receção dos materiais, planifica-se a distribuição e alocação dos recursos materiais, humanos e de ferramentaria a enviar para obra. Para o início da execução de projeto é necessário entregar todas as informações ao encarregado e acompanhar ou explicar o método de aplicação, no caso de serem materiais específicos ou pouco comuns. Este processo de planificação é esquematizado no fluxograma da Figura 18.

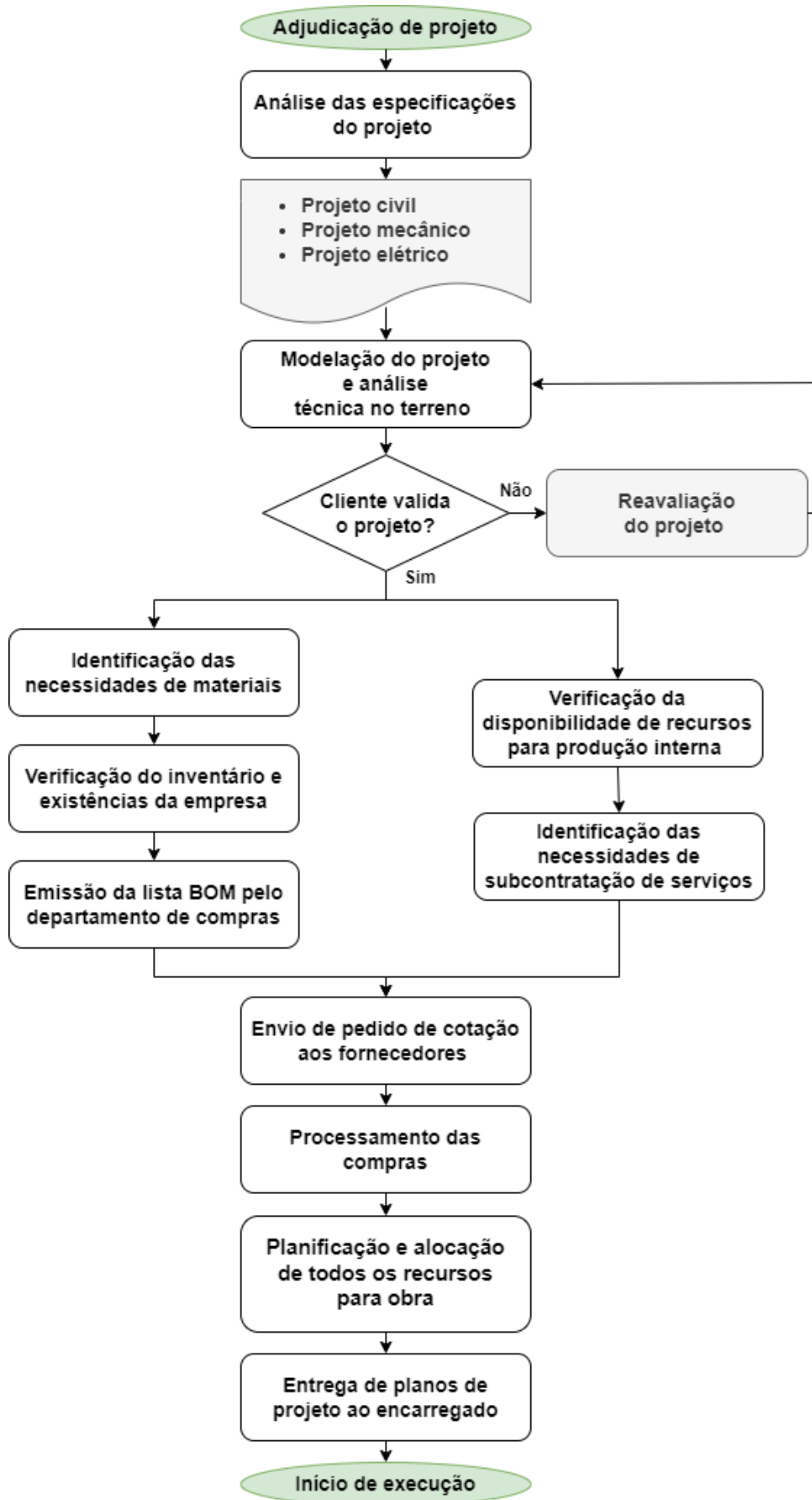


Figura 18 – Fluxograma da planificação operativa da empresa.

4.2 Análise crítica e identificação de problemas

Como mencionado anteriormente, a empresa trabalha sobretudo com candidaturas a projetos de obras públicas, sendo desde logo um desafio uma vez que todos os projetos aos quais concorrem são diferentes uns dos outros. Assim, a empresa assenta a sua operação na **produção por projeto**, o que faz com que os materiais necessários sejam específicos, dificultando a gestão de *stocks* e a gestão dos processos de fabrico. Nesse sentido, foram identificados os principais problemas da empresa, de forma a reconhecer as oportunidades de melhoria.

4.2.1. Falta de organização, identificação e má gestão de materiais

Dada a multiplicidade de projetos que a empresa desenvolve, esta mobiliza uma grande variedade de materiais, o que resulta num elevado número de artigos diferentes a armazenar e que, conseqüentemente, representam custos de posse. Não existindo locais definidos para colocar os diferentes materiais que chegam às zonas de armazenagem da empresa, os artigos são alocados nos locais disponíveis no momento da entrada em armazém, fazendo com que existam materiais de eletricidade armazenados em conjunto com tubagens. Ou seja, existe uma falta de organização nos locais de armazenamento, promovendo o crescente valor de capital investido em materiais que acabam por não ser usados. A falta de identificação destes materiais é também um problema recorrente (Figura 19). Esta falta de identificação relaciona-se com a inexistência de etiquetas que indiquem qual o tipo de material ou quais as suas características e especificações. Adicionalmente, não existe codificação adequada, pois alguns materiais apresentam as mesmas características, mas com codificações distintas.



Figura 19 – Estantes do armazém de materiais desorganizado e sem identificação (situação inicial).

Não obstante a falta de organização e identificação, um outro problema associado à má gestão física dos materiais no armazém é a falta de local específico para cada um deles. Na Figura 20 pode ser observada uma das duas principais zonas em que são armazenados alguns dos materiais mais utilizados pela empresa (zona D, estante de consumíveis assinalada no *layout* da Figura 10). Neste local, localizado à entrada do armazém de ferramentaria, estão armazenados numa estante materiais de dimensões mais reduzidas como, anilhas, porcas, parafusos, autoperfurantes, entre outros. Todavia, é perceptível o nível de desorganização, não havendo caixas de armazenamento adequadas para colocação dos materiais na estante.

Além disso, os materiais não estavam separados nem de acordo com a sua tipologia (ou seja, as anilhas, porcas e parafusos estavam misturados), nem por material (inox, zincado e galvanizado), nem por dimensão. Dada a sobrelotação da estante, muitos dos materiais acabavam por ser colocados no chão ou em cima de paletes de madeira, de forma avulsa. Este é um dos locais mais críticos da empresa relativamente a organização e armazenamento dos materiais.

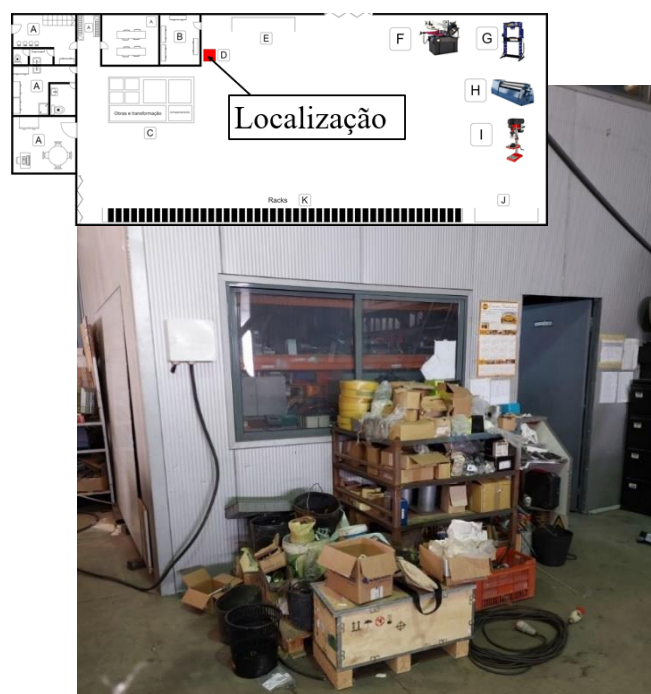


Figura 20 – Estantes do armazém de materiais desorganizado e sem identificação (situação inicial).

Este problema de organização de materiais foi também verificado no interior do armazém de ferramentaria (zona B, armazém de ferramentaria assinalado no *layout* da Figura 10).

Em algumas estantes do armazém de ferramentaria estavam também armazenados materiais consumíveis para a produção da empresa, tais como, discos de corte, garrafas *spray* ou bobines para soldaduras (ilustrado pela Figura 21). Estes materiais não estão organizados nem contabilizados pela empresa, não existindo tão pouco a noção da necessidade de um *stock* mínimo que a empresa deva possuir. Durante a realização da dissertação, foi possível constatar que quando é efetuada uma nova encomenda deste tipo de materiais para a produção, esta ocorre normalmente na iminência de rotura de *stock*. Esta prática pode prejudicar o desempenho da empresa pois, a título de exemplo, existindo uma rutura total de *stock* de bobines de soldar, a empresa poderá ter de parar a produção.

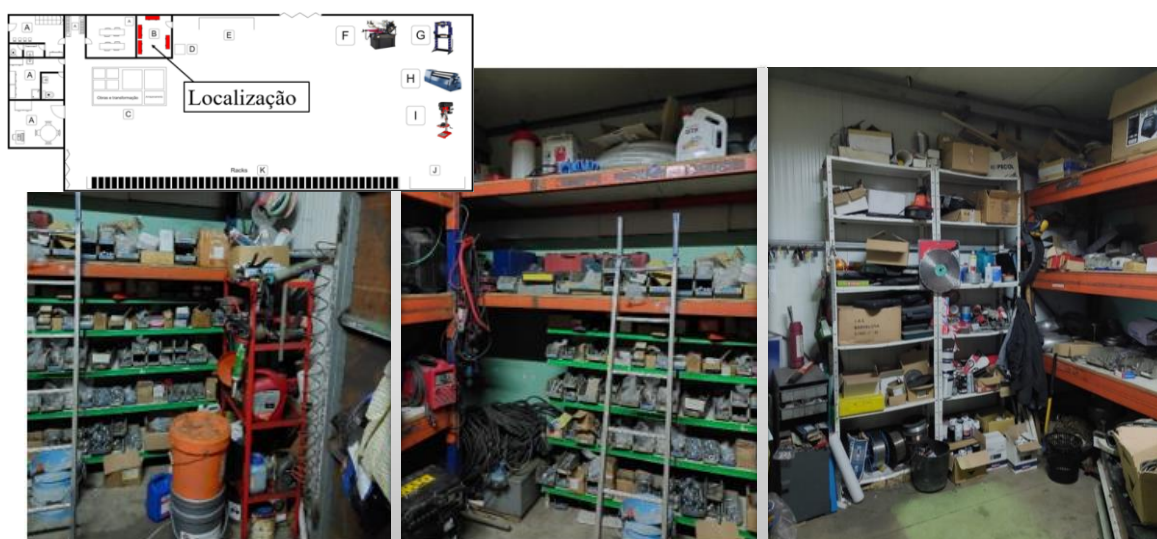


Figura 21 – Armazenamento da ferramentaria e materiais consumíveis (situação inicial).

Os colaboradores do chão-de-fábrica têm uma considerável polivalência de tarefas, não sendo atribuídas responsabilidades específicas. Esta situação tem um grande impacto na gestão operacional, uma vez que o colaborador que efetua o inventário e organização do *stock* pode não ser sempre o mesmo. Além disso, cada colaborador possui a sua forma de efetuar o inventário. Esta falta de padronização na gestão de inventário surge assim que os materiais chegam ao cais de receção da empresa, uma vez que não é efetuada a sua contabilização, pois não existe uma ferramenta física ou digital de apoio à atualização de *stocks*. Esta situação acontece quer na receção de novos materiais encomendados para início de novo projeto, como para os materiais sobrantes de obras em fase de conclusão. Este aspeto conduz a que no processamento das compras de consumíveis e outros materiais, sejam muitas vezes adquiridos novos itens quando ainda existem nas instalações da empresa.

Desta forma, conclui-se que um dos principais problemas é a falta de um inventário devidamente organizado de todos os materiais, consumíveis e outros recursos produtivos, o que dificulta e restringe a gestão da informação sobre *stocks* para a operacionalização das compras em tempo real.

4.2.2. Falta de organização e dificuldade de gestão de máquinas no armazém

Especificamente em relação às máquinas e ferramentas de produção no armazém, não existe uma separação física das máquinas de trabalho em conformidade com a sua função de trabalho (máquinas de corte, aparafusadoras, rebardadoras, entre outros). Na Figura 22, verifica-se a mistura de equipamentos de soldaduras, entre os quais mascarar de soldar, mangueiras, e máquinas de aparafusar. Estão armazenadas ainda algumas máquinas que já não são utilizadas, pois estão danificadas e/ou avariadas, e a sua utilização não apresenta segurança para o seu manuseio por parte dos colaboradores. Outro aspeto a salientar é que, nem todas as máquinas estão numeradas, o que dificulta ainda o processo de inventário da empresa, impossibilitando a empresa de ter um registo de quais as máquinas de trabalho dispõe para eventuais necessidades.

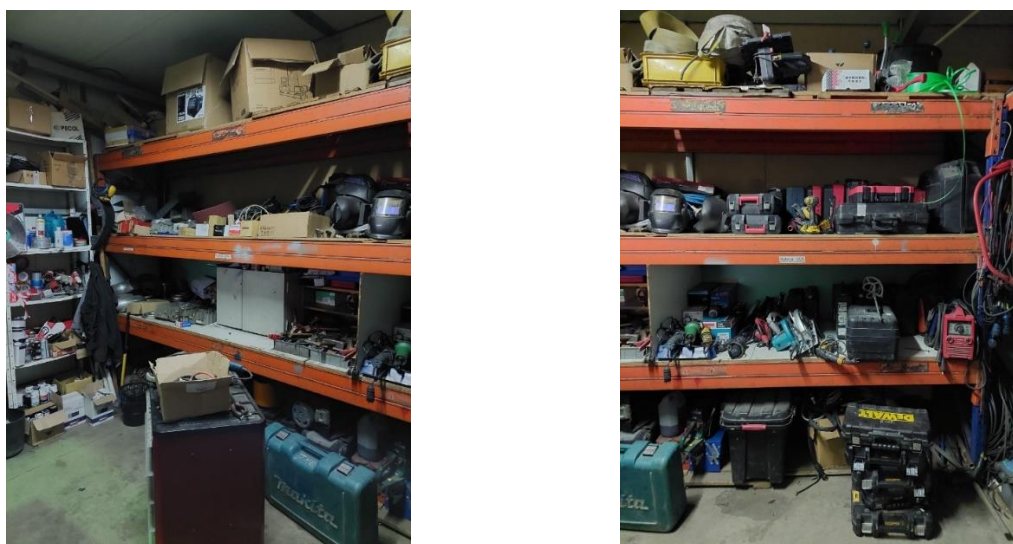


Figura 22 – Local de armazenamento de máquinas, ferramentaria e material elétrico (situação inicial).

Como é possível observar, existem caixas de máquinas de trabalho espalhadas pelo armazém, condicionando os fluxos de movimentos nesse espaço, assim como aglomerados de cabos elétricos, que deveriam estar armazenados no lado oposto do *layout* da empresa junto dos restantes elementos elétricos.

De igual forma ao que acontece com os materiais e consumíveis, esta falta de organização dificulta as tarefas dos colaboradores, uma vez que é despendido tempo sem valor acrescentado no processo de *picking* de máquinas e ferramentas no armazém.

4.2.3. Perda de equipamentos resultante da falta de rastreabilidade

A empresa JMR2 – Obras Públicas e Engenharia Lda. efetua obras com parte de projeto de construção civil, ramo de negócio que implica a aquisição e posse de grande quantidade de máquinas de trabalho como as aparafusadoras, máquinas de corte, máquinas de soldadura, para a execução do trabalho quer em obra quer nas instalações da empresa.

Quando a empresa procede à preparação da obra, são desde logo identificadas as máquinas que serão necessárias para efetuar o projeto. As máquinas são separadas por um colaborador e de seguida carregadas para o camião que vai para a obra. Este processo pode ser realizado quer pelo encarregado como por outros colaboradores com disponibilidade no momento para efetuar esta separação e carregamento. Também não existe uma base de dados que permita a empresa registar a entrada e saída de máquinas e ferramentaria do armazém para as obras, o que condiciona a sua localização. Por vezes, as máquinas são enviadas para as obras que a empresa está a realizar em locais bastante distantes da sede da empresa, ficando nesses mesmos locais por vários dias ou até meses. Desta forma, estes recursos acabam por estar sujeitos a roubos ou até mesmo extravios.

Além disso, a empresa não dispõe de nenhum sistema localizador das suas ferramentas, nem mecanismos de rastreabilidade capazes de as localizar em tempo real. Assim que as ferramentas saem da empresa, é impossível a empresa ter um registo da sua localização em obra. Como resultado deste problema, a empresa investe anualmente entre 5 000 € a 7 000 € em novas máquinas devido a roubos ou perdas.

4.2.4. Cais de carga e descarga disfuncional

No processo de angariação de novos projetos, a empresa acaba por estar dependente dos *timings* dos concursos públicos, o que gera alguma imprevisibilidade na determinação e planificação dos recursos que são necessários. Além disso, os projetos aos quais a empresa concorre, têm exigências em termos de materiais e recursos bastante dispares. As obras têm prazos de início e prazos de conclusão dessincronizados o que faz com que a empresa tenha de assegurar os recursos necessários para mais do que uma obra no mesmo período de tempo.

A gestão de espaço no cais de carga e descarga, sobretudo dada a quantidade de itens a serem descarregados no momento de receção, faz com que o cais funcione como um *buffer*. Uma grande parte dos projetos realizados pela empresa envolve o desenvolvimento e produção de estruturas metálicas, o que implica a aquisição de matérias-primas, neste caso de produtos metálicos e de ferro. Quando estes materiais são rececionados, é necessário que exista uma zona destinada para os colocar, até que passem para a zona de produção ou armazenagem. É também neste cais de carga e descarga que os materiais são depositados provisoriamente para serem expedidos para a obra, quando não têm de sofrer nenhum processo de produção. Para além disso, uma das necessidades que a empresa apresenta é a necessidade de existir uma área específica para que o responsável de ferramentaria possa colocar as máquinas necessárias/requeridas para expedição para obra.

A identificação desta zona de cais de carga e descarga já estava inicialmente definida pela empresa para esse fim. No entanto, nem o seu estado de conservação nem funcionalidade são os mais adequados, uma vez que este local apresenta elevadas taxas de ocupação de espaço, como é visível pela Figura 23.

Aglomerados de bolines de cabos elétricos, máquinas de trabalho, lixo derivado da atividade produtiva da empresa, são alguns materiais que podem ser encontrados neste local. Apesar deste local ser bastante importante para o bom funcionamento da empresa, a sua utilização não é a mais eficiente, limitando o seu potencial de uso na gestão de recursos.

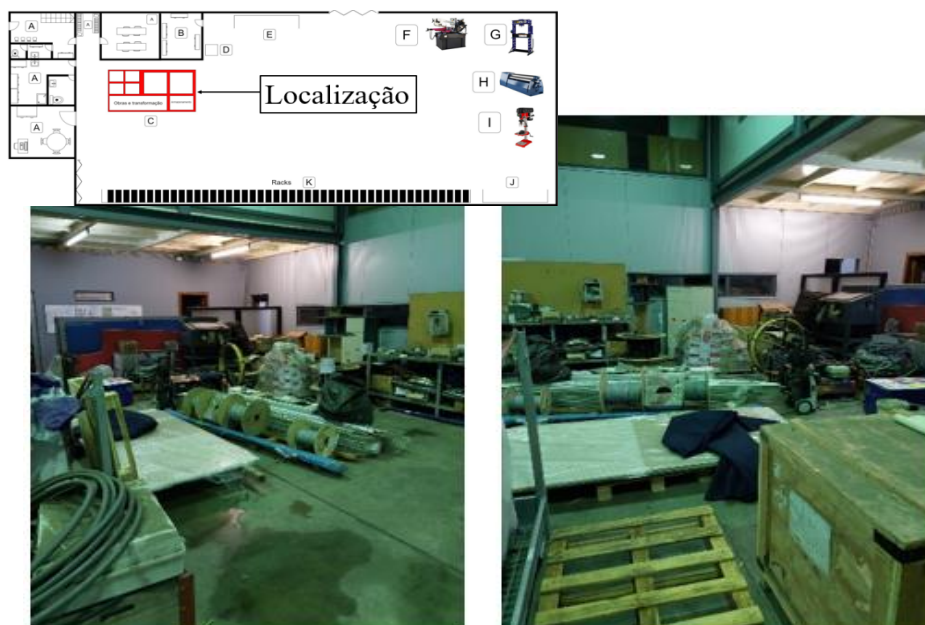


Figura 23 – Cais de cargas e descargas (situação inicial).

4.3. Síntese dos problemas

Com a fase de diagnóstico de problemas, através do método de observação do trabalho foi possível sintetizar os principais problemas e definir um plano de ações através da implementação de uma matriz 5W2H, conforme apresentado na Tabela 3.

O primeiro problema está relacionado com a falta de organização de materiais e a falta de uma norma de codificação de materiais coerente, tendo em consideração as diferentes famílias de artigos que têm de ser armazenados quer na estante de consumíveis como no próprio armazém de ferramentaria. Não existe um inventário atualizado dos tipos e quantidades de materiais, nem existem caixas suficientes para separação dos diferentes itens. Existe ainda a problemática associada aos materiais sobrantes, que não são quantificados à sua chegada nem é transmitida a informação sobre a sua existência ao departamento de compras, resultando em capital em imobilizado que não é rentabilizado.

A gestão das máquinas e ferramentas padece do mesmo problema de gestão e organização, sendo que este problema implica elevados custos com a aquisição de novas unidades. O facto de os projetos estarem localizados em diferentes regiões, além de dificultar a logística de transporte para a obra, contribui para a falta de rastreabilidade das máquinas, desconhecendo-se a perda ou furto. Além disso, como decorrem diversos projetos em simultâneo, a empresa necessita de dispor de uma elevada quantidade do mesmo tipo de máquinas para as diferentes obras/projetos que estão a decorrer. Durante os trabalhos nas diferentes obras, é frequente a requisição e pedido de envio de máquinas ao armazém da empresa. Contudo as ferramentas não estão listadas e não existe um registo da sua saída/entrada de armazém. Para estes dois problemas, sugere-se a realização de um novo inventário e a aplicação da ferramenta 5S para a triagem, separação, arrumação física e etiquetagem quer na gestão dos materiais como na gestão de máquinas. Considerando a necessidade de partilha de informação em tempo real, sugere-se a criação de duas ferramentas para a gestão do aprovisionamento em MS Excel. Na sequência deste problema, é também necessário melhorar a rastreabilidade destes equipamentos.

Outro problema também relacionado com o aprovisionamento está associado à gestão do cais de carga e descarga de materiais da empresa. Há falta de organização e falta de gestão visual dos materiais que ali são colocados. Desta forma, propõe-se como melhoria a delimitação da zona e de subdivisões para uma maior ordenação dos materiais. Complementarmente, devem ser desenvolvidas ferramentas de gestão visual.

Tabela 3 – Síntese de problemas e definição do plano de ações de melhoria segundo a técnica 5W2H

<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>	<i>How much</i>
Organização e melhoria da gestão de materiais	<p>Necessidade de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar as quantidades de materiais existentes que podem ser utilizadas em projetos futuros; • Reduzir os tempos de procura de materiais no armazém; • Reduzir perdas económicas em compras desnecessárias; 	Estante de consumíveis e armazém (zona D)	Out. a dez. 2022	Pedro	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar os diferentes materiais consumíveis que a empresa pretende que sejam inventariados; • Agrupar os materiais em diferentes classes (famílias de produtos); • Criar uma norma de codificação dos materiais; • Criar uma folha de registo para elaboração do inventário dos materiais em suporte MS Excel; • Implementar a ferramenta 5S para a triagem, separação e arrumação dos materiais nos diferentes locais de armazenamento. 	n.d.
Organização e melhoria da gestão de máquinas e ferramentas	<p>Necessidade de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar todas as máquinas e ferramentas produtivas existentes na empresa e inventariá-las; • Organiza-las no armazém devidamente identificada e com local específico; 	Estantes do armazém (zona D)	Out. 2022 a jun. 2023	Pedro	<ul style="list-style-type: none"> • Inventariar todas as máquinas e ferramentas por tipologia de função; • Criar uma folha de registo para elaboração do inventário dos materiais em suporte MS Excel; • Implementar a ferramenta 5S para a triagem, separação e arrumação das máquinas e ferramentas. • Produzir novas estruturas para armazenamento de máquinas e respetivos acessórios, implementando os princípios de gestão visual 	0 €

<p>Melhoria do registo e rastreabilidade de máquinas e ferramentas</p>	<p>Necessidade de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maior facilidade de armazenar e localizar as mercadorias perante as suas características e categorias • Efetuar, se possível, a rastreabilidade em tempo real dos equipamentos, dados os elevados encargos da empresa com compra de novas máquinas por perda, furto ou extravio. • 		<p>Abr. a mai. 2023</p>	<p>Pedro</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Criar registos devidamente padronizados para novas máquinas e ferramentas que sejam adquiridas; • Desenvolver uma ferramenta que permita o responsável da ferramentaria registar as entradas e saídas das máquinas, identificando a obra de proveniência e/ou destino desses mesmo equipamentos; • Avaliar a possibilidade de aquisição de tecnologia existente para implementação de sistema automático de rastreabilidade de máquinas de trabalho; • Estudar a viabilidade económica da melhor solução. 	<p>-</p>
<p>Implementação de gestão visual no cais de carga e descarga</p>	<p>Necessidade de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudar e analisar o processo de receção, verificação e validação dos materiais rececionados; <p>Organizar o espaço de forma a poder acomodar mais materiais e identifica-los.</p>	<p>Zona de cais de carga e descarga (zona C)</p>	<p>Jan. a mar. 2023</p>	<p>Pedro</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Com base na localização e dimensão inicial definida para o cais de carga e descarga, dividir a área disponível em diferentes zonas de colocação de materiais a rececionar ou expedir para obra; • Delimitar com as zonas com a pintura do piso; • Criar estruturas e meios de gestão visual para facilmente identificar os diferentes materiais rececionados ou em espera para expedição. 	<p>0€</p>

n.d. – informação não disponível

5. Apresentação e implementação de propostas de melhoria

Neste capítulo apresentam-se as propostas de melhoria. As propostas de melhoria foram desenvolvidas com o intuito de resolver os problemas identificados no decorrer do estágio na empresa. São apresentadas as metodologias e ferramentas que foram usadas na resolução de cada um dos problemas, assim como os resultados obtidos.

5.1. Organização e melhoria da gestão de materiais

A organização de materiais é um problema complexo na JMR2, dado o elevado *stock* de materiais. Desta falta de organização, geram-se desperdícios de tempo e movimentos na procura dos artigos por parte dos colaboradores. Em alguns casos, são efetuadas novas compras de artigo existente em *stock*, sobretudo porque os colaboradores desconhecem a sua existência e/ou localização. Assim a empresa opta por efetuar nova compra para minimizar tempos improdutivos, o que representa um custo adicional. Perante este problema, primeiro é necessário efetuar um levantamento de todos os materiais/artigos. Para o levantamento dos materiais/artigos, é necessário também ter em atenção dois fatores: a codificação e a elaboração de ferramenta de registo de inventário.

5.1.1. Criação de norma de codificação e ferramenta de inventário

A primeira ação tomada foi, conjuntamente com a direção da empresa, identificar os diferentes materiais que a empresa pretende/necessita que sejam inventariados. Essa tarefa teve como primeira intervenção a retirada de todos os elementos dos seus locais nas estantes, e contagem das respetivas quantidades. Para tal, foram efetuados registos considerando um “ID de Inventário”, a designação e as respetivas quantidades, conforme extrato do registo apresentado na Figura 24. Neste processo foram inventariadas 46 tipologias de materiais distintos (Apêndice1). De forma a melhor atualizar a informação, o registo criado efetuou-se em suporte digital usando o MS Excel. Inicialmente, a empresa disponha e fazia a gestão dos materiais através da utilização do *software* de gestão de *stocks* “PHC”, que representava um grande encargo financeiro para a empresa, rondando os 70 000 € em despesas anuais de utilização. Esta aquisição revelou-se desajustada para a empresa, uma vez que a sua utilização por parte dos colaboradores era bastante reduzida ou quase nula, limitando a atualização do inventário físico e a sincronização com os registos de existências do departamento de compras.

Lista de Inventário



ID de Inventário	Nome	Quantidade em Stock
10CT35PA0094	Parafusos zincados c/ sext. DIN 933 8.8 10x55	27 Unidades
10CT35PA0095	Parafusos zincados c/ sext. DIN 933 8.8 8x20	223 Unidades
10CT35PA0096	Parafusos C/CIL SEXTINT DIN 912 8.8ZN 8x30	40 Unidades
10CT35PA0097	Parafusos C/CIL SEXTINT DIN 912 8.8ZN 12x45	60 Unidades

Figura 24 – Extrato do ficheiro de registo em MS Excel para realização de inventário dos materiais.

Antes do desenvolvimento deste projeto de dissertação, a codificação de materiais usada tinha por base o *software* “PHC”. No entanto a codificação dos materiais já existentes não apresentava o mesmo número de caracteres (ou, seja, o número de dígitos na codificação variava), o que dificultava o processo de sistematização da codificação. O CEO da empresa em conjunto com os restantes responsáveis decidiu não revalidar o contrato com a empresa fornecedora do *software*, dados aos elevados encargos financeiros.

Desta forma, e para que a empresa pudesse ter uma base de dados com os materiais que disponha em *stock* nas suas instalações e todos os materiais cujas compras têm de ser geridas, foi necessário desenvolver uma ferramenta para satisfazer as necessidades da empresa. A melhor solução encontrada para criação de uma ferramenta de inventariação dos materiais foi a utilização do MS Excel, de modo conceber uma ferramenta ajustada às necessidades da empresa.

Todavia, para o desenvolvimento da ferramenta, foi necessário primeiramente definir uma norma de codificação dos materiais. Com base em alguns dos parâmetros já adotados no programa “PHC”, foi definida uma codificação com 12 dígitos para cada material/artigo. A Figura 25 explica a norma de codificação desenvolvida para um material/artigo.

Norma de codificação

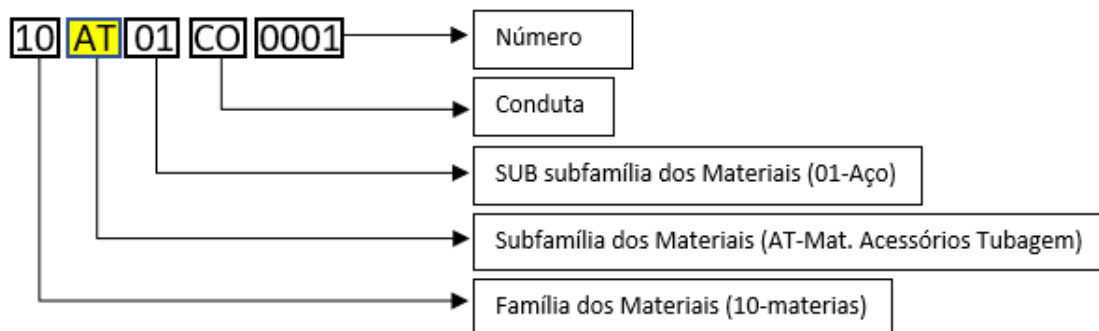


Figura 25 – Norma de codificação desenvolvida para o contexto da empresa.

Esta codificação foi elaborada tendo em consideração a tipologia e a funcionalidade de cada material. Para isso foi criada a família principal a que pertence cada material, subfamília, SUB-subfamília, função e numeração. Os dois primeiros dígitos da codificação são referentes à família principal, e.g., a codificação “10” corresponde à família “Materiais”. Existem outras famílias como a família “Consumíveis”, com a referência “11”.

O terceiro e quarto dígitos são referentes a subfamília dos materiais, em que no exemplo “AT”, significa “Materiais e acessórios de tubagem”.

Para uma melhor gestão visual, a identificação das diferentes subfamílias, é representada por cores diferentes. Por exemplo, a subfamília “Materiais e acessórios de tubagem” é representada pela cor amarela. A Figura 26 demonstra as diferentes subfamílias existentes.

O quinto e sexto dígitos são referentes à SUB-subfamília. Esta parte da codificação é referente ao tipo de material de que são feitos. A título exemplificativo, os materiais pertencentes à subfamília “Materiais e acessórios de tubagem” podem ser aço, aço inox, ferro, plástico, *spiro* e diversos. A codificação “01” indica que o material/artigo é feito em aço (ver Figura 26).

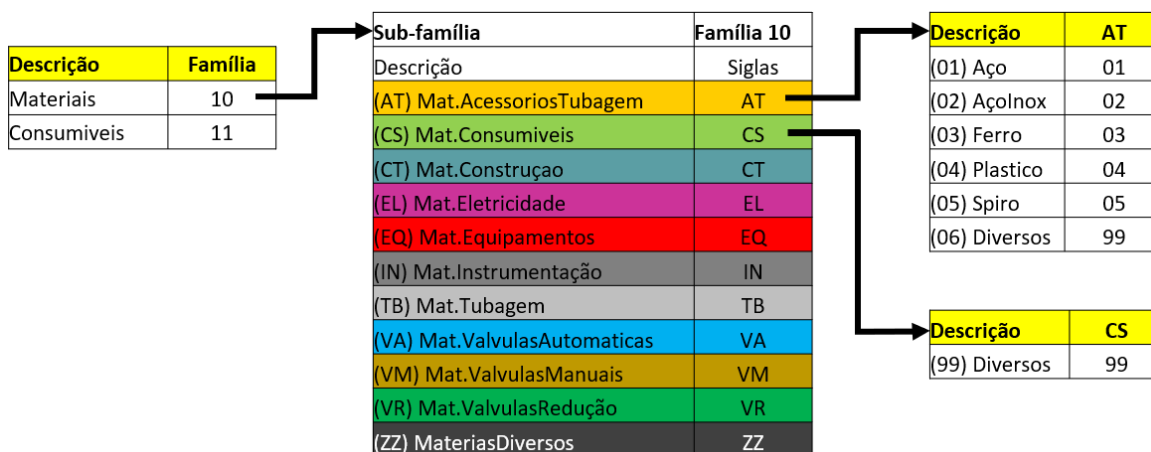


Figura 26 – Exemplo de identificação de família, subfamília e SUB-subfamília de materiais.

Os dígitos sete e oito fazem referência à função/funcionalidade do material/artigo. No exemplo “CO” indica que o material/artigo é uma conduta (Figura 27). Alguns materiais/artigos apresentam as mesmas características de segmentação. Assim, e uma vez que o único fator que as pode diferenciar é a dimensão/medida, optou-se por inventariá-las com números diferentes (últimos quatro dígitos). Esta numeração tem início em “0001” e poderá estender-se até ao número “9999”.

JuntaDESMONTAGEM	JD	UNIÃO	UN	ConeREDUÇÃO	CR
OBRASmaterial	OB	VARÃO	VA	CURVA	CU
PARAFUSOSs	PA	ABRAÇADEIRAS	AB	FALNGE	FL
PICAGEM	PI	ANEL	AN	FEMEAS	FE
PLENO	PL	ANILHAS	AL	FOURNITURE	FN
PONTEIRAS	PN	BUCHAS	BU	GOLA	GL
PORCAS	PO	CANHÃO	CH	JOELHO	JO
REDUÇÃO	RE	CAPA	CP	JUNÇÕES	JU
T'S	TT	CIMENTOS	CI		
TRANSFORMAÇÃO	TR	COLARINHO	CL		
TUBO	TU	CONDUTA	CO		

Figura 27 – Exemplo de codificação do tipo de material/artigo.

Assim para o artigo com a designação “Anilhas Chapa DIN 125 ZN M16”, a codificação do material corresponde a 10TB01AL0015 (Figura 28). Ou seja, este artigo pertence à família dos materiais “10”, está inserido na subfamília “Materiais de Tubagem - TB”, o material em que foi produzido é aço, e pela sigla “AL”, pode-se aferir que se trata de uma anilha. As anilhas M16 (anilha para parafusos de 16 mm de diâmetro), são representadas com o número “0015”.

Inventário de materiais		JMC		Pesquisa						
ID de Inventário	Nome	Quantidade em Stock	Família (Descrição)	Sigla	Subfamília (Descrição)	Sigla	Subfamília	Sigla	Função	Sigla
10TB01AL0015	Anilhas chapa DIN 125 ZN M16	60 unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(01) AÇO	01	ANILHAS	AL

Figura 28 – Exemplo de material codificado na ferramenta MS Excel de “Inventário de materiais”.

A ferramenta desenvolvida permitiu inventariar 2 246 referências distintas. No Apêndice 2 é apresentado um extrato da configuração da ferramenta MS Excel de “Inventário de materiais”. A ferramenta inclui os seguintes campos:

- **ID de Inventários:** corresponde ao código atribuído a cada uma das referências tendo por base a norma de codificação definida;
- **Nome:** corresponde à descrição, o mais completa possível de cada uma das referências com base na informação técnica dos diferentes tipos de material/artigo;
- **Quantidade em stock:** corresponde ao número de unidades de cada material/artigo que são contabilizadas em armazém;
- **Família, Subfamília, SUB-subfamília, Função:** correspondem aos atributos de cada tipo de material/artigo, sendo identificada para cada uma das quatro categorias a sigla/código atribuída;

- **Localização:** corresponde à identificação da zona de armazenamento de cada material/artigo caso exista uma atribuição definida, como por exemplo, zona 08 (junto à ferramentaria);
- **Quantidade de *stock* mínimo:** corresponde à quantidade mínima de *stock* que deve ser mantida de alguns dos materiais/artigos. Esta quantidade foi estipulada em função das quantidades mínimas de encomenda (quantidade/lote ou caixa).
- **Campo “Descontinuado”:** corresponde à informação adicional que permita identificar se um dado material foi ou não descontinuado.

A ferramenta foi desenvolvida considerando algumas funcionalidades adicionais, nomeadamente, através da criação de uma macro de “Pesquisa” que permite efetuar uma procura rápida. Essa procura baseia-se na seleção dos atributos com tabelas dinâmicas para efetuar a segmentação de dados necessária (Figura 29).

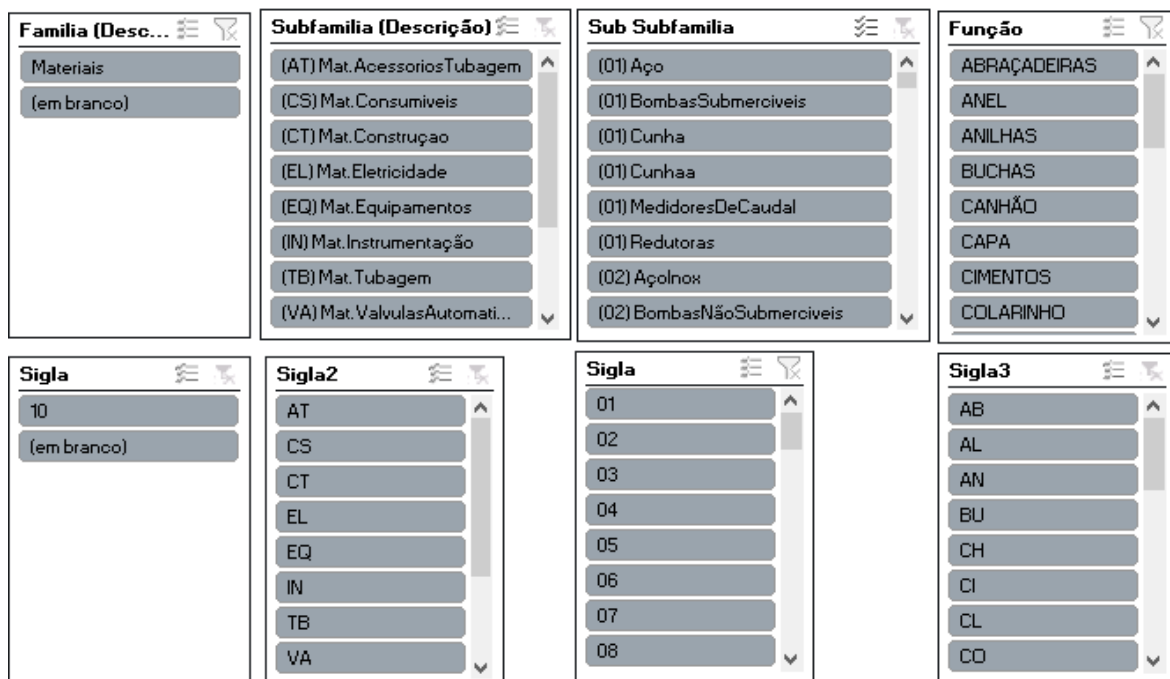


Figura 29 – Interface da funcionalidade de procura da ferramenta de inventário.

Importa salientar que a ferramenta admite adicionar novas referências, permitindo a rápida atualização da ferramenta. Este aspeto é de especial importância uma vez o inventário sofre alterações significativas a cada projeto que a empresa realiza.

Além do desenvolvimento da ferramenta em si, foi criada uma “*One-Point Lesson (OPL)*”¹, para que os colaboradores pudessem melhor entender o funcionamento da ferramenta de “Inventário de materiais” e a pudessem atualizar da forma mais eficiente. A OPL criada é apresentada no Apêndice 3. As instruções permitem auxiliar todos os colaboradores, quer os atuais, como os novos colaboradores que possam vir a integrar a equipa da empresa.

Diariamente são emitidas pelo departamento de compras, várias notas de encomendas para aquisição de novos materiais para os diferentes projetos que estão a decorrer e, em simultâneo, pode ocorrer a chegada de materiais sobrantes às instalações da empresa oriundos de obras concluídas. Nesse sentido, para que os colaboradores da empresa, tanto no departamento de compras como no armazém possam utilizar e manter sempre esta ferramenta atualizada, foi proposta a colocação de um computador em ambos os locais (armazém de ferramentaria e gabinete de compras) em que este ficheiro é partilhado por ambos os setores da empresa. A partilha desta ferramenta vai permitir a empresa dispor de dados de *stock* sempre atualizados, sem que haja a necessidade de o responsável de compras ter de se dirigir ao chão-de-fábrica para verificar a possível existência dos materiais necessários (Figura 30).



Figura 30 – Conetividade da ferramenta de inventário de materiais entre o chão-de-fábrica e o departamento de compras.

5.1.2. Implementação da ferramenta 5S na gestão de *stock* dos materiais

Com a identificação dos materiais através da sua inventariação e a respetiva codificação, passa a ser necessária a concentração de esforços na gestão física dos materiais nas respetivas zonas de armazenamento. Assim, foi colocada em prática a ferramenta 5S.

¹ OPL é uma simples instrução visual utilizada para comunicar ao operador o passo-a-passo ou alteração de um método de trabalho.

Iniciou-se a implementação com triagem e separação dos materiais/artigos, tendo em consideração a sua tipologia. Só após esta seleção é que foi possível arrumar os materiais/artigos nos respetivos locais de armazenamento. Com a aprovação e colaboração da administração, foi possível adquirir um conjunto de caixas com três tipos de tamanho para a organização dos materiais (Figura 31.a). No total foram adquiridas 52 novas caixas. Os materiais foram armazenados nas estantes em função do seu peso e dimensão, de modo a que nas prateleiras mais elevadas fossem armazenadas as anilhas, as porcas e nas inferiores os artigos mais pesados.

Iniciou-se a organização dos materiais na zona de armazenamento situada no exterior da ferramentaria (zona B, Figura 10). Esta zona de armazenamento foi dividida em 3 áreas (zona dos materiais em inox, zona dos materiais zincados e zona dos materiais galvanizados). A escolha deste local foi discutida com os representantes da empresa e com o responsável pela ferramentaria. Dada a rotatividade destes materiais, esta localização permite a diminuição das distâncias percorridas ao interior do armazém, fomentando a redução e eliminação de tempos associados a desperdícios de movimentos. De modo criar um maior número de elementos de armazenamento, a empresa produziu internamente novas estruturas de apoio a gestão de *stock* (Figura 31.b).



a)



b)

Figura 31 – Novos elementos para organização e gestão física dos materiais: a) caixa de arrumação; b) novas estruturas de apoio a gestão de *stock*.

Foi desenvolvida a etiquetagem para as caixas de arrumação, tendo por base a devida legenda das características e respetiva cor:

- Materiais em Inox – Amarelo
- Materiais em Zincado – Vermelho
- Materiais em Galvanizado – Azul

A Figura 32 exemplifica a etiquetagem de parafusos zincados com a cor vermelha, identificando as especificações: classe, tipo de parafuso, tipo de rosca, resistência, diâmetro e comprimento. Além da visível ordenação dos materiais, a coloração das etiquetas contribui para uma melhor gestão visual.



Figura 32 – Exemplo de organização e etiquetagem de parafusos zincados.

5.2. Organização e melhoria da gestão de máquinas e ferramentas

A posse de uma grande quantidade de máquinas e ferramentas de trabalho representa uma grande preocupação para a JMR2. Seguindo o mesmo princípio adotado para os materiais e consumíveis, foi proposta a organização e melhoria da gestão das máquinas e ferramentas, realizando-se as seguintes ações:

- Efetuar um levantamento de todas as máquinas de trabalho;
- Criação de uma base de dados para efetuar o inventário das máquinas e ferramentas;
- Determinar os locais onde deverão ser colocadas cada uma das categorias de máquinas e ferramentas, tendo em consideração a necessidade de adoção da numeração das máquinas que já era usada pela empresa
- Renovar elementos de etiquetagem (se necessário);
- Alocar os equipamentos seguindo a ferramenta 5S.

5.2.1. Levantamento e criação de inventário de máquinas e ferramentas

As máquinas e ferramentas de trabalho existentes na empresa foram recolhidas dos diferentes locais que se encontravam, permitindo a limpeza do espaço e a identificação do acervo total de equipamentos. Estes foram separados consoante as suas características e funções que desempenham.

Considerando o levantamento efetuado e as categorias de máquinas identificadas, os equipamentos em maior número na empresa são as rebarbadoras, baterias de máquinas e carregadores, aparafusadoras, martelos perfuradores, aparelhos soldar, aparelhos de furar, ferramentaria/dispositivos de medição, aparelhos de corte e berbequins (representam 20% das tipologias). Estes itens correspondem a 73,9% da quantidade de inventário de máquinas e ferramentas de trabalho da empresa, conforme apresentado na análise ABC da Figura 33. A análise completa pode ser consultada no Apêndice 4.

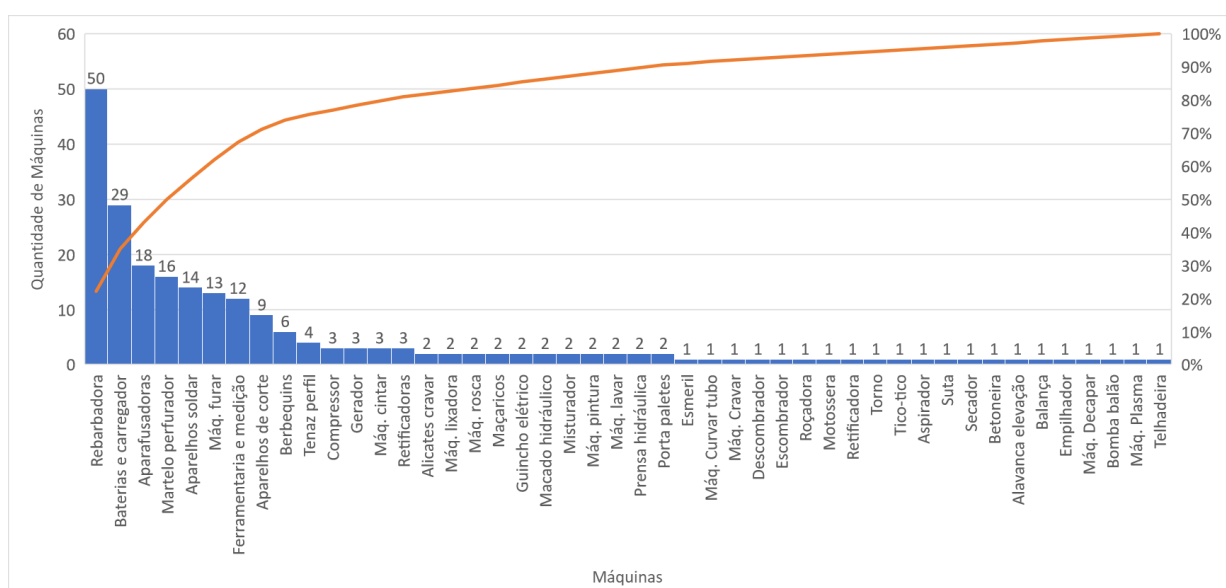


Figura 33 – Análise ABC das máquinas de trabalho inventariadas.

A cada um destes equipamentos foi atribuído um número (uma parte substancial dos equipamentos já possuíam uma numeração), considerando-se esse número como o seu identificador único (ID). A “codificação” das máquinas e ferramentas de trabalho não foi alterada, sendo baseada apenas na numeração sequencial do equipamento, do mais antigo para o mais recente. A cada nova aquisição que a empresa efetue o número aumenta, devendo o inventário ser atualizado.

A numeração dos equipamentos é bastante importante pois permite atribuir uma identificação interna única, facilitando assim a identificação quando utilizada pelos colaboradores. Assim que identificadas, foi necessário criar uma ferramenta para a sua gestão. Nesse sentido, foi concebida uma ferramenta desenvolvida em MS Excel. A criação desta ferramenta apresenta algumas vantagens como:

- Satisfaz as necessidades da empresa, permitindo adicionar os campos necessários de modo a facilitar a gestão das máquinas;
- Fácil utilização por partes dos colaboradores (departamento de compras e responsável por efetuar o inventário das máquinas);
- Permite adicionar e registar novas máquinas adquiridas e confirmar a saída e/ou devolução quando os projetos são concluídos.

A ferramenta foi desenvolvida incluindo a designação, a marca, o modelo, número de série, ano de fabrico, garantia, localização e estado. O campo de garantia foi considerado para, em caso de avaria da máquina, poder ser avaliada a possibilidade de envio da máquina para a marca para reparação. No caso da localização, o objetivo passa por identificar se a máquina se encontra no armazém ou se esta está a ser usada em obra. A consideração “outro” identifica as máquinas, possivelmente perdidas ou furtadas. Por último, o campo “estado”, identifica se a máquina está operacional, a necessitar de manutenção, irreparável ou avariada. A configuração da ferramenta MS Excel de “Inventário de máquinas” é apresentada na Figura 34 (ver Apêndice 5). À data de realização da presente dissertação, foram inventariados 248 itens, dos quais 226 foram classificados como categorias de máquinas de trabalho e ferramentas. Para que esta ferramenta seja utilizada com sucesso, foi necessário seleccionar um colaborador para ser o responsável pelo uso da mesma.

Inventário de Maquinas								
 Registo de Máquinas Registo de Entrada/Saída de Máquinas								
ID de Inventário	Nome	Marca	Modelo/ Tipo	Nº de série	Ano Fabrico	Garantia	Localização	Estado
JMR_02	Empilhador	Manitou	Msi 30D	147052	2000		Na Empresa	Operacional
JMR_03	Serrote de corte	BOMAR	320.250DG	4775	2008		Na Empresa	Operacional
JMR_04	Esmeril	Bosch	GSM 200D	601277203	2003		Na Empresa	Operacional
JMR_05	Prensa hidráulica	Raviol	PD100	9	2000		Na Empresa	Operacional
JMR_06	Compressor	Fini	E.C Partner	90890527	2007		Na Empresa	Operacional
JMR_07	Tomo	Cegonhaira	IRCAR-200	97	1980		Na Empresa	Operacional
JMR_08	Gerador	MOSA	GE-9000TBH	901507	2005		Na Empresa	Operacional
JMR_10	Semi automática (soldar)	FRONIUS	SYNERGIC 2700	18032122	2008		Na Empresa	Operacional
JMR_11	Semi automática (soldar)	FRONIUS	SYNERGIC 5000	1841120	2008		Na Empresa	Operacional
JMR_12	Aparelho soldar	FRONIUS	TRANSPCKET 2500	18040106	2008		Na Empresa	Operacional
JMR_13	Aparelho soldar	FRONIUS	TRANSPCKET 1500	17192892	2008		Na Empresa	Operacional

Figura 34 – Configuração final da ferramenta MS Excel de “Inventário de máquinas”.

5.2.2. Implementação da ferramenta 5S na gestão de máquinas e ferramentas

Para selecionar o melhor local para a armazenamento das máquinas e ferramentas, foram realizadas reuniões informais com alguns dos colaboradores que utilizam diariamente este tipo de equipamentos e, após debate de ideias, iniciou-se a implementação da metodologia 5S. Concluiu-se que o melhor local para armazenar todas as máquinas e ferramentas seria no armazém de ferramentaria (zona B da Figura 10). Este local é de acesso condicionado, facilitando o controlo sobre estes itens de maior valor acrescentado.

A alocação dos equipamentos foi feita seguindo os princípios da ferramenta 5S. Para a sua aplicação foram tidas algumas considerações: 1) para cada um dos níveis das estantes deve ser destinado uma das famílias de equipamentos; 2) os equipamentos de maiores dimensões devem ser alocados nas prateleiras mais baixas para ser mais fácil e seguro o acesso; 3) os equipamentos que são utilizados com maior frequência devem estar em locais com maior acessibilidade. Em cada um dos locais destinados a cada tipo/família de máquina, o número correspondente do equipamento deve ser identificado na respetiva estante, assim como uma legenda a descrever o tipo de equipamento.

A Figura 35 ilustra a alocação das máquinas nos respetivos níveis da estrutura, devidamente numeradas e com a respetiva etiquetagem. Importa salientar que, sempre que possível, as máquinas são colocadas no interior das suas respetivas embalagens (caixas), de forma a manter o melhor estado de conservação no armazenamento e no transporte para produção/obra. Neste exemplo apresentado, é possível identificar que as máquinas ali presentes são, martelos perfuradores e que naqueles dois locais devem estar alocadas as máquinas de trabalho com os números 209 “Martelo Perfurador” e 154 “Martelo Perfurador (Furar Pedra)”.



Figura 35 – Identificação dos locais destinados a cada equipamento.

Assim, quando faltar algum equipamento como é o caso da máquina 223, é visível que este equipamento está em falta. Caso se pretenda saber da sua existência deve ser consultada a ferramenta MS Excel com o “Inventário de máquinas”.

Como já foi referido, uma vez que a empresa já tinha implementado o sistema de numeração das máquinas, quando se procedeu com a sua colocação em função das categorias, foi necessário colocar na mesma divisão máquinas com numerações não sequenciais (Figura 36). Outro aspeto a mencionar relaciona-se com a variabilidade de dimensões e formatos das máquinas. A título exemplificativo, grande parte das máquinas usadas na soldadura não têm embalagem, têm formatos distintos e cabos com diferentes dimensões, o que dificulta a colocação da etiqueta com o número de codificação na face visível para o exterior da estante (Figura 37).



Figura 36 – Equipamentos organizados segundo a metodologia 5S (numerações não sequenciais).



Figura 37 – Equipamentos de soldadura no local de armazenagem

Nas zonas inferiores de uma das estantes foi criada uma zona de armazenagem para os acessórios de soldadura com formatos não uniformes. Bobines de fio de soldadura são consumíveis utilizados nas máquinas semiautomáticas de soldadura. Quando estes materiais são rececionados na empresa ou quando existe excedente no local de obra, as bobines devem ser armazenadas na ferramentaria. Para melhorar o seu armazenamento, foi concebida uma estrutura simples para as bobines já utilizadas (Figura 38).

A gestão deste espaço de armazenamento está condicionada às suas dimensões reduzidas (aproximadamente 2,5 metros ×4,0 metros) o que implica um elevado esforço para armazenar o elevado número de máquinas e ferramentas.

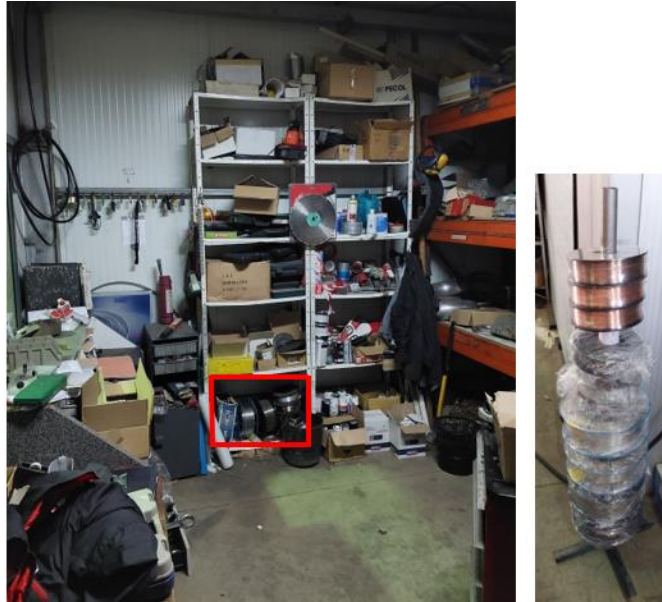


Figura 38 – Estrutura para armazenamento de bobines de fio de soldar.

Com base nas restrições de espaço disponível, foi necessário desenvolver uma estrutura que permitisse à empresa, armazenar um maior número de equipamentos neste mesmo local, tendo sido criada, por exemplo, a estrutura da Figura 39. Trata-se de uma estrutura de suporte para máquinas de corte, concebida com excedentes da atividade produtiva. Esta foi projetada para armazenar 8 máquinas de corte (rebarbadoras), facilitando também a gestão visual dos equipamentos. Para estes equipamentos de trabalho, foi selecionada uma área de arrumação próxima para os respetivos consumíveis. Os discos de corte de diferentes dimensões (Figura 40) são os principais consumíveis e, devido ao seu elevado e rápido consumo, estão numa zona de fácil acesso ao responsável da ferramentaria.

Estas abordagens de organização e armazenamento das máquinas e ferramentas, foram criadas com base na aplicação da ferramenta 5S, estando presentes 4 dos 5 sentidos da ferramenta aplicada:

- Senso de utilização: os equipamentos necessários para a produtividade da empresa são identificados e descartados todos os outros, assim como identificadas os equipamentos com maior utilização ✓
- Senso de ordenação: os equipamentos são organizados e categorizados ✓
- Senso de limpeza: local de armazenamento mais limpo, ambiente de trabalho mais agradável e organizado ✓

- Senso de padronização: locais e processos de armazenagem estão estabelecidos e devera tornar-se um padrão para a empresa ✓



Figura 39 – Estrutura de suporte para máquinas de corte.

Figura 40 – Consumíveis de máquinas de corte.

Com o decorrer do plano de melhoria contínua e com a aplicação das novas ferramentas e metodologias, surgiu uma das questões mais complicadas de solucionar – a manutenção das práticas *Lean* por parte dos colaboradores durante todos os processos anteriormente descritos. Neste ponto aborda-se o senso da disciplina, em que é pedido aos colaboradores que sejam cumpridas as novas regras para que todas estas implementações possam ser bem-sucedidas e possam melhorar a produtividade laboral. Este senso foi bastante complicado de colocar em prática, sendo importante demonstrar aos colaboradores os seus potenciais benefícios. Sem o senso de disciplina não é possível usufruir de todas as vantagens da ferramenta 5S.

5.3. Melhoria do registo e rastreabilidade de máquinas e ferramentas

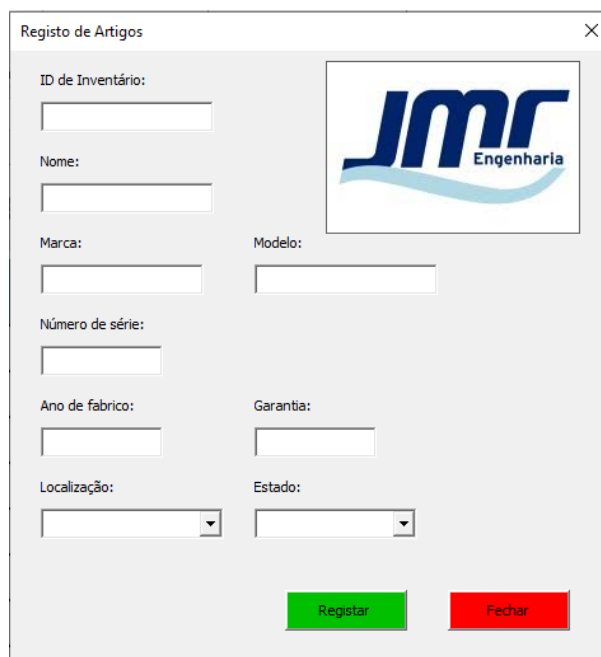
Relativamente ao registo e rastreabilidade das máquinas e ferramentas, são apresentadas nesta secção duas propostas de melhoria: 1) a adição de funcionalidades na ferramenta criada em MS Excel “Inventário de máquinas” para registo de novas máquinas e registo de entrada e saída de máquinas do armazém; 2) estudo de implementação de sistema de rastreabilidade de máquinas.

5.3.1. Criação de registos de movimentação de máquinas

Considerando a elevada rotatividade das máquinas entre as diferentes obras e as instalações da empresa, foram adicionadas duas funcionalidades à ferramenta “Inventário de máquinas”, concebida e apresentada na secção 5.2.1. Foram criadas duas macros, uma para o registo de novas máquinas e outra para efetuar os registos de entrada e saída de máquinas em empresa.

Com a macro “Registo de artigos” o colaborador responsável pode efetuar o registo quando a empresa adquire novas máquinas de trabalho. Esta opção gera uma nova janela para o preenchimento dos campos, como o ID de inventário, designação da máquina, marca, modelo, número de série, ano de fabrico, período de garantia, localização e estado de conservação.

Esta atualização de informação pode ser efetuada quer no computador do chão-de-fabrica como no departamento de compras uma vez que as encomendas de pequenas dimensões podem também ser entregues no piso 1, onde se encontra o departamento de compras. Assim, no momento da entrega, pode-se proceder de imediato à atribuição da numeração na ferramenta de “Inventário de máquinas”, seguindo a sequência da base de dados já criada. Na Figura 41, é apresentada a janela/interface criada para efetuar o registo de novas máquinas adquiridas pela empresa.



The image shows a software interface window titled "Registo de Artigos". It features a grid of input fields for recording machine information. The fields are: "ID de Inventário" (text box), "Nome" (text box), "Marca" (text box), "Modelo" (text box), "Número de série" (text box), "Ano de fabrico" (text box), "Garantia" (text box), "Localização" (dropdown menu), and "Estado" (dropdown menu). To the right of the "Nome" field is a logo for "JMR Engenharia". At the bottom of the window are two buttons: a green "Registar" button and a red "Fechar" button.

Figura 41 – Interface de registo de artigos para introdução na base de dados da ferramenta MS Excel “Inventário de máquinas”.

A segunda macro, “Registo de entrada/saída de máquinas”, deve ser usada pelo colaborador responsável para controlar todos os movimentos de entrada e saída de máquinas das instalações da empresa. Nesta macro ficam registados dados com o ID de inventário da máquina, o colaborador que solicitou a requisição da máquina, a identificação caso se trate de um registo de entrada ou de saída. Adicionalmente pode ainda ser registado o número de identificação da obra, contribuindo para a rastreabilidade da mesma, e por último, a data em que foi solicitada.

Na Figura 42, é apresentada a interface criada para efetuar o registo de entrada/saída de máquinas. Este método de controlo é bastante importante para a empresa, uma vez que permite identificar qual a obra em que a máquina está a ser utilizada. Após o preenchimento de todos os campos indicados é possível consultar a base de dados atualizada.



Figura 42 – Interface de registo de entrada e saída de máquinas da ferramenta MS Excel “Inventário de máquinas”.

Apesar de ser desejável que este processo seja realizado pelo colaborador responsável usando a ferramenta digital, caso este não tenha disponibilidade para o fazer, foi criado um formulário de registo mensal para que os colaboradores registem manualmente este processo, conforme apresentado no Apêndice 6.

A Figura 43 apresenta um exemplo de um teste piloto à ferramenta. Neste exemplo regista-se a saída e posteriormente a entrada de um equipamento utilizado na obra “027 Braga” no dia 19/06/2023. O equipamento com o ID de Inventario “02” foi requerido pelo colaborador “Pedro”.

ID Inventário	Colaborador	Movimentação das máquinas	NRº Identificação da obra	Data
02	Pedro	Saída	027 Braga	19/06/2023
02	Pedro	Entrada	027 Braga	19/06/2023

Figura 43 – Resultados do teste piloto, ao registo de entrada e saída de máquinas da empresa.

Em suma, apesar da sua simplicidade, esta é uma ferramenta bastante útil para a empresa pois com a sua utilização, é possível ter acesso a um maior número de dados e informação sobre um determinado equipamento, assim como, o número de máquinas que a empresa possui, o estado de conservação das máquinas, qual a obra em que a ferramenta está a ser utilizada.

5.3.2. Aquisição de sistema de rastreabilidade para máquinas

Apesar da utilização da ferramenta criada em MS Excel auxiliar no registo de movimentos de entrada e saída das máquinas das instalações da empresa, foram equacionadas propostas relacionadas com a implementação de sistemas de rastreabilidade digital, em tempo real. Foi assim elaborada uma pesquisa de mercado na procura de ferramentas que pudessem ter enquadramento no problema da empresa. Os sistemas de rastreabilidade deveriam permitir o uso de *tags* ou outros dispositivos com as seguintes características:

- Serem facilmente aplicadas nas máquinas;
- Serem resistentes, pois são máquinas utilizadas em trabalhos expostos aos diversos elementos da natureza;
- A presença do localizador não deverá condicionar a funcionalidade da máquina assim como o seu desempenho;

A primeira alternativa encontrada foi a aplicação de leitores *Radio Frequency Identification* (RFID). Estas ferramentas permitiriam a empresa efetuar um controlo mais aprimorado das suas máquinas de trabalhos através de sinais de radiofrequência, sendo estes sinais recuperados e transformados em dados armazenados remotamente, através de etiquetas RFID colocadas nas máquinas (Figura 44). Para implementar esta tecnologia é necessário colocar uma *tag* em cada uma das máquinas, instalar leitores RFID na entrada do chão-de-fábrica da empresa e ainda a instalar *software* de monitorização de todos os movimentos assim como o arquivo de dados. Todavia, esta opção foi excluída dado o elevado custo de implementação da tecnologia. Além disso, as *tags* não são robustas o suficiente para os trabalhos e condições em que a empresa opera.



Figura 44 – Elementos de funcionamento da tecnologia RFID para rastreabilidade de máquinas.




Alternativamente, estudou-se um método que as empresas produtoras de máquinas de trabalho desenvolveram para efetuar a gestão de inventário, o *Tool Connect*. A tecnologia *Tool Connect* usa o *Bluetooth* para permitir que seja possível conectar a ferramenta à aplicação.

A aplicação permite atribuir e monitorizar as ferramentas nos vários locais de trabalho, uma vez que é possível obter atualizações em tempo real. Os mecanismos de localização são etiquetas anexáveis a máquinas de grandes e pequenas dimensões. Após a aplicação dos dispositivos e/ou etiquetas de localização, é apenas necessário um equipamento que permita a leitura do *QR code* e a instalação da aplicação de *software*. Assim que é efetivada a conexão à aplicação, é possível receber informações da localização, permitindo os utilizadores localizarem a máquina de trabalho. A aplicação das etiquetas nas máquinas de trabalho é um procedimento bastante rápido e simples, podendo ser efetuado por qualquer pessoa da empresa.

Durante a pesquisa sobre este método de rastreabilidade e localização, foram analisadas várias marcas presentes no mercado da construção civil, destacando-se três marcas pelo seu desempenho e relação qualidade/preço (Tabela 4).

As características principais a ter em conta na seleção da melhor alternativa são: a conectividade, o peso, dimensões, se o dispositivo possui uma aplicação (APP) de conectividade e o preço de cada um destes sistemas. Com base nestes critérios, foi possível comparar as três marcas. A marca MILWAUKEE apresenta-se como a melhor opção de aquisição para a empresa, considerando o custo específico por unidade, quando comparadas as três marcas apresentadas pelo *benchmarking* realizado. Todas as outras características são bastante similares quando comparadas as três marcas. A informação foi obtida através das páginas das empresas de cada marca.

Tabela 4 – Benchmarking das marcas e dispositivos com tecnologia Tool Connect

Marca	DeWalt	Bosch	MILWAUKEE
Nome do Dispositivo	DCE041K10-XJ Tool Connect Tag	<i>Track Tag</i>	B01MS6J167
Conetividade	30 metros	30 metros	30 metros
Peso	22,7 gramas	18 gramas	45,4 gramas
Dimensões	7,62 × 13,97 × 17,78 Cm	3,4 × 3,2 × 1,3 Cm	5,33 × 4,57 × 2,54 Cm
Dispõe de APP?	Sim	Sim	Sim
Quantidade	25 Unidades	100 Unidades	50 Unidades
Preço	397 Euros	1 490 Euros	284 Euros
IP	IP 68	IP 68	IP 68
Dispositivo			
Custo específico do dispositivo	15,88 €/unidade	14,90 €/unidade	5,68 €/unidade
Seleção	3 ^a	2 ^a	1 ^a

Esta solução apresenta várias vantagens para a empresa, uma vez que se tratam de dispositivos de pequenas dimensões ao mesmo tempo que apresentam robustez. Qualquer colaborador pode descarregar a APP e rastrear a localização das máquinas que estão em obra. A APP não apresenta custos de assinatura o que é um ponto bastante positivo para a empresa, diminuindo assim os seus gastos com a aquisição do sistema.

Para a implementação deste tipo de sistemas de rastreabilidade, basta colocar um dispositivo/etiqueta na máquina e efetivar a conetividade com a APP. Deve ser introduzida a informação da respetiva máquina de trabalho, associando a máquina ao ID do dispositivo/etiqueta. Estas informações ficam registadas na lista de inventário da APP.

Concluído o processo de conetividade e de introdução da informação da respetiva máquina, o sistema está apto a rastrear a localização num raio máximo de 30 metros.

Caso o dispositivo se encontre a mais de 30 metros de distância, pode ser consultado na APP o último local em que foi “registado” pelo sistema.

Considerando o elevado número de máquinas de que a empresa dispõe, a empresa pode optar por adquirir *packs* apenas para os equipamentos com maior taxa de perda ou os de maior valor económico.

5.4. Implementação de gestão visual no cais de carga e descarga

Em relação ao cais de carga e descarga, a proposta de melhoria passa sobretudo pela sua organização, identificando áreas específicas para alocação de diferentes materiais. O local do cais de carga e descarga deve ser mantido na mesma zona do *layout*, uma vez que é um local de fácil acesso para os camiões poderem carregar e descarregar os materiais, localizando-se junto do armazém de ferramentaria. Adicionalmente, não interfere com a zona de produção da empresa. A reorganização do cais de carga e descarga passa pelas seguintes propostas de alteração:

- Efetuar a delimitação da zona do cais de carga e descarga, assinalando também as subdivisões para colocação de diferentes tipos de materiais com marcações coloridas no piso;
- Definir 4 zonas para colocação de paletes europeias para os materiais com requisição prévia de envio;
- Desenvolver estruturas para a identificação da designação da obra de destino dos materiais, para que seja possível agrupar consumíveis e/ou máquinas de trabalho necessárias a cada obra;
- Definir zona destinada a matérias-primas (materiais para os projetos, como, tubos metálicos, cantoneiras, tela de impermeabilização, entre outros);
- Definir uma zona para os materiais vindos do local de obra (sobrantes) e que devem posteriormente ser armazenados nos seus respetivos locais;

A Figura 45 ilustra a modificação proposta para o cais de carga e descarga, identificando a sua divisão em 5 áreas distintas (de A a E).

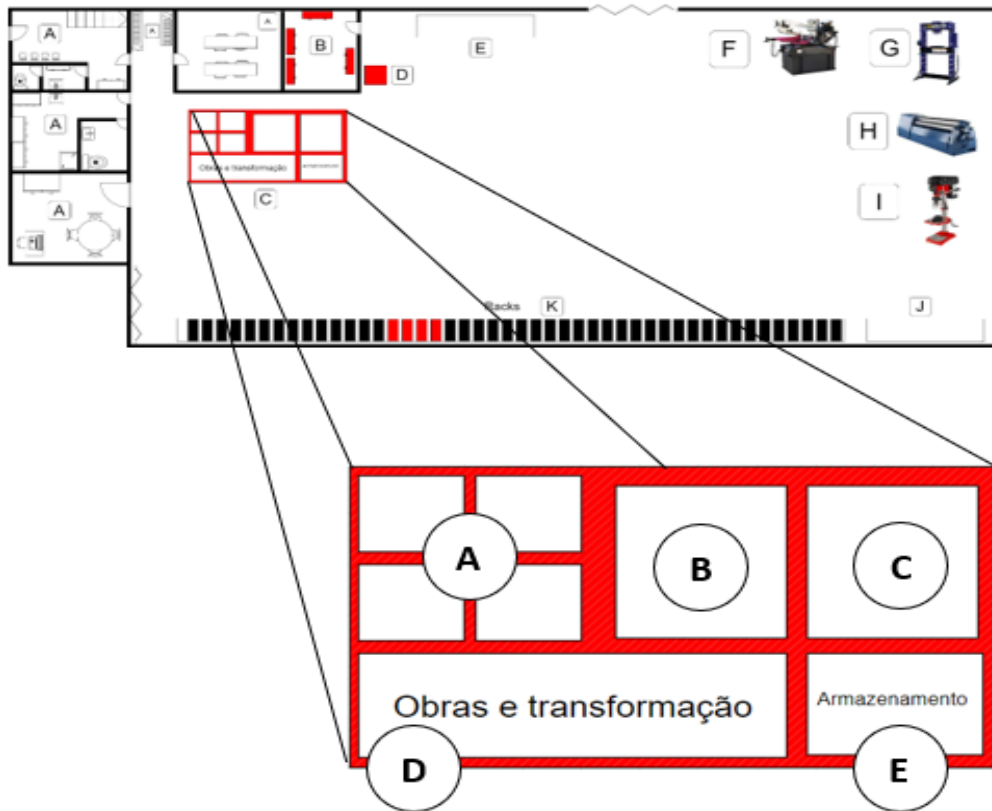


Figura 45 – Esquematização da proposta de modificação do cais de carga e descarga.

Na Zona A deverão ser colocadas as quatro Europaletes (1200 mm comprimento por 800 mm de largura). Cada uma destas paletes terá uma placa a identificar a respetiva obra, e é neste local que deverão ser colocados os consumíveis (materiais de pequenas dimensões), assim como as máquinas de trabalho para as respetivas obras. A colocação em paletes facilita o processo de carregamento para o camião, com a ajuda de empilhador. A Zona B destina-se à colocação de máquinas de trabalho de maiores dimensões e a Zona C destina-se a produtos acabados que foram produzidos nas instalações da empresa e aguardam expedição. A Zona D destina-se à colocação das estruturas de transformação de maiores dimensões. É importante mencionar que, existem componentes de grandes dimensões como tubagens, vigas de ferro, perfis HEB que, pelas suas dimensões são impossíveis de armazenar neste cais. Quando ocorre uma destas situações, o colaborador responsável deverá indicar qual o melhor local para armazenar estes itens. Por fim, a Zona E, deverá funcionar como *buffer* intermédio dos materiais sobrantes e máquinas vindas de obra para posterior reposicionamento em armazém.

Em cada uma destas zonas, devem existir meios de gestão visual com a identificação do destino de cada material, facilitando assim o processo de carga para as respetivas obras em curso. A solução proposta é ilustrada pela Figura 46 onde é possível verificar que as estruturas foram concebidas com a utilização de materiais que sobram da atividade produtiva da empresa (pequenas peças de ferro, barras de ferro com defeitos, entre outros). Com a sua aplicação, espera-se uma melhoria significativa no processo de identificação dos materiais.



Figura 46 – Estruturas para identificação dos materiais para expedição.

Infelizmente, não foi possível em tempo útil implementar na sua totalidade esta proposta de melhoria de gestão visual no cais de carga e descarga. Não foi possível efetuar a pintura das delimitações do cais e das respetivas áreas, sendo uma proposta de melhoria a concluir no futuro.

Ressalve-se que, durante o período de realização da presente dissertação, a empresa estava a desenvolver projetos de elevadas dimensões, com a produção de estruturas que ocupavam uma grande parte do chão-de-fabrica da empresa, sendo impossível a sua mobilização. No entanto, a empresa decidiu iniciar a aplicação dos meios de identificação junto dos grupos de materiais para seguirem para as obras em curso.

5.5. Quantificação e análise crítica das melhorias

As propostas de melhoria apresentadas não foram implementadas na sua totalidade, contudo ainda foi possível estimar e quantificar alguns potenciais benefícios e resultados que são apresentados nesta secção.

5.5.1. Análise das melhorias obtidas com a ferramenta dos 5S

Com a aplicação da ferramenta 5S, verificou-se uma considerável melhoria do ponto de vista da gestão visual, quer na organização dos materiais consumíveis como do armazém de ferramentaria. Esta melhoria reflete-se principalmente na redução do tempo despendido pelo colaborador na procura dos artigos de que necessita do armazém.

A Figura 47 evidencia a comparação da organização dos materiais consumíveis antes e depois da implementação dos 5S. É evidente a melhoria de gestão visual dos materiais, além da maior limpeza, arrumação e ordenação do espaço. A substituição das caixas de cartão pelas caixas de arrumação, permite identificar mais rapidamente os itens procurados, reduzindo os tempos improdutivo.



Figura 47 – Comparação da situação inicial e da situação pós implementação dos 5S na organização de materiais.

A mesma melhoria foi observada na organização das máquinas. A Figura 48 permite efetuar a comparação entre a situação inicial e da situação pós implementação da ferramenta 5S na organização de máquinas e ferramentas, sendo visível a diferença de organização.

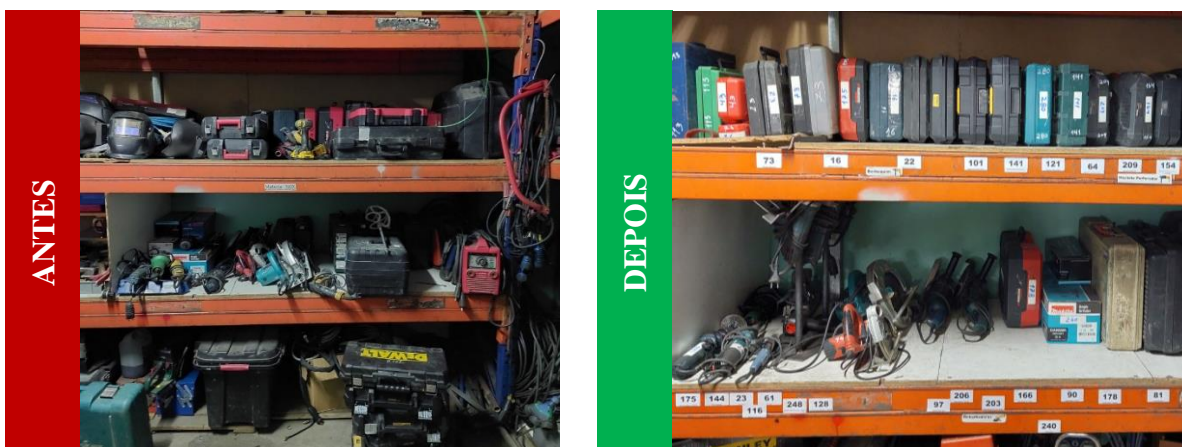


Figura 48 – Comparação da situação inicial e da situação pós implementação da ferramenta 5S na organização de máquinas e ferramentas.

De forma a quantificar os benefícios desta organização, foram efetuadas algumas observações, antes e depois da implementação da organização do armazém, do tempo de *picking* por parte dos colaboradores quando se deslocavam ao armazém para recolher um equipamento. Os tempos apresentados na Tabela 5 foram recolhidos por observação direta, com o auxílio de um cronómetro, tendo sido efetuadas 5 observações aleatórias em cada fase. O tempo médio despendido no processo de *picking* um equipamento de trabalho foi reduzido, passando de 2,46 minutos para 0,38 minutos, o que representa uma redução de 84,6%.

Tabela 5 – Tempos observados na operação de *picking* de máquina do armazém

Número de observações	Tempo de observação (minutos)	
	Antes	Depois
1ª Observação	2,05	0,39
2ª Observação	3,20	0,47
3ª Observação	2,52	0,29
4ª Observação	1,50	0,35
5ª Observação	3,01	0,40
Média	2,46	0,38
	Poupança	84,6%

De forma a ser possível quantificar em valores monetárias os benefícios da implementação desta proposta, foi considerado como referência o valor base auferido por um colaborador nas condições de remuneração do salário mínimo nacional em Portugal (760 € na atualização do ano de 2023), o que corresponde a um valor de 5,04 €/hora.

Se em média, forem efetuadas 10 operações de *picking* diários por colaborador, pode-se estimar os benefícios gerados pela redução de tempos improdutivo. Assumindo 22 dias de trabalho úteis e turnos de 8 horas laborais, é possível estimar a poupança económica da redução dos tempos improdutivo na operação de *picking* de máquina no armazém (Tabela 6). Com base nesta análise, pode-se estimar que, com a melhoria da gestão visual e organização do armazém, é possível identificar um custo evitado de 461 € por ano por colaborador.

Tabela 6 – Estimativa da poupança económica da redução dos tempos improdutivo na operação de *picking* de máquina do armazém

	Tempo (minutos)	Nº Pickings/dia	Custo/dia (€)	Custo/Mês (€)	Custo/Ano (€)
Antes	2,46	10	2,07	45,44	545,30
Depois	0,38	10	0,32	7,02	84,23
Poupança monetária (€)			1,75	38,42	461,07

Desta forma, conclui-se que é possível melhorar os métodos de execução, economizar o tempo e o esforço humano assim como, melhorar a utilização dos recursos da empresa. Sem a gestão visual, os colaboradores acabam por executar muitas mais movimentações, consumindo mais tempo na procura dos itens. Através do diagrama de circulação foi possível analisar o deslocamento efetuado pelo colaborador no armazém (Figura 49). Em média, por *picking*, espera-se uma redução de 66,7% dos fluxos de movimentação no interior do armazém (assumindo que por cada *picking*, houve uma redução de 6 para 2 movimentos).

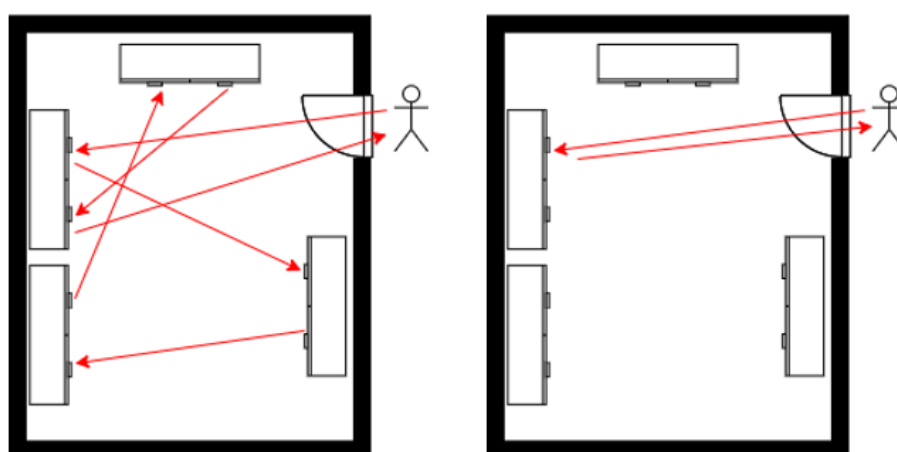


Figura 49 – Diagrama de circulação, representando a redução dos fluxos de movimentação no armazém, antes (esquerda) e depois (direita) da implementação dos 5S.

5.5.2. Análise económica do sistema de rastreabilidade de ferramentas

As ferramentas de inventário de materiais consumíveis e de máquinas desenvolvidas, conjuntamente com a aplicação diária da ferramenta 5S irá permitir melhorar a gestão do processo de aprovisionamento da empresa. Todavia, estas medidas não resolvem a questão da rastreabilidade das máquinas, sobretudo, quando estas são mobilizadas para obra. Nesse sentido, e para minimizar os custos de aquisição de novos equipamentos de substituição, pretende-se analisar economicamente o investimento num sistema de rastreabilidade com base na tecnologia *Tool Connect*.

Considerando as 226 máquinas e ferramentas de trabalho inventariadas, para implementar o sistema de rastreabilidade da MILWAUKEE (menor custo específico por dispositivo – 5,68 €/unidade), a empresa teria de adquirir pelo menos 5 packs de 50 unidades. Além dos dispositivos/etiquetas de localização colocados nas máquinas, seria necessário a compra de *smartphone/tablet* para instalação da aplicação de localização para consulta. Seria conveniente, manter um nas instalações da empresa à disposição do responsável de ferramentaria e um por obra. Considerando em média a realização de 5 obras em simultâneo, foram contabilizados 5 *tablets* com um custo unitário de 100 €². Esta marca não carece de pagamento de licença da utilização da aplicação. Com base na estimativa de custos apresentados na Tabela 7, estima-se que o investimento neste sistema de rastreabilidade corresponda a 1 920 €. Considerando que a empresa, em média, por ano investe cerca de 6 000 €, a aquisição do sistema de rastreabilidade corresponderia a 32% da despesa de substituição de maquinaria perdida, furtada ou extraviada. Com base nesta estimativa, a empresa recuperaria o investimento em cerca de 4 meses (3,84 meses).

Tabela 7 – Análise económica do investimento no sistema de rastreabilidade

Itens de aquisição para sistema MILWAUKEE	Quantidade (unidades)	Custo unitário (€)	Custo total (€)
Packs de dispositivos de localização (50 unidades)	5	284	1 420
Dispositivos para instalação da APP	5	100	500
Registo de assinatura	1	0	0
Total de investimento			1 920
Período de recuperação de investimento			3,84 meses

² Preço de mercado à data de 30 setembro 2023.

6. Principais conclusões e propostas de trabalho futuro

Neste capítulo são apresentadas as conclusões obtidas com a realização do estágio efetuado. São apresentadas ainda algumas sugestões de trabalhos futuros para a empresa.

6.1. Conclusões e considerações finais

A elaboração da dissertação teve como principal objetivo a implementação de propostas de melhoria dos processos de aprovisionamento da empresa JMR2 – Obras Públicas e Engenharia Lda.

Como ponto de partida, foi realizada uma análise da empresa através do método de observação do trabalho. Nesta fase de diagnóstico foram ouvidos quer os colaboradores como os membros responsáveis da empresa, permitindo assim identificar quais os principais problemas. Nesta fase de diagnóstico foram ainda efetuados alguns registos fotográficos para posterior comparação entre a situação inicial e o estado após implementação de propostas de melhoria. Desta forma, foram identificadas as seguintes problemáticas:

1. É uma empresa que assenta na produção por projeto, o que faz com que os materiais sejam específicos de projeto para projeto, dificultando a gestão de *stocks* quer de materiais consumíveis como de máquinas de trabalho e ferramentaria.

2. Os projetos são localizados em diferentes regiões, o que dificulta a logística de transporte e a localização de máquinas e equipamentos em obra. Além disso, como decorrem diversos projetos em simultâneo, a empresa necessita de uma grande quantidade do mesmo tipo de ferramentas/máquinas para as diferentes obras/projetos.

3. Os materiais, consumíveis, máquinas e ferramentas não se encontravam inventariadas, nem existia nenhum tipo de procedimento ou mecanismo de registo, quer de novas máquinas como de controlo de movimentação das máquinas (entrada e saída das instalações da empresa).

4. Foi constatado que a empresa investe anualmente, em média, cerca de 6 000 € na aquisição de novas máquinas e equipamentos devido a perdas, roubos e extravio, existindo assim um problema de rastreabilidade de recursos de trabalho.

5. Foi verificada uma elevada desorganização das estantes de armazenamento de materiais consumíveis e de máquinas de trabalho. Os artigos estavam misturados e não existia gestão visual, o que gerava elevados tempos improdutivos no processo de *picking*

de qualquer recurso de produção. A falta de gestão visual era visível também no cais de carga e descarga da empresa.

Com o levantamento de todos os materiais e equipamentos que a empresa dispõe, foi possível criar duas ferramentas distintas em MS Excel para a gestão de *stock* (“Inventário de materiais” e “Inventário de Máquinas”). Para a implementação da ferramenta de “Inventário de materiais”, foi necessário definir uma norma de codificação de materiais de forma a facilitar a catalogação dos materiais e a partilhar informação entre o setor de produção e o departamento de compras, minimizando a aquisição de materiais já existentes em *stock*. Em relação à ferramenta “Inventário de Máquinas”, além de permitir a identificação da localização e estado da máquina, esta permite efetuar o registo de novas máquinas e documentar as entradas e saídas das máquinas. Em simultâneo, foi necessário proceder à colocação dos recursos nas estantes de armazenamento. Tendo em consideração a ferramenta dos 5S foram selecionados os melhores locais para armazenar os materiais, máquinas e ferramentaria, permitindo reduzir, em média, os tempos de *picking* em 84,6%.

Para uma estimativa de 10 *pickings* diários por colaborador, esta redução de tempos improdutivos pode representar um custo evitado de cerca de 461 €/ano. Com a implementação da gestão visual, em média cada colaborador reduziria cerca de 66,7% dos fluxos de movimentação no armazém de ferramentaria.

De forma a minimizar os gastos da empresa com aquisição de novas máquinas e equipamentos por perda, furto ou extravio, foi proposta a aquisição de um sistema de rastreabilidade com a tecnologia *Tool Connect*. Com base na análise efetuada, a aquisição do sistema de rastreabilidade representa cerca de 32% dos atuais gastos anuais por perdas ou extravio de ferramentas, o que faz com que o investimento seja recuperável em 4 meses.

6.2. Propostas de trabalho futuro

A empresa ainda tem um longo caminho a percorrer no que diz respeito à disseminação da cultura *Lean* e de melhoria contínua. Apesar da mais-valia criada para a gestão do aprovisionamento da empresa com as propostas de melhoria apresentadas, é necessário que seja dada continuidade à sua implementação, mantendo *stocks* devidamente inventariados e com registos atualizados.

Não obstante aos contributos que foram dados, nem todas as propostas foram implementadas na totalidade, nomeadamente a organização e aplicação de gestão visual no cais de carga e descarga da empresa. Assim, a delimitação e divisão do cais de carga e descarga em cinco áreas é uma das propostas de trabalho futuro. Sendo o *layout* da zona de

produção da empresa bastante reduzido para as dimensões dos projetos efetuados, é necessário que exista uma zona distinta para os materiais que são rececionados e expedidos pela empresa. Esta proposta de melhoria irá reduzir os tempos improdutivo dos colaboradores no processo de carga e descarga.

Também na sequência das propostas de melhoria que não foram concretizadas, sugere-se como proposta de trabalho futuro a aquisição e implementação de dispositivos de rastreabilidade de equipamentos com base na tecnologia *Tool Connect* numa ótica de projeto piloto, ou seja, aplicar a tecnologia a um grupo restrito de máquinas de forma a validar a eficiência do funcionamento do sistema.

Adicionalmente, sugere-se como proposta de trabalho futuro, a elaboração de um estudo sobre os procedimentos adotados em função dos diferentes tipos de projetos que a empresa desenvolve, de modo a sistematizar e padronizar, tanto quanto possível, o desenvolvimento dos projetos. O objetivo para a criação de uma sistemática de apoio às compras e ao planeamento agregado dos projetos da empresa.

Referências bibliográficas

- Alves, A., Dinis-Carvalho, J., & Sousa, R. (2012). Lean production as promoter of thinkers to achieve companies' agility. In G. D. Putnik (Ed.), *Learning Organization* (Vol. 19, Issue 3, pp. 219–237). <https://doi.org/10.1108/09696471211219930>
- Avison, D. E., Davison, R. M., & Malaurent, J. (2018). Information systems action research: Debunking myths and overcoming barriers. *Information & Management*, 55(2), 177–187. <https://doi.org/10.1016/j.im.2017.05.004>
- Black, J. (2007). Design rules for implementing the Toyota Production System. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3639–3664. <https://doi.org/10.1080/00207540701223469>
- Carvalho, J. C., Arantes, A., Guedes, A., Martins, A. L., Póvoa, A. P., Luís, C., Dias, E., Dias, J., Menezes, J., Ferreira, L., Carvalho, M., Oliveira, R., Azevedo, S., & Ramos, T. (2020). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (3ª edição). Edições Sílabo.
- Carvalho, R., Alves, A., & Lopes, I. (2011). Principles and practices of lean production applied in a metal structures production system. *Proceedings of the World Congress on Engineering 2011, WCE 2011, 1*, 744–749.
- Castanheira, P. Z., & Loos, M. J. (2019). The benefits of applying a Kaizen in the area of health and safety at work: a case study in a textile industry ; *Jornal of Lean Systems*, 4, 2–21.
- Chan, S. W., Tasmin, R., Nor Aziati, A. H., Rasi, R. Z., Ismail, F. B., & Yaw, L. P. (2017). Factors Influencing the Effectiveness of Inventory Management in Manufacturing SMEs. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 226(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/226/1/012024>
- Cil, I., Demir, H. I., & Yaman, B. (2020). *Lean Logistics in the 2020s and a Cast Study About Logistics and Supply Chain Management in Toyota Boshoku Turkey* (pp. 276–315). <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2173-1.ch017>
- Courtois, A., Martin-Bonnefous, C., & Pillet, M. (2007). *Gestão da Produção* (5ªed). Lidel.
- Coutinho, C., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M., & Vieira, S. (2009). Investigação-Accção: Metodologia Preferencial nas Práticas Educativas. *Psicologia Educação e Cultura*, 13(2), 355–379. <https://hdl.handle.net/1822/10148>
- de Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>

- Denis, D., St-vincent, M., Imbeau, D., & Trudeau, R. (2006). *Stock management influence on manual materials handling in two warehouse superstores*. 36, 191–201. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2005.11.002>
- Farahani, R., Rezapour, S., & Kardar, L. (2011). *Logistics operations and management: concepts and models*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385202-1.00006-2>
- Fazinga, W., Saffaro, F., Isatto, E., & Lantelme, E. (2019). Implementation of standard work in the construction industry Implementación del trabajo estandarizado en la industria de la construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, 34(3), 288–298.
- Guo, X., Yu, Y., & De Koster, R. B. M. (2016). Impact of required storage space on storage policy performance in a unit-load warehouse. *International Journal of Production Research*, 54(8), 2405–2418. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1083624>
- Harish, K., & Selvam, M. (2015). *Lean Wastes: A Study of Calssification from Different Categories and Industry Perspectives*.
- Isniah, S., Hardi Purba, H., & Debora, F. (2020). Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 4(1), 72–81. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i1.2186>
- JMR2 (2023). JMR Engenharia - Projetamos e construímos o futuro. Acedido em 19 maio 2023. URL: <http://www.grupojmr.pt/jmr-engenharia>
- Jum'a, L., & Basheer, M. E. (2023). Analysis of Warehouse Value-Added Services Using Pareto as a Quality Tool: A Case Study of Third-Party Logistics Service Provider. *Administrative Sciences*, 13(2), 51. <https://doi.org/10.3390/admsci13020051>
- Kehr, T. W., & Proctor, M. D. (2017). People Pillars: Re-structuring the Toyota Production System (TPS) House Based on Inadequacies Revealed During the Automotive Recall Crisis. *Quality and Reliability Engineering International*, 33(4), 921–930. <https://doi.org/10.1002/qre.2059>
- Klenk, E., Galka, S., & Günthner, W. A. (2015). Operating Strategies for In-Plant Milk-Run Systems. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 1882–1887. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.361>
- Krafcik, J. F. (1988). Triumph of the Lean Production System. *Sloan Management Review*, 30(1), 41–52.
- Kučera, T., & Suk, A. (2019). The application of ABC analysis in the logistic warehousing processes. *Transport Means - Proceedings of the International Conference, 2019-October*, 548–554.

- Kumar, S., Nallusamy, S., & Ramakrishnan, V. (2018). Proposed inventory management model to improve the supply chain efficiency and surplus in textile industry. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 9(5), 675–686. <http://www.iaeme.com/ijmet/issues.asp?JType=IJMET&VType=9&IType=5>
- Lambert, D. M., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of logistics management*. Irwin/McGraw-Hill.
- Lewis, M. A. (2000). Lean production and sustainable competitive advantage. *International Journal of Operations and Production Management*, 20(8), 959–978. <https://doi.org/10.1108/01443570010332971>
- Lim, L. L., Alpan, G., & Penz, B. (2013). Coordinating sales and operations management in automobile industry under long procurement lead times. In *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* (Vol. 46, Issue 9). IFAC. <https://doi.org/10.3182/20130619-3-RU-3018.00281>
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning and Control*, 17(1), 77–86. <https://doi.org/10.1080/09537280500414991>
- Pereira, M. (1999). *O uso da curva ABC nas empresas*.
- Pereira, M. T., Sousa, J. M. C., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2019). Localization System for Optimization of Picking in a Manual Warehouse. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1220–1227. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.213>
- Pinto, J. P. (2010). *Gestão de Operações - Na Indústria e nos Serviços* (E. Lidel (ed.)).
- Priniotakis, G., & Argyropoulos, P. (2018). Inventory management concepts and techniques. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 459(1), 012060. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/459/1/012060>
- Ramos, T. (2010). Gestão da Armazenagem e dos Stocks na Gestão da Cadeia de Abastecimento. In J. C. de Carvalho (Ed.), *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (pp. 229–319). Edições Sílabo.
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(3), 334–361. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Reis, R. L. (2016). *Manual da gestão de stocks: teoria e prática* (Livro Técnico (ed.); 5ª Edição). Editorial Presença.


- Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T., & Santos, G. (2019). The impact of the application of lean tools for improvement of process in a plastic company: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 765–775. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). Choosing a research topic and developing your research proposal. In Saunders (Ed.), *Research Methods for Business Students* (8th Editio, Issue 2, pp. 26–69). Pearson Education.
- Silva, Â., & Ferreira, A. C. (2021). Impact of Lean Tools on Companies During Industrial Engineering Projects Implementation: A Correlation Study. In A. M. P. C. (eds) Tavares Thomé A.M., Barbastefano R.G., Scavarda L.F., Gonçalves dos Reis J.C. (Ed.), *Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 79–91). Springer Proceedings in Mathematics & Statistics. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78570-3_6
- Su, Y., & Yang, C. (2010). Why are enterprise resource planning systems indispensable to supply chain management? *European Journal of Operational Research*, 203(1), 81–94. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.07.003>
- Taiichi Ohno. (1997). *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala* (Bookman (ed.); 1997th ed.). Bookman.
- Tavares, P. R. dos S. (2018). *Logística Lean: Aplicando as ferramentas lean na cadeia de suprimentos para gestão e geração de valor* (MAG Editora Ltda. (ed.)).
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: A literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(6), 766–799. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2015-0071>
- Vaz, S., & Saraiva, A. (2020). Métodos e Tempos - Guia do Empresário. *CTCP - Centro Tecnológico Do Calçado de Portugal*, 1–52.
- Womack, J P, & Jones, D. T. (1996). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. In N. F. P. New York (Ed.), *Journal of the Operational Research Society* (Second Edi, Vol. 48, Issue 11). Simon & Schuster, Inc. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Womack, James P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *That Machine tha changed the World* (I. March Tenth (ed.)). Macmillan Publishing Conipany.
- Zhang, Z. (2021). A Supply Chain Information Pushing Method for Logistics Park Based on Internet of Things Technology. *Mobile Information Systems*, 2021, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2021/5544607>

Apêndices

Apêndice 1 – Extrato do inventário inicial de materiais para levantamento de informação

Lista de Inventário		JMR Engenharia
ID de Inventário	Nome	Quantidade em Stock
10CT35PA0011	Parafusos galvanizados c/ sext. DIN 933 8x60	49 Unidades
10CT35PA0014	Parafusos zincados c/ sext. DIN 933 8.8 12x40	6 Unidades
10CT35PA0015	Parafusos autoperfurantes Painel Sand. 5.5-6.3*115	400 Unidades
10CT35PA0016	Parafusos autoperfurantes Painel Sand. 5.5-6.3*130	39 Unidades
10CT35PA0034	Parafusos c/ sext. DIN 933 8.8 ZN 10x150	16 Unidades
10CT35PA0037	Parafusos c/ sext. DIN 933 8.8 ZN 10x35	401 Unidades
10CT35PA0047	Parafusos autoperfurantes Painel Sand. 5.5-6.3*80	89 Unidades
10CT35PA0048	Parafusos C/CIL sext. int. DIN 912 8.8 M10x60	600 Unidades
10CT35PA0061	Parafusos zincados c/ sext. DIN 933 8.8 12x30	591 Unidades
10CT35PA0069	Parafusos zincados c/ sext. DIN 933 8.8 12x60	8 Unidades
10CT35PA0077	Parafusos zincados c/ sext. DIN 933 8.8 10x45	186 Unidades
10CT35PA0081	Parafusos autoperfurantes c/ sext. DIN 7504K ZN 6.3x200	200 Unidades
10CT35PA0093	Parafusos zincados c/ sext. DIN 933 8.8 6x16	431 Unidades
10CT35PA0094	Parafusos zincados c/ sext. DIN 933 8.8 10x55	27 Unidades
10CT35PA0095	Parafusos zincados c/ sext. DIN 933 8.8 8x20	223 Unidades
10CT35PA0096	Parafusos C/CIL SEXTINT DIN 912 8.8ZN 8x30	40 Unidades
10CT35PA0097	Parafusos C/CIL SEXTINT DIN 912 8.8ZN 12x45	60 Unidades
10CT35PA0098	Parafusos zincados c/ sext. DIN 933 8.8 10x20	416 Unidades
10CT35PA0099	Parafusos zincados c/ sext. DIN 933 8.8 12x50	94 Unidades
10CT3PA50100	Parafusos zincados c/ sext. DIN 933 8.8 16x55	78 Unidades
10CT3PA50101	Parafusos zincados c/ sext. DIN 933 8.8 12x60	216 Unidades
10CT3PA50102	Parafusos autoperfurantes Inox A2 6.3x85	600 Unidades
10TB01AL0002	Anilhas chapa DIN 125 ZN M10	1400 Unidades
10TB01AL0004	Anilhas galvanizadas DIN 125A M12	320 Unidades
10TB01AL0012	Anilhas Pressão DIN 127B ZN M10	216 Unidades
10TB01AL0018	Anilhas chapa ZN M25 (EPDM)	32 Unidades
10TB01AL0019	Anilhas galvanizadas DIN 125A M10	3210 Unidades
10TB01AL0020	Anilhas galvanizadas DIN 125A M20	69 Unidades
10TB01AL0021	Anilhas galvanizadas DIN 125A M14	900 Unidades
10TB01AL0022	Anilhas galvanizadas DIN 125A M16	210 Unidades
10TB01BU0002	Buchas em ferro M12x120	110 Unidades
10TB01BU0003	Buchas em ferro M8x90	240 Unidades
10TB01BU0004	Buchas em ferro M6x60	150 Unidades
10TB01BU0005	Buchas em ferro M10x60	43 Unidades
10TB02PO0005	Porcas aço inox Sext DIN 934 A2 M16	224 Unidades
10TB02PO0006	Porcas aço inox Sext DIN 934 A2 M24	27 Unidades
10TB02PO0007	Porcas aço inox Sext DIN 934 A2 M20	68 Unidades
10TB02PO0008	Porcas aço inox Sext DIN 934 A2 M8	206 Unidades
10TB02PO0013	Porcas aço inox Sext DIN 934 A2 M6	535 Unidades
10TB02PO0014	Porcas atoblocante aço inox DIN 985 A2 M6	177 Unidades
10TB02PA0013	Parafusos AGL C/QJ PH DIN 7505B A4 6X60	124 Unidades
10TB02PA0018	Parafusos AGL C/CH PH DIN 7505A A2 6X60	25 Unidades
10TB02PA0023	Parafusos em aço inox c/ oval. DIN 603 A2 6x60	57 Unidades
10TB02PA0032	Parafusos em aço inox c/ sext. DIN 933 A2 12x120	5 Unidades
10TB02PA0032	Parafusos em aço inox c/ sext. DIN 933 A2 6x50	265 Unidades
10TB02PA0031	Parafusos em aço inox c/ oval. DIN 603 A2 6x95	48 Unidades
10TB02AL0004	Anilhas chapa aço inox DIN 125 A2 M27	26 Unidades
10TB02AL0005	Anilhas chapa aço inox DIN 125 A2 M16	140 Unidades
10TB02AL0006	Anilhas chapa aço inox DIN 125 A2 M24	44 Unidades
10TB02AL0008	Anilha aba larga aço inox DIN 9021 A2 M10	18 Unidades
10TB02AL0009	Anilhas chapa aba larga aço inox DIN 9021 A2 M8	20 Unidades
10TB02AL0010	Anilha aba larga aço inox DIN 9021 A2 M12	25 Unidades
10TB02AL0011	Anilhas chapa aço inox DIN 125 A2 M20	76 Unidades
10TB02AL0013	Anilhas chapa aço inox DIN 125 A2 M30	78 Unidades
10TB03PO0006	Porca sext. DIN 934 Preta M48	96 Unidades
10TB03PO0009	Porca sext. galvanizada DIN 934 M12	360 Unidades
10TB03PO0013	Porca sext. galvanizada DIN 934 M16	66 Unidades
10TB03PO0014	Porca sext. galvanizada DIN 934 M10	379 Unidades
10TB03PO0015	Porca sext. galvanizada DIN 934 M16 (espessura mais fina)	73 Unidades

Apêndice 2 – Extrato da configuração final da ferramenta MS Excel de “Inventário de materiais”

Inventário de materiais					BuscaRápida						Localizaç		
ID de Inventário	Nome	Quantidade em Stock	Familia (Descrição)	Sigla	Subfamilia (Descrição)	Sigla2	Sub Subfamilia	Sigla	Função	Sigla3	Localização	Quantidade Mínima Stoc	Descontinuado
10TB01AL0002	Anilhas chapa DIN 125 ZN M10	1400 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(01) AÇO	01	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB01AL0004	Anilhas galvanizadas DIN 125A M12	320 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(01) AÇO	01	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB01AL0012	Anilhas Pressão DIN 127B ZN M10	216 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(01) AÇO	01	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB01AL0018	Anilhas chapa ZN M25 (EPDM)	32 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(01) AÇO	01	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB01AL0019	Anilhas galvanizadas DIN 125A M10	3210 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(01) AÇO	01	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB01AL0020	Anilhas galvanizadas DIN 125A M20	69 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(01) AÇO	01	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB01AL0021	Anilhas galvanizadas DIN 125A M14	900 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(01) AÇO	01	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB01AL0022	Anilhas galvanizadas DIN 125A M16	210 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(01) AÇO	01	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB01BU0002	Buchas em ferro M12x120	110 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(01) AÇO	01	BUCHAS	BU	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB01BU0003	Buchas em ferro M8x90	240 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(01) AÇO	01	BUCHAS	BU	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB01BU0004	Buchas em ferro M6x60	150 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(01) AÇO	01	BUCHAS	BU	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB01BU0005	Buchas em ferro M10x60	43 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(01) AÇO	01	BUCHAS	BU	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB02AL0004	Anilhas chapa aço inox DIN 125 A2 M27	26 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(02) AÇOINOX	02	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB02AL0005	Anilhas chapa aço inox DIN 125 A2 M16	140 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(02) AÇOINOX	02	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB02AL0006	Anilhas chapa aço inox DIN 125 A2 M24	44 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(02) AÇOINOX	02	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB02AL0008	Anilha aba larga aço inox DIN 9021 A2 M10	18 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(02) AÇOINOX	02	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB02AL0009	Anilhas chapa aba larga aço inox DIN 9021 A2 M	20 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(02) AÇOINOX	02	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB02AL0010	Anilha aba larga aço inox DIN 9021 A2 M12	25 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(02) AÇOINOX	02	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB02AL0011	Anilhas chapa aço inox DIN 125 A2 M20	76 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(02) AÇOINOX	02	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	
10TB02AL0013	Anilhas chapa aço inox DIN 125 A2 M30	78 Unidades	Materiais	10	(TB) Mat.Tubagem	TB	(02) AÇOINOX	02	ANILHAS	AL	Zona 08 (Junto a Ferramentaria)	100 Unidades	

Apêndice 3 – One-poin lesson de uso da ferramenta



One-point lesson

Uso da Ferramenta de Inventário de Material | V1.0 – Pedro Fernandes

OPL-1: Uso da ferramenta

Ferramenta de Inventário
BuscaRápida

ID de Inventário	Nome	Quantidade em Stock	Família (Descrição)	Sigla	Subfamília (Descrição)	Sigla2	Sub Subfamília	Sigla
10AT01CO0001	Conduta BS:D104		Materiais	10	(AT) Mat.AcessoriosTubagem	AT	(01) Aço	01
10AT01FN0002	Fourniture de gaine circulaire		Materiais	10	(AT) Mat.AcessoriosTubagem	AT	(01) Aço	01
10AT01FN0003	Fourniture de gaine rectangulaire		Materiais	10	(AT) Mat.AcessoriosTubagem	AT	(01) Aço	01
10AT01FN0004	Fourniture de gaine		Materiais	10	(AT) Mat.AcessoriosTubagem	AT	(01) Aço	01

Norma de Codificação

10

AT

01

CO

0001

→ Número

→ Conduta

→ SUB subfamília dos Materiais (01-Aço)

→ Subfamília dos Materiais

→ Família dos Materiais (10-materias)

Filtros de Pesquisa

Para efetuar esta pesquisa é necessário saber as características do material que queremos consultar (topo de cada coluna (ID de Inventario, Nome,))

Lista de Inventário

Localização

A ferramenta pode ser usada para identificar o local de armazenamento dos materiais. “Lista de Inventario” a sua localização

Localização

Zona 03 de Rack

Zona 04 de Rack

Zona 05 de Rack

Zona 06 de Rack

Zona 07 de Rack

Zona 08 (Junto a Ferramentaria)

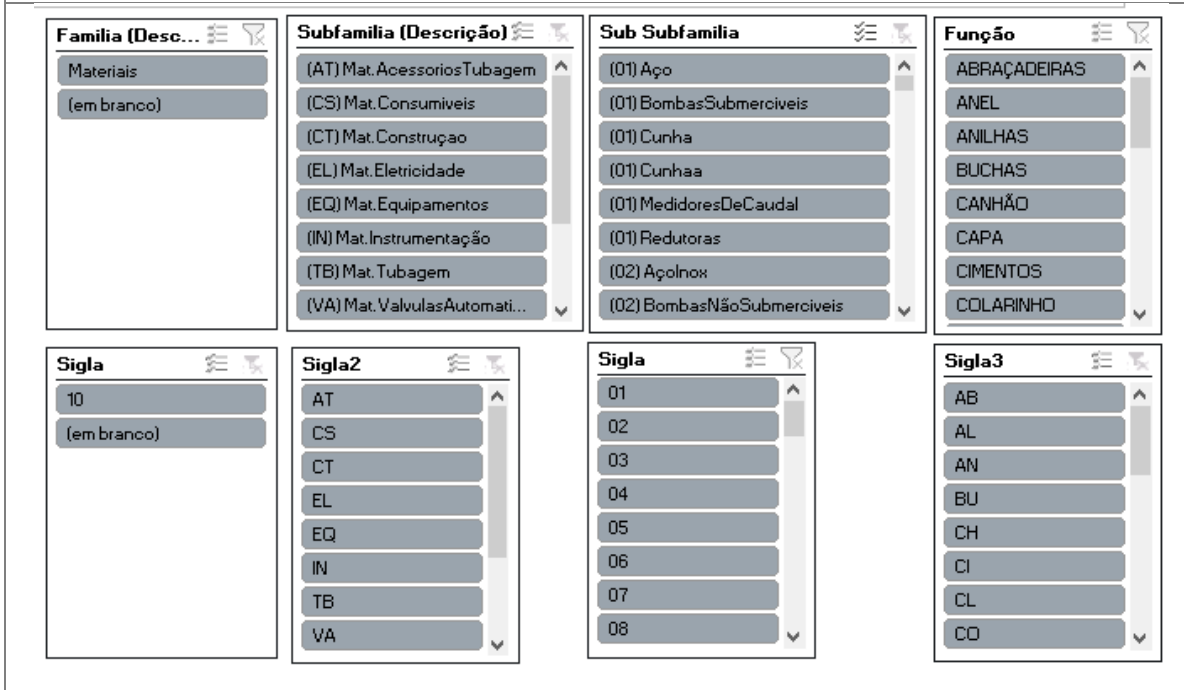
Zona 09 (Ferramentaria)

Função de Pesquisa

1. Clique no botão “Busca Rápida” ou diretamente no campo “Procura”:



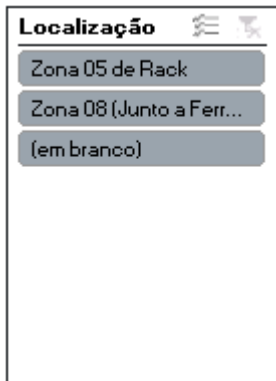
2. No painel de “Procura”, selecione a combinação de atributos que pretende pesquisar:



The screenshot displays the search attribute selection interface with the following panels and their contents:

- Família (Desc...)**: Materials, (em branco)
- Subfamília (Descrição)**: (AT) Mat. Acessorios Tubagem, (CS) Mat. Consumiveis, (CT) Mat. Construcao, (EL) Mat. Eletricidade, (EQ) Mat. Equipamentos, (IN) Mat. Instrumentação, (TB) Mat. Tubagem, (VA) Mat. Valvulas Automati...
- Sub Subfamília**: (01) Aço, (01) Bombas Submerciveis, (01) Cunha, (01) Cunhaa, (01) Medidores De Caudal, (01) Redutoras, (02) Açolnox, (02) Bombas Não Submerciveis
- Função**: ABRAÇADEIRAS, ANEL, ANILHAS, BUCHAS, CANHÃO, CAPA, CIMENTOS, COLARINHO
- Sigla**: 10, (em branco)
- Sigla2**: AT, CS, CT, EL, EQ, IN, TB, VA
- Sigla**: 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08
- Sigla3**: AB, AL, AN, BU, CH, CI, CL, CO

3. O botão “Localização” permite localizar o local em que se encontra o material



Apêndice 4 – Análise ABC de máquinas do inventário de máquinas e ferramentas

Categoria material	Quantidade	% Individual	% Cumulativa	Classe
Rebarbadora	50	2%	22.1%	Classe A
Baterias e carregador	29	4%	35.0%	
Aparafusadoras	18	7%	42.9%	
Martelo perfurador	16	9%	50.0%	
Aparelhos soldar	14	11%	56.2%	
Máq. furar	13	13%	61.9%	
Ferramentaria e medição	12	15%	67.3%	
Aparelhos de corte	9	17%	71.2%	
Berbequins	6	20%	73.9%	
Tenaz perfil	4	22%	75.7%	
Compressor	3	24%	77.0%	
Gerador	3	26%	78.3%	
Máq. cintar	3	28%	79.6%	
Retificadoras	3	30%	81.0%	
Alicates cravar	2	33%	81.9%	
Máq. lixadora	2	35%	82.7%	
Máq. rosca	2	37%	83.6%	
Maçaricos	2	39%	84.5%	
Guincho elétrico	2	41%	85.4%	
Macaco hidráulico	2	43%	86.3%	Classe C
Misturador	2	46%	87.2%	
Máq. pintura	2	48%	88.1%	
Máq. lavar	2	50%	88.9%	
Prensa hidráulica	2	52%	89.8%	
Porta paletes	2	54%	90.7%	
Esmeril	1	57%	91.2%	
Máq. Curvar tubo	1	59%	91.6%	
Máq. Cravar	1	61%	92.0%	
Descombrador	1	63%	92.5%	
Escombrador	1	65%	92.9%	
Roçadora	1	67%	93.4%	
Motossera	1	70%	93.8%	
Retificadora	1	72%	94.2%	
Torno	1	74%	94.7%	
Tico-tico	1	76%	95.1%	
Aspirador	1	78%	95.6%	
Suta	1	80%	96.0%	
Secador	1	83%	96.5%	
Betoneira	1	85%	96.9%	
Alavanca elevação	1	87%	97.3%	
Balança	1	89%	97.8%	
Empilhador	1	91%	98.2%	
Máq. Decapar	1	93%	98.7%	
Bomba balão	1	96%	99.1%	
Máq. Plasma	1	98%	99.6%	
Telhadeira	1	100%	100.0%	

Apêndice 5 – Extrato da configuração final da ferramenta de “Inventário de máquinas”

Inventário de Máquinas  FILTRO								
ID de Inventário	Nome	Marca	Modelo/Tipo	Nº de serie	Ano Fabrico	Garantia	Localização	Estado
JMR_02	Empilhador	Manitou	Msi 30D	147052	2000		Na Empresa	Operacional
JMR_03	Serrote de corte	BOMAR	320.250DG	4775	2008		Na Empresa	Operacional
JMR_04	Esmeril	Bosch	GSM 200D	601277203	2003			
JMR_05	Prensa hidráulica	Raviol	PD100	9	2000		Na Empresa	Operacional
JMR_06	Compressor	Fini	E.C Partner	90890527	2007			
JMR_07	Torno	Cegonhaira	IRCAR-200	97	1980		Na Empresa	
JMR_08	Gerador	MOSA	GE-9000TBH	901507	2005			
JMR_10	Semi automática (soldar)	FRONIUS	SYNERGIC 2700	18032122	2008		Na Empresa	Operacional
JMR_11	Semi automática (soldar)	FRONIUS	SYNERGIC 5000	1841120	2008		Na Empresa	Operacional
JMR_12	Aparelho soldar	FRONIUS	TRANSPCKET 2500	18040106	2008		Na Empresa	Operacional
JMR_13	Aparelho soldar	FRONIUS	TRANSPCKET 1500	17192892	2008		Na Empresa	Operacional
JMR_14	Máquina furar de coluna	EFI	FG2103	8001	2008			
JMR_15	Máquina furar de coluna	EFI	FK2	9703	2008			
JMR_16	Máquina abrir rosca	Bosch	GGW 10E	482000009	2004		Na Empresa	Operacional
JMR_17	Rebarbadora (10) G	Bosch	GMS21-230H	PA 66	2006			
JMR_18	Rebarbadora 125mm	Bosch	GMS10-125H	NI	2006			Avariada
JMR_21	Máquina furar ferro	Bosch	NI	PA6-GF-35	2006			
JMR_22	Máquina furar ferro	De Walt	DWD522KS	NI	2010		Na Empresa	Operacional
JMR_23	Tico Tico	Werku	WK 401580	WK4015800206	2006		Na Empresa	Operacional
JMR_25	Aparafusadora Bateria de impacto	De Walt	DC	NI	2008		Na Empresa	Operacional
JMR_26	Máquina Pneumática	KRAFTWERK	ARTIGO 38-36	NI	NI			
JMR_27	Máquina Magnética	OPTI BOHR	EHB 32	6670119	2006		Na Empresa	Operacional
JMR_28	Máquina Magnética	OPTI BOHR	4035	6400082	2006			
JMR_30	Aparelho de soldar	ROLUK	TIG 200	IEC60974.1	2017			
JMR_31	Aparelho de soldar	ROLUK	TIG 200	7Ak1876361005039500	2017			
JMR_32	Aparelho de soldar	Kemppi	Minormigevo 200	1956945	2004		Na Empresa	Operacional
JMR_33	Plasma	Chemitoool	Plasma cut 80	EN60974.1	2006			
JMR_34	Telhadeira	Cod 1200	NA	NA	2006			
JMR_35	Descombrador	Makita	HR 5201C	419792421	2007		Na Empresa	Operacional
JMR_36	Gerador	Mosa	GE-4000MBH	NA	2006			
JMR_37	Compressor	Chemitoool	NG3-200c-3T	55895213	NI			
JMR_38	Aparafusadora Bateria de impacto	De Walt	DCF880	15305- 2080447	2018			
JMR_39	Aparafusadora Bateria	De Walt	DCD796D2	47628	2017			
JMR_40	Máquina de Furar Ferro	De Walt	DWD522	N416944	2017			
JMR_41	Aparafusadora Bateria	De Walt	DCD996P2	N447403 - 554851	2015			
JMR_42	Retificadora Eléctrica - Rebolo	METABO	GE710Plus	616000	2016		Outro (Roubado, etc.)	
JMR_43	Multiplicador Binário 1500Nm	Tengtools	MP91500	17074362	2014		Na Empresa	Operacional
JMR_49	Ligeiro Passageiros	Land Rover	Range Rover	17-BB-50	2005			
JMR_50	Ligeiro Passageiros	Fiat	Punto	65-CM-49	2006			
JMR_52	Ligeiro Passageiros	Mercedes	C220 CDI	39-69-XX	2004			
JMR_53	Ligeiro Passageiros	Fiat	Punto	38-EJ-18	2007			
JMR_55	Ligeiro Passageiros	BMW	530 e	19-UN-99	2018			
JMR_57	Rebarbadora 115mm	Bosch	PWS 700-115	PP-GF30/SEBS	2018			Avariada
JMR_58	Carregador Bateria	De Walt	DCB 113	201643DB	2016			
JMR_59	Maquina de Etiquetar	Legrand	Esselte	S0720680	2017			
JMR_60	Voltímetro	Xindar	PIN600.031	X11H-J01151	2017			

Apêndice 6 – Formulário alternativo de registo de entrada/saída de máquinas

Requisição de Máquina/ferramenta **Armazém**

Mês _____

Dia	Número da Máquina	Hora de Requisição	Colaborador	Hora de Entrega	Estado
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	
		/		/	

Assinatura: _____

Estado: “1. Operacional, 2. Necessita Reparação, 3. Irreparável”