



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Diogo Carvalho Homem Ribeiro

REORGANIZAÇÃO DE UM ARMAZÉM DE COMPONENTES

Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial orientada pelo
Professor Doutor Cristóvão Silva e apresentada no Departamento de Engenharia
Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

novembro de 2020



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Reorganização de um armazém de componentes

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

Reorganization of a components warehouse

Autor

Diogo Carvalho Homem Ribeiro

Orientador

Professor Doutor Cristóvão Silva

Júri

Presidente	Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra Professor Doutor Luís Miguel D. F. Ferreira Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Vogais	Professor Doutor Cristóvão Silva Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Orientador	Professor Doutor Cristóvão Silva Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



Sociedade da Água de
Luso

Coimbra, novembro, 2020

Aos meus pais e irmãos.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à minha família pelo apoio ao longo do estágio e do desenvolvimento da tese, tal como ao longo de todo o percurso académico.

Ao meu orientador, Professor Doutor Cristóvão Silva, pela sua orientação ao longo do estágio e pelas matérias lecionadas ao longo do curso.

À minha orientadora na Sociedade da Água de Luso, Sofia Carvalho, pelo apoio no desenvolvimento do projeto, pela disponibilidade e auxílio sempre que necessário e pela ajuda na integração na empresa. Aos membros do Armazém de Material de Embalagem, Carlos Mendes, Rui Barrocas e Ernesto Neves, pela ajuda ao longo do estágio curricular.

Aos meus colegas de curso, pelo apoio ao longo do percurso académico e pela amizade.

Resumo

Este documento resulta de um estágio curricular realizado na Sociedade da Água de Luso (SAL), na fábrica do Cruzeiro, localizada na Vacariça. O estágio teve como objetivo fazer uma gestão da organização dos armazéns de material de embalagem da empresa, com base em ferramentas *Lean* e princípios de melhoria contínua. Também incidiu sobre atividades adicionais que trouxeram outro tipo de benefícios para a empresa.

O trabalho realizado nos armazéns de material de embalagem empresa teve a finalidade de obter melhorias não só na organização e disposição dos diversos materiais de embalagem, mas também na redução de desperdícios, de erros, do trabalho diário perdido na procura de artigos, no aumento da segurança, no aumento da eficiência das operações e na facilitação do acesso e identificação de diversos produtos. Tal foi possível através de boas práticas de melhoria contínua, aplicando metodologias como *5S* e *TPM*, que permitiram que as melhorias alcançadas tivessem um efeito positivo na produtividade, nas operações e nas pessoas da empresa. Estas práticas permitem que se possam obter ainda melhores resultados futuramente, uma vez que o ciclo da eliminação de desperdícios não tem fim.

As atividades adicionais são compostas por dois estudos realizados, tendo sido igualmente importantes, pois incidiram na redução de custos, o primeiro com foco na alteração das dimensões de separadores de paletes, um dos elementos das paletes de produto acabado, e o segundo com foco na resolução de um problema de qualidade existente em algumas garrafas de vidro de fornecedores, que são armazenadas no exterior dos armazéns.

Palavras-chave: Armazéns, Gestão de Armazéns, Melhoria Contínua.

Abstract

This document is the result of a curricular internship held at Sociedade da Água de Luso (SAL) in the Cruzeiro factory, located in Vacariça. The internship aimed to manage the organization of the company's packaging material warehouses, based on Lean tools and principles of continuous improvement. It also focused on additional activities that also brought other benefits to the company.

The work done in the company's packaging material warehouses was aimed at obtaining improvements not only in the organization and disposition of the various packaging materials, but also in the reduction of waste, errors, daily work lost in the search for products, increase of security, increased efficiency of operations and easier access and identification of various products. This was possible through good practices of continuous improvement, applying methodologies such as 5S and TPM, which allowed the improvements achieved to have a positive effect on the company's productivity, operations, and people. These practices might allow even better results to be obtained in the future, since the waste elimination cycle is endless.

The additional activities are composed of two studies, which were equally important, since they focused on cost reduction, the first focusing on changing the dimensions of pallet separators, one of the elements of finished product pallets, and the second focusing on solving an existing quality problem in some suppliers' glass bottles, which are stored outside the warehouses.

Keywords Warehouses, Warehouse Management, Continuous Improvement.

Índice

Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xv
Siglas	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Motivação e Objetivos	1
1.2. Estrutura do documento	2
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	5
2.1. Armazéns	5
2.1.1. Razões para implementação	5
2.1.2. Tipos de armazéns	6
2.1.3. Operações em armazém	7
2.2. Gestão de armazéns	10
2.2.1. Unidades de <i>handling</i>	10
2.2.2. Armazenamento de paletes	12
2.3. Lean	17
2.3.1. <i>Toyota Production System (TPS)</i>	17
2.3.2. <i>Lean</i> e fundamentos do <i>Lean</i>	18
2.3.3. Ferramentas <i>Lean</i>	19
3. CASO DE ESTUDO	23
3.1. Grupo Heineken	23
3.2. Sociedade da Água de Luso	23
3.3. Armazéns de material da SAL	25
3.3.1. AME	26
3.3.2. Armazém de Rótulos e Filmes	30
3.3.3. Armazém de Cápsulas	31
3.3.4. Armazém de Aromas	33
4. TRABALHO DESENVOLVIDO	35
4.1. Métodos	35
4.2. Atividades no AME	37
4.2.1. Reorganização das <i>racks</i> do AME	37
4.3. Atividades no Armazém de Rótulos e Filmes	48
4.3.1. Seleção	49
4.3.2. Organização	51
4.3.3. Limpeza	60
4.3.4. Normalização	60
4.3.5. Disciplina	62
4.3.6. Proposta de melhoria para local de estacionamento e carregamento de <i>stackers</i>	63
4.4. Atividades no Armazém de Cápsulas	65

4.4.1. Remarcação e redefinição das linhas de armazém	65
4.5. Atividades no Armazém de Aromas.....	67
4.5.1. Mudança de <i>layout</i> do armazém.....	67
4.6. Outras atividades	72
4.6.1. Estudo de otimização de custos.....	72
4.6.2. Testes de lavagem de garrafas de vidro	78
5. CONCLUSÕES.....	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Processo principal dos armazéns.....	9
Figura 2. Produto em unidades cada vez mais pequenas à medida que se desce na cadeia de abastecimento (adaptado de Bartholdi, 2011 e Department of the Navy, 1985)...	11
Figura 3. Exemplo de <i>floor storage</i>	12
Figura 4. Exemplo de <i>pallet rack: selective rack</i> (adaptado de Bartholdi, 2011 e Department of the Navy, 1985).....	14
Figura 5. <i>Horizontal storage</i> (adaptado de Chan e Chan, 2011).....	15
Figura 6. <i>Horizontal storage</i> - Vista Superior (adaptado de Chan e Chan, 2011)	16
Figura 7. Exemplo de <i>vertical storage</i> (adaptado de Chan e Chan, 2011).....	16
Figura 8. Planta da SAL	25
Figura 9. Armazém de Material de Embalagem.....	26
Figura 10. Planta do AME com zonas de armazém (modelação em OpenSCAD)	26
Figura 11. <i>Racks</i> da região 1	27
Figura 12. Depósito de rótulos do <i>cluster</i> 1	27
Figura 13. AME com material em stock (modelação em OpenSCAD)	28
Figura 14. Percurso de uma paleta de rótulos.....	29
Figura 15. Armazém de Rótulos e Filmes	30
Figura 16. Planta do Armazém de Rótulos e Filmes (modelação em OpenSCAD).....	31
Figura 17. Armazém de Cápsulas.....	31
Figura 18. Planta do Armazém de Cápsulas (modelação em OpenSCAD).....	32
Figura 19. Armazém de Aromas	33
Figura 20. Planta do Armazém de Aromas (modelação em OpenSCAD)	33
Figura 21. <i>Racks</i> do AME	37
Figura 22. Paleta fora do local de armazenamento.....	38
Figura 23. Exemplo de paleta partilhada de artigos (para retirar o artigo do fundo da paleta, é necessário retirar os da frente).....	39
Figura 24. Espaço morto na <i>rack</i> 2.....	40
Figura 25. Alterações na <i>rack</i> 1.....	41
Figura 26. Disposição proposta para a <i>rack</i> 1	41
Figura 27. Alterações na <i>rack</i> 2.....	42

Figura 28. Disposição proposta para a <i>rack</i> 2	43
Figura 29. Alterações na <i>rack</i> 3	44
Figura 30. Disposição proposta para a <i>rack</i> 3	44
Figura 31. Tipo de placas de identificação iniciais	45
Figura 32. Tipo de placas novas.....	45
Figura 33. Organização final da <i>rack</i> 1	46
Figura 34. Organização final da <i>rack</i> 2	46
Figura 35. Organização final da <i>rack</i> 3	47
Figura 36. Armazém de rótulos e filmes (estado inicial)	48
Figura 37. Seleção: locais após remoção dos itens desnecessários.....	50
Figura 38. Organização inicial da zona dos filmes (de acordo com a Figura 36).....	52
Figura 39. Organização proposta para a zona dos filmes.....	52
Figura 40. Organização final da zona dos filmes	54
Figura 41. <i>Vertical storage</i> nas paletes de rótulos de águas lisas	56
Figura 42. <i>Horizontal storage</i> nas águas aromatizadas.....	58
Figura 43. <i>Vertical storage</i> nas águas aromatizadas	59
Figura 44. Organização final da zona dos rótulos	59
Figura 45. Fonte de sujidade (estado inicial e atual).....	60
Figura 46. Placa com código SAP desatualizado	61
Figura 47. Novas placas de identificação com código SAP atualizado	61
Figura 48. Armazém de rótulos e filmes (estado final).....	63
Figura 49. Proposta para a marcação das linhas de estacionamento	64
Figura 50. Local de estacionamento após marcação	64
Figura 51. Linhas de armazém no estado inicial	65
Figura 52. Áreas de armazenamento originais do armazém de cápsulas e sua redefinição	66
Figura 53. Linhas do armazém após remarcação	66
Figura 54. Contentores do armazém de aromas	67
Figura 55. Localização inicial e final do <i>compound</i> de gás limão	68
Figura 56. Localização inicial e final dos produtos de pera.....	69
Figura 57. Principais alterações no armazém de aromas	71
Figura 58. Separador entre níveis de palete de produto acabado (formato de 1,5L)	72
Figura 59. Palete teste com separadores 1200x720mm	75
Figura 60. Influência das dimensões do cartão no filme envolvente	77
Figura 61. Marcas visíveis no interior de uma garrafa de vidro	78

Figura 62. Primeiro teste de lavagem 79

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Divisão das linhas de produção e produtos.....	24
Tabela 2. Previsão da produção anual 2020 (águas aromatizadas, 1L).....	53
Tabela 3. Previsão da produção anual 2020 (águas lisas)	55
Tabela 4. Previsão da produção anual 2020 (águas aromatizadas)	57
Tabela 5. Separadores em estudo	73
Tabela 6. Excerto da tabela de análise de custos de separadores	74
Tabela 7. Comparação dos preços totais anuais de separadores.....	75
Tabela 8. Comparação de preços totais anuais de separadores	76
Tabela 9. Comparação de preços totais anuais de separadores	77
Tabela 10. Dados relativos ao testes realizados em laboratório	80
Tabela 11. Dados relativos ao novo teste realizado em laboratório	81

SIGLAS

3PL – Third Party Logistics

AME – Armazém de Material de Embalagem

CAD – Computer Aided Design

CIP – Clean in Place

EBI – Empty Bottle Inspection

EIQ – Entry Item and Quantity

FIFO – First-In-First-Out

JIT – Just-in-time

SAL – Sociedade da Água de Luso

SAP – Systems Applications and Products

SCC – Sociedade Central de Cervejas

SKU – Stock Keeping Unit

TPM – Total Productive Maintenance

TPS – Toyota Production System

WIP – Work-in-Process

WMS – Warehouse Management System

1. INTRODUÇÃO

Este documento foi desenvolvido no âmbito da tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, resultante de um estágio curricular realizado na Sociedade da Água de Luso (SAL), empresa que faz a produção da água de Luso, a água mineral mais antiga do país. O estágio curricular foi realizado na fábrica da Quinta do Cruzeiro, localizada na Vacariça.

Neste capítulo introdutório é apresentada uma síntese da importância dos armazéns e da organização dos mesmos, e os objetivos por detrás da motivação que conduziram à experiência de estágio positiva na SAL. O estágio teve como foco as atividades realizadas nos armazéns de materiais da empresa, para além de outras atividades secundárias que foram realizadas tendo em vista outras melhorias adicionais.

1.1. Motivação e Objetivos

Os armazéns são desde a sua origem uma parte integral da cadeia de abastecimento, tendo até aos dias de hoje um papel essencial nas operações das organizações que produzem grandes quantidades de produtos e que necessitam de uma circulação constante de bens importados e exportados. A maior necessidade de armazenar bens pode variar de empresa para empresa, no entanto, uma boa capacidade de armazenamento vai permitir que os níveis de produtividade aumentem e possivelmente que os custos diminuam. Esta capacidade, quando conjugada com uma boa gestão de organização dos armazéns, permite criar competências nucleares que oferecem uma maior responsividade às organizações face à competitividade cada vez maior que existe no mercado.

A gestão de um armazém é a arte de operar um armazém ou sistema de distribuição ou, melhor ainda, operá-lo eficientemente (Hompel e Schmidt, 2007). Associado ao armazém e à gestão da sua organização estão alguns custos e esforços necessários para que o seu funcionamento seja possível. Segundo Bartholdi (2011), para além dos custos que são necessários para a sua existência e funcionamento, um armazém requer trabalho, equipamentos e sistemas de informação e comunicação, os quais representam custos igualmente dispendiosos. Isto mostra a relevância que a gestão de

organização dos armazéns tem para uma empresa, sendo por isso necessário haver uma preocupação em efetuar a mesma de forma eficiente para que se possam contornar estes custos.

A SAL dispõe de vários armazéns que são essenciais para a sua atividade principal de engarrafamento de diversas águas minerais, desde os armazéns de produto acabado, onde se encontram todas as paletes que contêm múltiplos *packs* de garrafas de água, aos vários armazéns de materiais, cada um com o seu propósito de armazenar diferentes tipos de materiais. Durante o estágio realizado, para a gestão da organização dos seus armazéns de materiais, procurou-se observar os locais e as atividades, com vista à melhoria contínua dos mesmos, tendo sido esse o principal método seguido: o de observar como se encontram os espaços e verificar o que se pode melhorar, ou comunicar com colaboradores que possam fornecer informações úteis para propostas de melhoria. Ao longo deste documento também estão presentes várias imagens provenientes do *software* OpenSCAD, um *software* CAD que foi utilizado na modelação dos armazéns e de outros espaços, com vista a facilitar a procura de novas hipóteses de organização e de propostas de melhoria. A atividade desenvolvida em estágio nos armazéns teve ênfase principal na gestão de organização dos armazéns central, de rótulos e filmes, de cápsulas e de aromas. Para além da atividade em armazéns, também foram realizadas outras atividades que estão diretamente ligadas a uma melhor organização do espaço de trabalho e dos armazéns, como aplicações de 5S ou sinalizações (por exemplo, marcações de segurança no solo), atividades como a receção de materiais em armazém (uma parte do trabalho diário dos responsáveis de armazém), estudos que envolvem otimização e análise de custos e atividades secundárias como o suporte na realização de testes de lavagem de garrafas de vidro.

1.2. Estrutura do documento

O documento é constituído por cinco capítulos, sendo que o atual dá uma visão geral sobre os temas importantes que se relacionam com o estágio e com o que é tratado neste documento. O segundo capítulo é composto pelo enquadramento teórico, que está dividido pelos três principais temas relacionados com o estágio curricular: armazéns, gestão de armazéns e *Lean* (melhoria contínua). O Caso de Estudo é o terceiro capítulo e faz uma apresentação do grupo Heineken, da Sociedade da Água de Luso, do processo principal da empresa e dos armazéns da fábrica. O quarto capítulo corresponde ao Trabalho

Desenvolvido, onde são descritas detalhadamente todas as atividades desenvolvidas na SAL, com uma passagem pelos métodos de trabalho utilizados. O quinto e último capítulo corresponde à Conclusão, que foca na apresentação das conclusões retiradas das atividades realizadas.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo do enquadramento teórico pretende-se expor as áreas de conhecimento que tiveram por base o trabalho desenvolvido em estágio, através de pesquisa bibliográfica. É feita uma abordagem geral aos armazéns, e de seguida, à gestão de organização dos mesmos. No que toca ao *Lean*, é feita uma referência ao sistema que o originou, à sua importância e aos seus fundamentos, e por fim, uma passagem pelos princípios *Lean* e técnicas de melhoria contínua que foram estudadas e aplicadas ao longo do estágio curricular.

Os artigos encontrados resultaram de pesquisas efetuadas nas ferramentas de pesquisa *Google Scholar*, *Web of Science* e *Science Direct*.

2.1. Armazéns

Os armazéns são uma peça importante para qualquer cadeia de abastecimento. Situações especiais que são difíceis de prever e controlar, como é o caso da pandemia que o planeta está a vivenciar neste momento, são também razões que fazem dos armazéns uma vantagem que permite antecipar a incerteza que afeta os níveis da procura.

Neste subcapítulo pretende-se perceber a importância da implementação de armazéns com base em estudos de diversos autores, identificar os diferentes tipos de armazéns e perceber qual é o seu processo principal.

2.1.1. Razões para implementação

Como já foi referido anteriormente no capítulo da Introdução, a implementação de um armazém está associada a diversos custos, todos eles altos, o que pode levar a que a sua valia e os benefícios que possam trazer para uma organização sejam inicialmente questionados. Os armazéns podem ter diferentes utilidades, sendo a função básica de todos, a possibilidade de armazenamento de mercadorias. Para além desta função, serão apresentadas outras razões de implementação de armazéns ou centros de distribuição, segundo diversos autores.

Bartholdi (2011), apresenta duas razões importantes para o uso de armazéns, sendo elas: a possibilidade de melhor combinação daquilo que é fornecido com a procura do cliente – a procura pode mudar rapidamente, ao contrário do fornecimento, sendo que os armazéns podem proteger a cadeia de abastecimento contra o colapso da procura, oferecendo espaço para diminuir ou reter o stock do mercado; a consolidação do produto para a redução de custos de transporte e fornecer serviço ao cliente – utilizar a capacidade total das cargas no transporte de produtos, para que se possa amortizar o custo fixo associado a esse transporte.

Farahani et al. (2011), acrescentam que algumas das razões gerais para a instalação de um armazém são: a possibilidade de estes serem usados como parte do processo de produção – os autores dão o exemplo da produção de queijo, que necessita de um período sem qualquer operação para que seja completo o seu processo de fabrico; serem usados como um centro de mercadorias devolvidas – para que se possam tomar decisões sobre como gerir estes artigos; consolidação de produtos – os autores referem este aspeto no sentido de quando um cliente encomenda vários produtos de diferentes locais, estes possam ser recebidos num armazém para que sejam entregues em conjunto.

Hompel e Schmidt (2007) acrescentam ainda que, para além da otimização do desempenho logístico e da garantia de produtividade, implementar e operar um armazém permite usar a posição de mercado – armazenamento induzido por descontos de quantidade (redução do preço por unidade de materiais, por parte do fornecedor, quando estão envolvidas compras de grandes quantidades).

2.1.2. Tipos de armazéns

Existem diversas formas de classificar armazéns, podendo ser definidos pelo tipo de cliente que servem: distribuidores de retalho – tipicamente armazena produtos para retalhistas; centros de distribuição de peças – distribuição de peças de vários tipos (automóveis, computadores ou equipamento médico, etc.); centros de distribuição de *e-commerce* – receção de pequenas encomendas através da internet ou dispositivos móveis; armazéns 3PL (*third-party logistics*) – onde uma empresa faz a terceirização (outsourcing) dos seus serviços e operações de armazém; armazéns de produtos perecíveis – que podem conter alimentos ou outros produtos que requerem refrigeração (Bartholdi, 2011).

Os armazéns também podem ser classificados quanto à área, ao nível de automação, ao tipo de produto, à propriedade (se é público ou privado) ou quanto à fase em que se encontra na cadeia de abastecimento (Farahani et al., 2011). Esta última forma de classificar armazéns é uma perspetiva interessante para o âmbito deste documento, uma vez que o estágio foi realizado numa empresa industrial.

Nas indústrias, os armazéns são vistos como armazéns de produção, onde se encontram armazenados: matérias-primas, produto acabado e produto semiacabado (van der Berg e Zijm, 1999).

Nos armazéns de matérias-primas e de produto acabado, os produtos podem ficar armazenados durante períodos longos – pode ocorrer quando o lote de materiais recebidos é muito superior ao lote de produção, ou quando o lote de produção excede as encomendas de produto acabado. A armazenagem de produtos semiacabados (ou *Work in Process – WIP*) tem outros requisitos, dado que a procura é, na sua maioria, desconhecida antecipadamente e a recolha dos produtos em armazém deve ser rápida, para evitar atrasos na produção (Rouwenhorst et al., 2000).

2.1.3. Operações em armazém

Embora haja diferentes tipos de armazéns nas cadeias de abastecimento, existe uma forma sistemática de pensar num sistema de armazém independentemente da indústria em que opera (Bartholdi, 2011). Desta forma, pode ser definida uma operação principal que é a base das operações em armazéns, e que é geralmente aplicada em todos estes. Essa operação está dividida em vários passos, que são apresentados de seguida, com base em informação presente em literatura.

Primeiramente, depois de ser efetuado o pedido de encomenda, o fluxo de material começa com uma notificação prévia da entrega, com data de entrega fixa, por parte do fornecedor (Hompele e Schmidt, 2007). Quando o produto chega, é efetuada a receção do produto, onde este é descarregado e possivelmente preparado para ser armazenado. O produto é depois inspecionado para que se possa verificar se há contagens incorretas e se o produto está danificado (Bartholdi, 2011).

Antes que o produto possa ser colocado em armazém (*put-away*), um local apropriado para o seu armazenamento deve ser determinado. Quando um produto é colocado, o local do armazém deve ser registado – esta informação vai ser usada para

construir listas de *picking* (listas de recolha) eficientes, para guiar as pessoas que vão recolher os produtos que serão depois enviados para os clientes (Bartholdi, 2011). O produto fica depois em repouso no seu local de armazenamento, até que um cliente efetue um pedido.

O passo seguinte consiste na identificação e recolha (*picking*) dos produtos das suas áreas de armazenamento, de acordo com os pedidos dos clientes. Os produtos são também reagrupados e embalados na ordem desejada dos clientes. As listas de entrega também podem ser geradas nesta fase. O produto é depois examinado para registar a disponibilidade de este poder ser enviado para transporte (Farahani et al., 2011).

Por fim, é coordenado o envio do pedido para o cliente. Na zona de expedição, os produtos são verificados e carregados em camiões ou outro meio de transporte de carga apropriado (Rouwenhorst et al., 2000).

Estes passos apresentados podem ser agrupados em quatro atividades principais. Tal como a maioria dos autores refere, o processo básico de armazéns encontra-se dividido em: receção, colocação (*put-away*), *picking* e envio de mercadorias. Um resumo do que foi apresentado anteriormente pode ser visto na Figura 1, em formato de esquema, com destaque para as quatro principais atividades do processo (com modelação no *software* OpenSCAD).

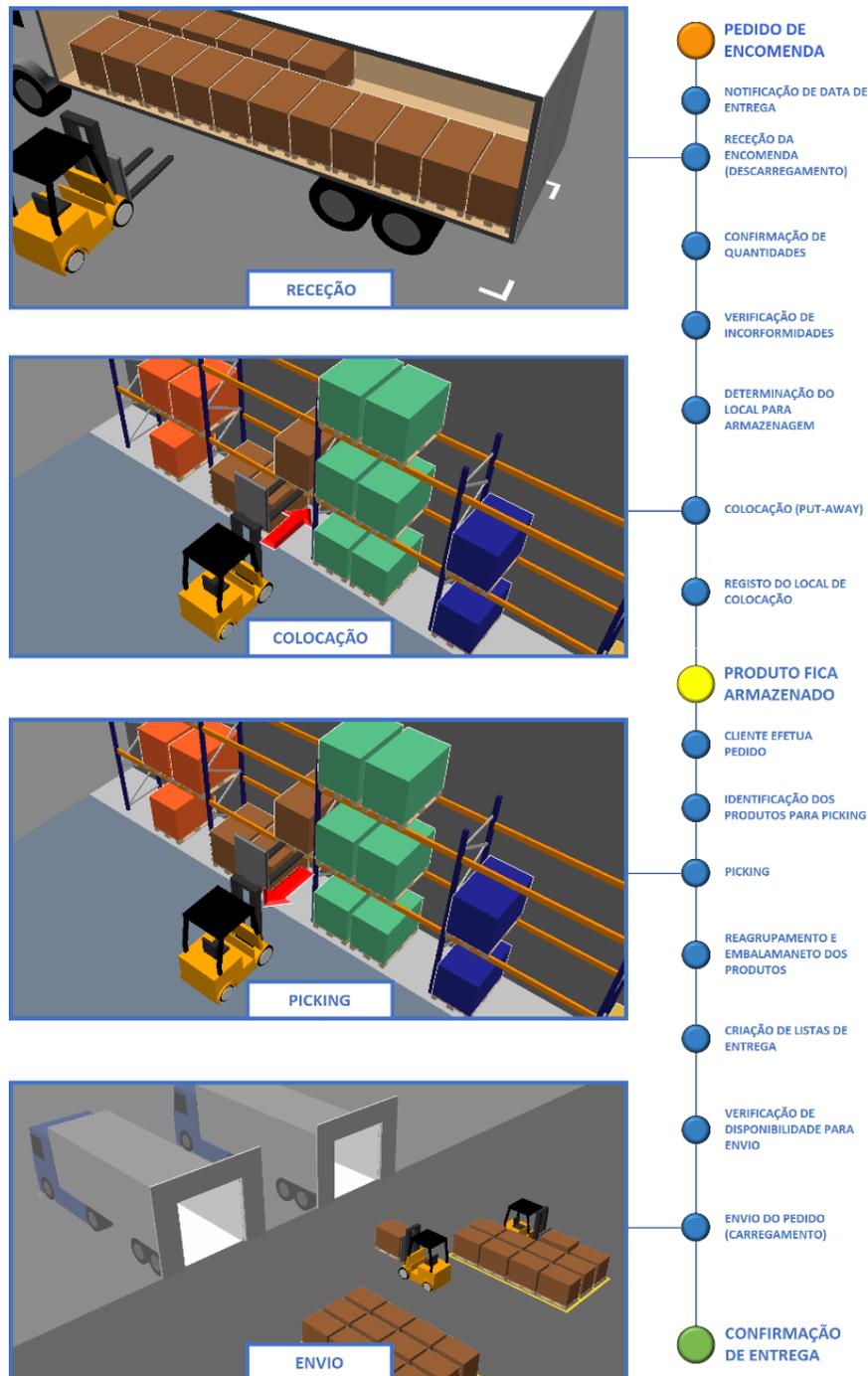


Figura 1. Processo principal dos armazéns

No entanto, Hompel e Schmidt (2007) referem que este processo que pode parecer tão simples, rapidamente se torna complexo, devido a influências de tempo, qualidade e custos, o que leva a que o processo tenha de ser controlado e otimizado, uma vez que: a receção de mercadorias não pode ser planeada e estas chegam em intervalos irregulares; devido às restrições das dimensões, peso ou temperatura, o produto necessita de uma variedade de diferentes tecnologias de transporte, armazenagem ou manipulação que

têm de estar disponíveis a qualquer altura; ao mesmo tempo, centenas de encomendas têm de ser tratadas, enquanto o processamento deve ser otimizado de acordo com o item, tipo de encomenda, pessoal e capacidades técnicas existentes

2.2. Gestão de armazéns

Na literatura referente ao tema, a maior parte dos autores faz uma abordagem à gestão de armazéns com foco no Sistema de Gestão de Armazém (*Warehouse Management System – WMS*), ou seja, o *software* que controla e faz a gestão das atividades do armazém. No caso da SAL, o *software* que faz o controlo das encomendas e dos produtos em armazém é o SAP (*software* organizacional de gestão). Mas, como as atividades do estágio curricular não tiveram em conta a melhoria deste *software* ou tiveram por base muita utilização do mesmo, neste subcapítulo é feita uma abordagem às unidades que são geridas nos armazéns, às suas formas de armazenamento e como possivelmente obter melhorias através da organização destas mesmas unidades, o que se aproxima mais daquilo que foi realizado em estágio na empresa.

2.2.1. Unidades de *handling*

A gestão de armazéns tem tudo a ver com uma utilização cuidadosa do espaço e tempo. Tanto o espaço como o tempo são dispendiosos e, por isso, deve ser utilizado o mínimo possível de cada um deles na entrega do produto aos clientes. A gestão eficiente destes dois recursos vai permitir um melhor fluxo das unidades de stock (*stock keeping units – SKU*) pelos vários armazéns. Uma *SKU* é a unidade física mais pequena de um produto que é controlada por uma organização. É a unidade mais pequena, uma vez que, a montante na cadeia de abastecimento, o produto flui geralmente em unidades maiores, tais como paletes, mas o cliente final vai usufruir do produto mais pequeno que se encontra na paleta, e que até poderá vir em *packs* e dentro de caixas (Bartholdi, 2011).

Vendo o exemplo de uma garrafa de água, esta pode ser movida da fábrica onde foi produzida para um centro de distribuição em paletes, depois para outro local em quantidades mais pequenas, e mais tarde para lojas de retalho em *packs* ou até mesmo em unidades individuais, que são a unidade mais pequena oferecida ao consumidor. Neste caso, o cliente final vai usar a garrafa (para beber água), mas a cadeia de abastecimento não manuseia o produto numa escala tão pequena em nenhum momento (adaptado de Bartholdi,

2011). Este exemplo está sugerido na Figura 2 (através de modelação dos objetos em OpenSCAD).



Figura 2. Produto em unidades cada vez mais pequenas à medida que se desce na cadeia de abastecimento (adaptado de Bartholdi, 2011 e Department of the Navy, 1985)

Dentro dos armazéns, a maior unidade padronizada de manuseamento de material é geralmente a palete (Bartholdi, 2011). Estas unidades necessitam de uma gestão eficiente do seu espaço, já que para além de serem a maior, são também a unidade mais utilizada em sistemas de armazém. As formas mais comuns de armazenar estas unidades são apresentadas no subcapítulo seguinte

2.2.2. Armazenamento de paletes

2.2.2.1. Armazenamento de chão (*floor storage*)

A maneira mais simples de armazenar produto paletizado é através de armazenamento no chão (*floor storage* ou *ground storage*), onde o produto é tipicamente disposto em linhas. A profundidade de uma linha é o número de paletes consecutivas que são armazenadas ao longo da mesma. A altura de uma linha é normalmente medida como sendo o máximo de paletes que podem ser empilhadas uma em cima da outra, que é determinado por variáveis como o peso da paleta e a fragilidade da mesma. Cada linha deverá armazenar uma única *SKU*, uma vez que, se houver mais do que uma, algumas paletes poderão ter de ser manuseadas várias vezes para que se consiga ter acesso ao produto pretendido (Bartholdi, 2011).

Esta forma simples de armazenamento requer pouco investimento e é flexível, pois adapta-se ao *layout* e ao edifício do armazém (Hompel e Schmidt, 2007). Um exemplo de *floor storage* está presente na Figura 3 (através de modelação em OpenSCAD).

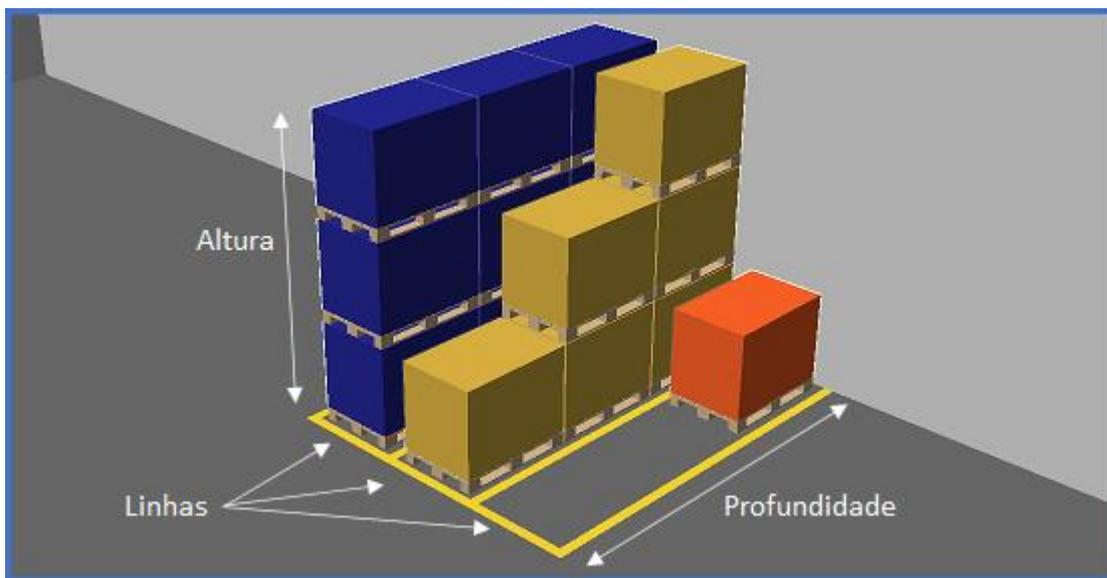


Figura 3. Exemplo de *floor storage*

Para que se consiga aproveitar o espaço do armazém da melhor forma, deve-se tirar vantagem do espaço vertical e usar linhas profundas (Bartholdi, 2011):

- As paletes que possam ser empilhadas a uma altura elevada, permitem que se armazenem muitas paletes ocupando o espaço superficial (no chão) de apenas uma. Inversamente, as paletes que são bastante pesadas ou frágeis, não podem ser empilhadas a uma altura elevada, tornando o espaço superior à paleta inutilizável

(este desperdício de espaço pode ser contrariado com a instalação de uma *pallet rack*, como a que está sugerida, mais à frente, na Figura 4);

- Os corredores oferecem acessibilidade, mas não oferecem espaço para armazenamento, por isso, estes devem ter uma largura mínima que permita a inserção ou extração de uma paleta por parte de um empilhador. No entanto, a redução da largura dos corredores faz com que se criem espaços inutilizáveis para paletes (estes espaços só podem ser utilizados quando o restante produto da mesma coluna de produtos for removido). Por isso, a profundidade ideal para uma linha de *floor storage* deve balancear as duas perdas para se obter uma melhor ocupação do espaço.

Neste tipo de armazenamento deve ser coordenada uma abordagem para quando o *picking* é feito. Estas têm diferentes objetivos, dependendo da situação em que os artigos estão a ser geridos (Hompel e Schmidt, 2007). A abordagem mais frequentemente adotada é a de *First-In-First-Out (FIFO)*, que garante que o stock seja enviado com base na sua data de chegada ao armazém (Hertog et al., 2014). Esta abordagem, para facilitar a organização e as operações em armazém, impõe que cada linha de *floor storage* seja dedicada ao armazenamento de uma única *SKU* (tal como o proposto por Bartholdi, 2011).

2.2.2.2. Armazenamento em estantes (*racks*)

As estruturas com estantes para paletes (*pallet racks*) têm a vantagem de cada nível das estantes estar independentemente suportado, oferecendo melhor acessibilidade aos produtos, e possivelmente permitir uma maior altura de paletes empilhadas do que no *floor storage*. Um dos tipos de *racks* mais comuns é a *selective rack*, que permite armazenar à profundidade de uma paleta. Neste tipo de estantes, cada paleta é acessível de forma independente, e desta forma, qualquer *SKU* pode ser recolhida de qualquer local em qualquer nível das estantes (Bartholdi, 2011). Uma estrutura deste tipo está sugerida na Figura 4 (através de modelação em OpenSCAD).



Figura 4. Exemplo de *pallet rack: selective rack* (adaptado de Bartholdi, 2011 e Department of the Navy, 1985)

2.2.2.3. Local de armazenamento

Segundo Bartholdi (2011), há um acordo unânime nas indústrias que as *SKU* mais “movimentadas” numa organização devem estar armazenadas nos locais mais “convenientemente”. O autor também refere que estes locais mais “convenientemente” dependem obviamente dos *layouts* dos armazéns em questão. No entanto, é facilmente perceptível que nas duas formas de armazenar produtos que foram apresentadas anteriormente (*floor storage* e *pallet racks*), estes locais mais convenientemente serão aqueles que são de mais fácil acesso e mais frequentemente visitados.

Outras razões que influenciam um local de armazenamento são as características físicas dos produtos (dimensões e peso), sendo que os artigos mais leves são tipicamente armazenados nas estantes mais altas por razões ergonómicas. Outros requisitos passam por garantir que os produtos sejam rapidamente detetáveis e identificáveis nos locais onde forem armazenados (Hompele e Schmidt, 2007).

Os locais de armazenagem dos produtos podem ser definidos aleatoriamente, sendo até possível dessa forma obter bons resultados nos níveis de produtividade e nas operações. No entanto, existe na literatura um conjunto de estudos efetuados com resultados positivos evidentes quando aplicadas formas de armazenamento com alocações de produto pensadas e planeadas com lógica. Um desses estudos é apresentado de seguida, onde são introduzidas diferentes formas de alocação de produtos às *racks* de um armazém.

Esse estudo foi realizado por Chan e Chan (2011) a um armazém de distribuição para determinar locais de armazenamento adequados para os produtos desse armazém, procurando melhorar a produtividade da recolha dos artigos (*order-picking*). Nesse estudo, os autores atribuíram categorias às *SKU* do armazém, através de uma análise *EIQ* (*entry, item and quantity*) – definindo as categorias com base na rapidez de movimento de cada *SKU* no armazém. Com rapidez de movimento, os autores querem referir as *SKU* que mais rapidamente saem do armazém após estas terem chegado, ou seja, representam os produtos com maior solicitação por parte dos clientes. O armazém tinha inicialmente uma alocação de produtos aleatória, e os autores propuseram dois tipos de disposições:

Horizontal storage, onde as *SKU* mais rápidas são colocadas em locais perto do depósito de saída do armazém. Um exemplo deste tipo de alocação está presente na Figura 5 (através de modelação em OpenSCAD – o exemplo apresentado é apenas para melhor visualização do problema, pois o depósito real pode estar a uma distância maior das *racks* e dos produtos armazenados).

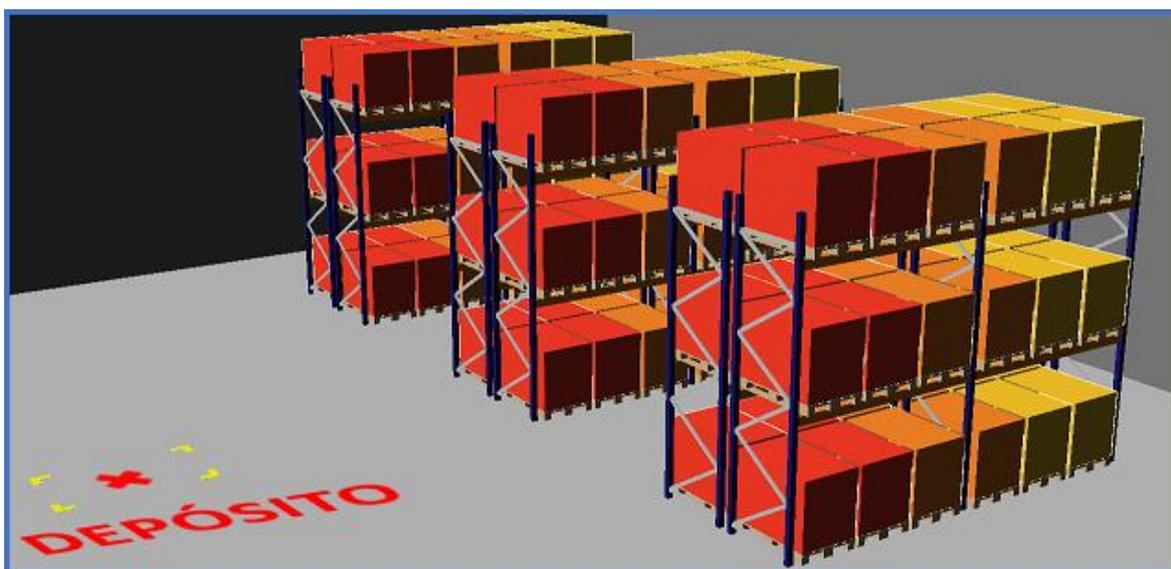


Figura 5. *Horizontal storage* (adaptado de Chan e Chan, 2011)

Os autores dividiram as *SKU* em três categorias: classe A (itens com mais movimentação, representados a vermelho nas figuras), classe B (segundos itens com mais movimentação, representados a laranja) e classe C (terceiros com mais movimentação, representados a amarelo). Na Figura 6 está presente uma vista superior do exemplo da Figura 5, com legenda.

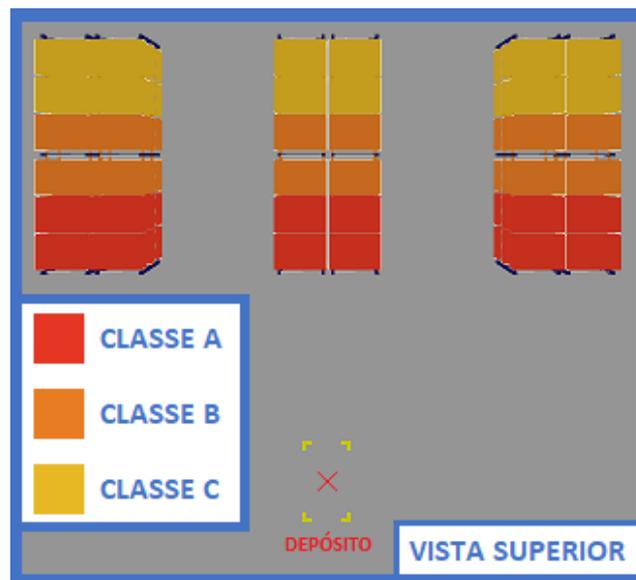


Figura 6. *Horizontal storage* - Vista Superior (adaptado de Chan e Chan, 2011)

O outro tipo de disposição apresentado pelos autores é a *vertical storage*, onde as *SKU* mais rápidas são armazenadas nos níveis inferiores das *racks*. Um exemplo deste tipo de alocação está presente na Figura 7 (através de modelação em OpenSCAD – tal como na Figura 5, este exemplo é figurativo, uma vez que as dimensões do armazém onde o estudo foi aplicado e a distância para o depósito podem variar).

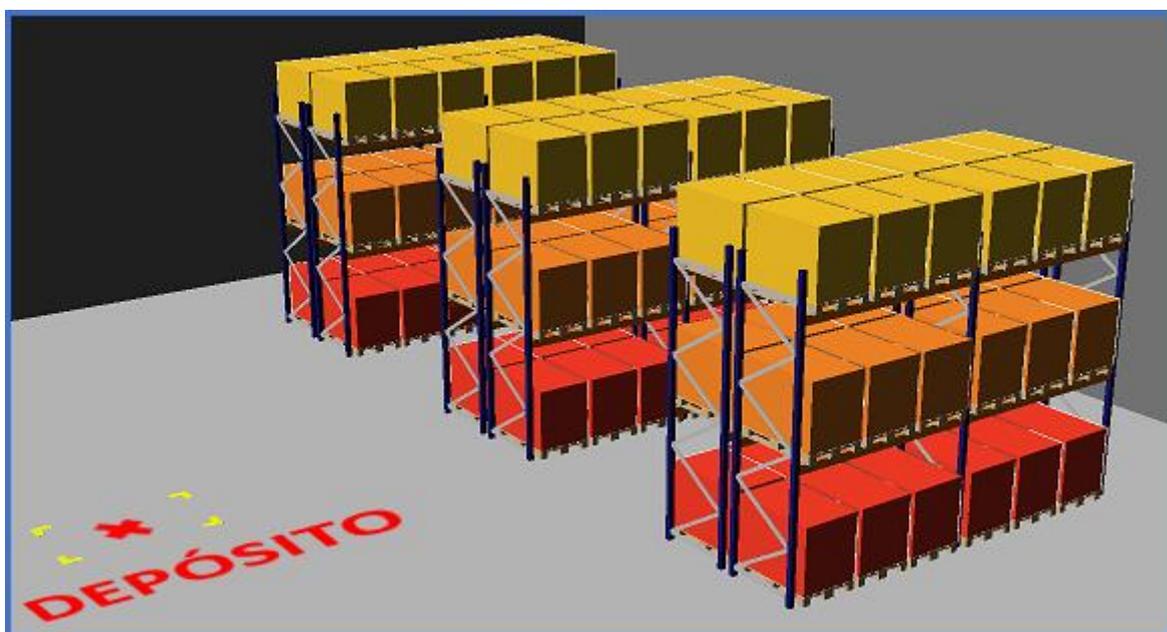


Figura 7. Exemplo de *vertical storage* (adaptado de Chan e Chan, 2011)

Os autores concluíram que as disposições dependem do tipo de sistema de armazenamento dos armazéns, mas as duas podem trazer benefícios para a produtividade. A

horizontal storage resulta em menores distâncias percorridas por parte dos operadores, e com isso, também um aumento na produtividade da recolha dos produtos, no entanto, para as *SKU* que estão armazenadas nos níveis superiores, é necessário um maior tempo de recolha. A *vertical storage* melhora a performance do *picking* em termos de tempo total de recolha – Neste caso, a probabilidade de produtos serem armazenados e recolhidos em níveis superiores é menor, e é mais rápido fazer a recolha dos produtos que se encontram em níveis inferiores (podendo até ser efetuada a recolha dos materiais apenas com auxílio de um porta-paletes).

Estas hipóteses de disposição de paletes nas *racks* podem ser implementadas em qualquer armazém que disponha deste tipo de armazenamento, podendo por isso ser aplicadas em alguns dos armazéns da SAL (os armazéns da empresa que têm *pallet racks* são o Armazém de Material de Embalagem e o Armazém de Rótulos e Filmes – neste último vai ser descrita, mais à frente no documento, a aplicação dos exemplos apontados no estudo realizado por Chan Chan).

2.3. Lean

Neste subcapítulo pretende-se fazer uma referência ao *TPS*, sistema que originou a filosofia *Lean*, seguido de uma referência aos fundamentos do *Lean* e às suas ferramentas que foram estudadas e aplicadas em estágio.

2.3.1. Toyota Production System (TPS)

Depois da Segunda Guerra Mundial, Taiichi Ohno e Eiji Toyoda foram pioneiros da implementação do conceito *Lean Production* (ou *Lean Manufacturing*) na Toyota Motor Company, através do seu sistema *Toyota Production System (TPS)*, e até hoje, fabricantes de todo o mundo estão a tentar adotar este sistema (Womack et al., 1992). O primeiro, Taiichi Ohno, é creditado na criação do *TPS*.

A base do *TPS* consiste na eliminação absoluta do desperdício, sendo os dois pilares deste sistema, o *just-in-time (JIT)* e a autonomia – automação com toque humano (Ohno, 1978). Este sistema foi o precursor do *Lean*. A expressão *Lean* foi primeiramente descrita por James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross, no livro “*The Machine That Changed The World*”, em 1990.

2.3.2. *Lean* e fundamentos do *Lean*

Segundo Lonnie Wilson (2009), o *Lean* pode ser definido como sendo “*um conjunto abrangente de técnicas que, quando combinadas, permitem reduzir e eliminar os sete desperdícios. Esta redução vai permitir que, posteriormente, a organização se torne mais flexível e responsiva*”. O autor refere que o *Lean* (magro) tem este nome porque, no fim, um processo pode ocorrer usando menos materiais, menos inventário, com um menor investimento, consumindo menos espaço e usando menos pessoas.

No que toca ao desperdício, Ohno (1978) define que associados a este estão três tipos de desvios de alocação ótima de recursos, mais conhecidos como os 3 “Mu’s”: *muda* (desperdício), *mura* (inconsistência) e *muri* (sobrecarga). O “Mu” que representa o desperdício é o *muda*. Este desperdício refere-se a todas as atividades realizadas por uma organização que não acrescentam valor. Estas atividades consomem recursos e tempo, tornando os produtos ou serviços mais dispendiosos para a organização e para os clientes (Pinto, 2009). O *muda* está dividido em dois tipos (Ohno, 1978):

- Tipo 1, que representa as atividades necessárias que não acrescentam valor, e que devem ser minimizadas;
- Tipo 2, que engloba os sete desperdícios do *Lean*, que são as atividades desnecessárias que não criam valor, e que devem ser eliminadas.

Os sete desperdícios do *Lean*, identificados por Ohno (1978), podem ser encontrados em qualquer processo e são: de sobreprodução, transporte, stock, movimentação, defeitos, processamento e espera. Esses sete desperdícios podem ser relacionados com a atividade em armazéns (Ackerman, 2007 e Gergova, 2010):

- Sobreprodução – excesso de inventário no armazém;
- Transporte – movimento desnecessário de cargas é a fonte principal de desperdício em processos de manuseamento de materiais;
- Stock – fraco controlo de stock representa desperdício, tal como excesso de stock ou falta de visibilidade do mesmo;
- Movimentação – movimento é desperdício quando envolve a procura de ferramentas ou itens armazenados que não podem ser localizados;
- Defeitos – nos armazéns, os erros resultam em desperdício;

- Processamento – em contexto de armazém, este desperdício ocorre com verificação excessiva;
- Espera – esperar é uma perda de tempo – mostra ser verdadeiro nas operações de armazém, tal como é na produção.

2.3.3. Ferramentas *Lean*

A produção *Lean* existe quer no plano estratégico, quer no plano operacional. No plano estratégico, o conceito ajuda a perceber o valor para o cliente e a identificar a cadeia de valor, enquanto o nível operacional lida com várias ferramentas e práticas que levam à eliminação do desperdício e apoiam a melhoria contínua (Demeter e Matyusz, 2008). Estas ferramentas e práticas *Lean* podem trazer diversos benefícios para as organizações, se implementadas corretamente. As ferramentas *Lean* apresentadas neste subcapítulo são apenas as usadas durante o estágio curricular: *5S* e *Total Productive Maintenance (TPM)*.

2.3.3.1. 5S

A implementação do *Lean* na produção ou nos vários níveis de uma organização têm de ser suportados pelo estabelecimento de um ambiente *Lean*. Isto pode ser feito através de cinco processos para alcançar a padronização, organização efetiva do local de trabalho e melhoria contínua (Phogat, 2013). Estes processos são chamados de *5S*, dado que são cinco processos e todos são originados de palavras japonesas começadas pela letra ‘S’ (Pinto, 2009 e Phogat, 2013):

- *Seiri* (seleção): separar o útil do inútil, mantendo apenas as coisas necessárias no posto de trabalho. Isto vai remover os materiais em excesso e abrir muito mais espaço no local de trabalho;
- *Seiton* (organização): definição de um local específico para cada coisa. Organização do espaço, possibilitando um acesso fácil e rápido;
- *Seiso* (limpeza): eliminar todos os resíduos e sujidade no local de trabalho. Deixar o posto de trabalho limpo tem de passar a ser uma prática regular;
- *Seiketsu* (normalização): depois de realizados os três primeiros “S’s”, é necessário padronizar as melhores práticas para continuar a sustentar os processos. Identificar as ajudas visuais e procedimentos;

- *Shitsuke* (disciplina): Considerado o processo mais difícil dos 5S – praticar de forma natural os quatro primeiros “S’s”. Eliminar a variabilidade e fazer sempre bem à primeira.

Mesmo não sendo muito comum na literatura, alguns praticantes têm vindo a reconhecer um sexto ‘S’ (DiBarra, 2002) – o da Segurança, e está posicionado entre a limpeza (terceiro ‘S’) e a normalização (quarto ‘S’). Refere-se à segurança do local de trabalho e dos colaboradores (Phogat, 2013).

A prática dos 5S tem sido bastante usada entre muitas organizações com o objetivo de aumentar a capacidade e a produtividade humana, criando um ambiente de trabalho organizado e produtivo (Pinto, 2016).

2.3.3.2. Total Productive Maintenance (TPM)

A *Total Productive Maintenance*, ou *TPM*, é difícil de definir, dado que cada profissional ou cada empresa poderá fazer a sua interpretação da mesma. Mas pode ser definida como: uma abordagem holística à função manutenção, que visa a otimização dos processos através de: zero paragens, zero defeitos e zero acidentes. (Pinto, 2017).

Os quatro principais objetivos de um programa de *TPM* são (McKone et al., 1999):

- Juntar pessoas da manutenção e da produção em equipas para estabilizar condições e interromper a deterioração de equipamentos (Nakajima, 1988 e Suzuki, 1992);
- Através do desenvolvimento e partilha de responsabilidades para tarefas críticas de manutenção diárias, as pessoas da manutenção e da produção são capazes de melhorar a saúde geral dos equipamentos. Os operadores aprendem a realizar tarefas diárias importantes que as pessoas da manutenção raramente têm tempo para realizar – estas tarefas incluem limpar e inspecionar, lubrificar, verificações de precisão e outras tarefas leves de manutenção que podem ser incluídas nos 5S (Nakajima, 1988, Tajiri e Gotoh, 1992 e Suzuki, 1992);
- A *TPM* é desenhada para ajudar os operadores a aprender mais sobre como os equipamentos funcionam, quais problemas comuns podem ocorrer e porquê, e como esses problemas podem ser prevenidos através de deteção precoce e tratamento de condições anormais (Nakajima, 1988, Suzuki, 1992, Tajiri e Gotoh, 1992);

- O programa de *TPM* promove o envolvimento do operador, com a preparação de operadores para que estes se tornem parceiros ativos do pessoal da manutenção e engenharia, no melhoramento da performance e segurança dos equipamentos (Tajiri e Gotoh 1992).

Estes quatro objetivos podem ser referidos como os quatro elementos da manutenção autónoma: equipas de pessoal da produção e manutenção, “tarefas domésticas” nas linhas de produção, treino cruzado (*cross-training*) dos operadores para realizar tarefas de manutenção e o envolvimento do operador no sistema de manutenção. A estes quatro, podem juntar-se os três elementos da manutenção planeada: planeamento disciplinado das tarefas de manutenção, acompanhamento da informação das condições de equipamentos e processos e o cumprimento do calendário do plano de manutenção (McKone et al., 1999).

Ferramentas *Lean*, como o *5S* ou *TPM*, foram fundamentais para o trabalho desenvolvido nos armazéns da empresa. Mais informação sobre a empresa e os locais onde o trabalho foi realizado está presente no capítulo seguinte.

3. CASO DE ESTUDO

Neste capítulo está presente uma pequena referência ao grupo que detém o controlo da SAL – o Grupo Heineken – seguido de uma apresentação da empresa, com uma explicação do processo, desde a recolha da água até ao seu engarrafamento, com uma passagem pelas linhas de produção. Por fim, segue-se uma apresentação de alguns dos armazéns de material da empresa, aqueles que foram estudados durante o período de estágio.

3.1. Grupo Heineken

A Sociedade da Água de Luso, juntamente com a Central de Cervejas e Bebidas (SCC) – empresa que tem como principal marca a cerveja Sagres – foram adquiridas na totalidade, em 2008, pelo Grupo Heineken. Este grupo é um dos líderes do mercado internacional de cervejas e uma das maiores empresas do mundo, tendo as suas marcas presentes em quase duas centenas de países. A operação de aquisição da SAL/SCC deu maior visibilidade às duas empresas, permitindo uma melhor exploração noutros mercados.

3.2. Sociedade da Água de Luso

O estágio curricular foi realizado na Sociedade da Água de Luso, empresa cuja principal atividade é a de exploração e engarrafamento de águas minerais naturais, e que lidera o mercado nacional deste segmento, produzindo mais de oitocentas mil garrafas por dia. Em termos de marcas, destacam-se, dentro das águas sem gás, a Água Mineral Natural de Luso e a Água de Nascente do Cruzeiro. Para além destas, também existe produção de águas com gás (Luso Gás) e de águas aromatizadas (Luso Fruta).

A água de Luso tem origem na serra do Buçaco, sendo captada através de dois furos instalados no local. Parte do que é recolhido é depositado na vila de Luso (em depósitos próprios), e é através de uma conduta de cerca de cinco quilómetros até à fábrica do Cruzeiro que a água é transferida desde a vila, ficando armazenada nos depósitos da fábrica. A partir daí, a água é dividida pelas enchedoras da fábrica, ligadas às seis linhas de produção, cada uma dedicada ao enchimento de diferentes garrafas.

As garrafas são originalmente preformas (material em forma de tubo), e é através do processo de sopro que ganham a forma de garrafa, podendo depois seguir para as linhas de produção para o seu enchimento. As seis linhas de produção estão agrupadas em três *clusters*, duas a duas, dado que as localizações de cada par são bastante próximas. Cada linha de produção é dedicada ao enchimento de garrafas de diferentes capacidades, estando essa divisão de produtos e marcas presente na Tabela 1, com associação à sua linha de produção respetiva, e esta ao seu *cluster*.

Tabela 1. Divisão das linhas de produção e produtos

	Linha de Produção	Produtos	Marcas
<i>Cluster 1</i>	1	Garrafas de vidro (0,25L, 0,50L e 1L)	  
	2	Garrafões (18,90L)	
<i>Cluster 2</i>	3	Garrafas (0,75L e 1,50L)	 
	4	Garrafões (5,40L e 7L)	 
<i>Cluster 3</i>	5	Garrafas (0,20L, 0,33L, 0,50L, 1L e 2L)	
	6	Garrafas (0,33L e 0,50L)	 

Após o enchimento, e de forma automatizada, cada conjunto de garrafas é agrupado num pack e, de seguida, cada conjunto de packs é agrupado em vários níveis numa palete (o número de garrafas por pack e o número de packs por palete dependem do produto em questão). As paletes são depois transportadas para os armazéns de produto acabado, onde aguardam transporte para a sua comercialização.

Na Figura 8 pode ser vista uma planta da Fábrica do Cruzeiro, com indicação da localização do armazenamento de água, dos três clusters da fábrica, dos armazéns de produto acabado e, com especial destaque (fundo azul), dos armazéns de material – Armazém de Material de Embalagem (AME) e os restantes armazéns do *cluster 3* – locais principais onde o trabalho de estágio foi desenvolvido.

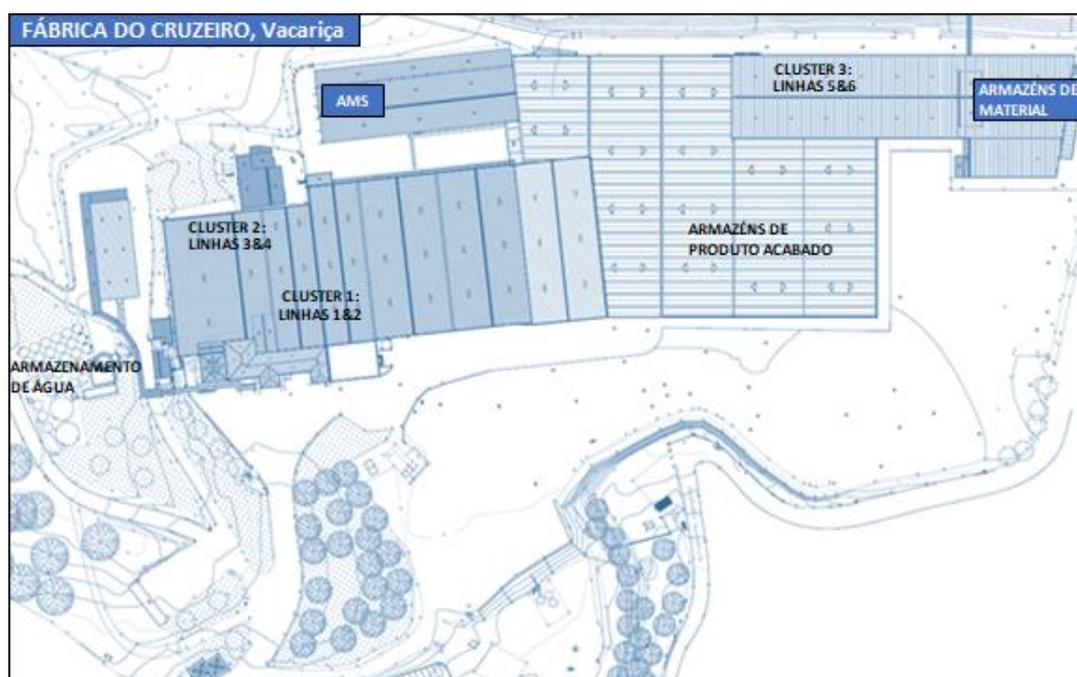


Figura 8. Planta da SAL

A SAL é uma empresa que pretende atingir objetivos não só ao nível de qualidade e inovação, mas também em outras vertentes, promovendo bastante a segurança no trabalho, algo que permitiu alcançar níveis de excelência na segurança e que tem conduzido a resultados anuais positivos, tendo atingido um marco importante de mais de quatro anos sem qualquer acidente. Também promove a preservação do ambiente, facto que teve influência em decisões tomadas e observações feitas durante o estágio, que serão apresentadas mais à frente neste documento, no capítulo do Trabalho Desenvolvido.

3.3. Armazéns de material da SAL

No que toca aos armazéns de material, na SAL pode encontrar-se um armazém de material central (AME – Armazém de Material de Embalagem), que contém stock de materiais de embalagem para os três *clusters*. Os restantes armazéns de material estão numa localização separada do armazém central, na zona do *cluster 3*: armazém de rótulos e filmes, de cápsulas, de aromas e de produtos químicos (os materiais que se encontram nestes armazéns são utilizados apenas no *cluster 3*).

3.3.1. AME

O AME contém, para além de material de escritório e também outros materiais que possam ser necessários nos processos de produção ou como suporte para estes processos, o stock de alguns elementos que compõem uma garrafa, como cápsulas, rótulos ou pegas, atuando como uma espécie de centro de distribuição para os armazéns de cápsulas e de rótulos e filmes – o AME pode ser visto na Figura 9.



Figura 9. Armazém de Material de Embalagem

Na Figura 10 está presente uma planta do AME (modelação no *software* OpenSCAD), com uma indicação do local de cada uma das seis zonas de armazenamento de diferentes materiais. Na planta também se pode ver o gabinete do AME, que foi o posto de trabalho do aluno durante o estágio curricular realizado na SAL, representado na zona 7.

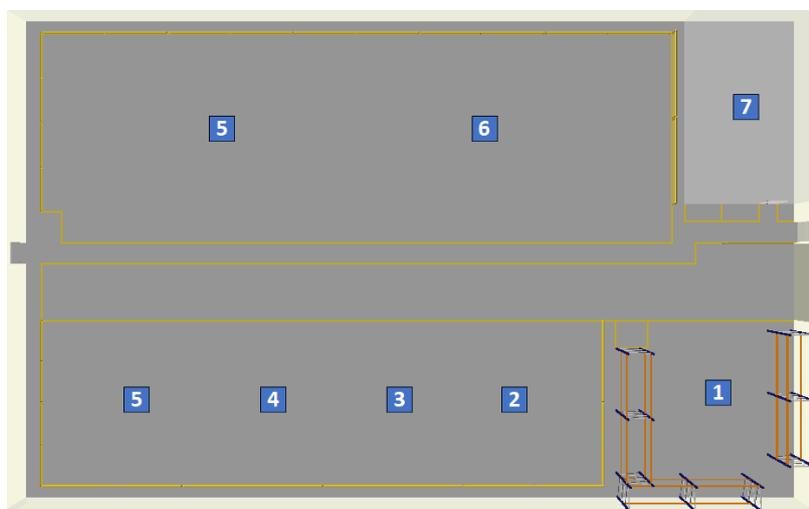


Figura 10. Planta do AME com zonas de armazém (modelação em OpenSCAD)

A região 1 tem a maior variedade de material, tendo três estruturas metálicas com estantes para paletes (*pallet racks*), onde estão inseridas paletes para material de escritório, colas (usadas na rotulagem das garrafas e no fecho dos tabuleiros), etiquetas (usadas para identificação de paletes de produto acabado), filmes, fitas adesivas e de cintagem, airbags (colocados nos espaços livres dos contentores para estabilização das embalagens) e diversas amostras de material de embalagem. As *pallet racks* estão visíveis na Figura 11.



Figura 11. Racks da região 1

Para além destes materiais, também está inserido nas *racks* o stock de rótulos. Os rótulos para garrafas dos *clusters* 1 e 2 são colocados nas estruturas até serem requeridos nas linhas de produção respetivas, onde são transportados para um dos depósitos de rótulos – um destes depósitos pode ser visto na Figura 12 (*cluster* 1). Os rótulos para garrafas do *cluster* 3 podem passar pelo AME momentaneamente, para que sejam conferidas quantidades, ou serem colocados nas *racks* do armazém durante um certo período, sendo depois transportados para o Armazém de Rótulos e Filmes assim que requeridos.



Figura 12. Depósito de rótulos do *cluster* 1

Na região de armazenamento 2 encontram-se os separadores de paletes, utilizados entre cada nível de *packs* de garrafas de uma paleta. As pegas são mantidas na região 3, enquanto que na região 4 estão presentes os tabuleiros – os tabuleiros e as pegas são usados para garrafões. Nas regiões representadas pelo número 5 encontram-se as cápsulas das garrafas, sendo que alguns tipos de cápsulas são aqui armazenados até serem enviados para o armazém de cápsulas (cápsulas de produtos do *cluster* 3). Por fim, os filmes envolventes e outros plásticos estão presentes na região 6. De forma a visualizar todas as regiões de armazém (legendadas) com existência de material, estas podem ser vistas na Figura 13, através de modelação do armazém e das paletes de material em OpenSCAD.

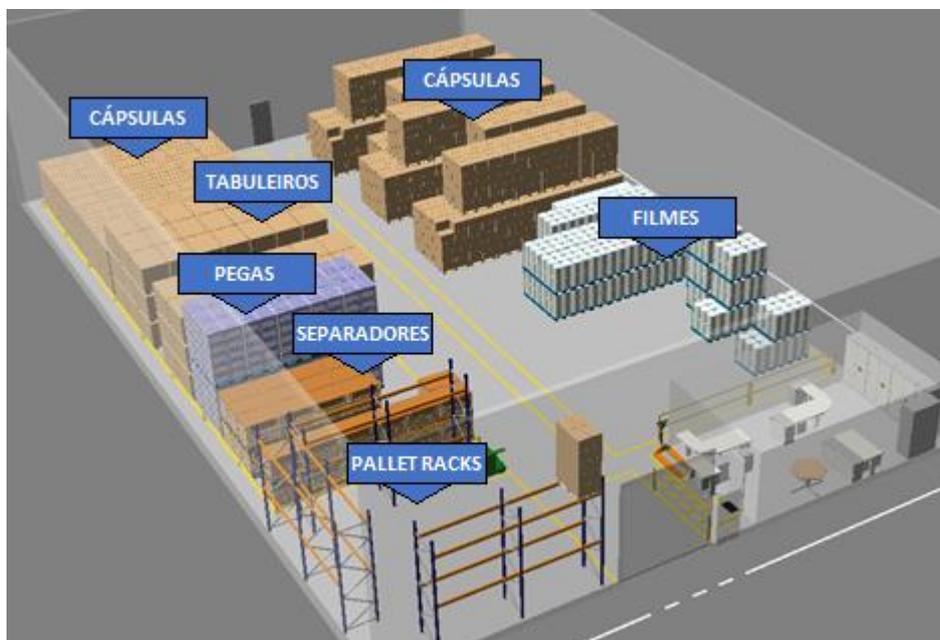


Figura 13. AME com material em stock (modelação em OpenSCAD)

É neste armazém que a maior parte das receções de material são efetuadas. A chegada dos materiais resulta de um pedido de encomenda prévio, com a operação de compra a ser efetuada em SAP. Aquando da sua chegada, os materiais devem ser descarregados e as quantidades confirmadas (com contagem das paletes) de acordo com a guia de encomenda. O lote é depois inserido na sua zona de armazém respetiva, dependendo do produto, e aguarda no armazém até que seja requerido numa linha de produção. A encomenda é depois confirmada em SAP, com a indicação da data de chegada e da quantidade descarregada. De seguida, o *software* efetua, de forma automática, a adição da quantidade rececionada ao stock correspondente.

A receção de materiais é uma das atividades diárias dos responsáveis de armazém, tendo sido acompanhada pelo aluno ao longo do estágio curricular. Como continuidade ao processo de receção de materiais, na Figura 14 vem um exemplo do percurso de uma paleta de rótulos na fábrica, desde a sua receção até ao local onde aguarda para ser usado numa linha de produção (através de modelação em OpenSCAD).

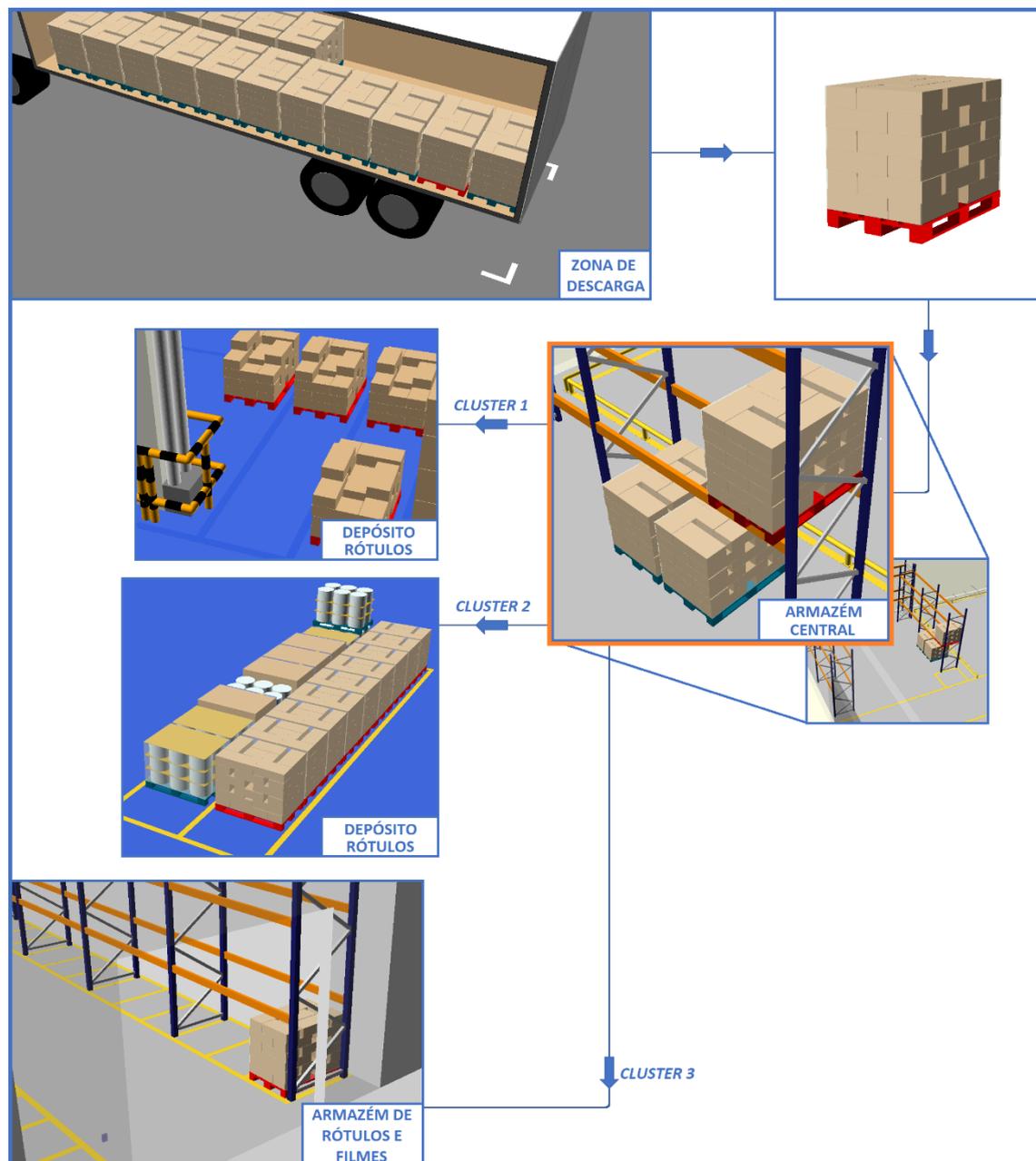


Figura 14. Percurso de uma paleta de rótulos

Como já foi referido anteriormente, e como se pode verificar de novo no esquema, se a paleta contiver rótulos para garrafas do *cluster 1* ou *2* (o depósito do *cluster 1* apresentado na Figura 14 é o mesmo que é apresentado na Figura 12), esta é transportada

para o depósito correspondente, enquanto que se for para garrafas do *cluster* 3, esta é transportada para o armazém de rótulos e filmes.

Os restantes armazéns – de rótulos e filmes, de cápsulas, de aromas e de produtos químicos – estão localizados na zona do *cluster* 3 (linhas 5 e 6). Como não houve trabalho desenvolvido no armazém de produtos químicos, o foco vai para os restantes armazéns.

3.3.2. Armazém de Rótulos e Filmes

O armazém de rótulos e filmes contém os rótulos que são inseridos nas embalagens dos produtos e os filmes que envolvem as paletes de produto. Este armazém é muito variado em termos de referências de produto, uma vez que é no *cluster* 3 que se encontra a linha de produção dedicada ao enchimento de águas aromáticas para a marca Luso Fruta (linha 5). Esta marca engloba produtos que estão disponíveis em diversos sabores: frutos vermelhos, limão, melancia, maçã, goiaba-toranja e pera. Todos os produtos da marca Luso Fruta têm diferentes rótulos e, para além disso, ainda existem rótulos para as diferentes dimensões de garrafa, originando uma grande variedade de produtos para rotulagem, o que requer um armazém com um *layout* que os permita organizar de forma a que sejam facilmente identificáveis. Na Figura 15 pode ser visto o armazém de rótulos e filmes.

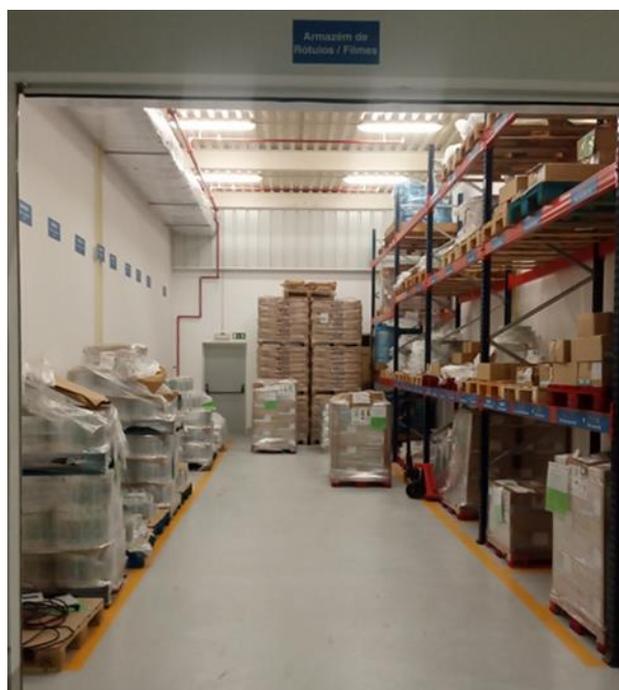


Figura 15. Armazém de Rótulos e Filmes

O armazém está dividido em duas zonas: a zona de rótulos e a zona de filmes. Para facilitar a organização dos diferentes rótulos, o armazém conta com um conjunto de

pallet racks (de modelo semelhante às estruturas do AME). Os filmes têm menos referências do que os rótulos, pois são apenas usados em paletes de garrafas de um litro, sendo mais fáceis de organizar. Uma planta do armazém de rótulos e filmes está presente na Figura 16 (através de modelação em OpenSCAD), com legenda para os dois locais de armazenamento.

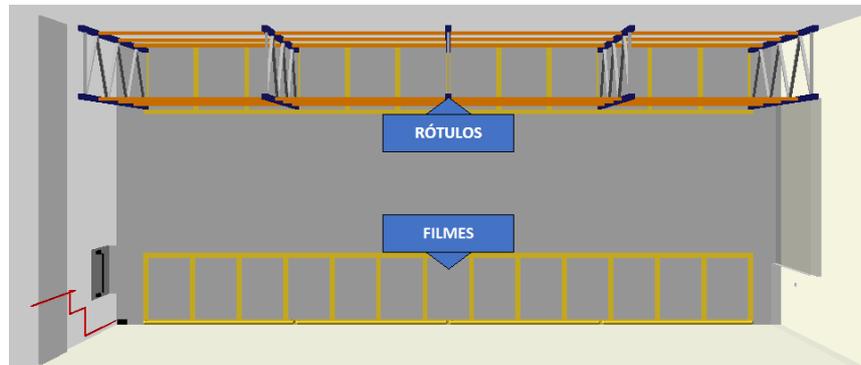


Figura 16. Planta do Armazém de Rótulos e Filmes (modelação em OpenSCAD)

3.3.3. Armazém de Cápsulas

É no armazém de cápsulas que estão contidas as cápsulas para as garrafas do *cluster* 3. Tal como no armazém de rótulos e filmes, as cápsulas são utilizadas nos produtos Luso Fruta, originando diferentes cápsulas (de cor diferente) para todas as variantes da marca. O armazém de cápsulas pode ser visto na Figura 17.



Figura 17. Armazém de Cápsulas

Na Figura 18 pode ser vista a planta do armazém de cápsulas, através da modelação do armazém em OpenSCAD. O armazém tem doze zonas para armazenamento de cápsulas, sendo que duas delas têm maior área, uma vez que contêm o stock para cápsulas azuis, usadas nas garrafas da marca Luso (0,33L e 0,50L – Linha 6), e cuja produção é bastante superior à da Luso Fruta.

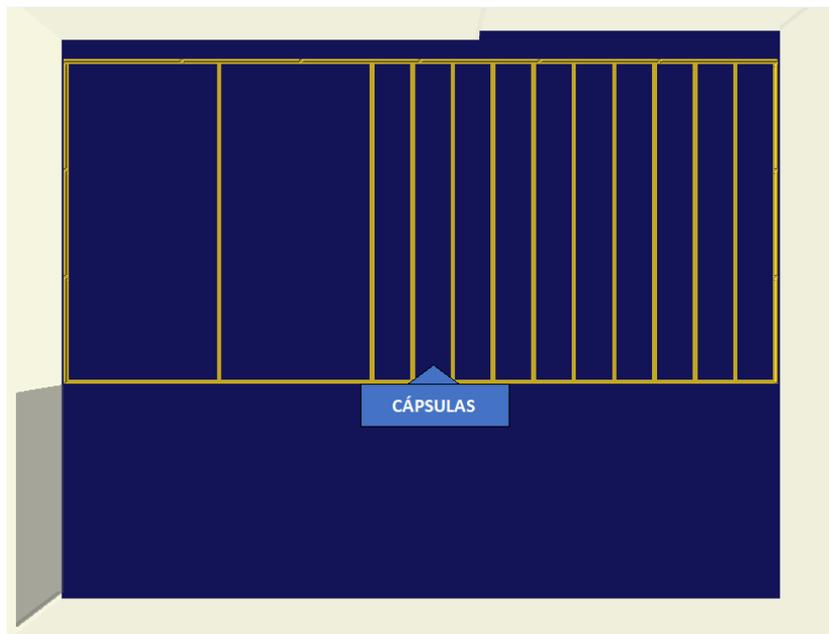


Figura 18. Planta do Armazém de Cápsulas (modelação em OpenSCAD)

3.3.4. Armazém de Aromas

No armazém de aromas estão inseridos os contentores e recipientes de aromas e de *compounds*, usados nos xaropes que originam os produtos da Luso Fruta. Estes contentores necessitam de ser conservados em locais frescos, e por esse motivo, o armazém é uma câmara frigorífica com sistema de refrigeração adequado para grandes quantidades de produto. O armazém de aromas pode ser observado na Figura 19.



Figura 19. Armazém de Aromas

Os contentores são organizados por linhas ao longo do armazém (*floor storage*) até à parede de fundo onde se encontram os bidões, que são colocados em tinas. Existem também duas estantes para amostras de xaropes. Uma planta do armazém de aromas pode ser vista na Figura 20 (legendada), depois de modelação do armazém em OpenSCAD.

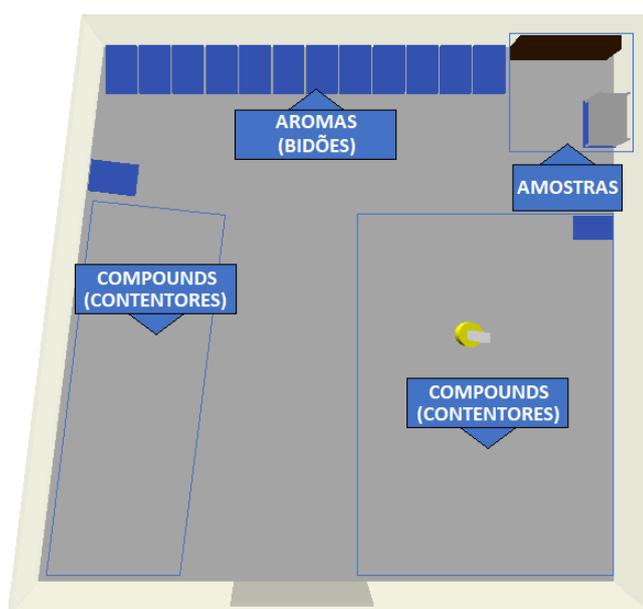


Figura 20. Planta do Armazém de Aromas (modelação em OpenSCAD)

Foi nestes quatro armazéns – AME, Rótulos e Filmes, Cápsulas e Aromas – que o trabalho em armazém foi desenvolvido. Nestes locais procurou-se fazer uma gestão da organização dos mesmos, com vista à sua melhoria contínua. Todas as atividades realizadas serão expostas no capítulo seguinte do Trabalho Realizado.

4. TRABALHO DESENVOLVIDO

Neste capítulo estão presentes as atividades realizadas ao longo do estágio curricular, estando divididas entre as atividades principais (aquelas que foram realizadas nos armazéns da SAL) e “outras atividades” (outros trabalhos propostos ao longo do estágio).

Numa primeira parte, estão referenciados os métodos de trabalho utilizados nas atividades realizadas na empresa. De seguida, nas atividades principais, cada subcapítulo é dedicado a cada armazém – armazém de material de embalagem, armazém de rótulos e filmes, armazém de cápsulas e armazém de aromas – e às tarefas executadas em cada um deles, para além de outras tarefas que, podendo não estar relacionadas com os armazéns, acabaram por ser influenciadas pelas alterações efetuadas. No capítulo das “Outras Atividades” está presente um estudo de otimização de custos, com base em alterações das dimensões de separadores de paletes de produto acabado, e um estudo elaborado a partir de um conjunto de ensaios realizados em laboratório, com vista à lavagem de garrafas de vidro em más condições.

4.1. Métodos

Como introduzido no primeiro capítulo do documento, o método de procura de propostas de melhoria nos locais de trabalho passou pela observação desses locais e pela comunicação com colaboradores da empresa. Ao longo do desenvolvimento do trabalho, procurou-se sempre seguir práticas que permitissem o cumprimento competente e consistente das tarefas.

Para isto, seguiu-se a política de *TPM* que está presente na empresa. Como foi referido no capítulo do Enquadramento Teórico, cada empresa ou colaborador pode distinguir diferentes aplicabilidades nos métodos da *TPM*, e a SAL aplicou o modelo da Heineken. Neste modelo, deve existir o comprometimento de todos os colaboradores da empresa, de forma a que o envolvimento nas tarefas diárias e as suas resoluções sejam simplificadas. Os processos e as operações devem ter uma máxima eficiência, com vista a eliminar todas as perdas, defeitos e paragens, através de boa formação dos colaboradores e

boas práticas de 5S e de gestão que criam um ambiente de trabalho seguro e minimizam os impactos ambientais.

As atividades nos armazéns não tiveram como objetivo apenas a melhoria da organização dos mesmos, mas também, através das alterações efetuadas, aumentar a segurança das operações realizadas diariamente na empresa, procurar reduzir o trabalho diário perdido, diminuir os erros cometidos e facilitar acessos a alguns materiais ou produtos.

As propostas de melhoria foram feitas com recurso ao *software* OpenSCAD, que se mostrou ser uma vantagem, por exemplo, para a definição de um *layout* ou de uma organização diferente, já que os locais foram modelados à escala real e, através da alteração dos modelos, foi possível visualizar os locais de maneiras e perspetivas diferentes com as alterações efetuadas.

4.2. Atividades no AME

No Armazém de Material de Embalagem, o objetivo passou por fazer uma reorganização dos artigos que são colocados nas *racks* do armazém (estas *racks* podem ser vistas individualmente, mais à frente, na Figura 21) e fazer a identificação de cada um.

4.2.1. Reorganização das *racks* do AME

Primeiramente, vai ser apresentada a organização original das *racks* antes das alterações, com os problemas encontrados e as justificações para as alterações. De seguida, é apresentada a nova organização (com recurso ao OpenSCAD). A forma como foram identificados os artigos tem também o seu subcapítulo. Por fim, a organização final proposta pelo modelo, depois de aplicada no armazém, é também apresentada.

4.2.1.1. Organização inicial e problemas encontrados

Como foi referido no capítulo do Caso de Estudo, o AME tem três *pallet racks*, cada uma com três níveis, e cada nível tem seis espaços de armazenamento para paletes (dezoito espaços por *rack* e cinquenta e quatro espaços de armazenamento disponíveis no total do armazém). As três *racks* são apresentadas individualmente na Figura 21.



Figura 21. *Racks* do AME

Inicialmente, alguns dos produtos não estavam dispostos nas *racks* de forma organizada. Devido às grandes quantidades de paletes do mesmo produto que chegavam ao armazém, como por exemplo, de paletes de rótulos, estas tinham de ser colocadas em locais de armazenamento pertencentes a outros itens, o que gerava alguma desorganização, uma vez que os locais estavam identificados. Em algumas ocasiões, algumas paletes de produto poderiam até estar em repouso no espaço à frente das *racks*, no caso de não haver mais espaço para armazenamento nas estantes. Um exemplo de uma paleta de rótulos no local de armazenamento pertencente a outro produto (neste caso, de etiquetas) pode ser visto na Figura 22.



Figura 22. Paleta fora do local de armazenamento

Para além da colocação imprecisa de algumas paletes, a disposição inicial teria de sofrer outros ajustes. A organização deveria permitir que os produtos de transporte manual fossem todos armazenados no nível mais baixo das *racks*, uma vez que é o local disponível que é mais acessível. Isto já se verificava na organização original, mas um objetivo adicional passava por definir um local único para alguns destes produtos (por exemplo, fitas adesivas, de cintagem ou agrafos), ao invés de partilharem a mesma paleta, como se pode ver no exemplo da Figura 23. Com um local único de armazenamento para estes artigos, a recolha daqueles que estão no fundo da paleta seria facilitada. Opostamente, todos os produtos cujo transporte fosse exclusivamente através de empilhador ou outro

equipamento de manuseamento (como *stackers* elétricos), poderiam ser inseridos nos níveis superiores (segundo e terceiro nível das *racks*).



Figura 23. Exemplo de palete partilhada de artigos (para retirar o artigo do fundo da palete, é necessário retirar os da frente)

Da mesma forma, na nova organização, os artigos mais pesados deveriam ser também colocados nas estantes inferiores, por razões ergonómicas e de segurança (como referido no capítulo do Enquadramento Teórico, apontado por Hompel e Schmidt, 2007). Esta condição já se verificava para a grande maioria dos produtos, e apenas as paletes de colas para rotulagem de garrafas de vidro teriam de ser transportadas para o nível mais baixo das *racks*. Estas colas (dispostas em baldes) são transportadas na sua palete até ao seu depósito próximo da linha 1 (linha do vidro) com auxílio de empilhadores. Estando localizadas no nível mais baixo da *rack*, reduz o risco de acidentes e de danificação dos outros produtos que se encontram noutros espaços de armazenamento das estantes.

Outro problema encontrava-se na *rack* 2. Nesta *rack* há um espaço morto que impossibilita o transporte de produto paletizado para o seu interior. Este espaço é formado devido ao local onde foram instaladas as estruturas das *racks* 2 e 3. Consequentemente, a zona imediatamente à esquerda desse espaço também não deve ter paletes armazenadas, devido ao pouco espaço existente para que estas sejam colocadas, e que poderia levar à danificação dos produtos da *rack* 3. O espaço morto pode ser visto na Figura 24, em conjunto com a zona que é igualmente inutilizável (através de modelação em OpenSCAD).

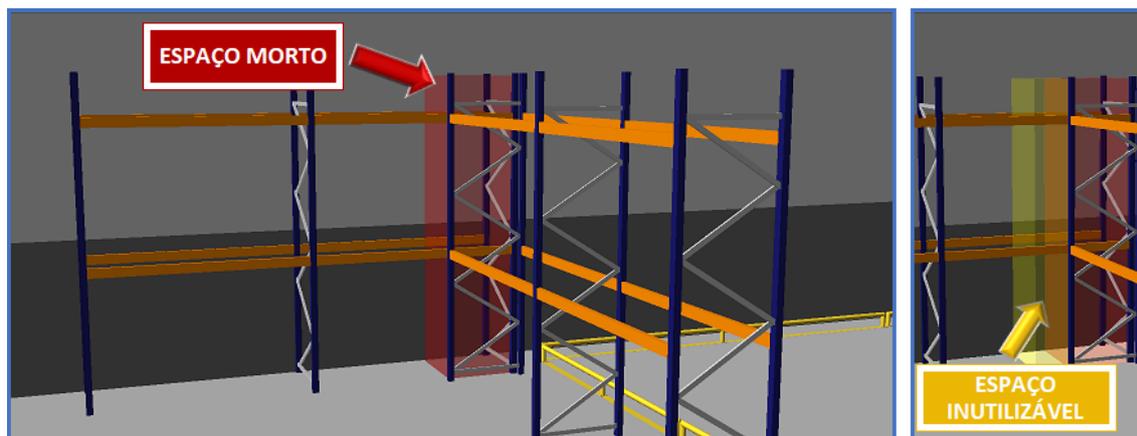


Figura 24. Espaço morto na rack 2

Para contrariar a inutilização deste espaço, aproveitou-se um armário que se encontrava numa palete armazenada na *rack* 1 (este armário pode ser visto no canto inferior direito da *rack* 1 que está na Figura 21). Desta forma, surgia um novo espaço para armazenamento na *rack* 1 (o local anterior do armário) e, ao mesmo tempo, o armário tornou a zona inferior do espaço morto que era inutilizado na *rack* 2 num local para colocação de artigos de pequena dimensão – como folhas A3, rótulos para garrações da linha 2, diluentes e panos de limpeza.

4.2.1.2. Alterações propostas

De seguida, são apresentadas as disposições propostas para os produtos nas *racks* (com recurso ao OpenSCAD), depois de serem aplicadas as soluções aos problemas encontrados no subcapítulo anterior.

Começando pela *Rack* 1:

- Para esta *rack* foram definidos locais para armazenamento de reservas de alguns produtos (colas e filmes), para que, no caso da chegada de novas paletes, estas tivessem um local de colocação imediato, evitando a permanência das mesmas em frente às *racks*, ou num local correspondente a outro artigo;
- Como referido no subcapítulo anterior, os artigos mais pesados e aqueles que fossem transportados manualmente deveriam ser colocados nos espaços de armazenamento inferiores. Desta forma, as colas foram transportadas para os níveis inferiores das *racks* (primeiro nível).

Estas alterações principais podem ser observadas na Figura 25 (as paletes de produtos cinzentos com transparência representam zonas de reserva).

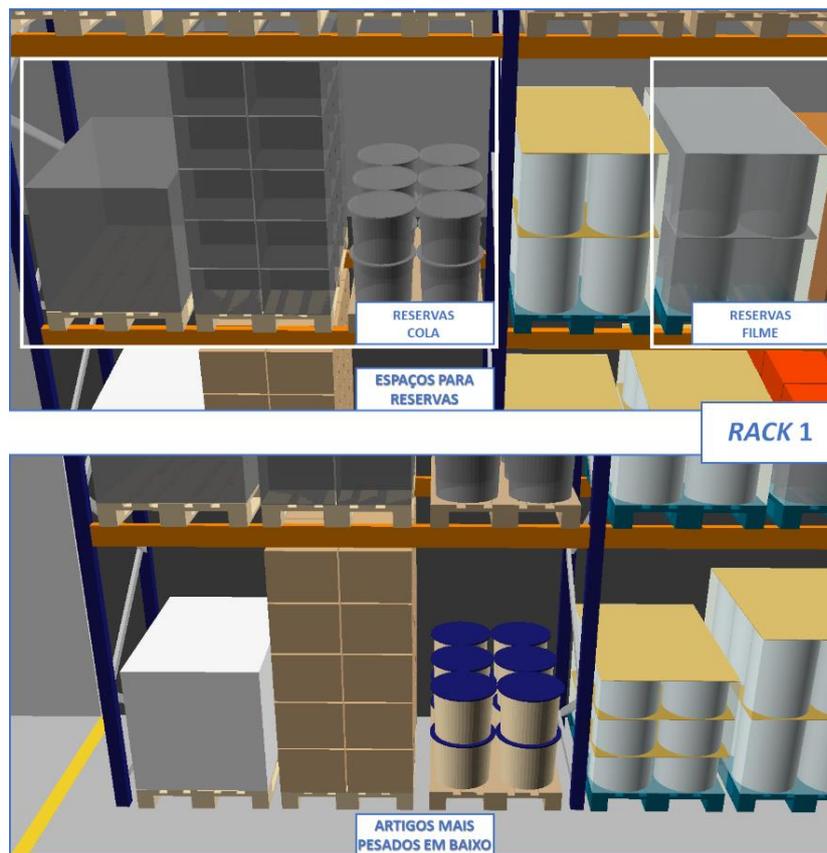


Figura 25. Alterações na rack 1

A rack 1 completa, depois das alterações, está presente na Figura 26. Na figura também se pode verificar, no nível mais elevado, a existência de local para armazenamento de produto rejeitado ou sem local definido para colocação (identificada como “Diversos”).



Figura 26. Disposição proposta para a rack 1

Rack 2:

- O armário foi transportado para esta *rack*, atuando como um depósito de materiais de pequenas dimensões. O local onde foi colocado é seguro e de fácil acesso;
- O espaço inutilizável existente nesta *rack* foi reduzido, como consequência das alterações apresentadas no ponto anterior. Agora, apenas o segundo e terceiro níveis dessa zona da *rack* não podem ser utilizados;
- Para esta *rack* foram transportados os artigos que partilhavam a mesma paleta (apresentados na Figura 23 – estes produtos estavam situados na *rack 1*, inicialmente). Estes foram separados, cada um para uma paleta individual, para agilizar a recolha dos mesmos;
- Esta *rack* também passa a ser a dedicada ao armazenamento de amostras de produtos de embalagem – anteriormente algumas amostras encontravam-se espalhadas pelas *racks*, tendo sido proposto que a *rack 2* fosse o local exclusivo para o armazenamento de todo o tipo de amostras.

As principais alterações efetuadas na *rack 2* estão presentes na Figura 27.

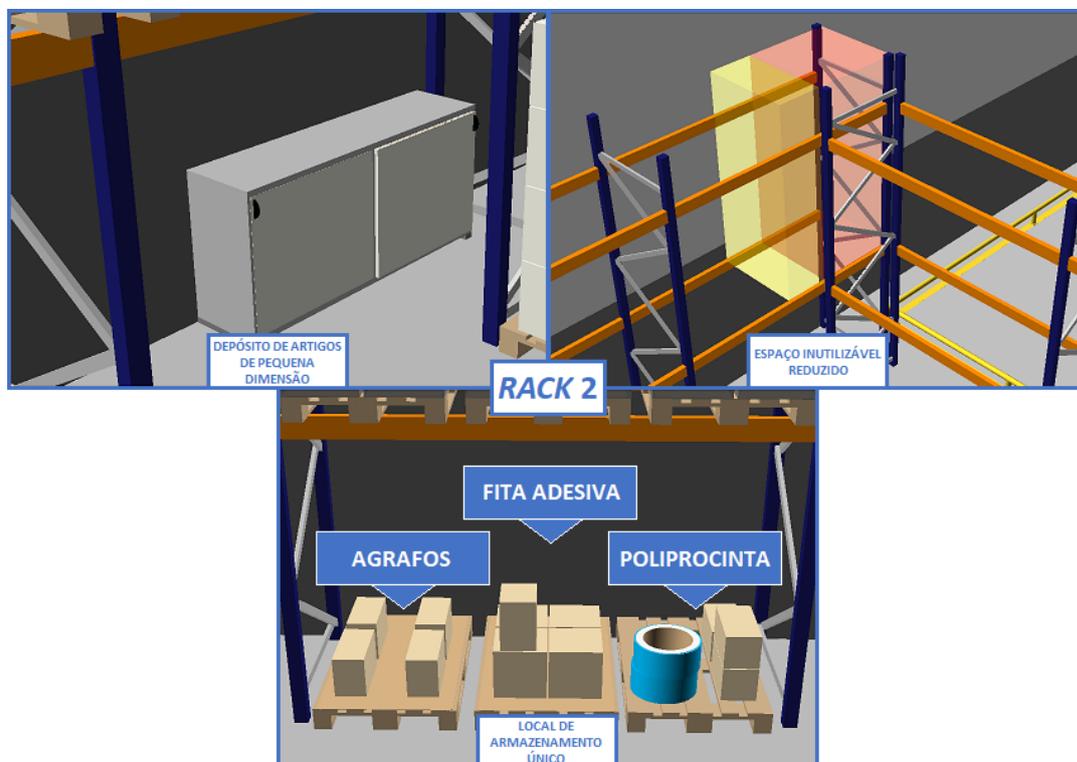


Figura 27. Alterações na *rack 2*

A *rack 2* com alterações está presente na Figura 28. Neste exemplo, o espaço que foi definido para o armazenamento de amostras está representado pelos objetos acinzentados.

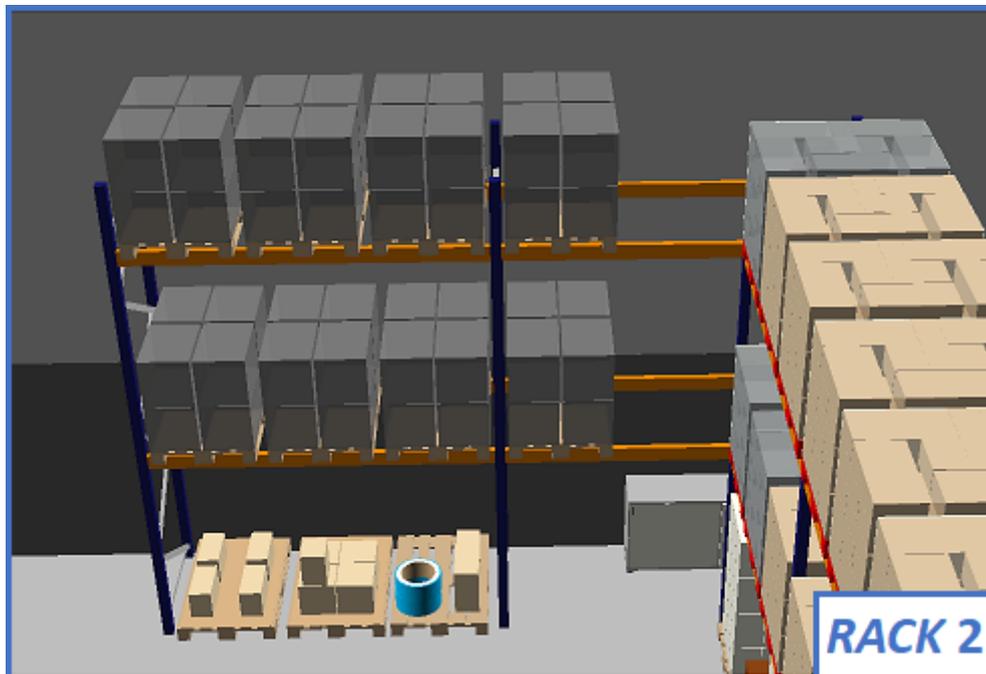


Figura 28. Disposição proposta para a *rack 2*

Rack 3:

- Para evitar que os rótulos sejam colocados em espaços para o armazenamento de outros produtos, foi adicionada uma nova zona de armazenamento de rótulos;
- Na utilização de etiquetas, é necessário utilizar um tipo específico de fitas de impressão (cada referência de etiqueta tem o seu tipo de fita). Como as caixas de fita são de pequena dimensão, estas poderiam passar a ter a sua palete partilhada. Nessa palete, as caixas de fita deveriam ser colocadas em cada uma das laterais, para que cada uma estivesse mais perto da palete que contem a sua etiqueta correspondente (a palete partilhada de fitas seria colocada entre as duas paletes de etiquetas). Assim, o processo de identificação e recolha dos dois produtos é facilitado;
- Devido à grande quantidade de rótulos que são rececionados, foi definida uma zona de reservas, onde podem ser colocadas quaisquer referências de rótulos adicionais, dependendo de qual referência estiver em maior quantidade no momento.

As principais alterações efetuadas na *rack 3* podem ser verificadas na Figura 29 (a zona de reservas de rótulos está representada pelas paletes de produto acinzentado).

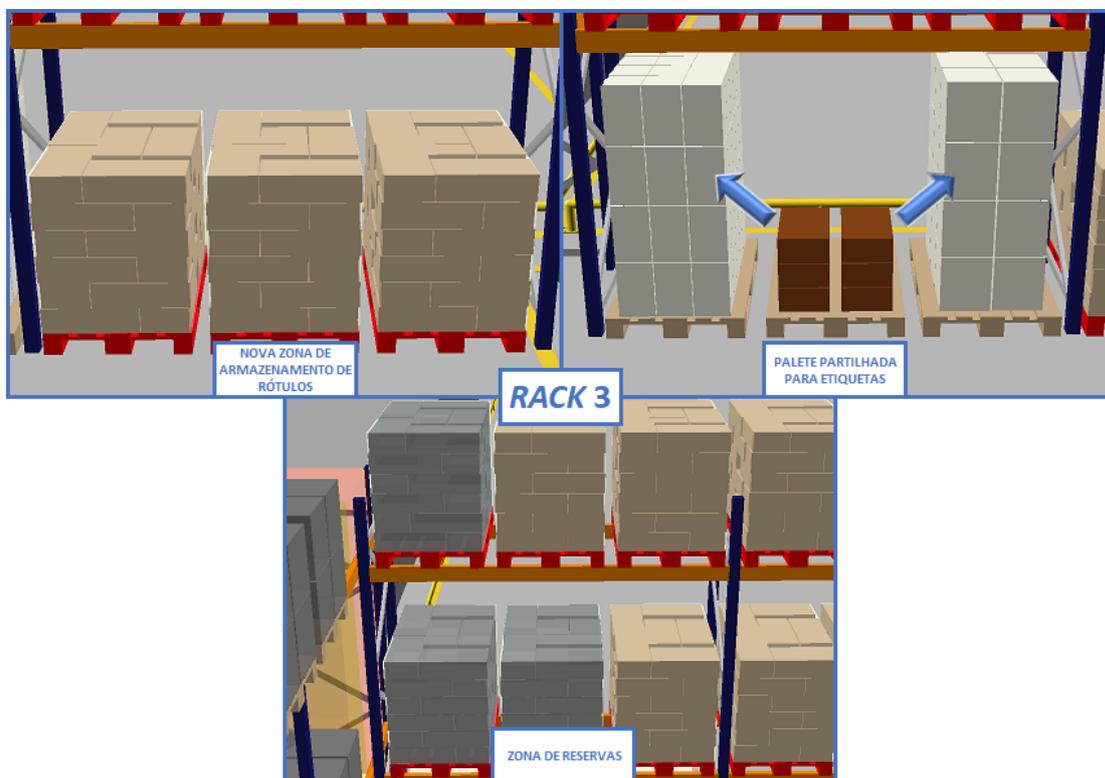


Figura 29. Alterações na *rack 3*

A *rack 3* com alterações está presente na Figura 30.

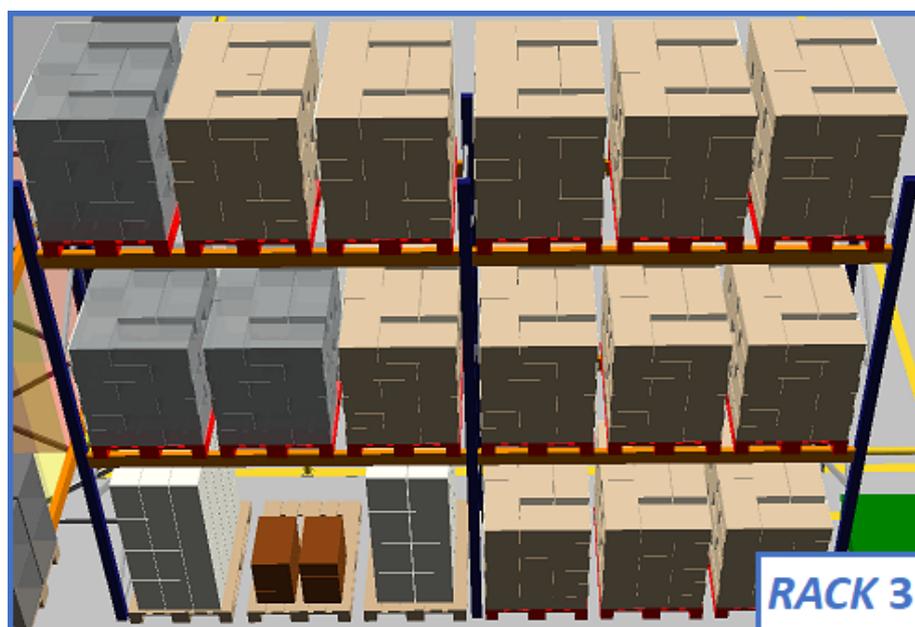


Figura 30. Disposição proposta para a *rack 3*

4.2.1.3. Identificação dos produtos

Inicialmente cada artigo tinha o seu local identificado pelo tipo de produto, como no exemplo da Figura 31. Em cada nível das *racks* estaria uma placa de identificação igual ao da figura, que iria identificar todos os artigos que se encontram na estante superior ou inferior (através de setas). No exemplo da figura, na estante superior estão três paletes de rótulos e na inferior três paletes de etiquetas.



Figura 31. Tipo de placas de identificação iniciais

De forma a uniformizar com as outras *racks* da fábrica (presentes no armazém de rótulos e filmes), os produtos deveriam estar identificados por *SKU*, ao invés de estarem por tipo de produto. Assim, cada artigo pode ter a sua identificação própria, e nesta, deve ser incluído o nome do produto, a indicação do nível da *rack* onde se encontra (superior ou inferior, através de setas, da mesma maneira que as placas originais) e o código SAP (este código é usado para fazer o controlo do artigo em *software*). Um exemplo de um conjunto de novas placas de identificação está presente na Figura 32.



Figura 32. Tipo de placas novas

Como pode ser observado na figura, cada artigo tem a sua identificação própria e com presença do seu código SAP correspondente. Neste caso, duas referências diferentes de rótulos são colocadas em cima e em baixo, cada uma tendo três locais de armazenamento – estas referências de rótulos (Luso 5,4L e Luso 7L) são das mais solicitadas, e por isso devem ter três zonas de armazenamento cada.

4.2.1.4. Organização final

Por último, é apresentada a disposição final dos produtos em cada uma das *racks*, após as mudanças propostas que foram mostradas anteriormente, e com aplicação das novas

placas de identificação, estando presentes nas três figuras seguintes – Figura 33, Figura 34 e Figura 35.



Figura 33. Organização final da rack 1



Figura 34. Organização final da rack 2



Figura 35. Organização final da rack 3

4.3. Atividades no Armazém de Rótulos e Filmes

No armazém de rótulos e filmes foi efetuada a aplicação do 5S, seguindo os cinco passos da metodologia com o objetivo de melhorar a produtividade nas operações do armazém, melhorar o ambiente de trabalho e aumentar a rapidez de recolha de produtos através da eliminação dos desperdícios. Para isso, foi necessário fazer uma seleção dos elementos desnecessários (com vista à sua saída do armazém), uma melhor disposição dos produtos nos seus locais de armazenamento e melhor apresentação dos espaços.

Neste armazém tiveram de ser efetuadas algumas mudanças devido a uma queda de produto que resultou de uma má colocação de paletes nas *racks* do armazém. Devido a esta ocorrência, os responsáveis da empresa programaram a instalação de um conjunto de batentes nas estruturas, o que levou a que o armazém ficasse mais desocupado, uma vez que as paletes de produto dos níveis superiores das *racks* tiveram de ser transportados para um outro armazém (armazém de matérias-primas sólidas) para as proteções serem colocadas. Por conseguinte, o ponto de partida da aplicação de melhoria contínua neste armazém foi dado com o armazém nas condições apresentadas na Figura 36 (as *racks* do armazém têm menos produtos comparativamente à primeira figura apresentada do armazém – Figura 15).



Figura 36. Armazém de rótulos e filmes (estado inicial)

Os cinco subcapítulos apresentados em seguida correspondem a cada passo da metodologia 5S – seleção, organização, limpeza, normalização e disciplina. A aplicação destes cinco passos permite não só organizar o armazém, mas também, através da própria organização e da sua limpeza, facilitar a identificação de anormalidades e de erros cometidos. Adicionalmente, uma outra atividade foi realizada a partir da implementação do 5S: a de definir um local de estacionamento para os porta-paletes elétricos (*stackers*) que são usados nos armazéns do *cluster* 3.

4.3.1. Seleção

A primeira fase da metodologia 5S – seleção – foi dividida em duas. Primeiro, é efetuada uma seleção dos objetos desnecessários que se encontram no chão do armazém. A segunda parte da seleção é focada na remoção dos produtos dispensáveis que se encontram armazenados nas *racks* do armazém.

No que toca à primeira seleção, que inclui o corredor principal do armazém e a zona dos filmes, alguns dos produtos paletizados a remover podem ser facilmente identificados na Figura 36. Como se pode ver na figura, no fundo do armazém encontra-se um conjunto de paletes empilhadas. Estas paletes contêm açúcar, item que não tem utilização em nenhum produto fabricado atualmente na empresa, podendo por isso serem selecionadas para remoção – os açúcares serão enviados para abate. Na zona dos filmes, apenas duas paletes foram selecionadas: palete que contem os carregadores de porta-paletes elétricos (*stackers*) – o destino desta palete vai ser explicado mais à frente neste documento (subcapítulo “Proposta de melhoria para local de estacionamento e carregamento de *stackers*”); palete que contem fibra de goma guar (uma fibra retirada de sementes de leguminosas), que é outro item que não tem utilidade em nenhum produto fabricado na empresa – estas fibras serão também enviadas para abate.

A segunda fase da seleção engloba as *pallet racks*, dedicadas ao armazenamento dos rótulos das embalagens de garrafas (as *racks* estão localizadas no lado direito na Figura 36). Nestas *racks*, as unidades selecionadas para eliminação correspondem, na sua maioria, a rótulos de produtos que já foram descontinuados, e por isso, não existe razão para a sua continuidade no armazém – serão enviados para abate.

Depois da seleção ser concluída, a Figura 37 mostra o resumo da primeira fase da metodologia, com os elementos que foram removidos do armazém e o resultado após a remoção desses itens (do lado esquerdo está a zona do corredor, do lado direito as *racks*).



Figura 37. Seleção: locais após remoção dos itens desnecessários

4.3.2. Organização

A segunda fase da metodologia remete à organização do espaço. Após a remoção de todos os itens que não são precisos, é necessário organizar os que sobram. Assim, os restantes produtos da zona dos filmes e da zona dos rótulos devem ser ordenados, de maneira a que todos tenham o seu local de armazenamento, e que este seja facilmente identificável.

Começando pela zona dos filmes, nesta existe um total de seis referências de filmes diferentes que devem ter áreas de armazenamento própria. Cinco destas referências são referentes a produtos da Luso Fruta (frutos vermelhos, goiaba-toranja, maçã, melancia e limão), e cada uma deve ter duas áreas para armazenamento. A restante referência é pertencente a um filme incolor (utilizado em algumas paletes de produtos do *cluster* 3), e que necessita de apenas uma área para armazenamento.

Como foi percebido no subcapítulo da seleção, este armazém também contém alguns produtos que não são concernentes a rótulos ou a filmes. Ao contrário das paletes de açúcar, de fibras e de carregadores que foram removidas, uma paleta adicional foi propositadamente mantida no armazém – a paleta de ácido cítrico (esta paleta pode ser vista na Figura 37, estando armazenada no chão, do lado esquerdo, na zona da “Seleção 1”). O ácido cítrico é um dos produtos mais solicitados por parte dos responsáveis de xaropes. Ao mesmo tempo, este armazém é o local mais próximo da sala de xaropes que tem condições para deixar a sua paleta armazenada. Assim, a paleta do ácido cítrico será mantida em armazenamento de chão na zona dos filmes, uma vez que o produto é manualmente transportado, não requerendo o auxílio de *stackers* (porta-paletes elétricos) na recolha do mesmo.

A proposta de organização foi efetuada, tal como no AME, com recurso ao OpenSCAD. Tendo em conta as informações apresentadas anteriormente, a zona dos filmes, após organização, seria composta por onze paletes de filmes (dez referências de filme de produtos da Luso Fruta e uma de filme incolor) e a paleta adicional que contém ácido cítrico.

Dado que não foi possível fotografar frontalmente toda a zona de filmes com a organização inicial (e esta ainda não foi apresentada com detalhe), esta foi igualmente construída em OpenSCAD, de acordo com a disposição presente na Figura 36. Essa organização, em conjunto com a organização proposta criadas em *software*, estão presentes nas Figuras 38 e 39, com legenda para cada uma das paletes (nas duas figuras, o portão do armazém está do lado esquerdo).



Figura 38. Organização inicial da zona dos filmes (de acordo com a Figura 36)

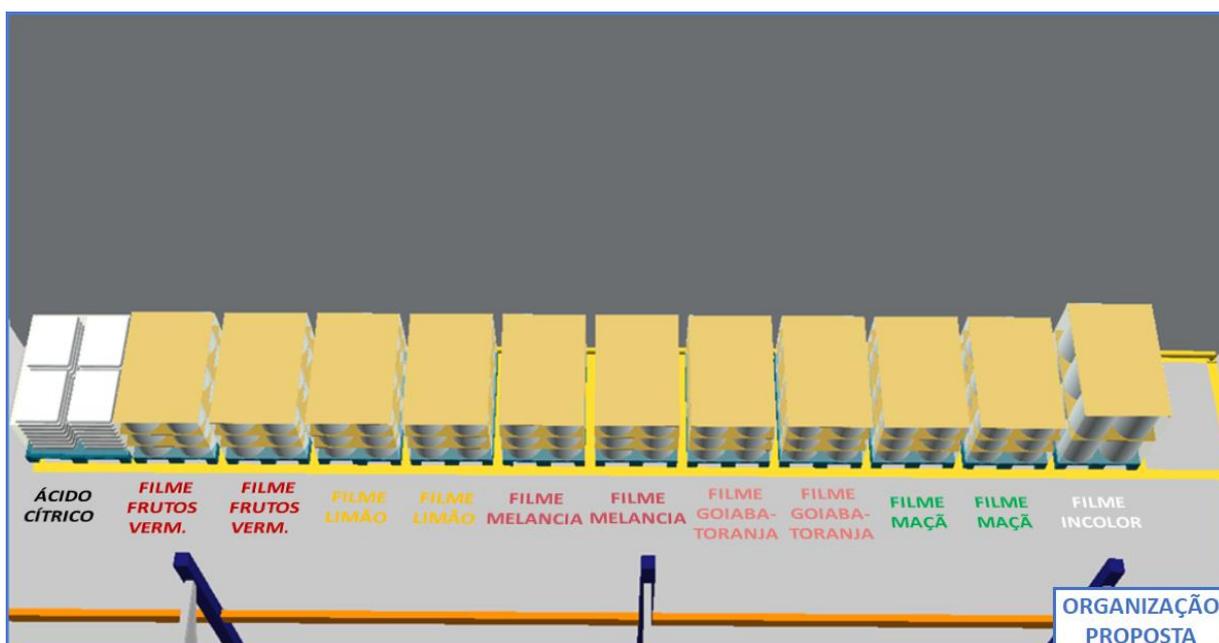


Figura 39. Organização proposta para a zona dos filmes

Deve ser esclarecido que a Figura 38 mostra a organização inicial, mas ainda contém os itens que foram selecionados para extração após a fase da seleção (paleta com carregadores de *stackers* e paleta de goma guar). Estes devem ser ignorados e não contam obviamente para a organização do armazém que foi proposta na Figura 39.

Na Figura 38, é possível verificar que se encontra uma paleta de rótulos colocada no local pertencente ao filme de melancia. Devido ao armazém estar perto do stock mínimo, vários locais de armazenamento ficaram vazios por largos períodos, o que levava alguns operadores a colocar paletes de rótulos (como no exemplo da figura) em armazenamento de chão, uma vez

que é mais rápido do que colocar nas *racks*. Estas más colocações também se devem ao facto de algumas das placas de identificação estarem erradas, com identificação para alguns produtos que já foram descontinuados. Como consequência, algumas paletes eram colocadas aleatoriamente para que não se perdesse tempo de operação. O mesmo acontece com a palete de ácido cítrico, que na Figura 38 se encontra no local de armazenamento do filme de goiaba-toranja, uma vez que não existia placa de identificação para este produto.

Na nova organização, a palete de ácido cítrico (anteriormente perto do fundo do armazém, como se pode ver na Figura 38) seria aquela que ficaria mais perto do portão, devido ao número elevado de viagens que os responsáveis de xaropes têm de fazer diariamente entre a sala de xaropes e este armazém. As paletes de filme foram ordenadas consoante a produção anual do seu produto respetivo. As variantes de frutos vermelhos e limão são, destacadamente, as mais produzidas e, dessa forma, devem ser das primeiras do armazém. As restantes referências de filme da marca Luso Fruta vêm em seguida, até ao filme incolor, que se localiza no penúltimo espaço disponível. O último espaço para armazenamento fica livre, para caso seja necessário colocar alguma palete que sobre.

Na Tabela 2 está presente a previsão da produção anual para 2020 de *packs* de águas aromatizadas no formato de garrafa de um litro, uma vez que os filmes deste armazém são usados em paletes de garrafas deste formato. Estes dados originaram a disposição das paletes de filme da Luso Fruta que se encontra na Figura 39.

Tabela 2. Previsão da produção anual 2020 (águas aromatizadas, 1L)

Marca	Produtos	Produção anual (packs)
Luso	Frutos Verm. 1L	246.290
	Limão 1L	228.131
	Melancia 1L	101.496
	Goiaba-Toranja 1L	90.868
	Maçã 1L	71.498

A nova organização, proposta pelo modelo da Figura 39, foi aplicada ao armazém e pode ser observada na Figura 40.



Figura 40. Organização final da zona dos filmes

Na zona das *racks*, onde são armazenados os rótulos, a remoção do produto descontinuado resultou na recuperação de vários locais de armazenamento, o que permitiu que a nova organização fosse simplificada e tivesse em consideração outros fatores que aumentassem a segurança das operações. Nesta zona, a organização é dividida em duas. Primeiro, é feita a organização dos rótulos dos produtos de marcas de águas lisas (Luso, Cruzeiro e Água de Nascente Amanhecer, com enchimento realizado na linha 6). A segunda parte engloba a organização dos rótulos da marca Luso Fruta, que tem uma maior quantidade de referências de produto (linha 5).

Começando pelas águas lisas, as referências mais solicitadas são, destacadamente, as da marca Luso (0,33L e 0,50L), seguidas da marca Amanhecer (0,33L e 0,50L) e de duas variantes da água de Luso, Luso Kids e Luso McDonald's. As águas lisas menos solicitadas incluem a água do Cruzeiro e outras variantes da marca Luso, Luso Ferma e Luso Triunfo (Ferma e Triunfo são dois clientes de exportação, do Canadá e dos Estados

Unidos, respetivamente). As produções anuais destes produtos estão presentes na Tabela 3, depois de consulta da previsão da produção anual para 2020.

Tabela 3. Previsão da produção anual 2020 (águas lisas)

Marca	Produtos	Produção anual (packs)
Luso	0,50L	1.724.429
	0,33L	1.063.541
	McDonald's 0,33L	93.407
	Kids 0,20L	80.276
	Triunfo	70.618
	Ferma	26.340
Amanhecer	0,50L	339.795
	0,33L	261.782
Cruzeiro	0,33L	18.739
	0,50L	15.319

Olhando para a tabela, a alocação destes produtos pode ser feita aplicando a *vertical storage*, como proposto por Chan e Chan (2011, capítulo do Enquadramento Teórico), em que as referências mais solicitadas (neste caso as da marca Luso) ficam armazenadas no nível mais baixo das *racks*, e os outros produtos, de acordo com a solicitação, são alocados pelos níveis seguintes. Ficando no nível mais baixo, as paletes de rótulos têm o seu processo de recolha a ser executado mais rapidamente (aumento da performance no *picking*).

Deve também ser acrescentado que um dos fatores de segurança a ter em consideração na alocação dos rótulos foi a proximidade do portão aos locais de armazenamento do nível mais alto das *racks* (quarto nível), para que, ao inserir ou remover paletes de produto desse local, o risco de acidentes ou de danificação dos produtos fosse reduzido. Desta forma, foi proposto que o nível mais alto da estante (quarto nível) que está mais próxima do portão não tivesse paletes armazenadas.

Dadas as informações anteriores, a alocação dos produtos de água lisa às *racks* do armazém é aplicada como demonstrado na Figura 41 (seguindo o mesmo esquema de

cores presente no exemplo do Enquadramento Teórico). Na figura, as paletes vermelhas com transparência representam os espaços que não devem ter paletes armazenadas, pelas razões de segurança referidas anteriormente. Outra observação é que os rótulos para Luso 0,50L e 0,33L têm, usualmente, duas paletes em armazém, necessitando então de dois locais definidos para armazenamento.

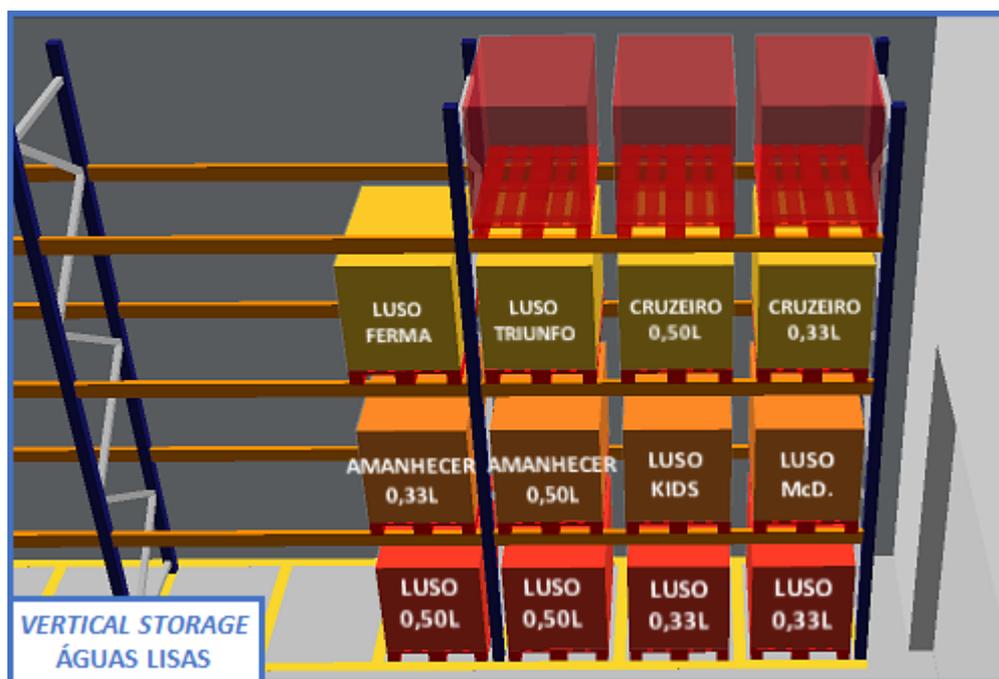


Figura 41. Vertical storage nas paletes de rótulos de águas lisas

Para os rótulos de águas aromatizadas, foi definido inicialmente que todas as referências de rótulos de cada sabor da marca Luso Fruta deveriam estar próximas umas das outras, para acelerar o processo de identificação dos produtos pretendidos para recolha, por parte dos operadores.

Nestas águas, há a retirar que: as variantes mais solicitadas são, destacadamente, as de frutos vermelhos e limão. As de melancia, goiaba-toranja e maçã são, respetivamente, as seguintes. A última variante a ser lançada no mercado, Luso Fruta de pera, é, logicamente, a menos produzida; é comum para todas as variantes, o primeiro formato de garrafa mais solicitado ser o de um litro. Estas afirmações podem ser confirmadas após visualizar a Tabela 4, que contém a previsão anual da produção para 2020 dos produtos da marca Luso Fruta.

Tabela 4. Previsão da produção anual 2020 (águas aromatizadas)

Marca	Produtos	Produção anual (packs)
Luso Fruta	Frutos Verm. 1L	246.290
	Limão 1L	228.131
	Melancia 1L	101.496
	Frutos Verm. 0,33L	92.973
	Limão 0,50L	91.413
	Goiaba-Toranja 1L	90.868
	Maçã 1L	71.498
	Frutos Verm. 2L	60.915
	Limão 0,33L	58.654
	Limão 2L	42.528
	Frutos Verm. 0,33L McDonald's	29.893
	Frutos Verm. 0,50L	26.997
	Maçã 0,33L	22.401
	Melancia 0,50L	18.946
	Morango 0,20L Kids	18.517
	Goiaba-Toranja 0,33L	17.592
	Tutti-Frutti 0,20L Kids	14.849
	Melancia 0,33L	13.402
	Maçã 0,50L	5.843
	Goiaba-Toranja 0,50L	5.700
Pera 1L	1.500	
Pera 0,50L	1.000	

Com estas informações, pode ser utilizada a *horizontal storage* (Chan e Chan, 2011), onde nas colunas mais próximas do portão ficam armazenadas as referências de

rótulos de frutos vermelhos e limão (resultando em distâncias menores percorridas pelos operadores), visto que todos os formatos de garrafa das duas variantes se encontram na primeira metade da tabela (dos primeiros doze produtos da tabela, nove são de frutos de vermelhos ou de limão). As restantes colunas ficam associadas às restantes variantes da marca, seguindo a mesma lógica da produção anual: melancia e goiaba-toranja são os produtos seguintes mais solicitados; maçã e pera são os sabores que foram lançados no mercado por último, sendo naturalmente os menos solicitados – a ordenação da disposição fica uniforme com a parede de filmes.

A *horizontal storage* também funciona como uma forma de manter os rótulos mais organizados, uma vez que estes são organizados por coluna – cada coluna contém as referências de uma única variante da Luso Fruta, como se pode ver na Figura 42.

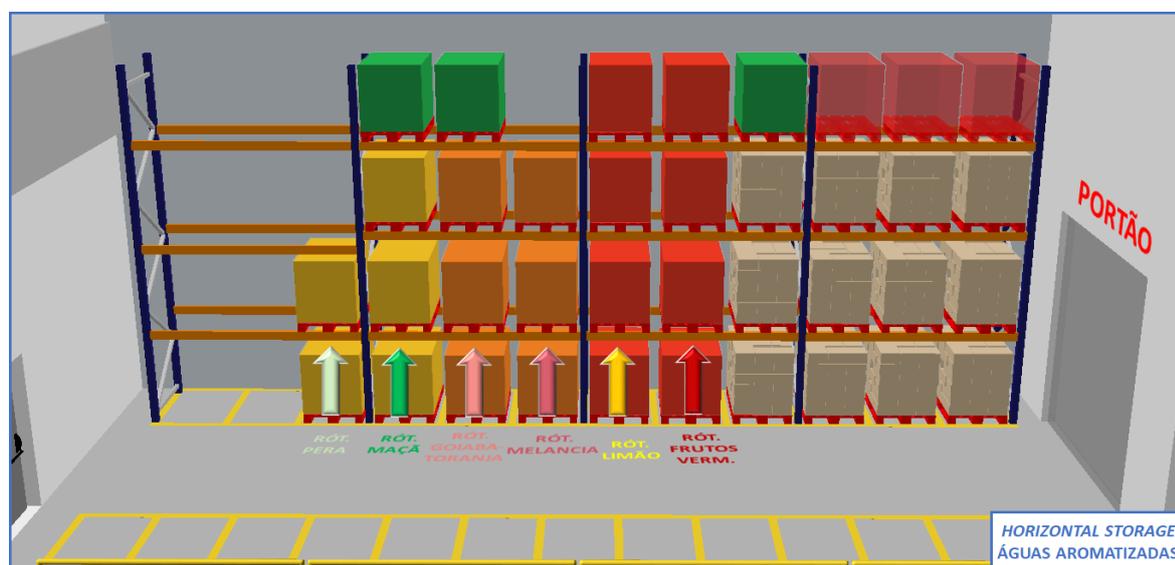


Figura 42. Horizontal storage nas águas aromatizadas

Na Figura 42 também estão presentes três paletes adicionais (representadas na figura pela cor verde) que contêm as três referências de rótulos restantes: frutos vermelhos da McDonald's, que foi colocada perto da coluna dos rótulos do sabor respetivo; os dois produtos de formato de garrafa 0,20L, morango e tutti-frutti, que foram também colocados no quarto nível (coluna de rótulos de maçã e goiaba-toranja), uma vez que são dos produtos menos solicitados.

Após aplicar a *horizontal storage*, uma *vertical storage* pode ser aplicada, com o objetivo de dispor os diferentes tipos de rótulos, consoante o formato de garrafa respetivo, pelos vários níveis das *racks*. Na *vertical storage*, as paletes de rótulos para garrafas de um litro são armazenadas no nível mais baixo das *racks*, dado que são as mais solicitadas em

cada uma das variantes da marca. Os restantes formatos (0,50L, 0,33L, 2L e as três paletes adicionais já referenciadas) são colocados nos níveis restantes de forma uniforme, sendo também uma forma de manter os rótulos organizados (cada nível das *racks* destina-se ao armazenamento de cada formato de garrafa) como se pode ver na Figura 43.

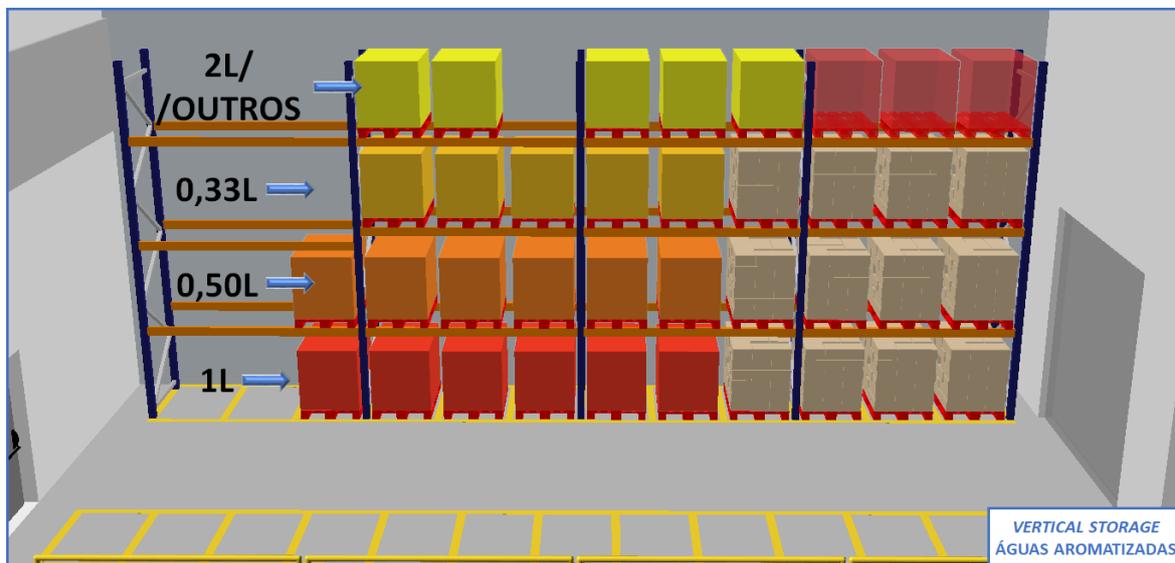


Figura 43. Vertical storage nas águas aromatizadas

A organização proposta para as *racks*, depois de aplicada ao armazém, está presente na Figura 44.



Figura 44. Organização final da zona dos rótulos

4.3.3. Limpeza

A terceira fase do 5S inclui a limpeza do espaço de trabalho. Mas esta limpeza não passa por apenas deixar os locais mais brilhantes, o objetivo é limpar para inspecionar – o armazém deve ser inspecionado para que seja descoberta a fonte de sujeira.

Este armazém está localizado próximo da Sala de CIP (*Clean in Place*), uma sala onde são feitas preparações de soluções para desinfecções, e devido às características da sala e das atividades lá realizadas, esta originou uma infiltração na parede, poluindo a zona de armazenamento de alguns filmes. Esta zona foi então tratada, de forma a evitar que novas infiltrações ocorressem. O estado inicial e atual da parede podem ser vistos na Figura 45.



Figura 45. Fonte de sujeira (estado inicial e atual)

Esta infiltração representava a fonte de sujeira principal do armazém. Para além da sua resolução, o armazém foi limpo, para sustentar as melhorias das primeiras duas fases da metodologia.

4.3.4. Normalização

No quarto passo, normalização, pretende-se criar padrões para que as anormalidades e erros que possam surgir sejam facilmente reconhecíveis após a implementação dos três primeiros passos da metodologia 5S. Um dos objetivos desta fase passa por fazer a identificação das ajudas visuais, para que todos os colaboradores saibam

exatamente como atuar sem o cometimento de erros. No caso do armazém, as ajudas visuais são as placas de identificação de cada um dos produtos que ali se encontram armazenados.

Estas identificações também representavam um problema inicialmente, em consequência de uma mudança geral dos códigos SAP que levou a que aqueles que estavam presentes na maioria das placas estivessem desatualizados. Um exemplo de uma placa de identificação com um código SAP antigo está presente na Figura 46 (os códigos eram riscados para não gerar confusão dos artigos).



Figura 46. Placa com código SAP desatualizado

Para que os códigos fossem corrigidos através de uma solução de baixo custo, foram aproveitadas as placas iniciais (como a da Figura 46). Estas placas têm grande utilidade, pois são de superfície magnética e podem ser aplicadas facilmente nas estantes – placas semelhantes às do Armazém de Material de Embalagem. Assim, foram impressas as novas descrições das placas com os códigos SAP atualizados, em papel plastificado e aplicadas por cima da placa original. Uma nova placa de identificação pode ser vista na Figura 47.



Figura 47. Novas placas de identificação com código SAP atualizado

Uma forma mais prática de fazer as identificações poderia passar por optar pela aquisição de bolsas transparentes, onde apenas seria necessário imprimir o documento que contem o código e a descrição do produto e, de seguida, inserir o papel na bolsa – as placas como o exemplo da Figura 47 necessitam que o papel seja plastificado. No entanto, esta opção seria mais dispendiosa.

4.3.5. Disciplina

Como referido no capítulo do enquadramento teórico, este passo é considerado o de maior dificuldade de implementação por parte dos praticantes de 5S. Se a intenção é manter as melhorias resultantes das fases anteriores, deve ser claramente definido que as novas formas de operar devem coincidir com as boas práticas até agora desenvolvidas.

Em termos de ocupação, o armazém esteve perto do stock mínimo, a aguardar receção de novas encomendas. Devido a isto, as operações do armazém foram suavizadas e este tem menos movimentação atualmente. Das melhorias que foram implementadas, os responsáveis de xaropes poderão ter um menor tempo de trabalho diário perdido, uma vez que a recolha dos artigos que necessitam (ácido cítrico) é mais rápida. No que toca aos rótulos, estes poderão ver uma melhoria na performance do *picking* e um aumento na segurança, uma vez que todas referências mais solicitadas se encontram em locais de fácil acesso, e no caso da *rack* mais próxima do portão, não há necessidade de ir ao nível mais alto. A rapidez de identificação dos produtos também é superior, uma vez que foram feitas placas para todos os produtos existentes no armazém.

Em caso de nova alteração de códigos, uma ajuda para dar continuidade à organização e que permita que as placas continuem corretas foi a disponibilização de todos os documentos que contêm as descrições das placas, sendo apenas necessário alterar o código e que estes sejam impressos e aplicados nas placas.

Após todas as fases da metodologia terem sido concluídas, esta última fase – disciplina – é a que vai permitir que o armazém continue nas condições em que se encontra na Figura 48.



Figura 48. Armazém de rótulos e filmes (estado final)

4.3.6. Proposta de melhoria para local de estacionamento e carregamento de *stackers*

Este subcapítulo resulta da primeira fase da metodologia 5S que foi implementada no armazém de rótulos e filmes. Um dos itens removidos do armazém nessa fase foi a paleta que continha os carregadores de *stackers* – os *stackers* são equipamentos elétricos de manuseamento de material. Estes carregadores necessitavam de um novo local definido para que os equipamentos pudessem ser carregados. Ao mesmo tempo, o local de carregamento poderia ser também um local de estacionamento onde os *stackers* ficassem em repouso, ao invés de estarem parados nos corredores ou dentro de um armazém. Dessa forma, foi necessário perceber com as pessoas responsáveis qual o melhor sítio para ser definido este local de estacionamento. Depois de definido o local, foi coordenado com uma equipa de 5S a marcação do local de estacionamento.

Perto do local definido para estacionamento e carregamento encontra-se um tanque de lavagem de pré-filtros. Uma área para sinalizar o local do tanque, como tarefa adicional de 5S, foi também definida. A proposta para a marcação do estacionamento e

sinalização do tanque foi executada através do OpenSCAD, tendo sido definida conforme a Figura 49.

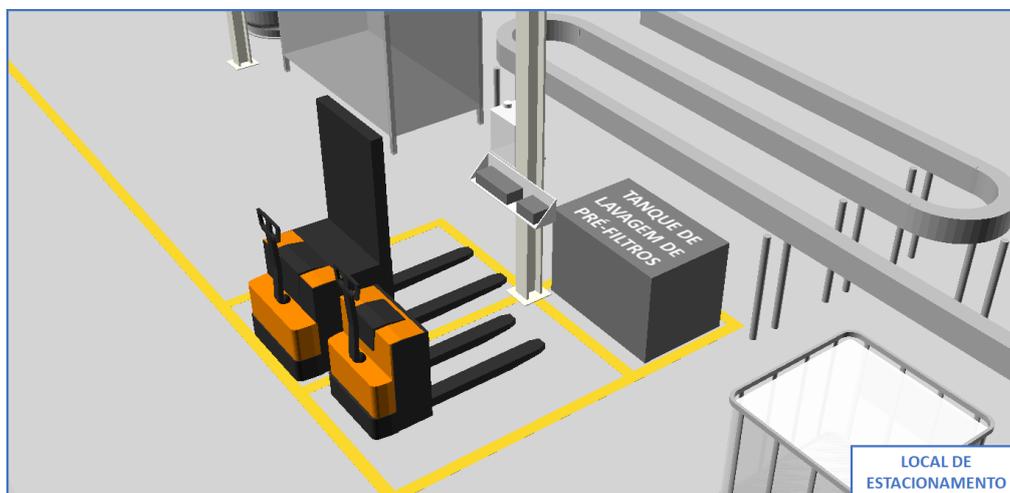


Figura 49. Proposta para a marcação das linhas de estacionamento

Conforme o modelo e as medidas utilizadas virtualmente, as marcações foram realizadas no local, como se pode verificar na Figura 50.



Figura 50. Local de estacionamento após marcação

4.4. Atividades no Armazém de Cápsulas

No armazém de cápsulas, o objetivo passou por fazer uma remarcação das linhas que compõem os locais de armazenamento de paletes de cápsulas. Como tarefa adicional, foi também necessário fazer uma redefinição desses locais de armazenamento.

4.4.1. Remarcação e redefinição das linhas de armazém

Devido à circulação de empilhadores e da utilização de *stackers* no armazém, as linhas das zonas de armazenamento de paletes de cápsulas foram deteriorando com o tempo. Algumas linhas eram impercetíveis e era necessário fazer uma remarcação das mesmas, de forma a reduzir erros e o tempo para identificação de produtos, para além de se obter um maior impacto visual. As linhas de armazém estavam inicialmente nas condições apresentadas na Figura 51.

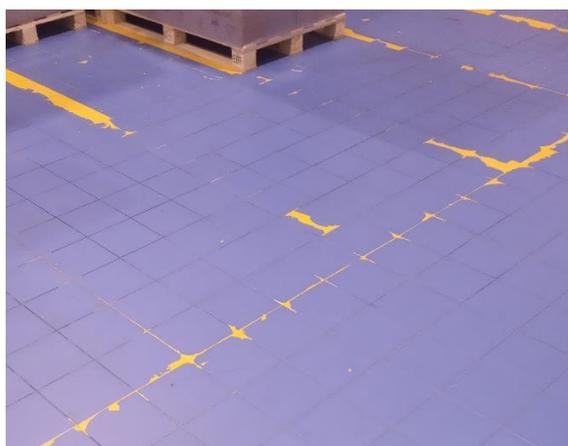


Figura 51. Linhas de armazém no estado inicial

Inicialmente, as zonas de armazenamento estavam definidas conforme a planta do armazém apresentada anteriormente no capítulo do Caso de Estudo (Figura 18). Esta planta é apresentada com mais detalhe na Figura 52, com legenda para todas as referências de cápsulas que podem ser encontradas no armazém.

Para potenciar a utilização das áreas de armazenamento de uma forma mais eficiente, estas foram também redefinidas – cada referência de cápsulas teria uma única área fixa, em vez de duas (a Figura 52 também contém as novas áreas de armazenamento). A redução do número de linhas também se iria traduzir num aumento do espaço disponível e, possivelmente, num aumento da segurança, uma vez que o número de blocos de paletes ao longo do armazém foi reduzido.

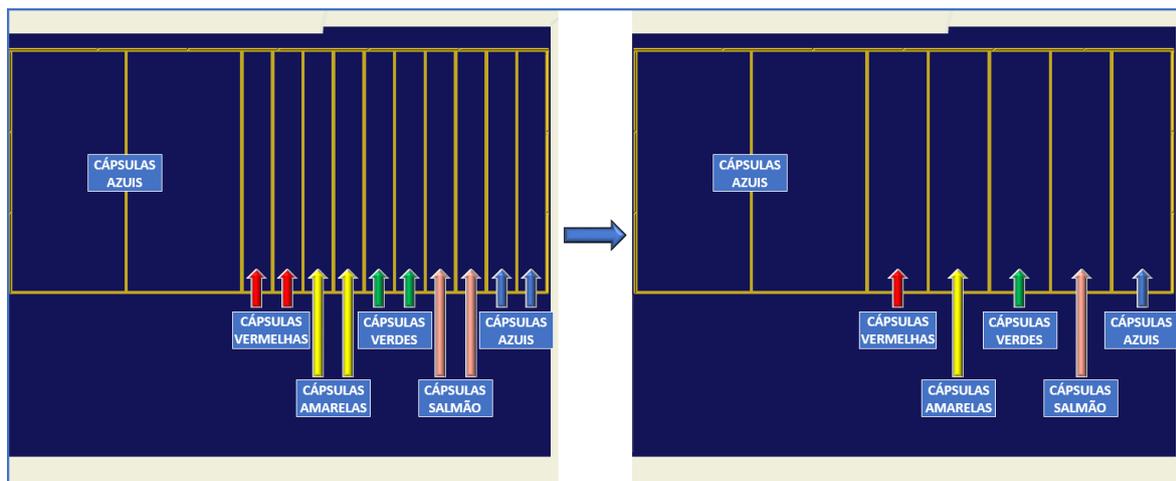


Figura 52. Áreas de armazenamento originais do armazém de cápsulas e sua redefinição

As tarefas neste armazém foram realizadas em conjunto com um equipa de 5S, e após efetuar a remoção das linhas originais e a nova marcação, o armazém encontra-se nas condições da Figura 53.



Figura 53. Linhas do armazém após remarcação

4.5. Atividades no Armazém de Aromas

No armazém de aromas, a principal atividade realizada foi a mudança do seu *layout*, com vista à melhoria do processo de receção de materiais no armazém e diminuição de erros, para além de uma melhor disposição de vários elementos que se encontram no armazém. As propostas de alteração de *layout* foram efetuadas com recurso ao OpenSCAD.

4.5.1. Mudança de *layout* do armazém

Como referido no capítulo do Caso de Estudo, o armazém de aromas contém os diferentes aromas e *compounds* necessários na criação das misturas de água de Luso com sumos de fruta. Os aromas e *compounds* estão disponíveis, na sua maioria, em dois tipos de contentores, que são apresentados na Figura 54.



Figura 54. Contentores do armazém de aromas

Na figura, do lado esquerdo, estão os bidões que são colocados em tinas, que na sua maioria se encontram na zona do fundo do armazém. Do lado direito encontram-se os depósitos de maior dimensão, que podem ser empilhados a uma altura de dois contentores e são armazenados por linhas ao longo do chão do armazém (*floor storage*).

A primeira fase da mudança de *layout* teve como propósito transportar as restantes tinas para a parede de fundo do armazém, para que todos os produtos rececionados em bidões estivessem na mesma zona. Neste caso, são apenas duas tinas de bidões que não se encontram no fundo do armazém, as de *compound* de gás limão e aroma de pera, mas apenas a de gás limão é transportada para junto das outras (a razão para não transportar a

tina de aromas de pera é descrita mais à frente neste subcapítulo). Com esta alteração, o processo de receção de produtos do armazém é simplificado.

O transporte do *compound* de gás limão para o fundo do armazém também implicou uma nova colocação das estantes de amostras. A mudança de local de armazenamento do produto pode ser verificada na Figura 55.

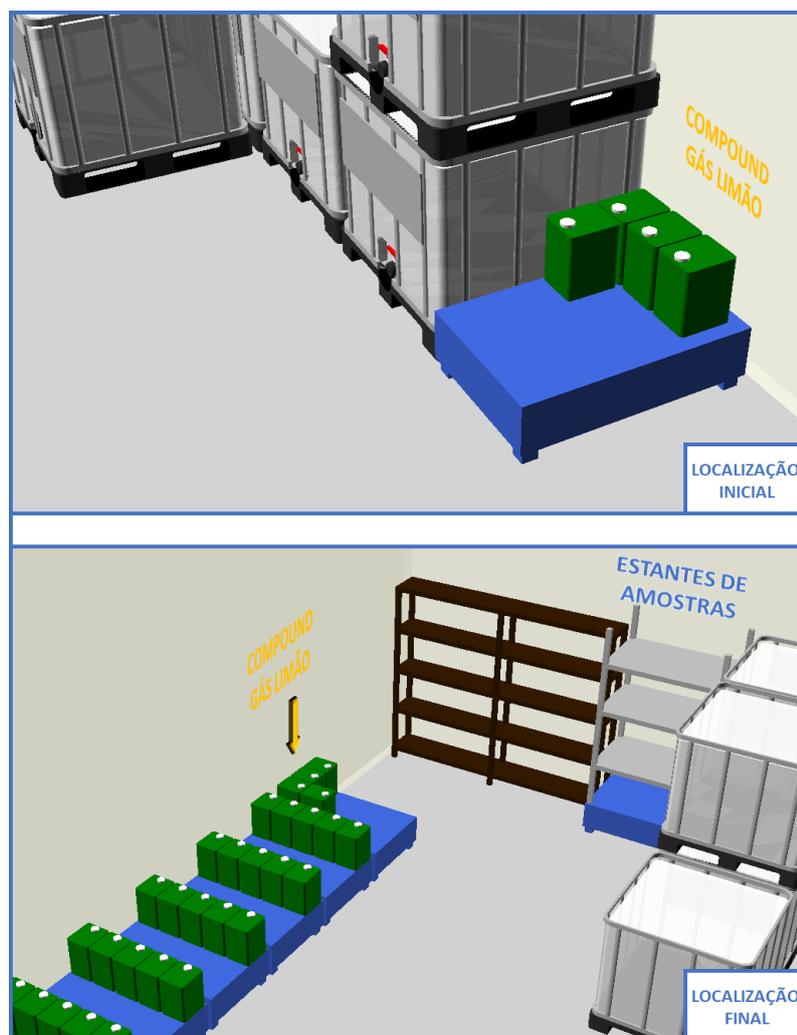


Figura 55. Localização inicial e final do *compound* de gás limão

O lado direito do armazém, que é dedicado ao armazenamento de amostras, também engloba todos os contentores de *compounds* de *fruit-up* (o exemplo da Figura 54, do lado direito, tem um conjunto de contentores desse tipo de produto). O *fruit-up* é um complemento necessário para elaborar alguns dos xaropes que originam os produtos da Luso Fruta, e ao sendo rececionados em grandes quantidades, podem deixar a sua zona do armazém sem espaços disponíveis para armazenamento, o que leva a que outros lotes que sejam rececionados posteriormente sejam colocados num local dedicado ao armazenamento

de outro produto. Desta forma, para agilizar a organização deste tipo de produto, os contentores que se encontram do lado direito do armazém (que não contêm o complemento *fruit-up*) deveriam ser transportados para outra zona do armazém – neste caso, os restantes contentores a serem transportados seriam os *compounds* e aromas de pera.

A mudança de local de armazenamento dos *compounds* e aromas de pera está presente na Figura 56 – com esta alteração, há uma maior área para armazenamento de produtos *fruit-up*, evitando a criação de linhas de *floor storage* muito longas e a permanência de alguns contentores noutros locais.

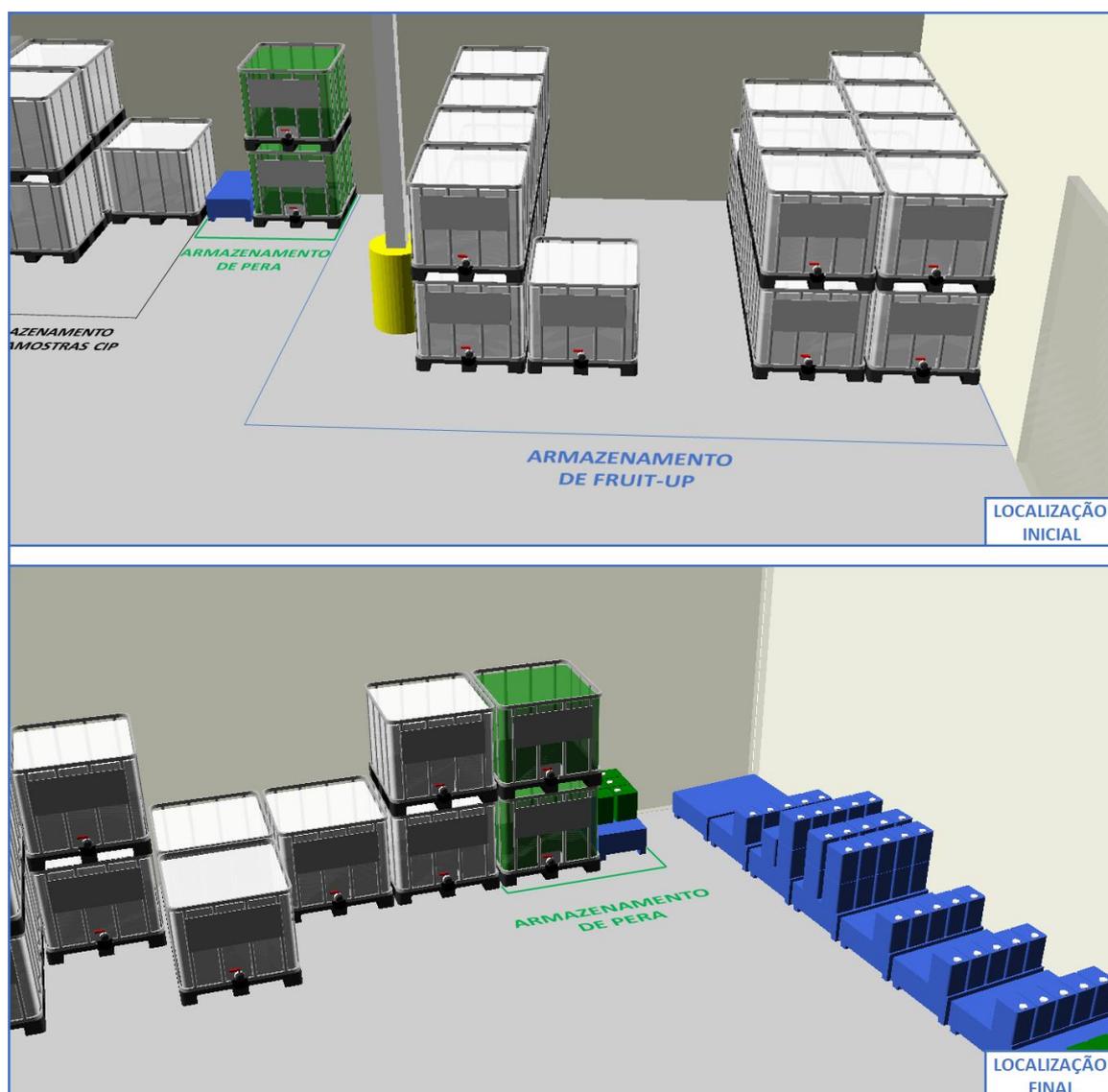


Figura 56. Localização inicial e final dos produtos de pera

Os aromas de pera são rececionados em bidões, e estes são também colocados numa tina, como se pode ver na figura. Esta tina não foi transportada para a parede de fundo

do armazém com o *compound* de gás limão, uma vez que os produtos são biológicos. É necessário que este tipo de produtos sejam facilmente identificáveis, estando por isso armazenados de parte e com ajudas visuais (as placas de identificação que foram atribuídas a este produto são verdes e o local de armazenamento está sinalizado com uma fita amarela).

Este armazém, tal como acontecia no armazém de rótulos e filmes, continha alguns locais definidos para armazenamento de produtos que foram descontinuados (como por exemplo, os *compounds* e aromas de romã e açai). Também há novos produtos no armazém (*compounds* e aromas de multi-frutos), que passaram a ser colocados no local que pertencia ao produto entretanto descontinuado. No entanto, devido à não existência de local fixo para o novo *compound*, alguns contentores eram colocados aleatoriamente no armazém. Foram por isso inseridas novas placas de identificação para os *compounds* de multi-frutos, de forma a que estes tivessem um local único de armazenamento e evitar a desorganização do resto do armazém.

As principais mudanças efetuadas no armazém de aromas permitem simplificar o processo de receção de produtos, uma vez que todos os produtos do armazém têm agora um local exclusivo para o seu armazenamento, e estes locais estão todos identificados. De forma resumida, as principais alterações do armazém geraram vários benefícios:

- O local para armazenamento de *fruit-up* foi estendido, evitando a permanência de contentores deste tipo de produto noutros locais;
- As estantes de amostras foram recolocadas, de forma a que a tina de *compounds* de gás limão pudesse ser inserida e todos os produtos rececionados em bidões estivessem na mesma zona do armazém. Todas as amostras de produtos contidas nas estantes têm agora identificação;
- Os *compounds* de multi-frutos têm agora um local identificado para colocação (o local anterior do *compound* de romã açai, que foi descontinuado), evitando a colocação aleatória deste tipo de produtos;
- Os produtos de pera biológica têm um novo local no armazém, com ajudas visuais próprias (placas de identificação verdes e fita amarela para sinalizar a zona de armazenamento).

Estas principais alterações no armazém podem ser verificadas na Figura 57.

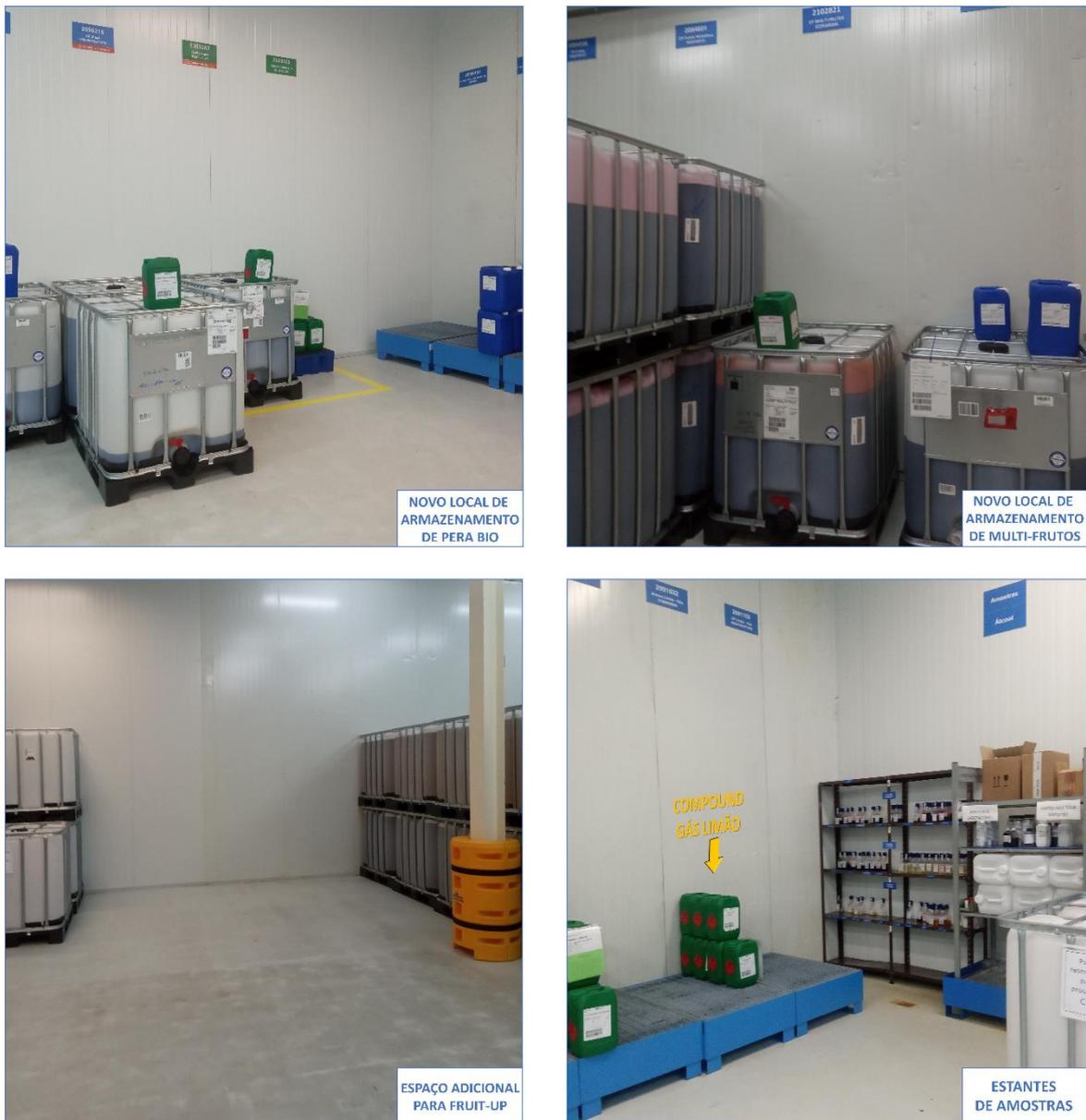


Figura 57. Principais alterações no armazém de aromas

4.6. Outras atividades

Este subcapítulo engloba as restantes tarefas do estágio curricular que não foram realizadas nos armazéns da empresa, estando dividido em duas atividades diferentes: um estudo de análise e otimização de custos, focado nos separadores de paletes de produto acabado que são utilizados na empresa; um estudo que teve por base um conjunto de testes realizados em laboratório, com o objetivo de solucionar um problema de qualidade nas garrafas que se encontram armazenadas em zonas exteriores.

4.6.1. Estudo de otimização de custos

4.6.1.1. Separadores de paletes

As paletes dos armazéns de produto acabado da empresa são compostas por múltiplos *packs* de garrafas, após o seu enchimento e saída das linhas. Estes *packs* são dispostos por vários níveis, e entre cada nível está inserido um separador de cartão que, para além de fazer a divisão do produto, tem a função de oferecer mais estabilidade à paleta. Na Figura 58 está presente um exemplo de um separador que divide dois níveis de *packs* de garrafas no formato de 1,5L.

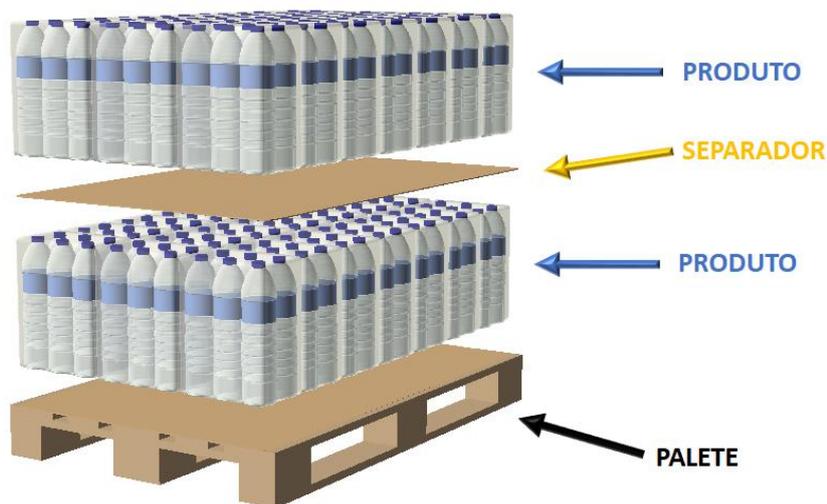


Figura 58. Separador entre níveis de paleta de produto acabado (formato de 1,5L)

Estes separadores, apesar de aparentarem ser um pequeno gasto para a empresa quando analisados em unidades individuais, constituem um grande investimento anual para reforçar as milhares de paletes de garrafas que são produzidas diariamente na SAL.

De forma a enquadrar o estudo de separadores e justificar a sua realização, seguidamente é descrita a alteração que ocorreu no formato de um produto da empresa, que

levou à alteração das dimensões dos separadores de paletes e à necessidade de analisar os custos anuais por estes gerados.

4.6.1.2. Estudo inicial de separadores de paletes

A SAL procedeu a uma alteração geral nas dimensões das garrafas PET de meio litro produzidas na fábrica – a nova garrafa tem uma altura menor, mas um diâmetro maior. Com essa mudança, os separadores das paletes de produto acabado também sofreram alterações, uma vez que, cada garrafa, e conseqüentemente, cada nível de *packs*, iria ocupar uma maior área – os separadores de paletes utilizados anteriormente foram substituídos por outros com uma maior largura, que resultaram num aumento de gastos anuais neste tipo de material.

Por este motivo, como tarefa inicial, foi proposto ao aluno a realização de uma análise de custos, para comparar os preços totais anuais do conjunto de separadores utilizados pela empresa, com um novo separador de diferentes dimensões. O objetivo era perceber se, com uma substituição de separadores, eram gerados ganhos anuais. Os tipos de separadores em estudo estão incluídos na Tabela 5.

Tabela 5. Separadores em estudo

	Dimensões (mm)	Preço por 1000 unidades (€)
Separadores usados	1200x720	226,49
	1200x740	263,58
Novo separador	1180x740	256,50

Com a mudança do formato da garrafa, a empresa passou a utilizar dois separadores de diferentes dimensões: um desses separadores sendo utilizado unicamente na base da paleta (1200x720mm); os restantes são utilizados entre os vários níveis de garrafas (1200x740mm). O separador em estudo (1180x740mm) iria ser colocado em todos os níveis da paleta, incluindo a base.

O valor para o custo total anual de cada separador foi obtido através da consulta da previsão da produção anual para 2020 de todos os produtos cujas paletes consumissem pelo menos um dos separadores (dimensões de 1200x720mm e 1200x740mm). De seguida,

foram efetuadas todas as operações necessárias para se atingir um valor para o total de separadores consumidos anualmente e para o custo anual.

Primeiramente, consultando o número de *packs* de um produto específico produzidos anualmente, em conjunto com o número de *packs* por palete desse produto, o valor de paletes consumidas é obtido da seguinte forma:

$$\frac{\text{packs (anuais)}}{\frac{\text{packs}}{\text{palete}}} = \text{palletes}$$

De seguida, é efetuada uma consulta de SAP para perceber quantos e quais separadores são utilizados em cada palete de produto, e efetuar a multiplicação para obter o total de separadores anuais consumidos. Um excerto da tabela da análise (com exemplo para dois tipos de produtos) está presente na Tabela 6, para se perceber as operações até aqui efetuadas.

Tabela 6. Excerto da tabela de análise de custos de separadores

	Produção 2020		Separadores p/ palete		Total de separadores	
	Packs	Paletes	1200x720	1200x740	1200x720	1200x740
PACK 24x0,50L LUSO	1.426.093	$\frac{1\ 426\ 093}{63} = 22.636$	1	3	22.636	67.909
PACK 4x6x0,50L LUSO	298.335	$\frac{298\ 335}{63} = 4.735$	1	3	4.735	14.206

Após ser obtido o número total de separadores consumidos, foi assumido o mesmo número de separadores de dimensões 1180x740mm. Os preços totais anuais são obtidos através do preço (por mil unidades) que está presente na Tabela 5 para cada separador. Após completar todos estes cálculos e comparar os valores do par de separadores originais com o novo separador, foi concluído que não são gerados ganhos anuais com uma substituição, como se pode observar na Tabela 7.

Tabela 7. Comparação dos preços totais anuais de separadores

	Dimensões (mm)	Total de separadores anuais	Preço por 1000 unidades (€)	Preço total anual (€)
Separadores usados	1200x720	225.923	226,49	77.480,34
	1200x740	99.822	263,58	
Novo separador	1180x740	325.745	256,50	83.553,53

4.6.1.3. Proposta de alteração de separadores

Após a análise efetuada e observação de todos os dados, um dado que salta à vista é a diferença de preço do separador 1200x720mm (usado na base das paletes), em relação às outras duas dimensões. Com base nesta observação, foi testada em linha de produção, uma paleta de *packs* de garrafas de meio litro, utilizando apenas separadores dessa dimensão em todos os níveis da paleta, contrariamente a apenas na base – estes separadores têm uma largura menor em comparação com os usados na separação dos *packs* (que têm dimensões 1200x740mm). Na Figura 59 está presente a paleta teste, após saída da linha 6 (linha de enchimento de garrafas PET de meio litro).

**Figura 59.** Paleta teste com separadores 1200x720mm

Após inspeção posterior da paleta e auxílio por parte de operadores de empilhador para analisar a estabilidade e resistência da mesma em transporte, foi verificado que as garrafas continuavam estáveis. Para além do transporte em armazém, para garantir total segurança das paletes com os separadores propostos no transporte para a sua comercialização, foram também testadas vinte e oito paletes adicionais em transporte de carga completa – as paletes continuam estáveis, podendo ser prosseguida uma substituição de separadores. A utilização exclusiva destes separadores também se traduz em lucro, como comprovado na Tabela 8.

Tabela 8. Comparação de preços totais anuais de separadores

	Dimensões (mm)	Total de separadores anuais	Preço por 1000 unidades (€)	Preço total anual (€)
Separadores usados	1200x720	225.923	226,49	77.480,34
	1200x740	99.822	263,58	
Separador proposto para utilização	1200x720	325.745	226,49	73.777,93

Com esta alteração, todos os separadores iriam ter as dimensões daquele que era utilizado unicamente como base nas paletes. A diminuição do cartão nos separadores que eram colocados entre os níveis de produto seria de dois centímetros na largura.

Esta alteração não seria a única nos separadores de paletes utilizados na empresa, como é explicado no subcapítulo seguinte.

4.6.1.4. Observação dos armazéns de produto acabado e nova proposta

Após uma passagem pelos armazéns de produto acabado, foi verificado que algumas paletes de produto continham separadores demasiado extensos, que levava a que o filme envolvente da paleta fosse danificado. Dessa forma, foi concluído que o comprimento dos separadores de paletes poderia ser também diminuído. Depois da alteração de dois centímetros na largura, seria efetuada uma diminuição de dois centímetros no comprimento.

Uma vez que a espera pela entrega de novas amostras de separadores de paletes por parte dos fornecedores pode ser demorada, os novos separadores – que teriam uma dimensão de 1180x720mm – foram manualmente obtidos através de cortes de dois centímetros no comprimento de separadores de dimensões de 1200x720mm. Depois do corte

nos separadores ser efetuado, procedeu-se a realização de um novo teste em linha de produção, com uma paleta de produto com os novos separadores inseridos. Na Figura 60 pode ser observada a diferença na diminuição do cartão, e consequentemente, do filme danificado.



Figura 60. Influência das dimensões do cartão no filme envolvente

Esta diminuição do comprimento dos separadores também se traduzia em lucros, como se pode verificar na Tabela 9.

Tabela 9. Comparação de preços totais anuais de separadores

	Dimensões (mm)	Total de separadores anuais	Preço por 1000 unidades (€)	Preço total anual (€)
Separadores usados	1200x720	225.923	226,49	77.480,34
	1200x740	99.822	263,58	
Separador proposto para utilização	1180x720	325.745	222,72	72.549,87

No entanto, ao contrário da primeira alteração na largura dos separadores, que foi realizada tendo em vista, unicamente, uma diminuição dos custos, a nova alteração no comprimento tem principal foco na redução do cartão utilizado e da quantidade de filme que é destruído devido à extensão dos separadores. Como foi referido no capítulo do Caso de

Estudo, a SAL é um empresa que promove a preservação do ambiente, com as suas operações a serem realizadas causando o mínimo possível de impactes ambientais. Desta forma, o aspeto ambiental foi o principal fator a influenciar a intenção de reduzir o comprimento dos separadores de paletes.

As duas alterações foram aprovadas. Dessa forma, foram realizados testes nas várias paletes que utilizavam os separadores anteriores, com vista à sua substituição. Poderão ser então feitos os pedidos de compra para os novos separadores.

4.6.2. Testes de lavagem de garrafas de vidro

As garrafas de vidro provenientes de fornecedores são mantidas nas zonas exteriores dos armazéns de produto acabado da fábrica antes de prosseguirem para as linhas de enchimento. Estas garrafas ficam expostas, durante largos períodos de tempo, a condições atmosféricas como a chuva, sol, vento e diferentes níveis de humidade do ar. A constante exposição levou a que fossem detetadas marcas no interior de algumas garrafas, originando um problema de qualidade que deveria ser prontamente resolvido, devido ao elevado custo associado ao fornecimento de uma grande quantidade de garrafas de vidro que são rececionadas na fábrica, com vista ao seu enchimento. As marcas presentes nas garrafas não alteravam as propriedades da água ou a qualidade da mesma, no entanto, tem uma grande influência no impacto visual da garrafa, o que levou os responsáveis da empresa a procurar alternativas para resolução deste problema de qualidade. A Figura 61 demonstra uma garrafa de vidro nestas condições.



Figura 61. Marcas visíveis no interior de uma garrafa de vidro

Para prosseguirem para o seu enchimento, as garrafas de vidro têm de passar por uma lavadora que se encontra no *cluster* 1. Depois da saída da lavadora, estas são submetidas a uma inspeção por parte do EBI da linha 1 (*Empty Bottle Inspection*), que analisa a integridade e a qualidade do vidro, e que rejeita aquelas que não cumprirem os requisitos. No entanto, o tipo de marcas apresentado na Figura 61 não é detetado pelo inspetor, uma vez que, quando as garrafas concluem a sua lavagem na lavadora, estas ficam húmidas e as marcas deixam de ser perceptíveis, apenas voltando a ser visíveis após o enchimento da garrafa.

Com vista à remoção destas marcas, foram organizados vários testes de lavagem, a partir da criação de uma solução de água e detergente líquido ácido (Horolith V). O objetivo era remover ou minimizar as marcas presentes nas garrafas e perceber se depois eram rejeitadas pelo inspetor da linha 1. O primeiro teste tinha o objetivo de perceber se haveria condições para que fosse incluída uma grande quantidade de garrafas de vidro para lavagem. Por isso, este foi realizado numa tina com capacidade de mil litros, e onde caberiam mais de quinhentas garrafas, como demonstrado na Figura 62.



Figura 62. Primeiro teste de lavagem

Este primeiro teste foi realizado utilizando uma quantidade reduzida de ácido na solução (apenas um por cento), e as garrafas tiveram aproximadamente uma hora em solução. Após passagem na solução e posterior enxaguamento, as garrafas pareciam estar em melhores condições e sem vestígios, e grande parte destas passaram com sucesso no teste de inspeção. No entanto, tal como anteriormente concluído, o inspetor não detetava as marcas quando as garrafas estavam húmidas, estando novamente visíveis após o enchimento, e levou

a que todas as garrafas fossem rejeitadas posteriormente pelos chefes de linha. O primeiro teste fez concluir que a percentagem de ácido utilizada na solução não era suficiente.

Os novos testes seriam realizados em laboratório, num ambiente com maior controlo sobre uma menor quantidade de garrafas e de soluções de ácido. As garrafas seriam colocadas em baldes com capacidade de trinta litros, a uma solução com maior percentagem de ácido (dois por cento), comparativamente ao primeiro teste realizado. Os dados dos dois testes realizados em laboratório vêm resumidos na Tabela 10.

Tabela 10. Dados relativos ao testes realizados em laboratório

TESTES EM LABORATÓRIO					
	Nº Garrafas	Nº Garrafas Rejeitadas	Tempo em Solução (h)	% Ácido	Secagem (com ou sem)
2º Teste	30	12/30	2	2%	Sem secagem
3º Teste	30	13/30	3	2%	Com secagem

As garrafas consideradas rejeitadas são o conjunto de garrafas rejeitadas pelo inspetor, e as garrafas rejeitadas posteriormente (depois da saída a linha) pelos chefes de linha, após análise das mesmas.

O aumento na percentagem de ácido é benéfico para a remoção das marcas das garrafas, no entanto, uma utilização de maiores quantidades de ácido em ambientes como o do primeiro teste (Figura 62) iria implicar um gasto acrescido em detergentes líquidos ácidos, que se poderia mostrar pouco compensatório. Desta forma, foi realizado um novo teste com uma percentagem de ácido igual ao primeiro (um por cento), mas aumentando uma das outras variáveis: o tempo em solução – as garrafas iriam permanecer em solução durante mais de vinte e quatro horas. Os dados para o novo teste estão presentes na Tabela 11.

Tabela 11. Dados relativos ao novo teste realizado em laboratório

TESTES EM LABORATÓRIO					
	Nº Garrafas	Nº Garrafas Rejeitadas	Tempo em Solução (h)	% Ácido	Secagem (com ou sem)
4º Teste	39	39/39	25	1%	Com secagem

Dos testes realizados, as variáveis a analisar são o tempo de estágio, a secagem das garrafas (antes de entrarem na lavadora) e a percentagem de ácido. Pode ser concluído:

- Que o tempo de estágio tem pouca (ou nenhuma) influência no sucesso na remoção das marcas das garrafas: o quarto teste teve trinta e nove garrafas na solução durante vinte e cinco horas e todas foram rejeitadas; o segundo e o terceiro teste tiveram tempos em solução diferentes (duas e três horas), e no entanto, o teste com menor dos dois tempos teve menos garrafas rejeitadas;
- Que a secagem das garrafas é também um fator com pouca influência: o segundo teste realizado não teve secagem (entrada direta na linha após as garrafas serem retiradas da solução), e teve menos garrafas rejeitadas do que o terceiro teste, que teve secagem antes da entrada na lavadora;
- Que a percentagem de ácido é a variável com maior peso na remoção das marcas: os testes realizados com um por cento de solução (primeiro e quarto teste) viram todas as suas garrafas serem rejeitadas; os testes com solução a dois por cento tiveram um número considerável de garrafas não rejeitadas.

Um teste com uma percentagem de ácido em solução superior (três por cento, no mínimo) poderia aumentar significativamente o número de garrafas não rejeitadas, no entanto isso iria obrigar a um aumento dos custos da utilização do ácido e também iria aumentar ligeiramente o risco na realização dos testes. Em suma, a realização de testes de lavagem é uma hipótese pouco compensatória devido aos gastos associados a uma utilização de ácido suficiente para remover com sucesso todas as manchas presentes nas garrafas de vidro, e deve ser ponderada outra solução diferente. Os responsáveis da empresa vão procurar soluções em outras empresas da Heineken com maior experiência para resolver este problema de qualidade.

5. CONCLUSÕES

Neste capítulo pretende-se apresentar as principais conclusões que resultaram das atividades realizadas no estágio curricular que foram abordadas ao longo deste documento. Primeiramente, é feita uma abordagem geral aos benefícios das melhorias alcançadas para a empresa. Depois, é feita uma abordagem com foco nos benefícios obtidos em cada um dos locais de trabalho.

Ao longo deste documento foi demonstrada a importância da melhoria contínua nos armazéns, e o impacto que pode ter na produtividade e nas operações das empresas. Os armazéns têm um papel importante nas cadeias de abastecimento ao definir consideravelmente os sucessos dos negócios (competitividade da organização) em termos de custos e serviço aos clientes (Phogat, 2013). Com estes vêm associados vários custos que podem ser bastante dispendiosos, mas que são necessários ao seu funcionamento e para gerar boas condições para operar ao mais alto nível. De forma a tirar o maior partido dos armazéns, recursos como o espaço e o tempo devem ser geridos de forma eficiente, tendo sido este um dos principais propósitos das atividades nos armazéns da empresa, o de gerir de forma cuidadosa os recursos, com vista ao aumento da produtividade e procurar facilitar a identificação de desvios que possam surgir.

No âmbito geral, as mudanças efetuadas nos armazéns da empresa permitiram melhorar os processos e as operações em armazém e a produtividade em geral. A receção e a colocação de materiais é agora facilitada, uma vez que todos os produtos rececionados têm o seu local de armazenamento definido e identificado, algo que permite diminuir erros e desperdícios de tempo e de trabalho diário na procura desses locais. O *picking* dos materiais também tem automaticamente uma melhoria de performance, uma vez que os locais de armazenamento foram definidos seguindo boas práticas de organização, com base nas características dos materiais e da frequência de solicitação por parte das linhas de produção. A melhor organização dos locais de trabalho e disposição dos materiais permitem que as anomalias, que agora surgem menos frequentemente, sejam rapidamente identificadas e contornadas. As boas práticas da empresa e dos colaboradores, que têm por base o seguimento do programa de TPM da empresa, permitem que se dê continuação às melhorias

alcançadas, com vista à redução ainda maior de desperdícios e uma maior flexibilidade nas operações. As outras atividades realizadas fora dos armazéns têm também o seu impacto na organização, pois estão relacionadas com custos.

Focando nas atividades realizadas nos diferentes locais:

- No Armazém de Material de Embalagem foi efetuada uma reorganização das *racks* do armazém. Com as alterações efetuadas verificam-se melhorias quanto à segurança dos colaboradores e dos próprios materiais, uma vez que os materiais foram alocados segundo as suas características. Também há melhorias no processo de colocação e *picking*, já que a nova organização define locais para todas as referências de material, e adicionalmente, locais de reserva para o armazenamento de produtos adicionais que possam ser rececionados em grandes quantidades;
- No Armazém de Rótulos e filmes foram implementadas as cinco fases da metodologia 5S. A remoção dos materiais em excesso oferece mais flexibilidade às operações no armazém, com maior espaço disponível para a circulação e armazenamento de materiais. Foram impostas restrições na colocação de alguns materiais, como por exemplo, a não colocação de produtos nos níveis mais altos das *racks* que estão junto ao portão do armazém, com vista ao aumento da segurança. A colocação dos batentes também aumenta automaticamente a segurança dos produtos e dos colaboradores, impedindo que novas quedas de produto ocorram. As identificações de produtos descontinuados foram removidas e substituídas por novas placas, sinalizando todos os produtos que anteriormente não tinham identificação, o que permite diminuir os erros no *picking* e impede que os artigos sejam colocados de forma aleatória ou num espaço pertencente a outros;
- No Armazém de Cápsulas foi realizada uma remarcação das zonas de armazenamento das paletes de cápsulas. O novo armazém diminui os erros de colocação e remoção de paletes, para além de ter um impacto visual e de organização maior, que pode estimular também os colaboradores da empresa a realizar o da melhor forma possível as atividades do armazém.
- A mudança de *layout* no Armazém de Aromas permitiu reforçar os locais de armazenamento de produtos que existem usualmente em grandes quantidades no

armazém. Todos os produtos têm identificações e um local exclusivo para o seu armazenamento – os produtos descontinuados viram as suas identificações serem removidas, e os produtos mais recentes têm agora identificações – o que aumenta a rapidez dos processos e da procura por produtos ou pelos seus locais de colocação e impede a colocação imprecisa de produtos no armazém.

- Quanto às outras atividades, foi possível obter uma melhoria em termos de custos e também no aspeto ambiental. A redução das dimensões dos separadores de paletes permitiu ganhos anuais significativos e, adicionalmente, uma redução do filme danificado e do próprio cartão consumido, que vai ao encontro de um dos objetivos das operações da SAL, o de minimizar os impactes ambientais. Quanto às garrafas de vidro, não foi possível solucionar o seu problema de qualidade, no entanto, dentro daquilo que foi o estudo, foi possível concluir que a percentagem de ácido é o fator com maior influência no sucesso da remoção das manchas das garrafas, mas o custo de utilização do ácido torna a hipótese de lavagem de todas as garrafas pouco compensatória. A empresa irá procurar outra solução para evitar desperdícios.

Por fim, pode ser concluído que a gestão de armazéns e a implementação de técnicas de melhoria contínua nos armazéns é essencial para o aumento da produtividade e do sucesso das operações das empresas. As atividades realizadas na SAL permitiram atingir melhorias em vários locais de trabalho, mas ainda há espaço para dar continuidade às melhorias, dado que o ciclo da procura de redução de desperdícios é infinito.

O estágio na Sociedade da Água de Luso foi uma experiência positiva para o aluno, permitindo a consolidação de novos conhecimentos e a aplicação de outros conceitos anteriormente lecionados no mestrado. Foi igualmente importante para se perceber a adaptação à realidade de uma indústria e à dificuldade de gerir diferentes tipos de tarefas em simultâneo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackerman, K. B. (2007). *Lean Warehousing*, Ackerman Publications, USA.
- Berg, J. P. V. Den, e Zijm, W. H. M. (1999). Models for warehouse management: Classification and examples. *International Journal of Production Economics*, 59(1), 519–528. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00114-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00114-5).
- Chan, F. T. S., e Chan, H. K. (2011). Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2686–2700. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.058>.
- Demeter, K., e Matyusz, Z. (2011). The impact of lean practices on inventory turnover. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.031>.
- DiBarra, Camilla. (2002). 5S -A tool for culture change in shipyards. *Journal of Ship Production* 18 (3):143-151.
- Farahani, R., Rezapour, S., e Kardar, L. (2011). Logistics Operations and Management. In *Logistics Operations and Management*. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-67008-8>.
- Gergova, I. (2010). Warehouse improvement with Lean 5S: A case study of Ulstein Verft AS. *Change*, 86.
- Hertog, M. L. A. T. M., Uysal, I., McCarthy, U., Verlinden, B. M., e Nicolai, B. M. (2014). Shelf life modelling for first-expired-first-out warehouse management. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 372(2017). <https://doi.org/10.1098/rsta.2013.0306>.
- Hompel, M., Hompel, M. Ten, e Schmidt, T. (2007). Warehouse management: automation and organisation of warehouse and order picking systems. In *Vasa*.
- John J BARTHOLDI, I. I. I. e S. T. H. (2011). *WAREHOUSE & DISTRIBUTION SCIENCE Release 0.94. January*, 1–321. <papers3://publication/uuid/7F731EF1-7AB3-46A4-BC4A-514E4B78D73B>.
- Kidd, J., e Monden, Y. (1995). Toyota Production System. In *The Journal of the Operational Research Society* (Vol. 46, Issue 5, p. 669). <https://doi.org/10.2307/2584544>.

- McKone, K. E., Schroeder, R. G., e Cua, K. O. (1999). Total productive maintenance: A contextual view. *Journal of Operations Management*, 17(2), 123–144. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00039-4](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00039-4).
- Nakajima, Seiichi. (1988). Introduction to TPM. *Productivity Press*, Cambridge, MA.
- Phogat, S. (2013). an Introduction To Applicability of Lean in Warehousing. *International Journal of Latest Research in Science and Technology*, 2(5), 105–109.
- Pinto, J. P. (2009). Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras. *Lidel*.
- Pinto, J. P. (2016). 5S Manual (Sinopse). *CLT Valuebased Publishing*.
- Pinto, J. P. (2017). TPM Manual (Sinopse). *CLT Valuebased Publishing*.
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Van Houtum, G. J., Mantel, R. J., e Zijm, W. H. M. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 122(3), 515–533. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00020-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00020-X).
- Suzuki, T., (1992). New directions for TPM. *Productivity Press*, Cambridge, MA.
- Tajiri, M. e Gotoh, F., (1992), *Autonomous Maintenance Implementation*.
- Womack, J. P., Jones, D. T., e Roos, D. (1992). The machine that changed the world. In *Business Horizons* (Vol. 35, Issue 3, pp. 81–82). [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(92\)90074-J](https://doi.org/10.1016/0007-6813(92)90074-J).