



NOVA

NOVA SCHOOL OF
SCIENCE & TECHNOLOGY

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E
INDUSTRIAL

MARIANA AZEVEDO CRUZ

Licenciada em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

EXPANSÃO DO ARMAZÉM DE UMA INSTALAÇÃO DO SETOR LOGÍSTICO

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa

Setembro, 2023



EXPANSÃO DO ARMAZÉM DE UMA INSTALAÇÃO DO SETOR LOGÍSTICO

MARIANA AZEVEDO CRUZ

Licenciada em Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Virgínia Helena Machado
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNL

Júri:

Presidente: Doutora Helena Maria Lourenço Carvalho Remígio
Professora Associada da Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade NOVA de Lisboa.

Arguente: Doutora Ana Paula Ferreira Barroso
Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade
NOVA de Lisboa

Orientadora: Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado
Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade
NOVA de Lisboa

EXPANSÃO DO ARMAZÉM DE UMA INSTALAÇÃO DO SETOR LOGÍSTICO

Copyright 2023 © Mariana Azevedo Cruz, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

À minha família, mãe, pai, mano e avós, sei que se esforçaram muito e que lutaram para que estes anos corressem da melhor maneira possível.

Diogo Ribeiro, Rodrigo Antunes, Pedro Melo, Maria Alcaide e Beatriz Sebastião um obrigado nunca vai chegar por terem tornado estes anos especiais. Em especial, à minha madrinha de curso, Catarina Ladeira, por quem estou eternamente grata por ter sido um dos meus maiores pilares durante estes anos.

Aos meus amigos de sempre, às minhas Marianas, André, Francisco, um obrigada por estarem comigo em todas as etapas da minha vida.

Não posso deixar de agradecer às principais pessoas que me acolheram e apoiaram neste percurso na DHL, os Engenheiros Pedro Pereira, Ricardo Pinheiro, Ana Martins e em especial, ao Eng.º Eduardo Figueira pela oportunidade e pelos ensinamentos.

À professora Virgínia, que aceitou orientar a minha dissertação e que me acompanhou ao longo deste percurso.

Obrigada por todos os que me acompanharam até aqui.

“Não somos insaciáveis nem aceitamos crescer para qualquer direção nem a qualquer preço.
Mas queremos andar para a frente.
Porque parar é morrer um pouco.”

Francisco Pinto Balsemão

RESUMO

A pandemia teve um impacto na indústria logística, bem como na economia a nível global. Um dos efeitos mais notáveis foi o aumento da utilização do comércio eletrónico e o subsequente aumento do volume de carga transportada. Como resultado, as empresas enfrentam o desafio de acompanhar a evolução do mercado, gerir maiores volumes de carga, assegurando simultaneamente a eficiência operacional e a segurança. Após a ocorrência da pandemia, outro acontecimento que gerou grande incerteza ao nível de mercado e institucional foi o *Brexit* no Reino Unido, que impactou procedimentos e regulamentos nos terminais logísticos.

Neste contexto, é crucial que as empresas tenham espaços de armazém que possam acomodar volumes de carga maiores e apoiar as operações logísticas. À medida que as empresas crescem e se expandem, a necessidade de tais espaços de armazém torna-se ainda mais crítica. Foi o caso da *DHL Express*, cujo crescimento económico e a implementação de novos procedimentos e regras de segurança fez com que a capacidade do seu armazém atual fosse excedida, tornando evidente a necessidade de criar um espaço que acomode os volumes atuais.

Nesse sentido, foram implementadas metodologias como o 5S e o Diagrama de *Spaghetti*, e foi feita uma análise de previsão de volumes de maneira a propor a melhor solução para um novo armazém, tanto temporário, que permita a alocação da carga durante as obras de expansão, como o definitivo que se alinhe com as necessidades logísticas da empresa e o plano de crescimento económico para os próximos anos.

Os depósitos aduaneiros temporários permitirão aumentar primeiramente em 20% a capacidade de armazenamento atual e o *layout* final permitirá aumentar em 39% a capacidade do armazém, contando com um total de 73 estantes e 30 *racks*, assegurando ainda o despacho eficaz da carga e a segurança operacional.

Palavras-chave: Logística, Armazém, *Layout*, 5S, Diagrama de *Spaghetti*

ABSTRACT

The pandemic has had a impact on the logistics industry as well as the global economy. One of the most notable effects has been the increased demand for e-commerce and the subsequent rise in freight volumes. As a result, companies are faced with the challenge of keeping pace, managing higher volumes of goods while ensuring operational efficiency and security. Later, another great market and institutional uncertainty was Brexit in the UK, which impacted procedures and regulations at logistics terminals.

In this context, it is crucial that companies have warehouse space that can accommodate larger cargo volumes and support logistics operations. As companies grow and expand, the need for such warehouse space becomes even more critical. This was the case for DHL *Express*, whose economic growth exceeded the capacity of its current warehouse, making the need for new space evident.

To this end, tools such as 5S and the Spaghetti Diagram were implemented, and a volume forecast analysis was carried out in order to propose the best solution for a new warehouse, both temporary, which will allow cargo to be allocated during the expansion works, and permanent, which will be in line with the company's logistics needs and economic growth plan for the coming years.

The temporary customs warehouses will first increase storage capacity by 20% and the final layout will increase warehouse capacity by 39%, with a total of 73 shelves and 30 racks, while ensuring efficient cargo dispatch and operational safety.

Keywords: Logistics, Warehouse, Layout, 5S, Spaghetti Diagram

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Justificação do Tema	2
1.3	Objetivos	3
1.4	Ferramentas Propostas	3
1.5	Estrutura da Dissertação	5
2	GESTÃO LOGÍSTICA E ESTRATÉGIAS DE ARMAZENAMENTO	7
2.1	Logística	7
2.1.1	Definição	7
2.1.2	Atividades Logísticas	8
2.1.2.1	Operações Logísticas	9
2.1.3	Custos Logísticos	10
2.1.4	Estratégias Logísticas	11
2.1.4.1	<i>Cross-Docking</i>	11
2.1.4.2	<i>First-In, First-Out</i>	12
2.2	Gestão de Armazenamento	13
2.2.1	Sistema de Gestão de Armazenamento	13
2.2.2	Métodos de Armazenamento	13
2.2.3	Layout e Dimensionamento de um Armazém	14
2.2.1	Armazém Híbrido	15
2.2.2	Armazenamento Alfandegário	16

2.2.3	Armazém de <i>Buffer</i>	17
2.3	Processos de Importação e Exportação	18
2.3.1	Operações de <i>Inbound</i>	18
2.3.1.1	Receção e Armazenamento.....	18
2.3.2	Operações de <i>Outbound</i>	18
2.3.2.1	<i>Picking</i>	18
2.3.2.2	Expedição	18
2.4	Ferramentas <i>Lean</i>	19
2.4.1	Diagrama de <i>Spaghetti</i>	19
2.4.2	5S.....	20
2.5	Síntese.....	20
3	DA RECEÇÃO DA CARGA À ALOCAÇÃO NO ARMAZÉM: DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO	23
3.1	Situação Atual	23
3.1.1	<i>Layout</i> do Terminal de Carga	23
3.1.2	Expansão do Terminal de Carga	26
3.2	Processos de Receção/Expedição de Carga.....	28
3.2.1	Operação de <i>Inbound</i>	28
3.2.1.1	Chegada e Descarga dos ULDs.....	30
3.2.1.2	Processamento da Carga	31
3.2.1.3	Partida dos veículos.....	32
3.2.1.4	<i>Inbound</i> de <i>Non-Conveyable</i>	33
3.2.2	Operação de <i>Outbound</i>	33
3.2.2.1	Chegada e Descarga das Carrinhas/Camiões	34
3.2.2.2	Processamento da Carga	36
3.2.2.3	Contentorização da Carga em ULDs e Carregamento do avião	38
3.2.2.4	<i>Outbound</i> para NCY	39
3.2.3	Depósitos Alfandegários e Não-alfandegários.....	40
3.2.3.1	Produtos que Passam pelo Processo de Armazenamento	40

3.2.4	Controlo de <i>Stock</i>	41
3.2.4.1	<i>Stock</i> nos Depósitos Alfandegários	41
3.2.4.2	<i>Stock</i> no Depósito Não Alfandegário	41
3.2.4.3	Configuração dos Depósitos e Atribuição de Nomes	42
3.2.4.4	Processo de Receção e Expedição de Carga no terminal	42
3.2.4.5	Receção e Armazenamento	43
3.2.4.6	<i>Picking</i> e Expedição	44
3.2.4.7	Equipamentos e Acessórios	46
3.2.4.8	Sazonalidade	48
3.3	Síntese	49
4	DA RECEÇÃO DA CARGA À ALOCAÇÃO NO ARMAZÉM: PROPOSTAS DESENVOLVIDAS	50
4.1	Constrangimentos da Situação Atual	50
4.2	Proposta de Reestruturação	55
4.2.1	Metodologia proposta	55
4.2.1.1	5S	56
4.2.1.2	Dimensionamento dos Depósitos Temporários	57
4.2.1.3	<i>Facility Sizing Tool</i>	60
4.2.2	Recolha de Dados	61
4.2.3	Tratamento de Dados	62
4.3	Dimensionamento dos Depósitos Futuros	65
4.4	Síntese	68
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	71
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
	Anexo A - Caracterização da empresa DHL	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Áreas Operacionais do Terminal de Carga	25
Figura 3.2: (a) ULD; (b) <i>Dolly</i> ; (c) <i>Castor decks</i>	26
Figura 3.3: Vista aérea do terminal de carga atual da DHL <i>Express</i> e dos terrenos adjacentes	27
Figura 3.5: Processo de <i>Inbound</i>	28
Figura 3.4: Planta da zona de armazenamento	29
Figura 3.6: Processo de <i>Inbound</i> - Chegada e descarga dos ULDs.....	30
Figura 3.7: Processo de <i>Inbound</i> - <i>Sort</i> automático	31
Figura 3.8: Processo de <i>Inbound</i> - Área de Exceção.....	32
Figura 3.9: Processo de <i>Inbound</i> - Partida da Carga.....	33
Figura 3.10: Processo de <i>Outbound</i>	34
Figura 3.11: Processo de <i>Outbound</i> - Chegada e Descarga das Carrinhas de PUD	35
Figura 3.12: Processo de <i>Outbound</i> - Chegada e Descarga de camiões	36
Figura 3.13: Processo de <i>Outbound</i> - Área de DGs.....	36
Figura 3.14: Processo de <i>Outbound</i> - <i>Sort</i> Automático.....	37
Figura 3.15: Processo de <i>Outbound</i> - Área de Exceção.....	38
Figura 3.16: Processo de <i>Outbound</i> - Atividades manuais de Raio-X.....	38
Figura 3.17: Processo de <i>Outbound</i> - Carregamento de ULDs e dos Aviões	39
Figura 3.18: (a) Carta de porte; (b) Código de barras por posição numa estante.....	44
Figura 3.19: HMS - Exemplo de ficheiro com a localização da carta de porte	45
Figura 3.20: Identificação de Zona, Setor, Prateleira no AEX	46
Figura 3.21: Equipamentos de apoio nos Depósitos: (a) Empilhador; (b) <i>Stacker</i> ; (c) Porta-paletes	46
Figura 3.22: Equipamentos de apoio nos Depósitos: (a) <i>Scanner</i> ; (b) Posto de trabalho fixo; (c) Posto de trabalho portátil.....	47
Figura 3.23: Número de envios realizados por mês e por ano.....	49
Figura 4.1: Diagrama de Spaghetti dos envios no processo de <i>Inbound</i>	52

Figura 4.2: Diagrama de <i>Spaghetti</i> dos envios no processo de <i>Outbound</i>	53
Figura 4.3: <i>Buffer</i> no Terminal de Carga.....	54
Figura 4.4: (1) Zona de <i>buffer</i> junto aos depósitos; (2) Atividades da área de exceção; (3) Depósito Alfandegário.....	54
Figura 4.5: Localização do Pavilhão estruturado na planta atual do terminal	58
Figura 4.6: <i>Layout</i> do Pavilhão Estruturado.....	59
Figura 4.7: Implementação do Pavilhão Estruturado para Depósitos Alfandegários Temporários	60
Figura 4.8: Depósitos Alfandegários Temporários operacionais.....	60
Figura 4.9: <i>Layout</i> dos Depósitos de Carga	69

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1: Categorização de envios por dimensão e peso.....	43
Tabela 4.1: COY: Fluxo necessário vs Capacidade máxima do sistema vs Estrangulamento .	55
Tabela 4.2: Dimensão de estantes e número de envios por categoria	65
Tabela 4.3: Número máximo diário de envios armazenados em depósito (ano 2022)	65
Tabela 4.4: Percentagem de envios por categoria	66
Tabela 4.5: Número médio e máximo de carga importada em depósito por categoria	66
Tabela 4.6: Percentagem de envios importados armazenados por categoria	66
Tabela 4.7: Número médio e máximo de carga exportada em depósito por categoria	66
Tabela 4.8: Percentagem de envios exportados armazenados por categoria.....	67
Tabela 4.9: Número e área de estantes por categoria necessárias para as zonas de armazenagem	67
Tabela 4.10: Número de Estantes/ <i>Racks</i> por Depósitos.....	68

GLOSSÁRIO

<i>Buffer</i>	Zona onde os envios estão prontos para serem processados e que aguardam o início do próximo ciclo operacional
<i>Cross-docking</i>	Método de distribuição, que consiste na descarga dos envios dos veículos de entrada e no seu carregamento diretamente em veículos de saída.
<i>Finger</i>	Tapete transportador, onde é depositada a carga a ser colocada numa carrinha ou vinda de uma carrinha, se se tratar de importação ou exportação, respetivamente.
<i>Inbound</i>	Processo de receção, verificação e classificação das peças recebidas, por via aérea, no Centro de Serviço de receção e respetivo carregamento em veículos apropriados para serem entregues ao destinatário final. Processo associado à importação de bens.
<i>Offload</i>	Processo manual de envios que precisam de ser classificados, retirados dos ULD's de chegada e alimentados no sistema de classificação.
<i>Outbound</i>	Refere-se ao processo de encaminhamento do fluxo de carga a partir da posição de onde os envios saem. Processo associado à exportação de bens.
<i>Picking</i>	Processo de recolha de envios a partir de uma localização no armazém.
<i>Reload</i>	Processo de carregamento manual dos envios em ULD's, ou seja, a construção de contentores que irão sair para o destino.
<i>Service Center</i>	Localizações da DHL para recolha e entrega de encomendas.
<i>Stock</i>	Envios que são fisicamente armazenados num armazém.
<i>Totebins</i>	Sacos de <i>flyers</i> - envios que tenham um máximo de 48x38x5cm e até 3,5kg.

SIGLAS E ACRÓNIMOS

5S	Metodologia para organizar, limpar, desenvolver e sustentar um ambiente de trabalho produtivo.
ADT	Zona de armazém alfandegário de importação.
AEX	Zona de armazém alfandegário de exportação.
AT	Autoridade Tributária.
B2B	<i>Business to Business</i> - O comércio eletrónico B2B utiliza plataformas online para vender produtos ou serviços a outras empresas.
B2C	<i>Business to Consumer</i> - O comércio eletrónico B2C destina-se a consumidores pessoais.
CIA	<i>Clear in the Air</i> - É uma aplicação cujo objetivo é usar a captação dos documentos de libertação alfandegária antes da chegada do envio, a informação é centralizada no sistema na origem, antes da partida do voo, para apoiar o desalfandegamento dos envios e a entrada de dados no sistema do destino que irão permitir processar declarações personalizadas antes da chegada física dessas remessas às instalações.
COY	<i>Conveyable</i> - Envios transportáveis, isto é, envios com dimensão máxima entre 48x38x5cm ³ e 60x60x60cm ³ e um peso entre 0,5kg e 30kg, que podem ser facilmente transportados por tapetes automatizados.
DG	<i>Dangerous-Goods</i> - Mercadorias consideradas perigosas.

FIFO	<i>First-In First-Out</i> - Os envios que chegam primeiro devem ser recolhidos primeiro.
FLY	<i>Flyers</i> - Envios mais pequenos com um máximo de 48x38x5cm e até 3.5kg, normalmente documentos, transportados dentro de envelopes e nos tapetes automatizados.
HIC	Zona de armazém de envios que aguardam entrega.
HMS	<i>Held Management System</i> - Sistema de gestão de depósitos.
IB	<i>Inbound</i> - Processo de receção, verificação e classificação das peças recebidas, por via aérea, no Centro de Serviço de receção e respetivo carregamento em veículos apropriados para serem entregues ao destinatário final. Processo associado à importação de bens.
LH	<i>Linehaul</i> - Linha onde os camiões descarregam.
MHE	<i>Material Handling Equipment</i> - Sistema de Manuseamento e Equipamentos de Materiais.
NCY	<i>Non-Conveyable</i> - Envios não transportáveis. Envios que não podem ser transportados pelas vias normais, devido ao peso (mais de 25 kg), dimensões, forma (por exemplo, tubos redondos, artigos esféricos), entre outros. Estão divididos em Grande NCY (LNCY), Pequeno NCY (SNCY) e Palete (PAL).
OB	<i>Outbound</i> - Processo de encaminhamento do fluxo de carga a partir da posição de onde os envios saem, associado à exportação de bens.
PPH	Número de peças (envios) por hora.
TDI	<i>Time Definite International</i> - Envios internacionais, que necessitam de uma entrega porta-a-porta num período de tempo pré-definido, normalmente no dia útil mais próximo possível.
ULD	<i>Unit Load Device</i> - Dispositivo de carga unitária.
WPX	Envios TDI extracomunitários.

INTRODUÇÃO

Na presente secção, é apresentado um breve enquadramento do projeto que serve de base à dissertação, onde é explicitado o intuito do trabalho desenvolvido e os objetivos que se pretendem alcançar. Inicialmente, a dissertação será contextualizada tendo em conta a situação atual, sucedendo-se a justificação do estudo a decorrer, os objetivos que se procuram atingir, uma descrição geral da metodologia adotada e a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

A pandemia afetou profundamente a sociedade e a economia, condicionando, em particular, a forma como os negócios são geridos (Matthews et al., 2022). A quarentena forçou muitos comerciantes a fecharem as lojas físicas e obrigou-os a reinventarem-se para se adaptarem à nova realidade.

Em Portugal, constatou-se um investimento em massa no comércio eletrónico, que consiste num processo simples de compra através de transações de pagamento eletrónico numa rede alargada. Com a ajuda das tecnologias de informação e das compras online, as transações online passaram a ocorrer com mais facilidade entre clientes e empresas. Esta melhoria no processo de compra, provocou naturalmente um crescimento acentuado das vendas online, tanto no comércio *business to business*, referente aos negócios e relações existentes entre empresas (B2B), como no *business to consumer* relacionado com empresas que vendem produtos aos clientes (B2C). O aumento nas vendas online e nos volumes expedidos tem implicações diretas no sistema logístico. O sector da logística está a ser influenciado e moldado por esta tendência, uma vez que tem de se adaptar para acomodar de um modo eficiente, a procura crescente do transporte, do armazenamento e da distribuição garantindo a entrega atempada de mercadorias (Barenji et al., 2019; W. Liu et al., 2022; Guo et al., 2022).

O crescimento das vendas online provocou um aumento na procura da capacidade de rede de empresas de distribuição, como é o caso do Grupo *Deutsche Post DHL* (DPDHL).

O *Brexit* no Reino Unido foi um acontecimento que gerou incertezas no mercado e na sociedade. As alfândegas portuguesas são afetadas por acordos como o *Brexit*, que neste caso resultou em mais regulamentações, burocracia e atrasos na circulação de produtos entre Portugal e o Reino Unido.

A DHL é a marca líder mundial no setor de correio expresso e logística internacional. Oferece um portfólio muito variado de serviços logísticos, que vão desde a entrega de carga a nível nacional, a gestão da cadeia de abastecimento industrial, a transporte expresso internacional (rodoviário, aéreo e marítimo), a muitos outros serviços. A divisão *DHL Express*, uma sucursal da DHL, é responsável pela importação e exportação de mercadorias de forma fiável. As atividades principais do negócio da *DHL Express* têm como base operações num terminal de *cross-docking*, um método que praticamente elimina a necessidade de manter a carga armazenada, e a principal categoria de envios que transportam é o *Time Definite International* (TDI), que permite a entrega em horários pré-definidos, em qualquer parte do mundo.

1.2 Justificação do Tema

O aumento generalizado do volume de envios a circular dentro do terminal de *cross-docking*, fez com que a capacidade do terminal de carga DHL do Porto não conseguisse dar resposta à exigência do mercado.

Após a análise do tráfego de carga atual e das previsões para o período de 2024 a 2034, a *DHL Express* decidiu no final de 2021, apresentar um projeto de expansão do terminal de carga DHL do Aeroporto Francisco Sá Carneiro, tendo como objetivo suportar a receção e expedição de carga aérea e rodoviária. É esperado que este terminal esteja operacional em junho de 2024. Com o aumento da necessidade da capacidade deste terminal, verifica-se a necessidade de adaptação dos armazéns e de novos *layouts* que suportem esta capacidade de carga e a sua alocação nas *racks* dos depósitos - diferentes zonas do armazém.

A justificação para o tema de dissertação reside na necessidade de uma gestão eficiente e conforme da carga durante uma fase crítica de transição e posteriormente de uma zona de armazenagem que suporte o terminal de carga futuro e a alocação da carga.

A implementação de uma estrutura de armazenagem aduaneira temporária torna-se imperativa devido à rápida inviabilidade da área de armazenagem existente, provocada pelas obras de expansão do terminal. Esta transição, facilitada pela implementação da metodologia

5S, é fundamental para garantir o fluxo contínuo da carga e o cumprimento dos requisitos regulamentares essenciais.

Além disso, a integração de metodologias como o diagrama de *Spaghetti* permite obter mais informação sobre os constrangimentos físicos dentro do terminal de carga, proporcionando uma melhor compreensão dos desafios operacionais enfrentados durante a importação e exportação da carga.

Para além disso, a utilização da ferramenta interna da empresa, o *Facility Sizing Tool*, permite definir com precisão a dimensão necessária para as várias áreas operacionais e equipamentos, principalmente ao fornecer a área disponível futura da zona de armazenagem. A utilidade desta ferramenta, em conjunto com a previsão de volumes armazenados, é fundamental para permitir um *layout* eficiente dos armazéns aduaneiros e não aduaneiros, com impacto direto na eficiência operacional do terminal de carga.

1.3 Objetivos

O objetivo fulcral da dissertação é a melhoria da eficácia dos serviços de receção e expedição de envios nos depósitos de importação e exportação, através da expansão do armazém do terminal de carga da DHL do Aeroporto Francisco Sá Carneiro, considerando as operações e processos que antecedem a receção e que sucedem a expedição.

A dissertação visa a elaboração de uma análise detalhada do processo logístico de entrada e saída de carga no armazém, com a finalidade de identificar as falhas existentes, propor ações de melhoria do processo pelo qual é regido e, se possível, a sua implementação.

1.4 Metodologias Abordadas

Ao longo da dissertação serão efetuadas várias análises do processo logístico de entrada e saída da carga do terminal de modo a permitir o cumprimento dos objetivos da dissertação, será implementado então:

- O mapeamento e identificação das operações de *Inbound* (processo de importação) e de *Outbound* (processo de exportação);
- A análise dos fluxos atuais de carga nos processos de receção e expedição do armazém;
- A análise dos movimentos realizados pela carga, que estiver retida no armazém em algum momento, durante o *Inbound* e durante o *Outbound*, tendo por base o Diagrama de *Spaghetti*;

- A redefinição e implementação do *layout* dos depósitos de importação e exportação do armazém, temporário e futuro, com apoio da ferramenta 5S.

O edifício que alberga o terminal e o armazém da DHL *Express*, é regido com base numa estratégia de passagem de cais, que na terminologia anglo saxónica é designada por *cross-docking* e que será esta a expressão que vai ser usada ao longo da dissertação. O *cross-docking* é uma estratégia logística para a movimentação de carga dos fornecedores para os clientes através de um terminal *cross-dock*, sem armazenamento permanente, e que apresenta uma coordenação exigente entre o carregamento e o descarregamento dos veículos envolvidos. No entanto, o terminal não pode funcionar apenas com *cross-dock* porque nem todos os envios podem ser encaminhados de imediato para o seu destino - devido aos acordos comerciais internacionais, à necessidade de respeitar as regras alfandegárias dos países dos quais se importa e para os quais se exporta, e a casos excecionais em que o envio não pode ser entregue ao destinatário, daí o armazém estar dividido por zonas com depósitos alfandegários e não-alfandegários (Dondo e Cerdá, 2014).

O armazenamento de carga é dispendioso, e não traz nenhuma vantagem para o negócio, uma vez que a carga retida se deve à falta de documentação ou um envio que não cumpre as regras aduaneiras, mas é essencial para que se permita a entrada e saída de carga do país. Assim, o ponto fulcral da dissertação é tornar a zona de armazenagem, e a logística de entrada e saída da carga, o mais eficiente possível para que não haja desperdício temporal e monetário, trazendo também uma vantagem competitiva sobre os concorrentes, assim será definido um *layout* de armazém, temporário e definitivo, que fomente a eficiência dos processos logísticos internos no terminal.

A ferramenta selecionada para a análise dos movimentos da carga recebida e a ser expedida é o diagrama de *Spaghetti*, para auxiliar na identificação de estrangulamentos nas rotas a serem percorridas pela carga dentro do terminal, ajudando a analisá-los e posteriormente minimizá-los (Freitas et al., 2019).

Será ainda implementada a metodologia 5S num armazém temporário e mais tarde no armazém que resultará da expansão do terminal, com o objetivo de ajudar a garantir regulamentos aduaneiros, melhorar a eficiência operacional e assegurar um ambiente de trabalho seguro e organizado (Shahriar et al., 2022).

A utilização da ferramenta da empresa, *Facility Sizing Tool*, permite a determinação exata das dimensões necessárias para as diversas áreas operacionais e equipamentos dos terminais de carga daa DHL. Esta precisão resulta principalmente da capacidade da ferramenta para fornecer uma projeção exata da futura área disponível na zona de armazenamento.

A *Facility Sizing Tool* quando combinada com as previsões de armazenamento, propõe uma disposição eficiente dos armazéns aduaneiros e não aduaneiros, melhorando diretamente a eficiência operacional do terminal de carga.

1.5 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação encontra-se segmentada em cinco secções principais, que detalham diferentes assuntos, sendo composta por:

1. Introdução - Neste capítulo, o tema central da dissertação é brevemente introduzido e o estudo de caso é contextualizado. A metodologia que fundamenta a dissertação será também apresentada;

2. Gestão Logística e Estratégias de Armazenamento - É efetuada uma revisão bibliográfica sobre gestão logística e estratégias de armazenamento, sustentada em artigos científicos, e divide-se em quatro subcapítulos:

- i. Logística, onde é explicado o seu conceito, a compreensão das suas várias atividades, a gestão de custos e estratégias eficazes.
- ii. Gestão de Armazenamento, onde são detalhadas as estratégias de armazenamento que envolvem a utilização de diferentes métodos, como o armazenamento híbrido, o armazenamento alfandegário e os armazéns de *buffer*, todos eles parte integrante de uma gestão eficiente do armazém.
- iii. Processos de Importação e Exportação, onde é aprofundado os conceitos de processo de entrada de carga, incluindo a receção e armazenagem da mesma, e de saída de carga, incluindo o *picking* e a sua expedição.
- iv. Metodologias *Lean*, onde é introduzido o diagrama de *Spaghetti* e o 5S, que visam ajudar as organizações no desempenho dos processos e na redução dos desperdícios logísticos e na gestão da armazenagem.

3. Da receção da carga à alocação no armazém: Descrição do Estudo de Caso - Apresenta-se a contextualização do estudo de caso e a necessidade de expansão do terminal, o dimensionamento da carga e do terminal tendo em conta o volume atual que alberga. Desenvolve-se também as atividades que decorrem nos processos de receção e expedição da carga.

4. Da receção da carga à alocação no armazém: Propostas Desenvolvidas - É aplicado o Diagrama de *Spaghetti* nos processos atuais e analisa-se os constrangimentos que daí resultam. Apresentação de um *layout* do armazém temporário para a carga retida no terminal, através do auxílio do 5S. Com a expansão concluída, é apresentado um novo *layout* do armazém

definitivo, há a recolha e análise da informação necessária para definir as melhores rotas a serem percorridas pela carga e a sua alocação, através da implementação da ferramenta FST.

5. Conclusão e Recomendação para Trabalhos Futuros – Análise dos resultados obtidos e sugestão de trabalhos futuros.

GESTÃO LOGÍSTICA E ESTRATÉGIAS DE ARMAZENAMENTO

Neste capítulo encontra-se o enquadramento teórico na área de gestão logística e estratégias de armazenamento, que dará suporte à dissertação desenvolvida.

2.1 Logística

A tendência crescente para uma maior variedade e complexidade de artigos, e tempos de resposta curtos enfatizam a importância de operações logísticas eficientes. À medida que os mercados se tornam mais individualizados, os requisitos legais tornam-se mais rigorosos, e há uma concorrência crescente a nível mundial. Como resultado, as empresas têm agora sistemas logísticos mais complexos (Bauer, Ganschar e Gerlach, 2014).

2.1.1 Definição

A função da logística é transportar bens e serviços de forma eficiente e eficaz de um local de origem para um destino, a fim de satisfazer as exigências do cliente. Ter sistemas logísticos eficientes ajuda a resolver estrangulamentos e desafios operacionais (Liu et al., 2022).

A logística envolve um vasto conjunto de atividades dedicadas à gestão do fluxo de mercadorias, informação e recursos, desde a origem até ao destino final, a fim de satisfazer as necessidades dos clientes ou empresas. Estas atividades podem ser separadas em duas categorias primárias: distribuição física, que inclui o transporte e gestão de materiais, com foco na organização. Por definição, a gestão de materiais tem em conta todas as operações envolvidas na produção de artigos em todos os pontos ao longo de uma cadeia de abastecimento ou de mercadorias. Envolve atividades de produção e marketing como previsão da procura, gestão de *stock* e planeamento. A distribuição física é o vasto leque de atividades envolvidas na deslocação de artigos dos centros de produção para locais de retalho e destinos

de consumo. A logística deve coordenar os fluxos entre as diferentes etapas de uma cadeia de valor (Hesse e Rodrigue, 2009).

A logística é uma rede de serviços que apoia a movimentação física de mercadorias. Facilita o comércio através de um conjunto de atividades que incluem o transporte, a armazenagem, a corretagem, o correio expresso, o transporte de operações terminais, e a gestão de informação. Por conseguinte, a capacidade de negócio depende, em grande parte, do acesso dos comerciantes a redes logísticas eficientes. (Önsel Ekici, Kabak e Ülengin, 2019).

A capacidade de uma empresa para funcionar sem problemas é grandemente influenciada pela logística. Contudo, a gestão eficiente de um centro logístico em larga escala depende da complexidade de numerosos fatores e normas que um sistema com essas características deve ter em consideração. A logística é uma função empresarial encarregada de "obter os artigos certos na quantidade certa, no momento certo, no lugar certo, ao preço certo, e nas condições certas para o cliente certo" (Burganova et al., 2021).

2.1.2 Atividades Logísticas

A globalização do mercado, a grande concorrência, produtos com vida útil curta, a necessidade de uma produtividade elevada são fatores que condicionam o desempenho operacional (Gu, Goetschalckx e McGinnis, 2010).

O sucesso de qualquer organização depende da eficácia das suas operações logísticas porque tem impacto na satisfação do cliente, nos custos operacionais e na competitividade global. Como as empresas querem tirar partido do potencial das tecnologias de informação para melhorar o seu desempenho logístico e gerar valor para os clientes, a digitalização das atividades logísticas está a tornar-se cada vez mais crucial (Rutner e Langley, 2000).

As atividades logísticas, como o transporte de mercadorias dos fornecedores para os clientes, constituem os procedimentos essenciais na gestão logística, visando facilitar essas operações de forma eficaz e eficiente. Transporte, armazenamento, gestão de *stock* e gestão de informação são exemplos destas atividades logísticas (Rutner e Langley, 2000; Lai, Wong e Cheng, 2010).

A logística pode beneficiar das melhorias previstas na visibilidade da cadeia de abastecimento, na eficiência e na redução de custos provocada pela revolução digital no transporte. A movimentação de produtos e fornecimentos entre locais, seja por camião, comboio, barco, ou avião, requer preparação e coordenação (Kartsan e Mavrin, 2023).

A distribuição inclui a seleção das rotas de distribuição e a coordenação das operações de distribuição, inclui também o planeamento e a gestão da entrega de artigos e abastecimentos aos clientes (Hesse e Rodrigue, 2009).

A gestão eficiente do *stock* é a supervisão e controlo dos artigos armazenados, incluindo a monitorização do movimento do produto, armazenamento e rastreio ao nível de *stock*. A fim de aumentar o espaço disponível, estantes, prateleiras, paletes e outros móveis são frequentemente utilizados na armazenagem, que é a área física e estruturas de suporte construídas para armazenar artigos. Atribuir a cada artigo um número de identificação ou etiqueta única, a fim de apoiar a correta monitorização, colocação, e atividades rápidas de classificação e reabastecimento é conhecido como etiquetagem (Tejesh e Neeraja, 2018; Campean et al., 2012).

O impacto dos níveis de *stock* na eficácia global do sistema de gestão é considerado, particularmente ao analisar as implicações da modificação do nível de *stock* de buffer e na utilização de recursos. Reduzindo a frequência de saídas de *stock* e o tempo de inatividade dos camiões, o desempenho do sistema pode ser melhorado através do aumento dos níveis de *stock* de buffer (Amjath et al., 2022).

Tanto a importância da gestão do transporte para assegurar uma entrega rápida e rentável dos artigos, como a função da gestão da manutenção de níveis de *stock* eficazes em toda a cadeia de abastecimento são destacadas, salientando a necessidade de uma abordagem integrada da gestão do *stock* na logística da distribuição, uma abordagem que utilize novas tecnologias e tenha em conta as exigências de transporte e distribuição para melhorar o desempenho da cadeia de abastecimento (Kamphues e Hegmanns, 2015).

2.1.2.1 Operações Logísticas

Um dos principais motores da logística nos últimos anos tem sido a globalização, que tem resultado numa internacionalização da gestão logística. Embora isto tenha trazido benefícios como a redução de custos e a melhoria da qualidade, resultou também numa maior concorrência e em custos de transporte mais elevados. As empresas de transformação estão a concentrar-se mais nas suas competências nucleares, o que significa que estão a externalizar alguns dos seus serviços de fabrico e desenvolvimento para fornecedores (Shahriar et al., 2022).

Um grande desafio enfrentado por empresas de comércio eletrónico B2B é como conseguir que o grande número de encomendas online seja entregue de forma rápida, segura e barata. Não é surpresa que a investigação e a prática na logística de comércio eletrónico B2B tenha enfatizado as cadeias logísticas integradas, onde as relações a longo prazo entre plataformas de comércio eletrónico B2B e fornecedores de logística de terceiros (3PLs) facilitam a otimização do custo da cadeia logística (Xu, Cheng e Huang, 2015).

As empresas podem contratar um fornecedor de logística terceirizado para tratar das suas necessidades logísticas subcontratadas, incluindo o transporte de mercadorias e a gestão

de armazéns. As empresas podem concentrar-se nos seus principais pontos fortes, poupando tempo e dinheiro na expedição e armazenagem, ao externalizar as suas necessidades logísticas para um fornecedor 3PL. Os processos que os 3PLs são capazes de gerir incluem o cumprimento de encomendas, gestão de armazém, transporte e distribuição de carga, consolidação de carga, e despachos aduaneiros, entre outros. Com o desenvolvimento da tecnologia, os 3PLs são capazes de dar a numerosos intervenientes da cadeia de abastecimento acesso total ao processo de encomenda e painéis digitais em tempo real para gerir o *stock* mantido em vários locais. O fornecedor 3PL é responsável por delinear e assegurar que os diferentes componentes dos seus serviços sejam entregues de forma satisfatória para o cliente (Kaynak e Avci, 2014).

2.1.3 Custos Logísticos

Um ponto importante a salientar é que os gestores que seguem qualquer uma das estratégias podem alcançar vantagem competitiva no mercado através da alavancagem logística porque a logística enfatiza a redução de custos e a satisfação do cliente (Mentzer e Williams, 2001).

O *cross-docking* é útil para reduzir os custos logísticos no planeamento da cadeia de abastecimento e na entrega de envios. As empresas podem reduzir as despesas de transporte, os custos de manutenção de *stock* e os custos de processamento através da fusão de remessas de vários fornecedores numa única entrega para uma instalação *cross-dock*, enquanto aumentam a visibilidade e a capacidade de resposta, esta afetação de *cross-docks* numa rede de distribuição com vários terminais, ajuda na redução das despesas logísticas e a aumentar a eficiência global da sua rede de distribuição (Battarra et al., 2022; Vanajakumari et al., 2022).

Devido ao seu potencial para melhorar as operações da cadeia de abastecimento, o número de armazéns híbridos tem aumentado consideravelmente no setor da logística. Os armazéns híbridos oferecem o potencial para racionalizar as operações da cadeia de abastecimento e poupar custos, mas uma implementação bem-sucedida requer uma conceção e gestão prudentes (Vanajakumari et al., 2022).

A logística desempenha um papel crítico na satisfação das necessidades dos clientes e na obtenção de uma vantagem competitiva. As empresas podem melhorar a gestão da sua cadeia de abastecimento melhorando a eficiência e eficácia das suas operações, satisfazendo ao mesmo tempo os critérios dos seus clientes em termos de qualidade, quantidade e prazos de entrega, através da redução dos custos logísticos. A redução dos custos logísticos pode assim ajudar a alcançar o objetivo global da gestão da cadeia de abastecimento (Rebelo et al., 2021; Hasle, Uhrenholdt Madsen e Hansen, 2021).

2.1.4 Estratégias Logísticas

As estratégias logísticas são planos e procedimentos utilizados pelas empresas para gerir a cadeia de abastecimento, a fim de satisfazer as exigências dos clientes, melhorando simultaneamente a eficiência e eficácia globais. Prever e controlar a capacidade logística, tais como níveis de *stock*, capacidade de distribuição e espaço de armazenamento, faz parte do planeamento da capacidade. A identificação e remoção de resíduos em operações logísticas, bem como a implementação de mudanças no processo para aumentar a eficiência e diminuir os custos, fazem todos parte de uma melhoria contínua. As empresas podem melhorar a eficiência e eficácia das suas operações e reduzir os custos logísticos implementando tais estratégias, que podem ajudar a alcançar o objetivo global da gestão da cadeia de abastecimento, satisfazendo simultaneamente os critérios dos seus clientes em termos de qualidade, quantidade e prazos de entrega (Liu et al., 2023).

Ao combinar múltiplas atividades logísticas, tais como transporte, gestão de *stock* e operações de armazém, a estratégia logística desempenha um papel crucial na garantia de uma gestão eficaz e eficiente das operações internacionais. Uma estrutura organizacional bem concebida que apoia a estratégia logística é fundamental, com papéis e deveres claramente definidos, canais de comunicação, e procedimentos de tomada de decisão. Para alcançar os resultados de desempenho necessários, é fundamental ligar a estratégia logística e o *layout* organizacional com o plano de negócios global da empresa (Stank e Traichal, 1998).

2.1.4.1 Cross-Docking

O *cross-docking* é um método logístico que é utilizado para melhorar a eficiência e a capacidade de resposta da cadeia de abastecimento, reduzindo o tempo que as mercadorias passam nos armazéns e centros de distribuição. O *cross-docking* envolve a receção de mercadorias num armazém ou centro de distribuição e depois o seu carregamento imediato em camiões de saída ou outros meios de transporte, em vez de as armazenar no armazém antes de serem expedidas (Tang e Yan, 2010).

Sem qualquer armazenamento, o *cross-docking* implica a coordenação da carga e descarga entre os veículos de entrega e de expedição. O *cross-docking* serve de ponte entre o fornecedor e o cliente quando existe uma grande distância entre as bases de fabrico e os consumidores finais (Tang e Yan, 2010).

O *cross-docking* pode ser feito de diferentes formas, por exemplo, o *cross-docking* no interior do armazém, onde os produtos são recebidos no armazém e depois classificados e consolidados para entrega; ou o *cross-docking* na saída, onde os produtos são recebidos no armazém e depois classificados e consolidados para entrega aos clientes. O *cross-docking* visa então reduzir as despesas de armazenagem. Implica o transporte de produtos através de um

terminal de *cross-docking* sem armazenamento a longo prazo. O *cross-docking* requer um elevado grau de gestão de fornecedores, armazéns e clientes, bem como análises de previsões e gestão de *stock* para assegurar que os artigos certos sejam entregues no local certo no momento certo (Dondo e Cerdá, 2014).

A prática de descarregar mercadorias dos veículos de receção e carregá-las diretamente para os veículos de saída, reduz tempo de armazenamento e custos associados à gestão de *stock*. Ao reduzir os custos de armazenamento, utilizar a capacidade de transporte disponível e aumentar os níveis de serviço, o *cross-docking* é uma prática utilizada pelas empresas para reduzir as despesas da cadeia de abastecimento (Konur e Golias, 2013).

O *cross-docking* elimina a necessidade de um armazém ou centro de distribuição, fazendo com que os artigos circulem diretamente das docas de receção para as docas de expedição. Para as empresas que entregam grandes quantidades de mercadorias, o *cross-docking* permite o transporte rápido e diretamente ao cliente (Liao, Egbelu e Chang, 2012). A principal vantagem é a redução de custos no armazenamento e gestão do *stock* (Konur e Golias, 2013).

2.1.4.2 *First-In, First-Out*

Para uma gestão eficaz do armazém, é necessário um sistema de armazenagem bem concebido que adira ao princípio de primeiro a entrar, primeiro a sair (FIFO - "*First-In, First-Out*"). A implementação do princípio FIFO pode ter uma influência substancial num armazém híbrido, tal como uma menor rotatividade e melhores condições de trabalho para os trabalhadores, conduzindo a poupanças de custos para a empresa (Mirmajlesi e Shafaei, 2016).

O princípio FIFO rege a forma como os pedidos de manuseamento de carga são processados e hierarquizados. A implementação habitual do algoritmo de fila de espera é baseada na premissa do "primeiro a chegar, primeiro a ser servido" (FIFO). Isto implica que os pedidos de carga sejam tratados na ordem em que são recebidos, com as zonas a funcionarem como filas FIFO. Quando um pedido de manuseamento de carga é recebido, o expedidor atribui-lhe uma ordem total e transfere-a para o fundo da fila de espera. No entanto, estas filas de espera não suportam atualmente a inserção prioritária. Isto implica que os pedidos não podem ser priorizados com base no significado ou urgência, e serão processados na ordem em que são recebidos. Em muitos dos sistemas de manuseamento de carga, isto não é um problema, pelo que se pode aplicar esta técnica (Wahl, Breslein e Elser, 2022; Wu et al., 2022).

2.2 Gestão de Armazenamento

2.2.1 Sistema de Gestão de Armazenamento

As atividades e técnicas envolvidas no funcionamento eficiente e eficaz de uma instalação de armazenamento são referidas como gestão de armazém. A gestão de *stocks*, o cumprimento de encomendas, a expedição e receção, e a manutenção de instalações são exemplos de tais tarefas. A gestão de armazéns visa maximizar a utilização de recursos como espaço, pessoas, e equipamento para garantir a entrega atempada e correta dos produtos aos consumidores (Brynzér e Johansson, 1996).

O nível de automatização do armazém é largamente determinado pelo equipamento escolhido para o armazenamento, transporte, recolha e classificação das encomendas, o que, por sua vez, afeta o desempenho alcançado. O sucesso de cada negócio depende da atribuição de uma remessa e da garantia de que todos os procedimentos de gestão de armazém são seguidos. Para tal, é necessário um conhecimento profundo das várias facetas da gestão de armazéns. Isto inclui a gestão do *stock*, gestão de encomendas, recolha, expedição e receção, e leitura de códigos de barras (Gu, Goetschalckx e McGinnis, 2010).

2.2.2 Métodos de Armazenamento

O método de localização de produtos segue um conjunto de regras que são utilizadas para alocar os produtos a localizações que aumentem a produtividade dos processos dentro de uma instalação. Os produtos têm de ser colocados nos depósitos, consoante localizações pré-definidas, que depois irá facilitar o *picking* aquando da expedição. A alocação de localizações de armazenagem que influencia diretamente os sistemas de *picking* de encomendas, é essencial a descrição das características dos componentes como, por exemplo, frequência, tamanho, peso, número de artigos, fornecedor, entre outros, para se atribuir aos produtos localizações ou zonas de armazenagem (Brynzér e Johansson, 1996).

Os principais métodos de armazenamento incluem a armazenagem dedicada, na qual cada localização numa estante do armazém é designada para armazenar um produto específico, não permitindo o armazenamento de produtos diferentes; e a armazenagem aleatória, na qual qualquer localização pode acomodar mais de um produto diferente (Zhang et al., 2021).

O armazenamento dedicado e o armazenamento aleatório são dois métodos diferentes de armazenamento com base na forma como os produtos são armazenados (Zhang et al., 2021).

O armazenamento dedicado é um método em que os produtos são armazenados num local específico no armazém, estes locais são determinados pelo tipo, tamanho e peso do

produto e são utilizados apenas para esse produto. Este método é utilizado quando o produto precisa de ser facilmente acessível, tem uma elevada taxa de rotação, ou é sensível a fatores ambientais (Zhang et al., 2021).

O armazenamento aleatório é uma abordagem de armazenamento em que os artigos são mantidos em qualquer local acessível do armazém. Uma posição única não está ligada a um determinado produto, e os artigos podem ser colocadas em múltiplos locais de cada vez que chegam ao armazém. Este método é frequentemente utilizado em armazéns com um grande número de unidades de *stock* e um elevado nível de variedade de produtos. A utilização de armazenamento aleatório pode resultar numa utilização mais eficaz do espaço do armazém e em tempos de recolha de encomendas mais rápidos (Berg e Zijm, 1999).

Ambos os métodos têm vantagens e desvantagens, e o melhor método de armazenamento depende das necessidades específicas da empresa, do produto e das operações do armazém. Em armazéns de *cross-docking* ou armazéns alfandegários, o armazenamento aleatório é a melhor opção. Uma vantagem do armazenamento aleatório é a redução dos custos de armazenamento. Há menos necessidade de espaços de armazenamento específicos porque os envios podem ser mantidos em qualquer posição acessível dentro do armazém. Isto pode resultar em custos de armazenamento mais baratos e numa utilização mais eficaz da área do armazém. Além disso, o armazenamento aleatório pode ajudar a minimizar as despesas de mão-de-obra, uma vez que elimina a necessidade de pessoas dedicadas a organizar e gerir o armazém (Zhang et al., 2021).

A melhoria da precisão do *stock* é outra vantagem do armazenamento aleatório. Cada artigo tem um local distinto dentro do armazém com armazenamento aleatório. A precisão do *stock* pode ser melhorada uma vez que os produtos podem ser diretamente monitorizados e identificados utilizando um sistema de gestão de *stock*, diminuindo a possibilidade de colocação incorreta ou de perda de artigos dentro do armazém (Zhang et al., 2021).

2.2.3 Layout e Dimensionamento de um Armazém

O layout eficaz de armazéns baseia-se na relação entre as atividades que decorrem no espaço e os seus requisitos. Para a definição do layout de um armazém é necessário análises às relações de fluxo, que abrangem o movimento de bens, informação e recursos dentro de postos de trabalho e sistemas logísticos. Aquando da definição dos layouts de armazéns, tem de ser considerada a utilização total do espaço, a simplificação da movimentação de bens, garantir uma armazenagem economicamente eficiente, promover uma gestão eficiente de recursos e garantir a segurança operacional. A flexibilidade torna-se um objetivo fundamental para se adaptar às mudanças nas necessidades de armazenamento, mantendo simultaneamente um armazém organizado e seguro. Para atingir estes objetivos, torna-se

imperativo integrar princípios de gestão de armazenamento, considerando fatores como rotatividade, tamanho, características dos produtos a serem alocados e a utilização do espaço (Tompkins et al., 2010).

Alinhar o layout do armazém com objetivos específicos para a acessibilidade do material é crucial. As considerações de layout devem incluir corredores que permitem a transição entre o local de entrada e saída da carga e a alocação da mesma, visando melhorar a manobrabilidade e reduzir os tempos de deslocação. As larguras dos corredores devem ser adaptadas, proporcionando largura suficiente para operações eficientes e manobrabilidade, evitando também o desperdício desnecessário de espaço. O dimensionamento dos corredores com base nos tipos de equipamentos de movimentação é crucial para a funcionalidade ótima do armazém (Tompkins et al., 2010).

A conceção de um armazém envolve decisões críticas que englobam a estrutura do edifício e a disposição e a seleção do equipamento. As principais considerações do projeto incluem a determinação das dimensões do edifício, a localização estratégica e o dimensionamento das zonas de receção, expedição e armazenamento, e a escolha do meio de armazenamento e o meio de transporte a utilizar. Embora, teoricamente, haja muitas alternativas de layout, as considerações práticas levam à eliminação de certas opções através de uma análise das características da carga, do volume e das operações que envolvem o armazenamento (Ghiani, Laporte e Musmanno, 2004).

2.2.1 Armazém Híbrido

Um armazém híbrido tem como objetivo aumentar as eficácias produtiva e operacional ao mesmo tempo que reduz os custos e aumenta a satisfação do cliente. Na manutenção de um sistema eficiente de gestão de *stocks* recorre-se frequentemente ao princípio FIFO, e é especialmente utilizado para garantir que os produtos perecíveis sejam consumidos antes da sua data de expiração, sendo uma das questões-chave no funcionamento de um armazém híbrido. No entanto, a má comunicação entre trabalhadores, a diminuição da produtividade em tarefas como a verificação e seleção de matérias-primas, a escassez de espaço de armazenamento, e o não cumprimento do FIFO podem resultar em problemas logísticos (Freitas et al., 2019).

As organizações podem reorganizar as áreas internas e os processos de trabalho dentro de um armazém híbrido para resolver estas questões e criar um ambiente de trabalho mais produtivo e fácil de utilizar. Isto pode implicar a colocação em prática das metodologias *Lean*, que se destinam a racionalizar os procedimentos e a eliminar os resíduos. As organizações podem aumentar a produtividade global do armazém e gerir mais eficazmente o espaço e o

conteúdo, enquanto reduzem as despesas através da implementação de abordagens *Lean* (Freitas et al., 2019).

As instalações híbridas proporcionam uma série de vantagens, incluindo custos de transporte mais baixos, melhor controlo de *stock*, e maior adaptabilidade nas operações e distribuição. A disposição, capacidade e posicionamento das áreas de armazenamento, bem como o movimento de materiais e mercadorias, devem ser tidos em consideração na conceção deste tipo de instalações. A combinação de diferentes operações em instalações híbridas cria um conjunto de dificuldades logísticas, incluindo seleções para transporte, armazenamento e gestão de *stock* (Ameknassi, Aït-Kadi e Rezg, 2016).

A abordagem à conceção de armazéns tem em conta uma série de fatores, incluindo gestão de operações, conceção de *layout*, previsões de procura e equipamento para manuseamento e armazenamento de mercadorias (Baker e Canessa, 2009).

Os armazéns híbridos que combinam operações de produção e distribuição estão a tornar-se cada vez mais comuns como resultado da procura de cadeias de abastecimento que são mais adaptáveis e de resposta rápida. Com a integração de múltiplas tarefas, incluindo montagem, personalização, embalagem e rotulagem, os armazéns híbridos podem aumentar a capacidade de resposta e reduzir os prazos de entrega. As necessidades individuais de cada operação, tais como a necessidade de vários tipos de equipamento, restrições espaciais, e movimentação de material, devem ser tidas em conta na conceção de armazéns híbridos. Os armazéns híbridos necessitam de procedimentos operacionais e *layouts* mais complexos do que os armazéns típicos, pelo que é crucial planear cuidadosamente e estudar a disposição destes espaços (Baker e Canessa, 2009).

2.2.2 Armazenamento Alfandegário

Um armazém alfandegário, também conhecido como depósito aduaneiro, é uma zona de armazenagem segura onde as mercadorias importadas e as mercadorias a serem exportadas que estão a falhar algum direito aduaneiro serão guardadas, até serem exportadas ou introduzidas no mercado nacional. Um depósito aduaneiro é essencial para permitir o fluxo de produtos através das fronteiras, enquanto se cumprem os requisitos aduaneiros. O desalfandegamento é necessário para a importação ou exportação de produtos para outras países, e a logística aduaneira desempenha um papel importante neste processo. Um dos principais objetivos da logística aduaneira é reduzir as despesas nas operações de exportação e importação, assim como o trânsito através da área aduaneira (Vorona et al., 2022).

As empresas podem utilizar armazéns aduaneiros para manter temporariamente os produtos, submetê-los a processos aduaneiros relevantes e evitar o pagamento de direitos e impostos aduaneiros até que as mercadorias sejam libertadas para uso doméstico, ou seja um

armazém alfandegário é um local onde as mercadorias são guardadas antes do pagamento de direitos e impostos alfandegários (Vorona et al., 2022).

Como resultado, os armazéns aduaneiros podem ajudar as empresas a reduzir os custos, racionalizar o procedimento de desalfandegamento e assegurar o cumprimento da regulamentação, contribuindo eventualmente para o sucesso dos seus acordos comerciais com o estrangeiro. As empresas frequentemente armazenam mercadorias em armazéns alfandegários para evitar o pagamento imediato de direitos aduaneiros. Isto permite-lhes gerir melhor o seu fluxo de caixa e satisfazer a procura durante os períodos de pico sem demora. Os clientes também beneficiam da possibilidade de comprar diretamente a comerciantes em todo o mundo em vez de o fazerem através de agências, ou diretamente a partir de *websites* estrangeiros em moeda estrangeira (Vorona et al., 2022).

2.2.3 Armazém de *Buffer*

Um armazém *buffer* é uma área de armazenamento utilizada para manter temporariamente o *stock* entre diferentes fases da cadeia de abastecimento. Os armazéns *buffer* devem ser localizados estrategicamente para minimizar os prazos de entrega e os custos de transporte, tendo também em conta fatores tais como a disponibilidade de mão-de-obra qualificada e os regulamentos locais (de Koster, Le-Duc e Roodbergen, 2007; Dias, Calado e Mendonça, 2010).

As áreas de *buffer* podem ser essenciais para uma gestão eficaz do armazém durante períodos de pico de procura ou quando se manuseiam produtos sensíveis ao tempo. Nestas situações, as empresas podem utilizar áreas tampão temporárias para manter o *stock* ou gerir o fluxo de mercadorias através do armazém. Por exemplo, durante períodos de pico de procura, tais como a época de férias, pode ser criada uma área tampão temporária para assegurar o cumprimento rápido e eficiente das encomendas sem sobrecarregar o armazém e causar atrasos ou acumulações (de Koster, Le-Duc e Roodbergen, 2007).

Uma gestão eficaz da área de *buffer* requer um planeamento cuidadoso e uma melhor utilização do espaço e dos recursos. As áreas de *buffer* temporárias podem requerer recursos adicionais, tais como pessoal, equipamento e instalações de armazenamento temporário. Ao gerir eficazmente estes recursos e ao implementar técnicas de controlo de *stock*, as empresas podem reduzir o risco da cadeia de abastecimento e gerir a variabilidade, mesmo durante períodos de pico de procura ou quando manuseiam produtos sensíveis ao tempo (de Koster, Le-Duc e Roodbergen, 2007).

2.3 Processos de Importação e Exportação

Tanto os procedimentos de importação (*Inbound*) como os de exportação (*Outbound*) são componentes críticos das operações empresariais. Estes processos definem o fluxo de mercadorias, informação e comunicação entre duas partes interessadas, que incluem clientes, fornecedores e parceiros. Numa empresa que tenham instalações com *cross-docking*, o objetivo é minimizar o tempo que as mercadorias passam no armazém, reduzindo os custos e aumentando a eficiência, pelo que a integração dos processos de *inbound* e *outbound* é essencial para assegurar que a operação decorra sem problemas (Coindreau et al., 2021).

2.3.1 Operações de *Inbound*

2.3.1.1 Receção e Armazenamento

O processo de receção envolve a descarga de materiais dos veículos de transporte que chegam, os envios são verificados e classificados automaticamente pelo destino. Os envios recebidos são então consolidados conforme categorizados durante o processo de receção e seguem para serem carregados em unidades de maior dimensão para prosseguirem para o processo de *Outbound* ou, se não estiverem conformes, são armazenados numa área designada das instalações até estarem prontos para seguirem (Saez-Mas et al., 2020; Qiu e Huang, 2013).

2.3.2 Operações de *Outbound*

2.3.2.1 *Picking*

O processo de preparação de encomendas, designado por *picking*, consiste na recolha de artigos individuais das localizações de armazenamento, com o objetivo de atender a um pedido para um cliente (Silva et al., 2020).

As novas tendências nos armazéns sugerem que, por um lado, estão a aumentar as encomendas com menor quantidade de produtos, mas com uma frequência elevada, e, por outro lado, é necessário que o tempo de *picking* seja reduzido, de modo a proporcionar uma resposta rápida aos clientes e cumprir um determinado tempo de ciclo (Berghman, Kergosien e Billaut, 2023).

2.3.2.2 Expedição

O processo de atribuição de encomendas a veículos de transporte para entrega aos consumidores é referido como expedição. No processo de expedição, é crucial definir o horário disponível para o carregamento de mercadorias nos veículos que efetuarão as entregas aos

clientes, escolher os veículos apropriados e determinar a ordem de colocação dos envios em cada veículo (Çetinkaya, Mutlu, e Lee, 2006).

2.4 Metodologias *Lean*

Existem metodologias que irão ajudar a empresa a aumentar o seu desempenho e incrementar o funcionamento de forma mais eficiente. As metodologias *Lean*, como o Diagrama de *Spaghetti* e o 5S, são utilizadas para ajudar a analisar os processos, identificar ineficiências e melhorar a eficiência organizacional (Leming-Lee, Polancich e Pilon, 2019).

2.4.1 Diagrama de *Spaghetti*

O diagrama de *spaghetti* é uma metodologia que permite a visualização e compreensão das trajetórias percorridas por cargas ou operadores durante um processo específico num local de trabalho (Freitas et al., 2019). A sobreposição das linhas neste diagrama, que mostra o movimento dos trabalhadores e da carga, pode parecer, numa primeira observação, confuso, mas ajuda na análise do fluxo geral do sistema, na identificação e no destaque as lacunas de desempenho em detalhe, e a avaliar a ineficiência da configuração do local de trabalho ou do percurso (Gebeyehu, Abebe e Gochel, 2022; Senderská, Mareš e Václav, 2017).

Um diagrama de *Spaghetti* ajuda a traçar o verdadeiro caminho de como a carga flui no terminal ao longo da operação. A ferramenta baseia-se na representação visual, utilizando uma linha contínua, que traça o caminho que um envio tem de fazer, mostra a distância que a carga tem de percorrer entre a chegada e a saída ao/do terminal, e o tempo despendido no processo (Ikumapayi et al., 2020; Venkat Jayanth et al., 2020).

O diagrama capacita as empresas com os conhecimentos requeridos para conceber soluções inovadoras, como a criação de rotas mais eficazes ou a execução de uma reconfiguração da disposição dos locais. Estas intervenções são concebidas com o propósito de mitigar as distâncias percorridas durante as deslocações, culminando na definição de um conjunto de ações que permite melhorar da alocação de recursos e, por consequência, gerar uma elevada eficiência operacional. O diagrama de *spaghetti* deixa de ser apenas a representação de movimento, assumindo a forma de uma metodologia robusta, com capacidade para fomentar melhorias organizacionais mediante a introdução de fluxos de trabalho e configurações de *layout* mais produtivos (Gebeyehu, Abebe, e Gochel, 2022; Senderská, Mareš e Václav, 2017).

2.4.2 5S

O desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua, compromisso de cima para baixo e participação dos trabalhadores são essenciais para o sucesso da implementação do 5S. As organizações podem conseguir grandes ganhos em segurança, eficiência e qualidade adotando uma estratégia disciplinada e oferecendo a formação e os recursos necessários. A metodologia 5S é uma estrutura para racionalizar e organizar o local de trabalho. *Seiri* (Eliminar), *Seiton* (Organizar), *Seiso* (Limpar), *Seiketsu* (Padronizar), e *Shitsuke* (Manter) são as cinco etapas (Shahriar et al., 2022; Mane e Jayadeva, 2015).

O objetivo da primeira fase, *Seiri*, é examinar cada item por estação de trabalho, retirar tudo o que não é utilizado, e manter exatamente o que é necessário. Isto diminui a probabilidade para erros durante as operações (Shahriar et al., 2022; Mane e Jayadeva, 2015).

A segunda fase, *Seiton*, implica organizar os objetos relevantes no espaço de trabalho de modo que possam ser rapidamente encontrados e acessíveis, poupando tempo gasto à procura do item certo. Tudo deve ser identificado, rotulado, e dividido em categorias com base na sua família ou objetivo para o conseguir (Shahriar et al., 2022; Mane e Jayadeva, 2015).

A terceira fase, *Seiso*, implica uma limpeza constante do ambiente de trabalho para assegurar um produto de maior qualidade, diminuir a probabilidade de falhas devido à sujidade, e limitar a probabilidade de acidentes de trabalho. Isto é feito depois de se livrar de itens desnecessários e organizar o posto de trabalho (Shahriar et al., 2022; Mane e Jayadeva, 2015).

A quarta fase, *Seiketsu*, serve para assegurar uniformidade na disposição das áreas de trabalho e tarefas executadas, e requer a criação de normas e procedimentos padrão. Estes requisitos têm de ser claros e explícitos (Shahriar et al., 2022; Mane e Jayadeva, 2015).

Na quinta fase, o *Seiketsuke*, os trabalhadores devem ter automatizado os processos criados nas fases anteriores e implementá-los adequadamente ao longo do tempo. Isto garante que as atividades são realizadas à medida que necessitam de ser realizadas, aumentando a produtividade e eficiência (Shahriar et al., 2022; Mane e Jayadeva, 2015).

2.5 Síntese

O capítulo aborda os conceitos fundamentais da logística, a gestão do armazenamento, os processos de importação e exportação e as várias metodologias que contribuem para a eficácia das operações comerciais.

A gestão do espaço de armazenamento é destacada, introduzindo o Sistema de Gestão de Armazenamento como uma ferramenta para controlar e utilizar o espaço de forma eficaz.

Vários métodos de armazenamento são analisados, incluindo a estratégia de armazenamento híbrido, armazenamento alfandegário e armazém de buffer.

O capítulo também apresenta uma visão geral dos processos de importação e exportação, abordando as operações de entrada e saída de carga do país, incluindo os procedimentos de recepção, inspeção e preparação para expedição.

Por fim, são introduzidas duas metodologias para a dissertação: o Diagrama de *Spaghetti*, que mapeia o fluxo de carga e identifica ineficiências, e o 5S, que visa melhorar a eficiência e organização no local de trabalho.

Em suma, este capítulo estabelece uma sólida base para a compreensão dos tópicos a serem explorados na dissertação, contribuindo para a melhoria dos processos logísticos e de armazenamento.

DA RECEÇÃO DA CARGA À ALOCAÇÃO NO ARMAZÉM: DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Neste capítulo, começa-se por contextualizar o estudo de caso, destacando necessidade de expandir o terminal de carga. Apresenta-se a capacidade atual do terminal, as diferentes áreas e o tamanho da carga estabelecendo assim os fundamentos para uma análise detalhada.

Segue-se os processos de receção e expedição da carga no terminal de carga e faz-se uma análise do armazenamento da carga nos depósitos alfandegários e não alfandegários, desenvolvidos para suportar a dissertação.

3.1 Situação Atual

A DHL *Express* tem vindo a aumentar anualmente o volume de envios que movimenta, o que, face ao reduzido espaço destinado ao armazenamento de carga de que dispõe atualmente, constitui um problema ao nível logístico.

Um dos critérios para o dimensionamento de uma operação logística é o seu alinhamento com o plano de negócios, neste caso definido para os próximos dez anos, a partir da conclusão da obra. A expansão do espaço de armazenagem terá de dar suporte à atividade durante pelo menos nos próximos 10 anos, com um crescimento esperado de volumes de cerca de 10% por ano, portanto o novo armazém estará sobredimensionado numa primeira fase, mas estará preparado para cumprir os objetivos estabelecidos pela empresa.

A carga movimentada e armazenada é constituída por envios internacionais (comunitários e extracomunitários), que são sujeitos a um transporte expresso via aérea.

3.1.1 *Layout* do Terminal de Carga

O atual terminal de carga da DHL *Express* do Aeroporto Francisco Sá Carneiro está dividido em oito áreas operacionais, Figura 3.1:

- i. Área de *Linehaul* / Injeção Direta
- ii. Área dos *Fingers* de *Pick-up and Delivery* (PUD)
- iii. Área de 2nd stop
- iv. Área de DG's / Inspeção manual
- v. Área de Exceção
- vi. Área de Depósitos Aduaneiros e Não Aduaneiros
- vii. Área de Carga e Descarga de *Dollies*
- viii. Área de Carga e Descarga de *Unit Load Devices* - dispositivo de carga unitária (ULDs)

O atual terminal tem ainda 2 Raio-X para carga *conveyable* (COY), com uma cinta mecanizada com um equipamento de pesagem e dimensionamento incrustada, e tem a capacidade para descarregar 6 veículos pesados e 60 cais para carrinhas dividido por 2 *fingers* de PUD, e 4 cais adicionais para paragem de 2nd stop de carrinhas.

Os veículos pesados são descarregados na área de *Linehaul* / Injeção direta, isto porque descarregam aí os camiões de *Linehaul* que trazem carga reencaminhada diretamente de outros centros da DHL, ou pode ser camiões de Injeção direta, que descarregam carga entregue por grandes clientes diretamente no terminal.

As carrinhas são descarregadas e carregadas diretamente pelos estafetas nos *fingers* de PUD - Tapete transportador, onde é depositada a carga a ser colocada numa carrinha ou vinda de uma carrinha, se se tratar de importação ou exportação, respetivamente. Apenas as carrinhas que transportam mercadorias perigosas é que terão de fazer uma paragem adicional na área de 2nd stop.

A área de exceção serve para envios que não estão conformes e precisam de alguma correção, que pode ser confirmação de documentação, retificação do embalamento ou uma inspeção física.

A zona do armazém que serve para armazenar temporariamente envios importados ou a serem exportados, antes de terem autorização da alfandega para entrar/sair do país, é designada por depósitos aduaneiros - nesta zona de armazenagem as entidades aduaneiras podem controlar e monitorizar os envios, e estes irão permanecer nos depósitos até terem autorização da alfandega ou para seguirem caminho ou para serem eliminados.

Depósito não aduaneiro é também uma zona de armazenamento temporário, mas para envios que não ficam no terminal por razões fiscais ou aduaneiras, geralmente para envios que aguardam distribuição.

O terminal conta ainda com um Raio-X extra e uma balança para envios *Non-Conveyable* (NCY), para o rastreio e verificação de carga de maiores dimensões.

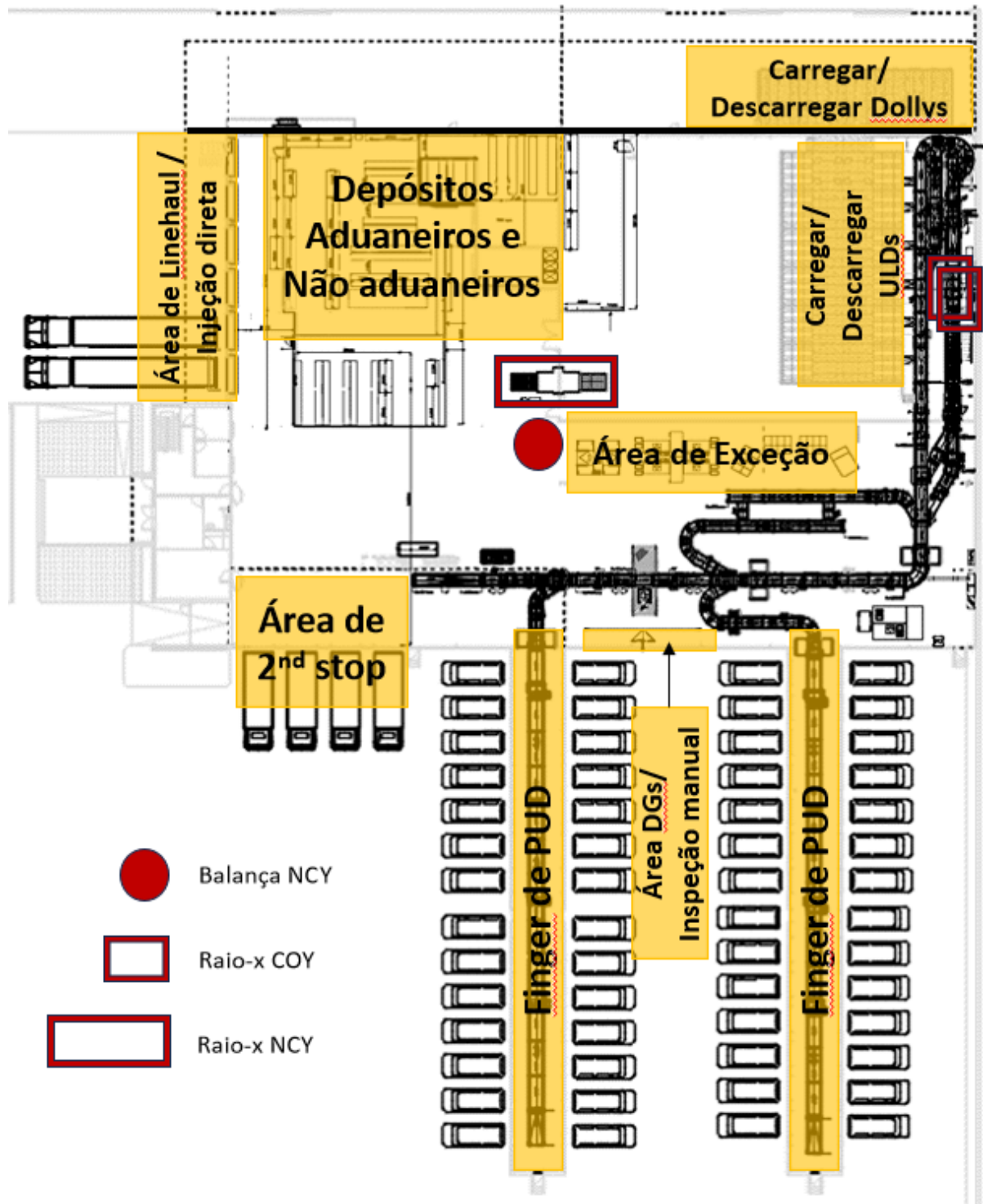


Figura 3.1: Áreas Operacionais do Terminal de Carga

Dentro do terminal de carga, existe ainda a área de carregamento e descarga de *Unit Load Devices* (ULDs), dedicadas à contentorização de dispositivos de carga unitária. Os ULDs são contentores utilizados no setor da aviação para transportar carga em aviões e carregamento da carga nos veículos correspondentes para o seu destino final.

A deslocação dos ULDs entre o terminal de carga e o avião é feita através de *dollies*. Os *dollies* são equipamentos especializados e utilizados para transportar ULDs, constituídos por uma plataforma com rodas e um mecanismo de reboque.

As áreas dedicadas aos ULDs e aos *dollies* têm um pavimento de *castor decks*, plataformas especializadas equipadas com rolamentos, e permitem uma fácil manobrabilidade e transporte de ULDs dentro do terminal, Figura 3.2.



Figura 3.2: (a) ULD; (b) Dolly; (c) Castor decks

3.1.2 Expansão do Terminal de Carga

O terminal de carga atualmente usado pela DHL encontra-se lotado e a falta de espaço provoca a acumulação de carga - que aguarda um novo ciclo de processos - em zonas de passagem de pessoas e de equipamentos, o que prejudica a realização das atividades de processamento de carga que decorrem dentro do terminal.

O atual terminal de carga está implantado em 2 lotes de terreno com 11 700 m², com acesso direto à pista do aeroporto e neles a DHL realiza os processos ligados ao *handling* da carga aérea; possui 3 316 m² de área operacional, dedicada ao processamento de carga, e 559 m² de área social e administrativa.

Face às restrições de espaço, a DHL decidiu expandir o terminal de carga para um lote adjacente ao atualmente ocupado pela DHL, com uma área de 6 435 m², passando a dispor de uma área de terreno de 18 135 m². A área operacional passará a ser de 8 367 m² (com um mezanino operacional) e de 1 566 m² de áreas sociais e administrativas.

A nível de cais de carga de viaturas de distribuição, pretende-se incrementar de imediato em 30 posições e no decorrer do projeto em mais 30 posições, constituindo um total de

125 posições de carga para distribuição, e 6 posições para carga e descarga de veículos pesados, fazendo ligação a outros terminais de distribuição no país.

Na Figura 3.3, é apresentada uma vista aérea da área de terreno onde o terminal de carga está instalado, bem como os seus limites circundantes. O facto do lote adjacente se encontrar disponível, facilita a expansão do armazém.

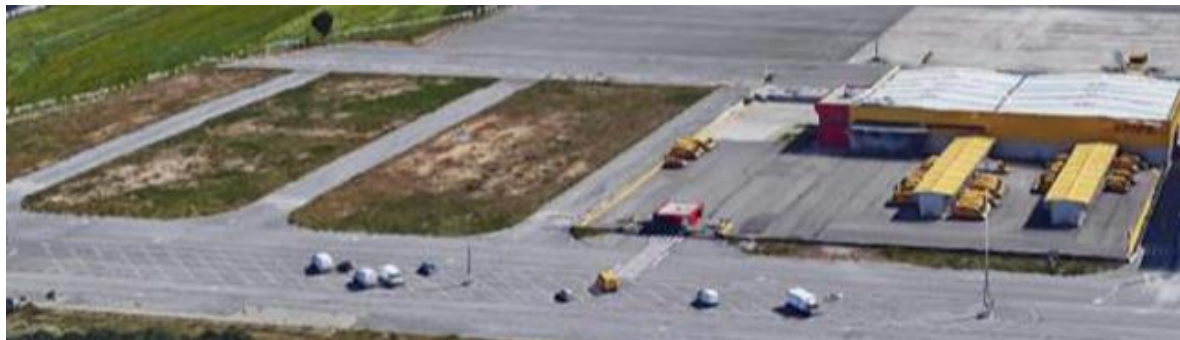


Figura 3.3: Vista aérea do terminal de carga atual da DHL Express e dos terrenos adjacentes

O negócio *core* da DHL Express tem como base operações num terminal de *cross-docking*, um sistema que praticamente elimina a necessidade de manter a carga armazenada. A carga ao chegar ao armazém é preparada para envio imediato e segue o princípio FIFO - sendo normalmente carregada em camiões e carrinhas, envios que foram importados, ou aviões, envios a serem exportados, por ordem de chegada.

No terminal transita carga que entra e sai do país, e que tem de ser fiscalizada pela entidade aduaneira para proteger os interesses estatais de cada país.

Todas as mercadorias de importação ou exportação têm de ser declaradas às autoridades aduaneiras, e por vezes ficam retidas na alfândega por falta de documentos ou pagamentos. Apenas quando a carga tem tudo clarificado é que poderá ser desalfandegado e posteriormente entregue. As alfândegas desempenham, pois, um papel importante no desalfandegamento de carga que entra no país, garantindo que as leis e os regulamentos desse país são cumpridos e, quando aplicável, que são cobrados os direitos e as taxas aplicáveis.

O processo de desalfandegamento no país destinatário pode ser moroso e como tal tem de haver depósitos alfandegários no terminal devidamente protegidos onde o envio é mantido até ter autorização de saída.

No terminal de carga há uma área reservada de 503 m² que se destina aos depósitos: A carga importada sem despacho alfandegário ou sem declaração de saída, está guardada no Armazém de Depósito Temporário (ADT) com 402 m² de área. A carga exportada sem despacho alfandegário ou sem declaração de saída é guardada no Armazém de Exportação (AEX) com 101 m² de área.

O ADT é o depósito aduaneiro para armazenamento temporário para carga importada, mas que ou não tem a documentação necessária ou está associada a uma dívida que aguarda

pagamento. O AEX é o depósito aduaneiro para armazenamento temporário para carga exportada, mas que ou não tem a documentação necessária ou está associada a uma dívida que aguarda pagamento.

A zona de armazenamento de carga tem 523 m² de área. Além dos depósitos alfandegários, há uma área destinada à carga que não pode ser entregue ao cliente por razões externas à entidade aduaneira, o HIC, com 20 m² de área, como por exemplo no caso de o destinatário adiar a entrega por não estar no endereço ou por falta do endereço correto nos detalhes do envio. A planta da zona de armazenamento é apresentada na Figura 3.4.

O espaço disponível para depósitos não é suficiente para a carga que é processada no terminal, que aumentou proporcionalmente ao aumento do volume de negócios dos últimos anos. Como consequência, existem corredores interditos por carga, que aguarda desalfandegamento ou processamento para sair, por ter falta de documentos ou de informação para poder ser entregue ao destinatário. Devido a esta falta de espaço, os envios que ficam no exterior dos depósitos são envios que estão a aguardar o próximo ciclo operacional.

3.2 Processos de Receção/Expedição de Carga

Os processos de entrada e saída de carga no terminal ocorrem diariamente e seguem um procedimento padrão que se descreve em seguida.

3.2.1 Operação de *Inbound*

A operação de *Inbound* consiste na receção e triagem da carga que chega ao terminal, dentro de ULD's. A saída de carga que teve origem em países extracomunitários só pode seguir até ao destinatário final após autorização de saída por parte da alfandega, Figura 3.5.

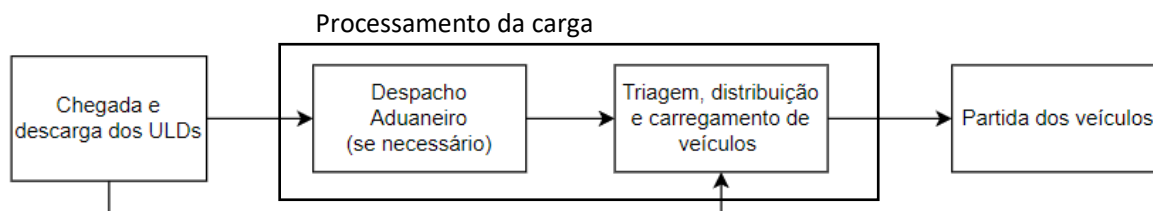


Figura 3.4: Processo de *Inbound*

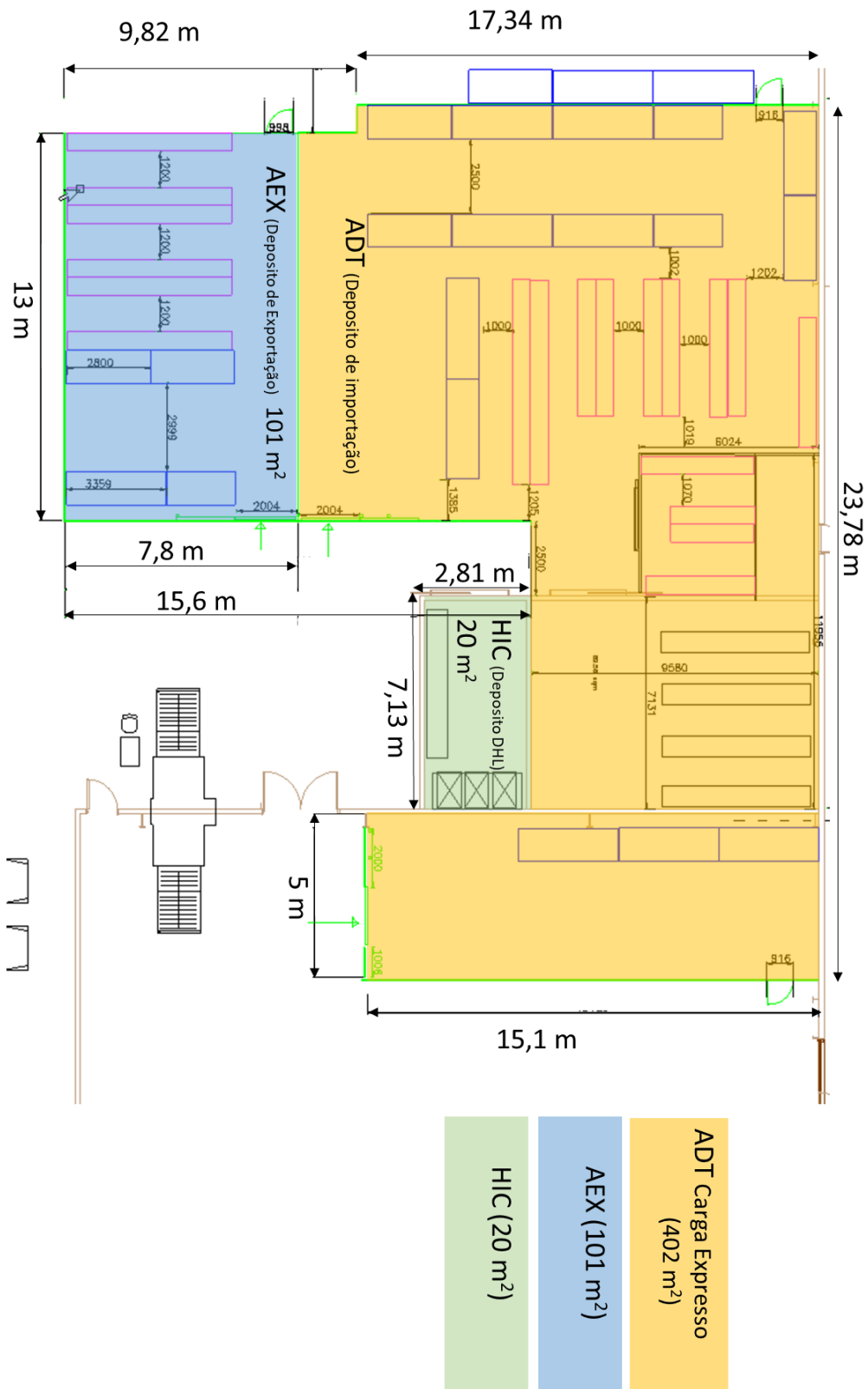


Figura 3.5: Planta da zona de armazenamento

3.2.1.1 Chegada e Descarga dos ULDs

A primeira etapa do Processo de *Inbound* de um envio *conveyable* (COY), envio com uma dimensão que permite o transporte via tapete mecânico, está apresentada na Figura 3.6.

O avião quando chega à rampa, plataforma onde os aviões estacionam, é descarregado pelos operadores, que descarregam os ULDs, que carregam a carga a ser importada, com os elevadores de carga dos aviões para os *dollies*, que os encaminham para os *castor decks* exteriores do terminal de carga.

De seguida, os operadores registam no sistema a chegada do ULD ao terminal de carga, e arrastam os ULDs pelos *castor decks* desde o exterior do terminal até à zona interior onde são descarregados, para que a carga que transportam possa ser triada. A carga descarregada se tiver dimensão reduzida é colocada em *totebins*, caso contrário a carga é colocada diretamente no tapete mecanizado.

Quando os ULDs estão vazios, os operadores removem cintas e dispositivos de carga que permitem a imobilidade da carga durante o voo, e encaminham-nos para o exterior, para que aí fiquem armazenados.

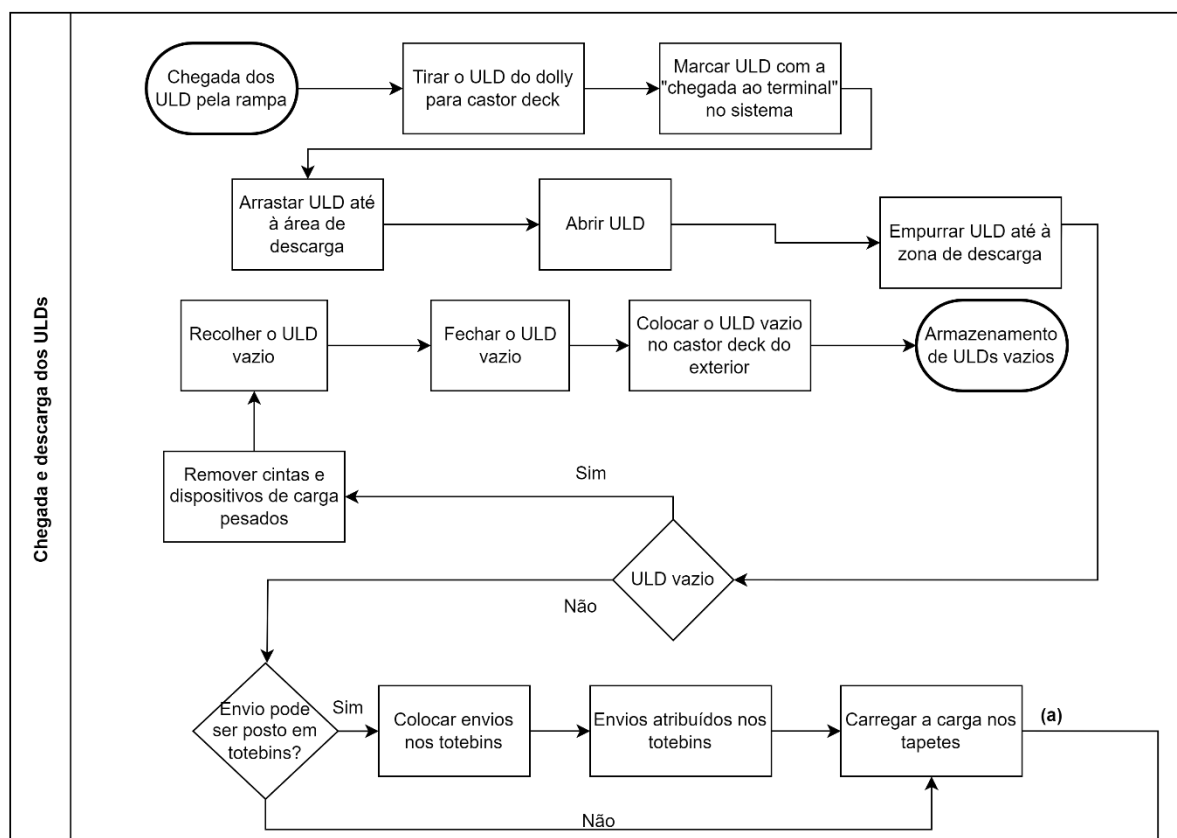


Figura 3.6: Processo de *Inbound* - Chegada e descarga dos ULDs

3.2.1.2 Processamento da Carga

Após a descarga dos ULDs, os envios passam por um processo de triagem automática, designado *Sort* automático, esquematizada na Figura 3.7.

O *Sort* automático permite que a carga siga o fluxo da cinta, que os encaminhará automaticamente para o *finger* de PUD (*Pick-up and Delivery finger*) respetivo, onde será carregada na carrinha de PUD respetiva, ou para a área de *Linehaul* (LH), onde será carregada num camião.

No entanto, em casos de carga de exceção, o sistema interno associado à cinta permite a reorientação destes envios para a área de exceção. As razões pelas quais um envio é enviado para a área de exceção, são as seguintes:

- i. A carga necessita de uma inspeção física, por um alerta gerado no país de origem ou na documentação;
- ii. A carga é considerada um *Dangerous Goods* (DG) - um envio identificado como mercadoria perigosa e tem de ser inspecionado novamente antes de seguir a rota de destino;
- iii. A carga provém de um país extracomunitário - WPX - e ainda não tem autorização de saída do terminal pela alfandega.
- iv. A carga que ficou com informação errada associada, que tem de ser corrigida, antes de continuar o percurso.

No caso de a carga não ter autorização para sair do terminal, mas está desalfandegada, terá de ser encaminhada para o armazém HIC, que retém envios desalfandegados, mas que por várias razões não pode sair do terminal.

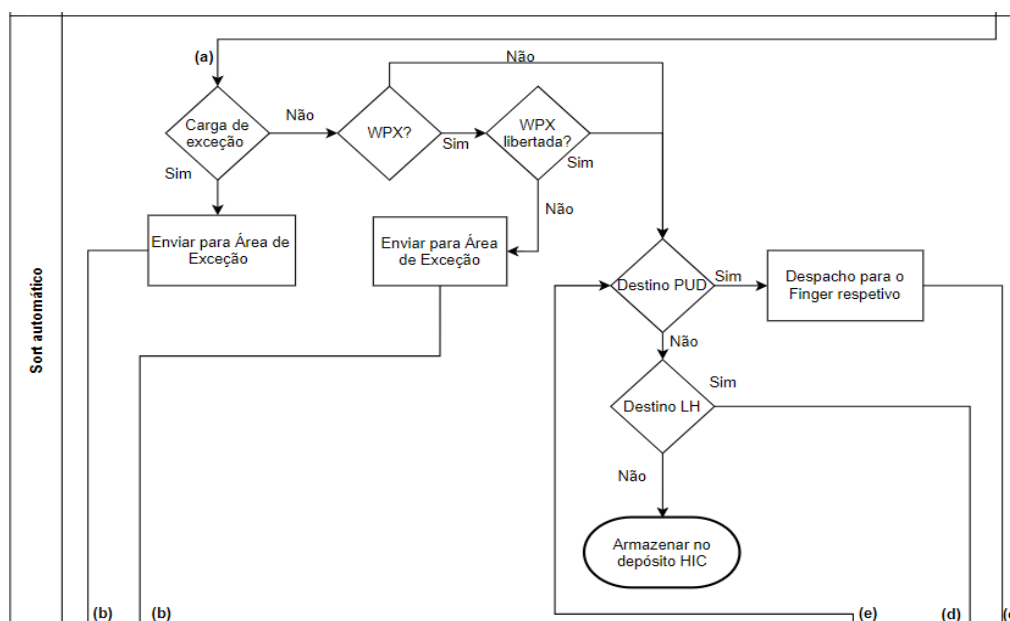


Figura 3.7: Processo de *Inbound* - *Sort* automático

3.2.1.3 Partida dos veículos

Os envios com autorização de saída por parte da alfandega, são levantados dos depósitos e levados para a área de exceção antes do início da operação de *Inbound*. Na área de exceção após confirmação que a carga pode seguir para o destino e se de facto não houve um erro com nenhum levantamento nos depósitos, é colocada na cinta para seguir o percurso.

Os envios, que vão parar à área de exceção nesta operação, são inspecionados, retificados e há a confirmação de documentação de envios já desalfandegados. Seguidamente, há comunicação com a alfandega dos envios WPX que vão sendo desalfandegados durante a operação, para garantir que o menor número de envios fique no terminal.

Com autorização de saída da carga por parte da alfandega e dos operadores que fazem as inspeções e com análise de documentação, esta pode ser carregada na cinta.

Se na verificação a carga não tiver autorização de saída, por falta de aprovação alfandegária, é encaminhada para o armazém de depósito temporário - ADT - zona de armazenamento de carga importada e sem autorização de saída por parte da entidade aduaneira.

O processo geral da área de exceção está representado no esquema da Figura 3.8.

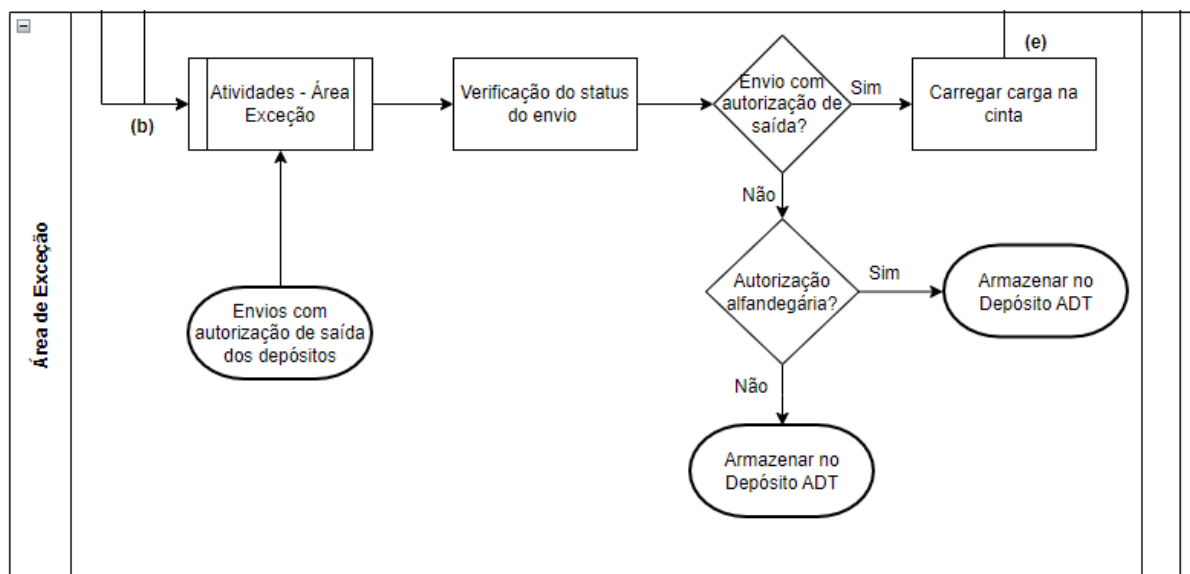


Figura 3.8: Processo de *Inbound* - Área de Exceção

A carga que foi encaminhada pelo PUD *finger* terá de ser recolhida pelo estafeta. Cada estafeta tem um número de códigos postais atribuídos e terá de confirmar que tem a totalidade da carga associada à rota percorrida por ele. Se algum envio tem a identificação de DG, terá de ser o último envio a ser colocado na carrinha e o primeiro a sair, seguindo a metodologia LIFO (*Last In, First Out*), e vai estar contemplado na rota atribuída ao estafeta.

O estafeta da carrinha e o motorista do camião após a confirmação da rota e recolher algum documento que possa ser pertinente para o dia, pode sair do terminal para entregar a carga. A partida da carga de PUD *finger* e de *Linehaul* está representada na Figura 3.9.

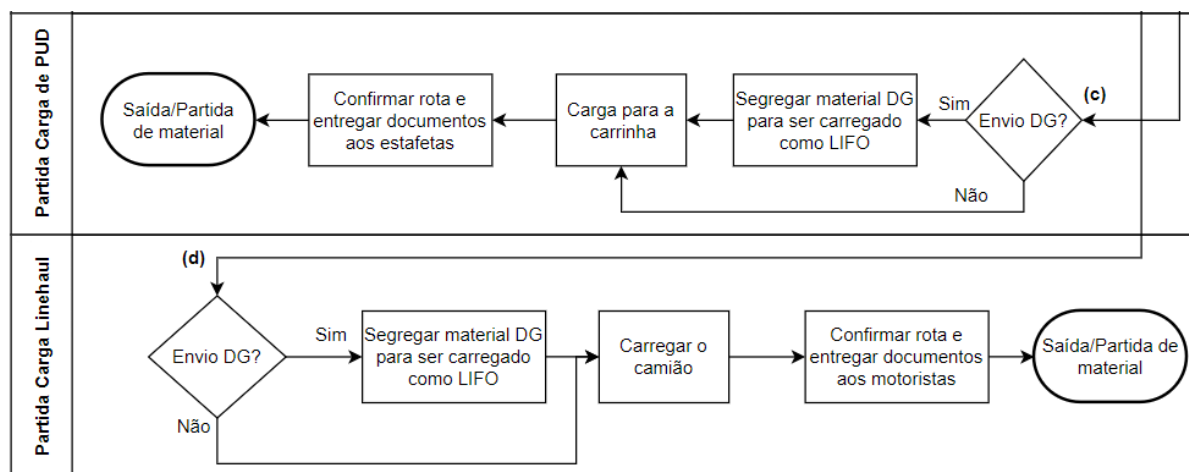


Figura 3.9: Processo de *Inbound* - Partida da Carga

3.2.1.4 *Inbound* de *Non-Conveyable*

A carga de maior dimensão, isto é carga que tem mais de 120 cm ou mais de 30kg, e que, portanto, não pode ser transportada na cinta, NCY (*non-conveyable*), tem de passar pelos mesmos processos que os envios COY, mas é transportada por empilhadores. É de notar que este tipo de carga não é o foco do negócio da empresa, pelo que a percentagem de NCYs faz com que seja possível conciliar o movimento da carga NCY e a operação diária de COY.

3.2.2 Operação de *Outbound*

A operação de *Outbound* consiste na validação e processamento de toda a carga recebida nos centros da DHL, contentorização e carregamento das expedições. Este processo inclui a digitalização de guias de transporte, a pesagem, a inspeção e as verificações específicas do envio, Figura 3.10.

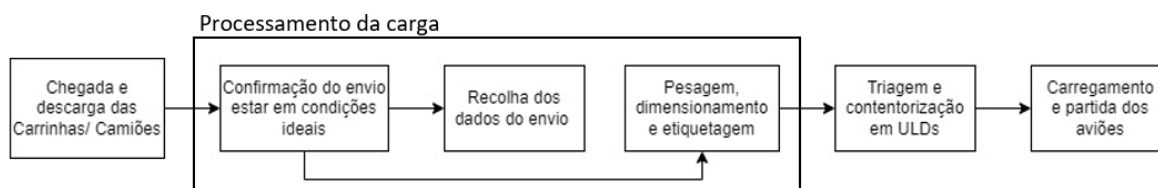


Figura 3.10: Processo de *Outbound*

3.2.2.1 Chegada e Descarga das Carrinhas/Camiões

Os estafetas após a distribuição da carga de *Outbound*, recolhem os envios dos diferentes pontos de recolha e transportam-nos até ao terminal, o processo da descarga destes envios está descrito na Figura 3.11.

Os estafetas que têm carga DG, têm de parar primeiramente na área de *2nd stop*, esta paragem destina-se à descarga de apenas envios DG para uma gaiola onde aguardarão a inspeção por um operador.

Os estafetas que não têm carga DG ou que já deixaram na área de *2nd stop*, irão descarregar os restantes envios no PUD *finger*. A carga retirada é colocada diretamente no tapete mecanizado, a não ser que sejam envios que têm necessidade de serem novamente etiquetados ou *flyers*, os envios mais pequenos, são aglomerados em sacos, que são transportados em *totebins* nos tapetes até à área de exceção.

Além da chegada de carrinhas, chegam ao terminal camiões de *Linehaul* e de injeção direta - processo de descarga representada na Figura 3.12.

Camiões de Injeção direta descarregam carga entregue por grandes clientes diretamente no terminal, não é recolhido por membros da DHL. Camiões de *Linehaul* trazem carga reencaminhada diretamente de outros centros da DHL.

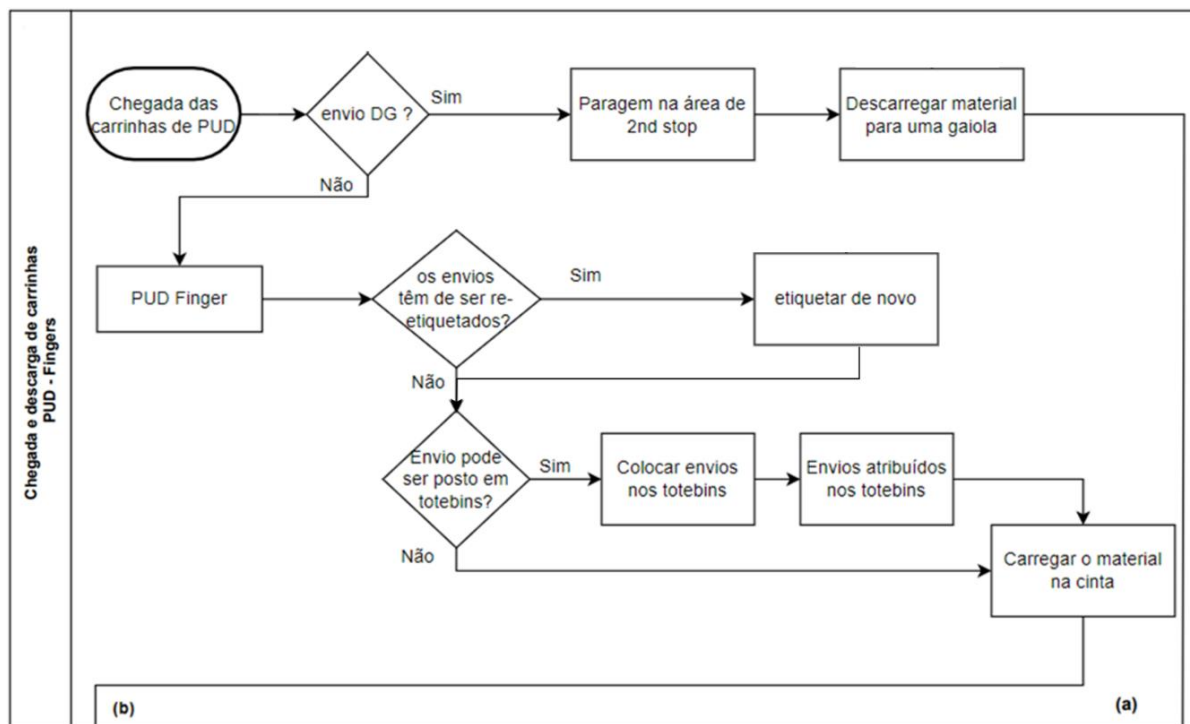


Figura 3.11: Processo de *Outbound* - Chegada e Descarga das Carrinhas de PUD

A carga DG deve ser retirada primeiramente para ser revista e inspecionada, no entanto se esta carga provir de outros centros DHL, poderá já ter sido previamente revista e inspecionada, que nesse caso pode seguir o fluxo normal da carga.

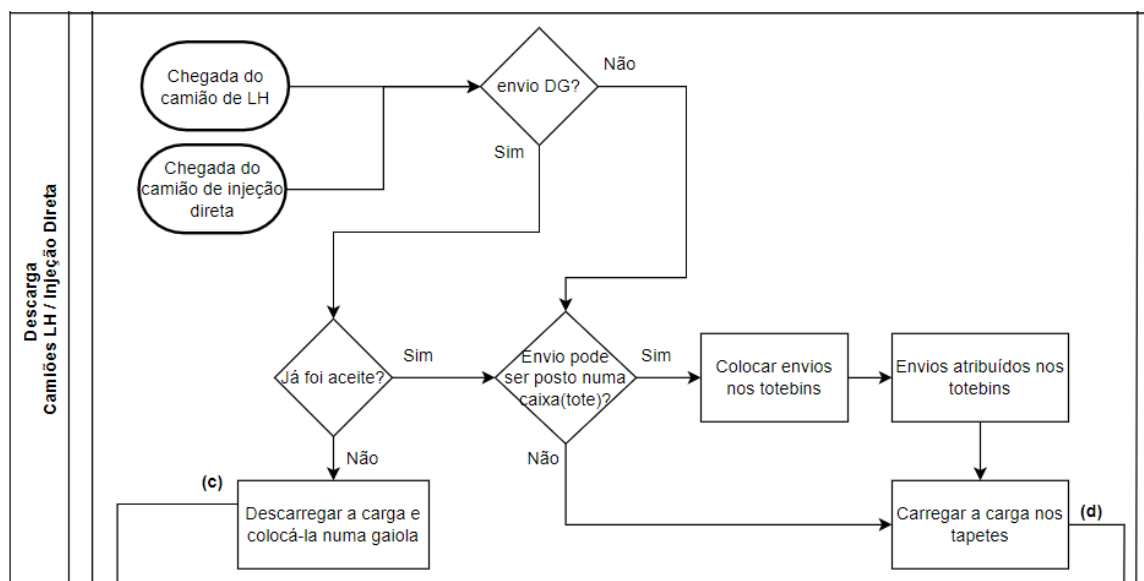


Figura 3.12: Processo de Outbound - Chegada e Descarga de camiões

3.2.2.2 Processamento da Carga

O processamento de carga DG é feito na área de DGs, e trata-se da verificação de cada envio considerado mercadoria perigosa. O processo na área de DGs inclui a verificação e inspeção do envio, e o cumprimento dos da DHL e quaisquer regulamentos locais aplicáveis, Figura 3.13.

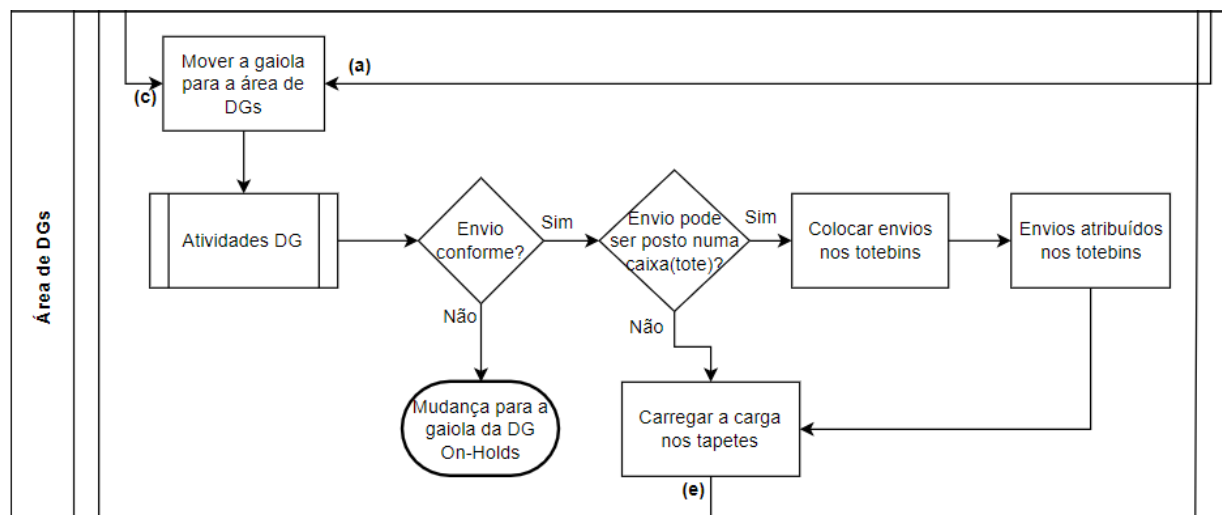


Figura 3.13: Processo de Outbound - Área de DGs

Os envios COY que vêm dos camiões, carrinhas de PUD e os envios conformes da área de DGs, são carregados na cinta para serem triados, seguindo o processo da Figura 3.14.

Um envio será encaminhado automaticamente pela cinta, no entanto caso seja um envio WPX (que irá para países extracomunitários) e que ainda não tenha documentação carregada no sistema, o operador tem de fazer o levantamento dos dados na área de exceção. A falta de autorização de saída do terminal por parte da alfandega, ou algum erro na informação associada também encaminhará o envio para a área de exceção.

A carga que segue o fluxo normal, passa pelo equipamento de pesagem e dimensionamento dos envios, que está incrustado na cinta, este equipamento também permite a leitura da carta de porte do envio pelo que a informação é automaticamente colocada ou atualizada em sistema. Pela cinta, os envios seguem para inspeção nos Raio-X, que se estiver conforme segue para a área de carregamento de ULDs, e caso não esteja, é retirado pelos seguranças que supervisionam a passagem da carga pelo Raio-X, e encaminham-nos para a área de inspeção manual.

Os envios com autorização de saída por parte da alfandega, são levantados dos depósitos e levados para a área de exceção antes do início da operação de Outbound. Na área de exceção, após confirmação que a carga pode seguir para o destino, e se de facto não houve um erro com nenhum levantamento nos depósitos, é colocada na cinta para seguir o percurso.

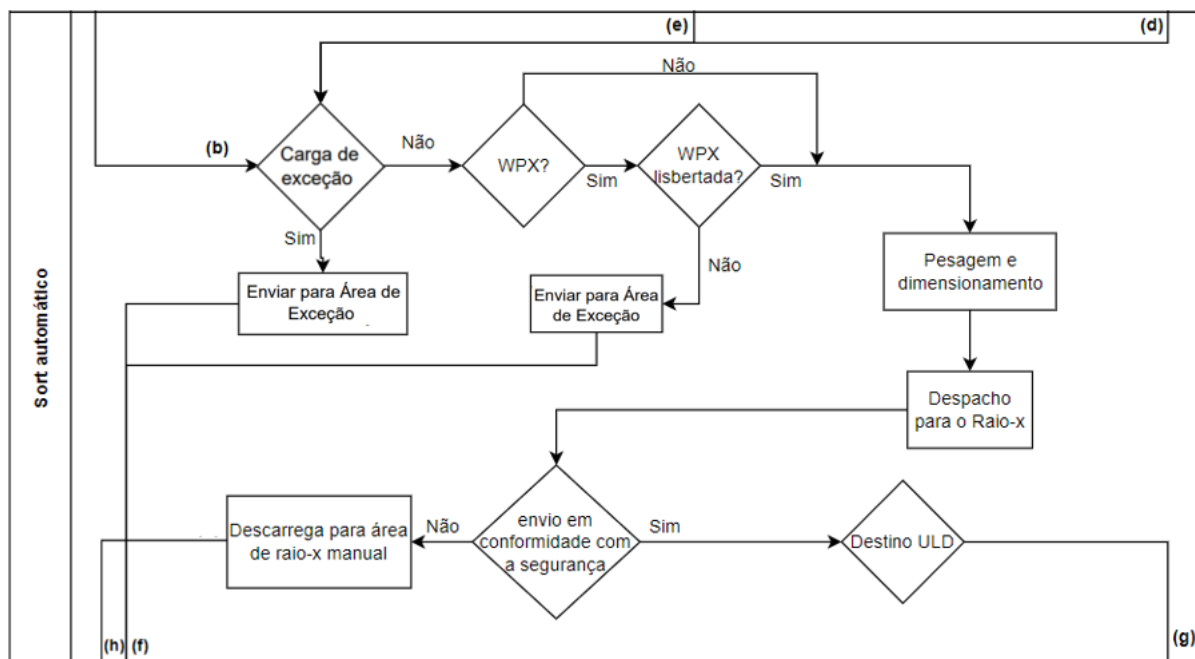


Figura 3.14: Processo de *Outbound - Sort Automático*

Os envios que foram parar à área de exceção neste ciclo operacional, são envios que não têm informação ou a totalidade dela no sistema, e é necessário a recolha de dados do envio, pelo que será feita a digitalização da fatura e da carta de porte associada aos mesmos.

Se houver carga que tenha informação em discordância com o sistema, esta também será desviada para a área de exceção a fim de ser corrigida.

Os operadores estão em constante comunicação com a alfandega para que os envios WPX que vão sendo desalfandegados durante a operação, consigam seguir o fluxo, com o objetivo de evitar que um número elevado de envios fique no terminal.

Se na verificação o envio não tiver autorização de saída, por falta de aprovação alfandegária, este será encaminhado para o armazém de exportação - AEX - zona de armazenamento de carga exportada e sem autorização de saída por parte da entidade aduaneira.

No caso de o envio não ter autorização para sair do terminal, mas é um envio que está desalfandegado, este será encaminhado para o armazém HIC, que retém envios que tem aprovação por parte da entidade aduaneira, mas que por variadas razões não pode sair do terminal durante a operação. A Área de Exceção está resumida na Figura 3.15.

A carga que foi colocada na cinta e em que a inspeção do Raio-X não deu resultados negativos evidentes, é retirada e encaminhada para a área de inspeção manual por um segurança. Se o embarque do envio for aprovado após a inspeção, este será colocado novamente na cinta e seguirá o fluxo normal da carga, se não terá de ficar guardado na gaiola de segurança. O processo de atividades necessárias da carga que foi sinalizada ao ser inspecionada pelo Raio-X é descrito na Figura 3.16.

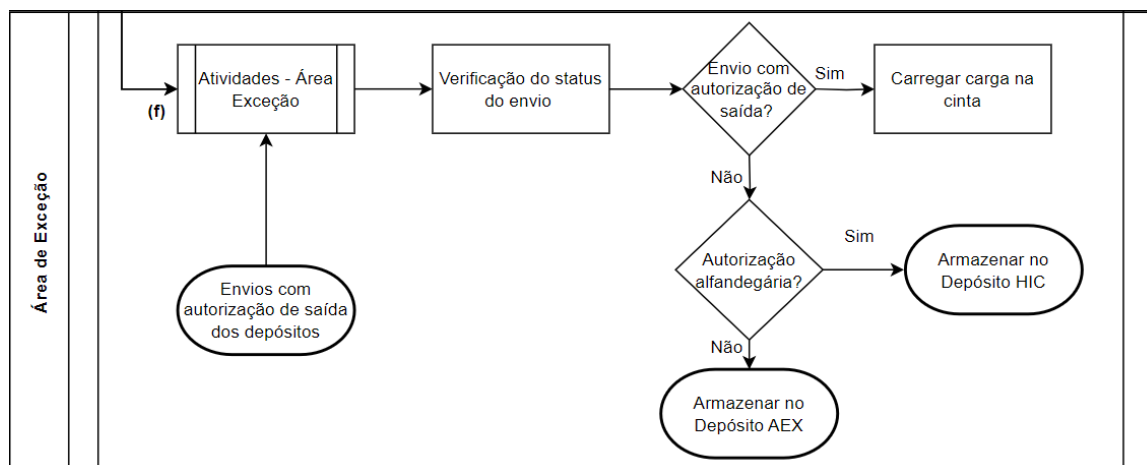


Figura 3.15: Processo de *Outbound* - Área de Exceção

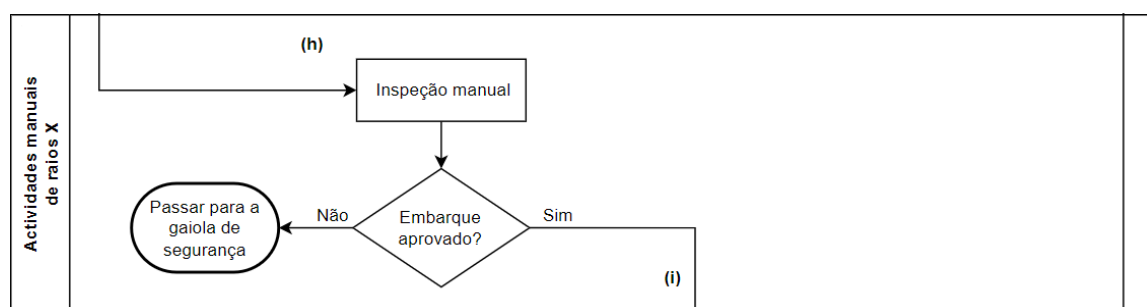


Figura 3.16: Processo de *Outbound* - Atividades manuais de Raio-X

3.2.2.3 Contentorização da Carga em ULDs e Carregamento do avião

A colocação dos envios nos ULDs será feita de acordo com o país a que se destinam, quando o ULD fica cheio, fixam-se as correias que se encontram dentro dos ULDs para imobilizar a carga durante o voo. Se algum envio tiver a identificação de DG, terá de ser o último envio a ser colocado no ULD e o primeiro a sair, seguindo a metodologia LIFO (*Last In, First Out*), e vai estar contemplado na etiqueta atribuída ao ULD. O ULD cheio será removido da área de carregamento, para que outro ULD - vazio - possa ser colocado nesse lugar e ser preenchido com carga. O ULD cheio é depois fechado e movido pelo *castor deck* até à balança de ULD (incrustada em dois dos *castor decks*). O resultado dessa pesagem ficará automaticamente em sistema, que depois irá ser essencial para o carregamento do avião. Os

operadores colocam a etiqueta no ULD acerca da carga que transportam, os ULDs são movidos para o lado exterior do edifício e são empurrados até aos *dolllys*, que encaminham até à rampa - plataforma onde o avião aguarda o seu carregamento. Com o avião ou aviões carregados, dá-se a saída da carga do terminal.

Esta última fase de exportação de carga está esquematizada na Figura 3.17.

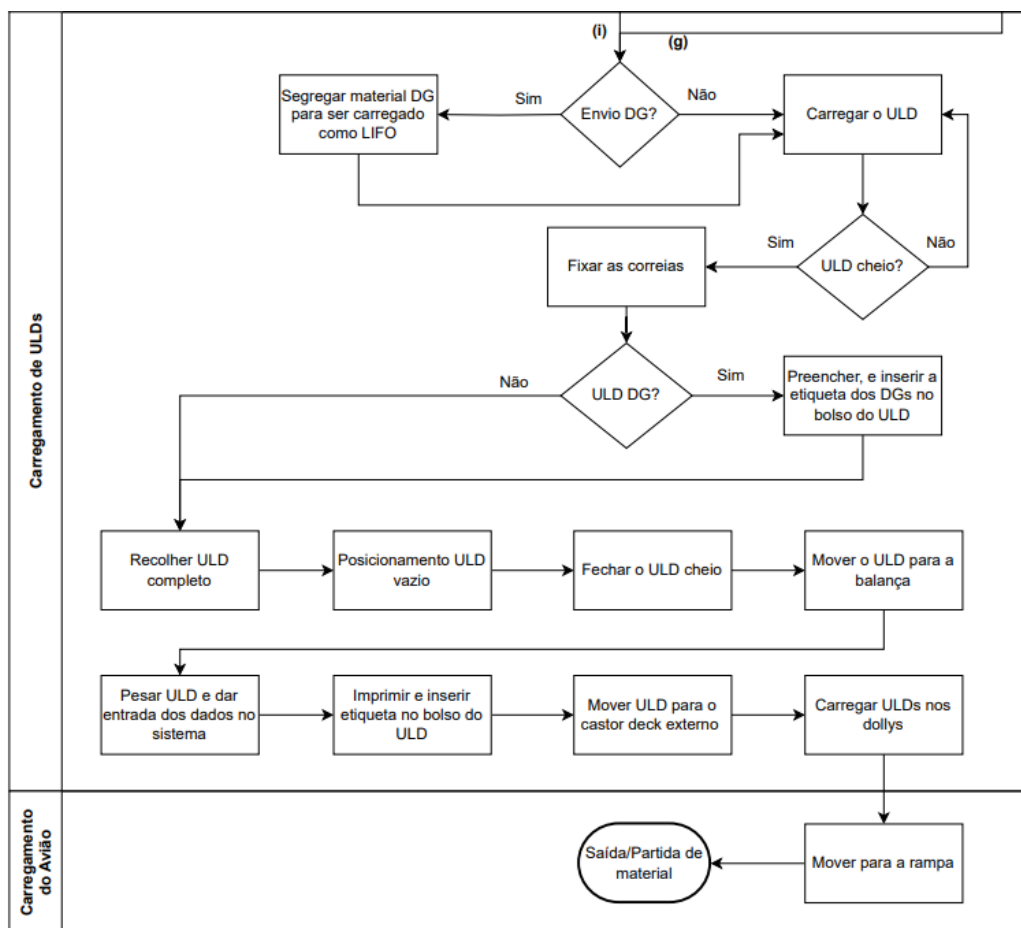


Figura 3.17: Processo de *Outbound* - Carregamento de ULDs e dos Aviões

3.2.2.4 *Outbound* para NCY

Os camiões que chegam com carga NCY, são descarregados com o auxílio de um empilhador, que os leva diretamente para a área de rastreio de envios com maior dimensão, e se tudo estiver conforme é colocado diretamente no ULD correspondente ao destino do envio, senão é guardado no HIC, no caso de estar desalfandegado ou no AEX, caso ainda não tenha autorização de saída do terminal por parte da entidade aduaneira. Se houver algum envio com exceção, um operador faz as atividades da área de exceção, junto a esta carga.

3.2.3 Depósitos Alfandegários e Não-alfandegários

3.2.3.1 Produtos que Passam pelo Processo de Armazenamento

A informação sobre o envio é necessária para que este possa passar pelo processo de triagem no processamento da carga sem nenhum alerta. Contudo, se a informação não puder ser obtida na operação do dia (ou for insuficiente), o envio deve ser encaminhado para a área designada - depósitos - e deve ser iniciado um rastreio de origem para obter as informações em falta.

Os envios que passam pelos depósitos aduaneiros podem ser classificados em 3 categorias:

- i. **Exceção de Desobstrução:** O envio não pode ser desalfandegado ao abrigo da regulamentação aplicável, por exemplo, devido à falta de informação ou documentação alfandegária adicional ou requisitos que não podem ser criados sem a assistência legal mandatada pelos expedidores/importadores.
- ii. **Exceção de Saída:** O envio não deixou um local de origem devido a uma discrepância com o conteúdo e/ou documentação ou o destino do envio não é servido pela DHL *Express*.
- iii. **Exceção Inaceitável:** O envio é identificado por conter contrabando ou mercadorias ilegais. Estes envios têm de ser retidos e as ações subsequentes tomadas têm de ser autorizadas pelas autoridades de segurança e/ou autoridades apropriadas.

Os envios que passam pelos depósitos não aduaneiros podem ser classificados em 3 categorias:

- i. **Exceção de entrega:** O destinatário não pode ou não aceita a receção do envio, ou a entrega não pode ser realizada devido a uma questão de rota do estafeta. Nos casos em que o destinatário não pode receber o envio, por exemplo quando é dirigido ao endereço de residência, mas ninguém lá está para o receber, o envio regressa ao terminal onde é armazenado até haver a resolução do problema, sendo o destinatário consultado para se obter uma nova data favorável ou obter um novo endereço para entrega.
- ii. **Exceção de entrada:** Se o endereço do destinatário é insuficiente para atribuir o envio a um centro da DHL, ou a uma rota de um estafeta ou o destinatário não pode ser localizado, o envio permanece no depósito não alfandegário.
- iii. **Envios com data de entrega futura:** Pedidos autorizados de entrega de envio a consignatário ou expedidos numa data futura. Estes carregamentos devem ser "registados" no processo de entrada e devem ter a identificação da data de entrega (até um máximo de 7 dias).

A carga que está sob controlo aduaneiro tem de ser mantida nos depósitos alfandegários (AEX, carga que seguiria para exportação; ADT, carga que estaria a ser importada) até ao desalfandegamento. A carga com despacho aduaneiro que se encontra no terminal tem de ficar no depósito não alfandegário, HIC.

Em ambos os casos, só é necessário um rastreio até à origem se as tentativas de resolução local falharem, isto é, a alfandega entra em contacto com o remetente do envio, na tentativa de devolução, e caso este também recuse o envio, o envio será destruído pelas entidades aduaneiras.

3.2.4 Controlo de *Stock*

O controlo dos envios existentes no armazém consiste na confirmação de que se mantêm em segurança, enquanto se identifica ou aguarda informação adicional. Esta informação pode vir do expedidor ou destinatário ou, no caso da carga que ainda não tenha passado pelo processo de desalfandegamento, das autoridades aduaneiras.

Isto significa que a carga será atribuída a um local enquanto a informação para resolver o problema é obtida, o local é atribuído consoante o tipo de envio e de informação em falta.

O *Holds Management System* (HMS) é o sistema de gestão de *stock* concebido para a gestão de depósitos no terminal de carga - carga aduaneira e não aduaneira.

3.2.4.1 *Stock* nos Depósitos Alfandegários

Os envios sob qualquer forma de desalfandegamento regulamentar ou que estão a aguardar a libertação do controlo aduaneiro, não podem ser processados sem mais informações e devem ser mantidos num local que esteja sob a alçada da alfândega. Isto abrange toda a carga extracomunitária e aplica-se a atividades de desalfandegamento de importação, em trânsito e/ou exportação.

Os depósitos alfandegários são utilizados para carga que está sob desalfandegamento (ou outra autoridade reguladora).

3.2.4.2 *Stock* no Depósito Não Alfandegário

O depósito não alfandegário é utilizado para carga que passou no processamento de desalfandegamento, mas que são de outro modo retidos.

A carga que não está sob o controlo aduaneiro, mas que está em espera por outras razões, por exemplo, morada indicada erradamente, ou a entrega foi recusada, os envios devem permanecer num local separado. Esta medida abrange toda a carga e aplica-se a ambas as atividades de embarque e transbordo.

3.2.4.3 Configuração dos Depósitos e Atribuição de Nomes

Os depósitos devem conter os seguintes requisitos para inventariar e rastrear a carga que lá é alocada:

- Uma área de trabalho para o(s) operador(es) com um computador e uma impressora configurada;
- Um modo de acesso aos sistemas de rastreamento e expedição da DHL;
- Um leitor de código de barras;
- Porta-paletes ou empilhadores para movimentar carga mais volumosa ou pesada.

A identificação da posição dos envios é feita num identificador que contém as informações de Zona-Setor-Prateleira. Os objetivos do identificador são os seguintes:

- Fornecer nomes standard para a posição.
- Identificação imediata da localização do envio durante o *picking*, através da sequência atribuída ao mesmo.

Os três elementos referidos podem ser descritos da seguinte forma:

- i. Zona: é definida como o corredor entre duas estantes/*racks*. É o primeiro elemento no identificador de localização dos envios e é constituído por caracteres alfabéticos.
- ii. Setor: uma secção de estante, definido como a secção de armazenamento entre 2 postes de uma estante. É o segundo elemento no identificador do local dos envios e é constituído por caracteres alfabéticos.
- iii. Prateleira: é definida como as secções de armazenamento numeradas por nível de uma secção de uma estante. É o terceiro elemento no identificador do local dos envios e é constituído por caracteres numéricos. A numeração do identificador numérico utilizado para indicar a posição, inicia ao nível do chão, com o número '0' (zero) - este nível é maioritariamente para paletes, a primeira prateleira mais baixa - '1', segunda prateleira mais baixa - '2', e assim por adiante.

3.2.4.4 Processo de Receção e Expedição de Carga no terminal

Para facilitar as trocas comerciais, os departamentos aduaneiros estabeleceram vários procedimentos e sistemas, tais como declarações aduaneiras, desalfandegamento e acordos comerciais, que podem ajudar a simplificar a circulação de bens através das fronteiras, reduzir as barreiras comerciais e promover o comércio internacional. Com estes processos, a maioria da carga consegue ser desalfandegada durante o percurso aéreo, no entanto por múltiplas razões podem acabar por ficar retidos.

Os envios quando chegam ao terminal são lidos através de um scan, essa leitura notifica o sistema interno e permite saber no momento se os envios se encontram ou não

desalfandegados, sendo encaminhados para os depósitos aduaneiros, os que não tiveram despacho.

Os envios podem ser classificados pela dimensão e pelo peso, Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Categorização de envios por dimensão e peso

Tipo de envio	Normas de Relatórios Comerciais/ Operacionais
<i>Flyer</i> (FLY)	Até 3.5 kg Máximo de 48x38x5cm
<i>Conveyable</i> (COY) Envios facilmente transportáveis	Entre 0.5 e 30 Kg Entre 48x38x5cm e 60x60x60cm
<i>Small Non Conveyable</i> (NCY) Envios não transportáveis	Menos que 30 kg e maior que 120cm
<i>Large Non Conveyable</i> (LNCY) Envios não transportáveis	Entre 30kg e 70kg Sem dimensões específicas
Palete (PAL)	Mais de 70kg Sem dimensões específicas

Nos depósitos aduaneiros, a alocação da carga é feita de forma aleatória. Os operadores colocam a carga na primeira posição disponível e mais próximo possível da saída. As divisões que ocorrem nos depósitos são feitas pelo tamanho dos envios. As *Racks* são utilizadas para envios do tipo NCY e PAL e as estantes para envios do tipo COY e *flyers*, sendo que para os últimos há uma zona dedicada, por terem de ser contentorizados em *totebins*. Cada *totebin* pode conter até 25 *flyers*.

No sistema cada envio tem a sua localização identificada de forma semelhante, exceto os *flyers*, que têm a localização indicada como a posição do *totebin* onde este foi colocado.

3.2.4.5 Receção e Armazenamento

A receção de carga no AEX, resulta do seguinte processo:

- i. A carta de porte associada a um envio que chega ao terminal, recolhido pelos estafetas, é lida através de um *scan*.
- ii. Se um envio não tiver autorização de saída, isto é, se nem todas as informações agregadas à carta de porte estão corretas para o envio ser expedido, este terá de ser armazenado no AEX, e esperar pela examinação da alfandega, e só se a alfandega der a ordem, é que o envio pode ser libertado e expedido para o destinatário.

A receção de carga no ADT, resulta da expedição da carga que saiu do país de origem e não sofreu o pré-desalfandegamento durante o voo. Os envios aguardam examinação por

parte da entidade aduaneira, para poderem ser desalfandegados, sendo importante para que se respeitem as políticas comerciais externas.

A receção da carga no HIC resulta de um envio que não foi entregue ao destinatário final por diversas razões, externas à entidade aduaneira.

Após a receção, os envios seguem para serem armazenados, o armazenamento segue um processo padronizado, a carga é atribuída a um dos depósitos consoante a classificação do tipo de envio e encaminhada para a zona dos depósitos correspondentes. Na entrada dos depósitos, o operador, através do scanner, faz a leitura da(s) carta(s) de porte dos envios, e a leitura do código de barras correspondente a uma dada posição, ficando a informação guardada no sistema. Um exemplo de uma carta de porte num envio e o código de barras de uma posição da prateleira podem-se ver na Figura 3.18.



Figura 3.18: (a) Carta de porte; (b) Código de barras por posição numa estante

3.2.4.6 Picking e Expedição

Os operadores utilizam um sistema de gestão dos depósitos aduaneiros, em que a configuração de cada um deles está integrada nesse sistema, de maneira que quando um operador corre o número da carta de porte no sistema, este consiga saber onde é que o envio se encontra no depósito. Imediatamente antes da operação diária, os operadores recolhem os envios que foram libertados. Através do sistema que conecta os operadores da DHL com a entidade aduaneira, os operadores têm a informação dos envios libertados pela alfândega, e a posição dos mesmos nos depósitos. Além disso, os operadores têm acesso no sistema às cartas de porte dos envios que estão no HIC, e têm ordem de entrega para esse dia.

No caso do AEX, o operador prepara a saída dos envios dos depósitos e reencaminha-os para serem exportados via aérea. No caso do ADT e do HIC, encaminha-os para os *fingers* e segue até ao destinatário final.

Durante a operação, os operadores são então notificados pela alfandega de quais foram as cartas de porte libertadas no tempo entre ciclos. De seguida, inserem os números das cartas de porte pelo sistema de gestão de depósitos, e lá encontram a posição onde está alocada para procederem à expedição da carga.

No sistema de gestão dos depósitos, coloca-se a carta de porte e aparece a localização do envio nos depósitos, Figura 3.19.

The screenshot shows a software interface with a menu bar (Aplicação, Parâmetros, Tabelas, Processos) and a toolbar. Below the toolbar is a 'Filtros' section with checkboxes for 'Somente CM do dia' and 'Fatura Autorizada', and a 'Tipo' dropdown menu. The main area contains a table with the following data:

Nº. Processo	Carta de Porte	Localização
2072022	2255538283	D-B-2
2073675	5138180622	E-B-4
2072661	7183779735	K-A-0
2073454	8207088481	N-A-0
300022875	2486189941	P-A-1
2073241	2655610576	P-B-2
2073710	9691822350	P-C-2

Figura 3.19: HMS - Exemplo de ficheiro com a localização da carta de porte

O envio, cuja carta de porte é '2072661', está localizado no AEX, uma vez que a identificação se refere a um dos corredores onde os envios a exportar estão localizados - Figura 3.20 - O envio está localizado na posição K-A-0, ou seja na zona K, setor A e Prateleira 0.

O operador recolhe o envio, e este seguirá o percurso até ao destino.

Em prateleiras para envios COY, há certos envios que têm menores dimensões, pelo que dois ou mais envios podem ocupar uma mesma posição.

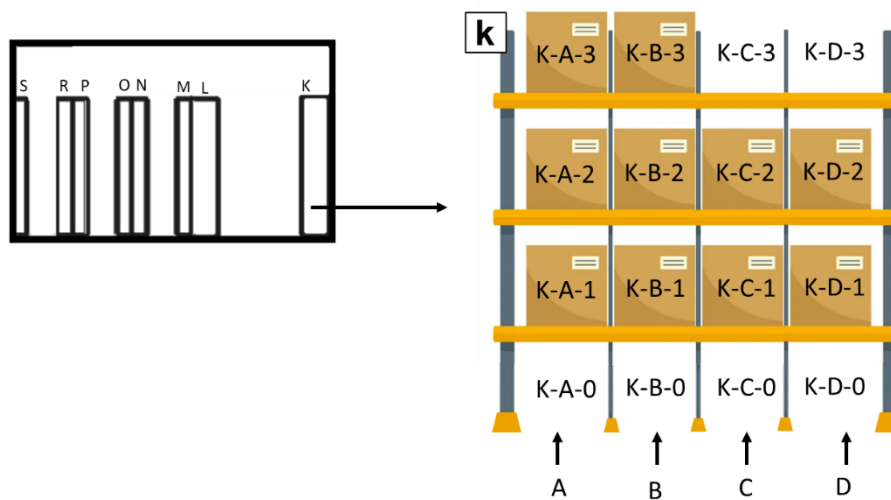


Figura 3.20: Identificação de Zona, Setor, Prateleira no AEX

3.2.4.7 Equipamentos e Acessórios

A decisão da seleção de equipamentos é essencial para a eficiência dos processos que decorrem dentro do armazém. Os equipamentos têm de ser apropriados para o armazém em questão e para a carga que será armazenada e manuseada.

Os equipamentos utilizados no terminal de carga da DHL têm como função a movimentação das cargas dentro dos depósitos ou de organização das cargas nas diferentes zonas e posições, reduzindo o esforço de recursos humanos e simultaneamente reduz o tempo despendido no manuseamento, processamento e movimentação dos envios, Figura 3.21.



Figura 3.21: Equipamentos de apoio nos Depósitos: (a) Empilhador; (b) *Stacker*; (c) Porta-paletes

O empilhador, um equipamento utilizado em vários armazéns por todo o lado, permite transportar carga de maiores dimensões e peso, que pode chegar até 25 toneladas, e permite movimentação horizontal e vertical. No entanto, tem restrição de espaço a nível de manusear os envios porque requer espaço livre de 3,5 metros.

Nos depósitos do terminal não há espaço livre suficiente para circulação de empilhadores, uma vez que os corredores têm uma dimensão inferior aos 3,5m definidos.

Assim, o operador traz a carga no empilhador e deixa à entrada dos depósitos para ser transportada por um *stacker* ou um porta-paletes até à posição respetiva ao envio.

Os *stackers* são equipamentos semelhantes aos empilhadores em termos de função de manuseamento de carga, mas são mais limitados em dimensões e peso. Têm um tamanho mais pequeno e são mais leves, o que permitem ser operados em corredores com menos de dois metros de largura.

Os porta-paletes são equipamentos de movimentação manual ou elétrico utilizados para levantar e mover paletes dentro de um armazém. A principal função de um porta-paletes é o transporte de cargas pesadas em curtas distâncias para o local desejado ao nível do chão.

Os depósitos têm acessórios que permitem identificar e seguir a carga à medida que entram e saem do armazém, permitindo uma gestão precisa do *stock* e o seguimento dos envios, Figura 3.22.

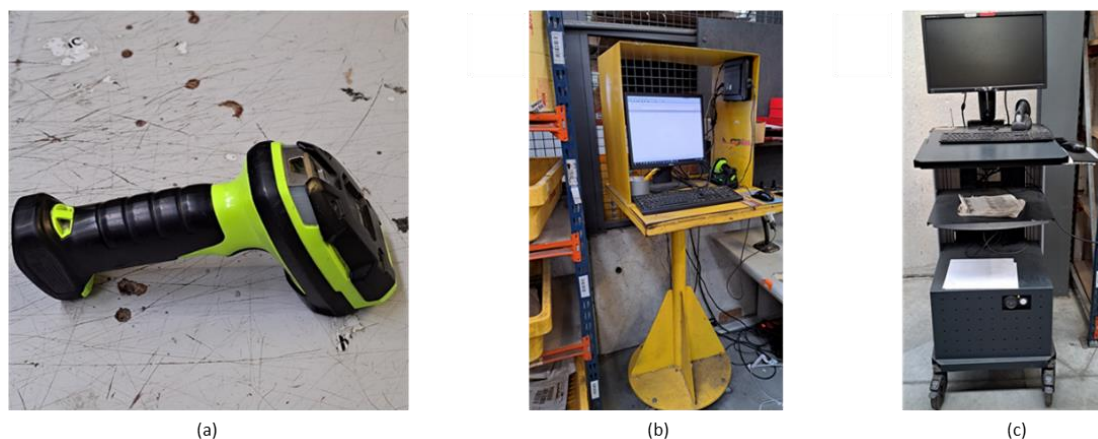


Figura 3.22: Equipamentos de apoio nos Depósitos: (a) *Scanner*; (b) Posto de trabalho fixo; (c) Posto de trabalho portátil

Os *scanners* permitem a leitura das cartas de porte dos envios. As cartas de porte são documentos que contêm informações sobre o conteúdo de uma remessa, o ponto de origem, a rota e o destino previstos - que também são muito relevantes para a alfandega.

Através do *scanner*, o operador consegue ler o envio e ver onde a carga deve ser posicionada - o sistema atribui uma posição conforme regras definidas pela DHL. Também serve para verificar e contabilizar diariamente os envios.

O computador permite aceder ao sistema de gestão de depósitos, onde se pode saber a posição de todos os envios a todo o tempo, assim quando a carga tem de ser revista pela entidade aduaneira ou se ficar libertada e puder ser expedida, facilmente se encontra o envio, o que torna a operação de *picking* mais eficaz, é ainda essencial para o controlo diário de *stock*.

3.2.4.8 Sazonalidade

No setor logístico, a sazonalidade torna-se evidente durante eventos como a *Black Friday* e o período natalício. O aumento de encomendas, traduz-se num aumento de movimentos de carga, o que influencia diretamente a quantidade de carga que tem de ser guardada nos depósitos.

Há um aumento anual do número de encomendas na época pré-natalícia, traduzindo-se numa flutuação sazonal. A atividade existente impacta a operação no terminal, uma vez que a concentração anormal de carga cria obstáculos adicionais aos existentes, como a falta de capacidade do terminal de carga.

A logística e os planos de entrega no terminal devem ter em conta estes picos de entrega previstos no período que antecede o Natal, mas também para outros picos inesperados que podem ocorrer, como a ocorrência da pandemia de 2019, que provocou uma maior adesão às compras online devido ao encerramento de muitas lojas físicas, que, por sua vez, provocou um aumento na procura por serviços de distribuição (Matthews et al. 2022).

O impacto do *Brexit* nos armazéns aduaneiros no terminal foi e tem sido considerável, com novos regulamentos e procedimentos alfandegários, atrasos e custos acrescidos. Para acompanhar estes desafios, os depósitos aduaneiros tiveram de se adaptar ao novo ambiente, incluindo a uma gestão diferente do espaço de armazenamento.

A análise da Figura 3.23, permite verificar que a época pré-natalícia é a que apresenta mensalmente o maior volume de envios no terminal e que em agosto há uma diminuição acentuada de envios.

Em agosto algumas empresas encerram atividade, o que faz com que as que delas dependem e se mantêm em atividade, aumentem o número de encomendas no mês anterior. Assim, verifica-se que em julho existe um volume elevado de carga movimentada e que em agosto o volume apresenta o valor mínimo.

Anualmente, a *Black Friday*, que acontece na última sexta-feira do mês de novembro e a *Cyber Monday* na primeira segunda-feira depois da *Black Friday*, traduzem um aumento de encomendas vindas do comércio eletrónico, pelo que na semana que segue essas ocorrências, nota-se o aumento de volume devido à entrega dessas remessas. As semanas que seguem mantêm-se relativamente constantes até ao Natal, a descida no mês de dezembro deve-se essencialmente pela última semana do ano, em que há uma quebra elevada nos volumes, como é natural nos mercados em geral.

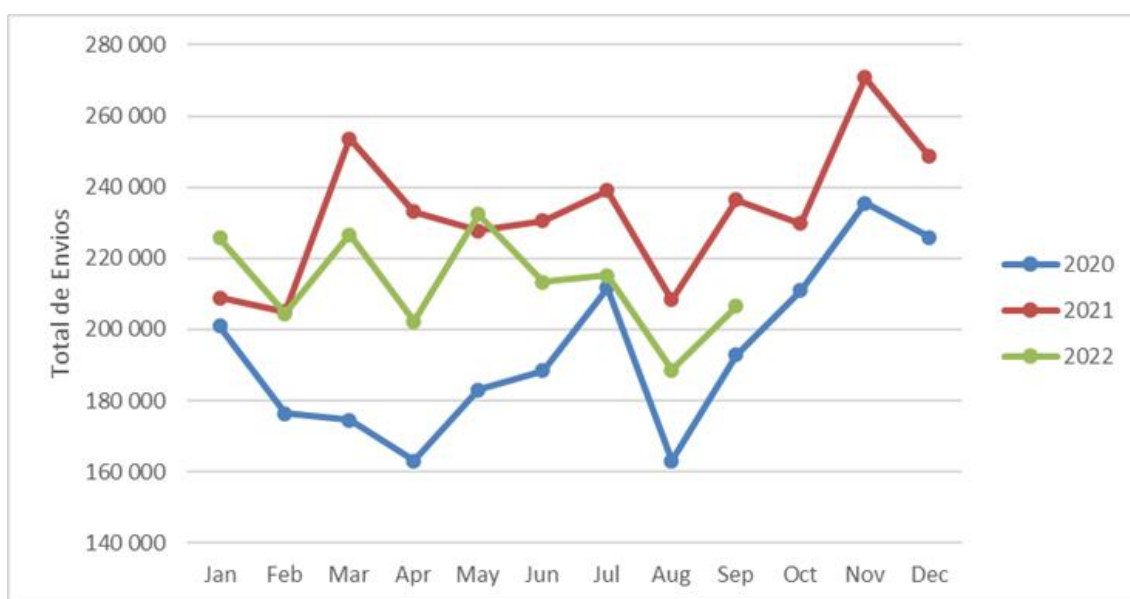


Figura 3.23: Número de envios realizados por mês e por ano

3.3 Síntese

O capítulo começa por contextualizar a necessidade de expandir o terminal de carga, descrevendo a sua capacidade atual, áreas e processos de receção, expedição e armazenamento da carga. É feita uma análise detalhada dos depósitos alfandegários e não-alfandegário, categorizando os envios e descrevendo os processos de controlo de *stock*.

Os depósitos alfandegários são usados para cargas sob controlo aduaneiro, enquanto o não-alfandegário serve para outras retenções externas à entidade aduaneira. A identificação da posição onde será alocada a carga nos depósitos é padronizada para facilitar o rastreio, descrevendo-se ainda os processos de receção, armazenamento, *picking* e expedição da carga, detalhando os equipamentos e acessórios utilizados.

A análise da sazonalidade do número de encomendas mostra a existência de variações mensais e anuais no volume de envios, destacando períodos de procura elevada, como a época pré-natalícia e a *Black Friday*. Destaca-se, ainda, o impacto do Brexit nos procedimentos aduaneiros e o seu impacto no armazenamento.

DA RECEÇÃO DA CARGA À ALOCAÇÃO NO ARMAZÉM: PROPOSTAS DESENVOLVIDAS

Neste capítulo, começa-se por descrever os constrangimentos que provocam restrições no fluxo normal dos processos que decorrem no terminal de carga, e é apresentada uma análise dos Diagramas de *Spaghetti* desenvolvidos para estes processos de entrada e saída de carga.

Surgindo a necessidade de depósitos alfandegários temporários para a carga que ficar retida, durante a expansão do terminal de carga, é feita uma revisão com base na metodologia 5S, que servirá de suporte enquanto não pode ocorrer a transição dos depósitos alfandegários atuais para o local definitivo.

Decorre ainda uma análise de dados através da ferramenta *Facility Sizing Tool*, que permite dimensionar a área que estará dedicada à zona de armazenagem definitiva. Segue-se o dimensionamento de estantes e *racks*, distribuídas pela zona de armazenamento de carga importada e a ser exportada, concluindo-se este capítulo com a apresentação de uma nova configuração para o armazém permanente.

4.1 Constrangimentos da Situação Atual

As organizações reconhecem a necessidade de analisar os seus processos de forma abrangente, através de diferentes metodologias. Neste caso para a análise das operações de entrada e saída de carga no terminal, recorre-se ao diagrama de *Spaghetti* para visualizar, destacar padrões de movimento e facilitar melhorias de processo.

Os diagramas de *Spaghetti* revelam uma perspetiva visual sobre as operações de entrada e saída de carga no terminal, enfatizando padrões de movimento e identificando constrangimentos.

Ao examinar o processo de *Inbound*, Figura 4.1, é evidente que os operadores são forçados a contornar a carga posicionada no centro do terminal, devido à falta de espaço adequado para realocação de carga, o que prejudica a fluidez das operações e a eficiência geral, levando a problemas de capacidade de armazenamento excedida e limitações de espaço para manobra. O fluxo de movimentações de carga inadequado também é evidente nessas áreas, impactando a segurança e a eficiência.

O mesmo cenário se aplica ao processo de *Outbound*, Figura 4.2, onde os operadores enfrentam desafios semelhantes ao processo de *Inbound*. A limitação de espaço resulta em rotas ineficientes, onde os operadores e empilhadores partilham vias de circulação, o que constitui um risco de segurança. Além disso, esta limitação pode gerar problemas de rastreabilidade da carga, isto porque durante a expedição, há carga que não tem uma posição atribuída por falta de espaço, os problemas de qualidade da carga, que pode ser danificada por não estar num espaço designado para a mesma.

Os diagramas de *Spaghetti* permitem então documentar de forma visual as limitações de espaço do terminal de carga e dos padrões de movimento. Conclui-se que o maior constrangimento é na zona junto aos depósitos alfandegários, uma vez que é feita a alocação de carga que não tem espaço em locais próprios. Parte da zona junto aos depósitos são vias de circulação de operadores e empilhadores, o que faz com que este constrangimento constitua um obstáculo à eficiência, segurança, rastreabilidade e qualidade da carga alocada erradamente.

A configuração do terminal foi concebida de maneira a manter a organização e a eficiência das atividades globais executadas, no entanto com o armazém sobrelotado, torna-se inevitável a acumulação de carga no espaço onde decorrem as operações logísticas e o impacto negativo na eficiência do processo e da segurança.

A restrição das zonas de passagem, para as pessoas e para os equipamentos, a circulação de empilhadores no armazém com carga excessiva e a obstrução de portas de emergência com carga ou equipamentos que não puderam ser colocados em sítios próprios, constitui um risco para a segurança de todos os que trabalham no terminal.

A falta de espaço disponível para alocar a carga de *buffer*, carga que aguarda processamento e encaminhamento para o avião, é evidente. Essa carga ocupa um grande volume de espaço, levando à necessidade de realizar o armazenamento temporário em áreas menos apropriadas, conforme apresentado na Figura 4.3.

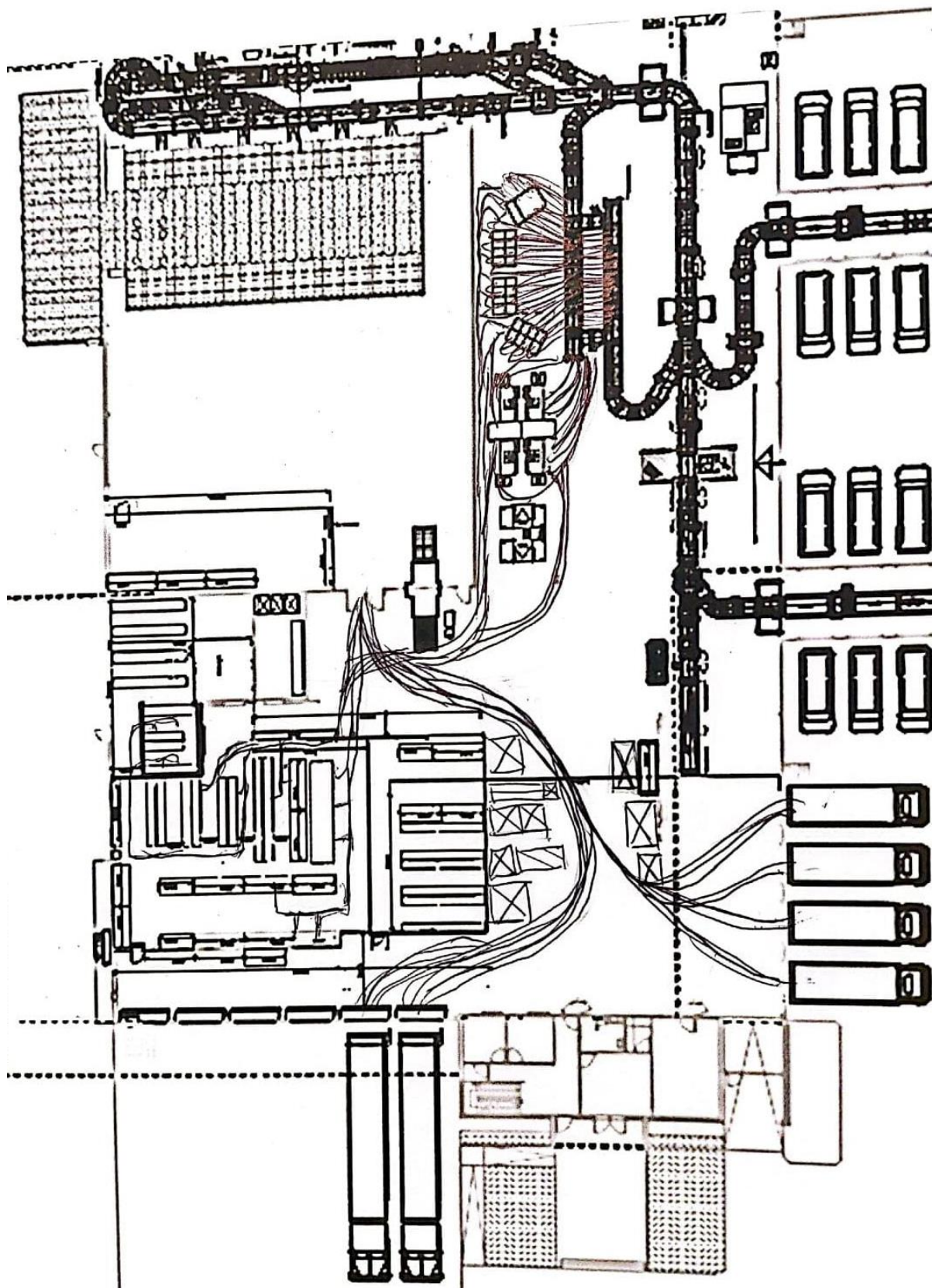


Figura 4.1: Diagrama de Spaghetti dos envios no processo de *Inbound*

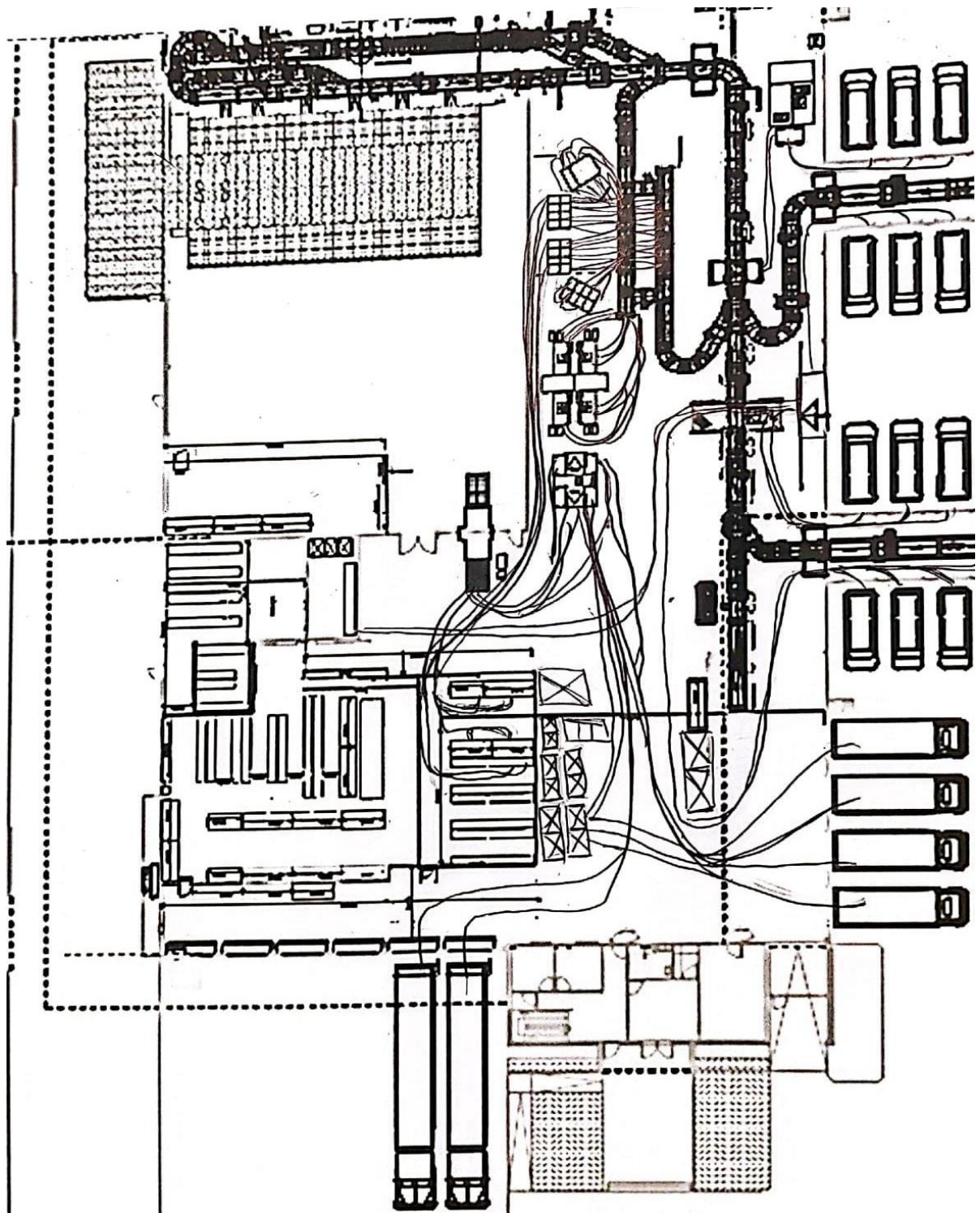


Figura 4.2: Diagrama de *Spaghetti* dos envios no processo de *Outbound*



Figura 4.3: *Buffer* no Terminal de Carga

Há zonas do terminal de carga que se encontram congestionadas e, como tal, é imprescindível um aumento do espaço ou criar novas áreas de armazenamento, para que a eficiência dos processos e atividades que decorrem diariamente no terminal não sejam comprometidas, como apresentadas na Figura 4.4, nomeadamente, a armazenagem da carga nos depósitos alfandegários ((1),(3)) e atividades da área de exceção (2).



(1)



(2)



(3)

Figura 4.4: (1) Zona de *buffer* junto aos depósitos; (2) Atividades da área de exceção; (3) Depósito Alfandegário

No terminal, os envios passam a uma velocidade reduzida através dos sistemas de raio-X e da cinta provocando um estrangulamento, isto é, uma restrição no fluxo em que uma etapa de processo recebe mais pedidos do que aqueles que pode processar, representando a capacidade máxima do processo. Os sistemas de raio-X e de transporte através da cinta são importantes para o desempenho do processo de rastreio e inspeção da carga, necessários para garantir a segurança e a proteção da carga aérea. A capacidade do processo de rastreio e inspeção da carga é também influenciada pela taxa de produção, definida em peças por hora (pph). Pode haver atrasos no processamento da carga recebida se a taxa de produção for insuficiente para acompanhar a procura.

Atualmente, o principal estrangulamento é a capacidade dos raio-X (600 pph/Raio-x) em relação ao fluxo de envios COY que passam no sistema (1 500 pph), Tabela 4.1.

Tabela 4.1: COY: Fluxo necessário vs Capacidade máxima do sistema vs Estrangulamento

COY	Capacidade Máxima	1200 pph
	Fluxo necessário	1500 pph
	Estrangulamento	2 Raio-X

4.2 Proposta de Reestruturação

Devido à restrição na capacidade dos Raio-X, pode haver a necessidade de reestruturação do sistema, uma vez que este poderá não ser capaz de processar todos os envios dentro de um mesmo ciclo de *Outbound*. Como os horários dos aviões são restritos e estão inseridos numa vasta rede global para serem ajustados, há envios que têm de aguardar o próximo ciclo de *Outbound*, ou seja, a saída da carga irá atrasar um dia e terá de ser acumulada em zonas de *buffer*. Assim, a melhoria do processo de rastreio da carga permitirá que a operação seja mais eficaz, havendo menos carga em zonas de *buffer*.

A expansão do terminal será a melhor opção para ultrapassar estes constrangimentos, permitindo um desempenho contínuo das diferentes operações que constituem o negócio, adequado ao crescimento tanto em termos físicos, eliminando a falta de espaço de armazenamento atual, como em termos económicos, uma vez que se trata de um mercado em crescimento.

4.2.1 Metodologia proposta

A capacidade de um terminal de carga para transportar rápida e eficazmente envios que entram e saem do país, simultaneamente limitando o período de tempo que os envios estão armazenados, é essencial para o desempenho da DHL. Será realizada uma análise 5S que servirá como base para a proposta de expansão para avaliar o estado atual da instalação e auxiliar na transição dos depósitos alfandegários atuais para depósitos temporários, uma vez que os atuais serão inviabilizados durante as obras.

Para dimensionar o futuro terminal recorreu-se à ferramenta, o *Facility Sizing Tool*, que faz o cálculo das diferentes áreas do terminal, com base no volume de carga que circula e que é acumulada no terminal de carga, em particular a área dos depósitos alfandegários e não alfandegários futuros.

Através dos volumes atuais e da carga que é armazenada, é feita uma definição de *layout* do armazém, que visa determinar a disposição mais eficiente e a quantidade adequada de estantes e *racks* para maximizar a capacidade de armazenamento e a utilização do espaço disponível no armazém.

4.2.1.1 5S

Com ênfase na redução do desperdício, no aumento da produtividade e no aumento da segurança, a metodologia 5S é uma abordagem sistemática para organizar e melhorar o local de trabalho. Os cinco conceitos orientadores do sistema são *Seiri* (Eliminar), *Seiton* (Organizar), *Seiso* (Limpar), *Seiketsu* (Padronizar) e *Shitsuke* (Manter).

O 5S é aplicado para suportar e garantir uma transição eficaz dos depósitos atuais para os depósitos provisórios, uma vez que a obra inviabiliza o espaço que atualmente se utiliza como zona de armazenamento.

A fase de eliminação (*Seiri*) envolve a organização sistemática e a remoção de equipamentos desnecessários dos depósitos alfandegários atuais para criar um ambiente organizado e eficiente, pelo que se deve:

- Listar todos os equipamentos, mobiliário e ferramentas dos depósitos, selecionando o que pode ser retirado e o que pode ser reutilizado nos depósitos provisórios.
- Localizar as áreas que devem ser mais arrumadas, de maneira a quantificar o espaço livre real que se tem no armazém.

Na fase que se foca na organização (*Seiton*), os equipamentos essenciais para as operações diárias são organizados de uma forma lógica e facilmente acessível para melhorar o fluxo de trabalho e reduzir o desperdício de tempo, pelo que se deve:

- Organizar todos os equipamentos e mobiliário de uma forma lógica e eficiente.
- Garantir que os processos operacionais estão alinhados com regulamentos e requisitos aduaneiros.
- Contabilizar o espaço livre que existe atualmente nas prateleiras

A fase seguinte sublinha a importância da limpeza e manutenção regulares (*Seiso*) para garantir um ambiente de trabalho limpo, seguro e agradável, pelo que se deve:

- Limpar e fazer manutenção regular a todo o equipamento para evitar avarias.
- Incentivar os operadores a alocarem os envios de forma a não haver desperdício de espaço.

É notória a falta frequente de espaço para armazenar envios importados ou exportados ou o armazém atingir consistentemente a capacidade máxima, portanto avaliando o estado atual do armazém, facilmente se conclui que o armazém necessita de expansão.

A padronização (*Seiketsu*) envolve o estabelecimento de procedimentos e práticas consistentes com base na organização:

- Como os processos atuais operacionais estão normalizados, deve utilizar-se a mesma lógica nos depósitos provisórios e nos definitivos.
- Assegurar que todos os operadores sigam de forma consistente os processos e os requisitos aduaneiros.

A manutenção (*Shitsuke*) requer uma cultura de melhoria contínua e empenho para manter a qualidade. Para o efeito é necessário:

- Rever e avaliar regularmente a metodologia 5S para assegurar que está a ser seguido.
- Monitorizar e melhorar continuamente o sistema através da identificação de áreas de melhoria e implementação de mudanças.
- Assegurar o cumprimento dos regulamentos e requisitos alfandegários.

4.2.1.2 Dimensionamento dos Depósitos Temporários

Os depósitos atuais serão transferidos para um pavilhão estruturado, durante as obras de expansão, pelo que se teve em conta o facto de terem de lá ficar durante o decorrer de quase toda a obra, isto é, cerca de 16 meses. Para a instalação do pavilhão estruturado no perímetro da DHL, foram considerados a movimentação de camiões na área e a sua rotação de saída e entrada no perímetro, a construção de um terceiro *finger* durante a obra, que irá restringir ainda mais a área livre para manobrabilidade dos veículos, salvaguardando as questões de segurança e saúde no trabalho.

Assim, foi adquirida uma instalação temporária de 700 m², que permite a manutenção dos envios tendo em consideração o aumento dos volumes. A Figura 4.5, mostra a localização do pavilhão estruturado na planta atual do armazém.

O *layout* da instalação temporária para os depósitos temporários segue por base os critérios que se teve em conta para o armazém alfandegário futuro: análise do 5S, circulação de empilhadores; distância entre estantes; saídas de emergências.

Através da análise 5S, os equipamentos e mobiliário foram inspecionados a fim de perceber se teriam condições para estarem nos depósitos temporários: *Stackers*, mesas de trabalho, postos de trabalho portáteis, empilhadores, cadeiras, estantes de COY, estantes de NCY, entre outros.

Com base na etapa da organização do 5S, foi revisto o armazém, com o objetivo de alocar melhor os envios nas estantes, com o objetivo de libertar espaço, para perceber o espaço livre real que se tinha nas estantes. Se as estantes estiverem livres até uma semana antes da transferência para os depósitos temporários ocorrer, estas estantes passam para lá, para facilitar a transferência no dia.

A comunicação com a alfandega durante a preparação é essencial para garantir que os processos são mantidos aquando da transição, assim como a formação dos operadores.

Com a transição para o exterior, as condições alteram, o que prejudica o estado dos pneus dos empilhadores e dos *stackers*, pelo que se encomendará mais pneus para que se possa fazer a manutenção destes equipamentos mais regularmente.

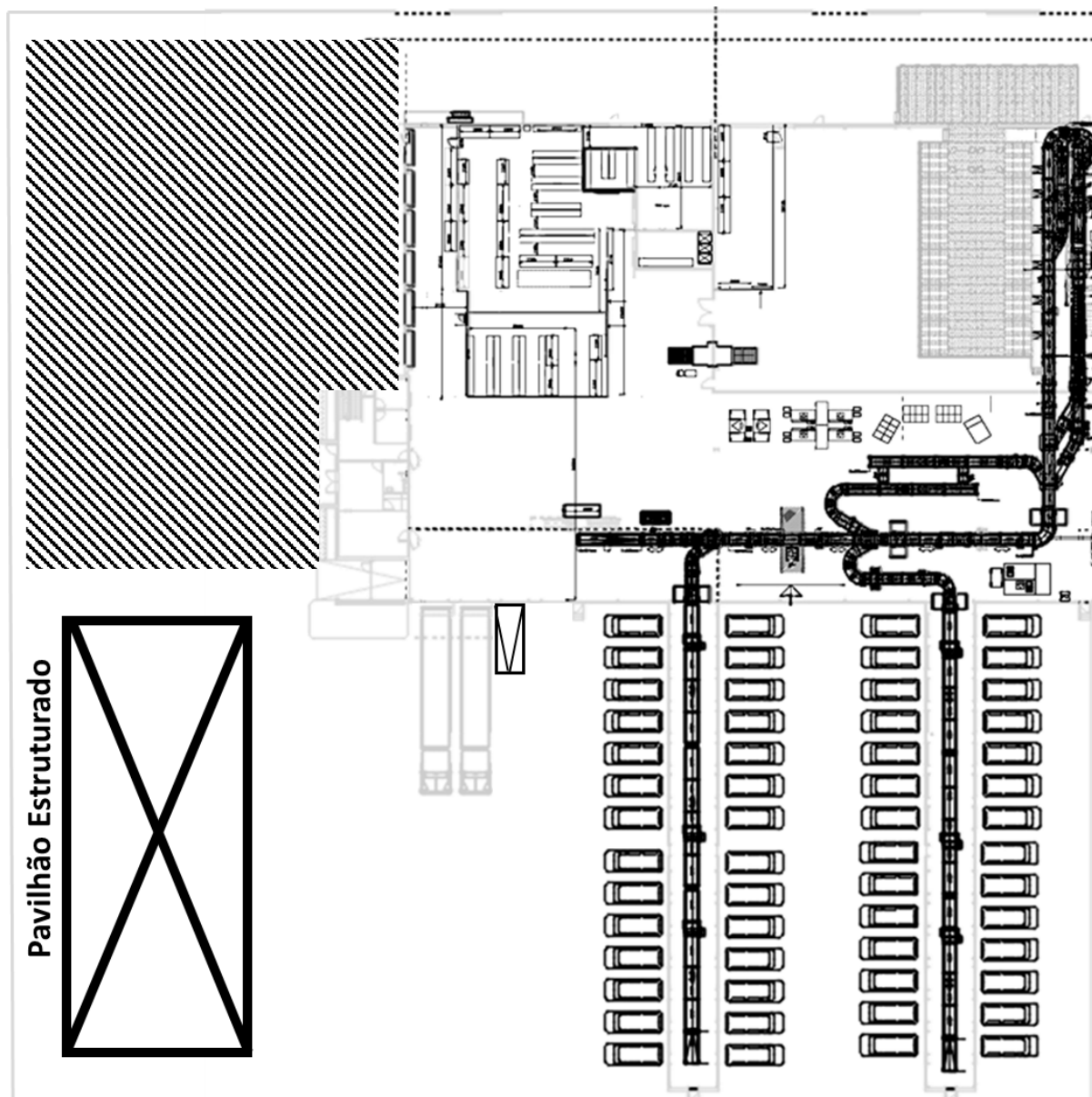


Figura 4.5: Localização do Pavilhão estruturado na planta atual do terminal

O design do *layout* do pavilhão estruturado, com uma área total de 700 m², foi concebido para maximizar a capacidade de armazenamento. A distância entre as estantes foi determinada para acomodar diversos tipos de carga e garantir a acessibilidade adequada pelos operadores e equipamentos. Além disso, as saídas de emergência foram posicionadas para garantir as regulamentações de segurança e a evacuação rápida em caso de emergência. O resultado está apresentado na Figura 4.6.

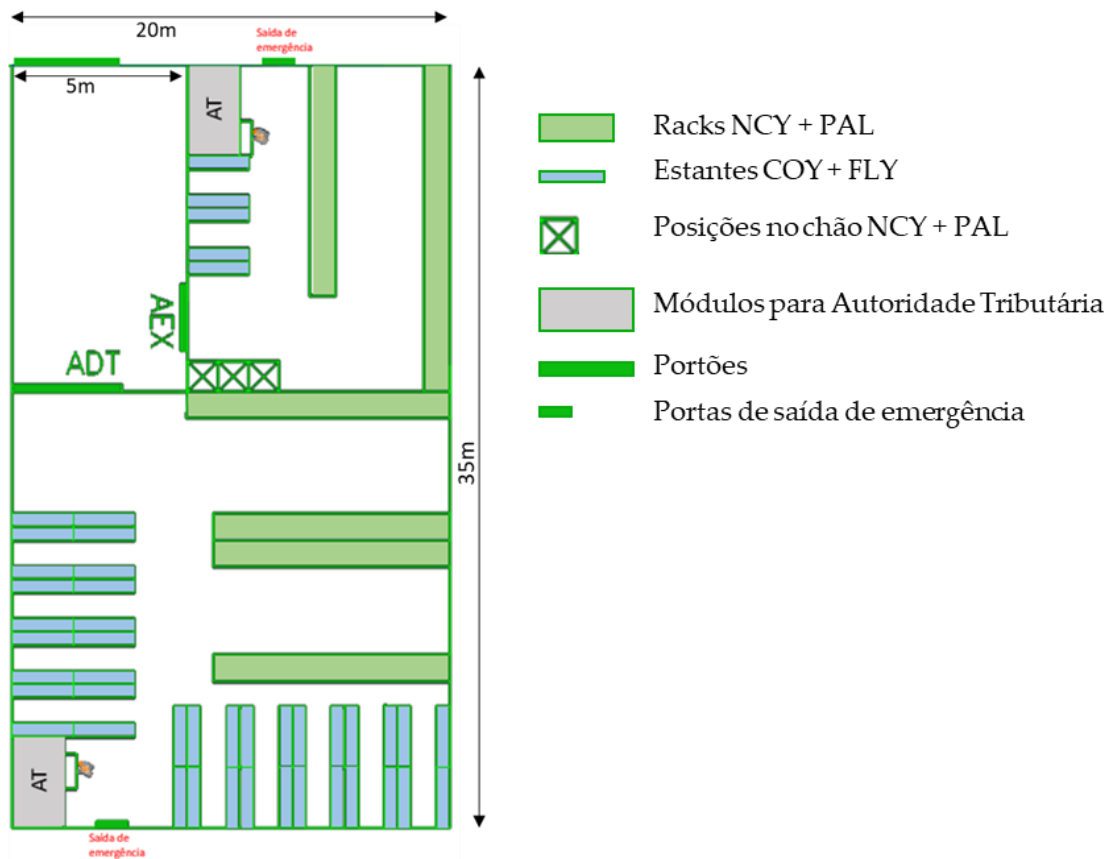


Figura 4.6: *Layout* do Pavilhão Estruturado

Ao alterar processos operacionais para uma instalação temporária, há uma série de impactos e considerações a ter em conta, nomeadamente:

- Definir novo processo operacional e explicar aos operadores: o processo intrínseco de alocar a carga nos depósitos não se altera muito, mas o facto de haver alteração na localização, faz com que se tenha de rever o processo com os operadores.
- Novo *layout*: o pavilhão estruturado tem dimensões e disposições diferentes, pelo que o sistema de gestão tem de ser atualizado com uma nova nomeação de corredores, estantes e prateleiras, mas tentando reutilizar ao máximo o que já está a ser utilizado atualmente.
- Processos aduaneiros: os operadores têm de garantir que os procedimentos e regulamentos aduaneiros continuam a ser praticados.
- Infraestrutura: têm de ser garantidas as condições de trabalho, visto que vai ser colocada uma estrutura no exterior, nomeadamente o abastecimento de energia, o controlo de temperatura e a circulação de ar, por isso terá de ser colocado um quadro elétrico, aquecedores, ar condicionados e ventiladores, que assegurem a qualidade de trabalho.
- Empilhadores: os empilhadores que serão usados serão os mesmos que se usam nos processos atuais, no entanto, ao terem de sair do interior do terminal de carga irão

deslocar-se em alcatrão, o que implica a necessidade de realizar manutenções mais regularmente de todo os equipamentos.

O resultado da implementação da situação temporária para os depósitos alfandegários foi positivo, Figura 4.7, com montagem de um pavilhão estruturado, o aluguer de *racks* para a carga de NCY e a mudança das estantes de COY do interior para o pavilhão estruturado.

Com a aprovação das entidades aduaneiras, transita-se toda a carga do interior para a nova



Figura 4.7: Implementação do Pavilhão Estruturado para Depósitos Alfandegários Temporários

área de armazenagem e os operadores operam nos novos depósitos alfandegários temporários, Figura 4.8.

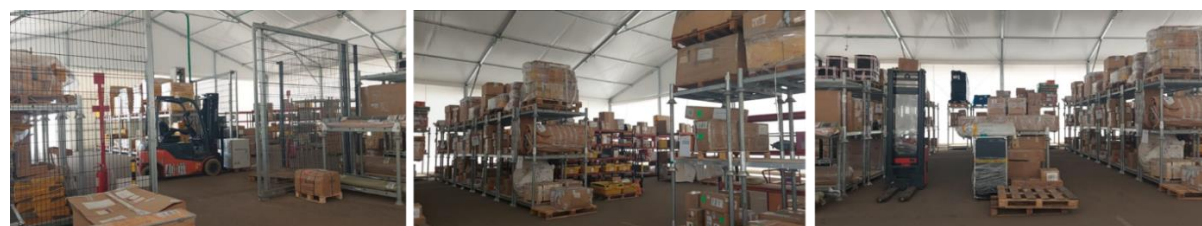


Figura 4.8: Depósitos Alfandegários Temporários operacionais

4.2.1.3 Facility Sizing Tool

Para dar início ao processo de resolução do problema de dimensionamento de um novo armazém no terminal de carga da DHL *Express*, é necessário considerar a expansão da instalação, para que seja possível uma ampliação do armazém, que suporte o volume de carga atual e futuro.

De forma a realizar o dimensionamento de um terminal de carga que suporte os volumes futuros esperados, usou-se uma ferramenta, que se usa em situações semelhantes em instalações da DHL *Express* na Europa, o *Facility Sizing Tool* (FST).

O FST tem como finalidade determinar a capacidade dos terminais de receção e expedição da carga, e que estes suportem o volume de carga desde o ano de conceção até ao último período de planeamento.

O FST também permite analisar os fluxos dos processos, permitindo então identificar os pontos de congestionamento num sistema. Desta maneira, conseguiu-se perceber que o ponto de maior constrangimento no processo era o rastreio por Raio-X, uma vez que a carga podia ser transferida da zona de descarga até à zona do Raio-X pelos tapetes com uma velocidade

superior à suportada pelo equipamento de rastreio. Assim, para um processo de rastreio seguro e fiável o tapete tinha de ser limitado a 600 peças por hora o que torna o processo menos eficaz.

Sendo uma preocupação o constrangimento causado pela velocidade de rastreio dos envios pelos Raio-X, estes vão passar de 2 para 5, aumentando a capacidade do sistema como um todo. Este aumento de 3 equipamentos de rastreio resulta dos cálculos do FST com base nos volumes atuais e no aumento previsto para os próximos dez anos.

4.2.2 Recolha de Dados

A recolha de dados é a parte mais importante do processo de planeamento de um projeto. Com base na informação preenchida nas folhas de *Input*, a ferramenta calcula o fluxo e as necessidades de espaço da futura instalação - no projeto de expansão do terminal do Porto, o dimensionamento é a 10 anos após a conclusão da obra, e que serão os anos considerados.

Os dados a preencher têm de ter o máximo de precisão para assegurar resultados fiáveis e consistentes. Todos os dados introduzidos na ferramenta têm uma base diária e real - uma vez que todos os *Service Centers* (centros de processamento de carga que vem ou segue de/ para o *gateway*), *Gateway* (terminal que trata do processamento da importação/exportação da carga), um edifício híbrido (*Service Center* e o *Gateway* num só edifício) têm de apresentar relatórios de informação da performance e da produtividade, com base nos critérios seguintes:

- Número médio de paragens nas rotas por dia.
- Número médio de horas na rota definida por estafeta por dia.
- Número médio de rotas por dia.

Com base nos valores de produtividade, o FST ajusta a produtividade, para que seja considerada nos cálculos de dimensionamento.

Como o terminal de carga irá sofrer mudanças de estrutura e organização também teve de se considerar:

- Número médio de paragens na rota dos estafetas por dia.
- Para o *inbound*, o número médio de envios importados por dia.
- Para o *outbound*, o número médio de envios que exportados por dia.
- Número médio de peças em trânsito por dia.

São ainda consideradas:

- Número de envios a serem colocados nos depósitos: introduzir a percentagem de carga rececionada por movimento de chegada que precisa de ser colocado no depósito por razões aduaneiras. Isto é necessário para determinar a necessidade de armazenagem na zona alfandegada.

- Número de envios a serem desalfandegados: isto representa a percentagem de carga rececionada por movimento de chegada que requer desalfandegamento durante o processo. É utilizado para calcular a capacidade do processo de carga extracomunitária (WPX) e a área de buffer de WPXs para as peças a serem selecionadas durante o processo de importação até serem novamente injetadas na cinta para depois serem carregadas e enviadas para serem entregues durante o mesmo ciclo operacional.

A folha de dados imputados é necessária para especificar as capacidades do ponto de vista do equipamento para configurações atuais e previsões futuras, a fim de definir o estrangulamento da operação.

4.2.3 Tratamento de Dados

No contexto da dissertação, a análise das diferentes áreas a serem definidas no terminal de carga é uma etapa crucial para garantir a eficiência operacional, tendo-se, para o efeito, recorrido ao FST. A metodologia de cálculo subjacente ao FST envolve a consideração de diversos parâmetros, como volumes de carga, tipos de mercadorias, requisitos de manuseamento e regulamentos locais. Por meio da análise dos dados internos da DHL e da aplicação de algoritmos, o FST permite fornecer projeções sobre a área necessária para o armazenamento.

De seguida, apresentam-se os princípios lógicos subjacentes aos cálculos realizados pelo FST em relação à área destinada a armazenamento. O dimensionamento dos armazéns aduaneiros é feito com base na área necessária para:

- A) Estantes para envios de porte menor (COY + FLYs) e
- B) *Racks* para paletes e envios de maiores dimensões (NCY + PAL).

Estas áreas, por sua vez, dependem dos envios que diariamente entra e sai do terminal.

A) Cálculo da área das estantes de envios de menores dimensões.

A.1. O cálculo do número médio de envios a armazenar é feito considerando a dimensão de uma unidade de armazenamento. Uma unidade de armazenamento pode alocar 1 COY ou 1 *Totebin*. Cada *Totebin* tem capacidade para 25 FLYs.

O número médio de envios a armazenar diariamente resulta então da soma do número de envios COYs e *Totebins* armazenados.

Considera-se ainda que, durante o período em análise, 2014 a 2024, o número máximo de envios COY que pode entrar em depósito ADT são 416 e 253 FLYs. No depósito AEX, será um total de 266 envios COY e 53 FLYs.

O número médio de envios a armazenar no ADT e no AEX corresponde à percentagem de peças provenientes de países extracomunitários (WPX) não desalfandegados no

mesmo dia ou não desalfandegados para exportação (9% para *Inbound* e 7% para *Outbound*, respetivamente). Assim:

Número médio de envios a armazenar no ADT (IB):

$$\left(COY + \frac{FLY}{25} \right) * 9\% = 416 + \frac{253}{25} = 426 \text{ envios}$$

Número médio de envios a armazenar no AEX (OB):

$$\left(COY + \frac{FLY}{25} \right) * 7\% = 266 + \frac{53}{25} = 268 \text{ envios}$$

A.2. O número de dias, em média, em que os envios aguardam para serem desalfandegados e estão nos depósitos multiplicado pelo número de envios resultantes do passo A.1, dá o número total de envios armazenados simultaneamente. No ADT, o tempo médio de armazenamento da carga é 3,6 dias e no AEX a libertação dos envios demora, em média, 1 dia. Assim:

Número total de envios a armazenar no ADT (IB): $426 * 3,6 = 1533 \text{ envios}$

Número total de envios a armazenar no AEX (OB): 268 envios

A.3. A dimensão média dos envios é de 0,135 m², com base no comprimento e largura padrão de um envio (por exemplo, uma embalagem de 42x32 cm²).

A.4. O cálculo da área de superfície total necessária resulta do produto do número total de envios armazenados (passo A.2) e do tamanho médio dos envios (passo A.3).

$$IB: 1533 * 0,135 = 207 \text{ m}^2$$

$$OB: 268 * 0,135 = 37 \text{ m}^2$$

Assim, a área necessária para o *Inbound* é 207 m² e para o *Outbound* 37 m².

A.5. Para a determinação do número de unidades de estantes necessárias, começa-se por considerar que uma estante tem a capacidade de 6,7 m² de superfície de armazenamento (2,8 metros de comprimento x 0,6 metros de largura x 4 níveis). O quociente do resultado arredondado da superfície total necessária (passo A.4) pela capacidade da superfície de armazenamento das estantes dá o número de unidades de estantes.

$$IB: \frac{207}{6,7} = 31 \text{ Estantes}$$

$$OB: \frac{37}{6,7} = 6 \text{ Estantes}$$

B) Racks para paletes e envios de maiores dimensões.

B.1. O cálculo do número médio de envios a armazenar em *Racks* é a soma da média de envios PAL e NCY. O número médio de envios a armazenar no ADT e no AEX corresponde à percentagem de peças provenientes de países extracomunitários (WPX) não desalfandegados no mesmo dia ou não desalfandegados para exportação (9% para *Inbound* e 7% para *Outbound*, respetivamente).

Considera-se ainda que o número máximo de envios NCY que pode entrar no depósito ADT são 32 envios. No depósito AEX, são 24 envios.

*Número médio de envios a armazenar no ADT (IB): $(NCY + PAL) * 9\% = 32$ envios*

*Número médio de envios a armazenar no AEX (OB): $(NCY + PAL) * 7\% = 24$ envios*

B.2. O número de dias em média que os envios aguardam para serem desalfandegados e estão nos depósitos multiplicados pelo número de envios resultantes do passo B.1, dá o número total de envios armazenadas. No ADT, o tempo médio de armazenamento da carga é 3,6 dias, e no AEX a libertação dos envios demora em média 1 dia. Assim:

*Número total de envios a armazenar no ADT (IB): $32 * 3,6 = 115$ envios*

Número total de envios a armazenar no AEX (OB): 24 envios

B.3. A dimensão média dos envios é de 0,96 m², com base nas dimensões das paletes europeias (uma paleta de 120x80 cm²).

B.4. O cálculo da área de superfície total necessária, resulta do produto do número total de envios armazenados (passo B.2) e do tamanho médio dos envios (passo B.3).

$$IB: 115 * 0.96 = 110 \text{ m}^2$$

$$OB: 24 * 0.96 = 23 \text{ m}^2$$

Assim, a área necessária para o *Inbound* é 110 m² e para o *Outbound* 23 m².

B.5. Para a determinação do número de unidades de *racks* necessárias, começa-se por considerar que as *racks* têm a capacidade de superfície de armazenagem de 12 m² (3m de comprimento * 1,2 m de largura * 3 níveis). O quociente do resultado arredondado da área de superfície total necessária do passo B.4 pela capacidade de armazenamento de uma *rack*, permite determinar o número de *racks* necessário.

$$IB: \frac{110}{12} = 10 \text{ Racks}$$

$$OB: \frac{23}{12} = 2 \text{ Racks}$$

A análise do resultado da aplicação do FST mostra que para que a área de armazenamento consiga suportar as condições ideais, isto é que contemple o aumento do volume de carga esperado, a área que será dedicada aos depósitos alfandegários e não-alfandegários deverá estar perto dos 900 m².

A DHL reconhece que as áreas definidas por meio do FST serão fundamentais para suportar as necessidades operacionais de maneira eficiente, sendo assim os depósitos ocuparão uma área de 900 m².

4.3 Dimensionamento dos Depósitos Futuros

Dos valores extraídos do FST, apenas as áreas são reconhecidas pela DHL, como tal o *layout* e a determinação do número de estantes necessárias e reais são feitos separadamente.

Em vez de aplicar um valor médio, como é feito no FST, a abordagem adotada focou-se em dimensionar cada estante e *rack*, de acordo com as características específicas da carga que seria armazenada nos depósitos, isto é, reconhece-se a variação de tamanhos e quantidade de carga ao longo do ano. Considerando que o aumento de depósitos derivado da expansão deve satisfazer o fluxo de carga durante os próximos dez anos, e que o número de envios varia diariamente, irá ser considerado uma previsão de o valor máximo que os depósitos aduaneiros terão de suportar.

Para iniciar o processo de dimensionamento do número de estantes, com suporte do *Microsoft Excel*, é essencial ter conhecimento das dimensões das estantes, as quais estão apresentadas na tabela 4.2.

Tabela 4.2: Dimensão de estantes e número de envios por categoria

	Comp.	Fundo	NÍVEIS
Estante de NCY	3000	1200	3
Estante de COY	2798	600	4
Estante de Totes	2798	600	4

- **Estantes necessárias para COY/Totebins e NCY**

Os *flyers* são colocados em pequenos contentores (*totebins*) que têm medidas semelhantes a um COY, considerando-se assim que um *totebin* tem medidas semelhantes a um COY de tamanho médio (42x32x50cm³). Cada *Totebin* tem capacidade para 25 FLYs.

O número máximo de envios por dia que no ano de 2022 estiveram simultaneamente armazenados em depósitos aduaneiros, encontra-se na tabela 4.3.

Tabela 4.3: Número máximo diário de envios armazenados em depósito (ano 2022)

		INBOUND	OUTBOUND	
Tipos de Produtos	NCY	109	76	paletes
	COY	1436	836	caixas
	FLY	872	165	flyers
		30	6	totes

A estimativa dos envios nos depósitos foi feita com base no que está atualmente armazenado e na percentagem estimada de crescimento anual durante os 10 anos seguintes. Para não sobre dimensionar este tipo de envios categorizou-se os COY em 3 tamanhos, em que o número de envios considerados COY grande, representam 20% da totalidade dos envios COY, envios médios, 50% e os COY pequenos são cerca de 30% - Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Percentagem de envios por categoria

Dimensão COY	
grandes	20,0%
médios	50,0%
pequenos	30,0%

Calculou-se a estimativa dos envios em depósitos com base no que se tem atualmente armazenado e a percentagem estimada de crescimento anual.

- Nos depósitos de carga a ser importada, tem-se os volumes apresentados na Tabela 4.5, em que o número médio de envios é 700, e o número máximo de envios será 1842, estes valores têm como base o número médio e máximo de envios em depósito registados no ano de 2022:

Tabela 4.5: Número médio e máximo de carga importada em depósito por categoria

INBOUND		Número médio de envios no ADT: 700	Número máximo de envios no ADT: 1842	
Tipos de Produtos	NCY	32	83	paletes
	COY	416	1095	caixas
	FLY	253	665	flyers

Recorrendo ao número médio de envios da Tabela 4.5, traduz-se num armazenamento no depósito de ADT, em percentagem e número de envios por classificação que se traduz na tabela 4.6:

Tabela 4.6: Percentagem de envios importados armazenados por categoria

% de cada tipo de produto armazenada (ADT)			
NCY	4,5%	32	paletes
COY	59,42%	416	caixas
FLY	36,08%	253	flyers

- Nos depósitos de carga a ser exportada, tem-se o número de envios da tabela 4.7, em que o número médio de envios é 343, e o número máximo de envios é 472.

Tabela 4.7: Número médio e máximo de carga exportada em depósito por categoria

OUTBOUND		Número médio de envios no AEX 343	Número máximo de envios no AEX 472	
Tipos de Produtos	NCY	24	33	paletes
	COY	266	366	caixas
	FLY	53	72	flyers

Que se traduz numa percentagem de armazenamento no depósito de AEX apresentada na tabela 4.8.

Tabela 4.8: Percentagem de envios exportados armazenados por categoria

% de cada tipo de produto armazenada (AEX)			
NCY	7,1%	24	paletes
COY	77,63%	266	caixas
FLY	15,32%	53	flyers

Com um crescimento esperado de cerca de 10% ao ano, estima-se que o máximo de envios no depósito num só dia no ADT será de 2417 envios e que no AEX será de 1481 envios.

A necessidade futura de depósitos alfandegários, está representada na tabela 4.9.

Tabela 4.9: Número e área de estantes por categoria necessárias para as zonas de armazenagem

	INBOUND	OUTBOUND
Estantes paletes	13	9
Estantes COY/flyers	31	19
TOTAL	44	28
Área estantes NCY (m ²)	47	32
Área estantes COY (m ²)	88	32
TOTAL (m ²)	135	64

Para definir a configuração dos depósitos, não se pode ter em conta apenas o volume de envios que estarão nos depósitos, mas terá de ser considerado:

- Medida para permitir a circulação de empilhadores: Os empilhadores precisam de ter corredores de 4 metros para que se possam movimentar livremente sem comprometer a segurança dos operadores e dos envios. Permitindo a entrada e a circulação segura de empilhadores, torna-se mais eficiente o processo de armazenamento, pois a carga não terá de ser colocada à entrada para ser transportada por um *stacker* ou porta-paletes e passa a ser imediatamente alocada.
- Existência de saídas de emergência, que permita ter as distâncias, entre os postos de trabalho e as saídas, de acordo com a legislação portuguesa.
- Carga de *Buffer*: esta carga também será alocada nos depósitos enquanto aguarda processamento para expedição, sendo consideradas para isso estantes e *racks* extra. A carga de *buffer* não é considerada alfandegária, mas sendo alocada nos depósitos, ajudará a conter envios desalfandegados até ao próximo ciclo operacional, tornando os depósitos uma zona de armazenamento híbrido, que permite redução de custos e incrementos da qualidade e da segurança.
- Gabinetes para Autoridade Tributária: considerou-se ainda que no AEX e no ADT, devido à presença de carga sujeita a procedimentos alfandegários, a Autoridade

Tributária (AT) disporá de gabinetes adequados destinados à realização de inspeções físicas e à análise da documentação referente à carga ali armazenada.

Depois das considerações definidas e a opinião dos trabalhadores dos atuais depósitos, definiu-se as seguintes medidas:

- ADT - 610 m²
- AEX - 170 m²
- HIC - 70 m²

O HIC não pode ser estimado, visto que o volume de envios neste depósito não acompanha o volume de envios processados, com o aumento de volume, aumenta a probabilidade de envios que poderão ser encaminhados para esta área, no entanto não pode ser estimado. Assim com o espaço que resta, o HIC irá ser aumentado de 20 m² para 70 m².

O número de estantes/*racks* baseou-se neste dimensionamento, contudo, é relevante sublinhar que o número real irá refletir uma abordagem ajustada às necessidades e capacidade dos depósitos e acordada posteriormente com a equipa que trabalha nessa área, assim definiram-se que os números definitivos de estantes e *racks* por depósito são os apresentados na Tabela 4.10.

Tabela 4.10: Número de Estantes/ *Racks* por Depósitos

	Estantes	Racks
ADT	51	22
AEX	15	7
HIC	7	1

Com a área dos depósitos, o número de estantes/*racks* e os requisitos definidos, o *layout* dos futuros depósitos alfandegários e não alfandegários foi proposto e aprovado pela DHL, como apresentado na Figura 4.9.

4.4 Síntese

Neste capítulo, realizou-se uma análise ao fluxo de carga no terminal de carga atual, através do diagrama de *Spaghetti*, que revelou a falta de fluidez no transporte de carga devido à restrição de espaço.

Para facilitar a transição dos depósitos alfandegários atuais para os temporários, que suportam o armazenamento de carga alfandegária durante as obras de expansão do terminal, implementou-se a metodologia 5S, essencial no sucesso desta transição.

O FST foi fundamental na determinação da área necessária para os futuros depósitos alfandegários e não alfandegários. Esta ferramenta considerou diversos fatores, mas devido à

falta de análise da variabilidade que existe no terminal de carga no Porto, teve de se calcular as estantes e as *racks* necessárias de maneira a ter resultados mais parecidos com a realidade.

Por fim, com os dados extraídos e analisados, e com a definição de requisitos, fez-se um *layout* que atendesse aos valores daí resultantes. A análise conjunta com a equipa de trabalho, dos depósitos alfandegários e não alfandegários, ajudou a garantir que o novo *layout* fosse capaz de atender às necessidades do terminal de carga de forma eficaz.

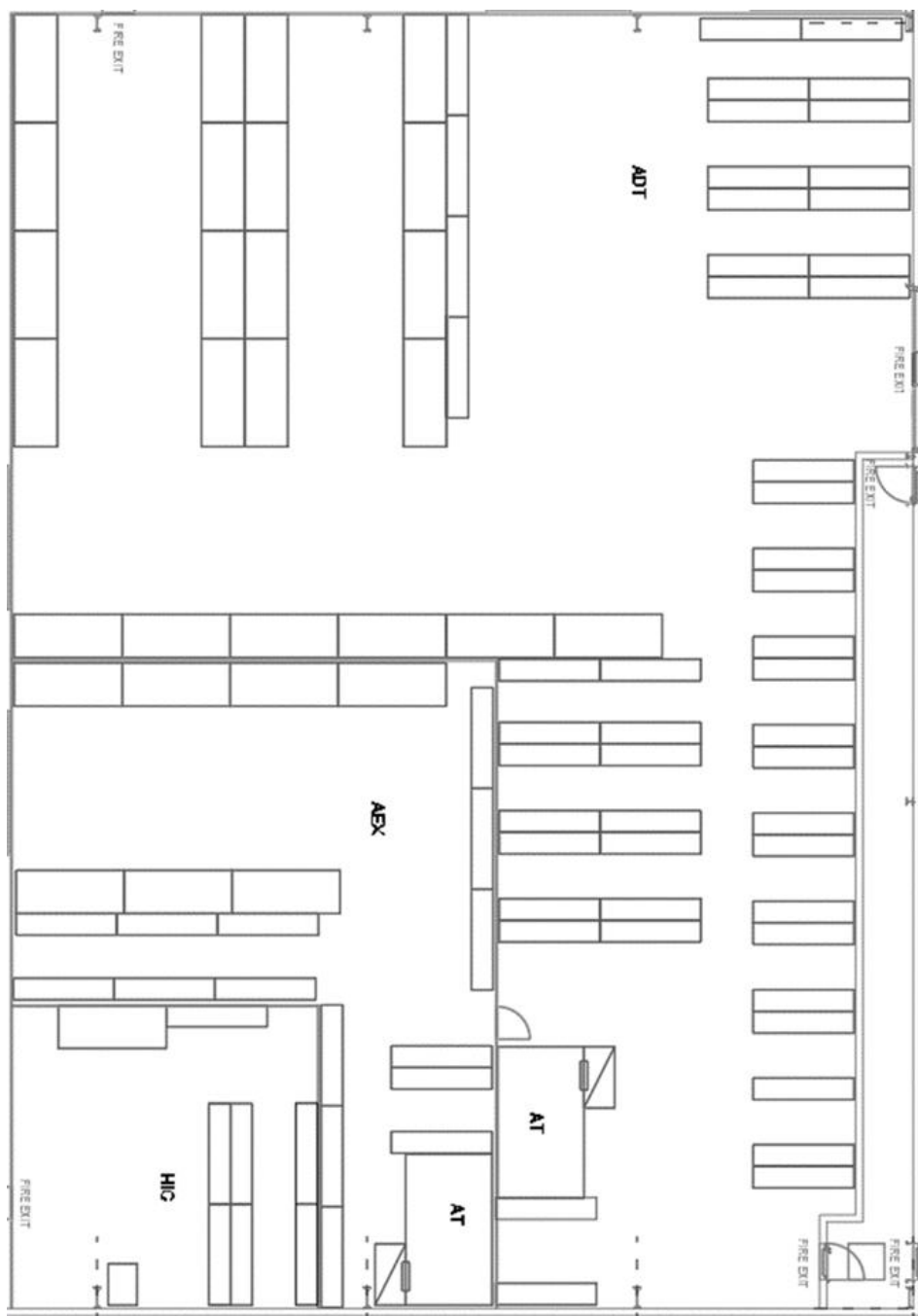


Figura 4.9: *Layout* dos Depósitos de Carga

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Em síntese, esta dissertação tem como objetivo melhorar a eficiência dos serviços de recepção e expedição no terminal de carga da DHL, tendo em consideração as várias operações e processos associados a estas atividades. O estudo foi direcionado através da análise dos processos logísticos envolvidos no manuseamento de carga, que tinha em vista a identificação de ineficiências e compreensão dos processos atuais, com perspectiva de implementar um *layout* mais eficiente no terminal de carga do Aeroporto Francisco Sá Carneiro que será expandido.

No decorrer desta dissertação, os processos foram mapeados e identificadas com o intuito de obter uma melhor compreensão do fluxo de trabalho. Os fluxos de carga dentro do terminal, especialmente os envios que são retidos nos depósitos durante os processos de entrada e saída, foram examinados através de Diagramas de *Spaghetti*.

Uma das ações de maior relevância no âmbito da dissertação consistiu na redefinição e implementação dos *layouts* das zonas de armazenagem, tanto para os depósitos aduaneiros de carácter temporário, como para os de futuro.

O processo de transição para os depósitos temporários foi orientado pelo 5S, enfatizando a importância da Eliminação, Organização, Limpeza, Padronização e Manutenção. A transição dos depósitos para uma zona de armazenamento temporário foi bem-sucedida e permitiu criar um ambiente de trabalho mais organizado e eficiente, mesmo com obras de expansão a decorrer, havendo um aumento de 20% de capacidade de armazenamento.

O FST desempenhou um papel fundamental na determinação da área necessária para os depósitos alfandegários e não alfandegários futuros, no entanto foi necessário calcular separadamente as estantes e *racks* para obter resultados mais próximos da realidade, devido à falta de análise da variabilidade no terminal de carga do Porto. Com a implementação deste *layout* em julho, haverá um aumento em 39% da capacidade de armazenamento.

Em resumo, esta dissertação atingiu os seus objetivos em relação ao mapeamento dos processos logísticos no terminal, identificação de ineficiências e aplicação de melhorias nos depósitos temporários e preparação para aplicar no futuro. A incorporação de metodologias como o mapeamento e análise dos fluxos de mercadorias - através de diagrama de *Spaghetti*, e o 5S contribuiu para a uma melhor definição dos processos e do *layout* das zonas de armazenagem.

Através do recurso ao FST, foi possível determinar com precisão a área ideal para os depósitos futuros. E foi através de recolha e análise de dados e comunicação com a equipa aduaneira, que foi possível determinar o número de estantes e *racks*. Com a implementação deste *layout* em julho, haverá um aumento em 39% da capacidade de armazenamento.

As lições aprendidas com esta dissertação podem ser aplicadas a outros projetos, principalmente quando a empresa tem como objetivo de expandir a rede em Portugal, e já considera a expansão do terminal logístico de Lisboa.

Em conclusão, esta dissertação propôs uma solução de conceção para o novo armazém que se alinha com os requisitos da empresa. A solução proposta não só aumentará a capacidade de armazenamento do armazém para os próximos anos como também melhorará a sua eficiência operacional logística, ajudando a empresa a alcançar o seu plano de crescimento para os próximos anos. O modelo proposto deve ser suficientemente adaptável e flexível para lidar com diferentes cenários e deve refletir a forma como a empresa conduz os seus negócios e espera estabelecer-se como líder no mercado nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ameknassi, L., D. Ait-Kadi, e N. Rezg. 2016. «Integration of Logistics Outsourcing Decisions in a Green Supply Chain Design: A Stochastic Multi-Objective Multi-Period Multi-Product Programming Model». *International Journal of Production Economics* 182 (dezembro):165–84. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.08.031>.
- Amjath, M., L. Kerbache, J. M. Smith, e A. Elomri. 2022. «Fleet Sizing of Trucks for an Inter-Facility Material Handling System Using Closed Queueing Networks». *Operations Research Perspectives* 9:100245. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2022.100245>.
- Baker, P., e M. Canessa. 2009. «Warehouse Design: A Structured Approach». *European Journal of Operational Research* 193 (2): 425–36. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.11.045>.
- Barenji, A. V., W. M. Wang, Z. Li, e D. A. Guerra-Zubiaga. 2019. «Intelligent E-Commerce Logistics Platform Using Hybrid Agent Based Approach». *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 126 (junho):15–31. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.04.002>.
- Battarra, I., R. Accorsi, G. Lupi, R. Manzini, e G. Sirri. 2022. «Location-Allocation Problem in a Multi-Terminal Cross-Dock Distribution Network for Palletized Perishables Delivery». *Transportation Research Procedia* 67:172–81. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.12.048>.
- Bauer, W., O. Ganschar, e S. Gerlach. 2014. «Development of a Method for Visualization and Evaluation of Production Logistics in a Multi-Variant Production». *Procedia CIRP* 17:481–86. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.027>.
- Berg, J.P.V. D., e W.H.M. Zijm. 1999. «Models for Warehouse Management: Classification and Examples». *International Journal of Production Economics* 59 (1–3): 519–28. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00114-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00114-5).
- Berghman, L., Y. Kergosien, e J. Billaut. 2023. «A Review on Integrated Scheduling and Outbound Vehicle Routing Problems». *European Journal of Operational Research*, janeiro, S0377221722010050. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.12.036>.
- Brynzér, H., e M.I. Johansson. 1996. «Storage Location Assignment: Using the Product Structure to Reduce Order Picking Times». *International Journal of Production Economics* 46–47 (dezembro):595–603. [https://doi.org/10.1016/0925-5273\(94\)00091-3](https://doi.org/10.1016/0925-5273(94)00091-3).
- Burganova, N., P. Grznar, M. Gregor, e Š. Mozol. 2021. «Optimalisation of Internal Logistics Transport Time Through Warehouse Management: Case Study». *Transportation Research Procedia* 55:553–60. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.021>.
- Campean, E. M., L. Morar, P. Baru, C. Bordea, e D. Pop. 2012. «Aspects Regarding Some Simulation Models for Logistic Management». *Procedia Economics and Finance* 3:1036–41. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00270-5](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00270-5).
- Çetinkaya, S., F. Mutlu, e C. Lee. 2006. «A Comparison of Outbound Dispatch Policies for Integrated Inventory and Transportation Decisions». *European Journal of Operational Research* 171 (3): 1094–1112. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.01.019>.
- Coindreau, M., O. Gallay, N. Zufferey, e G. Laporte. 2021. «Inbound and Outbound Flow Integration for Cross-Docking Operations». *European Journal of Operational Research* 294 (3): 1153–63. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.02.031>.
- Dias, J.C., J.M.F. Calado, e M.C. Mendonça. 2010. «The Role of European “ro-Ro” Port Terminals in the Automotive Supply Chain Management». *Journal of Transport Geography* 18 (1): 116–24. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.10.009>.

- Dondo, R., e J. Cerdá. 2014. «A Monolithic Approach to Vehicle Routing and Operations Scheduling of a Cross-Dock System with Multiple Dock Doors». *Computers & Chemical Engineering* 63 (abril):184–205. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2013.12.012>.
- Freitas, A. M., F.J.G. Silva, L.P. Ferreira, J.C. Sá, M.T. Pereira, e J. Pereira. 2019. «Improving Efficiency in a Hybrid Warehouse: A Case Study». *Procedia Manufacturing* 38:1074–84. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.195>.
- Gebeyehu, S. G., M. Abebe, e A. Gochel. 2022. «Production Lead Time Improvement through Lean Manufacturing». Editado por Zude Zhou. *Cogent Engineering* 9 (1): 2034255. <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2034255>.
- Ghiani, G., G. Laporte, e R. Musmanno. 2004. *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*. Reprint. Wiley-Interscience Series in Systems and Optimization. Chichester: Wiley.
- Gu, J., M. Goetschalckx, e L. F. McGinnis. 2010. «Research on Warehouse Design and Performance Evaluation: A Comprehensive Review». *European Journal of Operational Research* 203 (3): 539–49. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.07.031>.
- Guo, J., J. Zhang, T. C. E. Cheng, e S. Zhao. 2022. «Truthful Double Auction Mechanisms for Online Freight Platforms with Transaction Costs». *Transportation Research Part B: Methodological* 158 (abril):164–86. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2022.02.009>.
- Hasle, P., C. U. Madsen, e D. Hansen. 2021. «Integrating Operations Management and Occupational Health and Safety: A Necessary Part of Safety Science!» *Safety Science* 139 (julho):105247. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105247>.
- Hesse, M., e J.-P. Rodrigue. 2009. «Logistics». Em *International Encyclopedia of Human Geography*, 277–84. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.01025-7>.
- Ikumapayi, O.M., E.T. Akinlabi, F.M. Mwema, e O.S. Ogbonna. 2020. «Six Sigma versus Lean Manufacturing - An Overview». *Materials Today: Proceedings* 26:3275–81. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.986>.
- Kamphues, J., e T. Hegmanns. 2015. «A Modular Approach for Integrated Inventory Management in Distribution Logistics». *IFAC-PapersOnLine* 48 (3): 1815–20. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.350>.
- Kartsan, P., e S. Mavrin. 2023. «The Digital Revolution of the Transportation Industry». *Transportation Research Procedia* 68:116–19. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.014>.
- Kaynak, R., e S. Börteçine Avcı. 2014. «Logistics Service Accountabilities and Their Effects on Service Buyer's Trust». *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 111 (fevereiro):731–40. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.107>.
- Konur, D., e M. M. Golias. 2013. «Cost-Stable Truck Scheduling at a Cross-Dock Facility with Unknown Truck Arrivals: A Meta-Heuristic Approach». *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 49 (1): 71–91. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2012.06.007>.
- Koster, R., T. Le-Duc, e K. J. Roodbergen. 2007. «Design and Control of Warehouse Order Picking: A Literature Review». *European Journal of Operational Research* 182 (2): 481–501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>.
- Lai, K., C. W.Y. Wong, e T.C.E. Cheng. 2010. «Bundling Digitized Logistics Activities and Its Performance Implications». *Industrial Marketing Management* 39 (2): 273–86. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2008.08.002>.
- Leming-Lee, T., S. Polancich, e B. Pilon. 2019. «The Application of the Toyota Production System LEAN 5S Methodology in the Operating Room Setting». *Nursing Clinics of North America* 54 (1): 53–79. <https://doi.org/10.1016/j.cnur.2018.10.008>.

- Liao, T.W., P.J. Egbelu, e P.C. Chang. 2012. «Two Hybrid Differential Evolution Algorithms for Optimal Inbound and Outbound Truck Sequencing in Cross Docking Operations». *Applied Soft Computing* 12 (11): 3683–97. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2012.05.023>.
- Liu, H., T. Xu, S. Jing, Z. Liu, e S. Wang. 2023. «The Interplay between Logistics Strategy and Platform’s Channel Structure Design in B2C Platform Market». *European Journal of Operational Research*, março, S037722172300190X. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.02.043>.
- Liu, W., J. Zhang, Y. Shi, P. T. Lee, e Y. Liang. 2022. «Intelligent Logistics Transformation Problems in Efficient Commodity Distribution». *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 163 (julho):102735. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102735>.
- Mane, A. M., e C.T. Jayadeva. 2015. «5S Implementation in Indian SME: A Case Study». *International Journal of Process Management and Benchmarking* 5 (4): 483. <https://doi.org/10.1504/IJPMB.2015.072327>.
- Matthews, R., B. N. Rutherford, D. Edmondson, e L. Matthews. 2022. «Uncertainty in Industrial Markets: The COVID-19 Pandemic». *Industrial Marketing Management* 102 (abril):364–76. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.02.006>.
- Mentzer, J. T., e L. R. Williams. 2001. «The Role of Logistics Leverage in Marketing Strategy». *Journal of Marketing Channels* 8 (3–4): 29–47. https://doi.org/10.1300/J049v08n03_03.
- Mirmajlesi, S. R., e R. Shafaei. 2016. «An Integrated Approach to Solve a Robust Forward/Reverse Supply Chain for Short Lifetime Products». *Computers & Industrial Engineering* 97 (julho):222–39. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.05.015>.
- Önsel Ekici, Ş., Ö. Kabak, e F. Ülengin. 2019. «Improving Logistics Performance by Reforming the Pillars of Global Competitiveness Index». *Transport Policy* 81 (setembro):197–207. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2019.06.014>.
- Qiu, X., e G. Q. Huang. 2013. «Supply Hub in Industrial Park (SHIP): The Value of Freight Consolidation». *Computers & Industrial Engineering* 65 (1): 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2012.06.016>.
- Rebelo, C.G.S., M.T. Pereira, F.J.G. Silva, L.P. Ferreira, e J.C. Sá. 2021. «The Relevance of Space Analysis in Warehouse Management». *Procedia Manufacturing* 55:471–78. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.10.064>.
- Rutner, S. M., e C. J. Langley. 2000. «Logistics Value: Definition, Process and Measurement». *The International Journal of Logistics Management* 11 (2): 73–82. <https://doi.org/10.1108/09574090010806173>.
- Saez-Mas, A., J. P. Garcia-Sabater, J. J. Garcia-Sabater, e A. Ruiz. 2020. «Redesigning the In-Plant Supply Logistics: A Case Study». *Computers & Industrial Engineering* 143 (maio):106422. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106422>.
- Senderská, K., A. Mareš, e Š. Václav. 2017. «Spaghetti diagram application for workers’ movement analysis». *UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering* 79 (1): 139–50.
- Shahriar, M.M., M.S. Parvez, M.A. Islam, e S. Talapatra. 2022. «Implementation of 5S in a Plastic Bag Manufacturing Industry: A Case Study». *Cleaner Engineering and Technology* 8 (junho):100488. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100488>.
- Silva, A., L. C. Coelho, M. Darvish, e J. Renaud. 2020. «Integrating Storage Location and Order Picking Problems in Warehouse Planning». *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 140 (agosto):102003. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102003>.
- Stank, T. P., e P. A. Traichal. 1998. «Logistics Strategy, Organizational Design, and Performance in a Cross-Border Environment». *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 34 (1): 75–86. [https://doi.org/10.1016/S1366-5545\(97\)00040-9](https://doi.org/10.1016/S1366-5545(97)00040-9).
- Tang, S., e H. Yan. 2010. «Pre-Distribution vs. Post-Distribution for Cross-Docking with Transshipments». *Omega* 38 (3–4): 192–202. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2009.09.001>.

- Tejesh, B. S., e S. Neeraja. 2018. «Warehouse Inventory Management System Using IoT and Open Source Framework». *Alexandria Engineering Journal* 57 (4): 3817–23. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.02.003>.
- Tompkins, J., J. A. White, Y. A. Bozer, e J. A. Tompkins. 2010. *Facilities Planning*. 4th edition. Hoboken, NJ: Wiley.
- Vanajakumari, M., H. Sun, A. Jones, e C. Sriskandarajah. 2022. «Supply Chain Planning: A Case for Hybrid Cross-Docks». *Omega* 108 (abril):102585. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102585>.
- Venkat Jayanth, B., P. Prathap, P. Sivaraman, S. Yogesh, e S. Madhu. 2020. «Implementation of Lean Manufacturing in Electronics Industry». *Materials Today: Proceedings* 33:23–28. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.718>.
- Vorona, A., L. Istomin, S. Kalmykov, e M. Lyashenko. 2022. «Process Chart for Customs Logistics Optimisation». *Transportation Research Procedia* 63:1891–98. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.209>.
- Wahl, F., M. Breslein, e B. Elser. 2022. «On-Demand Forklift Hailing System for Intralogistics 4.0». *Procedia Computer Science* 200:878–86. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.285>.
- Wu, Y., M. Poon, Z. Yuan, e Q. Xiao. 2022. «Time-Dependent Customized Bus Routing Problem of Large Transport Terminals Considering the Impact of Late Passengers». *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 143 (outubro):103859. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103859>.
- Xu, S. X., M. Cheng, e G. Q. Huang. 2015. «Efficient Intermodal Transportation Auctions for B2B E-Commerce Logistics with Transaction Costs». *Transportation Research Part B: Methodological* 80 (outubro):322–37. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.07.022>.
- Zhang, G., X. Shang, F. Alawneh, Y. Yang, e T. Nishi. 2021. «Integrated Production Planning and Warehouse Storage Assignment Problem: An IoT Assisted Case». *International Journal of Production Economics* 234 (abril):108058. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108058>.

A.1 Caracterização da empresa DHL

A.1.1 História - DHL e o Grupo DPDHL

O Grupo *Deutsche Post* DHL (DPDHL) é o maior grupo de correio e serviços logísticos do mundo, liga pessoas e mercados e é um facilitador do comércio global. O grupo está a concentrar-se no crescimento dos seus negócios logísticos principais e a acelerar a transformação digital em todas as divisões comerciais, contribuindo para o mundo através de práticas empresariais sustentáveis, cidadania empresarial e atividades ambientais.

O Grupo *Deutsche Post* DHL é o resultado da parceria entre a *Deutsche Post* alemã e a empresa norte-americana DHL, que se tornou numa fusão totalmente consolidada em 2002. A esta parceria a DHL ofereceria uma diversidade abrangente de encomendas e serviço expresso internacional, transporte de carga, serviços de gestão da cadeia de abastecimento e soluções logísticas de comércio eletrónico, e a *Deutsche Post*, que seria acionista maioritária, permitindo novos investimentos, e possibilitaria a expansão desses serviços para a Europa, uma vez que era o principal fornecedor europeu de serviços postais e de encomendas naquela época.

DHL

Em 1969, três norte-americanos, Adrian Dalsey, Larry Hillblom e Robert Lynn dão um passo destinado a alterar a economia à escala mundial. Fundaram a empresa DHL, com base numa ideia de negócio inovador, que acabaria por operar a nível global.

No século vinte, quando os comerciantes queriam enviar mercadorias, o único meio possível de se fazer era através de via marítima, no entanto o processo alfandegário era arcaico, pelo que havia uma perda enorme de tempo e dinheiro.

Esta falta de eficiência era causada pelo trabalho administrativo manual, em que formulários tinham de ser preenchidos e verificados para evitar erros, o que obrigava os barcos a ficarem atracados no porto.

Os três fundadores, tiveram então a ideia de que se os documentos que detinham a informação da carga, pudessem ser entregues no destino antecipadamente, o processo tornar-se-ia muito mais eficiente. O conceito que eles iriam pôr na prática seria então os documentos chegarem ao destino por via aérea, para que a verificação pudesse ocorrer previamente à chegada do navio ao porto. Isto mudou todo o processamento alfandegário, uma vez que a documentação da carga era processada antes da chegada efetiva do carregamento, reduzindo os tempos de espera no porto.

A DHL passa então a representar a criação de um novo setor da indústria e uma nova forma de serviço de correio expresso, o serviço expresso aéreo internacional, com o objetivo de transportar documentos de forma mais rápida.

Dez anos depois, a empresa que até então oferecia apenas a entrega de documentos, passa a acrescentar a entrega de encomendas à sua lista de serviços. A partir de 1996, a empresa faz grandes investimentos em tecnologia logística e modernização de infraestruturas, para que a entrega de documentos e encomendas se tornasse mais eficaz.

Grupo DPDHL

Como agência governamental alemã, a *Deutsche Bundespost* era responsável pelos serviços postais e telecomunicações nacionais e internacionais, que mais tarde foi convertida em sociedade anónima de direito privado, a *Deutsche Post* - que passa de ser uma agência governamental estatal deficitária a uma marca global lucrativa.

No ano de 1998, a *Deutsche Post* adquire as primeiras ações da DHL e acaba por se tornar o maior acionista, o que permitiu uma maior reorganização e modernização da produção nos diversos centros de encomendas, e acelerar o processo de distribuição.

Em 2002, a *Deutsche Post* adquire a DHL na sua totalidade, formando o Grupo *Deutsche Post DHL*.

O Grupo *Deutsche Post DHL* tem crescido muito e atualmente é a empresa líder mundial em logística, composta por seis unidades de negócio, altamente especializadas no seu ramo de operação, sendo que cada uma destas fornece uma variedade de produtos e soluções de logística para os mercados doméstico e internacional.

O Grupo *Deutsche Post DHL* em 2021 teve receitas no valor de mais de 80 mil milhões de euros, emprega mais de 590.000 pessoas em mais de 220 países e territórios em todo o mundo e tem como mote alcançar até 2050 uma logística de zero emissões. Com este resultado, atingiu-se um novo nível de satisfação e o melhor desempenho financeiro da história da empresa.

A.1.2 Missão, Valores e Visão

O mundo depende da logística e como líder logístico global, o Grupo DPDHL liga pessoas e mercados, e permite o acesso ao comércio global.

"Estratégia 2025 - Oferecer excelência num mundo digital" é a base na qual o grupo assenta para continuar a trajetória de sucesso. A empresa irá concentrar-se de forma mais consistente no aproveitamento do potencial sustentável de crescimento rentável a longo prazo contido nos seus principais negócios logísticos. Além disso, estará a intensificar a transformação digital do Grupo que já está em curso em todas as divisões do grupo.



O **Propósito**, **Visão** e **Valores** são o trio para uma estratégia consistente para o Grupo e complementados por um compromisso de excelência.

A **Missão** do DPDHL é a excelência e o entregar com simplicidade.

Cumprimos a nossa missão com uma excelente execução ao longo das três linhas de base de uma forma sustentável:

- Empregador de escolha

Empregados motivados e qualificados proporcionam uma qualidade excepcional.

- Prestador de serviços de escolha

A qualidade excepcional deleita os nossos Clientes e leva à lealdade.

- Investimento de Escolha

A fidelidade dos clientes leva a um crescimento rentável.

A.1.3 DHL Portugal

A DHL Portugal é resultado da união de 3 empresas: *DHL Worldwide Express*, que opera em Portugal desde 1982, que tinha a capacidade de transporte para todo o mundo; *Guipuzcoana Euro Express*, que chegou a Portugal em 1995 com o foco de transporte terrestre de mercadorias na Europa; e a *Danzas*, que começou em 1968 com o transporte terrestre entre Portugal e a Suíça, e expandiu com a disponibilização de meios marítimos e aéreos.

Com um passado de distinções na área da qualidade, a nova empresa preocupou-se também com o seu capital humano, sendo por isso detentora de várias distinções a nível nacional e internacional.

As Unidades de Negócio da DHL em Portugal disponibilizam aos clientes um portfólio inigualável de produtos e soluções de logística:

- *DHL Express*: especializada no transporte urgente de encomendas e correio;
- *DHL eCommerce Solutions*: especializada na entrega de encomendas nacionais e distribuição e-Commerce;
- *DHL Supply Chain*: especializada na gestão da cadeia de abastecimento ponto-a-ponto (gestão de armazéns, distribuição, serviços de valor acrescentado, etc.);
- *DHL Global Forwarding*: especializada no transporte internacional aéreo e marítimo.
- *DHL Freight*: especializada no transporte internacional terrestre.

Internamente existem ainda áreas funcionais que agregam valor à marca, tais como serviços de Procurement (Trata de negociações - aquisições), Jurídico, Mercado Imobiliário, Serviços Financeiros, etc., que se encontram centralizados na *DHL Global Business Services*.

DHL Express

A *DHL Express*, parte integrante do Grupo *Deutsche Post DHL* e líder mundial no setor do transporte expresso internacional, é a unidade de negócio do Grupo que incorpora a nível internacional a *DHL Aviation* e a *DHL Express*. Da mesma forma, em Portugal, as entidades *DHL Aviation N.V./S.A.* e *DHL Express Portugal Lda.* estão integradas na mesma estrutura organizacional - a *DHL Express*.

Atualmente, a *DHL Express* conta com dez centros operacionais de norte a sul e ilhas, duas lojas próprias em Lisboa e no Porto, e 400 lojas parceiras da rede *DHL Service Points* com serviço expresso internacional.

Quanto ao transporte aéreo de carga da DHL via Portugal, há um voo diário dedicado a partir do Aeroporto Humberto Delgado, em Lisboa. Neste momento, a capacidade diária do terminal de carga é apenas de 20 toneladas, porque o terminal atual também não tem capacidade para suportar mais carga.

A DHL *Express* iniciou com sucesso as operações neste centro de distribuição em fevereiro de 2012, recebendo uma carga diária de um *Airbus A300* da companhia. Atualmente são 3 os voos diários DHL neste Aeroporto, contando adicionalmente com um voo com um *Boeing 737* e de um *757*, aviões exclusivamente de carga aérea, com grande capacidade para fazer face à grande procura.

A DHL *Express* com uma rede de logística e distribuição expresso a nível mundial, com conhecimento aprofundado de cada mercado local e com um âmbito de cobertura de 220 países e territórios, incluindo uma vasta experiência em trâmites alfandegários, assume-se como um parceiro de negócio impulsionador de processos de internacionalização e exportação das empresas portuguesas.



2023

MARIANA AZEVEDO CRUZ

EXPANSÃO DO ARMAZÉM DE UMA INSTALAÇÃO DO SETOR LOGÍSTICO