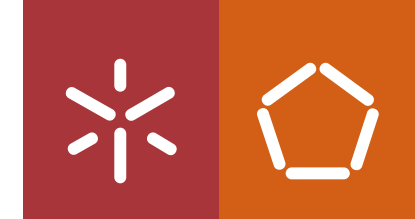




Análise e melhoria dos processos logísticos
de uma empresa de tratamento de efluentes

Andreia Pires Azevedo

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Andreia Pires Azevedo

Análise e melhoria dos processos logísticos de uma empresa de tratamento de efluentes

Dissertação de Mestrado em Engenharia Gestão de Operações –
Logística e Distribuição

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor José Manuel Henriques Telhada

Outubro de 2025

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

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

AGRADECIMENTOS

A concretização desta dissertação não seria possível sem o apoio de várias pessoas, que direta ou indiretamente, contribuíram para a sua realização, às quais deixo o meu mais sincero agradecimento.

Agradeço à Universidade do Minho e ao corpo docente do Mestrado em Engenharia e Gestão de Operações pelos conhecimentos transmitidos ao longo do curso, que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à AST pela oportunidade de realizar o meu estágio e desenvolver esta dissertação no seu ambiente profissional e a todos os colaboradores pela colaboração, partilha de conhecimento e pelo acolhimento desde o primeiro dia.

Em especial, agradeço à Carolina e ao Vítor, que me acompanharam ao longo de todo este percurso, e cuja experiência e contacto constante foram essenciais para execução deste projeto.

Um agradecimento ao meu orientador, José Telhada, pela orientação, disponibilidade, paciência e pelas sugestões que enriqueceram significativamente este estudo.

Aos meus colegas e amigos, pela amizade, apoio e motivação constantes ao longo deste percurso académico.

Ao meu André, por ser o meu porto seguro, agradeço o amor, incentivo e apoio constante, e por nunca deixar de acreditar em mim.

Por último, agradeço à minha família, pelo amor, compreensão e incentivo incondicional, que foram essenciais para a concretização de mais uma etapa.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

RESUMO

Este estudo realiza uma análise abrangente dos processos logísticos da AST, uma empresa dedicada ao tratamento de efluentes, com o objetivo de identificar oportunidades de otimização e sustentabilidade operacional.

A problemática principal identificada reside na ausência de práticas estruturadas, incluindo a inexistência de etiquetagem, falta de controlo de stocks, desorganização e carência nos procedimentos, fatores que afetam a rastreabilidade, provocam perdas de tempo e erros mais frequentes.

A abordagem combina técnicas de investigação ação e estudo de caso, permitindo a compreensão aprofundada dos fluxos logísticos, assim como a implementação gradual de melhorias. Foram realizados mapeamentos, além de ações de etiquetagem, reorganização do layout e novas estratégias de gestão de stocks, resultando na redução significativa dos erros de inventário e no aumento na rastreabilidade dos artigos. Esta metodologia prática e participativa envolveu a equipa logística, garantindo a validação das propostas e a adequação às necessidades reais da empresa.

Os resultados alcançados foram significativos, tanto em termos qualitativos como quantitativos. Observou-se uma redução de cerca de 50% no tempo médio de procura de artigos, aumento da rastreabilidade e na organização dos materiais.

As recomendações propostas visam assegurar a manutenção das melhorias a médio e longo prazo, promovendo uma gestão de logística sustentável e responsável, alinhada às exigências ambientais e de segurança do setor.

PALAVRAS-CHAVE

Gestão de armazéns, Gestão visual, Logística, Processos, Stocks

ABSTRACT

This study provides a comprehensive analysis of logistics processes at AST, a company dedicated to wastewater treatment, with the aim of identifying opportunities for optimization and operational sustainability.

The main problem identified lies in the absence of structured practices, including the lack of labeling, lack of stock control, disorganization, and procedural deficiencies, factors that affect traceability and cause time losses and more frequent errors.

The approach combines action research and case study techniques, allowing for an in-depth understanding of logistics flows, as well as the gradual implementation of improvements. Mapping were conducted, along with labeling actions, layout reorganization, and new inventory management strategies, resulting in a significant reduction in inventory errors and increased traceability of items. This practical and participatory methodology involved the logistics team, ensuring the validation of proposals and their suitability to the company's real needs.

The results achieved were significant, both in qualitative and quantitative terms. There was a observed reduction of around 50% in the average time spent searching for items, increased traceability, and improved organization of materials.

The proposed recommendations aim to ensure the maintenance of improvements in the medium and long term, promoting sustainable and responsible logistics management, in line with the environmental and safety requirements of the sector.

KEYWORDS

Logistics, Processes, Stocks, Visual management, Warehouse management

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo	v
Abstract	vi
Índice	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas.....	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xiii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de investigação	2
1.4 Estrutura da dissertação.....	3
2. Revisão da literatura	4
2.1 Logística e gestão da cadeia de abastecimento	4
2.2 Gestão de armazéns	5
2.3 Organização do armazém.....	6
2.4 Gestão de stocks	7
2.5 Codificação dos artigos	8
2.6 Processos de armazém	9
2.6.1 Receção de mercadoria.....	9
2.6.2 Armazenamento	10
2.6.3 <i>Picking</i>	10
2.6.4 Expedição	12
2.7 Mapeamento de processos.....	12
3. Descrição e análise do sistema em estudo	15
3.1 AST – Soluções e Serviços de Ambiente	15

3.2	Situação atual	17
3.3	Organização do Armazém.....	17
3.3.1	Função do Armazém.....	17
3.3.2	Caracterização física.....	18
3.3.3	Tipologia e organização dos artigos.....	20
3.4	Processos no armazém	23
3.4.1	Descrição geral dos processos.....	23
3.4.2	Principais problemas.....	24
3.4.3	Caraterização de fluxos e atividades.....	25
3.5	Síntese e considerações finais	26
4.	Desenvolvimento e implementação de melhorias.....	29
4.1	Identificação e localização dos artigos	29
4.2	Etiquetagem.....	31
4.3	Inventariação e verificação dos stocks	35
4.4	Layout	36
4.4.1	Propostas de organização.....	37
4.4.2	Proposta final.....	40
4.5	Gestão Visual	42
4.6	Processos.....	46
4.6.1	Documentação	46
5.	Resultados e perspetivas futuras	51
5.1	Resultados obtidos.....	51
5.1.1	Identificação e localização dos artigos	51
5.1.2	Etiquetagem e Rastreabilidade.....	52
5.1.3	Inventariação.....	53
5.1.4	Otimização de processos.....	54

5.2	Perspetivas futuras	54
5.2.1	Marcação estruturada	54
5.2.2	Implementação de sistemas digitais de gestão.....	54
5.2.3	Implementação de identificação única e etiquetagem de artigos	55
5.2.4	Indicadores de desempenho por áreas.....	55
6.	Conclusões e sugestões de trabalho futuro.....	56
	Referências bibliográficas.....	58
	Apêndices	60
	Apêndice 1 – Zona C prateleiras.....	60
	Apêndice 2 – Layout Zona C inicial e expansão	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Processos de Armazém	9
Figura 2 - Símbolos Fluxograma	13
Figura 3 - Sistema compacto de Osmose Inversa	15
Figura 4- Planta da AST.....	18
Figura 5 - Layout Piso 0	19
Figura 6 - Layout piso 1.....	20
Figura 7 - Placa de identificação das estantes	21
Figura 8- Exemplo 1 etiqueta	21
Figura 9 - Exemplo 2 etiqueta	22
Figura 10 - Artigos mal identificados.....	22
Figura 11 - Artigos por arrumar.....	25
Figura 12 - Zona de receção	25
Figura 13 - Desorganização do espaço	25
Figura 14 - Diagrama Ishikawa aplicado aos problemas estruturais da AST	27
Figura 15 - Identificação inicial.....	29
Figura 16 - Excel tabela de localizações.....	30
Figura 17 - Armário de artigos elétricos	32
Figura 18 - Etiqueta inicial.....	32
Figura 19 - Armário de artigos elétricos etiquetado	33
Figura 20 – Sugestão de etiqueta final	34
Figura 21 - Layout Zona C em corredores	38
Figura 22 - Layout Zona C em U	39
Figura 23 - Layout Zona C por zonas.....	40
Figura 24 - Layout Zona C	40
Figura 25 - Acessórios de montagem.....	41
Figura 26 - Corredor Zona C	42
Figura 27 - Corredor Zona C	42
Figura 28 - Corredor Zona C	42
Figura 29 - Zona receção/consolidação de mercadoria	43
Figura 30 - Zona de Consolidação	44

Figura 31 - Paletes de organização.....	45
Figura 32 - Computador Zona receção.....	46
Figura 33 - Fluxograma da receção de mercadorias.....	47
Figura 34 - Fluxograma do armazenamento.....	48
Figura 35 - Fluxograma picking.....	49
Figura 36 - Fluxograma de expedição.....	49
Figura 37 - Localização no Software	53

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Fluxos logísticos.....	26
Tabela 2 - Falhas.....	30
Tabela 3 – Plano de implementação	35
Tabela 4 - Zonas de armazenamento.....	52
Tabela 5 - Melhorias na etiquetagem/rastreabilidade.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BPMN - *Business Process Model and Notation*

ERP - *Enterprise Resource Planning*

KPI – *Key Performance Indicator*

RFID - *Radio-Frequency IDentification*

SIPOC - *Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*

SCM - *Supply Chain Management*

VSM - *Value Stream Mapping*

WMS - *Warehouse Management System*

1. INTRODUÇÃO

O objetivo principal deste capítulo é enquadrar a dissertação, assim como definir os objetivos do estágio e a metodologia desenvolvida no âmbito do Mestrado de Engenharia e Gestão de Operações, com especialização em Logística e Distribuição da Universidade do Minho.

O estágio foi desenvolvido na área Logística da empresa AST, sediada no distrito do Porto.

1.1 Enquadramento

O contexto industrial está em constante evolução, e a capacidade de responder de forma ágil e eficaz aos desafios logísticos é determinante para a competitividade das empresas. A gestão logística, visa encontrar formas de responder às necessidades e exigências do mercado, denotando-se a crescente preocupação que as empresas têm para se tornarem mais competitivas.

A gestão de armazéns tem ganho destaque nos últimos anos, não apenas com a função de armazenagem, mas como centro estratégico de valor na cadeia logística. A inexistência de práticas organizadas, como a catalogação e etiquetagem dos produtos, pode resultar em erros de stock, baixa rastreabilidade e ineficiências operacionais com impacto direto no serviço ao cliente e na segurança no local de trabalho. Neste sentido, uma boa gestão de stock torna-se crucial para a minimização dos tempos de resposta a clientes, riscos de perda, controlo de stock ou a falta do mesmo.

Segundo Slack et al. (2020), o layout e a gestão visual de armazém quando bem estruturados tornam-se cruciais para a eficiência operacional, contribuindo para a redução de deslocações desnecessárias, otimização de espaço e fluxos de trabalho e acesso a materiais facilitados. A gestão visual desempenha um papel essencial na normalização das atividades, facilita a identificação de anomalias e promove a autonomia dos colaboradores.

Segundo MacCarthy et al. (2022), o mapeamento de processos é uma ferramenta essencial no que toca a enfrentar desafios de planeamento, gestão e controlo de processos. O mapeamento ajuda na eliminação de atividades que não acrescentem valor, identificação de oportunidades de melhoria e avaliação de estratégias de desempenho.

No caso da empresa AST, a problemática em estudo surge no contexto do desconhecimento do stock existente presente em armazém, *i.e.*, perda de sensibilidade ao longo do crescimento da empresa, da composição do stock em armazém, associado em parte à falta de etiquetagem e às ineficiências de gestão de armazém, um cenário marcado pela ausência de práticas logísticas estruturadas que levaram

a dificuldades na localização de stock, ruturas de stock e perda de tempo nos fluxos internos. A necessidade de estabelecer uma base sólida para o funcionamento do armazém, torna-se então uma prioridade estratégica aliada à necessidade de criação e organização de um novo espaço de armazém.

1.2 Objetivos

O objetivo principal desta dissertação é analisar estratégias que visem melhorar os processos logísticos, com foco na melhoria da gestão de armazéns, inventário e fluxos operacionais. Para cumprir com as ambições propostas, será necessário:

- Perceber como a empresa atua perante as suas necessidades logísticas, tendo em conta a incerteza do inventário até à falta de catalogação dos produtos no armazém;
- Mapear os processos logísticos atuais;
- Identificar as áreas críticas de melhoria, desenvolver e planear ações de melhoria;
- Catalogar e etiquetar os produtos de forma sistemática e estruturada;
- Implementar tanto quanto possível as ações desenvolvidas;
- Monitorizar e quantificar as melhorias conseguidas ou previstas, bem como a sua sustentabilidade a longo prazo.

Com a concretização destes objetivos espera-se, como resultado, obter uma maior eficiência operacional, com a redução de erros no inventário, melhoria da rastreabilidade dos produtos e na melhoria das condições de segurança.

1.3 Metodologia de investigação

A metodologia adotada nesta dissertação combina abordagens qualitativas e quantitativas de forma a garantir uma análise abrangente e prática dos processos logísticos. A escolha metodológica baseia-se na Investigação-Ação e estudo de caso, permitindo uma investigação detalhada dos desafios logísticos e desenvolvimento de propostas de melhoria.

A Investigação-Ação foi escolhida como abordagem principal, pois permite uma interação direta com os processos logísticos da empresa, possibilitando não apenas a análise da situação atual, como também a implementação e acompanhamento das melhorias propostas. Esta abordagem é particularmente adequada para o contexto do estágio, onde há a oportunidade de testar e validar as intervenções

sugeridas. Paralelamente, é realizado um estudo de caso focado na empresa AST, permitindo uma compreensão aprofundada dos seus processos, das limitações e das oportunidades de otimização.

A análise dos fluxos operacionais, da gestão de armazém e de stock será feita de forma detalhada, considerando fatores como a incerteza do inventário, a ausência de catalogação dos produtos e a falta de rastreabilidade.

A recolha de dados será feita através de diferentes métodos de forma que haja uma visão global da empresa, tais como: observação direta das operações logísticas, feedbacks dos colaboradores, análise de dados e indicadores de desempenho. As ferramentas e técnicas utilizadas para garantir uma abordagem estruturada são o mapeamento de processos, etiquetagem dos artigos e otimização de layout.

Com base nos resultados obtidos, serão propostas recomendações para garantir a sustentabilidade das melhorias a médio e longo prazo, contribuindo para a otimização contínua dos processos logísticos da empresa.

1.4 Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se organizada em seis capítulos.

O presente capítulo engloba a introdução, enquadramento do tema sobre o qual recai esta dissertação, a definição dos objetivos e a descrição da metodologia de investigação aplicada

O capítulo seguinte aborda toda a revisão bibliográfica, reunindo os principais conceitos e estudos necessários para fundamentar o desenvolvimento da dissertação.

O terceiro capítulo é referente à apresentação da empresa, desde a sua história até à sua atividade produtiva, conta com a descrição da atual situação da empresa, assim como todos os problemas que foram identificados, ou potenciais melhorias.

O capítulo cinco apresenta as melhorias realizadas ou propostas de forma a mitigar os problemas identificados no capítulo anterior.

O capítulo seis mostra os resultados através de uma análise crítica das intervenções realizadas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo apresenta e analisa o estado de arte que fundamenta o projeto da dissertação. Desta forma, foi realizada uma revisão de literatura acerca da logística, gestão de stocks, políticas de gestão de stocks e mapeamento de processos.

No decorrer da dissertação foram também abordadas outras áreas, com o objetivo de dar apoio às informações apresentadas.

2.1 Logística e gestão da cadeia de abastecimento

O conceito de logística tem evoluído ao longo do tempo, é um dos pilares fundamentais da gestão empresarial, abarcando todas as atividades relacionadas com o planeamento, implementação e controlo do fluxo eficiente de bens, serviços e informações desde a origem até ao consumidor final (Council of Supply Chain Management Professionals, 2013).

Os processos logísticos são processos materiais dentro da empresa, que realizam a movimentação física das mercadorias, nomeadamente matérias-primas básicas, auxiliares e produtos intermediários, que chegam à empresa e/ou aos seus clientes (Costa et al., 2010).

No que diz respeito às empresas de produção, os processos constituem sistemas mais complexos e elaborados, considerando que as mercadorias que chegam à empresa podem ser armazenadas ou podem ser usadas diretamente para a produção (Kozma et al., 2021).

A logística é *“a atividade que garante que os produtos necessários à implementação harmoniosa dos processos de negócios estejam disponíveis no local e no momento certo, na quantidade, qualidade e variedade necessárias”* (Chikán, 2008). Da perspetiva dos processos materiais a logística é vista como: *“o planeamento, o direcionamento e o controlo do fluxo de materiais e informações dentro e entre os sistemas, e a criação dos requisitos materiais necessários à execução das tarefas e da sua implementação duradoura”* (Prezenszki, 2009).

A cadeia de abastecimento é o conjunto de atividades interligadas que envolvem todos os intervenientes no ciclo de vida de um produto ou serviço, desde fornecedores de matérias-primas até ao cliente final. Inclui a logística, a produção, o aprovisionamento, a distribuição e a gestão da procura (MacCarthy et al., 2022).

A eficácia da cadeia de abastecimento depende da sua coordenação, visibilidade e integração de processos entre os diferentes elos. A gestão da cadeia de abastecimento (SCM) foca-se na sincronização

das atividades para minimizar custos, tempos de espera e desperdícios, aumentando simultaneamente o nível de serviço ao cliente (Christopher, M.,2016).

Segundo MacCarthy et al. (2022), o mapeamento da cadeia de abastecimento é uma ferramenta fundamental para identificar riscos, *bottle necks* e oportunidades de melhoria, proporcionando uma visão clara das interdependências entre processos internos e externos.

Em geral, considera-se a gestão de cadeia de abastecimento como um espectro de intervenção mais alargado do que a logística, a logística relaciona-se mais com fluxos físicos e de informação a que a eles está associada, a gestão da cadeia de abastecimento, por sua vez, integra outras atividades (compras, negociação de contratos de abastecimento, etc.)

2.2 Gestão de armazéns

A eficiência da gestão de armazéns está ligada diretamente a todo o desempenho da cadeia de abastecimentos (Baker & Canessa, 2009). O estudo de Freitas et al. (2019), apresenta um caso de estudo de melhoria de armazém através não só de uma reorganização de layout, mas também do mapeamento de fluxos e aplicação de indicadores de desempenho. Os resultados demonstram uma redução nos tempos de movimentação e aumento da produtividade.

O armazenamento é uma das áreas fundamentais da logística que tem sofrido alterações ao longo do tempo, apesar de não acrescentar valor ao produto contribui para todo o funcionamento do sistema logístico (Christopher, M.,2016).

Existem diversos métodos de armazenamento de acordo com o tipo, quantidade, peso ou manuseamento do artigo (Baker & Canessa, 2009). Todos os armazéns são diferentes, por isso torna-se necessário compreender as condições de cada um e o contexto interno das interações das operações de armazém: receção, armazenamento, *picking* e expedição.

Fatores como mão-de-obra, espaço, equipamentos e as condições do armazém devem ser tidos em consideração para maximizar o espaço de armazenamento e minimizar as operações de manuseamento e transporte (Baker & Canessa, 2009).

A sincronização entre a produção e o consumo de materiais nem sempre é viável. Além disso, o transporte de pequenas quantidades revela-se mais difícil de otimizar, o que reforça a importância do armazém como elemento essencial no sistema logístico (Alves, 2012).

A gestão de armazém permite reduzir stocks, aumentar a satisfação rápida do cliente, reduzir material obsoleto e garantir a veracidade das informações (Freitas et al., 2019).

As propostas de melhoria de armazéns devem ter em consideração aspetos como:

- Restrições da cadeia de abastecimento;
- Restrições de espaço;
- Falta de tecnologias;
- Falta de modelos de previsões;
- Políticas de *picking* e reposição convencionais.

2.3 Organização do armazém

A organização física de um armazém garante a eficiência e agilidade das operações, o layout permite que os fluxos sejam otimizados, diminui deslocamentos desnecessários, minimiza tempos de *picking* e melhora a organização do espaço disponível. Para isso, é essencial a definição clara das zonas funcionais, como receção, armazenamento, *picking*, expedição e áreas de devoluções, bem como a identificação e georreferenciação de todos os espaços, incluindo corredores, prateleiras, estantes e áreas técnicas (Slack et al., 2020).

As localizações podem ser definidas como critérios de armazenamento fixo ou dinâmico que procuram otimizar o espaço e potenciar a eficiência das operações (Koster et al., 2007).

A localização fixa é definida como uma posição que está pré-determinada, contribuindo para reduzir erros, acelerar o *picking* e melhorar a rastreabilidade dos produtos. Este tipo de localização não exige um sistema de gestão de armazém contínuo, mas exige o registo manual ou digital consistente e a adoção de uma nomenclatura normalizada (Koster et al., 2007).

A localização dinâmica é caracterizada através da alocação dos materiais conforme a disponibilidade de espaço, e exige um sistema de gestão para o rastreamento. Este tipo de localização permite uma maior eficiência na utilização do espaço de armazenamento, mas exige um maior controlo de forma a manter as localizações atualizadas e corretas. As aplicações de critérios de localização mistos combinam ambas as formas de organizar os produtos (Koster et al., 2007).

Para além dos critérios de localização, fatores como rotação do produto, dimensão, movimentação e requisitos de segurança devem ser tidos em consideração (Koster et al., 2007).

Estudos recentes destacam ainda a importância da integração tecnológica, como o uso de sistemas de gestão de armazém (WMS) e tecnologias de identificação automática (RFID, códigos de barras), que permitem a localização em tempo real, maior precisão e apoio a decisões operacionais (Tu, Zhou & Piramuthu, 2021).

A adoção de tecnologias de identificação automática tem sido determinante para melhorar a eficiência na organização das localizações em armazém. Soluções como códigos de barras e RFID permitem um maior controlo do stock, melhor rastreabilidade e uma redução significativa de erros na movimentação de mercadorias. Contudo, como apontam *Tu et al. (2021)*, a escolha da tecnologia deve considerar também aspetos críticos relacionados com a segurança e o risco, uma vez que sistemas de *auto-ID* apresentam vulnerabilidades distintas que podem afetar a fiabilidade e a integridade da informação.

2.4 Gestão de stocks

O stock é definido como a quantidade de produtos ou matérias que está disponível, e que assume uma parte importante na cadeia de abastecimentos. Representam ainda a maior proporção de capital imobilizado de uma empresa (Lambert et al., 1998).

Neste sentido, o excesso de armazenamento e manutenção de stocks tem vindo a ser criticado por vários autores nos últimos anos, sendo por vezes considerados desnecessários e um desperdício (Christopher, 2011).

A gestão de stock pode ser definida como um processo de planeamento, organização e controlo dos artigos armazenados por uma empresa. O objetivo desta gestão é garantir que exista stock suficiente para satisfazer as necessidades da procura, sem que isso implique desperdícios ou custos desnecessários (Christopher, 2011).

Este processo envolve a determinação de fatores-chave, tais como:

- Quanto encomendar;
- Quando encomendar;
- Quantidades de stock de segurança;
- Gestão de custos.

Níveis de stock altos resultam num aumento de custos, quer sejam a nível de alocação de recursos financeiros, quer ao aumento da capacidade de armazenamento, obsolescência e deterioração de produtos. Por outro lado, níveis de stock elevados permitem melhorar o nível de serviço, proteger a

empresa contra variações da procura, garantir a segurança perante atrasos no abastecimento por parte dos fornecedores, manter a independência entre operações e criar flexibilidade (Lambert et al., 1998).

Níveis de stock inadequados, levam ao excesso ou quebra, que podem tornar-se em fatores dispendiosos e prejudiciais para as empresas. As quebras traduzem-se no aumento do tempo de resposta ao cliente, à insatisfação e possível perda de vendas, pelo contrário o excesso de stock pode significar um baixo volume de negócios, altas remarcações e custos excessivos de produtos (Lambert et al., 1998).

A gestão de stocks é um fator essencial na manutenção de um armazém de uma organização. Através da gestão de stocks as empresas podem vir a ganhar proveito na ocupação do espaço, na utilização de recursos operacionais, na otimização do tempo dos colaboradores e na otimização do processamento dos pedidos. Assim, torna-se possível obter uma redução de stocks, uma otimização da movimentação e utilização do armazém, satisfação rápida do cliente, redução de custos e, ainda, melhorar o processo de armazenagem (Christopher, 2011).

2.5 Codificação dos artigos

A codificação de artigos em armazém é um elemento essencial na gestão logística e operacional de uma empresa. Segundo Alves (2012) a atribuição de artigos únicos e padronizados permitem melhorias de registos, rastreabilidade e controlo.

A codificação permite que haja uma facilidade maior entre departamentos, evita duplicações de artigos, facilita na gestão de stock, torna possível acompanhar o histórico e localização do artigo (Alves, 2012).

Entre as principais vantagens da codificação destaca-se a integração entre departamentos, uma vez que as utilizações de identificadores uniformizados reduzem ambiguidades e eliminam duplicações de artigos. Além disso, facilita a gestão de stock ao permitir o acompanhamento preciso do histórico de movimentações, da localização física e da disponibilidade de cada artigo (Alves, 2012).

A redução dos erros operacionais com a codificação de artigos, minimiza tempos de armazenamento e *picking* de materiais, reduzindo também perdas e trocas indevidas. Por consequência, promove ganhos de produtividade e maior fiabilidade nas operações logísticas (Alves, 2012).

Com dados organizados e estruturados, a empresa consegue analisar consumos, rotatividade de stock e custos associados com maior precisão, permitindo assim tomar decisões mais fundamentadas. A automatização de processos como compras, vendas e produção é também uma mais-valia para a gestão de armazém e cadeia de abastecimento de uma empresa (Freitas et al., 2019).

2.6 Processos de armazém

O mapeamento da cadeia de abastecimento, conforme defendido por MacCarthy et al. (2022), é fundamental para identificar ineficiências, definir responsabilidades e melhorar a visibilidade entre áreas funcionais. Esta prática é particularmente relevante em empresas onde a produção é sob encomenda e depende da disponibilidade de peças específicas, como no setor de tratamento de águas.

Autores como Damelio (2011) referem que o mapeamento é o ponto de partida para qualquer programa de melhoria de continua, uma vez que evidencia os processos informais que podem estar a comprometer a eficiência da cadeia de abastecimento.

No contexto de processos internos de um armazém, o mapeamento permite compreender de forma mais detalhada atividades como a receção, armazenamento, *picking* e expedição, e ajuda na identificação de pontos de melhoria (Lee et al., 2015). A Figura 1 ilustra a ordem pela qual as operações acontecem.

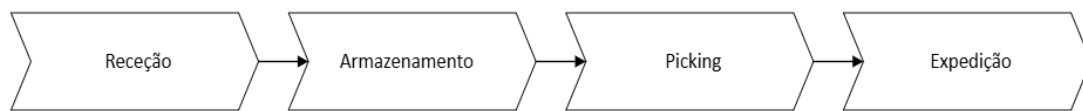


Figura 1- Processos de Armazém

2.6.1 Receção de mercadoria

A receção de mercadorias é a primeira etapa do fluxo físico no armazém e consiste no processo de verificação, conferência e registo dos artigos recebidos dos fornecedores ou de outros pontos da cadeia de abastecimento.

Esta atividade envolve a descarga dos veículos de transporte, a conferência quantitativa e qualitativa das mercadorias face às encomendas e documentos de transporte, assim como a sua identificação e codificação para posterior armazenamento (Koster et al., 2007).

A receção eficiente é fundamental para garantir a integridade dos produtos, evitar erros de inventário, reduzir tempos de espera e assegurar que os materiais seguem corretamente para as etapas seguintes do processo logístico (de Koster et al., 2007).

2.6.2 Armazenamento

Após a receção da mercadoria, o passo seguinte é o armazenamento, que consiste em colocar os produtos nos locais apropriados dentro do armazém de forma organizada e segura. Este processo envolve a identificação correta dos artigos, a verificação das condições de armazenamento exigidas (como temperatura, humidade ou fragilidade), e a alocação em prateleiras, estantes ou zonas específicas de acordo com critérios internos como rotatividade, tipo de produto ou volume da mercadoria (Crespo, 2012).

O armazenamento de forma eficiente garante o fácil acesso às mercadorias, reduz riscos de avarias e perdas, e otimiza o espaço disponível, facilitando subsequentemente as operações de *picking* e expedição. Além disso, a utilização de sistemas de gestão de armazém (WMS) permite registar a localização exata de cada artigo, assegurando o controlo e rastreabilidade completos do stock (Koster et al., 2007).

2.6.3 *Picking*

O *picking* consiste no agrupamento das ordens de separação de material e na recolha dos artigos até à zona de expedição, para posterior envio ou utilização dos artigos. Segundo Tompkins et al. (2010), esta etapa é umas das mais críticas e dispendiosas em termos de operações, uma vez que pode ser realizada manualmente ou com o apoio das tecnologias.

O *picking* pode ser realizado de diferentes formas, segundo critérios como a forma do produto, o método utilizado, o sistema de *picking* aplicado e a fase operacional (Tompkins et al., 2010)

O método mais tradicional é o *picking by order*, também designado por *picking* discreto. Trata-se de uma abordagem em que o operador recolhe todos os artigos de uma encomenda antes de iniciar a seguinte, deslocando-se a todas as localizações necessárias até satisfazer a ordem na totalidade. A principal vantagem deste método é a baixa probabilidade de erros, mesmo que apresente reduzida produtividade, dado que pode implicar múltiplas deslocações às mesmas localizações e tempos de percurso elevados. É, no entanto, particularmente adequado em situações em que as encomendas apresentam grande variedade de produtos, uma vez que contribui para reduzir falhas no processo (Koster et al., 2007).

O *picking by line*, também conhecido por *picking* por produto ou por linha, diferencia-se por permitir que o operador recolha a totalidade de cada produto necessário para várias encomendas, seguindo uma rota otimizada que procura minimizar a distância percorrida. Esta abordagem conduz a uma maior produtividade quando comparada com o *picking* discreto, mas carrega uma maior propensão para erros,

sobretudo devido à necessidade de separar posteriormente os produtos por encomenda. Por esta razão, é especialmente recomendada quando as ordens de separação possuem poucas linhas e, consequentemente, baixa diversidade de artigos (Koster et al., 2007).

O *batch picking*, ou *picking* por lote, caracteriza-se pela recolha simultânea de artigos destinados a um conjunto limitado de encomendas. Após a recolha, os produtos são classificados e combinados em áreas de preparação. Este método permite reduzir o tempo de deslocação, uma vez que o operador recolhe a quantidade total necessária de cada artigo para todas as encomendas em questão, procurando equilibrar a produtividade e a qualidade do processo. Distingue-se do *picking by line* pelo facto de trabalhar apenas para um grupo de encomendas e não para a totalidade, o que contribui para reduzir a probabilidade de erros (Koster et al., 2007).

No *zone picking*, ou *picking* por zona, o armazém encontra-se dividido em diferentes áreas, sendo cada operador responsável por recolher os artigos localizados na sua zona. Os produtos seguem depois para uma área de consolidação, onde são reunidos de modo a completar as encomendas. Este método pode ser implementado de forma sequencial, passando a encomenda de zona em zona até ser finalizada, ou de forma simultânea, permitindo que vários operadores trabalhem em paralelo na mesma encomenda, o que aumenta a rapidez de resposta. O *zone picking* é especialmente vantajoso em armazéns que apresentam múltiplos sistemas de armazenagem, dado que possibilita a especialização dos operadores no manuseamento de determinados equipamentos (Koster et al., 2007).

Por fim, o *wave picking*, ou *picking* por onda, organiza-se segundo critérios de expedição ou de roteamento. É um método particularmente eficiente em situações em que várias encomendas possuem um destino comum ou necessitam de cumprir horários específicos de transporte. Neste caso, as ordens de separação são agrupadas em ondas que são processadas em simultâneo em diferentes áreas do armazém. Frequentemente, esta abordagem é combinada com o *batch picking*, sendo que a dimensão do lote é definida em função do tempo necessário para a sua preparação, variando geralmente entre trinta minutos e duas horas (Koster et al., 2007).

A seleção do método de *picking* deve ser realizada em função de fatores como o perfil das encomendas, a diversidade dos produtos, o layout do armazém e o nível de serviço pretendido, sendo esta decisão determinante para assegurar o equilíbrio entre produtividade, flexibilidade e qualidade no processo logístico (Lee et al., 2015).

2.6.4 Expedição

Esta etapa envolve a conferência final dos produtos selecionados no *picking*, e a embalagem adequada para transporte, a rotulagem correta e a organização de acordo com o meio de transporte utilizado. A expedição garante que as encomendas saiam do armazém de forma segura, dentro dos prazos estabelecidos e em conformidade com as especificações do cliente (Tompkins et al., 2010).

O compromisso é garantir que os produtos estejam em condições adequadas e no prazo estipulado (Tompkins et al., 2010).

2.7 Mapeamento de processos

O objetivo do mapeamento é representar visualmente e descrever logicamente as atividades, fluxos e interações envolvidas num processo logístico, desde a entrada de materiais até à sua expedição. O mapeamento deve seguir uma abordagem estruturada, sistemática e colaborativa, de modo a garantir a compreensão clara e partilhada entre os diferentes intervenientes (Laguna e Marklund, 2013).

Autores como Laguna e Marklund (2013) defendem que um bom mapeamento deve ser realizado colaborativamente e deve seguir uma sequência clara: levantamento das atividades, ordenação lógica, identificação dos responsáveis e análise dos fluxos de informação e materiais.

De forma a realizar um mapeamento de processos eficaz e eficiente, é necessário seguir uma abordagem estruturada. Damelio (2011) e Slack et al., (2020), propõem as seguintes etapas:

- Definição do objetivo do mapeamento;
- Identificação dos processos a mapear;
- Recolha de dados e informações;
- Descrição das atividades;
- Representação gráfica do processo;
- Análise do processo;
- Validação e ajuste do mapa conforme necessário.

Segundo Davenport (1993), o mapeamento de processos não se limita à representação visual, mas constitui uma ferramenta de diagnóstico que permite identificar redundâncias e atividades que não acrescentam valor. Neste sentido, o mapeamento é ponto de partida para iniciativas de melhoria contínua e reengenharia de processos.

As ferramentas gráficas mais comuns incluem fluxogramas, que permitem visualizar sequências de atividades com símbolos padronizados, e diagramas que evidenciam responsabilidades por departamento ou por função (Harrington, H. J., 1995).

Os fluxogramas são aplicados para descrever e analisar processos, são através deles explicados os diferentes subprocessos que o compõem e a ordem de execução de cada um (Harrington, H. J., 1995).

Cada etapa é representada através de blocos de formas geométricas, cada uma com um significado distinto. As formas mais importantes, apresentadas na Figura 2, são os retângulos, que representam atividades ou subprocessos, e os losangos, que representam as diferentes decisões a tomar. A sequência e dependência entre subprocessos é representada através de setas direcionais, que evidenciam o fluxo de informação, materiais ou tarefas (Harrington, H. J., 1995).



Figura 2 - Símbolos Fluxograma

Outra informação que pode ser transmitida através de um fluxograma é a distribuição de responsabilidades, associam os diferentes intervenientes do processo sendo representados juntamente com as suas responsabilidades durante todo o processo. Este tipo de representação contribui para uma melhor compreensão, comunicação e otimização dos processos organizacionais (Harrington, H. J., 1995).

Além dos fluxogramas, metodologias como SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*) e VSM (*Value Stream Mapping*) são frequentemente utilizadas para mapear fluxos e identificar desperdícios, respetivamente (Hammer & Champy, 2003).

No contexto logístico, o mapeamento de processos é significativo para a gestão de armazéns, pois permite otimizar etapas como receção, armazenamento, *picking* e expedição. A integração destes mapas com indicadores de desempenho (KPIs), tais como tempo de processamento, taxa de erros, ocupação de espaço e eficiência de *picking*, contribui para tomadas de decisão mais informadas e para a melhoria contínua das operações (MacCarthy et al., 2022).

Adicionalmente, para além da representação gráfica, o mapeamento tem benefícios estratégicos associados, entre os mais relevantes encontram-se a maior visibilidade dos processos, a normalização

de atividades, a eliminação de redundâncias, a redução de custos e tempos de operação, assim como a melhoria da comunicação entre departamentos (MacCarthy et al., 2022).

O mapeamento constitui ainda uma base sólida para a digitalização e automatização de processos, nomeadamente através da integração com sistemas de informação como o ERP ou o WMS. A recolha de dados pode ser lenta e sujeita a imprecisões, a validação dos mapas requer a participação ativa de diferentes áreas funcionais e está sujeita à resistência da mudança por parte dos colaboradores (Hammer & Champy, 2003).

Com a evolução da indústria 4.0, o mapeamento de processos assume também um papel estratégico na transformação digital, servindo de base para a modelação de processos em sistemas ciber-físicos e nas plataformas digitais de gestão. Ferramentas como BPMN (*Business Process Model and Notation*) e *softwares* de modelação 3D de fluxos logísticos permitem apresentar, simular e otimizar processos em tempo real (Janiesch et al., 2021).

3. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO SISTEMA EM ESTUDO

Este capítulo inicia-se com uma breve apresentação da empresa AST - Soluções e Serviços de Ambiente, descrição das suas instalações, produtos e serviços prestados, bem como descrição do processo produtivo.

Tento em conta que a dissertação incide na área da logística e na necessidade de criar uma política de gestão de stocks adequada à empresa, no resto do capítulo apresentam-se as principais lacunas identificadas no sistema logístico e na gestão de armazém.

3.1 AST – Soluções e Serviços de Ambiente

A AST, sediada na Zona Industrial de Aveleda em Vila do Conde, dedica-se ao fabrico de soluções no tratamento de águas e afluentes.

Fundada em 2008, conta com uma equipa de cerca de 30 colaboradores, iniciando o seu negócio com sistemas de osmose inversa para tratamento de lixiviados de aterros, mas a AST é hoje uma das empresas líderes nesta área, utilizando tecnologia avançada de membranas.

A empresa foca-se no desenvolvimento e construção de instalações compactas, totalmente automatizadas, integrando ultrafiltração específica, nano filtração, osmose inversa, e sistemas de tratamento biológico (Figura 3).



Figura 3 - Sistema compacto de Osmose Inversa

A AST oferece uma gama de produtos e serviços especializados no tratamento de águas e efluentes, com ênfase na otimização de processos e na utilização de tecnologias avançadas. Os principais produtos e serviços incluem: consultoria, operação, membranas e peças, aluguer de equipamentos, químicos e consumíveis, financiamento, serviços pós-venda, manutenção e reparação.

O processo produtivo da AST envolve várias etapas que asseguram a implementação eficiente das soluções. Este processo é orientado pela necessidade de personalização e inovação, dado que as condições e requisitos de cada cliente podem variar. O processo de produção pode ser descrito da seguinte forma:

- **Análise de Requisitos e Consultoria**

O processo começa com uma análise das necessidades do cliente, e através de serviços de consultoria procura entender os desafios específicos relacionados ao tratamento de águas e efluentes, como a qualidade da água, a quantidade de efluentes produzidos, a conformidade com regulamentações ambientais e as metas de sustentabilidade.

- **Desenvolvimento de Projeto**

Após a análise inicial, é elaborado um projeto personalizado, escolhendo as tecnologias mais adequadas para o tratamento de águas.

- **Construção e Fabricação**

Uma vez aprovado o projeto, inicia-se a fase de fabricação e montagem. Durante esta fase, são feitas as adaptações necessárias para garantir a funcionalidade e durabilidade das instalações, além de assegurar que o processo de produção esteja alinhado com as normas de segurança e qualidade.

- **Instalação e Implementação**

Depois de finalizado o processo de fabricação, os sistemas são transportados para o local de instalação. A instalação envolve a também configuração de sistemas automatizados para garantir que o tratamento de águas seja contínuo e eficiente.

- **Testes e Comissionamento**

Após a instalação, são realizados testes rigorosos para garantir que todos os sistemas funcionem corretamente e satisfazem os requisitos do cliente. O processo de comissionamento é uma fase crítica onde se verifica a eficácia do sistema, a eficiência dos tratamentos e a conformidade com as regulamentações ambientais locais.

- **Manutenção e Suporte Pós-Instalação**

A empresa oferece serviços de manutenção contínuos e apoio técnico para garantir que os sistemas operem de forma eficiente ao longo do tempo. Isso inclui a monitorização periódica da qualidade da água, ajustes operacionais e melhorias contínuas conforme necessário.

3.2 Situação atual

Atualmente, a empresa AST opera com um sistema logístico que combina processos manuais e informatizados.

O departamento logístico é responsável por coordenar o armazenamento, a receção de materiais e a expedição.

A empresa encontrava-se em fase de mudança de *software*, o que agrava temporariamente os desafios operacionais devido à necessidade de adaptação e formação por parte dos colaboradores.

Paralelamente, o crescimento da atividade levou à necessidade de expansão da área de armazenamento. Nos meses de junho e julho, foi construída uma nova zona de stock, implicando a reestruturação do layout anteriormente utilizado. Esta ampliação tornou evidente a necessidade de reorganização e redefinição dos fluxos logísticos internos.

Através da observação direta e da interação com os colaboradores, foi possível identificar um conjunto de dificuldades que impactam negativamente a eficiência operacional do armazém. Estas dificuldades e problemas são reportadas ao longo das secções seguintes.

3.3 Organização do Armazém

3.3.1 Função do Armazém

Para além do armazém funcionar como espaço de fabricação, a sua principal função é assegurar a gestão eficiente dos materiais, componentes e equipamentos necessários à execução dos projetos da empresa, garantindo a disponibilidade e o fornecimento atempado à equipa de produção.

Além de abastecer a área de produção, o armazém apoia a expedição de equipamentos e peças para intervenções técnicas e venda de artigos.

Os produtos armazenados são diversificados, refletindo a complexidade dos sistemas desenvolvidos pela empresa. Entre os principais tipos de materiais encontram-se:

- Componentes de sistemas de filtração, como membranas, cartuchos, válvulas, bombas, sensores e tubagens;
- Equipamentos elétricos e de automação, incluindo quadros elétricos, controladores, relés, sensores e cartas;
- Peças estruturais e metálicas, como perfis, suportes, bases e fixações;

- Consumíveis e materiais auxiliares, como fitas, colas, embalagens e elementos de segurança.

Estes produtos apresentam elevada heterogeneidade em termos de dimensões, peso e formato, variando desde pequenos parafusos ou sensores com apenas alguns centímetros até estruturas metálicas, depósitos e tanques que podem ultrapassar um metro de altura e pesar dezenas de quilos. Esta diversidade impõe desafios significativos de organização e armazenamento, exigindo uma estrutura flexível e métodos de gestão adequados.

3.3.2 Caracterização física

A empresa possui um edifício onde o escritório está fisicamente ligado aos armazéns, o que poderia potenciar uma comunicação e coordenação mais eficiente entre as equipas administrativas e operacionais.

A área total do armazém é de aproximadamente 100 m², com uma altura útil de cerca de 10 metros, o que permite a instalação de estruturas metálicas de armazenamento de múltiplos níveis.

A Figura 4 mostra a planta inicial da empresa, com a divisão entre escritórios e armazém, sendo possível observar a entrada e saída de camiões e a posição dos contentores.

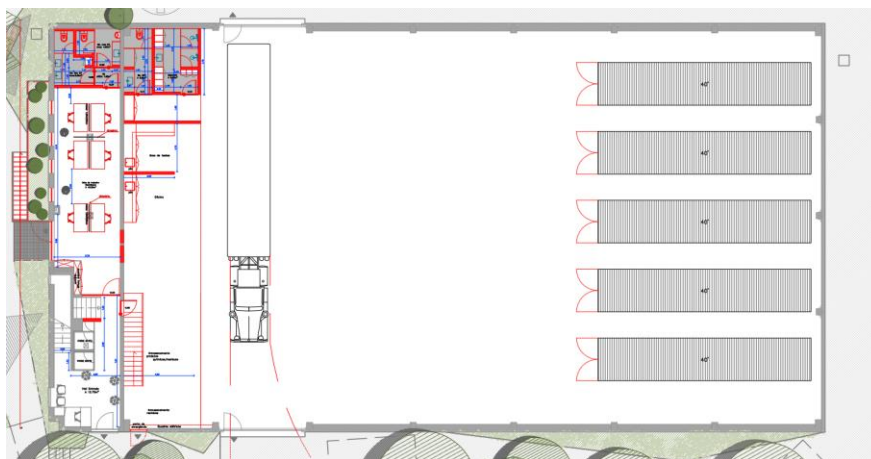


Figura 4- Planta da AST

O armazém encontra-se dividido em zonas funcionais, de acordo com a natureza das operações e o tipo de materiais armazenados. O piso 0, apresentado na Figura 5, contém:

- A zona de receção, consolidação e *picking* que se encontra localizada junto à entrada principal, com cerca de 17 m²;

- A zona de armazenamento B, com aproximadamente 70 m², com prateleiras e racks metálicos, onde são armazenados os artigos de grande volume e os artigos de apoio à montagem;
- A zona de armazenamento D, ocupa aproximadamente 9 m², com 3 racks metálicos de 3 níveis, onde são armazenados os produtos químicos e as paletes;
- A zona de saída é próxima da zona de expedição, com cerca de 3 m², equipada com paletes de forma a serem colocados os artigos para expedição;
- Assinalados a verde os racks são usados para colocar material que poderá ser usado na produção ativa ou para reabastecimento para a produção das máquinas.

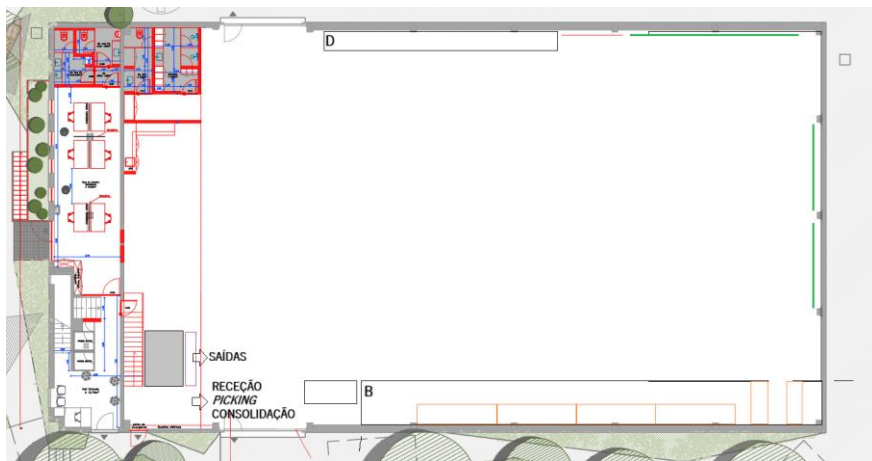


Figura 5 - Layout Piso 0

O piso 1, apresentado na Figura 6, contém:

- A zona de armazenamento A corresponde a uma plataforma no piso 1 com aproximadamente 70 m², com 18 *racks* que variam entre 3 e 5 níveis, cujas dimensões de 1,60m (comprimento) x 0,6m (largura) x 1,7m (altura), onde são armazenados artigos de pequena dimensão;
- A zona de armazenamento C está no piso 1 com aproximadamente 180 m², 25 racks com dimensões de 1,85m (comprimento) x 0,6m (largura) x 2,0m (altura). Armazena artigos de 3 famílias de produtos: válvulas, acessórios de montagem e filtros.

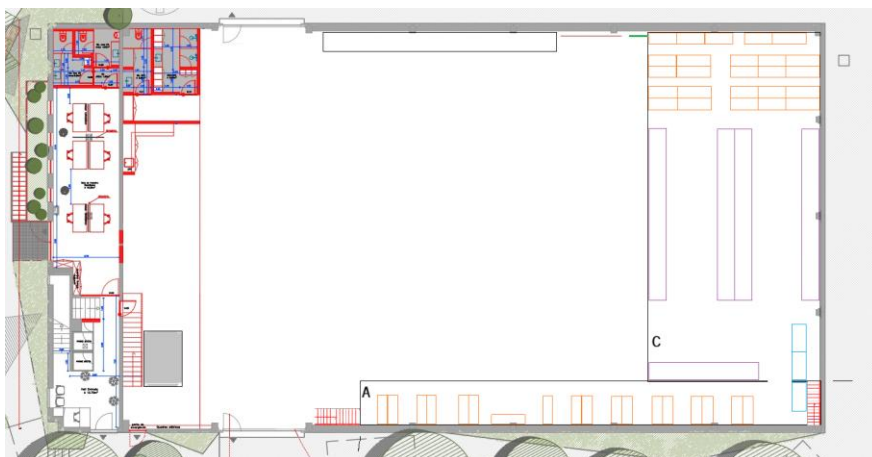


Figura 6 - Layout piso 1

A empresa dispõe de equipamentos de movimentação de mercadorias, nomeadamente um empilhador e um porta-paletes no piso 0, assim como uma porta-paletes no piso 1.

O armazém satisfaz as necessidades operacionais a que se destina, a compreensão e caracterização da sua funcionalidade permite uma melhor gestão de riscos e identificações de melhorias.

3.3.3 Tipologia e organização dos artigos

Os artigos presentes no armazém encontram-se organizados hierarquicamente, primeiro por marca e depois por grupo funcional de produtos, instrumentação, bombas, válvulas pneumáticas, equipamentos eletrónicos, equipamentos eléctricos e acessórios. Este tipo de organização escolhido pela empresa AST oferece benefícios logísticos e operacionais.

Agrupar os artigos por grupo funcional, facilita a localização dos materiais necessários para intervenções ou montagens específicas, reduzindo o tempo de procura no armazém, contribuindo para um fluxo mais eficiente na recolha de materiais.

Adicionalmente, permite um controlo mais rigoroso dos níveis de stock por tipo de produto e por marca, facilitando a reposição e a previsão de necessidades futuras. Também contribui para eliminar duplicações de stock e otimiza a gestão de artigos disponíveis.

Estes benefícios têm impacto nos indicadores de desempenho logístico, como lead time, nível de serviço, eficiência operacional, previsão de stock e taxas de erro.

Cada estante de artigos está identificada através de uma placa sinalizada com o respetivo fornecedor, tal como é possível observar na Figura 7. Segue os princípios de boas práticas de etiquetagem e codificação de armazéns (Tompkins et al., 2010), visto que, mesmo existindo espaço para melhorias, a

identificação e divisão de racks é imperativa para uma boa e eficiente gestão de armazém e aplicação de rotas de *picking*.

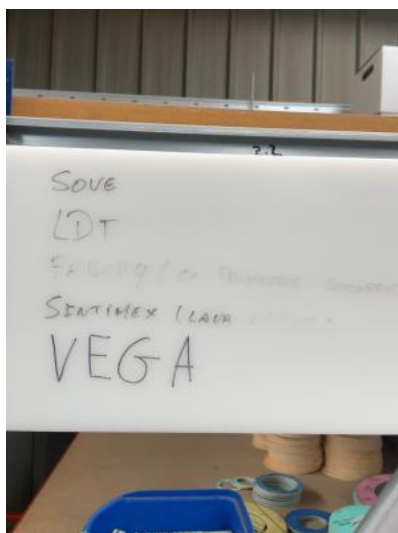


Figura 7 - Placa de identificação das estantes

Até ao momento de elaboração do presente estudo, a identificação dos artigos no armazém apresenta várias inconsistências que comprometem a eficácia da gestão de stock e a rastreabilidade dos materiais. Apesar de existir um sistema de etiquetagem, foram observadas as seguintes falhas, apresentadas através da Figura 8, Figura 9 e Figura 10.

- Existência de código de barras não utilizado;
- Falta de sistema de leitura de código de barras;



Figura 8- Exemplo 1 etiqueta

- Utilização de diferentes tipos de etiquetas ao longo do stock, sem normalização de formato ou conteúdo;



Figura 9 - Exemplo 2 etiqueta

- Presença de artigos sem qualquer tipo de etiqueta visível, traduzindo-se em dificuldades na sua identificação;
- Ausência total de identificação em determinados artigos, impossibilitando a sua identificação;
- Armazenamento de artigos não visíveis em primeiro alcance, ou seja, armazenamento em locais que não estão acessíveis.



Figura 10 - Artigos mal identificados

Estas falhas não só dificultam o processo de *picking* e inventariação, como também aumentam o risco de erros operacionais. As imagens permitem visualizar de forma clara os desafios enfrentados na identificação dos artigos e reforçam a necessidade de uma normalização do sistema de etiquetagem.

Nem sempre os artigos se encontram nas localizações corretas, seja por falta de controlo, por falta de etiquetagem, por negligência dos trabalhadores, ou até mesmo porque o espaço alocado não é suficiente numa dada localização para se armazenarem os artigos.

Verifica-se também a existência de artigos obsoletos, que apesar de já não serem relevantes para as operações atuais ainda se encontram armazenados em locais de fácil acesso. A permanência destes artigos impacta não só o armazenamento de artigos com mais rotação, como também dificulta a organização e o acesso a artigos que são realmente necessários.

A identificação, reclassificação e eventual remoção ou realocação para áreas de menor prioridade são medidas recomendadas para otimizar a gestão do espaço e melhorar o desempenho logístico.

As discrepâncias entre o stock físico e o registado no sistema incluem artigos inexistentes ou artigos não atualizados, estas fragilidades comprometem a fiabilidade dos dados do stock, dificultam a gestão e o planeamento de compras, e resultam em excessos ou ruturas de stock.

O facto de o stock não refletir a realidade, faz com que sempre que é necessário um artigo, seja preciso haver uma deslocação física ao local para conferir a localização e a quantidade existente e, posteriormente, atualizar manualmente o stock no sistema. Além disso, como a maioria dos artigos não têm uma localização definida e mapeada, a procura pelo artigo chega a estender-se por largos minutos e torna-se demorada. Reduzir o tempo de *picking* e potenciar a fácil localização dos artigos em armazém releva-se prioritário.

3.4 Processos no armazém

3.4.1 Descrição geral dos processos

O funcionamento do armazém assenta em quatro processos principais:

- Receção de materiais;
- Armazenamento e reposição;
- *Picking* e preparação de encomendas;
- Expedição de materiais.

Cada um destes processos está interligado e ocorre num fluxo linear, começando na receção e terminando na saída dos produtos acabados ou seus componentes destinados à produção.

A eficiência operacional depende diretamente da sincronização e desempenho de cada uma destas etapas.

3.4.2 Principais problemas

Como abordado anteriormente, os processos internos tais como: receção, *picking* e expedição encontram-se comprometidos, afetando a fluidez das operações.

Estas situações devem-se a um conjunto de fatores, entre os quais se destacam os presentes na Figura 11, Figura 12 e Figura 13, tal como os destacados abaixo:

- Ausência de marcações das zonas de entradas/saídas de materiais, dificultando tanto a orientação visual como a circulação segura;
- Desorganização das zonas de entrada e saídas de materiais, resultante na sobreposição de atividades e atrasos nos fluxos de materiais;
- Falta de espaço de armazenamento de materiais;
- Falta de equipamentos nas zonas;
- Falta de procedimentos, originando lacunas e dependência no conhecimento informal dos colaboradores;
- Sobrelotação das zonas de entrada e saída de artigos à espera de serem arrumados, demonstrando as falhas na gestão do espaço e quebras no ritmo de reposição dos artigos em stock;
- Falta de documentação de apoio aos diversos dos processos de armazém.



Figura 11 - Artigos por arrumar



Figura 12 - Zona de recepção



Figura 13 - Desorganização do espaço

Os problemas listados acima prejudicam a eficiência das operações, aumentam os riscos de erro, acidentes de trabalho e afetam diretamente a produtividade. A ausência de procedimentos compromete a normalização e evidencia uma gestão ineficaz dos recursos e do espaço.

A sua resolução exigia uma abordagem sistemática assente no mapeamento detalhado e na reorganização estruturada dos processos logísticos, com vista à normalização, melhoria do layout e definição de boas práticas operacionais.

3.4.3 Caraterização de fluxos e atividades

Os principais fluxos logísticos do armazém foram estimados inicialmente antes de existirem intervenções relacionadas à identificação de stock e reorganização dos espaços. Estes fluxos englobam as principais tarefas operacionais e constituem uma base essencial para compreender o funcionamento global do armazém, permitindo identificar de forma objetiva em que áreas eram necessárias implementar melhorias.

A Tabela 1 apresenta um resumo das operações, destaca a frequência média de atividades, tempo gasto e nº de operadores envolvidos. Os valores relativos à frequência e ao tempo médio foram determinados a partir de medições diretas realizadas *in loco* e estimativas obtidas através de entrevistas aos operadores.

As observações decorreram durante o acompanhamento sistemático das atividades, procedendo-se ao registo de tempo de execução e do número de ocorrências de cada processo, de modo a obter uma média representativa das condições reais de funcionamento.

Tabela 1 - Fluxos logísticos

Processo	Frequência média	Tempo médio	Nº operadores
Receção	4 a 6 operações/dia	60 minutos	1
Armazenamento	2 a 3 movimentos/dia	45 a 80 minutos	1
<i>Picking</i>	1 a 2 rotas/dia	20 a 40 minutos	1
Expedição	1 a 2 dia	10 a 15 minutos	1

O processo de receção, apresenta elevado tempo de execução e causa atrasos quando há aumento do volume de encomendas, além de ser feito por apenas um operador. O armazenamento apresenta variações de tempo que indicam possíveis ineficiências no layout e organização. Já o *picking* e a expedição, apesar de menos demorados, dependem de um único operador, o que pode comprometer a agilidade em períodos de maior procura e produção.

A reorganização do layout e a normalização dos procedimentos no armazenamento podem reduzir o tempo e melhorar a eficiência. No *picking* otimizar rotas e investir em formação e tecnologias de apoio é fundamental. Na expedição, normalizar procedimentos e acompanhar o funcionamento das atividades garante maior controle e rapidez, além de ser importante considerar a possibilidade de recorrer ao reforço temporário de pessoal quando necessário.

3.5 Síntese e considerações finais

A análise ao funcionamento do armazém da empresa permitiu identificar um conjunto de problemas estruturais e operacionais que comprometem a eficiência logística. Estes problemas não se limitam apenas à gestão do espaço físico, mas abrangem também aspetos de processos, organização, comunicação, controlo de stock e práticas de trabalho.

A ausência de normalização na etiquetagem e a utilização ineficiente do espaço físico dificultam a localização e rastreabilidade dos artigos, aumentando o tempo despendido nas operações de *picking* e expedição. Paralelamente, a falta de atualização dos registos em sistema e a existência de artigos obsoletos contribuem para discrepâncias entre o stock físico e o informático, fragilizando o controlo e a fiabilidade da informação disponível.

A nível dos processos, observa-se uma dependência excessiva do conhecimento tácito dos colaboradores devido à ausência de procedimentos documentados e de normas visuais (como marcações no pavimento para zonas de receção e expedição). Esta situação gera desorganização, sobreposição de atividades e potencia o risco de erros e acidentes de trabalho.

O crescimento da atividade e a recente expansão da área de armazenamento tornaram ainda mais evidente a necessidade de uma reorganização logística estruturada, que contemple não só a melhoria do layout, mas também a implementação de métodos de gestão de stock, normalização de processos e ferramentas de apoio tecnológico.

De forma a sintetizar as principais causas destes problemas, recorreu-se ao Diagrama de Ishikawa (espinha de peixe), ferramenta que permite identificar e organizar visualmente as origens dos principais desafios enfrentados pelo armazém, Figura 14.

As causas foram agrupadas em seis categorias. As principais limitações concentram-se nas categorias de processos, métodos e sistema, refletindo a ausência de normalização e procedimentos, e as discrepâncias entre o stock existente e o informático. Esta categorização tornou mais clara a interligação entre problemas operacionais e de gestão, evidenciando a necessidade de uma abordagem integrada para a melhoria do desempenho logístico.



Figura 14 - Diagrama Ishikawa aplicado aos problemas estruturais da AST

Esta análise evidencia a existência de lacunas na gestão das operações e constitui uma base para a definição de medidas de melhoria. As conclusões extraídas sustentam a necessidade de um plano de

melhoria contínua, orientado para a eficiência operacional e para a segurança das operações no armazém.

No próximo capítulo serão reportadas as ações de melhoria desenvolvidas para mitigar alguns dos problemas aqui identificados, assim como apresentados os resultados alcançados ou que se prevê obter no curto prazo.

4. DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS

Após a análise detalhada do funcionamento do armazém e identificação dos principais constrangimentos logísticos, torna-se fundamental aplicar ações que visem mitigar essas lacunas e melhorar a eficiência logística.

Pretende-se ao longo deste capítulo explorar as atividades que foram desenvolvidas durante o estágio com o objetivo de otimizar os processos logísticos, melhorar a organização do armazém e aumentar a eficiência na gestão de stock.

4.1 Identificação e localização dos artigos

Como parte do processo de melhoria da gestão de stocks, foi realizada uma recolha da localização dos artigos e identificação no armazém. Esta ação tem como objetivo final criar uma base de dados fiável e atualizada, facilitando a rastreabilidade dos materiais e organização do espaço.

Inicialmente, de forma provisória, os artigos foram etiquetados com fita adesiva contendo o respetivo código interno (Figura 15), permitindo uma identificação rápida e básica dos artigos enquanto se procedia à organização mais detalhada.



Figura 15 - Identificação inicial

Através desta abordagem foi possível identificar produtos arrumados sem identificação ou qualquer código, artigos repetidos e arrumados em diversas localizações e artigos que não constavam em sistema. A Tabela 2 mostra as falhas ao longo deste processo para a Zona A, que continha 480 artigos no total.

Tabela 2 - Falhas

Falhas	Quantidade de artigos
Artigos repetidos	12
Artigos não criados	82
Artigos obsoletos	15

Esta análise evidencia problemas alarmantes, como o facto de 82 artigos não estarem criados em sistema, traduzindo-se em aproximadamente 17% dos artigos arrumados na zona A. Pode-se deduzir que as outras zonas do armazém terão os mesmos problemas e taxas de incidências semelhantes.

Estes problemas foram mitigados com a implementação do processo de etiquetagem provisória, o que permitiu uma identificação clara e normalizada dos artigos. Através desta medida, foi possível corrigir as duplicidades, atualizar os registos em sistema e identificar os artigos obsoletos para posterior eliminação ou realocação.

Ao mesmo tempo, foi desenvolvido um ficheiro Excel de apoio, no qual foram registadas todas as localizações físicas atribuídas a cada artigo (Figura 16). Esta base de dados serviu como ponto de partida para a consolidação da organização do armazém e para a futura integração no sistema de gestão da empresa.

LOTE NÍVEL	Cód. interno	Qtd.*	FORNECEDOR SOAPP	Cód. fabr.	Descrição
A8 N1	A060302009	1	Grundfos	98071110	RSL-0690-2L-G5/8 PE/20, E/C U2
A8 N1	A060601012	5	Grundfos	96010641	AP12.40.08.3 - 3X380V 60HZ 1,2kW 10 m
A8 N2	A060601011	10	Grundfos	96001791	AP12.40.08.3 - 3X400V 50HZ 1,2kW 10 m
A8 N2	A060601004	6	Grundfos	96468196	AP50B.50.15.3V 3X400V 10M 50HZ
A8 N2	A060601013	1	Grundfos	96004587	AP50B.50.08.1V 1x230V 10M

Figura 16 - Excel tabela de localizações

A implementação inicial da identificação dos artigos permitiu mitigar diversas falhas presentes na gestão de stocks. Esta medida reduziu a ocorrência de erros na localização e contagem de materiais, facilitando a distinção entre artigos semelhantes e promovendo uma identificação rápida durante as operações diárias.

Com a identificação e localização dos artigos, verificou-se uma redução significativa no tempo de procura, que passou de mais de dez minutos para menos de cinco, evidenciando uma melhoria na eficiência do processo logístico.

Adicionalmente, contribuiu para a criação de uma linguagem comum entre os colaboradores, evitando ambiguidades na comunicação interna e melhorando a eficiência dos processos de procura e movimentação de produtos. A etiquetagem provisória também possibilitou manter a rastreabilidade e organização dos materiais durante a fase de reorganização do armazém, evitando a perda de referência das localizações e a duplicação de artigos em stock.

Apesar de temporária, esta solução representou um passo fundamental para a estruturação e sistematização da gestão de stocks, preparando o terreno para a implementação de um sistema de identificação mais robusto e permanente, numa fase posterior.

Contudo, apesar dos benefícios iniciais, a solução de etiquetagem inicial, apresenta várias limitações que comprometem a sua eficácia a longo prazo. A durabilidade reduzida do material utilizado pode levar ao desgaste ou descolamento das etiquetas, dificultando a leitura dos códigos e originando erros na identificação dos artigos. Além disso, a ausência de um padrão visual uniforme e a dependência de processos manuais aumentam o risco de inconsistências e de erros humanos.

Este tipo de etiquetagem também não permite a integração direta com sistemas digitais de gestão de armazém, limitando a rastreabilidade e o controlo automatizado de stocks.

4.2 Etiquetagem

Uma das principais causas de ineficiência logística prende-se com a falta de normalização na identificação dos produtos.

A Figura 17 mostra o estado inicial de um armário de artigos elétricos na zona A do armazém antes da implementação do sistema de etiquetagem, evidencia a ausência de identificação normalizada e a desorganização física e visual dos artigos.



Figura 17 - Armário de artigos elétricos

Para dar resposta a esta necessidade, foi inicialmente criada uma etiqueta simples, apresentada na Figura 18, contendo o código interno e o respetivo código de barras, o que permitiu dar início ao processo de etiquetagem e facilitar a identificação básica dos produtos no armazém.



Figura 18 - Etiqueta inicial

As etiquetas foram impressas em papel autocolante e aplicadas diretamente nas embalagens dos materiais ou nas respetivas prateleiras, este processo exigiu a mobilização da equipa logística.

Além disso, com a utilização do novo software de gestão, os códigos dos produtos são criados tendo por base as famílias dos produtos, ou seja, existe uma tabela de codificação interna, que permite manter a coerência na criação dos códigos.

A Figura 19 mostra o armário após a implementação da etiquetagem e organização. A organização deste armário passou pela troca de todas as caixas azuis por cinzentas, de forma a manter um padrão e ficar visualmente mais apelativo.



Figura 19 - Armário de artigos elétricos etiquetado

Ao longo do processo de etiquetagem, foram identificadas limitações que condicionavam as operações. A informação presente nas etiquetas era reduzida, não incluindo, por exemplo, a referência do fornecedor, o que dificultava a correspondência entre os artigos quando se procedia ao seu armazenamento ou à sua separação. Esta abordagem, embora útil numa fase inicial, mostrou que seria insuficiente a longo prazo.

Como melhoria, propõe-se a implementação de um modelo único e normalizado de etiqueta, criado automaticamente pelo sistema de gestão, visível na Figura 20.

Este novo formato incluirá o código interno do produto, a referência do fornecedor e o respetivo código de barras, garantindo uniformidade, fiabilidade e rastreabilidade em todas as fases do processo logístico. A automatização da criação das etiquetas asseguraria a coerência da informação entre o armazém físico e o sistema digital.

Tirando proveito de um sistema de criação automático de etiquetas, numa fase mais avançada, poder-se-ia, até, etiquetar não só as localizações dos artigos no armazém, como também os próprios artigos sempre que entrassem no armazém. Esta facilidade em gerar etiquetas permitiria a identificação fiável de 100% do material que é rececionado, permitindo rastreabilidade dos artigos mesmo quando fora dos racks.

Adicionalmente, uma vez que o sistema de gestão gera as próprias etiquetas, espera-se que, num futuro o mesmo venha a integrar um sistema RFID, permitindo consolidar toda a informação em tempo real e aumentar a eficiência do controlo logístico.



Figura 20 – Sugestão de etiqueta final

A implementação de um sistema de etiquetagem permitiu não só melhorar significativamente a visibilidade e organização do stock, como também permitiu reduzir o tempo despendido na procura dos artigos e na redução de erros no processo logístico.

Esta ação está alinhada com as boas práticas de gestão de armazéns, nomeadamente no que diz respeito à rastreabilidade, normalização e digitalização dos processos operacionais, conforme destacado por autores como Prasetyawan e Ibrahim (2020), os quais reforçam a importância da etiquetagem no aumento da eficiência e na redução de desperdícios.

Todavia, devido à necessidade de definir um modelo de etiqueta definitivo e normalizado, este processo foi temporariamente interrompido. A decisão teve como finalidade evitar retrabalho e assegurar que a etiquetagem futura seguiria um padrão uniforme, compatível com o sistema de gestão de armazém ainda em implementação.

De forma a garantir a continuidade do processo, é necessário montar um plano de implementação faseado, para garantir que é concluído de forma organizada. O plano está estruturado em três fases com objetivos definidos e prazos estimados, tal como é possível observar na Tabela 3.

Trata-se de uma abordagem que permite uma implementação faseada e com impacto reduzido nas operações diárias, desta forma os colaboradores conseguem adaptar estas mudanças com as suas tarefas diárias.

Tabela 3 – Plano de implementação

Fases	Descrição	Objetivos	Prazo	Responsáveis
Preparação	Definição do modelo de etiqueta; Teste de etiquetagem	Garantir uniformidade	1 mês	Departamento logístico
Etiquetagem	Início da etiquetagem; Feedback dos colaboradores	Validar o modelo e inconsistências; Assegurar correta aplicação	1 a 2 meses	Departamento logístico
Integração total	Etiquetagem em todas as zonas gradualmente	Assegurar rastreabilidade total	1 a 2 meses	Departamento logístico

Para assegurar o acompanhamento do plano podem ser definidos um conjunto de indicadores de desempenho chave que permitam acompanhar o progresso das ações, avaliar a qualidade da execução e identificar falhas. Entre os principais indicadores destacam-se:

- Percentagem de artigos etiquetados, mede a evolução da aplicação de etiquetas;
- Tempo médio de localização, permite aferir a melhoria na eficiência após reorganização;
- Tempo médio de aplicação, ajuda a dimensionar o esforço necessário para concluir;
- Feedback e grau de satisfação dos colaboradores.

4.3 Inventariação e verificação dos stocks

Após definidas todas as localizações e a identificação, procedeu-se à contagem física dos artigos, com o objetivo de identificar a quantidade real existente de cada artigo. Esta etapa permitiu comparar diretamente as quantidades físicas com os valores em sistema, sendo possível identificar discrepâncias, tais como quantidades incorretas, artigos inexistentes ou não registados, e proceder à correção e alinhamento dos dados em sistema.

A consolidação das localizações e quantidades permitiu criar uma base de dados fiável, servindo de apoio para a fase seguinte: a definição das quantidades mínimas e recomendadas de stock por artigo. A definição destes parâmetros constituirá uma ferramenta essencial para a futura implementação de

políticas de encomendas eficientes, permitindo identificar pontos ótimos de encomenda, contribuindo para:

- Redução de ruturas de stock;
- Controlo do excesso de stock;
- Melhoria do planeamento de compras;
- Priorização de artigos de alta rotatividade ou importância.

Adicionalmente, a inventariação realizada constitui uma base para a integração futura com o sistema de etiquetagem normalizado. A associação entre os códigos de barras e os registos de stock permitirá a automatização das contagens e atualizações em tempo real, reduzindo o esforço manual e o risco de erro humano. Este avanço contribuirá para a consolidação de um sistema logístico mais moderno, digital e sustentado em informação precisa e atualizada.

A inventariação e parametrização de stocks representam uma etapa crítica na consolidação do sistema logístico eficiente, orientado por dados.

Ao garantir que cada artigo está corretamente identificado, localizado e contabilizado, a empresa fortalece a sua capacidade de resposta às exigências operacionais e prepara o terreno para a digitalização completa da gestão de armazém, com ganhos visíveis em produtividade, controlo e fiabilidade.

4.4 Layout

O crescimento da atividade e a construção de uma nova plataforma com cerca de 10 metros por 20 metros exigem uma reorganização do espaço de forma a garantir uma utilização eficiente da área disponível.

É possível observar no Apêndice 1 – Zona C prateleiras a disposição das prateleiras e as dimensões conforme o que consta no projeto final.

No Apêndice 2 – Layout Zona C inicial e expansão Zona C encontra-se representada em duas cores distintas, laranja e azul, a zona de maior área corresponde à primeira instalação, que se verificou ser ineficiente em termos de organização e aproveitamento de espaço, resultando no aumento da plataforma em mais 20 m² aproximadamente.

A nova proposta deverá ter em consideração os seguintes aspetos:

- Agrupamento por tipo de produto, facilitando a localização e separação de materiais;

- Identificação de zona de corredores, promovendo a segurança e mobilidade;
- Implementação de racks com dimensões de 1,85m (comprimento) x 0,6m (largura) x 2,0m (altura);
- X Paletes com dimensões de 1,2m (comprimento) x 0,8m (largura);
- Compra de armários complementares para armazenamento de materiais mais sensíveis ou de menor rotação.

Cada proposta visa encontrar um equilíbrio entre a capacidade de armazenamento, facilidade de acessos e segurança operacional. Para além das propostas apresentadas, também são discutidas recomendações práticas como a criação de corredores de circulação, marcações no pavimento e integração de um sistema de localização dos artigos automático.

Na representação de layouts são utilizadas as seguintes cores de referência de forma a facilitar a leitura e compreensão:

- Laranja – Representa as estruturas de racks e prateleiras, destinadas aos artigos de acessórios de montagem e válvulas;
- Roxo – Assinala as zonas reservadas a paletes, geralmente para mercadorias volumosas;
- Azul – Indica os armários fechados, usados para o armazenamento seguro de equipamentos elétricos, componentes delicados ou artigos de elevado valor.

4.4.1 Propostas de organização

Tendo em consideração a construção da nova plataforma foram analisadas três propostas de organização da área, com base em critérios de capacidade de armazenamento, acessibilidade, flexibilidade e segurança operacional.

As três diferentes configurações foram avaliadas de forma comparativa com vista à seleção da solução mais adequada ao contexto atual, à possível evolução da atividade, coerência com o armazenamento existente e também com base no feedback dos colaboradores.

- Layout em corredores centrais

A solução de layout em corredores centrais prevê a organização de racks em filas paralelas junto ao limite da plataforma, com um corredor central de circulação. As paletes são dispostas em filas longitudinais, permitindo fácil acesso e visibilidade dos artigos.

Este layout promove o fluxo linear e intuitivo, com percursos curtos e diretos para acesso aos artigos, a boa visibilidade e acessibilidade dos materiais dispostos nas prateleiras, e facilita a separação de artigos por tipo, potenciando um bom controlo visual.

No entanto, o layout em corredores centrais limita a potencial capacidade de expansão futura, uma vez que, depende de um eixo fixo de circulação. Oferece menor flexibilidade para reorganizações parciais ou totais do espaço, e apresenta maior risco de obstrução do corredor central em picos de atividade, dificultando a movimentação e comprometendo a segurança.

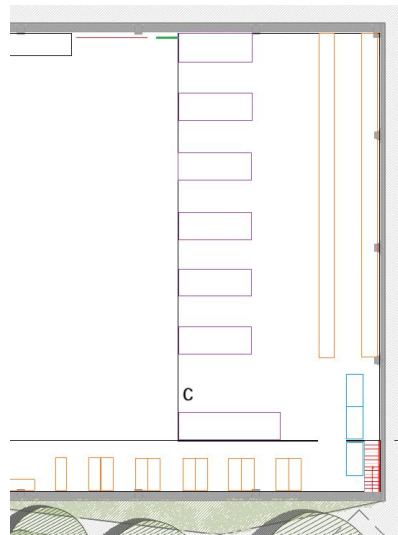


Figura 21 - Layout Zona C em corredores

- Layout em U

As prateleiras no layout em U são colocadas junto ao limite das paredes laterais da plataforma, assumindo como forma um “U”. Prevê-se que, nesta situação, as paletes fossem organizadas em filas centrais com corredores laterais para acesso e movimentação de material.

Esta configuração permite maximizar a utilização das paredes de forma a deixar o centro livre para paletes e circulação, facilita o acesso simultâneo a diferentes zonas, cria uma segmentação lógica dos artigos por zona e apresenta uma visão ampla e geral do espaço.

Em contrapartida, aumenta o risco de congestionamento nos corredores centrais em períodos de maior atividade e, caso vários operadores trabalhem nessa área, pode acentuar a dificuldade de acesso às zonas opostas. Além disso, obriga a um planeamento cuidadoso do trabalho para evitar fluxos de entrada e saída de materiais.

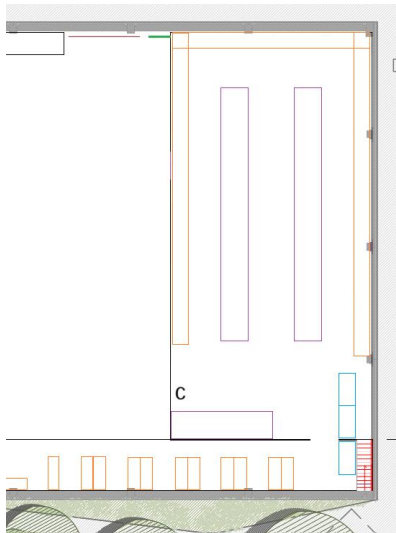


Figura 22 - Layout Zona C em U

- Layout por zonas

Na proposta de layout por zonas, a área é dividida por zonas funcionais, com cada espaço dedicado a um grupo específico de produtos, como peças, bombas ou filtros, por exemplo. As prateleiras são agrupadas num dos lados da plataforma, enquanto as paletes ficam no lado oposto, separadas por corredores intermédios de circulação.

Esta abordagem permite segmentar a plataforma de acordo com a natureza dos artigos e o fluxo de trabalho, facilitando a organização, reposição de stock, rotas de *picking* e controlo de stock. Viabiliza ainda a expansão modular, pois deste modo, é possível adicionar zonas conforme necessidades que possam surgir no futuro.

Não obstante, o layout por zonas requer um planeamento mais exigente para garantir a coesão entre as zonas e prevenção de espaço ocupado. Numa fase inicial de implementação, pode mostrar-se mais complexo, pois aumenta o risco de duplicação de artigos se a categorização não for rigorosa.

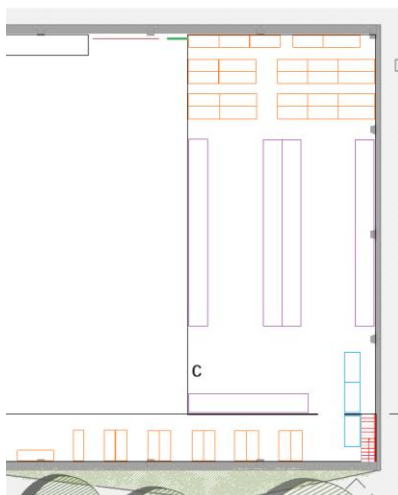


Figura 23 - Layout Zona C por zonas

4.4.2 Proposta final

Após análise das vantagens e limitações das três opções apresentadas, foi definida a proposta final de organização da nova zona de armazém, combinando critérios de funcionalidade, acessibilidade e eficiência operacional.

A proposta final adotada combina os elementos do layout por zonas funcionais com uma estrutura de racks alinhadas na parede lateral do armazém e corredores verticais de paletes, garantindo o equilíbrio a organização e com eficiência de circulação.

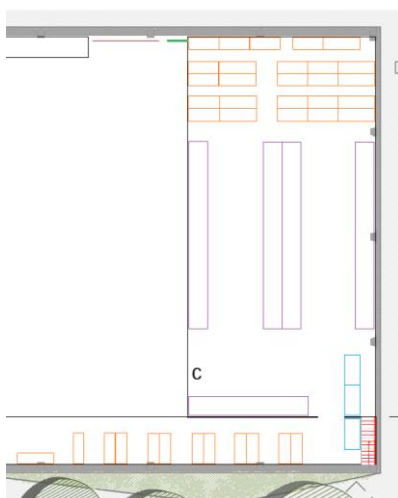


Figura 24 - Layout Zona C

Esta abordagem tira partido das vantagens dos modelos analisados, minimizando as suas limitações. No final, determinou-se que este layout misto era o que se melhor adaptável às necessidades da AST.

O layout permite seguir a lógica já aplicada noutras zonas do armazém, agrupamento de artigos por famílias/marcas, e dada a diversidade de artigos, este tipo de divisão por zonas funcionais permite alterações na organização do espaço, tendo em consideração mudanças futuras, crescimento e reorganização de artigos.

Foram instalados 10 racks de múltiplos níveis organizados horizontalmente na zona do fundo da nova plataforma, visíveis no Apêndice 1 – Zona C prateleiras Os artigos dispostos nos racks foram organizados por família e, por conseguinte, semelhança. Os artigos foram organizados por dimensões, permitindo uma rápida identificação das medidas e de fácil acesso aos materiais. Por seguir uma ordem lógica, a arrumação e o *picking* tornam-se mais eficientes.

Os artigos foram agrupados por famílias, os acessórios de montagem foram distribuídos pelos racks de acordo com as respetivas subfamílias: curvas, flanges, reduções, anéis, tês, válvulas e tanques, tal como é possível visualizar na Figura 25.



Figura 25 - Acessórios de montagem

Foram criados 2 corredores entre as 3 filas de paletes, dispostos verticalmente em relação aos racks metálicos. Nestes corredores, os artigos foram organizados por família e por tamanho, garantindo que artigos com características semelhantes estejam próximos, novamente uma decisão, com vista a facilitar a movimentação de artigos, arrumação e preparação de pedidos.

Os artigos presentes nas paletes são filtros, os mesmos foram organizados segundo o seu tipo, sejam eles filtros de saco, cartucho e/ou carcaças.

A Figura 26, Figura 27 e Figura 28 mostram os corredores de paletes e os racks utilizados para manter o stock desta zona organizado. Como esta área foi expandida recentemente o processo de transição acabou por ser mais simples, rápido e lógico.



Figura 26 - Corredor Zona C



Figura 27 - Corredor Zona C



Figura 28 - Corredor Zona C

Em suma, o layout misto escolhido e aplicado na plataforma do armazém da AST, sustenta um fluxo eficiente de entrada e saída de materiais, reduz o tempo de procura, evita congestionamentos e maximiza a utilização do espaço disponível, dando resposta a diversos problemas sentidos noutras áreas do armazém.

4.5 Gestão Visual

Com base na análise dos problemas identificados, nomeadamente a desorganização física, a ausência de sinalização e a sobreposição de atividades, foi necessário implementar medidas corretivas e preventivas que permitissem melhorar a eficiência e segurança no armazém.

Uma das primeiras ações implementadas foi a delimitação de marcações no pavimento de forma a marcar as zonas de entrada, saída e circulação de pessoas e equipamentos. Este processo foi realizado através da utilização de fita adesiva industrial própria, assegurando durabilidade e visibilidade.

A sinalização visual constitui uma ferramenta fundamental para reduzir a ambiguidade operacional, facilitar a orientação dos colaboradores e promover um ambiente de trabalho mais seguro e organizado.



Figura 29 - Zona recepção/consolidação de mercadoria

Por necessidade da empresa, foi delimitada uma zona de embalagem e/ou consolidação de mercadoria (Figura 29), a qual não existia antes da realização do estágio. Esta atividade era realizada junto à porta do armazém sem haver, no entanto, um local fixo. A partir desta delimitação, o embalagem e as expedições são realizados nesta zona, onde se arrumam os objetos necessários de apoio à expedição (Figura 30).

Aquando de recepções que já têm clientes alocados, a mercadoria é consolidada e devidamente identificada com o projeto nesta zona

Esta alteração permitiu reduzir o tempo de preparação das encomendas e minimizar deslocações desnecessárias dentro do armazém, contribuindo significativamente para:

- A redução de tempos de operação nas fases de recepção e expedição;
- A melhoria da fluidez dos fluxos internos, minimizando cruzamentos e interferências entre processos;
- O aumento da segurança operacional, através da organização do espaço e da eliminação de pontos críticos de circulação.



Figura 30 - Zona de Consolidação

De forma a garantir que a desarrumação e acumulação de artigos nas zonas de circulação são eliminadas, introduziram-se duas paletes devidamente identificadas de forma a receber o material proveniente dos técnicos e operadores que devem retornar ao stock.

Estas paletes, colocadas estrategicamente junto às zonas de trabalho e sinalizadas, destinam-se a receber artigos que, após utilização, necessitam de ser devolvidos ao stock.

Ao centralizar os materiais num local específico, evita-se a sua dispersão pelo espaço do armazém, contribuindo para:

- Aumento da organização do espaço;
- Redução de poluição visual;
- Redução de perdas ou ruturas de stock.

Esta prática representa uma ação preventiva contra a desorganização e promove a disciplina operacional no ambiente logístico, tal como é possível observar na Figura 31.



Figura 31 - Paletes de organização

Com o objetivo de otimizar a receção de material, inseriu-se um computador na zona de receção, tal como apresentado na Figura 32.

Esta medida permitiu que, de cada vez que a mercadoria é rececionada e é conferida, os dados sejam inseridos no sistema, onde é possível identificar se é para arrumar no stock, envio ou para posterior utilização. Para além dessa identificação, é possível verificar a localização do artigo e a quantidade disponível em stock de cada artigo.

As alterações no procedimento de receção oferecem várias vantagens operacionais:

- Facilidade na identificação do destino dos artigos, permitindo que os mesmos sejam classificados de imediato;
- Facilidade da identificação do código do artigo e localização;
- Redução do risco de erros de lançamento, já que os dados são inseridos no momento da conferência, com base em informação presente nas guias de transporte ou encomendas.

Este tipo de integração tecnológica melhora a rastreabilidade e controlo de entrada de mercadorias, permitindo que as decisões de armazenamento ou direcionamento sejam tomadas de forma mais informada, eficiente e rápida.



Figura 32 - Computador Zona receção

4.6 Processos

4.6.1 Documentação

A utilização de fluxogramas torna possível visualizar, uniformizar e otimizar as operações, reduzindo a dependência em conhecimento tácito e minimiza possíveis erros humanos.

A seguir, descrevem-se os principais processos logísticos do armazém da AST, acompanhados por uma descrição detalhada de cada etapa.

- Receção

A receção de mercadorias consiste na verificação de encomendas tendo em conta a quantidade, qualidade e documentação que a acompanha.

No mapeamento, esta etapa inclui atividades como conferência de notas de encomenda, inspeção de produtos e registo no sistema (Figura 33).

Se os artigos estão de acordo com a nota de encomenda seguem para o armazenamento, se os artigos estão errados é comunicado ao fornecedor para serem trocados pelos corretos.

O fluxo assegura que todos os produtos recebidos sejam devidamente conferidos, evitando problemas posteriores no armazenamento ou expedição.

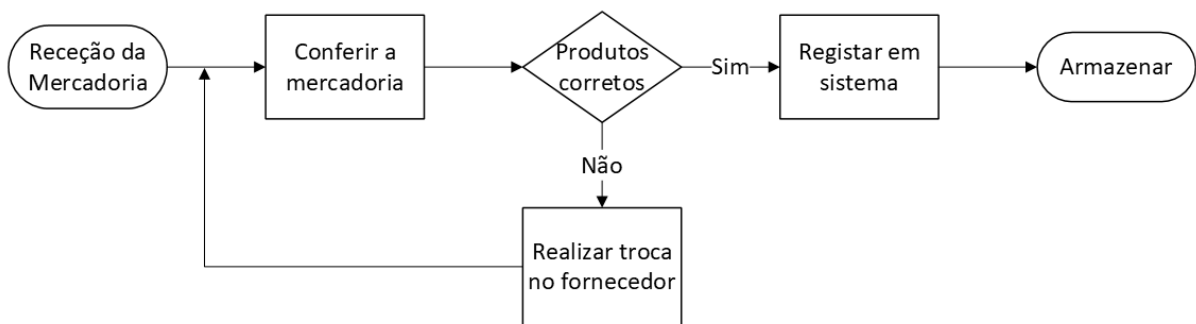


Figura 33 - Fluxograma da recepção de mercadorias

- Armazenamento

Após a receção os produtos podem ter quatro destinos: armazenamento no stock, direccionados para a produção, alocados a cliente ou com vista a uma manutenção. Esta lógica de receção é representada no fluxograma da Figura 34.

Se os artigos se destinam a stock são levados para o respetivo local de armazenagem.

Se o destino é a produção, o artigo é colocado na zona respetiva de produção ou num local designado para posterior utilização.

Se o destino é para um cliente, é necessário averiguar se é para envio imediato ou se faltam mais artigos, caso falem artigos. No caso de faltarem artigos, o material rececionado é identificado e colocado na zona de consolidação até o pedido estar completo.

Se o destino é uma manutenção, é colocado e identificado na zona de consolidação para o técnico levar consigo na futura deslocação.

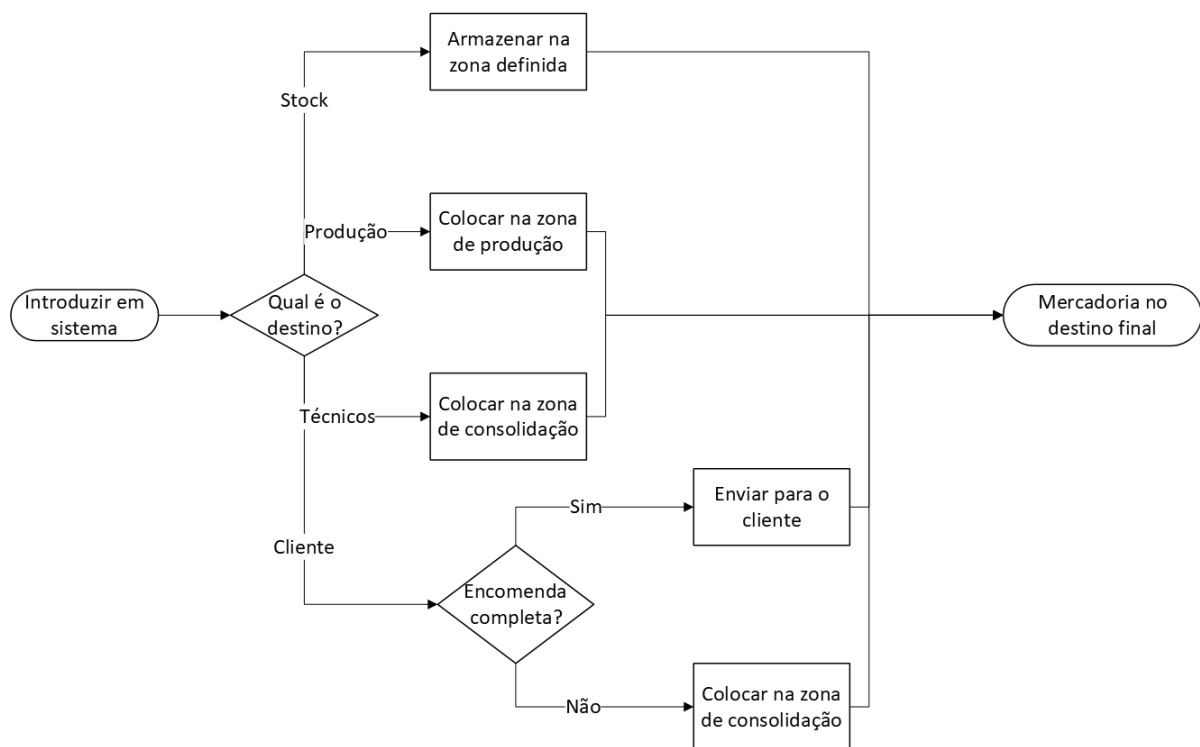


Figura 34 - Fluxograma do armazenamento

O mapeamento deste processo permite identificar possíveis pontos de melhoria com vista a otimizar o espaço de armazenamento, reduzir tempos de deslocação e garantir que os produtos certos estejam disponíveis no local correto, no momento adequado.

- Picking

O *picking* consiste na seleção e recolha de artigos do armazém para satisfazer às encomendas e/ou pedidos de separação.

O processo de *picking* inicia-se com a receção do pedido de separação, verificação da disponibilidade de stock, identificação da localização dos artigos, separação dos produtos, conferência e verificação final (Figura 35).

Dependendo do destino do pedido, os artigos são colocados em zonas diferentes. Se se tratar de um pedido de separação para a produção, os artigos são separados e colocados na zona de respetiva produção. Se é para um cliente, os artigos são embalados e etiquetados para expedição. Se o pedido é para um dos técnicos, os artigos são separados e entregues aos técnicos ou então acondicionados para serem enviados até eles.

Na AST são utilizados dois tipos de *picking*, o *picking by order* e o *picking by line*.

O *picking by order* separa os produtos de cada encomenda individualmente, garantindo precisão e rastreabilidade. O *picking by line* recolhe produtos para vários pedidos ao mesmo tempo, aumentando a eficiência e reduzindo deslocamentos.

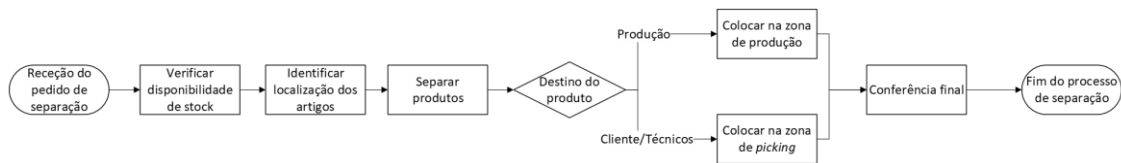


Figura 35 - Fluxograma picking

A correta implementação e supervisão desta etapa reduz significativamente erros de separação, retrabalho e atrasos na expedição, melhorando a satisfação do cliente e a produtividade operacional.

- Expedição

Na expedição, os produtos que foram previamente separados são embalados e acondicionados para a expedição.

Se a expedição é feita através de uma transportadora, os artigos são embalados e são medidas as dimensões de envio, seguido da marcação do transporte. Se a expedição é através de um técnico ou é levantada pelo cliente, apenas é embalado.

Ambas as situações são finalizadas com a impressão dos documentos necessários para o transporte e são colocados na zona de saídas.



Figura 36 - Fluxograma de expedição

O mapeamento desta etapa (Figura 36) garante que todos os pedidos sejam enviados corretamente, minimizando erros de expedição, atrasos e problemas com devoluções.

A documentação detalhada dos processos através de fluxogramas:

- Proporciona visualização clara das etapas dos processos do armazém;
- Permite uniformização e normalização das operações;
- Facilita a identificação de oportunidades de melhoria, reduzindo desperdícios e retrabalho;

- Garante rastreabilidade e controlo de qualidade, fundamentais para a satisfação do cliente e cumprimento das normas internas.

A representação visual dos fluxos de receção, armazenamento, *picking* e expedição contribui para reduzir desperdícios, minimizar erros e retrabalho e garantir a rastreabilidade de todas as fases da cadeia logística.

Desta forma, a AST consegue garantir uma gestão mais integrada, eficiente e é capaz de responder de forma mais precisa às exigências operacionais e aos desafios futuros dos fluxos logísticos.

5. RESULTADOS E PERSPETIVAS FUTURAS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os principais resultados obtidos ao longo do estudo, evidenciando as melhorias alcançadas e o impacto das ações desenvolvidas no contexto logístico da empresa.

Na segunda parte do capítulo, apresentam-se também as perspetivas futuras de resultados que serão possíveis alcançar a curto e médio prazo com a implementação de novas propostas cujo desenvolvimento se encontra em curso.

Serão abordadas recomendações de carácter estratégico e técnico, orientadas para a otimização da gestão de recursos, a normalização de procedimentos e a integração de soluções digitais que potenciem a eficiência global. São exploradas iniciativas que promovem a sustentabilidade, a inovação e a adaptação às exigências de um mercado em constante transformação.

Assim, este capítulo procura não apenas evidenciar oportunidades de desenvolvimento contínuo, mas também fornecer contributos para a consolidação de uma cultura organizacional voltada para a melhoria e excelência operacional.

5.1 Resultados obtidos

A implementação das melhorias descritas ao longo do capítulo anterior impactaram a eficiência global do armazém da AST, refletindo-se em melhorias a nível da organização, rastreabilidade, tempos de execução de tarefas e satisfação dos colaboradores.

As intervenções foram direccionadas nas seguintes áreas principais: identificação e localização de artigos, etiquetagem e rastreabilidade, inventariação e otimização dos processos operacionais.

Ao longo do período de realização do estudo, foram recolhidos dados que permitiram fazer comparações da situação inicial com a realidade após serem efetuadas as intervenções. Estes dados mostram uma evolução positiva na gestão logística do armazém da AST apoiada por processos mais estruturados e normalizados.

5.1.1 Identificação e localização dos artigos

A introdução da etiquetagem uniforme permitiu reduzir uma das maiores fragilidades do armazém, a falta de normalização e a insuficiente identificação de artigos.

Inicialmente verificou-se a ausência de normalização e falhas na identificação dos artigos, a Zona A e B mostraram ser as zonas mais trabalhosas no que toca à sua organização, visto serem zonas com um número elevado de artigos e corresponderem às áreas mais antigas.

Em contrapartida, a zona C e D apresentam níveis de organização maiores, visto que uma delas é uma zona recente e a outra contém menos artigos.

Tabela 4 - Zonas de armazenamento

Zonas	Nº artigos	Artigos não criados	Artigos duplicados
A	480	82	12
B	600	50	10
C	350	0	0
D	20	0	0

A zona A apresentava 82 artigos não criados, que correspondem a 17,1% do total de artigos e 12 artigos duplicados que representam 2,5% do total. Após a normalização e etiquetagem, todos estes artigos foram devidamente criados e duplicações eliminadas, traduzindo-se numa redução de 100% dos problemas registados nesta zona.

A zona B apresentava 50 artigos não criados, correspondendo a 8,3% do total de artigos e 10 duplicados equivalente a 1,7% do total. Igualmente nesta zona, a intervenção eliminou todos os artigos não criados e duplicados, assegurando uma redução de 100% destes problemas.

As zonas C e D apresentavam níveis elevados de organização, sem artigos não criados ou duplicados, confirmando a eficácia da etiquetagem desde a fase inicial.

5.1.2 Etiketagem e Rastreabilidade

A etiquetagem permitiu verificar, criar e associar localizações físicas a cada artigo. A implementação deste processo iniciou-se pela Zona A e encontra-se em expansão gradual para as restantes zonas.

Cada artigo tem um código associado e uma localização atribuída, assim sempre que é necessário encontrar um artigo, basta abrir a ficha do artigo no software ou recorrer ao excel de apoio às localizações. A Figura 37 apresenta como é que são exibidas as localizações no sistema.

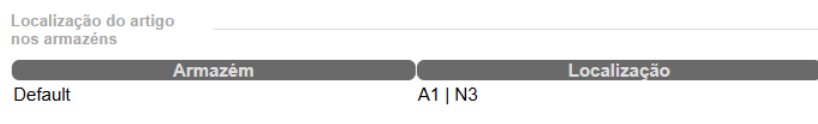


Figura 37 - Localização no Software

No início do ano, a separação de material para a produção de uma máquina envolvia cerca de 200 artigos e era necessário despender cerca de quatro horas de trabalho para realizar o *picking*. Como a única percepção de localização era apenas do conhecimento dos trabalhadores, ou seja, a separação de material era realizada de forma intuitiva e manual.

Atualmente, através da etiquetagem e da definição das localizações, a mesma separação de material leva cerca de duas horas de trabalho a ser efetuada, uma redução do tempo de trabalho de 50%. É extraída a lista de artigos e organizada por localização, desta forma a separação é baseada numa lógica otimizada que permite eliminar deslocamentos desnecessários e torna o processo mais eficiente.

Tabela 5 - Melhorias na etiquetagem/rastreabilidade

Indicador	Situação inicial	Situação Atual
Artigos etiquetados	0%	80%
Tempo médio localização	10-15 minutos	3-5 minutos

5.1.3 Inventariação

A contagem física complementada com a inserção no sistema permitiu alinhar os dados e criar uma base de dados fiável. Esta etapa permitiu reduzir as discrepâncias do stock físico com o real.

Os resultados reforçam a importância da inventariação contínua, à medida que os stocks eram atualizados maior era a certeza de que o stock em sistema estava congruente.

Inicialmente, sempre que havia a necessidade de separar material, era sempre necessário averiguar fisicamente se os artigos efetivamente existiam, obrigando a deslocações extras de um colaborador apenas para realizar esta análise. Este processo resultava em níveis altos de improdutividade e movimentos desnecessários, e também potenciava o desgaste físico e psicológico dos trabalhadores, resultante da repetição constante dessa tarefa devido à incerteza associada à falta de fiabilidade dos dados em stock.

A introdução da contagem física integrada com o sistema não apenas otimizou os processos operacionais, como também reduziu esforços desnecessários, melhorando a produtividade e a satisfação dos colaboradores.

5.1.4 Otimização de processos

A criação de fluxogramas para os processos de receção, armazenamento, *picking* e expedição formalizou a sequência das operações. Os efeitos imediatos incluem:

- Uniformização de procedimentos, reduzindo a dependência do conhecimento tácito dos colaboradores;
- Clareza na comunicação e formação interna;
- Redução de erros operacionais e de retrabalho;
- Base estruturada para auditorias e melhoria contínua.

Em conjunto, estas ações promoveram uma cultura de normalização, rastreabilidade e melhoria contínua dentro do departamento logístico.

5.2 Perspetivas futuras

5.2.1 Marcação estruturada

A organização do armazém constitui um elemento crítico na eficiência e segurança das operações. Neste sentido, a implementação de marcações no chão para a delimitação de zonas de circulação, áreas de armazenamento, postos de *picking* e localização de equipamentos representa uma intervenção estratégica com impacto direto na produtividade e na mitigação de riscos.

Esta medida permite a normalização dos processos internos, assegurando que os colaboradores executem tarefas de forma mais clara e eficiente, enquanto a circulação de mercadorias e equipamentos torna-se mais ordenada, reduzindo a probabilidade de incidentes.

5.2.2 Implementação de sistemas digitais de gestão

A adoção de sistemas de gestão de armazém (*Warehouse Management System* – WMS) representa uma melhoria tecnológica estratégica que permite a supervisão e controlo em tempo real de stocks, pedidos e movimentações de produtos.

A integração de um WMS possibilita a automatização de tarefas repetitivas, minimiza erros humanos e aumenta a precisão na gestão de inventário. Paralelamente, fornece indicadores de desempenho que apoiam a tomada de decisão estratégica e a análise contínua de processos. Esta melhoria está alinhada com os princípios da logística 4.0, promovendo eficiência, rastreabilidade e sustentabilidade.

5.2.3 Implementação de identificação única e etiquetagem de artigos

A atribuição de uma identificação única a cada artigo no armazém constitui uma melhoria estratégica fundamental para a eficiência logística, a rastreabilidade e a gestão de inventário.

Cada artigo deve ser etiquetado de forma normalizada, contendo informações essenciais como código, descrição, lote, data de entrada e localização. Este sistema permite a rápida localização dos produtos, reduz erros de *picking* e expedição, e facilita a realização de inventários periódicos com maior precisão.

A etiquetagem sistemática promove a padronização dos processos internos e cria uma base sólida para a integração com tecnologias digitais, como WMS e soluções de logística 4.0.

A implementação desta melhoria contribui para a otimização do fluxo de materiais, reduz o desperdício de tempo e recursos, e aumenta a confiabilidade das operações.

5.2.4 Indicadores de desempenho por áreas

Prevê-se a formalização e implementação de indicadores de desempenho (KPIs) específicos para cada área do armazém, permitindo uma supervisão sistemática e quantitativa da eficiência das operações.

Estes indicadores devem ser selecionados de acordo com as métricas que melhor caracterizam as atividades desenvolvidas em cada setor, como tempos de *picking*, precisão de inventário, movimentação de mercadorias, taxa de ocupação de espaço e cumprimento de prazos de expedição.

A utilização de KPIs permite a recolha de informação objetiva e a análise contínua do desempenho operacional, identificando quais são as áreas de melhoria e tendo como apoio os dados nas tomadas de decisões.

Além disso, o controlo baseado em indicadores contribui para a normalização de processos, estimula a responsabilização das equipas e favorece a otimização de recursos, promovendo operações mais ágeis, seguras e eficientes.

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHO FUTURO

A análise global do projeto de melhoria logística na empresa AST demonstra que a implementação de medidas estruturadas e metodologicamente fundamentadas têm impacto positivo e mensurável sobre a eficiência operacional da empresa.

No diagnóstico inicial do projeto, verificou-se que a empresa enfrentava diversas dificuldades. Entre os principais problemas destaca-se a ausência de um sistema de etiquetagem de artigos, a falta de visibilidade sobre os níveis reais de stock e a ausência de um mapeamento dos processos logísticos. Estas limitações traduzem-se em dificuldades na rastreabilidade de materiais, ineficiências nas operações, assim como em atrasos na preparação de encomendas e na comunicação entre os diferentes setores da organização.

Com base nesta análise, foram implementadas ações concretas com vista à melhoria dos processos e à criação de uma base sólida para futuras otimizações. Entre as principais iniciativas desenvolvidas destaca-se o mapeamento dos processos logísticos, que permitiu identificar os fluxos de materiais e as atividades críticas. A etiquetagem de produtos possibilitou uma gestão mais rigorosa do stock e uma melhoria significativa na localização e controlo dos materiais, que potenciou a redução em cerca de 50% no tempo médio de localização dos artigos.

Paralelamente, foram propostas medidas de reorganização física do armazém, incluindo a criação de uma área de consolidação, o que facilita a preparação de encomendas e reduz o tempo de movimentação. A nova plataforma de armazenamento ajudou na organização do armazém, pois através dela foi possível organizar e distribuir os artigos de forma a melhorar e simplificar o processo de separação de materiais.

A utilização de uma abordagem de investigação-ação combina a utilização de métodos qualitativos e quantitativos que permitem compreender não apenas a estrutura dos processos, mas também as dificuldades operacionais e humanas associadas, assegurando que as propostas de melhoria sejam realistas, exequíveis e alinhadas com a cultura organizacional da empresa e com as necessidades que surgem ao longo do crescimento da organização.

Apesar dos progressos alcançados, o estudo evidenciou novas oportunidades de desenvolvimento futuro, que poderão ser exploradas para consolidar e expandir os resultados obtidos. Entre os trabalhos futuros sugeridos destacam-se a implementação de um sistema de gestão digital, a definição de KPI's e a formação contínua dos colaboradores, de forma a promover a melhoria contínua e inovação.

Em síntese, este trabalho permitiu compreender de forma abrangente os desafios e potencialidades do setor logístico da empresa AST, apresentando soluções concretas e sustentadas que contribuem para a eficiência das operações.

Os resultados obtidos e as perspectivas futuras apontam para um caminho de evolução contínua, sustentado pela inovação, digitalização e melhoria dos processos internos, pilares essenciais para o crescimento sustentável da empresa.

A consolidação das medidas propostas e o desenvolvimento das iniciativas futuras permitirão à AST reforçar a sua competitividade, promover uma gestão mais integrada e sustentável e consolidar uma cultura organizacional orientada para a excelência operacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baker, P., & Canessa, M. (2009). Warehouse design: A structured approach. *European Journal of Operational Research*, 193(2). <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.11.045>

Botezatu, C., Condrea, I., Oroian, B., Hrițuc, A., Ețcu, M., & Slătineanu, L. (2019). Use of the Ishikawa diagram in the investigation of some industrial processes. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 682(1), 012012. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/682/1/012012>

Crespo de Carvalho J., (ed) (2020). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (3rd ed.), Edições Sílabo.

Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management* (5th ed.). Pearson Education.

Costa, J. P., Dias, J. M., & Godinho, P. (2010). *Logística*. Imprensa da Universidade de Coimbra.

Damelio, & Robert. (2011). *THE BASICS OF PROCESS MAPPING*.

Davenport, T. H. (1993). *Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology*. Harvard Business School Press.

Freitas, A. M., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Pereira, M. T., & Pereira, J. (2019). Improving efficiency in a hybrid warehouse: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 1074–1084. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.195>

Harrington, H. J. (1995). *Business process improvement: the breakthrough strategy for total quality, productivity, and competitiveness*. McGraw-Hill.

Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine Learning and Deep Learning for Process Mining – A Systematic Literature Review. *Business & Information Systems Engineering*, 63(6), 637–653.

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>

Laguna, M., & Marklund, J. (2018). *Business Process Modeling, Simulation and Design*. Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781315162119>

Lambert, D. M., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of logistics management*. Irwin/McGraw-Hill.

Lee, J. A., Chang, Y. S., Shim, H. J., & Cho, S. J. (2015). A Study on the Picking Process Time. *Procedia Manufacturing*, 3, 731–738. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.316>

MacCarthy, B. L., Ahmed, W. A. H., & Demirel, G. (2022). Mapping the supply chain: Why, what and how? *International Journal of Production Economics*, 250. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108688>

Mulcahy, D. E. (1994). *Warehouse Distribution and Operations Handbook*. Nova Iorque: McGraw-Hill.

Nigel Slack, Alistair Brandon-Jones, & Nicola Burgess. (2022). *Operations Management* (Pearson, Ed.; 10th ed.).

Pietri, N. O., Chou, X., Loske, D., Klumpp, M., & Montemanni, R. (2021). The buy-online-pick-up-in-Store Retailing Model: Optimization Strategies for In-Store Picking and Packing. *Algorithms*, 14(12), 350. <https://doi.org/10.3390/a14120350>

Prasetyawan, Y., & Ibrahim, N. G. (2020). Warehouse Improvement Evaluation using Lean Warehousing Approach and Linear Programming. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 847(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/847/1/012033>

Sixtus Nshirim, E., & Nwagwu, U. (2018). *International Journal of Applied and Natural Sciences Integrated Approach for Process Improvement: Value Engineering, Lean Methodology, SIPOC, and Value Stream Mapping*. <https://doi.org/10.61424/ijans>

Tompkins, J. A., Bozer, Y. A., & Tompkins, J. A. /White, J. A. (2014). *Facilities Planning* (4th ed.).

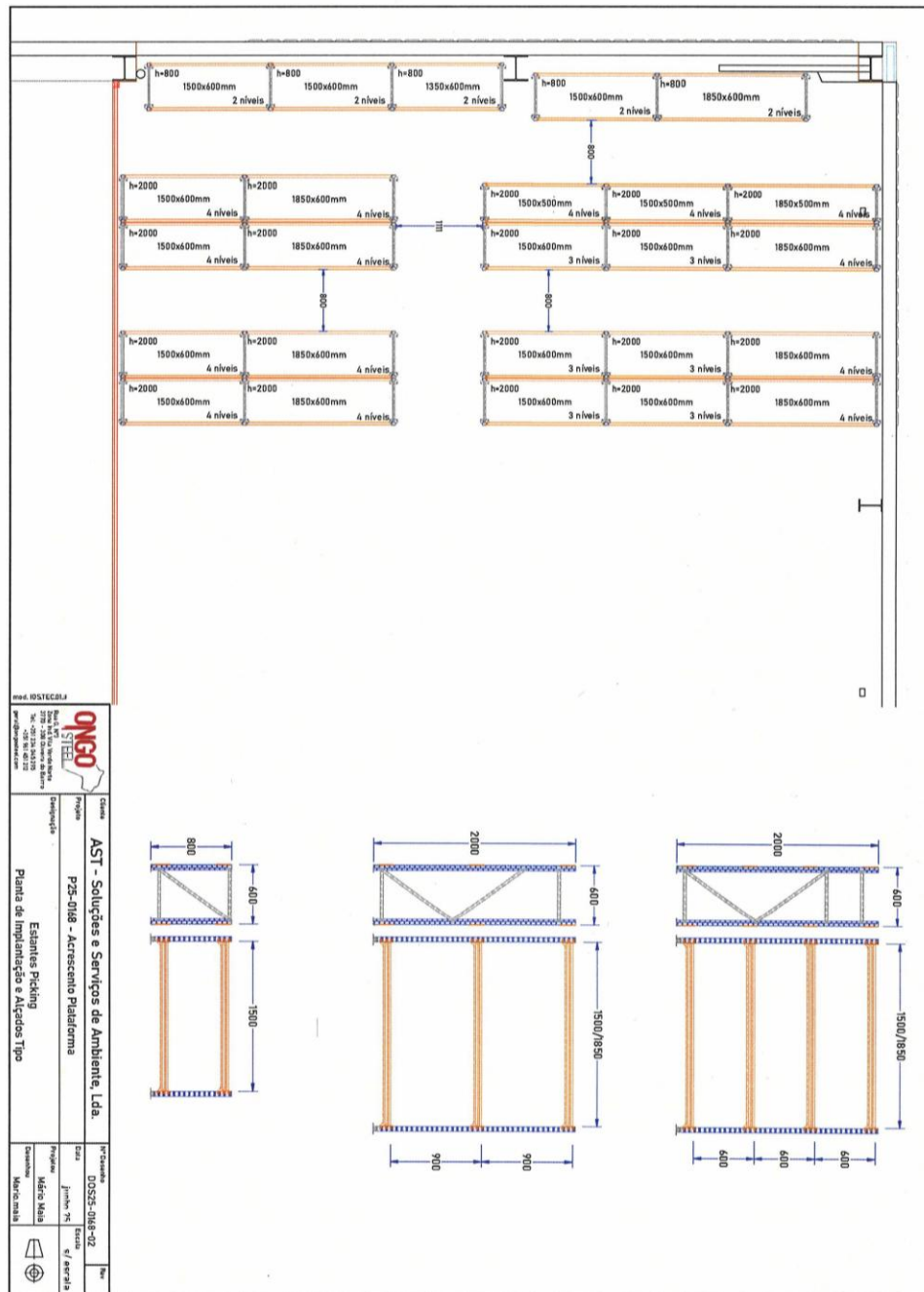
Tu, Y. J., Zhou, W., & Piramuthu, S. (2021). Critical risk considerations in auto-ID security: Barcode vs. RFID. *Decision Support Systems*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2020.113471>

Winkelmann, A., & Weiß, B. (2011). Automatic identification of structural process weaknesses in flow chart diagrams. *Business Process Management Journal*, 17(5), 787–807. <https://doi.org/10.1108/14637151111166187>

Zinciri, T., Çalışmaları, O., Literatür, Ve Sınıflama, A., Kocaoğlu, Y., Taşkin Gümüş, A., & Kocaoğlu, B. (2018). *Supply Chain Optimization Studies: A Literature Review and Classification (*)* (Vol. 19, Issue 1).

APÊNDICES

Apêndice 1 – Zona C prateleiras



Apêndice 2 – Layout Zona C inicial e expansão

