



UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Maria Beatriz Leite da Costa

**MELHORIA DO SISTEMA DE GESTÃO DE
ARMAZENAMENTO E INVENTÁRIO: CASO AMORIM
CORK, S.A.**

Dissertação no âmbito do mestrado em Engenharia e Gestão Industrial orientada pela Professora Doutora Aldora Gabriela Gomes Fernandes e pelo Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica.

Julho de 2023

1 2



9 0

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Melhoria do Sistema de Gestão de Armazenamento e Inventário: Caso Amorim Cork, S.A.

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial

Improving the Storage and Inventory Management System: Case Amorim Cork, S.A.

Autor

Maria Beatriz Leite da Costa

Orientadores

Professora Doutora Aldora Gabriela Gomes Fernandes

Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto

Júri

Presidente Professor Doutor **Cristóvão Silva**
Professor Associado da Universidade de Coimbra

Vogais Professor Doutor **Samuel de Oliveira Moniz**
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Orientador Professora Doutora **Aldora Gabriela Gomes Fernandes**
Professora Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional

**AMORIM
CORK**

Amorim Cork, S.A.

Coimbra, julho, 2023

“We keep moving forward, opening new doors, and doing new things, because we’re curious and curiosity keeps leading us down new paths.”

Walt Disney

Aos meus pais e aos meus avós,

Agradecimentos

Com a concretização deste projeto, termina uma das etapas mais bonitas e desafiantes da minha vida. Resta-me expressar o meu profundo agradecimento às pessoas que fizeram parte dela e a tornaram, ainda mais, inesquecível.

Em primeiro lugar, um especial agradecimento à minha família pela educação, pelo amor, pela dedicação, pelo apoio, por permitirem que seja mestre em Engenharia e Gestão Industrial e exigirem o melhor de mim. Em particular, aos meus avós, pelos valores transmitidos e por todo o amor ao longo da minha vida.

A Coimbra, por me ter presenteado com os melhores amigos que poderia ter conhecido e que tornaram tudo ainda mais especial. Obrigada por todos os momentos incríveis partilhados e pelas memórias que levo para sempre no meu coração. Em particular, um especial agradecimento ao António pelo apoio, companheirismo e amizade que me transmitiu neste percurso.

À Professora Doutora Gabriela Fernandes e ao Professor Doutor Telmo Pinto, pela orientação, disponibilidade, ajuda e preocupação mostrada ao longo deste projeto.

Um grande agradecimento à Amorim Distribuição, em especial à Eng^a Diana Filipe e ao Eng^o Filipe Loureiro, pela oportunidade e confiança. A toda a equipa, pela colaboração e pelos desafios, que me permitiram o crescimento tanto a nível pessoal como profissional.

A todos, muito obrigada!

Resumo

O presente projeto é o resultado de um estudo desenvolvido na Amorim Distribuição (AD), sendo esta a responsável pela personalização de rolhas de cortiça para vinhos tranquilos. Os principais objetivos deste trabalho de investigação são o cálculo do inventário de segurança e as correspondentes necessidades de espaço de stockagem; a reorganização do armazém de matéria-prima e a normalização dos fluxos e procedimentos do armazém.

Adotou-se uma estratégia de investigação-ação, pelo que foram realizados vários períodos de recolha e análise de dados – através da utilização de técnicas de observação estruturada e participativa, entrevistas não estruturadas, *brainstorming* e análise documental –, para a identificação e implementação de oportunidades de melhoria, normalização e avaliação.

As oportunidades de melhoria implementadas, nomeadamente a reorganização do armazém de matéria-prima, permitiu uma melhoria de 17% no tempo médio de *picking* para encomendas pequenas e 60% para encomendas grandes. Quanto à dispersão dos artigos pelas linhas de armazenamento nos armazéns esta foi melhorada em 40%. Além disso, houve uma redução de 76% no número médio de tarefas diárias para encomendas pequenas, devido à inatividade de um setor e, conseqüente, aumento do espaço do *buffer* da marcação. A alteração do fator de embalagem resultou numa redução de três camiões semanais no transporte de produtos, resultando numa poupança semanal de 630€.

Devido ao curto período do estágio, apenas um ciclo de investigação-ação foi possível realizar. Além disso, uma limitação identificada refere-se à recolha de dados para as tarefas de *picking* de encomendas pequenas após a implementação da organização do armazém de matéria-prima, podendo afetar a representatividade dos dados. Outra limitação encontrada foi a falta de precisão no cálculo do inventário de segurança devido à disponibilidade limitada dos dados reais de consumo.

Palavras-chave: Técnicas de gestão de *stocks*; Técnicas de previsão; Normalização; Melhoria contínua

Abstract

The present project is the result of a study conducted at Amorim Distribuição (AD), which is responsible for customizing cork stoppers for still wines. The main objectives of this project are to calculate the safety inventory and the corresponding storage space requirements, reorganize the raw material warehouse, and standardize the warehouse flows and procedures.

An action-research strategy was adopted, involving multiple periods of data collection and analysis. Structured and participative observation techniques, non-structured interviews, brainstorming, and document analysis were used to identify and implement improvement opportunities, standardization, and evaluation.

The implemented improvement opportunities, particularly the reorganization of the raw material warehouse, allowed for a 17% improvement in the average picking time for small orders and a 60% improvement for large orders. The dispersion of the items along the storage lines in the warehouses was improved by 40%. Furthermore, the average number of daily tasks for small orders decreased by 76% due to the inactivity of one sector, resulting in an increase in marking buffer space. By changing the packing factor, three trucks per week were eliminated in the product transportation, leading to weekly savings of 630€.

Due to the short internship period, only one research-action cycle could be conducted. Another limitation identified refers to the collection of data for small order picking tasks after the implementation of the raw material warehouse organization. This may potentially impact the representativeness of the data. Furthermore, a limitation was found regarding the accuracy of the safety inventory calculation, due to the limited availability of actual consumption data, which may have affected the precision of the calculations.

Keywords Stock management techniques; Forecasting techniques; Standardization; Continuous improvement

Índice

Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xi
Siglas	xii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodologia de Investigação	3
1.4. Estrutura da Dissertação	5
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	7
2.1. Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento	7
2.2. Armazenagem	9
2.2.1. Processo de Armazenamento.....	9
2.2.2. Caracterização de um Armazém.....	11
2.2.3. Organização e <i>Layout</i>	12
2.3. Gestão de Inventário	14
2.3.1. Classificação dos Produtos	15
2.3.2. Nível de Serviço e Inventário de Segurança.....	18
2.3.3. Modelos de Gestão de Inventário	19
2.3.4. Modelos de Revisão Periódica	20
2.4. Métodos de Previsão da Procura e Integração na Gestão de Inventário	22
2.5. Métodos e Ferramentas	24
2.5.1. Gestão Visual.....	24
2.5.2. <i>Standard Work</i>	25
2.5.3. 5 S's	26
2.5.4. Diagrama de Esparguete.....	27
2.6. Sumário.....	27
3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO.....	31
3.1. Estratégia de Investigação.....	32
3.2. Recolha e Análise de Dados	33
4. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	35
4.1. Apresentação do Grupo: Corticeira Amorim.....	35
4.1.1. Unidade de Negócio Amorim Cork, S.A.....	37
4.1.2. Unidade Industrial Amorim Distribuição	37
4.2. Processo Produtivo da Amorim Distribuição	39
4.3. Processo de Armazenamento	41
4.4. Caracterização do Armazém de Matéria-Prima.....	44
4.5. Caracterização do Estado Atual	46
4.5.1. Apresentação do Problema.....	46
4.5.2. Análise do Estado Atual	46
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55

5.1.	Cálculo do Inventário de Segurança	55
5.2.	Reorganização do Armazém de Matéria-Prima.....	57
5.3.	Normalização dos Fluxos e Procedimentos do Armazém	67
5.3.1.	Abastecimento do Novo Espaço do <i>Buffer</i>	67
5.3.2.	Devoluções ao Armazém de Matéria-Prima.....	69
5.3.3.	Organização do Armazém de Matéria-Prima	70
6.	CONCLUSÃO.....	73
6.1.	Contributos Práticos.....	73
6.2.	Limitações do Trabalho	75
6.3.	Recomendações de Trabalho Futuro.....	76
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
	APÊNDICE A: <i>AS-IS</i> do Processo das Sobras	83
	APÊNDICE B: <i>AS-IS</i> do Processo de Armazenamento	85
	APÊNDICE C: Excerto da Análise ABC dos Produtos Consumidos	87
	APÊNDICE D: Excerto do Cálculo do Inventário de Segurança.....	89
	APÊNDICE E: Norma do Abastecimento do Novo Espaço do <i>Buffer</i>	91
	APÊNDICE F: Norma do Processo de Devoluções ao Armazém.....	93
	APÊNDICE G: <i>TO-BE</i> do Processo das Sobras.....	95
	APÊNDICE H: Norma do Processo de Organização do Armazém	97
	APÊNDICE I: <i>TO-BE</i> do Processo de Armazenamento	99
	APÊNDICE J: Cartão <i>Kamishibai</i> do Setor da Logística de Entrada	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. <i>Research Onion</i> [Fonte: Adaptado de Saunders et al. (2019)].....	4
Figura 2.1. Cadeia de Abastecimento [Fonte: Adaptado de Ballou (2007)]	8
Figura 2.2. Funções e fluxos típicos de um armazém [Fonte: Adaptado de Tompkins et al. (2010)]	11
Figura 2.3. Representação de uma curva ABC [Fonte: Adaptado de Arnold et al. (2004)]	15
Figura 2.4. Política de revisão de inventário (R, S) [Fonte: Adaptado de Agarwal (2014)]	20
Figura 2.5. Política de revisão de inventário (R, s, S) [Fonte: Adaptado de Agarwal (2014)]	21
Figura 2.6. Política de revisão de inventário (R, s, Q) [Fonte: Adaptado de Tempelmeier e Fischer (2010)]	21
Figura 3.1. <i>Framework</i> de Investigação-Ação [Fonte: Adaptado de Saunders et al. (2019)]	32
Figura 4.1. Unidades de Negócio da Corticeira Amorim	36
Figura 4.2. Unidades Industriais da Amorim Cork, S.A.	37
Figura 4.3. Cadeia de Valor da Amorim Distribuição.....	39
Figura 4.4. Quadro da marcação (fogo ou tinta).....	43
Figura 4.5. Palete com matéria-prima em <i>Big Bag</i>	44
Figura 4.6. Palete com matéria-prima em sacos de rafia.....	44
Figura 4.7. Armazenamento de matéria-prima na AD	45
Figura 4.8. Diagrama de Pareto relativo à quantidade de consumo de cada artigo por classe ABC	47
Figura 4.9. Diagrama de Esparguete realizado a uma tarefa de um artigo BX de quantidade 54 ML (esquerda) e de um artigo AX de quantidade 250 ML (direita)	49
Figura 4.10. Distribuição do tempo de <i>picking</i> pelas tarefas executadas relativas às encomendas pequenas	51
Figura 4.11. Distribuição do tempo de <i>picking</i> pelas tarefas executadas relativas às encomendas grandes.....	53
Figura 4.12. Diagrama de Pareto – quantidade solicitada em cada tarefa.....	54
Figura 5.1. Fornecedores dos artigos classificados como AX.....	58
Figura 5.2. <i>Layout</i> para reaproveitamento do espaço do setor da Escolha.....	59
Figura 5.3. Implementação do novo espaço do <i>buffer</i> da marcação (antes – esquerda – e após – direita)	60

Figura 5.4. Evolução do número médio de tarefas diárias das encomendas pequenas e das encomendas grandes.....	60
Figura 5.5. Perfil de encomendas dos artigos destinados ao novo <i>buffer</i> da marcação.....	61
Figura 5.6. Dimensionamento dos armazéns com base na quantidade necessária de SS por artigo.....	63
Figura 5.7. Diagrama de Esparguete realizado a uma tarefa de um artigo BX de quantidade 98 ML (esquerda) e de um artigo AX de quantidade 255 ML (direita)	66
Figura 5.8. Implementação dos 5S's no novo espaço do <i>buffer</i> do setor da Marcação.....	68

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1. Técnicas adotadas para a recolha de dados.....	5
Tabela 2.1. Métodos de armazenamento de materiais em armazéns.....	13
Tabela 2.2. Integração da classificação ABC e XYZ [Fonte: Adaptado de Mor et al. (2021)].....	17
Tabela 2.3. Políticas de Gestão de Inventário [Fonte: Adaptado de Fattah et al. (2016)]...	19
Tabela 3.1. Propósito da recolha de dados e técnicas utilizadas	34
Tabela 4.1. Famílias de rolhas da Amorim Distribuição.....	38
Tabela 4.2. Frequência e quantidade média recebida proveniente de cada unidade industrial	41
Tabela 4.3. Planta e caracterização dos armazéns de matéria-prima da AD.....	45
Tabela 4.4. Classificação dos artigos segundo a análise ABC	47
Tabela 4.5. Resultados da análise XYZ.....	48
Tabela 4.6. Matriz ABC/XYZ	48
Tabela 4.7. Tempo despendido em cada atividade executada durante o <i>picking</i> de encomendas pequenas	51
Tabela 4.8. Frequência da operação de contagem de rolhas em encomendas pequenas	52
Tabela 4.9. Tempo despendido em cada atividade executada durante o <i>picking</i> de encomendas grandes.....	52
Tabela 4.10. Frequência da operação de contagem de rolhas em encomendas grandes	53
Tabela 5.1. Características dos artigos monitorizados	56
Tabela 5.2. Distribuição dos artigos pelos armazéns de acordo com a sua classificação....	63
Tabela 5.3. Resultados obtidos para as encomendas pequenas através da cronometragem dos tempos de <i>picking</i> após a reorganização do armazém	64
Tabela 5.4. Resultados obtidos para as encomendas grandes através da cronometragem dos tempos de <i>picking</i> após a reorganização do armazém.....	65

SIGLAS

AD – Amorim Distribuição

ML – Milheiro (mil rolhas)

LT – *Lead Time*

FIFO – *First-In-First-Out*

CV – Coeficiente de Variação

SS – Inventário de Segurança

1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta, como objetivo, o enquadramento do projeto desenvolvido na Amorim Distribuição. Numa primeira abordagem, o objetivo é fornecer uma introdução sucinta sobre o tema abordado, de forma a estabelecer o contexto do conteúdo que será apresentado na presente dissertação. De seguida, apresentam-se os objetivos e a metodologia adotada para a sua concretização e, por fim, a estrutura do documento.

1.1. Contextualização

O aumento da globalização, o avanço das economias mundiais e o crescente consumismo das sociedades, provocaram um aumento da procura de transporte, de movimento e manuseamento de materiais. Neste sentido, surgiu a necessidade da criação de novos sistemas logísticos e cadeias de abastecimento existentes, bem como, a expansão e a complexidade dos mesmos. De modo a acomodar estas exigências, foram estabelecidas novas instalações logísticas, oferecendo uma vasta gama de serviços logísticos (Kłodawski et al., 2017).

A crescente tendência da população em geral em procurar uma maior diversidade de produtos, aliada à expectativa de tempos de resposta rápidos, tem salientado a importância crucial de estabelecer operações logísticas eficientes e sem contratempos. Essas operações desempenham um papel fundamental na determinação da competitividade de uma empresa, uma vez que os custos logísticos constituem uma parte significativa dos custos globais de produção (Rouwenhorst et al., 2000).

Além disso, os armazéns têm ainda um papel crucial em todas as cadeias de abastecimento porque contribuem significativamente para o manuseamento de materiais que são deslocados dos locais de produção até os consumidores. O funcionamento correto dos armazéns permite a realização das suas tarefas logísticas a um nível de qualidade adequado e aceitável pelos clientes (Kłodawski et al., 2017).

A Unidade Industrial Amorim Distribuição, inserida no segmento dos vinhos tranquilos da empresa Amorim Cork, S.A., pertencente ao Grupo Amorim, não é exceção na

procura pela vantagem competitiva, sendo que, é nesta perspetiva que se propõe a realização do presente projeto.

A Amorim Cork, S.A., constituída por 10 Unidades Industriais, centra-se na venda de rolhas de cortiça, sendo que, a Amorim Distribuição é a unidade responsável pela personalização das rolhas para vinhos tranquilos, antes de serem enviadas para os clientes. Neste sentido, a Amorim Distribuição funciona como *postponement* – termo que significa adiar, tanto quanto possível, certos processos de personalização na cadeia de abastecimento, até à receção de encomendas por parte dos clientes (Prataviera et al., 2020) – da Amorim Cork, S.A., com a produção gerida pelo sistema *pull*, numa lógica de *make-to-order*.

A Amorim Cork, S.A. divide as rolhas de cortiça em várias categorias, segundo o tamanho e o formato, de modo a permitir que cada rolha se adapte aos requisitos específicos de cada garrafa ou bebida. Para além do mais, como resultado da inovação, a Amorim Cork apresenta um vasto portefólio de produtos, sempre com foco na melhoria e controlo da qualidade. Deste modo, a Amorim Distribuição por forma a responder a todas as necessidades do cliente, comercializava mais do que uma família de rolhas de cortiça, ou seja, produziam rolhas naturais, colmatadas e micro-granuladas.

Porém, em 2022, a Amorim Cork, S.A., de forma a realocar famílias de produtos, nas suas diferentes unidades industriais de distribuição, estabeleceu uma iniciativa estratégica relevante que entrou em vigor em janeiro de 2023. Consequentemente, a Amorim Distribuição ficou, somente, a comercializar rolhas de cortiça micro-granuladas. Deste modo, uma vez que o portefólio de produtos ficou mais reduzido, surge a necessidade de reestruturar a organização do armazém, no que diz respeito à receção da matéria-prima, tornando-se este o propósito da minha dissertação.

1.2. Objetivos

A presente dissertação tem como principal objetivo melhorar a logística da receção de matéria-prima na unidade fabril Amorim Distribuição. Pretende-se realizar uma análise detalhada dos processos existentes, com o propósito de identificar possíveis melhorias e, se possível, implementá-las de forma a aumentar a capacidade e a eficiência do processo produtivo. Neste sentido, pretende responder-se à seguinte questão de investigação: “Como melhorar o sistema de gestão de armazenamento e inventário da Amorim Distribuição?”.

Com o intuito de responder a esta questão, foram estabelecidos três objetivos específicos:

- Objetivo 1 [O1]: Recalcular o inventário de segurança e as correspondentes necessidades de espaço de stockagem;
- Objetivo 2 [O2]: Reorganizar o armazém de matéria-prima;
- Objetivo 3 [O3]: Normalizar os fluxos/procedimentos do armazém.

1.3. Metodologia de Investigação

O desenvolvimento de uma análise ao problema devidamente estruturada, regida por uma métrica metodicamente orientada – contendo um plano claro e definido essencial para lidar com cada fase da análise do problema e implementar as soluções de forma eficaz – é crucial para alcançar os objetivos propostos.

Neste sentido, a estruturação da metodologia de investigação utilizada para a redação da dissertação, terá por base a *framework* proposta por (Saunders et al., 2019), intitulada de *Research Onion*. O autor apresenta um plano abrangente e conciso para realizar uma investigação consistente e fundamentada que permite o estabelecimento de uma linha clara de pensamento, delineando cada fase da realização do projeto e assegurando, deste modo, o rigor científico. A *Research Onion* consiste em seis camadas – filosofia, abordagem ao desenvolvimento teórico, estratégia de investigação, horizonte temporal, técnicas e procedimentos, e recolha de dados – que fornecem uma descrição detalhada de cada fase do projeto.

A Figura 1.1 mostra uma adaptação da *Research Onion* ao caso em estudo.

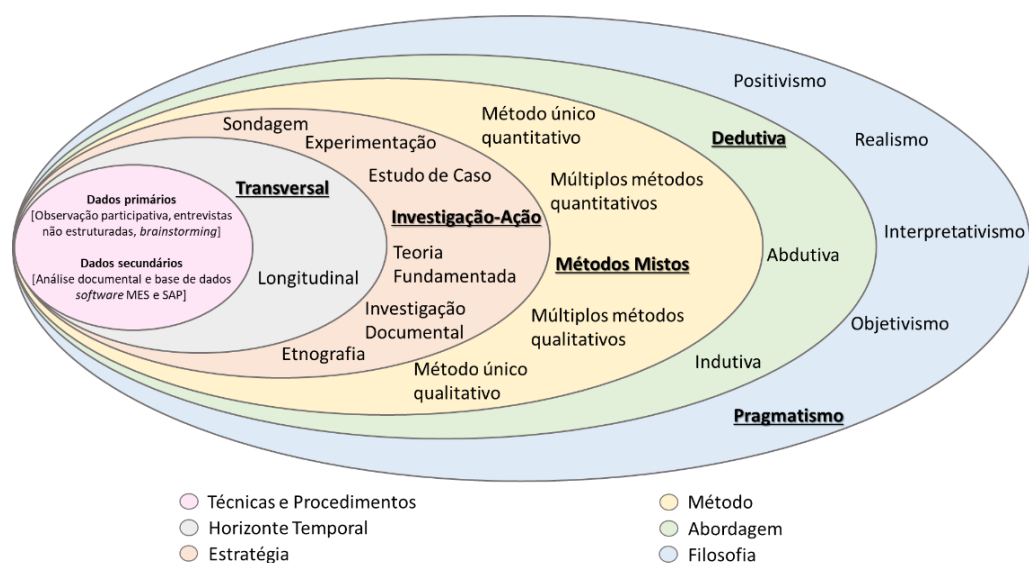


Figura 1.1. *Research Onion* [Fonte: Adaptado de Saunders et al. (2019)]

A adoção de uma abordagem dedutiva, alicerçada numa filosofia pragmática, resultou, durante uma primeira fase, numa análise da literatura existente para identificar ferramentas e estudos existentes sobre a logística e organização do armazém, bem como sobre o cálculo do inventário de segurança. Posteriormente, os conceitos estudados são aplicados na prática.

Seguindo uma estratégia de investigação-ação, método que permite resolver um problema, mas também contribuir para o conhecimento, onde o investigador tem um papel ativo e coopera em equipa, no ambiente do problema (Coughlan e Coughlan, 2002). Esta estratégia, apoiada na espiral de atividades apresentada por Saunders et al. (2019), apresenta quatro etapas principais: diagnóstico, planeamento, ação e avaliação.

A investigação é realizada num espaço temporal transversal, que abrange a duração do estágio curricular. Para cumprir os objetivos propostos, é adotado um método misto simples que combina dados quantitativos e qualitativos. Para a recolha de dados quantitativos, recorrer-se a técnicas de observação estruturada, como cronometragem do tempo de atividade. Já para obter uma compreensão mais profunda do processo produtivo, identificar dificuldades e oportunidades de melhoria junto dos envolvidos, são utilizadas técnicas de observação participativa, análise documental, entrevistas não estruturadas e sessões de *brainstorming*. A Tabela 1.1 sintetiza as técnicas adotadas para atender aos objetivos propostos.

Tabela 1.1. Técnicas adotadas para a recolha de dados

Objetivos de Investigação	Métodos de Investigação
O1: Recalcular o inventário de segurança e as correspondentes necessidades de espaço de stockagem	Análise documental, <i>brainstorming</i>
O2: Reorganizar o armazém de matéria-prima	Entrevistas não estruturadas, observação participativa e estruturada, <i>brainstorming</i>
O3: Normalizar os fluxos/procedimentos do armazém	Entrevistas não estruturadas, observação participativa, <i>brainstorming</i>

1.4. Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se organizada em seis capítulos, cada um deles contendo vários subcapítulos. O primeiro capítulo – Introdução – apresenta uma visão geral do problema em questão, apresentando os principais objetivos para responder à pergunta de investigação proposta. Além disso, é abordada a metodologia de investigação adotada e, por fim, a explicação de como este projeto está estruturado.

No segundo capítulo é apresentado o enquadramento teórico que serviu como base sólida para a posterior implementação prática dos conceitos adquiridos. Mais concretamente, as temáticas abordadas são: logística e cadeia de abastecimento, armazenagem e gestão de inventário. No mesmo sentido, as ferramentas e métodos detalhados são: gestão visual, *standard work*, diagrama de esparguete e 5S's.

No capítulo seguinte é analisada a metodologia de investigação adotada que serviu de guião para a resolução do problema. Nesta etapa foi examinada a estratégia seguida no horizonte temporal definido, bem como descrito o método utilizado para a recolha dos dados necessários.

No quarto capítulo – Caracterização do Problema – são apresentadas informações com carácter mais descritivo sobre a empresa onde o estágio curricular foi realizado, descrevendo-se uma breve história da mesma, detalhes sobre o seu processo de fabrico e uma visão geral dos seus produtos. Posteriormente, é realizada uma análise detalhada da situação atual do sistema de gestão de armazenamento e inventário da unidade industrial.

O quinto capítulo – Resultados – aborda os três objetivos de investigação estabelecidos. Neste sentido, são apresentadas propostas de melhorias, assim como os resultados alcançados após a sua implementação.

No último capítulo – Conclusão – são apresentados os principais contributos práticos do projeto desenvolvido, as recomendações de trabalhos futuros e as principais limitações encontradas durante a realização desta investigação.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

No presente capítulo define-se e caracteriza-se os conceitos teóricos, métodos e ferramentas que suportam o trabalho realizado, com base numa revisão bibliográfica relevante. Inicialmente são apresentados os conceitos logística, gestão da cadeia de abastecimento e os respetivos princípios. Seguidamente, serão definidas as operações presentes num armazém, bem como, as diversas formas de organização e *layout*. Segue-se a apresentação dos modelos de gestão de inventário e a sua integração nos métodos de previsão da procura. Finalmente, serão apresentados os vários métodos e ferramentas utilizados no desenvolvimento do projeto.

2.1. Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento

O aumento da globalização, o avanço das economias mundiais e o crescente consumismo das sociedades, provocaram um aumento da procura de transporte, movimento e manuseamento de materiais. Neste sentido, houve a necessidade de modificar sistemas logísticos e cadeias de abastecimento existentes, bem como, a expansão e a complexidade dos mesmos (Kłodawski et al., 2017). A tendência sempre crescente para uma maior variedade de produtos, aliada à expectativa de tempos de resposta rápidos, tem salientado uma enorme ênfase na capacidade de estabelecer operações logísticas suaves, eficientes e sem contratempos (Rouwenhorst et al., 2000).

O termo “logística” descreve o processo de planeamento, implementação, controlo do fluxo e armazenamento eficiente de matérias-primas, inventário em processo, produtos acabados e fluxo de informações, desde a sua origem até ao destino final, tendo em conta as necessidades dos clientes (Cooper et al., 1997). Apesar da existência de várias definições, este termo pode-se resumir aos “6Rs” da logística, que a descrevem como o planeamento estratégico para garantir o produto certo (*Right Goods*), no tempo certo (*Right Time*), na quantidade certa (*Right Quantity*), na qualidade certa (*Right Quality*), no local certo (*Right Location*), ao preço certo (*Right Costs*) (Hompele e Schmidt, 2007).

O desempenho logístico de um sistema, que permita a entrega de um serviço ótimo a custos mínimos, só pode ser alcançado, quando o fluxo de materiais e o fluxo de informações, são bem coordenados (Hompele e Schmidt, 2007). Deste modo, o objetivo da

logística é fornecer um serviço eficiente ao cliente, garantindo o cumprimento das especificações solicitadas (Rutner e Langley, 2000).

A cadeia de abastecimento surge como uma evolução do conceito de logística e refere-se ao planeamento e à gestão das relações entre uma organização, seus fornecedores e clientes, com o intuito de entregar um produto/serviço de alto valor ao menor custo possível em toda a cadeia de abastecimento (Christopher, 2016). Contudo, esta não só inclui a própria organização e fornecedores, mas também transportadores, armazéns, revendedores e clientes (Ballou, 2007; Chopra e Meindl, 2013), como esquematizado na Figura 2.1. Para se manterem competitivas, as cadeias de abastecimento devem adaptar-se às mudanças tecnológicas e às expectativas dos clientes (Chopra e Meindl, 2013).

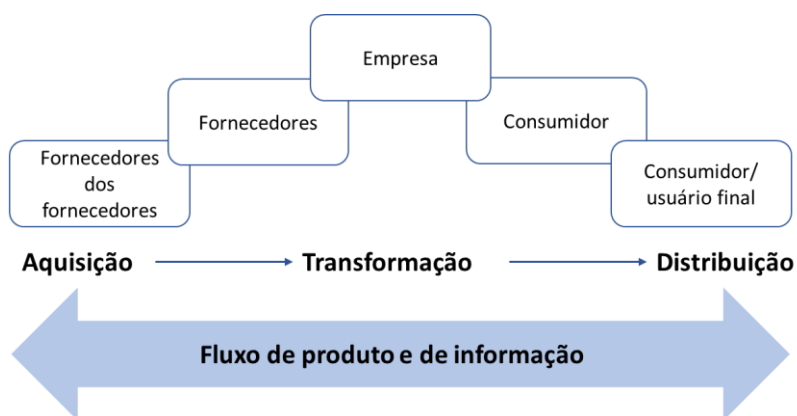


Figura 2.1. Cadeia de Abastecimento [Fonte: Adaptado de Ballou (2007)]

De forma a atingir o objetivo de uma estratégia da cadeia de abastecimento – equilíbrio entre a capacidade de resposta e a eficiência com que esta se enquadra na estratégia competitiva – cada empresa deve examinar os seus fatores logísticos e multifuncionais, por forma a melhorar o seu desempenho na cadeia de abastecimento (Chopra e Meindl, 2013). No entanto, não existe uma estratégia única que seja aplicável a todos os tipos de produtos. Pelo contrário, é necessário adaptar as estratégias de acordo com as necessidades e requisitos específicos dos clientes, visto que o impacto, desses fatores suprarreferidos, terá um papel crucial na capacidade de resposta e nos lucros de toda a cadeia de abastecimento (Chopra e Meindl, 2013).

2.2. Armazenagem

Os armazéns são uma componente crucial da maioria das cadeias de abastecimento modernas (Rushton et al., 2014; Gu et al., 2007), visto que contribuem significativamente para o manuseamento de materiais que são deslocados dos locais de produção para os consumidores. O funcionamento correto dos armazéns permite a realização das suas tarefas logísticas, a um nível de qualidade adequado e aceitável pelos clientes (Kłodawski et al., 2017).

No entanto, as tendências recentes como, a crescente volatilidade do mercado, a proliferação da gama de produtos e o encurtamento dos prazos de entrega, impactam nas tarefas que os mesmos são obrigados a desempenhar. Deste modo, os armazéns precisam de ser concebidos e operados de acordo com os requisitos específicos da cadeia de abastecimento como um todo (Rushton et al., 2014).

Devido à natureza das instalações, recursos humanos e equipamentos necessários, estes são frequentemente um dos elementos mais dispendiosos da cadeia de abastecimento e, por conseguinte, a sua gestão bem-sucedida é crítica tanto em termos de custos como de serviço (Rushton et al., 2014). Além disso, as próprias atividades exercidas em armazém não acrescentam valor ao produto, no entanto, essas operações desempenham um papel primordial na cadeia de abastecimento, sendo essenciais para a eficiência da produção, a satisfação final do cliente e a entrega de proposta de valor da empresa (Gu et al., 2007).

2.2.1. Processo de Armazenamento

O processo de armazenamento envolve uma série de atividades relacionadas com a receção, armazenamento, recolha e expedição de bens materiais, que ocorrem em instalações adequadas e são realizadas sob determinadas condições organizacionais e tecnológicas (Kłodawski et al., 2017).

i. Processo de receção e expedição

A operação de receção consiste na receção ordenada de todos os materiais que entram no armazém, na garantia de que a quantidade e a qualidade de tais materiais são os encomendados e no transporte de materiais para armazenamento ou para outras funções organizacionais que deles necessitem (Tompkins et al., 2010).

A operação de expedição, por sua vez, envolve a preparação e carregamento dos materiais para o transporte, o que inclui atividades como embalagem, carregamento e dosagem dos materiais (Rouwenhorst et al., 2000).

ii. Processo de arrumação ou *Put-away*

O processo de arrumação ou *put-away* é o ato de colocar a mercadoria em armazém, incluindo o manuseamento e a colocação de material. O método de armazenamento utilizado no armazém pode ser fixo ou aleatório (Rouwenhorst et al., 2000), dependendo do tamanho, da quantidade dos artigos em *stock* e das características de manuseamento do produto (Tompkins et al., 2010).

iii. *Picking*

Um dos processos de armazenamento mais críticos no que concerne a tempo e custos é o processo de seleção e recolha de produtos para satisfazer uma procura específica (Grosse et al., 2017; Tompkins et al., 2010). Como o *picking* representa o serviço básico que o armazém presta ao cliente, a ocorrência de uma falha nesta fase pode causar atrasos na entrega ou perdas financeiras, afetando negativamente a satisfação do cliente (Tompkins et al., 2010). Por esta razão, é determinado como o processo prioritário para a melhoria da produtividade (Koster et al., 2007).

Esta operação pode ser manual, mecânica ou automática (total ou parcial) (Rouwenhorst et al., 2000). Embora os sistemas de armazenamento automatizados tenham avançado tecnologicamente nos últimos anos, a maioria das empresas continua a executar processos de *order-picking* manuais, sendo estes realizados por humanos. Estes sistemas manuais são frequentemente mais flexíveis do que as opções automatizadas, sendo estes especialmente importantes para o caso de o leque de produtos ser heterogéneo e estar em constante mudança. Porém, a elevada flexibilidade que acompanha os colaboradores nestes sistemas, leva a custos de mão-de-obra elevados, tornando a operação de *picking* um processo de custo e tempo intensivo que frequentemente representa cerca de 50% dos custos totais de funcionamento de um armazém (Grosse et al., 2017; Tompkins et al., 2010).

iv. *Cross-docking*

Este processo, conhecido como fluxo direto, ocorre quando os produtos são encaminhados diretamente da área de receção para a área de expedição, sem a necessidade de armazenamento intermediário. Neste sentido, os produtos recebidos de uma fonte podem, ocasionalmente, ser combinados com produtos de outras fontes que vão na mesma direção, sendo enviados diretamente para os clientes sem serem colocados em armazenamento a longo prazo, ou seja, não superior a um dia ou a um consumo quase imediato (Farahani et al., 2011).

O fluxo das atividades, acima referenciadas, relativo ao processo de armazenamento encontra-se resumido na Figura 2.2.

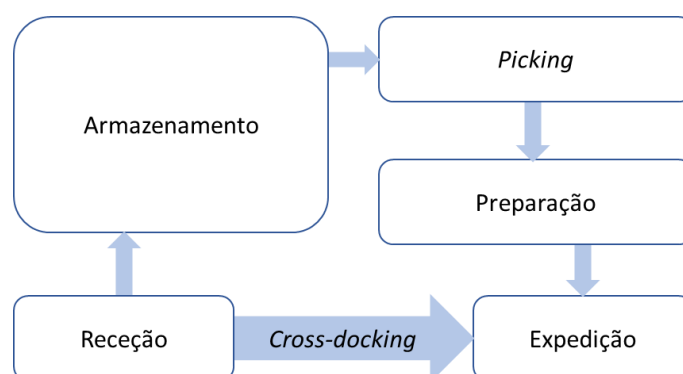


Figura 2.2. Funções e fluxos típicos de um armazém [Fonte: Adaptado de Tompkins et al. (2010)]

2.2.2. Caracterização de um Armazém

Uma gestão eficiente dos armazéns representa o conhecimento exato dos processos necessários, a viabilidade técnica e operacional, bem como, o sucesso da sua implementação (Hompel e Schmidt, 2007). A escolha dos equipamentos e sistemas de armazenamento é determinada pelas áreas funcionais estabelecidas e pela configuração do armazém em termos de dimensões, *layout* e procedimentos (Hertog et al., 2014).

a) Unidades de armazenamento

A definição das unidades de armazenamento - SKU (*stock keeping units*) - e dos sistemas de manuseamento, devem ser cuidadosamente planeadas, de modo a assegurar um aproveitamento, o mais eficiente possível do espaço, com o menor custo possível (Tompkins et al., 2010). Uma SKU é a unidade física mais pequena de um produto que é controlada por uma organização, visto que esta move-se, normalmente, em unidades maiores, a montante da cadeia de abastecimento, tais como, paletes, sendo posteriormente dividida em unidades mais pequenas, à medida que se aproxima do cliente final (Bartholdi et al., 2019).

A unidade de carga amplamente adotada, dentro dos armazéns, é a palete, que consiste numa plataforma, comumente feita de madeira, que permite o manuseamento e o armazenamento eficiente de produtos. Segundo Bartholdi et al. (2019), esta unidade exige uma gestão eficiente do seu espaço, uma vez que são também a unidade mais utilizada nos sistemas de armazenamento.

b) Sistemas de armazenamento em paletes

Os sistemas de armazenamento devem ser adaptados ao tipo de aprovisionamento, devendo ser classificados de acordo com a utilização ou não de paletes. Bartholdi et al. (2019) e Tompkins et al. (2010) apresentam diversos sistemas de armazenamento, como *racks* (convencionais, *drive-in*, *drive-through*, *push-back*), que armazenam produtos em paletes com diversas características e capacidades diferentes. Existem ainda sistemas de armazenamento automatizados, chamados de AS/RS (*Automated Storage and Retrieval System*), que consistem, de acordo com Bartholdi et al. (2019), em equipamentos computadorizados que armazenam e fornecem produtos em armazéns de forma automática, minimizando a necessidade de intervenção humana.

2.2.3. Organização e Layout

Quando se estabelece o *layout* de um armazém, o foco principal é reduzir as distâncias percorridas pelos recursos, e minimizar as distâncias médias de viagem, tanto para a receção quanto para a expedição de mercadorias, visando melhorar a eficiência e a organização do armazém, levando em consideração o volume movimentado e procurado por parte dos clientes internos e externos. Deste modo, torna-se essencial posicionar estrategicamente os artigos com maior volume de movimentos de entrada e saída, garantindo que estejam mais acessíveis e próximos às áreas de expedição e receção do armazém (Muther, 1976).

As organizações devem considerar diferentes variáveis nos seus processos de produção, de modo a reduzir congestionamentos e a racionalizar o seu sistema, para um fluxo de produção e de material eficientes. A conceção do sistema deve ser flexível e simples para lidar com o crescimento em quantidade e diversidade de produtos, sendo essencial que este possua a capacidade de responder à produção em termos de qualidade, assim como, cumprir prazos de entrega acordados com os clientes. A minimização dos custos, a utilização

eficiente do espaço físico e da mão-de-obra, a comunicação clara e eficiente, a redução dos ciclos de operação, as medidas de qualidade e o acesso visual às operações, são vantagens estratégicas num mercado competitivo, onde o sucesso depende da satisfação das necessidades dos clientes (Rushton et al., 2014).

O desenho do *layout* de um armazém, depende sempre da área e da disposição do espaço, devendo, no entanto, incluir a estratégia de armazenamento, dimensão e orientação de corredores, sistema de manuseamento e armazenamento de materiais, equipamentos que deverão ser levados em conta, de acordo com o nível de automação pretendido, bem como o método de *picking* a aplicar (Gu et al., 2010).

A forma como os artigos são armazenados dentro do armazém poderá influenciar de maneira significativa a eficiência do processo de armazenamento. Neste sentido, torna-se importante adotar um método adequado de alocação dos materiais às localizações de armazenagem. Na Tabela 2.1 são apresentados critérios que podem ser utilizados para guiar esse processo de alocação.

Tabela 2.1. Métodos de armazenamento de materiais em armazéns

Métodos de Alocação	Descrição
Aleatória	Quando uma paleta é recebida no armazém, é designado um local para o seu armazenamento de forma aleatória, selecionado entre os locais disponíveis, não havendo regra específica para a arrumação dos produtos. Embora este método contribua para uma distribuição uniforme dos espaços, pode resultar em distâncias maiores percorridas pelo operador de <i>picking</i> (Koster et al., 2007).
Fixa	Método simples que atribui um espaço específico no armazém para cada artigo ou categoria de artigos. Este apresenta, como vantagem, facilitar a localização dos artigos e reduzir o tempo gasto pelo operador de <i>picking</i> em deslocamentos. No entanto, tem como desvantagem facto de cada localização ser reservada para um determinado produto e o espaço não ser utilizado da forma mais eficiente. Este método não é adequado para armazéns com produtos muito semelhantes (Bartholdi e Hackman, 2019).

Métodos de Alocação	Descrição
Por Rotatividade	Distribuição dos produtos de acordo com a sua rotatividade. Os artigos com maior taxa de venda são colocados em zonas mais acessíveis, o que reduz a distância percorrida para <i>picking</i> e, paralelamente, o tempo despendido nesta tarefa. Este método apresenta como desvantagem o poder de originar congestionamentos nos locais de passagens e subaproveitamento do espaço disponível (Koster et al., 2007).
Por Família	Baseia-se na alocação de produtos que partilham determinada característica semelhante, na mesma região na área de armazenamento (Koster et al., 2007).

2.3. Gestão de Inventário

Inventário é um termo utilizado para descrever a acumulação de materiais, clientes ou informações, à medida que estes surgem através de processos ou redes. Em todas as organizações que produzem bens ou serviços, o inventário físico (também denominado de *stock*) consiste em todos os itens ou recursos que são mantidos pela organização e não são consumidos imediatamente (Slack et al., 2013).

A gestão de inventário resume-se ao planeamento da organização e dos procedimentos de controlo que são levados a cabo, de forma a alcançar um equilíbrio entre os produtos que devem estar disponíveis, para satisfazer os requisitos (Kağncioğlu et al., 2019). Neste sentido, o objetivo principal desta atividade é garantir um alto nível de serviço ao cliente, enquanto são minimizados os custos relacionados com o inventário (Ghiani et al., 2004).

A política de gestão de inventários afeta a eficiência com que uma empresa utiliza os seus recursos na produção de bens e serviços. Porém, estabelecer políticas de gestão de inventário que consigam reduzir os custos e evitar as ruturas de *stock* é um desafio complexo, mas de suprema importância, visto que, se, por um lado, a quantidade de itens em inventário for adequada, permitirá dar suporte às restantes funções da empresa; por outro lado, apresentar inventários excessivos, indicam uma gestão de inventários inadequada, resultando em desperdícios desnecessários de recursos (Wisner et al., 2012).

2.3.1. Classificação dos Produtos

Um aspeto importante da gestão de inventários é o facto de os itens mantidos em *stock* não possuírem o mesmo grau de importância em termos de capital investido, lucro esperado ou vendas. Por conseguinte, seria irrealista dedicar igual atenção a cada um destes artigos, visto que, com a crescente quantidade de produtos a serem geridos, torna-se uma tarefa complexa lidar individualmente com cada produto (Stevenson, 2018). Por esta razão, sistemas de classificação dos artigos ajudarão a determinar as decisões de encomenda dos materiais a serem mantidos (Kağncioğlu et al., 2019).

Análise ABC

A análise ABC ou Análise de Pareto, desenvolvida com base nos estudos de Wilfred Pareto, focaliza a sua atenção nas áreas problemáticas mais importantes, classificando os produtos de acordo com o seu grau de importância (Stevenson, 2018). Ao identificar os elementos principais, é possível assegurar que qualquer avaliação analítica se concentra especificamente nos aspetos-chave, não sendo abordada com o detalhe periférico menos consequencial (Rushton et al., 2014). Nesta análise, regra geral, são utilizadas 3 classes (A, B e C) como referência (Figura 2.3), no entanto é possível aumentar o número de classes ao dividir os artigos em mais categorias (Teunter et al., 2010).

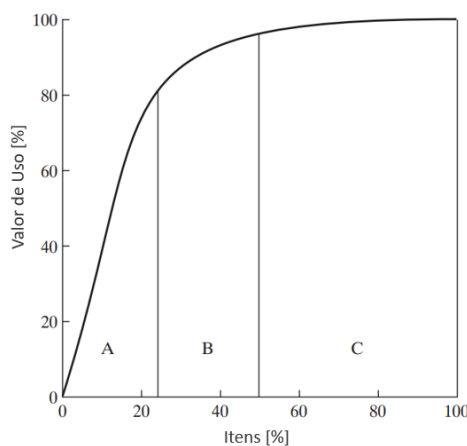


Figura 2.3. Representação de uma curva ABC [Fonte: Adaptado de Arnold et al. (2004)]

O princípio subjacente a essa análise baseia-se na maior parte das vendas que advém de um conjunto limitado de artigos, classificados como pertencentes à classe A, enquanto, a classe C, contém um grande número de artigos com uma percentagem muito baixa de vendas (Arnold et al., 2004). Segundo Stevenson (2018), é recomendado controlar com maior frequência e rigor os artigos com maiores volumes de vendas.

Os artigos classificados como pertencentes à classe A requerem uma maior atenção devido à sua elevada procura ou valor monetário, e a sua rutura teria graves consequências para o desempenho da empresa. Para estes artigos, recomenda-se implementar políticas de gestão de inventário mais rígidas, que permitam um controlo mais preciso sobre os níveis de *stock*. Relativamente aos artigos de classe C, como são os de menor importância para a organização, apresentam uma abordagem mais simples e manual, o que equivale a todos os modelos que sejam mais básicos (Silver et al., 2017).

Análise XYZ

Outro método de classificação amplamente utilizado é a classificação XYZ, que categoriza os artigos com base nos seus padrões de consumo, sendo adotado para identificar artigos cuja procura é intermitente ou irregular (Stojanović e Regodić, 2017). A categorização dos artigos, com base nesta análise, conduz a uma abordagem bidimensional das classificações de inventário que podem ser utilizadas de forma mais eficaz (Mor et al., 2021). Neste método, os elementos são distribuídos por três grupos, de acordo com as suas características de consumo, sendo eles (Mor et al., 2021; Stojanović e Regodić, 2017):

- Grupo X: produtos para os quais existe uma procura contínua, caracterizada por oscilações muito ligeiras, razão pela qual é possível prever a procura para este grupo com grande precisão;
- Grupo Y: produtos com flutuações na procura, sendo que as suas previsões são de média precisão;
- Grupo Z: produtos que não são vendidos com frequência, sendo que a sua procura pode variar intensamente ou ocorrer esporadicamente. Para esta classe de artigo, é comum observar períodos sem consumo.

Na análise XYZ, a classificação é conduzida de acordo com o critério de variabilidade da procura em relação à procura média. Este é determinado pelo coeficiente de variação, sendo obtido pela divisão do desvio-padrão do consumo do item num determinado período e pelo seu consumo médio (Scholz-Reiter et al., 2012; Stojanović e Regodić, 2017), como exposto na equação (2.1).

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \quad (2.1)$$

Onde:

CV: Coeficiente de Variação

σ : Desvio-padrão do consumo do item num determinado período

μ : Consumo médio

Após o cálculo dos valores críticos do coeficiente de variação, que é um indicador da estabilidade do consumo, os artigos são classificados da seguinte forma (Scholz-Reiter et al., 2012):

- Artigo X: $CV < 0,5$
- Artigo Y: $0,5 \leq CV \leq 1$
- Artigo Z: $CV > 1$

A combinação da classificação ABC e XYZ permite organizar os produtos em estudo em nove grupos distintos, sendo que dentro de cada grupo os produtos compartilham características semelhantes, principalmente, em relação aos padrões de consumo (Tabela 2.2). Desta forma, é viável escolher estratégias de gestão de inventário adaptadas a cada grupo de produtos, sendo o principal objetivo alcançar níveis ótimos de inventário para cada produto, minimizando os seus custos para a organização, enquanto se mantém um nível de serviço satisfatório.

Tabela 2.2. Integração da classificação ABC e XYZ [Fonte: Adaptado de Mor et al. (2021)]

	A	B	C
X	% de valor alta Alta previsibilidade Procura contínua	% de valor média Alta previsibilidade Procura contínua	% de valor baixa Alta previsibilidade Procura contínua
Y	% de valor alta Média previsibilidade Procura flutuante	% de valor média Média previsibilidade Procura flutuante	% de valor baixa Média previsibilidade Procura flutuante
Z	% de valor alta Baixa previsibilidade Procura irregular	% de valor média Baixa previsibilidade Procura irregular	% de valor baixa Baixa previsibilidade Procura irregular

2.3.2. Nível de Serviço e Inventário de Segurança

Em gestão de inventários, o nível de serviço refere-se à probabilidade da procura não exceder a oferta durante o prazo de entrega, ou seja, da quantidade de inventário disponível, ser suficiente para satisfazer a procura. Deste modo, o nível de serviço aumenta, à medida que o risco de rutura de *stock* diminui, como estabelecido na equação (2.2) (Stevenson, 2018).

$$\text{Nível de serviço} = 1 - \text{Probabilidade de Rutura} \quad (2.2)$$

As ruturas de inventário podem ocorrer a qualquer momento, devido a fatores como a flutuação da procura dos clientes, a variabilidade dos prazos de entrega dos materiais adquiridos ou dos produtos produzidos, bem como, por questões inesperadas nos processos da cadeia de abastecimento (Korponai et al., 2017).

Com o intuito de evitar a ocorrência de ruturas, o nível de inventário deve ser ajustado para incluir um inventário de segurança (SS), apesar deste parâmetro não se destinar a eliminar totalmente todas as ruturas de inventário, mas apenas uma percentagem pré-determinada (Korponai et al., 2017).

O inventário de segurança é determinado pela incerteza associada à procura e/ou ao prazo de entrega, que podem resultar com que a procura seja superior ao valor esperado (Stevenson, 2018). Neste sentido, quando há variação na procura e no prazo de entrega, a fórmula para calcular o inventário de segurança pode ser expressa pela equação (2.3) (Gonçalves et al., 2020).

$$SS = z \sqrt{LT \times \sigma_d^2 + \bar{d}^2 \times \sigma_{LT}^2} \quad (2.3)$$

Onde:

z – Fator de segurança

σ_d – Desvio-padrão da procura

σ_{LT} – Desvio-padrão do prazo de entrega

O fator de segurança é determinado com base na área desejada para garantir que a probabilidade de rutura seja mínima. No entanto, o valor do fator de segurança depende da função densidade da distribuição selecionada e do nível de serviço definido (Stevenson, 2018).

2.3.3. Modelos de Gestão de Inventário

O desafio na gestão de inventário consiste em equilibrar o compromisso entre os consumos de inventário e a procura. Porém, as decisões de inventário são de alto risco e alto impacto para a gestão da cadeia de abastecimento de uma organização (Atnafu e Balda, 2018).

Neste sentido, a determinação da política de gestão de inventário que poderia ser adotada para a gestão de um determinado artigo, consiste essencialmente na combinação de respostas a três questões: “Quanto encomendar?”, “Quando encomendar?” e “Como encomendar?”. Na resposta a estas questões, deve-se ter como objetivo encontrar soluções que possam reduzir os custos envolvidos e/ou aumentar o nível de serviço oferecido (Fattah et al., 2016).

Segundo Kağnicioğlu et al. (2019), existem duas abordagens distintas para políticas de inventário: as políticas de revisão contínua, que envolvem uma análise constante da posição de inventário, até que o ponto de encomenda seja atingido, momento em que uma encomenda de quantidade fixa é realizada; e políticas de revisão periódica, onde os níveis de inventário são verificados em intervalos regulares de tempo e, quando necessário, coloca-se uma encomenda de quantidade variável para alcançar o nível de reabastecimento desejado.

A Tabela 2.3 apresenta as diversas políticas de inventário, onde se destacam as suas características, designadamente a quantidade de encomenda e o período de revisão.

Tabela 2.3. Políticas de Gestão de Inventário [Fonte: Adaptado de Fattah et al. (2016)]

	Revisão Contínua	Revisão Periódica
Quantidade de Encomenda Fixa	(s, Q)	(R, s, Q)
Quantidade de Encomenda Variável	(s, S) e (S-1, S)	(R, s) e (R, s, S)

Na secção à posteriori serão minuciosamente detalhadas as políticas de inventário de revisão periódica previamente apresentadas.

2.3.4. Modelos de Revisão Periódica

Política (R, S)

Na política (R, S), também denominada (T, S), o procedimento de controlo consiste em encomendar, em cada R unidades de tempo (ou seja, em cada instante de revisão), uma quantidade variável (Q_k) para elevar a posição de inventário até ao nível de encomenda S , conforme demonstra a Figura 2.4 (Dallery e Babai, 2005; Silver et al., 2017; Tarim e Smith, 2008).

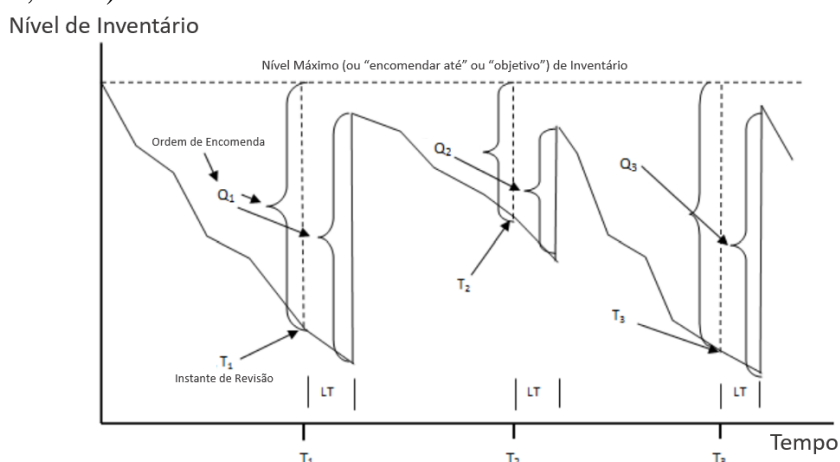


Figura 2.4. Política de revisão de inventário (R, S) [Fonte: Adaptado de Agarwal (2014)]

A política de revisão de inventário (R, S) constitui um meio eficaz de atenuar a instabilidade do planeamento e de fazer face à incerteza da procura (Tarim e Smith, 2008), mas, por outro lado, esta política implica um risco demasiado elevado, uma vez que não permite encomendas entre dois períodos de revisão (Vandeput, 2020).

Política (R, s, S)

A política de revisão de inventário (R, s, S) surge da combinação de duas políticas, (s, S) e (R, S) (Silver et al., 2017). Nesta política, a cada intervalo de revisão R , verifica-se a posição de inventário e, caso seja igual ou inferior ao ponto de reabastecimento s , é emitida uma ordem de encomenda de quantidade suficiente para atingir o nível de reabastecimento S , como se visualiza na Figura 2.5 (Silver et al., 2017; Žic et al., 2023).

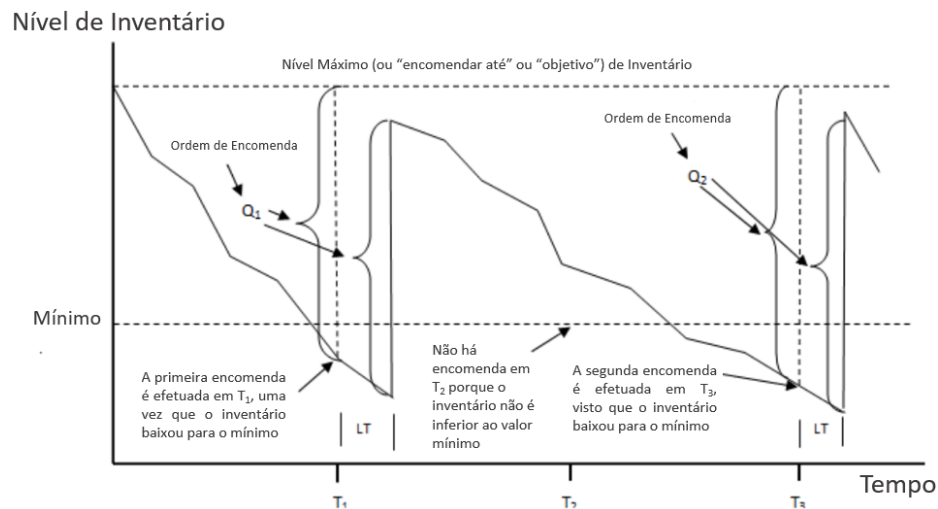


Figura 2.5. Política de revisão de inventário (R, s, S) [Fonte: Adaptado de Agarwal (2014)]

O modelo de gestão de inventário (R, s, S) facilita o planeamento e a coordenação das decisões de encomenda em ambientes organizacionais que contenham multiprodutos (Žic et al., 2023).

Política (R, s, Q)

A política de revisão (R, s, Q) emerge da combinação das políticas (R, S) e (s, Q). Nesta política, a cada período de revisão R , o nível de inventário é verificado e, se for inferior a um limiar s , é despoletada uma encomenda de quantidade fixa Q ; caso contrário, nada é feito até ao próximo período de revisão, conforme esquematizado na Figura 2.6 (Fattah et al., 2016).

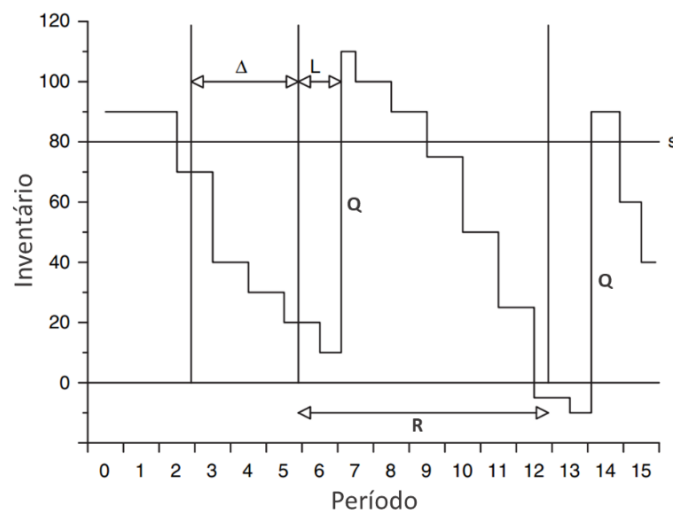


Figura 2.6. Política de revisão de inventário (R, s, Q) [Fonte: Adaptado de Tempelmeier e Fischer (2010)]

A política de revisão de inventário (R, s, Q) expõe duas grandes vantagens, sendo elas, o facto de a quantidade pedida ser constante, o que facilita a otimização do transporte e do embalamento, e o facto de o pedido ser feito dentro de um intervalo de tempo pré-definido, permitindo, assim, a consolidação de pedidos com os fornecedores. Porém, esta política acarreta um risco elevado, ou seja, existe a possibilidade de não ser possível realizar o pedido dentro do prazo necessário (Vandeput, 2020).

2.4. Métodos de Previsão da Procura e Integração na Gestão de Inventário

A previsão é uma tentativa de determinar antecipadamente o resultado mais provável de uma variável incerta (Farahani et al., 2011), logo constituem uma necessidade crucial para a tomada de decisões racionais e para o planeamento de atividades de forma mais precisa (Mehdiyev et al., 2016a). Todavia, uma previsão eficiente é considerada um requisito importante para várias áreas da organização, independentemente do horizonte temporal que as decisões afetem – sejam elas de curto, médio ou longo prazo (Hyndman e Athanasopoulos, 2021; Mehdiyev et al., 2016).

Atualmente, existe uma grande diversidade de métodos de previsão, que ajudam as organizações a lidar com a crescente variabilidade e com as complicações associadas aos problemas de previsão específicos do domínio. Para a decisão do algoritmo de previsão tem de se considerar diversos aspetos, tais como: o horizonte temporal, o objetivo da previsão, a frequência, a natureza dos dados, entre outros (Mehdiyev et al., 2016a).

Farahani et al. (2011) distinguem os métodos de previsão em duas categorias:

- a) Métodos qualitativos;
- b) Métodos quantitativos.

Os métodos qualitativos, que se ramificam em métodos exploratórios e normativos, são normalmente utilizados para previsões a longo e médio prazo, quando não existem antecedentes suficientes para utilizar uma abordagem quantitativa (Ghiani et al., 2004).

Os métodos quantitativos, que se ramificam em métodos de séries temporais e métodos causais, podem ser utilizados quando duas condições se se verificarem: disponibilidade de informação numérica, referente ao passado e pode prever-se que determinados padrões passados manter-se-ão no futuro (Hyndman e Athanasopoulos, 2021).

Integração da Previsão de Vendas na Gestão de Inventário

Goltsos et al. (2022) defendem ser essencial integrar os processos de previsão da procura e de gestão de inventário, considerando os efeitos conjuntos dessas operações, a fim de alcançar resultados otimizados de forma combinada.

Devido ao facto da previsão de vendas, proveniente de um determinado modelo, resultar num valor médio, a procura real, geralmente, não coincide com o valor previsto, havendo a necessidade de determinar uma medida da incerteza da previsão, ou seja, da utilização de métricas de erro (Dallery e Babai, 2005).

As abordagens de previsão, podem ter desempenhos extremamente diferentes consoante a métrica escolhida (Mehdiyev et al., 2016b). O erro de previsão – diferença entre o valor observado e o previsto – é a imprevisibilidade da ocorrência e não um engano, podendo ser calculado de diferentes formas (Hyndman e Athanasopoulos, 2021):

- a) Erros dependentes da escala (RMSE e MAE): apresentados na mesma escala dos dados, impossibilitam a comparação entre séries que apresentem unidades diferentes;
- b) Erros percentuais (MAPE): exibidos em percentagem, não apresentam unidades, o que permite a comparação entre séries distintas.

$$\text{Root Mean Squared Error: RMSE} = \sqrt{\text{mean}\left(\sum_{t=1}^N |e_t^2|\right)} \quad (2.4)$$

$$\text{Mean Absolute Error: MAE} = \text{mean}\left(\sum_{t=1}^N |e_t|\right) \quad (2.5)$$

$$\text{Mean Absolute Percentage Error: MAPE} = \text{mean}\left(\sum_{t=1}^N |p_t|\right) \quad (2.6)$$

Onde:

e_t – Diferença entre o valor previsto e o valor observado

p_t – Percentagem do erro sobre o valor observado.

Segundo Dallery e Babai (2005), estas métricas de erro permitem obter as distribuições de probabilidade das incertezas de previsão individuais e cumulativas, que podem ser atualizadas em tempo real. Da distribuição de probabilidade da incerteza de

previsão cumulativa, durante o intervalo de proteção (CFU_{PI}), pode-se determinar a incerteza correspondente a um determinado nível de serviço (Dallery e Babai, 2005).

$$CFU_{PI}(x) = F_{CFU_{PI}}^{-1}(x) \quad (2.7)$$

Deste modo, é possível incorporar os métodos de previsão na política de gestão de inventário, utilizando F_k como a previsão para o período k . Neste sentido, o inventário de segurança (SS) passa a ser calculado para cada período k , sendo designado por SS_k .

$$SS_k = z \sqrt{LT(CFU_{PI}) + F_k^2(\sigma_{LT}^2)} \quad (2.8)$$

2.5. Métodos e Ferramentas

2.5.1. Gestão Visual

A gestão visual é uma ferramenta cujo propósito é melhorar o desempenho de uma organização através de estímulos visuais (Steenkamp et al., 2017), aprimorando os fluxos de informação e de material, eliminando as barreiras ao entendimento destes (Singh e Kumar, 2021). Esta forma de comunicação permite aumentar a transparência (Mayr et al., 2018; Singh e Kumar, 2021) e a comunicação entre todos os níveis do projeto (Singh e Kumar, 2021), podendo os desvios e anormalidades serem detetadas em fases iniciais, pela transferência de objetivos, normas e especificações para uma representação visual (Mayr et al., 2018).

Segundo Murata (2019), o sistema de gestão visual envolve duas principais funções, um transmissor – que produz as informações visuais para a gestão do sistema de produção – e um recetor para a visualização das informações transmitidas. Estes estímulos visuais melhoram o desempenho organizacional, visto que são meios de comunicação rápidos e intuitivos (Oliveira et al., 2017; Steenkamp et al., 2017), permitindo que os colaboradores coordenem o seu próprio ambiente de trabalho, reduzindo os erros e desperdícios (Oliveira et al., 2017; Ribeiro et al., 2019).

2.5.2. *Standard Work*

O *standard work*, de acordo com Vieira et al. (2020), retrata a padronização e a normalização de todas as tarefas que fazem parte de um posto de trabalho, de modo a garantir que todos os colaboradores as realizem de igual forma. Este método tem como objetivo principal eliminar a variação e a inconsistência dos resultados, fornecendo aos colaboradores instruções claras e definidas sobre como executar as atividades (Oliveira et al., 2017). Além disso, os autores indicam algumas vantagens na utilização desta ferramenta, designadamente:

- a redução da variabilidade (Stevenson, 2018) que permite a estabilidade e a mensuração do trabalho;
- a diminuição de custos que se efetua pela redução dos desperdícios derivados de procedimentos ineficientes;
- o aumento da qualidade, ou seja, caso a operação fosse executada de forma diferente consoante a pessoa, a probabilidade de defeitos aumentaria;
- o nível de envolvimento dos colaboradores, visto que o erro é associado ao sistema e não ao indivíduo, levando a colaboradores mais honestos sobre as oportunidades de melhoria.

Este método impulsiona ainda a melhoria contínua dos projetos, uma vez que facilita a mudança de padrões, tornando-os mais fáceis, rápidos e eficientes. Stevenson (2018) complementa afirmando que a existência de *standards* definidos diminui o tempo necessário no processo de formação dos colaboradores.

As consequências favoráveis desta metodologia podem ser corroboradas através de vários estudos, que evidenciam a redução do número de colaboradores, a diminuição das discrepâncias no tempo necessário para a execução das atividades em diferentes turnos (Antoniolli et al., 2017), o aumento do *overall equipment effectiveness* em 21% (Dias et al., 2019) e a melhoria da capacidade de produção e eficiência da linha produtiva (Vieira et al., 2020).

2.5.3. 5 S's

O método 5S's surgiu no Japão (Kim, 2015) e um dos autores apontados como o pai desta ferramenta é Hiroyuki Hirano, que a define como sendo uma das bases do JIT (*Just-In-Time*) (Ranjith Kumar et al., 2021). A manufatura japonesa enfatiza, este método como uma estratégia de excelência organizacional (Omogbai e Salonitis, 2017), visto que permite a eliminação de desperdícios de uma forma descomplicada e, conseqüentemente, favorece o espírito de melhoria contínua (Randhawa e Ahuja, 2017).

Esta ferramenta é composta por cinco etapas, cujos termos japoneses têm inicial "S", surgindo assim o nome "5S's" (Kim, 2015; Randhawa e Ahuja, 2017):

- *Seiri* (classificar): eliminar o que não é necessário, nem utilizado;
- *Seiton* (organizar): definir locais de fácil acesso, para organizar e armazenar os materiais necessários;
- *Seiso* (limpar): manter os espaços limpos e asseados;
- *Seiketsu* (standardizar): definir padrões e procedimentos que permitam a contínua conservação dos primeiros 3S's;
- *Shitsuke* (disciplina): criar hábitos, comunicar e garantir o seguimento dos padrões e procedimentos ao nível da organização.

A implementação deste método promove a eliminação de atividades desnecessárias, designadamente, a eliminação de desperdícios, a diminuição de tempos de inatividade, o aumento da qualidade, o aumento da eficiência e o aumento da produtividade, por meio da organização, limpeza e disciplina do local de trabalho (Dresch et al., 2019; Khan et al., 2019).

Este método é considerado fundamental em projetos de melhoria contínua (Randhawa e Ahuja, 2018). Randhawa e Ahuja (2018) demonstram que a implementação do método 5S's na indústria promove resultados positivos em termos de indicadores de qualidade, produção, custos e cultura empresarial. Através de um estudo empírico, Srinivasan et al. (2016) evidenciam melhorias na segurança dos operadores através da implementação dos 5S's. Gupta e Jain (2015) demonstram a melhoria na produtividade e eficiência numa pequena empresa através da adoção dos 5S's. Por fim, também (Randhawa e Ahuja, 2017) reforçam o impacto positivo dos 5S's no desempenho da empresa, através de um estudo qualitativo que envolveu 92 indústrias.

2.5.4. Diagrama de Esparguete

O diagrama de esparguete é uma ferramenta gráfica (Bevilacqua et al., 2015) que identifica os desperdícios de movimentação e de transporte, assim como, os *layouts* ineficientes (Avelar et al., 2020). O aspeto final das representações, que se assemelha a diversos fios de massa de esparguete, dá origem ao nome desta ferramenta (Hayes et al., 2014).

Hayes et al. (2014) complementa afirmando que este tipo de representações proporcionam uma forma mais rápida de registar e comunicar os fluxos atuais. Adicionalmente, Mahajan et al. (2019) defendem que esta ferramenta deverá ser complementada com dados quantitativos, que promovam uma análise mais fundamentada.

Através da utilização de diversos diagramas de esparguete, Bevilacqua et al. (2015) revelaram um *layout* inadequado que conduziu a elevadas movimentações dos colaboradores. Por conseguinte, através de uma modificação de *layout*, as movimentações e os tempos de inatividade foram reduzidos. No mesmo sentido, Avelar et al. (2020), com o diagrama de esparguete, identificaram um processo com elevadas movimentações. Ao redesenhar o *layout*, estes desperdícios foram reduzidos em 98%. Jessome (2020) também recorreu ao uso do diagrama de esparguete para identificar os movimentos das pessoas e, conseqüentemente, melhorar o *layout* de um hospital. Por sua vez, o trabalho realizado por Hayes et al. (2014) evidenciou ineficiências nos postos de trabalho, resultando numa reformulação das tarefas dos colaboradores.

2.6. Sumário

Com o aumento da globalização e do consumismo, as organizações vêm-se forçadas a estabelecer processos logísticos suaves e eficientes, adaptando-se às exigências dos clientes, com maior flexibilidade e qualidade para os satisfazer. Neste sentido, o desempenho logístico depende da boa coordenação entre o fluxo de materiais e o fluxo de informações, traduzindo-se no eficiente serviço ao cliente, através do cumprimento das especificações solicitadas.

Os armazéns, como parte integrante da cadeia de abastecimento que operam, contribuem significativamente para o manuseamento de materiais que são deslocados dos locais de produção para os consumidores. No entanto, estes são frequentemente um dos

elementos mais dispendiosos da cadeia de abastecimento. Deste modo, a gestão bem-sucedida torna-se crítica quer em termos de custos quer em termos de serviço, uma vez que as próprias atividades exercidas nos mesmos não acrescentam valor ao produto.

A estratégia de armazenamento dos artigos e o próprio *layout* do armazém poderá ter impacto significativo na eficiência da armazenagem dos mesmos. Neste sentido, de modo a minimizar as distâncias percorridas pelos recursos e a reduzir as distâncias médias de viagem e de espaço necessário para a receção e expedição de mercadorias, os artigos de maior volume de movimentos de entrada e saída devem-se encontrar em locais mais acessíveis e mais próximos das áreas de expedição e receção do armazém. Além disso, a utilização de diagramas de esparguete ajudam a minimizar e a reduzir desperdícios de movimentação e transporte, assim como a identificar *layouts* ineficientes nos armazéns.

Alicerçado ao eficiente desempenho logístico e à gestão bem-sucedida da cadeia de abastecimento, encontra-se a gestão de inventário que se resume ao planeamento da organização e dos procedimentos de controlo que são levados a cabo, de modo a alcançar um equilíbrio entre os produtos que devem estar disponíveis, para satisfazer os requisitos. Deste modo, um dos seus principais objetivos passa pela obtenção de um elevado nível de serviço ao cliente conjugado com a minimização dos custos de inventário. Um aspeto importante da gestão de inventários é o facto de os itens mantidos em *stock* não possuírem o mesmo grau de importância, sendo, por esta razão, estabelecidos sistemas de classificação dos artigos, tais como, a análise ABC e a análise XYZ, que ajudarão a determinar as decisões de encomenda dos materiais a serem mantidos.

Além disso, a previsão de procura desempenha um papel essencial no planeamento de atividades e na tomada de decisões precisas, auxiliando as empresas a lidar com a variabilidade do mercado. No entanto, é importante ressaltar que, apesar da sua eficiência, a previsão também traz consigo uma certa dose de incerteza.

Ademais, a previsão de procura desempenha um papel essencial no planeamento de atividades e na tomada de decisões precisas, auxiliando as empresas a lidar com a variabilidade do mercado. No entanto, realça-se que, apesar da sua eficiência, a previsão também acarreta uma certa incerteza. Nesta perspetiva, a integração entre os processos de previsão da procura e de gestão de inventário tornam-se benéficas para registar e examinar os efeitos conjuntos de ambas as operações, tendo como objetivo a otimização dos resultados de forma combinada.

A criação de um ambiente de trabalho mais organizado e limpo pode ser alcançado com a utilização da ferramenta 5S, juntamente com a normalização dos procedimentos de trabalho e a gestão visual, que proporcionam um local de trabalho mais eficiente e empírico. Apesar de serem ferramentas muito comuns e simples, eliminam tanto os desperdícios como os recursos desnecessários ao longo de todo o processo produtivo.

Em suma, o eficiente desempenho logístico e a gestão bem-sucedida da cadeia de abastecimento assentam na aplicabilidade de estratégias, ferramentas e técnicas capazes de reduzir o tempo despendido em todas as atividades que não acrescentam valor ao cliente, permitindo aumentar a produtividade e reduzir os custos associados aos processos industriais.

3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Neste capítulo, pretende-se descrever a metodologia de investigação utilizada para alcançar os objetivos definidos, e responder à pergunta de investigação levantada. Explicar-se-á por que foi escolhida essa estratégia de investigação e a forma como se recolha e analisa os dados dentro do prazo definido.

O plano de investigação foi estruturado com base na *framework* chamada *Research Onion* proposta por Saunders et al. (2019). Essa *framework* consiste em seis camadas: a filosofia, a abordagem, estratégia de investigação, método, horizonte temporal e, por fim, técnicas e procedimentos de recolha e análise de dados. Cada uma dessas camadas, contribui para a realização de uma investigação robusta e coerente, garantindo a capacidade de resposta em todas as etapas do processo de investigação.

A metodologia de investigação foi desenvolvida com base no pragmatismo que enfatiza a abordagem prática da pesquisa e integração de diferentes perspetivas sejam elas subjetivas ou objetivas. De acordo com Saunders et al. (2019), os pragmáticos, consideram a realidade observada como algo importante para o efeito prático das suas ideias. Eles valorizam o conhecimento integro e coerente, que permite realização de ações bem-sucedidas para avançar na investigação com sucesso.

Assumiu-se uma abordagem dedutiva, que envolveu inicialmente uma análise da literatura existente sobre temas relevantes para responder à pergunta de investigação colocada. Por conseguinte, os conceitos estudados serão aplicados na prática no contexto organizacional específico.

3.1. Estratégia de Investigação

A estratégia de investigação utilizada, para esta dissertação, prende-se com a investigação-ação. Trata-se de um método que permite resolver um problema, mas também, contribuir para o conhecimento, onde o investigador tem um papel ativo e coopera em equipa, no ambiente do problema (Coughlan e Coughlan, 2002; Saunders et al., 2019). Seguiu-se a *framework* proposta por Saunders et al. (2019), denominada de *Action Research Spiral*, abordagem cíclica que contempla as seguintes etapas: diagnóstico, planeamento, ação e avaliação. Estas etapas são repetidas várias vezes no sentido de encontrar novas ações, promovendo a mudança, como ilustrado na Figura 3.1 (Rowley, 2003). No entanto, como este projeto teve uma duração curta, só foi possível concluir um único ciclo.

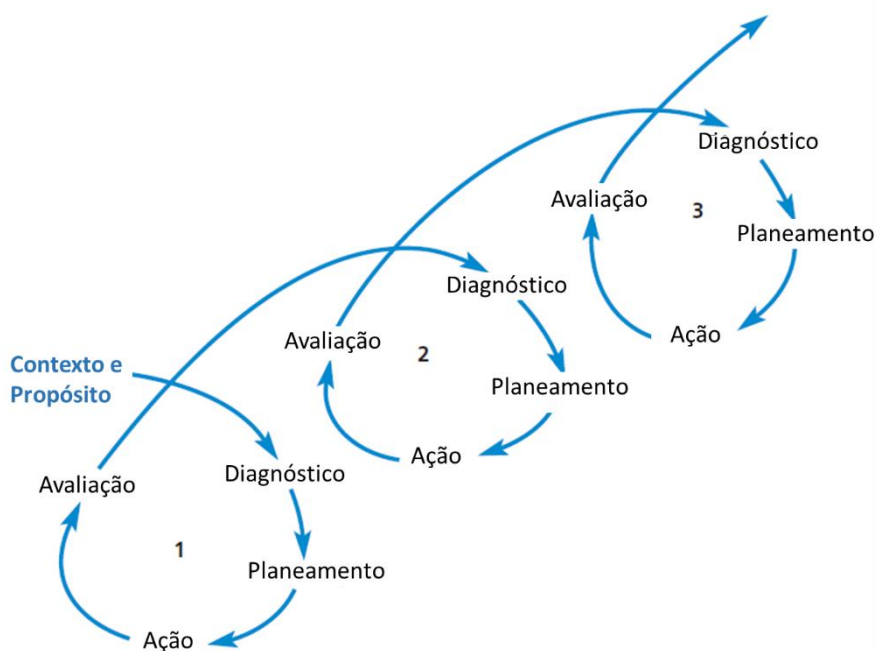


Figura 3.1. Framework de Investigação-Ação [Fonte: Adaptado de Saunders et al. (2019)]

Numa fase inicial, aconteceu a integração na empresa e familiarização com os produtos e processos, através da análise do meio envolvente. Deste modo, foram realizados os primeiros contactos com os colaboradores e foi obtida uma visão geral do processo produtivo da empresa onde o projeto foi realizado. A etapa seguinte, diz respeito à identificação nítida do problema, através de observações não estruturadas aos colaboradores, recolha de dados quantitativos e com recurso a documentação. Seguidamente, ocorreu o levantamento e discriminação de todas as tarefas dos colaboradores, assim como, se

executaram medições de trabalho, diagramas de esparguete e esquemas de identificação do fluxo de materiais e informação.

Após o diagnóstico, delineou-se um plano de ações de forma a mitigar os problemas identificados, através de uma análise detalhada dos dados e da identificação de oportunidades de melhoria. As etapas subsequentes, consistem na execução e implementação das ações de melhoria viáveis, na monitorização dos resultados e na normalização das ações bem-sucedidas. Por fim, realizou-se uma avaliação do impacto das mesmas no sistema, de forma a ser possível analisar os benefícios concretos para a organização. Após o fecho do primeiro ciclo, resultaram conjuntos de observações devidamente documentadas e propostas de trabalho futuro que poderão servir de base, à realização de um segundo ou mais ciclos de investigação-ação.

3.2. Recolha e Análise de Dados

A presente investigação seguiu um horizonte temporal transversal, uma vez que se limitou a um período definido e relativamente curto de apenas cinco meses, tempo estipulado para a ocorrência do estágio. Mesmo durante este período, foi possível identificar problemas com oportunidade de ação, sendo, posteriormente, possível realizar a comparação do estado atual, registado no início do projeto, com o impacto gerado pela implementação de melhorias, no final do projeto. Relativamente ao método utilizado, recorreu-se ao método misto simples com base na recolha de dados quantitativos e qualitativos (ver Tabela 3.1).

A recolha de dados quantitativos baseou-se em técnicas de observação estruturada, através do método de recolha de tempos por cronometragem, de forma a permitir um maior conhecimento no tempo despendido por cada operador na realização de cada atividade. Este método foi utilizado com recurso a um cronómetro digital. Ademais, procedeu-se à análise documental da base de dados da empresa, através do *software* SAP e MES, possibilitando o acesso ao histórico e à produção diária dos produtos, bem como ao *stock* existente em armazém diariamente.

Relativamente à recolha de dados qualitativos, teve-se por base técnicas de observação participativa, entrevistas não estruturadas e *brainstorming*. A utilização do método de observação participativa, especificamente recorrendo a *gemba walk*, permitiu o envolvimento com o grupo de trabalho, sendo possível uma melhor compreensão de todo o

processo de receção de matéria-prima, bem como do processo de abastecimento à produção, vivenciando as maiores dificuldades sentidas pelos colaboradores. Em relação às entrevistas não estruturadas, estas foram efetuadas aos responsáveis dos primeiros setores do processo produtivo e aos colaboradores dos respetivos setores, com duração entre vinte e trinta minutos, de forma a perceber quais as maiores dificuldades sentidas pelos mesmos, a sua perceção e avaliação em relação às atividades exercidas, assim como possíveis fontes de melhoria na ótica destes.

O recurso ao *brainstorming* revelou-se uma técnica com um papel preponderante na condução da investigação, determinando a calendarização e sequência das atividades necessárias. Recorreu-se à realização desta técnica, com os responsáveis dos primeiros setores do processo produtivo, bem como com os colaboradores dos respetivos setores, com duração entre quinze e trinta minutos, de modo a aferir e validar as análises das recolhas de dados efetuadas e poder discutir as propostas de melhorias mais viáveis a implementar e a priorização das mesmas.

Tabela 3.1. Propósito da recolha de dados e técnicas utilizadas

Objetivo	Propósito	Técnicas Adotadas	Tipo de Dados
O1/O2	Realização da análise ABC/XYZ	Análise Documental <i>Brainstorming</i>	Dados quantitativos
O1	Cálculo do Inventário de Segurança		
O2/O3	Conhecimento aprofundado do processo e levantamento de problemas	Observação participativa	Dados qualitativos
		Entrevistas não estruturadas	
O2	Cronometrar tempos de realização de atividades	Observação estruturada	Dados quantitativos
O1/O2/O3	Validação das soluções propostas	<i>Brainstorming</i>	Dados qualitativos

4. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Neste capítulo é descrita a empresa Corticeira Amorim, como grupo, seguindo a Amorim Cork, S.A., como unidade de negócio, finalizando, com a Amorim Distribuição (AD). Esta última é vista como unidade industrial, tendo como cenário, desta dissertação, o local onde o projeto foi realizado. Nesta sequência, são apresentadas as características da cortiça, os mercados, o processo produtivo e os seus produtos.

Posteriormente, é realizada uma breve descrição do processo de armazenamento da Amorim Distribuição (AD), bem como a caracterização do seu armazém de matéria-prima. Por fim, e de forma mais minuciosa, é executada a caracterização do estado atual dos processos existentes no setor da Logística de Entrada da AD.

4.1. Apresentação do Grupo: Corticeira Amorim

A Corticeira Amorim, maior grupo de transformação de cortiça do mundo, surgiu de uma pequena empresa familiar, fundada por António Alves Amorim, dedicada à produção de rolhas de cortiça, em Vila Nova de Gaia, em 1870. Atualmente, devido à sua clara orientação estratégica de negócio, encontra-se na vanguarda da indústria, da tecnologia e da sustentabilidade, pelo que está representada em mais de cem países e nos cinco continentes.

A filosofia organizacional encontra-se evidenciada na missão “acrescentar valor à cortiça, de forma competitiva, diferenciada e inovadora, em perfeita harmonia com a Natureza” (Amorim, 2023). Deste modo, como resultado da inovação, a empresa apresenta um vasto portefólio de produtos, sempre com foco na melhoria e controlo da qualidade.

Matéria-prima: A cortiça

A cortiça, casca do sobreiro (*Quercus suber L.*), retirada a cada nove anos, é uma matéria-prima totalmente natural, com propriedades únicas que lhe conferem um carácter inigualável, tais como: a leveza, a impermeabilidade a líquidos e a gases, a flexibilidade e compressibilidade, o isolamento, apresentando uma combustão lenta e muito resistente ao

atrito. Ademais, trata-se de uma matéria-prima totalmente biodegradável, renovável e reciclável.

O sucesso da cortiça reside nesta combinação de propriedades e na estrutura complexa, aliado ao seu caráter 100% natural, características que nenhuma tecnologia conseguiu reproduzir. Apesar de estar frequentemente associada às rolhas de cortiça, carece muitas vezes das propriedades necessárias à sua produção, pelo que surgem aplicações inovadoras para o aproveitamento de toda a matéria-prima.

Unidades de Negócio

A Corticeira Amorim atua sobre o lema “Nem um só mercado, nem um só cliente, nem uma só divisa, nem um só produto” (Amorim, 2023), onde desenvolveu atividades não só focadas no processamento de cortiça, como a exploração de um hotel e a produção de produtos naturais. Adicionalmente, a internacionalização e a globalização do grupo são enfatizadas, tendo como foco a proximidade com o cliente, assim como, a exploração de diferentes aplicações desta matéria-prima e, conseqüentemente, a sua inovação. Neste sentido, o grupo apresenta várias unidades de negócio responsáveis pela produção e distribuição dos seus produtos (ver Figura 4.1).

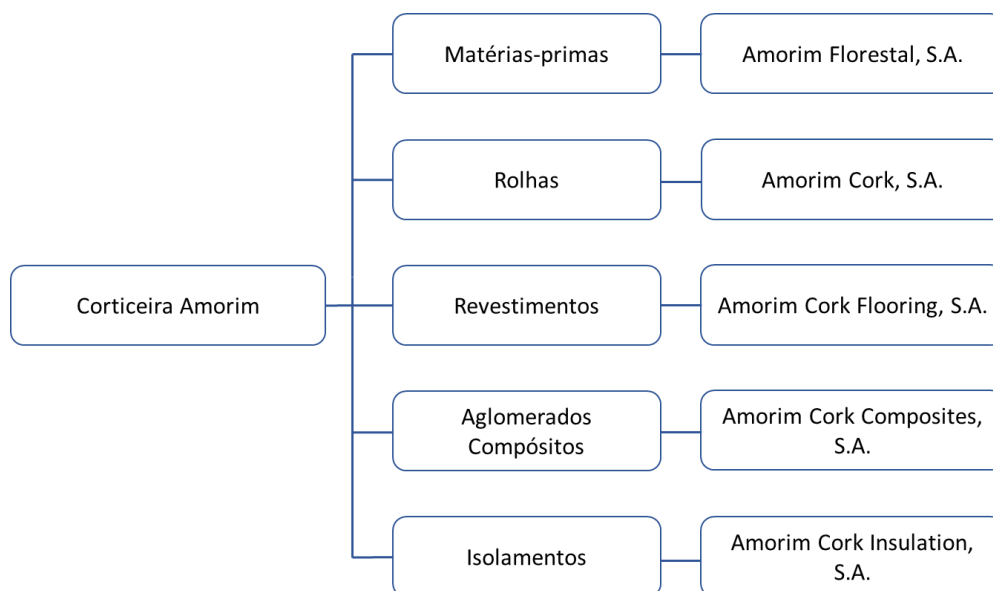


Figura 4.1. Unidades de Negócio da Corticeira Amorim

4.1.1. Unidade de Negócio Amorim Cork, S.A.

A Amorim Cork, S.A. é a maior produtora, fornecedora e distribuidora de rolhas de cortiça a nível mundial. Como resultado do conhecimento, das tecnologias utilizadas e dos exigentes parâmetros de qualidade, a Amorim Cork, S.A garante uma segurança ímpar no fornecimento de produtos de última geração.

De modo a responder ao mercado exigente e competitivo, a Amorim Cork, S.A. apresenta um vasto portefólio, com soluções para vinhos tranquilos, efervescentes e bebidas espirituosas. Neste sentido, a Amorim Cork, S.A., em Portugal, é constituída por 10 Unidades Industriais que se concentram em diferentes fases do processo produtivo das rolhas, bem como em diferentes segmentos de mercado (Figura 4.2).

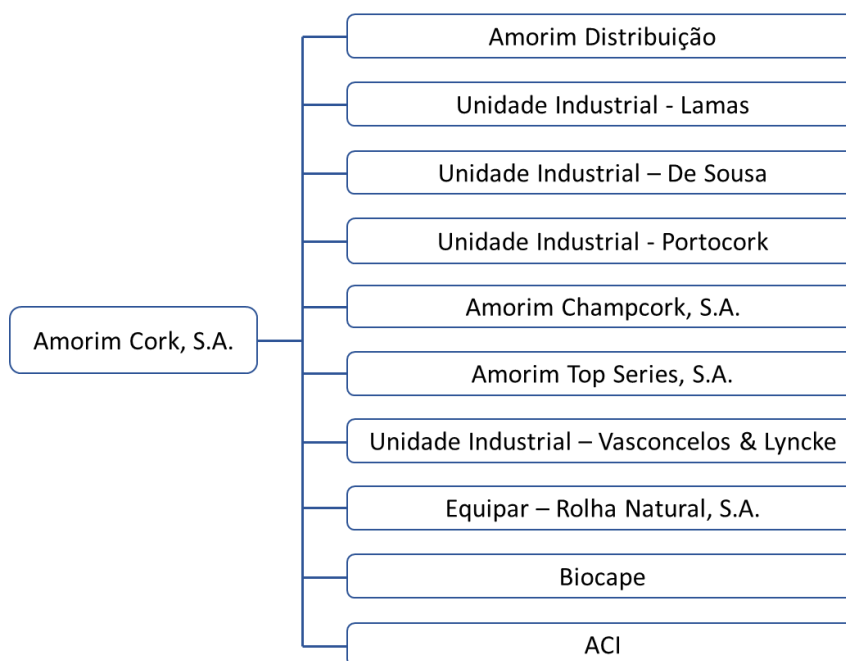


Figura 4.2. Unidades Industriais da Amorim Cork, S.A.




4.1.2. Unidade Industrial Amorim Distribuição

A Amorim Distribuição (AD) é uma das unidades industriais da Amorim Cork, S.A. responsável pela personalização das rolhas para vinhos tranquilos, antes de serem enviadas para os clientes. Neste sentido, funciona como *postponement* com a produção gerida pelo sistema *pull*, numa lógica de *make-to-order*. Por outras palavras, a existência da AD adia a personalização do produto até ao instante em que o cliente faz a sua requisição.

Produtos da Amorim Distribuição

As rolhas de cortiça variam de acordo com o tamanho e o formato, de modo a permitir que cada rolha se adapte aos requisitos específicos de cada garrafa ou bebida. Por conseguinte, como resultado da inovação, a Amorim Cork apresenta um vasto portefólio de produtos, sempre com foco na melhoria e controlo da qualidade. Desta forma, para responder às necessidades do cliente, a Amorim Distribuição comercializa as seguintes famílias de rolhas (Tabela 4.1):

Tabela 4.1. Famílias de rolhas da Amorim Distribuição

Neutrocork	As rolhas Neutrocork, recomendadas para vinhos de consumo rápido, resultam de uma composição de micro grânulos de cortiça de tamanho uniforme.	
Twin Top	As rolhas Twin Top são constituídas por um corpo de cortiça aglomerada e por discos de cortiça natural, nas suas extremidades, obtidos a partir de traços menos volumosos. Esta família de rolhas, é mais utilizada em vinhos frutados e que não se destinam a longos estágios em garrafa.	
Hélix	As rolhas Hélix, constituídas por aglomerados de cortiça, são uma inovação de <i>packaging</i> em vidro e cortiça, destinada ao segmento dos vinhos tranquilos. Esta solução inovadora preserva o sabor e oferece os benefícios ambientais do vidro e da cortiça, numa solução intuitiva e funcional.	

4.2. Processo Produtivo da Amorim Distribuição

O processo para obter o produto acabado da Amorim Distribuição pode passar por diversos setores: receção, marcação (a tinta, fogo ou laser), tratamento, embalagem e expedição (Figura 4.3). Porém, as etapas pelas quais o produto passa, dependem dos requisitos do cliente, podendo as rolhas não necessitarem de passar por todas as etapas supramencionadas.

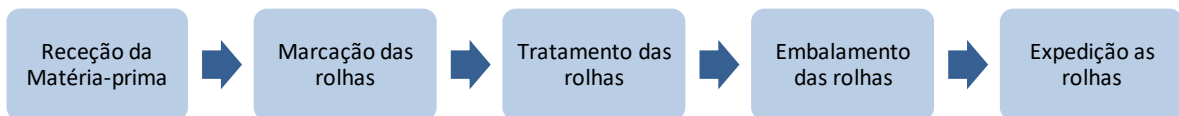


Figura 4.3. Cadeia de Valor da Amorim Distribuição

A Amorim Distribuição, apresenta um *layout* por processo, ou seja, agrupa equipamentos semelhantes por setores, de acordo com o processo ou função que desempenham (Russel e Taylor, 2011). Neste sentido, a unidade industrial divide-se em:

- **Serviço de Apoio ao Cliente (SAC)**

Responsável pelo processamento de encomendas dos clientes, funcionando como elo de comunicação entre os comerciais e o gabinete de produção.

- **Gabinete de Produção**

Responsável pelo planeamento de encomendas e de produção, bem como, pela realização de encomendas aos fornecedores.

- **Qualidade**

A Amorim Distribuição atua num mercado cada vez mais competitivo e com clientes mais exigentes, por este motivo, verifica-se uma crescente necessidade na melhoria das garantias de qualidade oferecidas. A equipa do gabinete de Qualidade é a responsável pelo controlo da qualidade do produto e do processo produtivo. Além disso, a equipa da Qualidade também é responsável pela gestão de devoluções e de reclamações.

- **Logística de Entrada**

É o setor responsável pelo início de todo o fluxo produtivo, tendo como principais funções:

- Receção de rolhas, sendo estas provenientes de fornecedores internos, ou seja, de unidades industriais da Amorim Cork, S.A.;

- Armazenamento de rolhas nos três armazéns localizados na unidade fabril;
- Abastecimento da produção, numa ótica FIFO (*first-in-first-out*), de acordo com as necessidades explícitas numa lista de tarefas fornecida, diariamente, pelo gabinete de produção.

- **Marcação**

No setor de Marcação, as rolhas são marcadas no corpo e/ou topo, com a informação escrita ou desenhada, de acordo com as especificações requeridas pelo cliente, a tinta, fogo ou laser. As rolhas, a serem marcadas, encontram-se no *buffer*, abastecido pela logística de entrada. Após a personalização das rolhas, estas são colocadas no *buffer* de estabilização, entre a marcação e o tratamento, de onde são posteriormente, encaminhadas para o tratamento.

- **Tratamento**

O setor do Tratamento é o último que apresenta um processo transformativo, no fluxo de produção, sendo responsável pelo tratamento das rolhas, adequando-se às especificações do cliente. Nesta etapa, as rolhas são envolvidas em produtos químicos, criando uma membrana exterior de impermeabilização, para impedir a absorção de bebida pela cortiça, assim como, para facilitar o engarrafamento e o desengarrafamento. Após o tratamento, as rolhas são enviadas para silos, no setor de Embalamento, através de tubagem com sistema de aspiração.

- **Embalamento**

O setor do Embalamento é responsável por ensacar e empacotar as rolhas de acordo com as especificações dos clientes. Antes de serem colocadas em sacos, as rolhas passam num tapete para detetar uma eventual mistura ou defeitos. As rolhas provêm diretamente do tratamento ou, excepcionalmente, do armazém de receção. Após o embalamento, as rolhas são armazenadas num armazém de expedição, até que sejam expedidas.

- **Expedição**

O setor da Expedição, último do setor do processo produtivo, é responsável por filmar as paletes completas, de as armazenar e de realizar a sua expedição. Além disso, receciona as encomendas devolvidas, que ficam armazenadas a aguardar o resultado do processo de devolução.

4.3. Processo de Armazenamento

Como mencionado anteriormente, a logística de entrada é o setor onde se inicia o fluxo produtivo, apresentado como objetivo principal o armazenamento de matéria-prima até que seja necessário o seu consumo. As principais operações executadas neste setor resumem-se à receção e expedição, *put-away*, transferência e *picking*.

i. Receção e Expedição

A receção de matéria-prima é uma das atividades principais do setor da Logística de Entrada da AD. Outra atividade, apesar de se efetuar, com muito menos expressão, são expedições de produto não acabado, nomeadamente de devoluções de matéria-prima não conforme e de material para prestações de serviços. Este armazém dispõe apenas de um cais, não permitindo mais do que uma descarga de cada vez.

A AD compra matéria-prima exclusivamente a outras unidades do grupo, salientando-se as unidades De Sousa e Equipar. Este sistema facilita a comunicação, assegura a flexibilidade na gestão de recursos e permite garantir certos critérios de qualidade. A frequência e a quantidade média de matéria-prima recebida de acordo com a unidade industrial correspondente são resumidas na Tabela 4.2. Porém, o valor da quantidade recebida é variável com a procura por parte dos clientes e adaptável às necessidades diárias.

Tabela 4.2. Frequência e quantidade média recebida proveniente de cada unidade industrial

Unidade Industrial	Frequência	Quantidade Média
Equipar	Diária	2 060 ML
De Sousa	Diária	1 020 ML

Nota-se que todas as janelas de descarga, ou seja, a chegada e carregamento/descarregamento dos camiões, são agendados ao dia, e, por vezes, à hora, podendo, no entanto, sofrer várias alterações conforme as necessidades, urgências e disponibilidade dos fornecedores.

Na atividade de receção, o motorista faz-se acompanhar obrigatoriamente por uma guia de transporte, que é entregue ao operador que realiza a receção, sendo que este documento discrimina todo o material transportado a entregar. Cada paleta a ser rececionada encontra-se identificada com uma etiqueta que apresenta um código de barras. Para que a matéria-prima esteja acessível para consulta no sistema informático e, posteriormente,

disponível para consumo, é fundamental que os colaboradores registem o material rececionado o mais rapidamente possível.

Como não existe nenhuma área reservada à receção de material, as paletes são arrumadas à medida que são retiradas do camião, sendo colocadas nos espaços vazios mais próximos, o que aumenta a entropia na atividade de *put-away* e, conseqüentemente, o tempo de descarga do camião.

ii. *Put-away*

O *put-away* é a operação efetuada a seguir à receção. O sistema informático utilizado para a gestão do armazém é o SAP e permite ao operador efetuar a melhor alocação do produto a uma dada localização, ficando disponível para consumo e para consulta informática.

No armazém de matéria-prima da AD, o armazenamento de produtos é efetuado segundo o critério de localização aleatória, ou seja, o produto é alocado aleatoriamente. Por conseguinte, quando é necessária a movimentação de material, é essencial que esta operação seja efetuada informaticamente, de modo que a localização física real corresponda à localização virtual da matéria-prima.

iii. *Picking*

O processo de *picking* define-se como o processo de aprovisionamento da matéria-prima à produção em resposta a uma dada encomenda colocada por um cliente, de modo a suprir o setor da Marcação com rolhas conforme a colocação de encomendas por parte dos clientes.

Nesta fase as rolhas são transportadas com recurso a um empilhador, que limita a quantidade por transporte a uma paleta. Neste sentido, e também por falta de espaço de manobra para a aplicação de outro método, o método de *picking* utilizado é o *picking* por encomenda, isto é, visita-se um local de *picking* individualmente por cada encomenda.

A informação para o *picking* encontra-se disponibilizada numa lista impressa em papel, sendo que esta dita informações dos artigos necessários, a ordem de fabrico que vão satisfazer e o número da tarefa associada a cada encomenda. Quando se originam sobras de material no setor da Marcação, estas são posteriormente recolhidas pelo mesmo operador que efetua o *picking*.

O processo de *picking* inicia-se com a colocação do número da tarefa associada à encomenda na pistola, sendo disponibilizado o *stock* do artigo requerido e as localizações no armazém onde se encontram os lotes existentes, com base no *FIFO*. Em seguida, o operador desloca-se fisicamente ao armazém respetivo para recolher a matéria-prima e realizar a *picking* do seu consumo para a ordem de fabrico respetiva. Posteriormente, as rolhas para consumo são depositadas no *buffer* que abastece a marcação, sendo que estas têm de ficar identificadas no quadro da marcação (fogo ou tinta) pela ordem de fabrico correspondente e na localização que ficaram alocadas, como exemplificado na Figura 4.4.

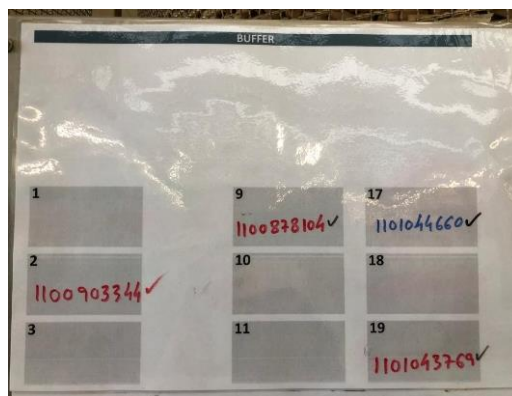


Figura 4.4. Quadro da marcação (fogo ou tinta)

Como suprarreferido, o operador de *picking* é também responsável pela movimentação das sobras de material da produção para o armazém, para que possam ser novamente armazenados. O mapeamento *AS-IS* do processo das sobras encontra-se disponível para consulta no Apêndice A.

E, no Apêndice B encontra-se disponível para consulta o mapeamento do fluxo do processo de armazenamento.

4.4. Caracterização do Armazém de Matéria-Prima

A AD dispõe de quatro armazéns, localizados na própria unidade, para o armazenamento de matéria-prima, totalizando estes uma área de 1765 m² com capacidade para armazenar 561 paletes (Tabela 4.3). Tendo em conta que, em média, cada palete transporta 70 ML rolhas e considerando apenas paletes inteiras, a capacidade máxima de armazenamento para matéria-prima é de 39 270 ML rolhas. Apesar de três destes quatro armazéns estarem situados num edifício diferente, o percurso entre os armazéns e a fábrica é coberto e nas mesmas instalações fabris, permitindo a movimentação de matéria-prima, independentemente das condições climáticas. Contudo, o percurso entre os armazéns e a zona de produção caracteriza-se pela sua irregularidade, sinuosidade e inclinação.

Em todos os armazéns, a matéria-prima é movimentada e armazenada em paletes industriais com uma área de armazenagem de 1200x1000 mm², onde são empilhados em média, 15 sacos de rafia com 5 ML rolhas, ou 1 *big bag* com 50 ML rolhas, ou 2 *big bags* com 35 ML rolhas, conforme apresentados nas Figura 4.5 e Figura 4.6. A definição do fator de embalagem a utilizar já está pré-definido, que depende dos artigos e da unidade fornecedora.



Figura 4.5. Paleta com matéria-prima em *Big Bag* **Figura 4.6.** Paleta com matéria-prima em sacos de rafia

Relativamente ao armazenamento das paletes, estas são armazenadas em filas de paletes consecutivas, como exemplificado na Figura 4.7, cujo acesso pedonal tem de estar sempre garantido, de modo a facilitar o *picking* da matéria-prima aquando do abastecimento à produção e a permitir a recolha de amostras por parte do laboratório. Cada linha de armazenagem é identificada por uma letra correspondente ao armazém e algarismos sequenciais. Note-se que, ao longo deste projeto, cada linha de armazenagem será denominada de posição.

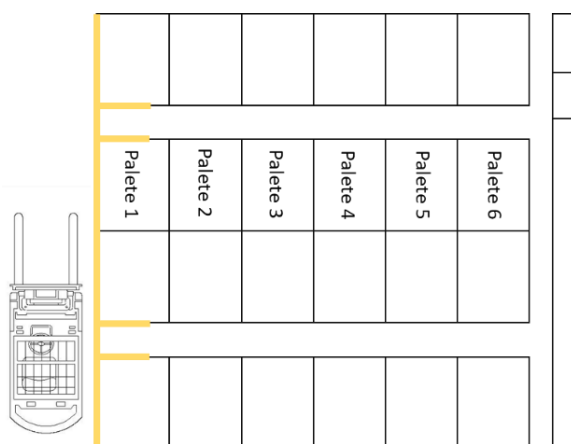


Figura 4.7. Armazenamento de matéria-prima na AD

Tabela 4.3. Planta e caracterização dos armazéns de matéria-prima da AD

Armazéns de Matéria-Prima Localizados na Amorim Distribuição



	Armazém	Área	Capacidade
	Armazém TEC	629 m ²	214 paletes
	Armazém COL	464 m ²	135 paletes
	Armazém NAT	336 m ²	118 paletes
	Armazém MON	336 m ²	94 aletes

4.5. Caracterização do Estado Atual

4.5.1. Apresentação do Problema

Como mencionado anteriormente, a Amorim Cork, S.A., como resultado da inovação, apresenta um vasto portefólio de produtos sempre com foco na melhoria e controlo da qualidade. Desta forma, a Amorim Distribuição (AD), para responder às necessidades dos clientes, comercializava mais do que uma família de rolhas de cortiça, ou seja, produzia rolhas naturais, colmatadas e micro-granuladas.

Porém, em 2022, devido ao aumento da globalização, do avanço das economias mundiais e do crescente consumismo das sociedades, a Amorim Cork, S.A. sentiu a necessidade de realocar famílias de produtos nas suas diferentes unidades industriais de distribuição, estabelecendo uma iniciativa estratégica relevante que entrou em vigor em janeiro de 2023. Esta decisão não foi motivada apenas por estes fatores externos, mas principalmente com o objetivo de aprimorar o nível de serviço prestado aos clientes e de especializar as unidades de distribuição. Neste sentido, a AD ficou, somente, a comercializar rolhas de cortiça micro-granuladas, reduzindo o seu portefólio de produtos.

Por ser uma mudança recente na organização, bem como no processo produtivo, a organização sente a necessidade de reestruturar o seu armazém de receção de matéria-prima, com base numa análise focada na identificação dos problemas existentes, de modo a perceber se os procedimentos existentes são sustentáveis ou se podem ser efetivamente melhorados. Ademais, o recálculo do inventário de segurança torna-se fundamental para dar resposta à reestruturação do armazém de receção de matéria-prima.

4.5.2. Análise do Estado Atual

No sentido de melhor compreender o estado atual do armazém de matéria-prima, é fundamental existir um conhecimento acerca das dinâmicas dos procedimentos efetuados no setor. Antes de aprofundar o desafio e para que seja possível aferir se os materiais com maior rotação se encontram no armazém mais próximo do setor da Marcação ou dispersos pelos vários armazéns é, primeiramente, necessário proceder à classificação dos materiais.

O primeiro método classificativo aplicado ao inventário relaciona-se com a análise ao consumo de cada artigo (classificação ABC), entre março de 2022 e fevereiro de 2023. Estes dados foram extraídos com recurso ao *Software* MES – permite realizar uma

recolha e análise dos dados do processo de produção diretamente do chão de fábrica, ajudando a gestão a tomar decisões factuais em tempo real—, a partir do histórico do consumo de cada artigo. Os resultados obtidos para cada classe estão descritos na Tabela 4.4.

Tabela 4.4. Classificação dos artigos segundo a análise ABC

Classificação	Quantidade Consumida [ML]	Percentagem Acumulada [%]	Percentagem de itens [%]
A	427 234	80	14
B	80 408	95	19
C	27 632	100	67
Total	535 274	-	100

Através dos resultados obtidos, é possível observar que, em termos de proporção de valor, os resultados práticos não diferem dos resultados teoricamente esperados. A classe que apresenta o número de itens mais baixo é a classe A (14% dos artigos), sendo este valor relevante para a monitorização do inventário, visto que, o facto de um grupo tão pequeno de componentes ter tanto impacto significa que o seu controlo e monitorização não devem, de maneira alguma, serem desmazelados.

Na Figura 4.8 estão representados graficamente os resultados da análise, tendo-se efetuado um diagrama de Pareto que relaciona a quantidade de consumo de cada artigo, com a percentagem de consumo acumulada. No Apêndice C encontra-se um resumo relativo à análise ABC.

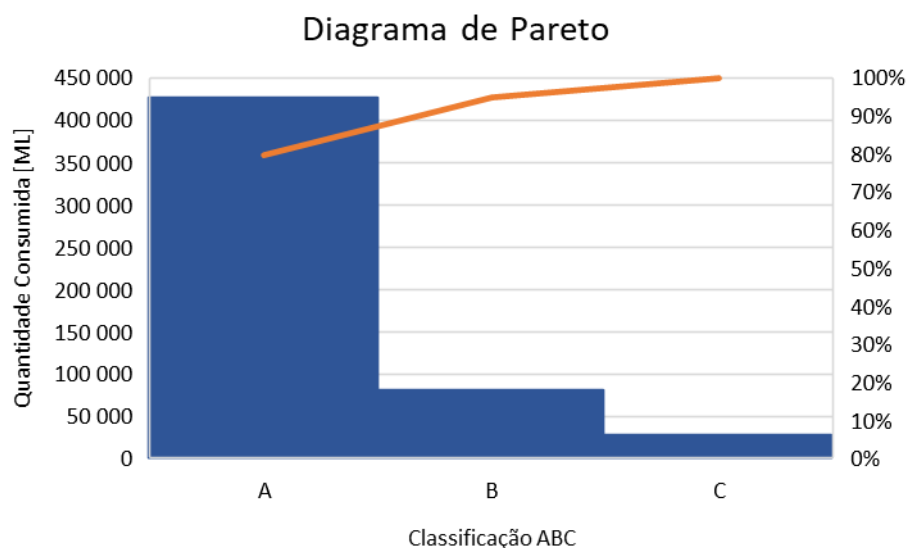


Figura 4.8. Diagrama de Pareto relativo à quantidade de consumo de cada artigo por classe ABC

Posteriormente, complementou-se a classificação ABC com a classificação XYZ, com o objetivo de avaliar as flutuações da procura dos artigos e de modo a conduzir a uma abordagem bidimensional das classificações de inventário que podem ser utilizadas de forma mais eficaz. Portanto, os mesmos artigos considerados na análise ABC são agora escrutinados segundo o seu coeficiente de variação, que estabelece a relação entre o desvio-padrão de um artigo e a sua média de consumo num dado período. Os resultados obtidos da análise XYZ encontram-se expostos na Tabela 4.5.

Tabela 4.5. Resultados da análise XYZ

Classe	Coeficiente de Variação	Artigos [%]
X	$CV < 0,5$	15
Y	$0,5 \leq CV \leq 1$	30
Z	$CV > 1$	55

É possível verificar pelos valores da tabela que apenas 15% dos artigos apresentam um consumo constante e mais de metade (55%) dos artigos apresentam um consumo completamente irregular. Na Tabela 4.6 está representada a matriz que resulta da integração da análise ABC com a XYZ, onde estão descritos o número de artigos relativos a cada um dos campos.

Tabela 4.6. Matriz ABC/XYZ

	A	B	C
X	7	4	0
Y	5	7	3
Z	0	13	41

Para os grupos de artigos sombreados a verde na tabela supra, pelo seu elevado valor de consumo e/ou consumo mais regular, devem ser estabelecidos níveis de serviço mais elevados, bem como devem permanecer o mais próximo do setor da Marcação. Relativamente aos artigos inseridos na classe CZ, devido ao seu consumo reduzido e bastante irregular, deverão apenas ser aprovisionados após confirmação de encomenda por parte do cliente, de modo a apenas se adquirir o material quando realmente é necessário.

A integração da análise ABC com a XYZ foi efetuada com o intuito de avaliar a melhor regra de arrumação do armazém, bem como de ajudar a determinar as decisões de encomenda dos materiais a serem mantidos.

Após a classificação dos materiais resultante das análises supra, foram realizadas medições de trabalho e diagramas de esparguete para o processo de *picking*, de modo a analisar a eficiência dos procedimentos efetuados no armazém de matéria-prima.

Procedeu-se à análise somente do processo de *picking*, devido ao facto de ser o processo prioritário para a melhoria da produtividade (Koster et al., 2007) e por ser uma atividade que requer tarefas longas que não acrescentam nenhum valor, como o tempo de procura. Por esta razão, é fundamental que todas as operações a montante, nomeadamente, a receção, *put-away* e a movimentação, sejam articuladas de modo a maximizar a eficiência da tarefa de *picking*.

Primeiramente, foram realizados diagramas de esparguete, durante a execução do processo de *picking* de tarefas relativas a artigos inseridos na classe AX e BX (Figura 4.9). Cada diagrama corresponde exclusivamente a uma única tarefa, apesar que para uma tarefa podem estar associadas, por exemplo, duas localizações distintas, sendo este valor dependente da quantidade de matéria-prima requerida e da sua disposição no armazém. Em ambas as situações, denota-se que o operador de *picking* desloca-se a duas ou mais localizações, por vezes, em armazéns distintos, para realizar a operação respetiva de determinada tarefa, sendo este um dos desperdícios.

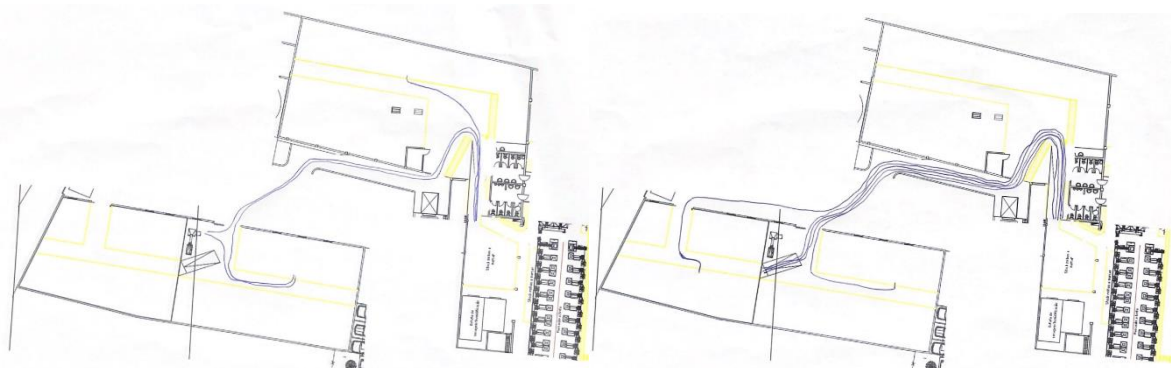


Figura 4.9. Diagrama de Esparguete realizado a uma tarefa de um artigo BX de quantidade 54 ML (esquerda) e de um artigo AX de quantidade 250 ML (direita)

Através do *software* SAP, retirou-se o número de posições que cada tipo de artigo se encontrava a ocupar, por forma a examinar a organização do armazém. Assim, esta

análise permitiu concluir que cada tipo de artigo, em média, se encontra disperso por 5 linhas de armazenamento.

Posteriormente, seguiu-se a medição de trabalho, recorrendo ao estudo por cronometragem direta, no sentido de quantificar o tempo despendido pelo operador de *picking* na execução das suas operações e nas variantes associadas. De forma a recolher medições de trabalho fidedignas do processo de *picking*, foi realizada a distinção da cronometragem de tempos entre tarefas relativas a encomendas pequenas (igual ou inferior 50 ML) e tarefas referentes a encomendas grandes (superiores a 50 ML).

Relativamente à quantificação das medições de trabalho, foram efetuadas trinta medições do *picking* realizado a tarefas relativas a encomendas pequenas e quinze medições do *picking* realizado a tarefas referentes a encomendas grandes. Os colaboradores que estavam a efetuar a operação de *picking* aquando da cronometragem, foram informados à priori do estudo a realizar, tendo-lhes sido solicitado que efetuassem o trabalho ao ritmo usual.

A operação de *picking* divide-se em quatro suboperações distintas, sendo elas, a deslocação, a procura e recolha de material, a contagem de rolhas (caso necessário) e a alocação no *buffer* na zona de produção. A cronometragem de tempos da operação de *picking* pode ser influenciada devido a algumas particularidades, nomeadamente:

- Armazenagem em filas de 5 a 7 paletes consecutivas, o que implica que quando é necessário retirar uma paleta que não se encontra na primeira posição, o operador tem de deslocar todas as paletes que se encontram à frente, e voltar a colocar as paletes deslocadas;
- Se existirem sacos abertos em contagens anteriores ou caso a encomenda seja não múltipla de 5 ou de 4 ML, na realização da próxima tarefa, o operador tem de se deslocar à contadeira (máquina de contar rolhas de cortiça) de forma a levar para a produção somente a quantidade requerida na tarefa, evitando, deste modo, sobras na produção.

Além das particularidades previamente mencionadas, o piso irregular entre os armazéns e a zona de produção, bem como as distâncias entre os mesmos, são fatores que influenciam o tempo total de *picking*, nomeadamente, na deslocação e no transporte da matéria-prima.

Neste sentido, pretende-se compreender a distribuição do tempo total do *picking* segundo as tarefas que o compõem e analisar a frequência da contagem de rolhas aquando das medições de trabalho. Desta forma, para o estudo admitiu-se o seguinte:

- A procura da encomenda inclui a consulta da lista impressa em papel disponibilizada pelo gabinete de produção, que dispõe do número de tarefa a colocar na pistola de *picking*, e consulta da localização da matéria-prima;
- A alocação no *buffer* considera o momento a partir do qual o *picker* entra no setor da Marcação, aloca a matéria-prima disponível e aponta a localização e a ordem de fabrico a que corresponde, no quadro de marcação das encomendas.

Os resultados referentes às medições de trabalho da operação de *picking* de tarefas relativas a encomendas pequenas encontram-se na Tabela 4.7 e na Figura 4.10. Note-se que a quantidade média por tarefa desta amostra é cerca de 13ML rolhas.

Tabela 4.7. Tempo despendido em cada atividade executada durante o *picking* de encomendas pequenas

Atividade	Média	Pond. Média	Desvio P	Máx	Min
Próxima tarefa	00:00:13	2%	00:00:04	00:00:24	00:00:07
Deslocação	00:00:39	5%	00:00:13	00:01:05	00:00:16
Procura e recolha	00:03:15	27%	00:01:54	00:07:30	00:00:49
Contagem de rolhas	00:05:43	47%	00:01:05	00:07:13	00:03:20
Transporte	00:00:55	7%	00:00:33	00:02:26	00:00:12
Alocar no buffer	00:01:27	12%	00:00:27	00:02:17	00:00:32
Total:	00:12:13	100%	00:04:17	00:20:55	00:05:17

Distribuição do tempo de *picking* [Encomendas Pequenas]

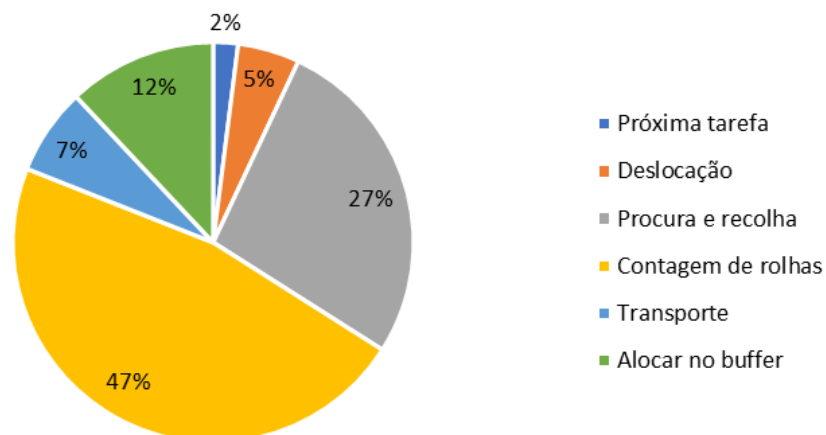


Figura 4.10. Distribuição do tempo de *picking* pelas tarefas executadas relativas às encomendas pequenas

Conforme os resultados acima apresentados, conclui-se que as atividades de contagem de rolhas (47%) e de procura e recolha de material (27%) dependem da maioria do tempo de *picking*. O valor apresentado nesta última atividade deve-se, essencialmente, às particularidades da operação de *picking* enunciadas acima. É importante referir que a contagem de rolhas não acontece em todas as tarefas, sendo a sua frequência apresentada na Tabela 4.8.

Tabela 4.8. Frequência da operação de contagem de rolhas em encomendas pequenas

	Quantidade de Tarefas	[%]
Com contagem de rolhas	18	60
Sem contagem de rolhas	12	40
Total:	30	100

É possível verificar pelos valores da tabela que mais de metade das tarefas requerem contagem de rolhas, levando que o tempo despendido no *picking* aumente. Após o término da análise, conclui-se que a operação de contagem de rolhas e de procura e recolha de matéria-prima são as operações prioritárias a minimizar e a tornar o mais eficiente possível, visto que não acrescentam valor ao produto final.

Após realizar a análise aos resultados referentes às medições de trabalho da operação de *picking* de tarefas relativas a encomendas pequenas, segue-se à análise das medições de trabalho da operação de *picking* de tarefas alusivas a encomendas grandes, encontrando-se os resultados na Tabela 4.9 e na Figura 4.11. Note-se que a quantidade média por tarefa desta amostra é cerca de 174ML rolhas.

Tabela 4.9. Tempo despendido em cada atividade executada durante o *picking* de encomendas grandes

Atividade	Média	Pond. Média	Desvio P	Máx	Min
Próxima tarefa	00:00:18	1%	00:00:06	00:00:29	00:00:10
Deslocação	00:01:48	7%	00:01:01	00:03:24	00:00:33
Procura e recolha	00:12:47	50%	00:05:15	00:25:16	00:06:01
Contagem de rolhas	00:05:31	21%	00:01:08	00:07:12	00:03:08
Transporte	00:02:03	8%	00:00:55	00:03:42	00:00:15
Alocar no buffer	00:03:18	13%	00:00:40	00:04:23	00:02:02
Total:	00:25:46	100%	00:09:04	00:44:26	00:12:10

Distribuição do tempo de *picking* [Encomendas Grandes]

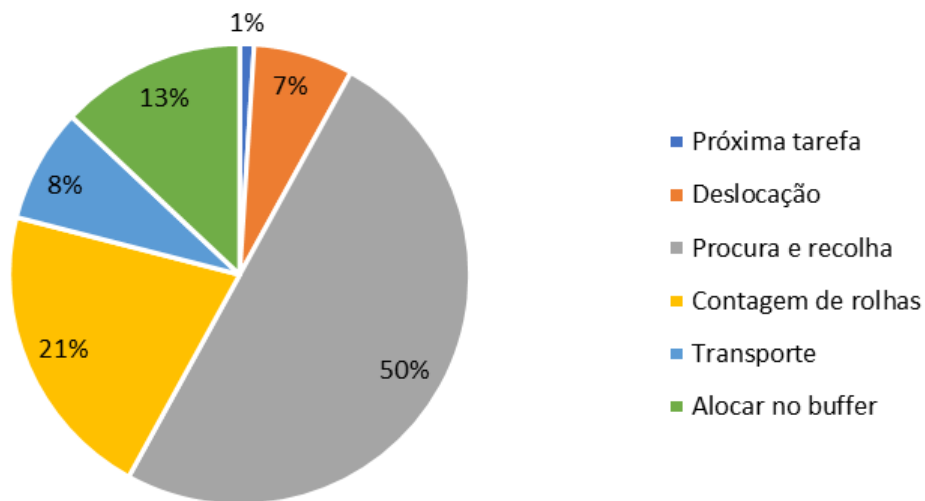


Figura 4.11. Distribuição do tempo de *picking* pelas tarefas executadas relativas às encomendas grandes

Através dos resultados supra apresentados, as tarefas de contagem de rolhas (21%) e de procura e recolha (50%) são as que consomem mais tempo de *picking*, à semelhança do que acontece nas encomendas pequenas. Porém, nas encomendas grandes a procura e recolha de artigos é a operação que se realça no tempo despendido pelo operador de *picking* enquanto nas encomendas pequenas visualiza-se o contrário. Esta disparidade deve-se essencialmente ao tempo despendido na operação de procura e recolha das encomendas grandes ser muito superior ao tempo despendido na operação de contagem de rolhas.

De forma semelhante à análise efetuada para as encomendas pequenas, é relevante avaliar a frequência da operação de contagem de rolhas na execução da operação de *picking* de encomendas grandes (Tabela 4.10).

Tabela 4.10. Frequência da operação de contagem de rolhas em encomendas grandes

	Quantidade de Tarefas	[%]
Com contagem de rolhas	12	80
Sem contagem de rolhas	3	20
Total:	15	100

Semelhante ao que acontece na execução da operação de *picking* das encomendas pequenas, a operação de contagem de rolhas é realizada em 80% das operações de *picking* das encomendas grandes. Perante estes dados, a empresa necessita de atuar sob

as tarefas de contagem de rolhas e de procura e recolha de matéria-prima, de forma a minimizar o tempo despendido em tarefas que não acrescentam valor ao produto final e de atingir os melhores resultados possíveis no desempenho.

Ademais, salienta-se que a operação de *picking* é influenciada pela quantidade requerida na tarefa, como foi possível observar nas medições de trabalho supra estudadas. Uma análise mais detalhada, realizada entre março de 2022 e fevereiro de 2023 e representada no diagrama de Pareto (Figura 4.12), evidencia que as encomendas com quantidades até 17 ML e entre 68 e 85 ML são as mais solicitadas pelo gabinete de produção.

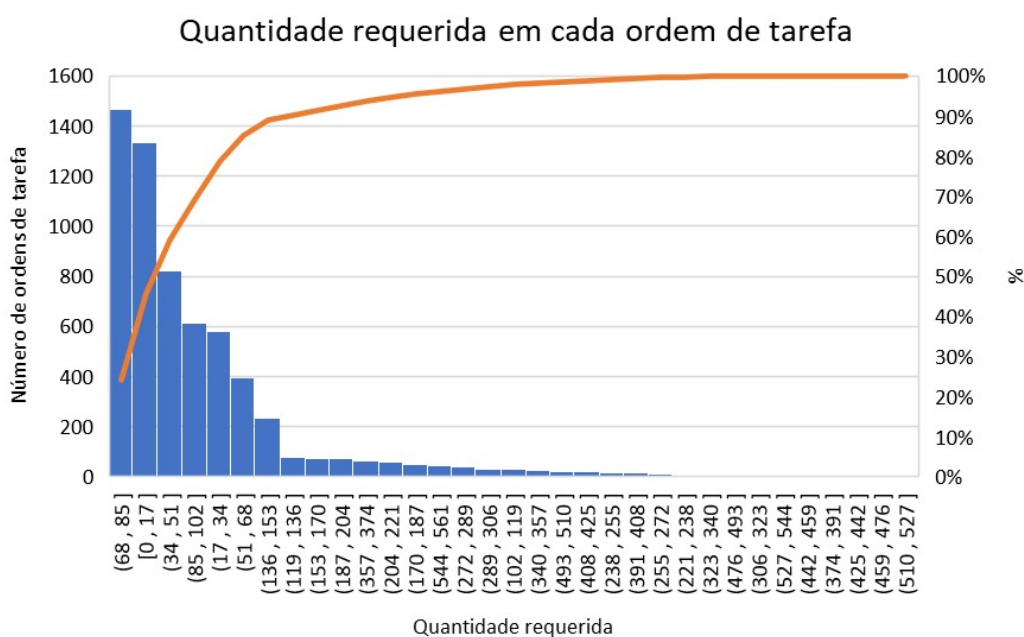


Figura 4.12. Diagrama de Pareto – quantidade solicitada em cada tarefa

Na sequência do diagnóstico ao estado atual do armazém de matéria-prima, realizou-se o planeamento das ações a tomar na medida a colmatar os problemas identificados à priori, sendo estas apresentadas ao longo da secção 5.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo será descrito o processo de estudo do problema, respondendo aos três objetivos de investigação propostos. Primeiramente, a fim de responder ao Objetivo 1 – “Recalcular inventários de segurança e de correspondentes necessidades de espaço de stockagem” –, recorreu-se a métodos de investigação, nomeadamente, análise documental e *brainstorming*, onde foi possível extrair conclusões sobre o espaço necessário para cada artigo a manter em *stock*.

Após efetuar a análise dos resultados obtidos, realizou-se a reorganização do armazém de matéria-prima através da implementação de ações de melhoria, concretizando – se o Objetivo 2 – “Reorganizar o armazém de matéria-prima”. Além disso, os resultados obtidos foram comparados com o estado atual para que seja possível aferir se as ações tomadas conduzem a uma melhor produtividade.

Seguiu-se a “Normalização dos fluxos/procedimentos” – Objetivo 3 – do armazém de matéria-prima, de modo a monitorizar consistentemente as operações rotineiras e a melhorar a produtividade do setor.

5.1. Cálculo do Inventário de Segurança

Como mencionado, a Amorim Distribuição (AD) sofreu uma alteração no seu *core* produtivo, levando que a unidade industrial tenha a necessidade de recalcular o seu inventário de segurança para dar resposta à reestruturação do armazém de receção de matéria-prima.

Para uma organização tomar a melhor decisão sobre a política de gestão de inventário a aplicar, esta necessita de analisar fatores como o seu sistema de funcionamento e o tipo de procura que normalmente enfrenta. No caso da AD, esta funciona como *postponement*, com a produção gerida pelo sistema *pull*, numa lógica de *make-to-order* (MTO). Neste sentido, só encomendam consoante as suas necessidades, mas, sendo as condições de entrega dos fornecedores díspares, bem como a quantidade a encomendar variar mediante a previsão da procura no período seguinte, existe a necessidade de criar inventário dos artigos que possuem uma maior rotação.

A análise ABC e XYZ, efetuada a todas as referências no subcapítulo 4.5.2, permitiu escolher os produtos que produzem mais impacto a nível de valor na empresa. Neste sentido, foram selecionados os produtos com classificação A, que apresentam procura contínua ou flutuante, e com classificação B, que exibem procura contínua, perfazendo um total de 16 produtos. Na Tabela 5.1 são apresentadas as características dos produtos analisados nesta dissertação.

Tabela 5.1. Características dos artigos monitorizados

Padrão de procura	Classificação (Volume)	Frequência	Percentagem
X	A	7	63,64%
	B	4	36,36%
	Subtotal	11	68,75%
Y	A	5	100%
	Subtotal	5	31,25%
	Total	16	100%

Após recolhidas as referências a analisar, efetuou-se o cálculo do inventário de segurança, sabendo que o valor do mesmo será tanto maior, quanto maiores forem as discrepâncias entre o consumo real e o consumo previsto (erro de previsão). Além das diferenças que existem nos consumos, o nível de serviço estipulado pela empresa também influencia a dimensão dos inventários de segurança. Inicialmente, foi indicado um nível de serviço de 98% que, futuramente, será trabalhado para um nível de serviço de 99%.

Tendo por base a equação (5.1) e considerando o RMSE como métrica de erro, o inventário de segurança é calculado pela seguinte fórmula:

$$SS_k = z \sqrt{LT(RMSE_{PI}^2) + F_k^2(\sigma_{LT}^2)} \quad (5.1)$$

A Amorim Distribuição (AD) realiza as suas previsões para períodos anuais. No entanto, o inventário de segurança é calculado mensalmente e, nesta sequência, as previsões da AD são convertidas para o período mensal.

Relativamente ao lead time (LT), correspondente ao tempo de entrega do material que depende de fornecedor para fornecedor, os valores considerados para o cálculo

do inventário de segurança são aqueles que os fornecedores consideram máximo para a entrega, sendo igual para todos os itens com a mesma classificação. O valor do LT dos artigos AX e AY é de 15 dias, enquanto o dos artigos BX é de 22 dias.

Devido à alteração do *core* produtivo e resultado do presente projeto, os inventários de segurança dos artigos selecionados encontram-se a ser calculados mensalmente. Porém, à medida que o histórico do consumo real aumenta e o erro de previsão estabiliza, o período de cálculo entre cada inventário de segurança poderá ser alargado. Neste sentido, o cálculo do inventário de segurança deve ser ajustado às necessidades da organização, visto que este deve ser variável, a fim de corresponder à procura prevista, tal como sugerido por Dallery e Babai (2005).

Após o cálculo dos inventários de segurança, exemplificados no Apêndice D, realizou-se um *brainstorming* com o responsável pelo planeamento da produção, por forma a validar o método de cálculo, bem como de aferir os resultados obtidos para cada artigo.

Como resultado desta fase do projeto, foi criada uma folha de cálculo para que, em caso da introdução de novos materiais com estas características na realidade da empresa, aconteça a atualização do seu valor de inventário de segurança de uma forma rápida e prática.

5.2. Reorganização do Armazém de Matéria-Prima

Após a recolha e análise dos dados relativos à situação atual do setor da Logística de Entrada, foi essencial realizar entrevistas não estruturadas aos colaboradores deste setor, de forma a recolher o máximo de informação possível segundo o ponto de vista destes. Além disso, o processo de observação participativa permitiu compreender o fluxo atual e familiarizar-se com os processos.

Os produtos com maior rotatividade e maior representação nas vendas (AX) são, essencialmente, fornecidos pela unidade industrial Equipar, conforme visualizado na Figura 5.1, sendo que, numa fase inicial, eram rececionados na AD em paletes que contêm 1 *big bag* com 50 ML rolhas. No entanto, este fator de embalagem encontra-se desajustado relativamente ao não aproveitamento de espaço de armazenamento disponível no armazém de matéria-prima. Neste sentido, de modo a aumentar a capacidade de armazenamento do armazém e a eficiência e a redução dos custos de transportes, efetuou-se a alteração do fator de embalagem destes produtos, agilizando e amadurecendo esta mudança com o fornecedor. Por conseguinte, estes produtos passaram a ser rececionados na AD em paletes

que contêm 2 *big bags* sobrepostos com quantidades a variar entre 70 e 80 ML, dependendo do calibre da rolha de cortiça.

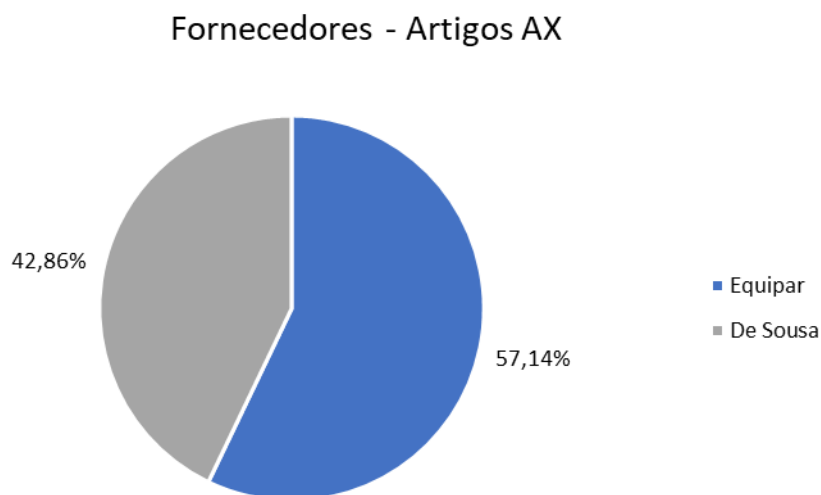


Figura 5.1. Fornecedores dos artigos classificados como AX

Com a alteração do fator de embalagem, a quantidade de camiões necessários para o transporte dos produtos foi significativamente reduzida. Anteriormente, eram utilizados, aproximadamente, oito camiões e meio por semana, mas com esta alteração, este número foi reduzido para, aproximadamente, cinco camiões e meio por semana. Esta diminuição de cerca de três camiões semanais resultou numa poupança considerável de 630€ por semana em custos de transporte. Além disso, essa mudança do fator de embalagem possibilitou uma melhor utilização do espaço disponível no armazém de matéria-prima, bem como contribuiu para uma operação logística mais eficiente.

Além do problema suprarreferido, a alteração do *core* produtivo também desenvolveu modificações no processo produtivo da AD, levando à eliminação de um setor produtivo. Neste setor, denominado de Escolha, realizava-se a seleção de rolhas por classe visual ou calibre, de forma automática ou manual, através de operários qualificados. No entanto, como o portefólio de produtos que AD, atualmente possui, não necessita de passar por este setor, o mesmo tornou-se desnecessário e até inativo, levando à paragem das máquinas existentes. Consequentemente, ocorreu a eliminação das máquinas do setor, este local tornou-se mais amplo e disponível para ser reaproveitado.

Assim, por forma a aproveitar o espaço ganho pela inatividade do setor da Escolha, realizou-se uma projeção de *layout* para esse local, ilustrado na Figura 5.2, com o objetivo de aumentar o *buffer* da marcação.

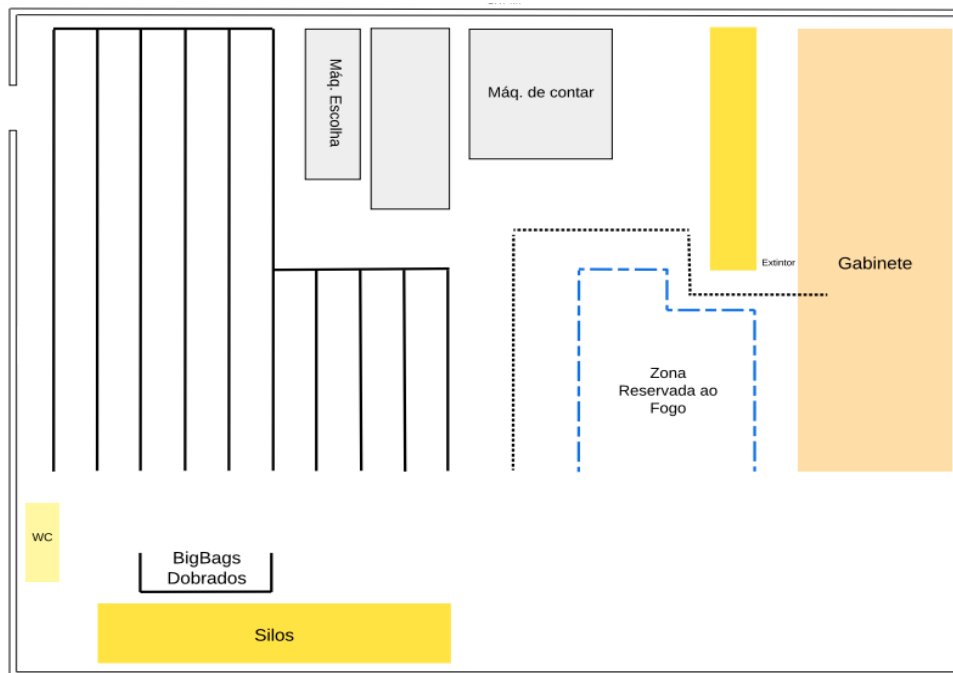


Figura 5.2. Layout para reaproveitamento do espaço do setor da Escolha

O *layout* projetado apresenta 5 linhas de armazenamento com capacidade para 11 paletes e 4 linhas de armazenamento com capacidade para 5 paletes, perfazendo um total de 75 paletes. Sete das dez linhas deste novo espaço do *buffer* da marcação encontra-se destinado aos cinco primeiros artigos classificados como AX, encontrando-se estes embalados em *big bags*, maioritariamente, e em sacos de 5 ML rolhas. As restantes duas linhas de armazenamento com capacidade de 5 paletes serão usadas para encomendas superiores a 300ML.

O aumento do espaço do *buffer* da marcação, essencialmente, para os artigos supramencionados, trouxe diversas vantagens à organização, designadamente: o aumento da quantidade disponível destes artigos no setor da Marcação, que permite melhorar o fluxo e planeamento do setor; a diminuição do número de tarefas realizadas pelo operador de *picking*; diminuição de tarefas de *picking* com contagem; o aumento de flexibilidade no armazém de matéria-prima; a criação de um fluxo contínuo de abastecimento destes artigos e a uniformização do *buffer* da marcação.

Aquando da implementação do novo espaço do *buffer*, foram atribuídas novas posições ao *buffer* já existente no setor da Marcação, ocupando o intervalo da posição 49 até à posição 57. Este intervalo foi assim escolhido com o objetivo de dar continuidade às posições já existentes. Através da Figura 5.3, é possível visualizar tanto a situação anterior

como a posterior à implementação. Ademais, realça-se que esta implementação foi efetuada em cooperação com os colaboradores, levando em consideração as suas perspetivas e necessidades, a fim de garantir um processo bem-sucedido.

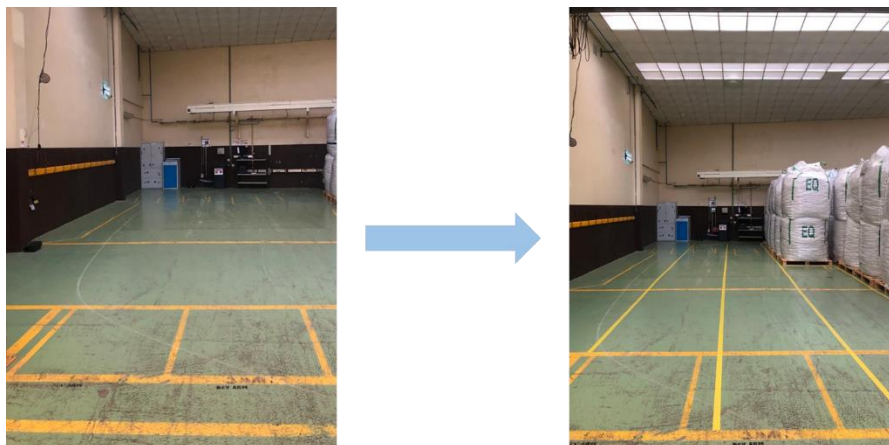


Figura 5.3. Implementação do novo espaço do *buffer* da marcação (antes – esquerda – e após – direita)

A avaliação de resultados tem por base dois indicadores – número médio de tarefas diárias e a quantidade requerida por cada tarefa dos artigos destinados a este local –, suficientemente abrangentes e capazes de avaliar o impacto da implementação do *layout* supra apresentado, ou seja, o aumento do espaço do *buffer* da marcação.

De modo a analisar os indicadores, extraiu-se o número de tarefas realizadas, bem como a quantidade associada a cada uma, entre o período de janeiro de 2023 e maio de 2023, do *Software* SAP. Após a sua extração, realizou-se o gráfico que se encontra presente na Figura 5.4. Note-se que a implementação do novo espaço do *buffer* da marcação iniciou-se no início de abril.

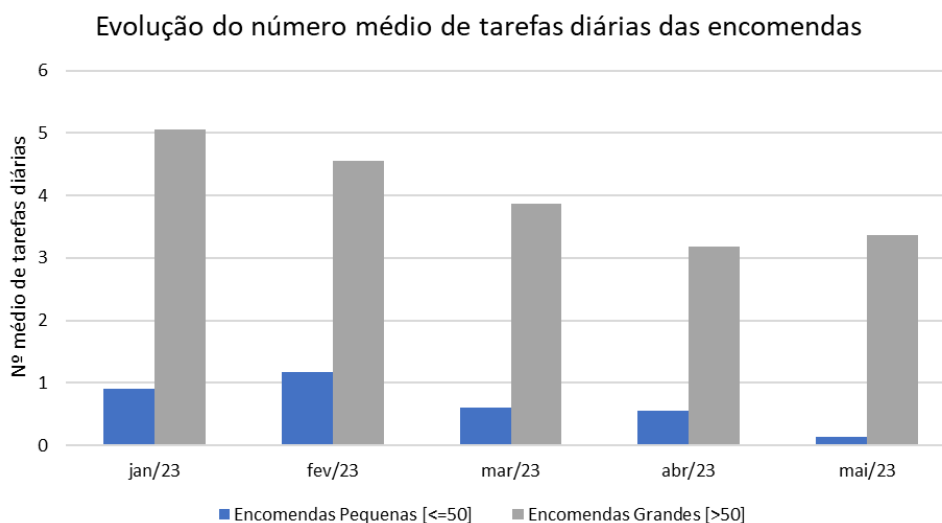


Figura 5.4. Evolução do número médio de tarefas diárias das encomendas pequenas e das encomendas grandes

Verifica-se que as melhorias implementadas permitiram uma redução do número médio de tarefas diárias realizadas para encomendas pequenas, perfazendo uma melhoria de 76%. No entanto, o número médio de tarefas diárias realizadas para encomendas grandes sofreu um aumento de 6%, devido à modificação do fator de embalagem e do abastecimento contínuo ao novo *buffer* da marcação, visto que este local deve permanecer constantemente abastecido com os materiais suprarreferidos, de forma ao setor da Marcação abastecer, sempre que necessitar, os silos das máquinas da marcação.

De forma a validar a melhoria supra apresentada e isolar fatores externos, analisou-se o perfil de encomendas dos artigos destinados ao novo espaço do *buffer*, entre janeiro de 2023 e maio de 2023, conforme visualizado na Figura 5.5.

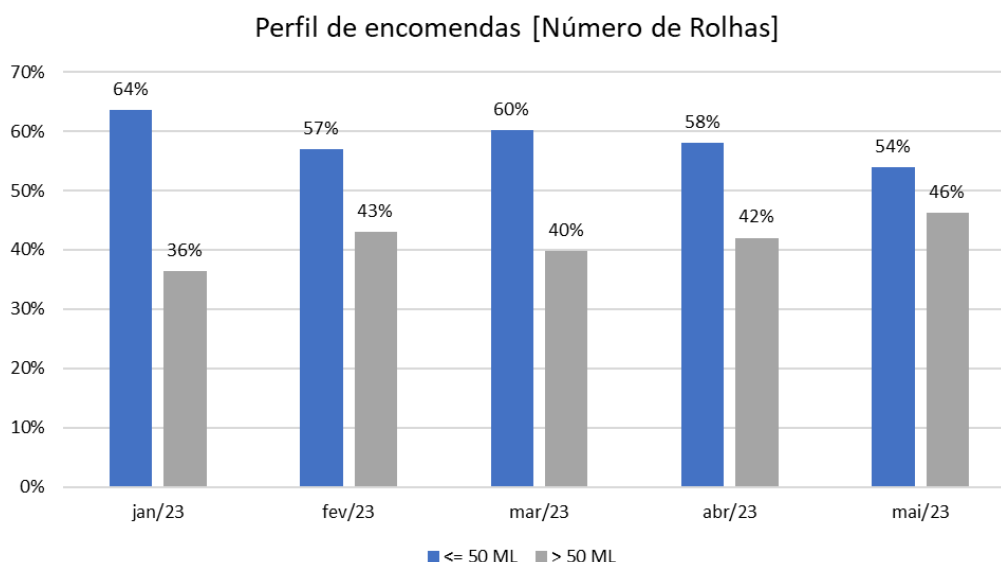


Figura 5.5. Perfil de encomendas dos artigos destinados ao novo *buffer* da marcação

Verifica-se que houve uma queda de 4 pontos percentuais (p.p.) na compra de encomendas pequenas – igual ou até 50ML rolhas –, enquanto existiu um aumento de 4 p.p. na compra de encomendas grandes – superiores a 50ML rolhas. Neste sentido, a redução do número médio de tarefas diárias realizadas para encomendas pequenas, não se deveu somente à implementação da ação de melhoria, mas, também, à redução da compra por parte dos clientes das mesmas. Salienta-se que a maioria da redução do número médio de tarefas diárias realizadas para encomendas pequenas deveu-se, essencialmente, à ação de melhoria implementada.

Em simultâneo com a implementação do novo espaço do *buffer* da marcação, iniciou-se a organização do armazém, adotando uma organização fixa segundo uma ótica de

rotatividade, visto que este método permite que os artigos com maior valor de uso e procura contínua sejam colocados em zonas mais perto da produção, reduzindo a distância percorrida para *picking* e, paralelamente, o tempo despendido nesta tarefa.

O primeiro passo efetuado na organização do armazém da AD passou por recolher todos os excedentes das atividades de *picking* e agrupá-los por artigo, ou seja, juntar cada excedente a um lote do mesmo artigo já existente no armazém. No entanto, caso o excedente fosse único no armazém este seria arrumado no armazém MON. Este passo tornou-se fundamental para melhorar o aproveitamento das linhas de armazenamento do armazém, pois o número de paletes com uma quantidade reduzida de rolhas diminui.

Devido à realocação de famílias de produtos que as unidades industriais de distribuição da Amorim Cork, S.A. enfrentam, a Amorim Distribuição (AD), ainda, possui no seu armazém de matéria-prima famílias de produtos que não comercializa. No entanto, todas as rolhas de cortiça que estejam no seu armazém de matéria-prima que não se enquadrem, atualmente, com o seu portefólio de produtos serão vendidas às respetivas unidades industriais, de acordo com a realocação de famílias de produtos que foi imposta. Neste sentido, de forma a agilizar o processo de venda e a aumentar o espaço disponível do armazém de matéria-prima da AD, realizou-se a junção de todas as famílias de produtos que não fazem parte do portefólio de produtos da AD, nomeadamente, rolhas de cortiça naturais, colmatadas e técnicas, numa só linha de armazenamento do armazém MON, por ser o mais distante da produção e, assim, deixar os armazéns mais próximos para os produtos com maior rotação.

Após os dois primeiros passos suprarreferidos, efetuou-se o dimensionamento da organização do armazém da matéria-prima com base no inventário de segurança calculado na secção 5.1 para o mês de maio. O espaço ganho com a implementação do novo espaço do *buffer* da marcação será tido em conta no dimensionamento, nomeadamente, para os artigos AX que se encontram destinados a este local, estando estes sublinhados na Figura 5.6.

Assim, com base na capacidade dos armazéns, na proximidade dos mesmos ao armazém da produção e na quantidade de paletes necessária para inventário de segurança, realizou-se o dimensionamento dos armazéns, obtendo-se o seguinte:

	Capacidade	Ocupadas	Livres
TEC	214	205	9
COL	135	118	17
NAT	118	13	105
MON	94	-	94
Total	561	336	225

Identificação do Material	SS	Quantidade/paleta	Posições Buffer	Número Posições
RT NEUT 44X24 CF CLEAR E	8 943	70	33	95
RT NEUT 38X24 CF CLEAR E	4 656	80	11	48
RT NEUT_BEER 44X25,5 CF CLEAR E	3 896	70	11	45
RT NEUT 44X24 CF CLO E	1 425	70	5	16
RT XPUR 44X24 CF CLEAR E	1 793	85	5	17
RT NEUT 38X23,5 CF CL2 E	1 580	100	-	16
RT NEUT 44X25 CF CLEAR E	1 103	72	-	16
RE SPARK_ONE 42X27 CF CLEAR E	1 076	72	-	15
RT NEUT_FMC 44X24 CF CLEAR E	1 178	85	-	14
RT NEUT 38X24 CF CLO E	891	100	-	9
RT NEUT_FMC 38X24 CF CLEAR E	811	100	-	9
RT NEUT 38X25 CF CLEAR E	797	100	-	8
RT NEUT 44X23 CF CLEAR E	598	85	-	8
RT NEUT 38X23 CF CLEAR E	604	100	-	7
RT XPUR 44X24 CF CLO E	486	85	-	6
RT NEUT_FMC 44X23 CF CLEAR E	530	85	-	7
Total	30 368			336

Figura 5.6. Dimensionamento dos armazéns com base na quantidade necessária de SS por artigo

Como a organização do armazém de matéria-prima teve por base a rotatividade dos artigos, os primeiros artigos AX – sublinhados a azul na Figura 5.6 – ficaram alocados ao armazém TEC, por ser o armazém mais próximo do setor da Marcação, e os restantes artigos classificados como AX, AY e BX – sublinhados a laranja e a verde – ficaram alocados aos armazéns COL e NAT. A percentagem dos artigos alocados a cada armazém de acordo com a sua classificação pode ser visualizada na Tabela 5.2.

Tabela 5.2. Distribuição dos artigos pelos armazéns de acordo com a sua classificação

Padrão de procura	Classificação (Volume)	Armazém		
		TEC	COL	NAT
X	A	57%	43%	-
	B	-	60%	40%
Y	A	-	100%	-

Na sequência da sua implementação, importa avaliar o impacto da alteração de *layout* na atividade de *picking*. Para realizar esta análise foram efetuadas 15 medições da tarefa de *picking* para encomendas grandes, e 10 medições da tarefa de *picking* para encomendas pequenas, de modo que seja possível comparar com o estudo efetuado antes da implementação da ação de melhoria. Dessa forma, podemos determinar os efeitos da alteração no desempenho da atividade de recolha de materiais.

Salienta-se que, devido à diminuição de tarefas de *picking* de encomendas pequenas, conforme visualizado na Figura 5.4 acima referido, não foi possível realizar o mesmo número de observações que se efetuaram aquando da análise da situação inicial, tornando-se uma limitação à dissertação.

Os resultados obtidos referentes às medições de trabalho da operação de *picking* de tarefas relativas a encomendas pequenas encontram-se na Tabela 5.3. Note-se que a quantidade média por tarefa desta amostra é cerca de 21ML rolhas.

Tabela 5.3. Resultados obtidos para as encomendas pequenas através da cronometragem dos tempos de *picking* após a reorganização do armazém

Atividade	Média	Pond. Média	Desvio P	Máx	Min
Próxima tarefa	00:00:12	2%	00:00:02	00:00:16	00:00:10
Deslocação	00:00:49	8%	00:00:15	00:01:17	00:00:21
Procura e recolha	00:03:40	35%	00:01:37	00:06:30	00:00:55
Contagem de rolhas	00:03:50	37%	00:00:15	00:04:13	00:03:33
Transporte	00:00:57	9%	00:00:09	00:01:09	00:00:40
Alocar no buffer	00:00:57	9%	00:00:18	00:01:30	00:00:34
Total:	00:10:26	100%	00:02:41	00:14:55	00:06:13

Comparativamente com os resultados obtidos antes da reorganização do armazém, observa-se que houve uma diminuição de 1 minuto e 47 segundos no tempo médio de *picking* (redução de 17%), verificando-se uma diminuição no tempo de contagem de rolhas. No entanto, esses valores podem não corresponder concretamente à realidade, devido ao facto da amostra ser relativamente pequena em comparação com a amostra inicial. Contudo, houve uma redução significativa de 42% na variabilidade dos dados – parâmetro indicado pelo desvio-padrão – que permite aferir que houve uma maior consistência nos tempos registados, refletindo-se numa maior estabilidade.

A implementação da ação de sensibilização relativamente à operação de contagem de rolhas aos colaboradores resultou numa notável redução no tempo de contagem de rolhas, perfazendo uma melhoria de 33%. Anteriormente à sensibilização, os colaboradores realizavam a contagem das rolhas necessárias para satisfazer a atividade de *picking*, sem considerar a contagem do menor número possível. No entanto, por meio desta ação de melhoria, foi solicitado aos colaboradores que efetuassem a contagem do menor número de rolhas possível, quer estas sejam para satisfazer a atividade de *picking*, quer estas sejam um excedente da atividade de *picking*. Essa mudança de abordagem permitiu uma

redução significativa no tempo necessário para contar rolhas, resultando num aumento de produtividade e eficiência da operação.

Relativamente aos resultados obtidos das medições de trabalho da operação de *picking* de tarefas referentes a encomendas grandes, estes encontram-se na Tabela 5.4. Note-se que a quantidade média por tarefa desta amostra é cerca de 266ML rolhas.

Tabela 5.4. Resultados obtidos para as encomendas grandes através da cronometragem dos tempos de *picking* após a reorganização do armazém

Atividade	Média	Pond. Média	Desvio P	Máx	Min
Próxima tarefa	00:00:10	2%	00:00:02	00:00:13	00:00:08
Deslocação	00:01:22	13%	00:00:35	00:02:47	00:00:30
Procura e recolha	00:04:36	45%	00:02:34	00:08:48	00:01:01
Contagem de rolhas	-	-	-	-	-
Transporte	00:01:53	19%	00:00:45	00:03:11	00:00:51
Alocar no buffer	00:02:12	22%	00:00:46	00:03:42	00:00:50
Total:	00:10:13	100%	00:04:42	00:18:40	00:03:21

Verifica-se que com a reorganização do armazém de matéria-prima da AD, o tempo médio de *picking* na execução de tarefas de encomendas grandes sofreu uma redução em 15 minutos e 33 segundos, perfazendo uma melhoria de 60%. Uma das etapas críticas da atividade de *picking* é a procura e recolha do material, e foi nessa operação que se verificou a segunda maior percentagem de melhoria (64%). Após a reorganização do armazém, os colaboradores foram capazes de localizar e recolher o material de forma mais rápida e eficiente.

Realça-se que durante a análise da amostra de medições referentes à operação de *picking* de tarefas alusivas a encomendas grandes, constatou-se que a taxa de contagem de rolhas atingiu 80%. No entanto, após a implementação do novo espaço do *buffer* da marcação e da alteração do fator de embalagem, a amostra de medições subsequente revelou uma ausência completa do processo de contagem de rolhas. Estes resultados demonstram o impacto positivo das implementações realizadas, resultando numa eliminação efetiva da operação de contagem de rolhas e evidenciando a eficácia das medidas adotadas.

Na sequência da avaliação das medições de trabalho para as operações de *picking* de tarefas referentes a encomendas grandes ou a encomendas pequenas, verifica-se que em ambas as análises houve melhorias no tempo médio de *picking*, resultando na redução de tarefas sem valor acrescentado. Neste sentido, os colaboradores têm a oportunidade de utilizar o tempo disponível de forma mais eficiente. Estes podem realizar tarefas adicionais,

como manutenção, limpeza e organização do armazém de matéria-prima, contribuindo para a eficiência do processo e mantendo um ambiente seguro e produtivo. Além disso, podem também participar ativamente em iniciativas de melhoria contínua, identificando oportunidades de otimização e sugerindo ideias para aprimorar o processo.

Além das medições de trabalho, utilizou-se o diagrama de esparguete como outra ferramenta para avaliar a eficácia da reorganização do armazém. Como supramencionado na secção 4.5.2, cada diagrama corresponde exclusivamente a uma única tarefa. Neste sentido, os diagramas de esparguete apresentados na Figura 5.7 correspondem à execução do processo de *picking* de tarefas relativas a artigos inseridos na classe AX e BX, após a reorganização do armazém.

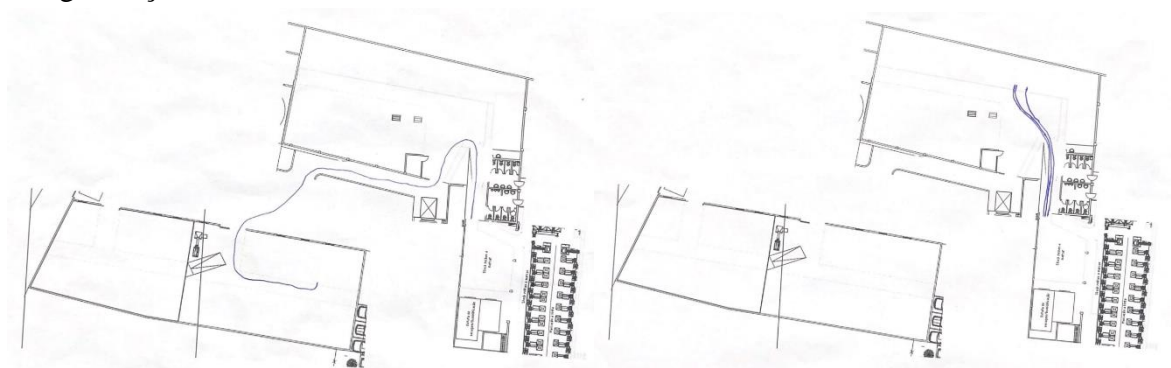


Figura 5.7. Diagrama de Esparguete realizado a uma tarefa de um artigo BX de quantidade 98 ML (esquerda) e de um artigo AX de quantidade 255 ML (direita)

Ao contrário do que ocorria antes da reorganização do armazém, os colaboradores agora são capazes de executar a atividade de *picking* com deslocamentos limitados a um único armazém, conforme visualizado na Figura 5.7. Além disso, é possível observar de forma tangível o impacto positivo da reorganização, que se reflete na redução do tempo de deslocamento e no aumento da eficiência operacional alcançada.

Para complementar o impacto da melhoria gerada ao nível da reorganização do armazém de matéria-prima, estudou-se o número de posições, em média, que cada tipo de artigo se encontrava a ocupar. Anteriormente, em média, cada tipo de artigo encontrava-se disperso por cinco linhas de armazenamento. No entanto, após a reorganização do armazém, observou-se uma melhoria de 40%, com cada tipo de artigo, em média, agora disperso por apenas três linhas de armazenamento.

5.3. Normalização dos Fluxos e Procedimentos do Armazém

Após a implementação das ações de melhoria, torna-se fundamental realizar a normalização dos fluxos e procedimentos do armazém, de forma a garantir a sustentabilidade e a continuidade dos resultados alcançados. Esta etapa é crucial para garantir que as melhorias sejam incorporadas na rotina operacional e que os benefícios obtidos sejam mantidos a longo prazo.

Deste modo, envolve a criação de documentos claros e de fácil compreensão, como ajudas visuais e procedimentos de trabalho. A finalidade é garantir que esses documentos sejam comunicativos e acessíveis, permitindo uma interpretação fácil por parte dos colaboradores. Neste sentido, os colaboradores poderão consultar e seguir as diretrizes estabelecidas de forma eficaz, contribuindo para a consistência, eficiência e qualidade das operações.

5.3.1. Abastecimento do Novo Espaço do *Buffer*

A norma relativa ao processo de abastecimento do novo espaço do *buffer* foi desenvolvida para estabelecer diretrizes claras e procedimentos padronizados para o abastecimento eficiente e eficaz do novo espaço. O objetivo principal desta norma é garantir que o abastecimento seja realizado de forma organizada, minimizando a interrupção das operações e otimizando a disponibilidade dos artigos que ficaram destinados a este local, sem criar excesso de *stock*.

Com a realização deste *standard work* visa-se garantir um fluxo contínuo dos artigos alocados a este espaço e aumentar a disponibilidade dos mesmos para atender às necessidades da produção. Para isso, esta norma estabelece etapas práticas para o processo de abastecimento do novo espaço do *buffer*, incluindo o procedimento de reposição dos artigos, o processo de controlo do *stock* e a identificação clara dos materiais e as suas localizações no *buffer*.

Para facilitar a identificação dos materiais e as suas localizações no novo espaço do *buffer*, foram realizadas ações específicas (Figura 5.8). Primeiramente, foram identificadas as novas posições do *buffer*, permitindo uma organização clara e eficiente. Além disso, realizou-se quadros visuais que possibilitam a fácil identificação das rolhas em cada linha de armazenamento do *buffer*. Estas medidas visam otimizar o processo de

5.3.2. Devoluções ao Armazém de Matéria-Prima

A norma estabelecida para as devoluções ao armazém de matéria-prima foi desenvolvida com o objetivo de garantir um processo eficiente e consistente para lidar com as devoluções de artigos provenientes do setor da Marcação. Esta norma encontra-se dividida em duas partes.

Na primeira parte da norma, detalha-se o procedimento de devolução ao armazém, sendo estabelecidas diretrizes claras sobre como os artigos devolvidos, denominados de “sobras”, que devem ser identificados e embalados adequadamente. Deste modo, torna-se crucial que os colaboradores sigam as instruções fornecidas para garantir a integridade e a rastreabilidade das devoluções.

Na segunda parte da norma, discrimina-se o subprocesso de armazenamento, mais especificamente procurar uma localização em sistema, visto que, após os produtos terem sido devidamente identificados e embalados, o operador deve procurar em sistema posições disponíveis onde haja *stock* do mesmo artigo a ser devolvido. Esta etapa ajuda a otimizar o espaço de armazenamento e a manter a organização implementada no armazém, evitando a dispersão desnecessária dos produtos.

A implementação desta norma contribui para um processo de devolução mais eficiente e preciso, assegurando que os produtos devolvidos sejam devidamente alocados em posições adequadas dentro do armazém de matéria-prima. Neste sentido, os colaboradores, ao seguirem as diretrizes estabelecidas na norma, garantem uma devolução adequada e eficiente, contribuindo para a organização e otimização do espaço do armazém.

A norma estabelecida ao processo de devoluções ao armazém de matéria-prima encontra-se no Apêndice F. Além disso, o fluxograma *TO-BE* do processo das sobras encontra-se disponível para consulta no Apêndice G.

5.3.3. Organização do Armazém de Matéria-Prima

A norma relativa ao processo da organização do armazém de matéria-prima desempenha um papel fundamental para a manutenção de um ambiente de armazenamento organizado e eficiente, garantindo um fluxo adequado das operações logísticas. Uma operação fundamental deste *standard work* é o planeamento antecipado das descargas dos camiões, onde o operador o realiza com base nos *e-mails* recebidos por parte dos fornecedores, nos quais são listados os artigos que serão entregues em cada carga, bem como a quantidade recebida de cada tipo de artigo.

Através destas informações, o operador responsável pela descarga dos camiões utiliza a tabela presente na norma para determinar o armazém a alocar cada tipo de artigo no armazém. A norma estabelece as áreas específicas onde cada tipo de artigo deve ser armazenado, levando em consideração a implementação efetuada à priori na secção 5.2. Além disso, o operador desloca-se fisicamente aos armazéns correspondentes, de forma a verificar se é necessário realizar alguma arrumação prévia para acomodar adequadamente os artigos que serão recebidos. Esta etapa permite uma distribuição adequada dos artigos recebidos, bem como garante um processo de descarga ágil e organizado.

Além do planeamento das descargas dos camiões, a norma também define diretrizes claras sobre como a organização do armazém deve ser realizada, detalhando áreas específicas para cada tipo de artigo. Através desta norma, é possível determinar quais os artigos que devem ser armazenados em cada armazém, facilitando a localização rápida e precisa dos materiais.

A implementação desta norma é de elevada importância para manter a organização implementada no armazém de matéria-prima, apresentada na secção 5.2 supra. A clareza e padronização proporcionadas por esta norma garantem que todos os envolvidos tenham uma compreensão consistente dos procedimentos da organização e contribuem para um ambiente de trabalho mais eficiente e produtivo.

No Apêndice H encontra-se a norma estabelecida ao processo de organização ao armazém de matéria-prima. Ademais, o fluxograma do processo de armazenamento encontra-se disponível para consulta no Apêndice I.

Além da norma estabelecida para o processo de organização do armazém, realizou-se a atualização do cartão *Kamishibai* do setor da Logística de Entrada como uma medida complementar para manter a organização implementada. Esta ferramenta era

conhecida pelo setor, dado a sua aplicação no contexto do cumprimento da agenda das reuniões diárias, implementada no âmbito do *Kaizen* Diário do setor. Com a atualização do cartão *Kamishibai*, foram incluídas novas questões e verificações específicas relacionadas à organização inculcida no armazém, garantindo que os padrões estabelecidos sejam mantidos ao longo do tempo. Este mecanismo contribui para a sustentabilidade e a melhoria contínua da organização do armazém, reforçando a importância e o comprometimento com a eficiência e a qualidade dos processos.

O cartão *Kamishibai* atualizado encontra-se disponível para consulta no Apêndice J.

6. CONCLUSÃO

No presente capítulo serão apresentadas as considerações finais, bem como as limitações e dificuldades enfrentadas ao longo do projeto. Além disso, serão apresentadas algumas orientações para trabalhos futuros, com o objetivo de aprimorar e expandir o escopo deste projeto.

6.1. Contributos Práticos

Devido aos mercados altamente competitivos e às crescentes expectativas dos clientes, as organizações enfrentam uma necessidade urgente de aumentar a sua eficiência, eliminar desperdícios e otimizar processos. Apesar da Corticeira Amorim ser líder do mercado, existem diversos concorrentes, pelo que a Amorim Distribuição (AD) não pode negligenciar a melhoria contínua, a fim de evitar a perda de liderança.

Analisando o estado atual da empresa, foi possível identificar que os artigos do mesmo tipo se encontravam dispersos por mais que um armazém, bem como por diversas linhas de armazenamento, dificultando à posteriori a atividade de *picking*. Além disso, numa análise mais pormenorizada, constatou-se que as operações de contagem de rolhas e de procura e recolha de material são as operações que despendem de mais tempo na atividade de *picking*. Ademais, verificou-se que a tarefa de contagem de rolhas ocorria com frequência no decorrer da atividade de *picking*, afetando diretamente o desempenho da atividade.

A Amorim Distribuição enfrentava não apenas os problemas identificados suprarreferidos, mas também passava por uma alteração do seu *core* produtivo. Esta mudança exigiu que a unidade industrial recalculasse o seu inventário de segurança para acomodar a reestruturação do seu armazém de matéria-prima. Neste sentido, tornou-se essencial realizar a classificação ABC complementada pela classificação XYZ, visando avaliar as flutuações na procura dos artigos e proporcionar uma abordagem bidimensional mais eficiente das classificações de inventário. Esta combinação permitiu uma análise mais abrangente e melhor utilização de recursos, levando em consideração tanto o valor de uso dos artigos quanto o padrão de consumo, resultando numa gestão de inventário mais eficaz.

Por conseguinte, com a alteração do fator de embalagem dos artigos inseridos no grupo AX e provenientes da unidade industrial Equipar, observou-se uma diminuição de

cerca de três camiões semanais, que resultou numa poupança considerável de 630€ por semana em custos de transporte.

Devido à reestruturação do *core* produtivo, um setor produtivo da AD foi suprimido, resultando num espaço adicional disponível no setor da Marcação. Este espaço foi aproveitado para expandir o *buffer* do setor da Marcação e foi especialmente destinado aos artigos inseridos no grupo AX. Com a implementação deste novo espaço do *buffer*, observou-se uma notável redução de 76% no número médio de tarefas diárias realizadas para encomendas pequenas.

Através da reorganização do armazém de matéria-prima, foi possível abordar e solucionar os problemas previamente identificados. A estratégia adotada consistiu numa organização fixa segundo uma ótica de rotatividade, visto que a matéria-prima com maior valor de uso e procura contínua seja colocada em zonas mais acessíveis do armazém e próxima da saída para a produção. Como resultado, observou-se uma melhoria de 17% no tempo médio de *picking* para encomendas pequenas e uma melhoria de 60% no tempo médio de *picking* para encomendas grandes. Além disso, foi possível aprimorar a operação de contagem de rolas durante a atividade de *picking* de encomendas pequenas, obtendo-se uma melhoria de 33%. Adicionalmente, para encomendas grandes, a operação de contagem foi eliminada, contribuindo para uma otimização do processo de *picking*.

Além dos resultados alcançados no processo de *picking*, com uma análise mais pormenorizada, foi também possível avaliar a dispersão dos artigos pelo armazém, sendo que este fator revelou uma melhoria significativa. Comparado ao estado inicial, onde os materiais se encontravam organizados de forma aleatória no armazém, houve uma melhoria de 40% na sua organização.

Posteriormente à implementação das ações de melhoria, tornou-se fundamental realizar a normalização dos fluxos e procedimentos do armazém para assegurar a sustentabilidade e continuidade dos resultados alcançados. Esta etapa envolveu a criação de documentos claros e acessíveis, como ajudas visuais e procedimentos de trabalho, que permitissem uma interpretação fácil por parte dos colaboradores.

Em suma, este projeto demonstrou que é possível alcançar melhorias significativas sem a necessidade de investimentos financeiros, visto que as ações implementadas não acarretaram custos adicionais e promoveram bons resultados. Ademais, houve um foco especial nos colaboradores, procurando o desenvolvimento das suas

competências e motivação, bem como o crescimento do espírito de melhoria contínua. Combinando estes esforços, foi possível impulsionar o progresso da Amorim Distribuição de forma eficiente e sustentável.

6.2. Limitações do Trabalho

Apesar dos bons resultados alcançados, durante a recolha de dados após a implementação da organização do armazém de matéria-prima, constatou-se que o número de medições perspectivadas a realizar para as tarefas de *picking* de encomendas pequenas não foram cumpridas, assim sendo, os dados podem não caracterizar a realidade na totalidade.

Outra limitação identificada refere-se à resistência dos colaboradores em relação à mudança. Para superar este obstáculo, procurou-se constantemente estabelecer um consenso e adotar uma abordagem colaborativa, visando garantir uma transição suave e a aceitação por parte de todos os envolvidos. A atenção às preocupações e perspetivas dos colaboradores, por parte de toda a equipa envolvida, desempenhou um papel fundamental na superação da resistência à mudança e no sucesso da implementação das melhorias propostas.

A última limitação identificada está relacionada com a falta de precisão no cálculo do inventário de segurança, devido à disponibilidade limitada de dados do consumo real. Esta limitação decorre da alteração do core produtivo da AD devido à realocação de famílias de produtos que a Amorim Cork, S.A. se encontra a realizar nas suas diferentes unidades industriais de distribuição. Neste sentido, os dados históricos de consumo não fornecem uma base confiável para realizar previsões precisas. Assim, com uma amostra de dados ainda é pequena, o cálculo do inventário de segurança não se encontra a ser realizado ainda com precisão.

6.3. Recomendações de Trabalho Futuro

Em simultâneo com o projeto desenvolvido, foi explorada a possibilidade de implementar *racks drive-in* nos armazéns TEC e COL como uma potencial estratégia de otimização do espaço de armazenamento. Neste sentido, foram consideradas as vantagens e desvantagens dessa abordagem, além de ter sido estabelecido contacto com fornecedores para obter informações adicionais. Entre as vantagens identificadas, destacam-se a maximização do aproveitamento do espaço vertical, o aumento da capacidade de armazenamento e a simplificação do acesso aos produtos armazenados por lote. No entanto, também foram identificadas algumas desvantagens, como a necessidade de manuseio de paletes em profundidade, o que pode exigir equipamentos específicos, e a limitação do acesso direto aos produtos, podendo afetar a agilidade nas operações de *picking*. No entanto, como os fornecedores não enviaram os orçamentos durante a realização do estágio, não foi possível realizar uma análise completa desta opção de investimento. Como recomendação futura, sugere-se a continuidade da investigação, procurando obter os orçamentos necessários para avaliar de forma mais precisa a viabilidade e os benefícios da implementação de *racks drive-in* como uma estratégia de otimização do espaço de armazenamento da empresa.

Outra sugestão de trabalho futuro foca-se na introdução do indicador de desempenho do setor de Logística de Entrada, a fim de aferir de forma precisa o cumprimento do método de organização implementada no armazém de matéria-prima. Além disso, seria essencial incluir este indicador no quadro *Kaizen* do setor, proporcionando aos colaboradores uma visão clara da evolução e do impacto do seu trabalho. Esta abordagem promoveria uma maior conscientização sobre a importância do desempenho coletivo, incentivando a motivação e o aliciamento para alcançar constantes melhorias na eficiência operacional.

Por fim, considerando que este projeto está inserido no contexto de melhoria contínua, devem ocorrer novos ciclos de recolha e análise de dados, planeamento, implementação e avaliação de ações, com o objetivo de procurar a excelência e o aperfeiçoamento contínuo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal, S. (2014). Economic Order Quantity Model: A Review. In *VSRD International Journal of Mechanical, Civil, Automobile and Production Engineering*. <https://www.researchgate.net/publication/270895433>
- Amorim. (2023). *Corticeira Amorim: Sobre Nós*. Acedido em 6 de maio de 2023, em: <https://www.amorim.com/pt/corticeira-amorim/sobre-nos/>
- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *Procedia Manufacturing*, 13, 1120–1127. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.173>
- Arnold, J. R. T., Chapman, S. N., Clive, L. M., & Schwartz, D. M. (2004). *Introduction to Materials Management*.
- Atnafu, D., & Balda, A. (2018). The impact of inventory management practice on firms' competitiveness and organizational performance: Empirical evidence from micro and small enterprises in Ethiopia. *Cogent Business and Management*, 5(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/23311975.2018.1503219>
- Avelar, W., Meiriño, M., & Tortorella, G. L. (2020). The practical relationship between continuous flow and lean construction in SMEs. *TQM Journal*, 32(2), 362–380. <https://doi.org/10.1108/TQM-05-2019-0129>
- Ballou, R. H. (2007). The evolution and future of logistics and supply chain management. *European Business Review*, 19(4), 332–348. <https://doi.org/10.1108/09555340710760152>
- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2019). *Warehouse & Distribution Science*. www.warehouse-science.com
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., De Sanctis, I., Mazzuto, G., & Paciarotti, C. (2015). A Changeover Time Reduction through an integration of lean practices: A case study from pharmaceutical sector. *Assembly Automation*, 35(1), 22–34. <https://doi.org/10.1108/AA-05-2014-035>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Supply chain management: strategy, planning, and operation*. Pearson.
- Christopher, M. (2016). *Logistics and Supply Chain Management*. In *Pearson (5º)*. Pearson Education Limited.
- Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics. *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.1108/09574099710805556>
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(2), 220–240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Dallery, Y., & Babai, Z. (2005). *Inventory Management: Forecast Based Approach vs. Standard Approach*. <https://hal.science/hal-00118642>
- Dias, P., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Ferreira, L. P., & Santos, T. (2019). *Automation and Intelligent Manufacturing*. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.143>

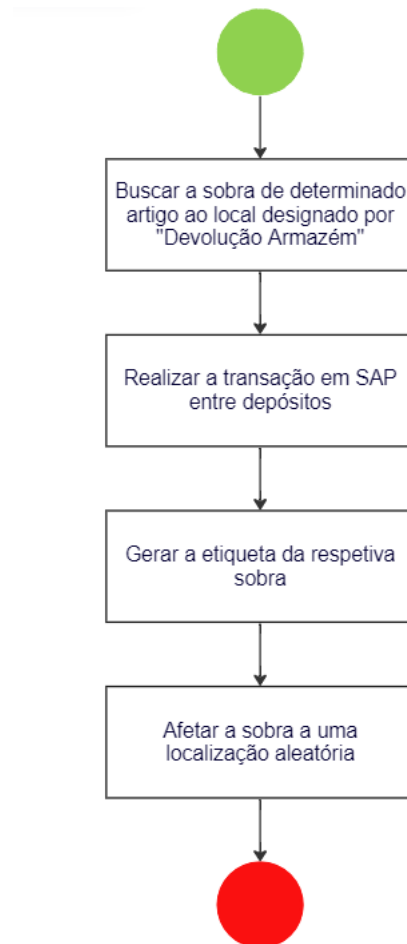
- Dresch, A., Veit, D. R., Lima, P. N. de, Lacerda, D. P., & Collatto, D. C. (2019). Inducing Brazilian manufacturing SMEs productivity with Lean tools. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(1), 69–87. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2017-0248>
- Farahani, R., Rezapour, S., & Kardar, L. (2011). *Logistics Operations and Management*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385202-1.X0001-1>
- Fattah, J., Ezzine, L., Moussami, H. El, & Lachhab, A. (2016). Analysis of the performance of inventory management systems using the SCOR model and Batch Deterministic and Stochastic Petri Nets. *International Journal of Engineering Business Management*, 8, 1–11. <https://doi.org/10.1177/1847979016678370>
- Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2004). *Introduction to Logistic Systems Planning and Control*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Goltsos, T. E., Syntetos, A. A., Glock, C. H., & Ioannou, G. (2022). Inventory – forecasting: Mind the gap. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 299, Issue 2, pp. 397–419). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.07.040>
- Gonçalves, J. N. C., Sameiro Carvalho, M., & Cortez, P. (2020). Operations research models and methods for safety stock determination: A review. In *Operations Research Perspectives* (Vol. 7). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2020.100164>
- Grosse, E. H., Glock, C. H., & Neumann, W. P. (2017). Human factors in order picking: a content analysis of the literature. *International Journal of Production Research*, 55(5), 1260–1276. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1186296>
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 539–549. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2009.07.031>
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2015). An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific instruments manufacturing company. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(1), 73–88. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-08-2013-0047>
- Hayes, K. J., Reed, N., Fitzgerald, A., & Watt, V. (2014). Applying lean flows in pathology laboratory remodelling. *Journal of Health, Organisation and Management*, 28(2), 229–246. <https://doi.org/10.1108/JHOM-03-2013-0064>
- Hertog, M. L. A. T. M., Uysal, I., McCarthy, U., Verlinden, B. M., & Nicolai, B. M. (2014). Shelf-life modelling for first-expired-first-out warehouse management. In *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* (Vol. 372, Issue 2017). Royal Society. <https://doi.org/10.1098/rsta.2013.0306>
- Hompel, M., & Schmidt, T. (2007). *Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems (Intralogistik)*.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and Practice (3 ed.)*. Otexts. <https://otexts.com/fpp3/data-methods.html>
- Jessome, R. (2020). Improving patient flow in diagnostic imaging: a case report. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 51(4), 678–688. <https://doi.org/10.1016/J.JMIR.2020.08.014>
- Kağnicioğlu, C., Karaman, A., Aydin, S., Hasgül, S., & Kaya, O. (2019). *Operations Management*.

- Khan, S. A., Kaviani, M. A., J. Galli, B., & Ishtiaq, P. (2019). Application of continuous improvement techniques to improve organization performance: A case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(2), 542–565. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-05-2017-0048>
- Kim, S. K. (2015). Lean initiative practice for supplier developments in Philippines. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(4), 349–368. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2014-0042>
- Kłodawski, M., Jacyna, M., Lewczuk, K., & Wasiak, M. (2017). The Issues of Selection Warehouse Process Strategies. *Procedia Engineering*, 187, 451–457. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.399>
- Korponai, J., Tóth, Á. B., & Illés, B. (2017). The Effect of the Safety Stock on the Occurrence Probability of the Stock Shortage. *Management and Production Engineering Review*, 8(1), 69–77. <https://doi.org/10.1515/mper-2017-0008>
- 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>
- Mahajan, M., Chistopher, K. B., Harshan, & Shiva Prasad, H. C. (2019). Implementation of lean techniques for sustainable workflow process in Indian motor manufacturing unit. *Procedia Manufacturing*, 35, 1196–1204. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.077>
- Mayr, A., Weigelt, M., Kühn, A., Grimm, S., Erll, A., Potzel, M., & Franke, J. (2018). Lean 4.0-A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 72, 622–628. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.292>
- Mehdiyev, N., Enke, D., Fettke, P., & Loos, P. (2016a). Evaluating Forecasting Methods by Considering Different Accuracy Measures. *Procedia Computer Science*, 95, 264–271. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.332>
- Mehdiyev, N., Enke, D., Fettke, P., & Loos, P. (2016b). Evaluating Forecasting Methods by Considering Different Accuracy Measures. *Procedia Computer Science*, 95, 264–271. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.332>
- Mor, R. S., Bhardwaj, A., Kharka, V., & Kharub, M. (2021). Spare Parts Inventory Management In the Warehouse: A Lean Approach. *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, 32(2), 1–11. <https://doi.org/10.22068/ijiepr.32.2.1>
- Murata, K. (2019). On the role of visual management in the era of digital innovation. *Procedia Manufacturing*, 39, 117–122. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.246>
- Muther. (1976). *Planejamento do Layout: Sistema SLP*.
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Omogbai, O., & Salonitis, K. (2017). The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach. *Procedia CIRP*, 60, 380–385. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2017.01.057>
- Prataviera, L. B., Perotti, S., Melacini, M., & Moretti, E. (2020). Postponement Strategies for Global Downstream Supply Chains: A Conceptual Framework. *Journal of Business Logistics*, 41(2), 94–110. <https://doi.org/10.1111/JBL.12250>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). Evaluating impact of 5S implementation on business performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 66(7), 948–978. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-08-2016-0154>

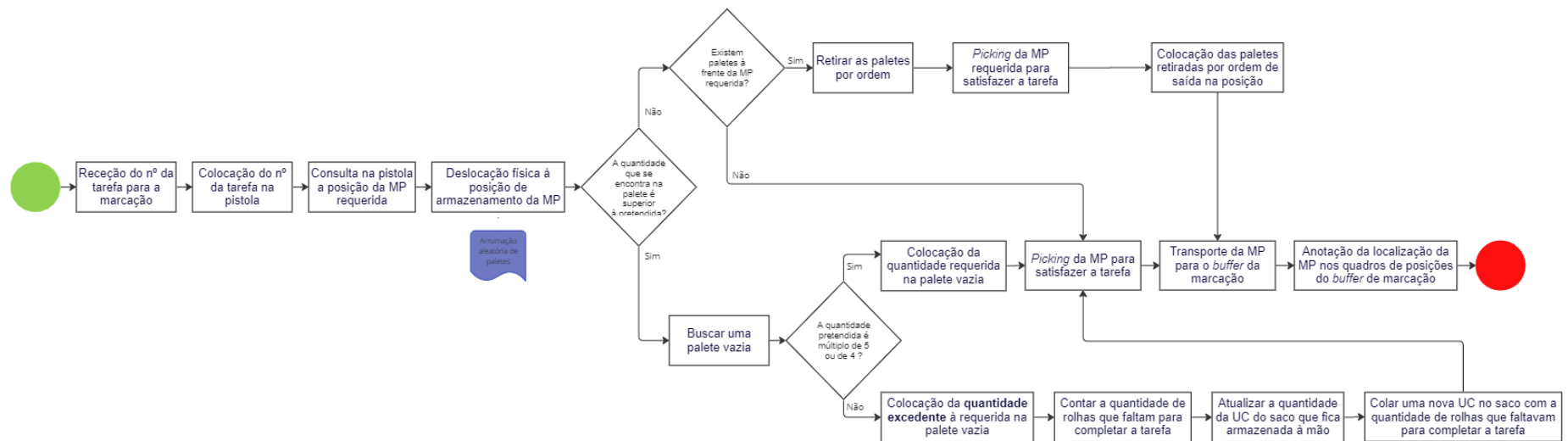
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2018). An investigation into manufacturing performance achievements accrued by Indian manufacturing organization through strategic 5S practices. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(4), 754–787. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2017-0149>
- Ranjith Kumar, R., Ganesh, L. S., & Rajendran, C. (2021). An entropy based approach to 5S maturity. *Materials Today: Proceedings*, 46, 8103–8110. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.048>
- Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T., & Santos, G. (2019). The impact of the application of lean tools for improvement of process in a plastic company: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 765–775. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Van Houtum, G. J., Mantel, R. J., & Zijm, W. H. M. (2000). *Invited Review Warehouse design and control: Framework and literature review*. www.elsevier.com/locate/orms
- Rowley, J. (2003). Action research: An approach to student work based learning. *Education + Training*, 45(3), 131–138. <https://doi.org/10.1108/00400910310470993>
- Rushton, Alan., Croucher, P., & Baker, P. (2014). *The handbook of logistics and distribution management: understanding the supply chain*.
- Russel, R. S., & Taylor, B. W. (2011). *Operations Management: Creating Value Along The Supply Chain* (Seventh Edition). John Wiley & Sons, inc.
- Rutner, S. M., & Langley, C. J. (2000). Logistics Value: Definition, Process and Measurement. *The International Journal of Logistics Management*, 11(2), 73–82. <https://doi.org/10.1108/09574090010806173>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research Methods for Business Students*. www.pearsoned.co.uk/saunders
- Scholz-Reiter, B., Heger, J., Meinecke, C., & Bergmann, J. (2012). Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: Practical investigation at an industrial company. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61(4), 445–451. <https://doi.org/10.1108/17410401211212689>
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2017). *Inventory and Production Management in Supply Chains* (Fourth Edition). Taylor & Francis Group.
- Singh, S., & Kumar, K. (2021). A study of lean construction and visual management tools through cluster analysis. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 1153–1162. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.019>
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2013). *Operations Management*. www.pearson-books.com
- Srinivasan, S., Ikuma, L. H., Shakouri, M., Nahmens, I., & Harvey, C. (2016). 5S impact on safety climate of manufacturing workers. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(3), 364–378. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2015-0053>
- Steenkamp, L. P., Hagedorn-Hansen, D., & Oosthuizen, G. A. (2017). Visual Management System to Manage Manufacturing Resources. *Procedia Manufacturing*, 8, 455–462. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.058>
- Stevenson, J. W. (2018). *Operations Management* (Thirteenth Edition). Mc Graw Hill Education.
- Stojanović, M., & Regodić, D. (2017). The significance of the integrated multicriteria ABC-XYZ method for the inventory management process. *Acta Polytechnica Hungarica*, 14(5), 29–48. <https://doi.org/10.12700/APH.14.5.2017.5.3>

- Tarim, S. A., & Smith, B. M. (2008). Constraint programming for computing non-stationary (R, S) inventory policies. *European Journal of Operational Research*, 189(3), 1004–1021. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.11.048>
- Tempelmeier, H., & Fischer, L. (2010). Approximation of the probability distribution of the customer waiting time under an (r, s, q) inventory policy in discrete time. *International Journal of Production Research*, 48(21), 6275–6291. <https://doi.org/10.1080/00207540903317531>
- Teunter, R. H., Zied Babai, M., & Syntetos, A. A. (2010). ABC Classification: Service Levels and Inventory Costs. *Journal of the Operational Research Society*. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2009.01098.x>
- Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities Planning*.
- Vandeput, N. (2020). *Inventory optimization: models and simulations* (1st ed.). De Gruyter.
- Vieira, A. M., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Pereira, T. (2020). SMED methodology applied to the deep drawing process in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 51, 1416–1422. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.197>
- Wisner, J., Tan, K.-C., & Leong, G. K. (2012). *Principles of Supply Chain Management* (Third edition).
- Žic, S., Žic, J., & Đukić, G. (2023). Efficient Planning and Optimization of Inventory Replenishments for Sustainable Supply Chains Operating Under (R, s, S) Policy. *Sustainable Futures*, 100110. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2023.100110>

APÊNDICE A: AS-IS DO PROCESSO DAS SOBRAS

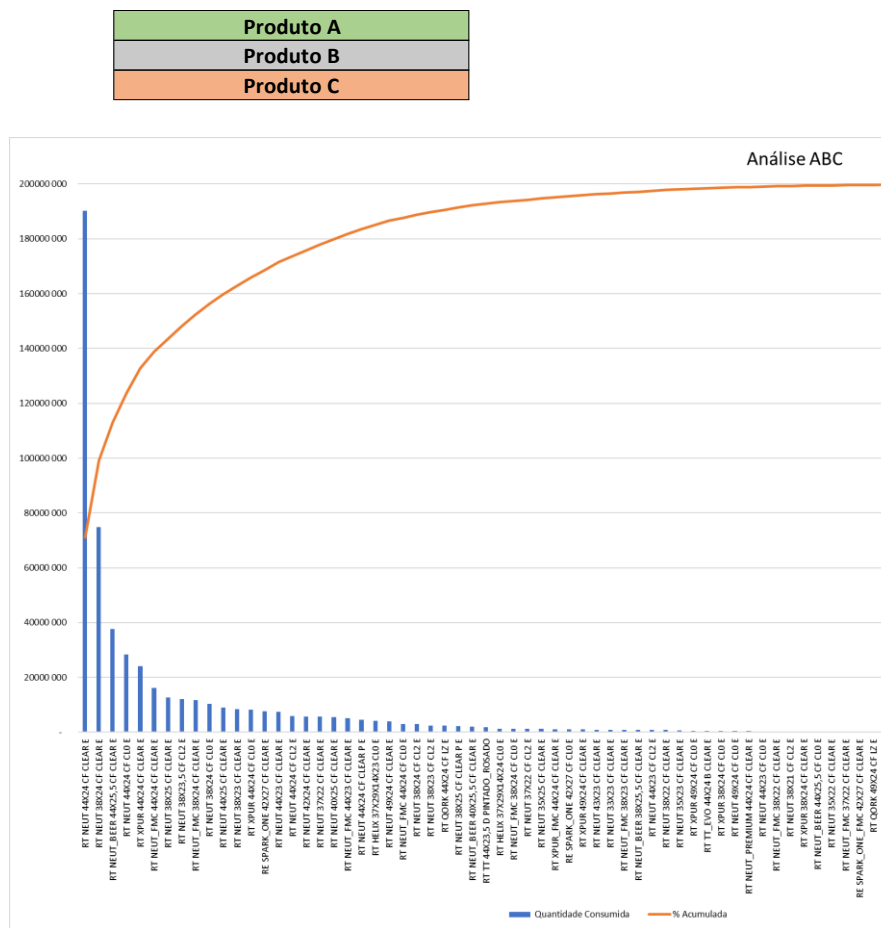


APÊNDICE B: AS-IS DO PROCESSO DE ARMAZENAMENTO



APÊNDICE C: EXCERTO DA ANÁLISE ABC DOS PRODUTOS CONSUMIDOS

Identificação do Artigo	Quantidade Consumid	%	% Acumulada
RT NEUT 44X24 CF CLEAR E	190 166 589	35,5%	35,5%
RT NEUT 38X24 CF CLEAR E	74 904 065	14,0%	49,5%
RT NEUT_BEER 44X25,5 CF CLEAR E	37 724 762	7,0%	56,6%
RT NEUT 44X24 CF CLO E	28 443 455	5,3%	61,9%
RT XPUR 44X24 CF CLEAR E	24 148 583	4,5%	66,4%
RT NEUT_FMC 44X24 CF CLEAR E	16 207 424	3,0%	69,4%
RT NEUT 38X25 CF CLEAR E	12 596 330	2,4%	71,8%
RT NEUT 38X23,5 CF CL2 E	12 040 252	2,2%	74,0%
RT NEUT_FMC 38X24 CF CLEAR E	11 669 242	2,2%	76,2%
RT NEUT 38X24 CF CLO E	10 397 233	1,9%	78,1%
RT NEUT 44X25 CF CLEAR E	8 935 581	1,7%	79,8%
RT NEUT 38X23 CF CLEAR E	8 448 914	1,6%	81,4%
RT XPUR 44X24 CF CLO E	8 313 959	1,6%	82,9%
RE SPARK_ONE 42X27 CF CLEAR E	7 567 511	1,4%	84,4%
RT NEUT 44X23 CF CLEAR E	7 441 039	1,4%	85,8%
RT NEUT 44X24 CF CL2 E	5 850 085	1,1%	86,8%
RT NEUT 42X24 CF CLEAR E	5 638 551	1,1%	87,9%
RT NEUT 37X22 CF CLEAR E	5 628 287	1,1%	88,9%
RT NEUT 40X25 CF CLEAR E	5 442 203	1,0%	90,0%
RT NEUT_FMC 44X23 CF CLEAR E	5 187 976	1,0%	90,9%
RT NEUT 44X24 CF CLEAR P E	4 579 588	0,9%	91,8%
RT HELIX 37X29X14X23 CLO E	4 105 384	0,8%	92,6%
RT NEUT 49X24 CF CLEAR E	3 884 501	0,7%	93,3%
RT NEUT_FMC 44X24 CF CLO E	2 955 985	0,6%	93,8%
RT NEUT 38X24 CF CL2 E	2 931 397	0,5%	94,4%
RT NEUT 38X23 CF CL2 E	2 432 302	0,5%	94,8%
RT QORK 44X24 CF LZ E	2 400 836	0,4%	95,3%
RT NEUT 38X25 CF CLEAR P E	2 255 816	0,4%	95,7%
RT NEUT_BEER 40X25,5 CF CLEAR E	1 993 029	0,4%	96,1%
RT TT 44X23,5 D PINTADO_ROSADO	1 792 483	0,3%	96,4%



APÊNDICE D: EXCERTO DO CÁLCULO DO INVENTÁRIO DE SEGURANÇA

Material
RT NEUT 44X24 CF CLEAR E

Nível de Serviço	0,98
z equivalente	2,05

σ_{LT}	4	0,131
Prazo de Entrega [LT]	15	0,493
RMSE	2 296,31	

Data	Consumo Real [O]	Consumo Previsto [E]	$(O_t - E_t)^2$	SS_k
jan/23	19 999	24 291	18 427 564	
fev/23	21 079	21 862	613 811	
mar/23	28 777	27 935	708 619	
abr/23	19 394	19 433	1 542	6 205
mai/23	24 149	26 721	6 613 602	7 939
jun/23		24 291		7 348
jul/23		25 506		
ago/23		9 717		
set/23		25 506		
out/23		24 291		
nov/23		25 506		
dez/23		17 004		







Material
RT NEUT 38X24 CF CLEAR E

Nível de Serviço	0,98
z equivalente	2,05


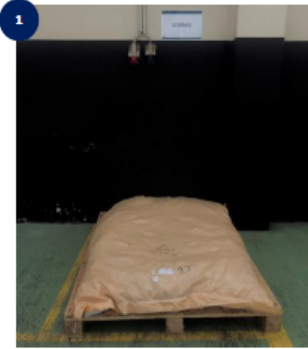
σ_{LT}	5	0,15
Prazo de Entrega [LT]	15	0,49
RMSE	1 543,52	


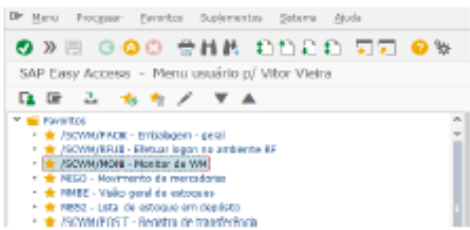
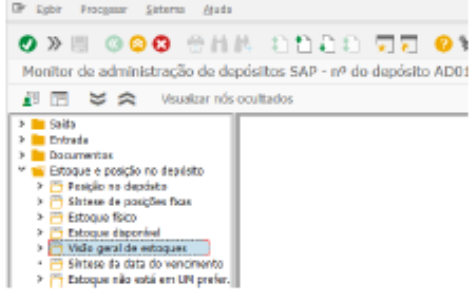
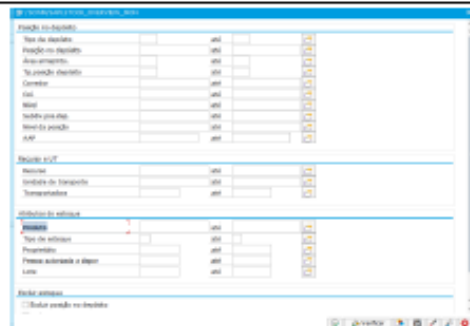
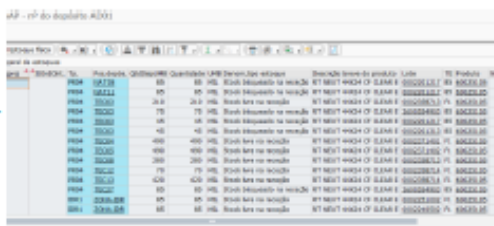
Data	Consumo Real [O]	Consumo Previsto [E]	$(O_t - E_t)^2$	SS_k
jan/23	8 275	10 346	4 288 937	
fev/23	7 729	9 311	2 503 964	
mar/23	11 385	11 898	262 458	
abr/23	7 703	8 277	329 490	3 444
mai/23	13 508	11 380	4 527 456	4 244
jun/23		10 346		3 968
jul/23		10 863		
ago/23		4 138		
set/23		10 863		
out/23		10 346		
nov/23		10 863		
dez/23		7 242		

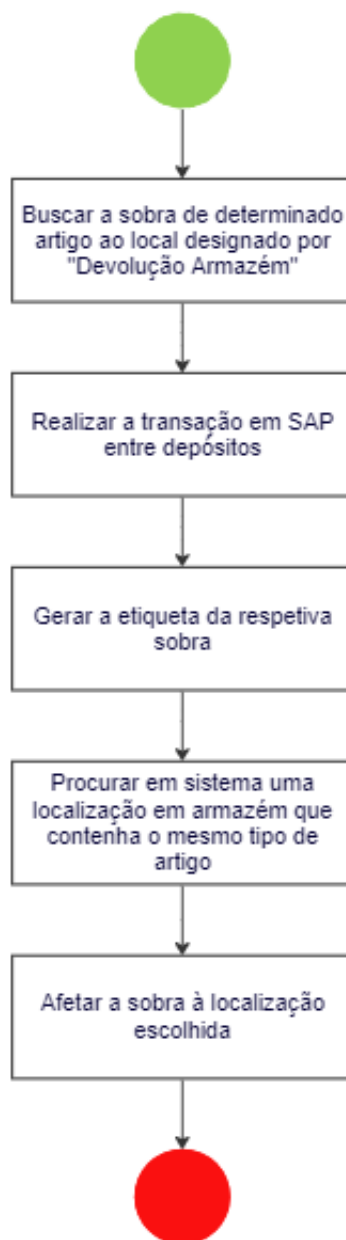
APÊNDICE E: NORMA DO ABASTECIMENTO DO NOVO ESPAÇO DO *BUFFER*

	NORMA - Abastecimento do <i>Buffer</i> entre as posições 49 e 57			
Unidade Industrial	AD	Setor/ Máquina	Logística de Entrada	NOVA
 Objectivo e campo de aplicação: Descrição do processo de abastecimento do <i>buffer</i> entre as posições 49 e 57.				
#	1. Descrição Operação			RESP
1	Rececionar os Big Bags/lotos dos artigos			Logística de Entrada
2	Armazenar os Big Bags/lotos em armazém			Logística de Entrada
3	Confirmar a existência de <i>stock</i> no <i>buffer</i> e, caso necessário, criar tarefa para a movimentação de <i>stock</i>			Logística de Entrada
4	Movimentar as rolhas para o <i>buffer</i> da marcação (4.1.), de acordo com as posições estipuladas no quadro da marcação (4.2.) *			Logística de Entrada
5	Caso os artigos que se encontrem disponível no <i>buffer</i> estejam destinados a <u>encomendas grandes</u> , as suas OF devem ser registadas nos quadros de marcação da tinta ou do fogo (5)			Logística de Entrada
<p>*cada linha do <i>buffer</i> entre as posições 49 e 57 só deve conter um único tipo de artigo.</p>				
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>4.1.</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>4.2.</p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>5</p>  </div>				
NOTAS				
<p>Este <i>buffer</i> destina-se aos artigos AX.</p>				


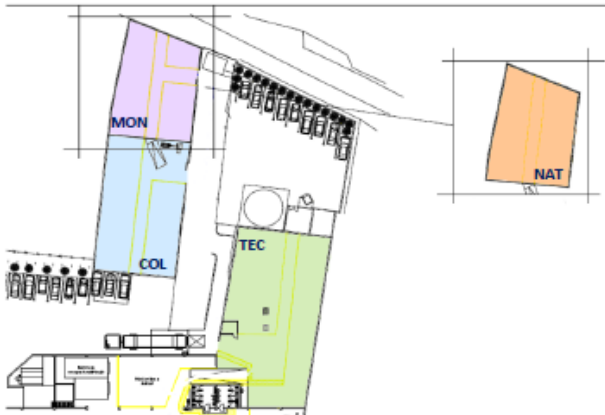
APÊNDICE F: NORMA DO PROCESSO DE DEVOLUÇÕES AO ARMAZÉM

AMORIM CORK		NORMA - Processo de Devoluções ao Armazém			CORK W X 13	
Unidade Industrial	AD	Setor/ Máquina	Logística de Entrada	DRAFT		
 Objectivo e campo de aplicação: Descrição do processo de devoluções ao armazém.						
#	Devolução a Armazém					
1	Buscar a sobra de determinado artigo ao local designado por "Sobras"					
2	Realizar a transação em SAP entre depósitos [visualizar a norma IT-AD.IND.66/2]					
3	Gerar a etiqueta da respetiva sobra [visualizar a norma IT-AD.IND.66/2]					
4	Procurar em sistema uma localização em armazém que contenha o mesmo tipo de artigo					
5	Afetar a sobra à localização escolhida no ponto 4					
						

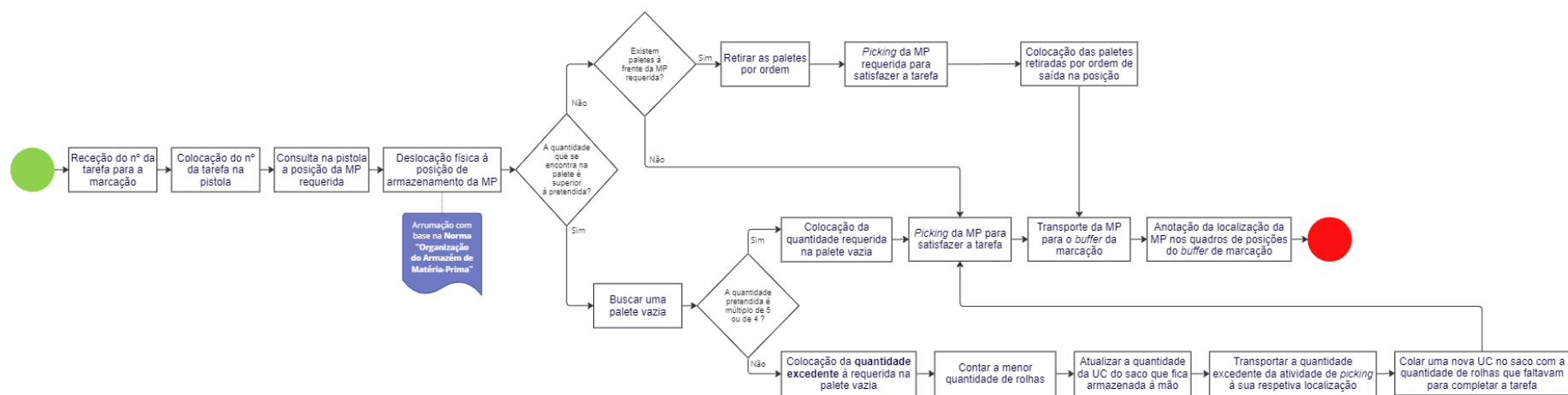
AMORIM CORK		NORMA - Processo de Devoluções ao Armazém			CORK	
Unidade Industrial	AD	Setor/ Máquina	Logística de Entrada	DRAFT		
 Objectivo e campo de aplicação: Descrição do processo de devoluções ao armazém.						
Procurar Localização em Sistema						
1	Selecionar "/SCWMMON - Monitor de WM"					
2	Abrir a secção "Estoque e posição no depósito"					
3	Carregar duas vezes em "Visão Geral de Estoques" e preencher a secção produto com o respetivo número do produto* que se pretende realizar a arrumação					
4	Carregar no botão Executar e escolher a melhor localização a alocar a sobra					
<p>* Para descobrir o número do produto basta olhar F4 e procurar pelo nome do produto, aparecendo, posteriormente, o número do respetivo produto.</p>						

APÊNDICE G: TO-BE DO PROCESSO DAS SOBRAS

APÊNDICE H: NORMA DO PROCESSO DE ORGANIZAÇÃO DO ARMAZÉM

AMORIM CORK		NORMA - Organização do Armazém de Matéria-Prima			CORK MAT	
Unidade Industrial	AD	Setor/ Máquina	Logística de Entrada	NOVA		
 Objectivo e campo de aplicação: Descrição do processo de cumprimento da organização do armazém de matéria-prima.						
#	Ação					
1	Planear a descarga dos camiões antecipadamente					
2	Rececionar os lotes de artigos					
3	Armazenar os lotes em armazém, conforme indica a tabela*					
<p>* Os artigos que não se encontram listados devem ser armazenados nos armazéns MON ou NAT, consoante o espaço existente.</p> 						
Identificação do Material		Armazém				
RT NEUT 44X24 CF CLEAR E		TEC				
RT NEUT 38X24 CF CLEAR E		TEC				
RT NEUT_BEER 44X25,5 CF CLEAR E		TEC				
RT NEUT 44X24 CF CL0 E		TEC/COL				
RT XPUR 44X24 CF CLEAR E		TEC				
RT NEUT 44X25 CF CLEAR E		COL				
RE SPARK_ONE 42X27 CF CLEAR E		COL				
RT NEUT_FMC 44X24 CF CLEAR E		COL				
RT NEUT 38X24 CF CL0 E		COL				
RT NEUT_FMC 38X24 CF CLEAR E		COL				
RT NEUT 38X25 CF CLEAR E		COL				
RT NEUT 44X23 CF CLEAR E		COL				
RT NEUT 38X23 CF CLEAR E		COL				
RT XPUR 44X24 CF CL0 E		NAT				
RT NEUT_FMC 44X23 CF CLEAR E		NAT				
RT NEUT 38X23,5 CF CL2 E		NAT				

APÊNDICE I: TO-BE DO PROCESSO DE ARMAZENAMENTO



APÊNDICE J: CARTÃO *KAMISHIBAI* DO SETOR DA LOGÍSTICA DE ENTRADA

<p>v02.2023 - junho 2023</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div> <p style="margin: 0;">KAMISHIBAI</p> <p style="margin: 0;">LOGÍSTICA ENTRADA</p> </div> </div> <p>1. O FIFO está a ser cumprido? <input type="checkbox"/></p> <p>2. Não existe material pendente de receção em EWM? <input type="checkbox"/></p> <p>3. Não existem paletes de matéria-prima fora dos armazéns à excepção de apara? <input type="checkbox"/></p> <p>4. Não existem devoluções de rolhas ao armazém por recolher? <input type="checkbox"/></p> <p>5. Não existem paletes fora dos locais definidos? <input type="checkbox"/></p> <p>6. O <i>buffer</i> de <i>big bags</i> tem quantidade suficiente para o funcionamento dos turnos? <input type="checkbox"/></p> <p>Data: _____</p>	<p>v02.2023 - junho 2023</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div> <p style="margin: 0;">KAMISHIBAI LOGÍSTICA</p> <p style="margin: 0;">ENTRADA</p> </div> </div> <p>1. O FIFO está a ser cumprido? <input type="checkbox"/></p> <p>2. Não existe material pendente de receção em EWM? <input type="checkbox"/></p> <p>3. Não existem paletes de matéria-prima fora dos armazéns à excepção de apara? <input type="checkbox"/></p> <p>4. Não existem devoluções de rolhas ao armazém por recolher? <input type="checkbox"/></p> <p>5. Não existem paletes fora dos locais definidos? <input type="checkbox"/></p> <p>6. O <i>buffer</i> de <i>big bags</i> tem quantidade suficiente para o funcionamento dos turnos? <input type="checkbox"/></p> <p>Data: _____</p>
--	--