



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Mariana Isabel Barreiro Enes

**Melhoria da ocupação volumétrica dos
camiões no transporte Entreposto-Loja numa
empresa de retalho alimentar**

Tese de Mestrado

Mestrado integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Ângela Maria Esteves Silva

Novembro de 2018

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar o meu sincero agradecimento a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste projeto de investigação.

A minha profunda gratidão dirige-se primeiramente à minha família e ao meu namorado, que me motivaram e apoiaram incondicionalmente nesta etapa da minha vida.

À minha orientadora científica, Professora Ângela Maria Esteves Silva, por todo o acompanhamento e apoio para cumprir esta etapa. Acima de tudo, agradeço a sua competência e as valiosas sugestões que permitiram melhorar continuamente este projeto.

Ao engenheiro Tiago Seabra, meu orientador na empresa, por me ter proporcionado uma fácil integração, pelo acompanhamento e pela disponibilidade para debater sempre todos os assuntos.

A todos os colegas de equipa pela amizade, pela ótima disposição com que sempre me receberam e por sempre mostrarem interesse em discutir o meu tema de dissertação, sendo um grande estímulo para a conquista do resultado final.

Aos meus amigos que me apoiaram e encorajaram com a sua presença constante na minha vida durante os piores e melhores dias deste ano.

Por último, deixo ainda o meu agradecimento a todos aqueles que contribuíram para o sucesso deste projeto, mas que não estão aqui mencionados.

RESUMO

O presente projeto de dissertação desenvolveu-se no âmbito do curso do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI), da Universidade do Minho, tendo sido realizado no departamento de Logística da empresa Sonae MC. O mesmo centrou-se na melhoria da ocupação volumétrica dos camiões utilizados no transporte entreposto-loja.

A metodologia de investigação utilizada foi o estudo de caso, tendo tido início com a análise e descrição da situação atual, quantificando-se o valor da taxa de ocupação volumétrica atual, na ordem dos 48,5%. Identificaram-se, de seguida, os principais fatores que influenciavam a altura das unidades de carga e a capacidade de sobreposição das mesmas. Foram apresentadas algumas soluções a implementar no curto e longo prazo. As de curto prazo consistiram na revisão dos limites de cubicagem em função do peso médio por caixa e na consolidação das categorias do *Picking-By-Store* (PBS) na mesma paleta para as lojas Continente Bom Dia (CBD). Com base em testes piloto, estimou-se um aumento de 3,4% na cubicagem média das paletes de *picking*, uma redução de 4,2% no número de paletes preparadas, um aumento na percentagem de ocupação em altura de 1,8% que se traduz num aumento da ocupação volumétrica do camião de 1,6%, e um benefício de 577.908€/ano. A proposta de revisão dos limites foi realmente implementada, desenvolvendo-se um quadro de indicadores para monitorizar os seus resultados. Comparando com janeiro de 2018, obteve-se, em setembro, um aumento de 4,4% na cubicagem média das paletes de *picking* e de 2,7% na percentagem de ocupação em altura. As medidas de longo prazo incidiram, primeiro, na normalização da altura das paletes a um limite de cubicagem mais baixo para sobreposição através de equipamento e, segundo, sem normalização, sobrepor apenas as paletes mais baixas. Na primeira, embora os ganhos para o transporte sejam significativos, estas soluções afetam negativamente a produtividade, o tempo de carga e descarga e o espaço na retaguarda de loja. Também, a variabilidade no fator de ar, que impossibilita a definição de um limite de cubicagem que garanta a sobreposição de 100% das paletes, inviabiliza a utilização destes equipamentos. Na segunda, identificou-se uma medida que permite reduzir uma viagem por dia: sobrepor as paletes mais baixas num camião de duplo *deck*, no transporte Azambuja-Guia, com um benefício estimado de 93.694€/ano. Prevê-se, com a implementação deste projeto, um benefício anual total de 671.602€.

PALAVRAS-CHAVE

Ocupação Volumétrica dos Camiões; Transporte; Altura Unidades de Carga; Equipamentos de Suporte.

ABSTRACT

The current dissertation project was developed as part of the Integrated Master in Industrial Engineering and Management, of the University of Minho, and it was done in the logistics department from Sonae MC. It focused on improving the volume fill rate of the trucks used on the warehouse-retail store transportation.

The methodology research used throughout this work was the case study, having started with the analysis and description of the current situation, quantifying the value of the actual vehicle volume fill rate, which was around 48,5%. The main factors that influenced the units load height and its stackability were then identified. Some solutions to be implemented in short and long-term have been identified. The short-term ones consisted in revising cubic limits depending on the average weight per box and the consolidation of the categories from Picking-By-Store (PBS) in the same pallet for Continente Bom Dia (CBD) stores. Based on pilot tests, it was estimated an increase of 3,4% in the picking units load average volume, a reduction of 4,2% in the number of prepared units load, an increase of 1,8% in the height fill rate that corresponds to an increase in the trucks volume fill rate of 1,6%, and a benefit of 577.908€/year. The proposal of revising the limits was implemented, and it was developed a dashboard to monitoring its results. Comparing with January of 2018, it was obtained in September, an increase of 4,4% in the average volume of picking units load and 2,7% in the height fill rate. The long-term ones focused on, first, the unit load height standardization for lower cubic limits for stacking using equipment and, second, without standardization, stack only the lower units load. In the first one, although the gains for transportation are significant, these solutions negatively affect the productivity, the loading and unloading time and the backroom store. Moreover, the variability in the air factor, which makes impossible the definition of a cubic limit that can guarantee the stacking of 100% of the pallets, makes the use of stacking equipment unfeasible. For the second one, it was identified a strategy that allows to reduce a travel per day: stack the lower units load in a double deck truck, in the transport Azambuja-Guia, with an estimate benefit of 93.694€/year. With the implementation of this project, a total annual benefit of 671.602€/year is expected.

KEYWORDS

Vehicle Volume Fill; Transportation; Units Load Height; Support equipment.

3.3	Plataformas logísticas da Sonae MC	39
3.4	Caraterização dos processos da Sonae MC.....	42
3.4.1	Mapeamento dos fluxos nos entrepostos a temperatura ambiente	42
3.4.2	Departamento de gestão de transportes	44
3.4.3	Mapeamento do fluxo em loja	45
4.	Descrição e análise crítica da situação atual	47
4.1	Baixa ocupação volumétrica dos camiões	47
4.2	Análise crítica e identificação das causas.....	49
4.2.1	Cubicagem média por insignia e unidade de movimentação	49
4.2.2	Processo atual de carga, acondicionamento e descarga	52
4.3	Síntese e diagnóstico.....	53
5.	Apresentação das propostas e respetivos resultados.....	55
5.1	Estratégias de curto prazo	55
5.1.1	Revisão dos limites de cubicagem e peso atuais.....	55
5.1.2	Consolidação das categorias na mesma palete para as lojas CBD	60
5.2	Estratégias de longo prazo.....	64
5.2.1	Análise de equipamentos para sobreposição de paletes	64
5.2.2	Sobreposição das paletes com altura normalizada	66
5.2.3	Sobreposição das paletes sem altura normalizada.....	78
5.3	Síntese dos resultados obtidos.....	83
6.	Conclusões e sugestões de trabalho futuro.....	87
	Referências Bibliográficas	91
	Apêndice I – Cálculo da altura útil e cubicagem útil por palete	96
	Apêndice II – Impacto da estratégia 1 na produtividade.....	97
	Apêndice III – Impacto da estratégia 1 na taxa de ocupação volumétrica	98
	Apêndice IV – Estimativa do potencial benefício, em euros, da estratégia 1	99
	Apêndice V – Quadro de indicadores para monitorizar os resultados da estratégia 1	100
	Apêndice VI – Descrição dos diferentes indicadores monitorizados	101
	Apêndice VII – Representação do processo de picking atual e proposto na estratégia 2.....	102

Apêndice VIII – Cálculo do peso médio por palete para os CBD resultante da estratégia 2	103
Apêndice IX – Impacto da estratégia 2 na taxa de ocupação volumétrica	104
Apêndice X – Estimativa do potencial benefício, em euros, da estratégia 2	105
Apêndice XI – Análise de benchmarking aos equipamentos	106
Apêndice XII – Resultado da primeira medição das alturas reais para teste da estratégia 3a	107
Apêndice XIII – Fator médio de ar considerado para estratégias 4a e 4b	108
Apêndice XIV – Estimativa do potencial benefício, em euros, da estratégia 4b	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Visão geral do Processo Logístico (Adaptado de Moura, 2006)	10
Figura 2.2 - Configuração da cadeia de abastecimento retalhista (Adaptado de Kuhn e Sternbeck, 2013))	13
Figura 2.3 - Exemplo de uma rede logística com os três tipos de centros de distribuição (Adaptado de Holzapfel et al., 2018)	14
Figura 2.4 - Atividades e fluxos típicos de um centro de distribuição (Adaptado de Koster et al., 2007)	16
Figura 2.5 - Fluxo de material na loja (Adaptado de Hübner et al., 2013)	20
Figura 2.6 – Altura máxima útil disponível no camião para as unidades de carga (Adaptado de Europe, 2000).....	29
Figura 2.7 - Principais restrições à ocupação dos veículos (Adaptado de Mckinnon, 2008).....	30
Figura 3.1 - Áreas de negócio do Grupo Sonae	38
Figura 3.2 - Áreas de negócio e respetivas marcas da Sonae MC.....	39
Figura 3.3 - Centros de distribuição e de fabrico da Sonae MC	40
Figura 3.4 - Número de paletes expedidas por ano em cada entreposto.....	41
Figura 3.5 - Mapeamento dos fluxos - PBL e PBS	42
Figura 3.6 - Tipos de unidades de movimentação expedidas: (a) palete de picking; euro, (b) meia palete de picking, (c) meia palete completa e (d) palete completa euro	43
Figura 3.7 - Percurso dos veículos consoante o tipo de entrega	45
Figura 3.8 - Mapeamento do fluxo em loja.....	45
Figura 4.1 - Percentagem média de ocupação ao solo em 2017.....	48
Figura 4.2 – (a) Representatividade do volume de cada unidade de movimentação, (b) respetiva cubicagem média por insígnia e número médio de paletes por loja e por dia	50
Figura 4.3 - Ocupação atual de um camião	52
Figura 4.4 - Síntese das propostas de melhoria	54
Figura 5.1 - Impacto da estratégia 1 no número de paletes preparadas (a) no PBS e (b) no PBL	57
Figura 5.2 - Estimativa do potencial benefício anual da estratégia 1	58
Figura 5.3 - Impacto da estratégia 2 no número de paletes (a), na produtividade (b) e no tempo de reposição da prateleira na loja (c)	62

Figura 5.4 - Visita à loja para avaliação do impacto da estratégia 2 no tempo de reposição da prateleira	63
Figura 5.5 - Estimativa do potencial benefício anual da estratégia 2.....	64
Figura 5.6 - Diferentes alternativas de equipamentos escolhidas.....	65
Figura 5.7 – Avaliação preliminar de cada solução de equipamento	65
Figura 5.8 - Estratégias 3a, 3b e 3c existentes no estudo	66
Figura 5.9 – Teste piloto com duplo deck: (a) operação de carga e (b) operação de descarga	68
Figura 5.10 - Retaguarda da loja escolhida após teste piloto com duplo deck.....	70
Figura 5.11 - Teste piloto com cantoneiras: (a) operação de carga e (b) operação de descarga	71
Figura 5.12 - Relação entre altura real e altura teórica para (a) PBL e (b) PBS	72
Figura 5.13 - Retaguarda da loja escolhida após teste piloto com cantoneiras.....	73
Figura 5.14 - Variabilidade do fator de ar por fluxo e por categoria: (a) PBL e (b) PBS	74
Figura 5.15 - Teste piloto com boxes metálicas: (a) operação de preparação, (b) operação de carga e (c) operação de descarga	75
Figura 5.16 - Retaguarda da loja escolhida após teste piloto com boxes metálicas	77
Figura 5.17 - Estratégia 4a e 4b existentes no estudo.....	79
Figura 5.18 - Impactos das estratégias (a) 4a e (b) 4b no número de paletes transportadas ao solo por dia	80
Figura 5.19 - Número de paletes baixas disponíveis para carga durante o teste piloto da estratégia 4b	82
Figura 5.20 - Estimativa do potencial benefício anual da estratégia 4b.....	83

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Custos Logísticos (em %) nos países europeus: T. Transporte; CD, Centro Distribuição; I, Inventário; A, Administrativo (Adaptado de Ghiani et al., 2003)	17
Tabela 2.2 - Inter-relações existentes entre as decisões de nível estratégico e tático e os parâmetros do transporte de carga (Adaptado de Brewer et al., 2008).....	22
Tabela 2.3 - Tabela resumo das principais oportunidades para melhorar a ocupação volumétrica dos veículos.....	32
Tabela 2.4 - Componentes dos modelos de custo existentes na literatura	33
Tabela 3.1 - Diferentes tipos de veículos e a sua capacidade.....	44
Tabela 4.1 – Número médio de paletes expedidas por dia, cubicagem média e peso médio para cada fluxo e insígnia	48
Tabela 4.2 - Número médio de paletes de picking por dia, cubicagem média e peso médio por paleta, e peso médio por caixa.....	51
Tabela 5.1 – Apresentação dos resultados obtidos (janeiro vs setembro) pela implementação da estratégia 1	59
Tabela 5.2 – Principais impactos qualitativos do teste com duplo deck no entreposto e na loja	68
Tabela 5.3 - Impacto da estratégia 3a na produtividade, no tempo de carga e descarga, no número de paletes ao solo e no custo fixo mensal	69
Tabela 5.4 - Principais impactos qualitativos do teste com cantoneiras no entreposto e na loja	71
Tabela 5.5 - Resultados do teste com as cantoneiras (número de paletes ao solo por dia de entrega)	72
Tabela 5.6 - Impacto da estratégia 3b na produtividade, no tempo de carga e descarga e no número de paletes ao solo	73
Tabela 5.7 - Principais impactos qualitativos do teste com boxes metálicas no entreposto e na loja ...	76
Tabela 5.8 - Impacto da estratégia 3c na produtividade, no tempo de carga e descarga e no número de paletes ao solo	77
Tabela 5.9 - Quantificação dos resultados obtidos	84

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

CBD – Continente Bom Dia
CD – Centro de Distribuição
CDP – Centro de Distribuição de Peixe
CFP – Centro de Fabrico do Pão
CNT - Continente
CPC – Centro de Produção de Carne
CSCMP – *Council of Supply Chain Management Professionals*
DPH – Detergentes e Produtos de Higiene
FTL – *Full Truck Load*
GCA – Gestão da Cadeia de Abastecimento
IM – *Investment Management*
IMR – Instituto de *Marketing Research*
JIT – *Just In Time*
KPI – *Key Performance Indicators*
LIFO – *Last In First Out*
LTL – *Less than Truck Load*
MC – Modelo Continente
MDL – Modelo
PBL – *Picking-By-Line*
PBS – *Picking-By-Store*
PET – Produtos para animais
REC – Resposta Eficiente ao Consumidor
RP – *Retail Properties*
SKU – *Stock Keeping Unit*
SR – *Specialized Retail*

1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo inicia-se com um breve enquadramento do tema em que, paralelamente a uma revisão da literatura, se descreve o problema, os objetivos do projeto e a metodologia utilizada ao longo da dissertação. Por fim, apresenta-se a estrutura da mesma.

1.1 Enquadramento

As grandes exigências de um mercado cada vez mais competitivo, tornaram a logística parte integrante de todas as empresas. Cada vez mais se exige que o cliente receba o material certo, no tempo certo, no local certo e na condição certa, pelo que uma das maiores missões dos gestores passa por dirigir todas as atividades que contribuem significativamente para um melhor serviço ao cliente e ao mais baixo custo (R. Ballou, 1997).

A empresa onde se realiza a dissertação, a empresa Sonae MC, é líder nacional no retalho alimentar, lidando com uma rede de distribuição bastante complexa, já que tem vários centros de distribuição (CD) localizados na Maia, Azambuja, Carregado, Vialonga, Lumiar em Lisboa e Madeira; artigos com requisitos de temperatura diferentes e vários formatos de loja: hipermercados, supermercados de conveniência, lojas de proximidade em formato *franchising*, entre outros (Amorim, Martins, Curcio, e Almada-Lobo, 2016). Numa altura em que a conjuntura económica e financeira global obriga as organizações a gerirem os seus recursos da forma mais eficiente possível e o segmento de mercado, em que a Sonae MC se encontra, se revela altamente competitivo, exigente e complexo, a gestão dos custos é vital para o sucesso e sustentabilidade da empresa.

De acordo com Thomas e Griffin (1996), o maior componente de custo da logística é o custo de transporte, correspondendo geralmente a 50% do custo logístico total. Rushton, Croucher, e Baker (2010) mostram que o custo de transporte rodoviário é sempre o mais alto entre todos os elementos relativos ao custo de distribuição total. O transporte de mercadorias, utilizando camiões, é uma parte substancial do mundo do transporte rodoviário de carga, sendo as operações de carga, acondicionamento e descarga uma fraqueza deste meio de transporte, já que muito dinheiro é desperdiçado devido às perdas de tempo provocadas pelas dificuldades de realização destas operações.

Outra das grandes preocupações neste modo de transporte é a ocupação volumétrica dos veículos, que depende sobretudo da relação entre o número de paletes transportadas em cada veículo e a capacidade do mesmo. Atualmente, na empresa Sonae MC, as unidades de carga, preparadas nos entrepostos para

transportar para as lojas, não têm uma altura normalizada e a média desta é baixa. Devido a este fator e às diferenças nas tipologias de caixas acondicionadas nas paletes, não é possível sobrepor as mesmas, realizando-se apenas uma ocupação do veículo ao solo e não em altura, aquando do carregamento e acondicionamento das cargas nos camiões. Assim, como as unidades de carga apresentam uma altura média de 1 metro e uma vez que estas não se podem sobrepor, tem-se uma baixa ocupação volumétrica dos camiões em altura, originando elevados custos de transporte.

Neste sentido, como o transporte é tão mais económico quanto maior a utilização da capacidade dos veículos, torna-se fulcral que esforços sejam dirigidos no sentido de estudar o vasto leque de soluções que a empresa pode implementar, analisando o seu impacto nos custos ao longo da cadeia de abastecimento e, assim, permitir que a mesma possa assumir uma posição mais competitiva no setor.

1.2 Objetivos

Esta dissertação teve como finalidade estudar a melhoria da ocupação volumétrica dos camiões, utilizados no transporte entre os CD e as lojas da empresa Sonae MC. Para se alcançar este objetivo, propôs-se dar resposta às seguintes perguntas de investigação:

- Qual a medida mais adequada para melhorar a altura das unidades de carga?
- Qual é o equipamento de suporte à movimentação de carga que permite tornar a rede de transportes mais eficiente?

Ao longo deste projeto, alguns passos mais específicos tiveram de ser cumpridos para responder a estas perguntas:

- Analisar a situação atual de preparação, carga, acondicionamento de cargas e descarga;
- Medir o desempenho da situação atual;
- Identificar os principais fatores que influenciam a altura da carga nas paletes e a capacidade de sobreposição das mesmas;
- Avaliar medidas para melhorar a altura das unidades de carga a serem transportadas;
- Estudar/testar diferentes alternativas de equipamento a utilizar nos camiões;
- Analisar o impacto das medidas e das alternativas de equipamento no desempenho do processo comparando com a situação atual.

Com isto, as medidas de desempenho afetadas foram:

- Taxa de ocupação volumétrica dos camiões;
- Percentagem de ocupação em altura dos camiões;

- Produtividade dos operadores;
- Tempo de carga e descarga do camião;
- O espaço necessário ao solo no entreposto e loja para as paletes;
- O número de viagens por dia;
- O custo de transporte;
- O custo de aquisição de cada equipamento de suporte;
- O custo de aquisição de equipamentos de elevação;
- A logística inversa dos equipamentos.

1.3 Metodologia de Investigação

Ainda existem, hoje em dia, muitas situações em que a palavra “pesquisa” surge fora do seu significado real. Embora uma pesquisa envolva frequentemente a recolha de informações ou dados, se esta não for realizada de forma sistemática, com um propósito claro, não deve ser considerada pesquisa. Neste sentido, de acordo com Saunders, Lewis, e Thornhill (2009), uma pesquisa deve ser sistemática, isto é, não só envolver uma explicação dos métodos usados para a recolha da informação, como também deve interpretar os dados recolhidos e explicar as limitações que lhes estão associadas, e ainda, deve ter um objetivo bem definido, expressado numa ou várias perguntas de investigação, às quais a pesquisa deve responder.

O ponto de partida de um projeto de investigação é a elaboração e clarificação do tópico de investigação. Estando este tópico bem definido e posteriormente transformado em perguntas e objetivos de investigação, torna-se essencial a escolha da filosofia, abordagem e estratégia de pesquisa mais adequadas e, seguidamente, das técnicas de recolha e análise de dados e do horizonte temporal para a realização do projeto (Saunders et al., 2009). Para isso, Saunders et al. (2009) criaram a chamada “*research onion*” que descreve os principais passos que um investigador deve cumprir para formular uma metodologia efetiva.

Sabendo que a filosofia de investigação contém um conjunto de pressupostos importantes sobre a natureza da realidade a ser investigada, os quais justificam a forma como a pesquisa irá ser realizada e influenciam a resposta às perguntas de investigação, a filosofia de investigação dominante foi a positivista. Segundo esta filosofia, considerando as perspetivas ontológica, epistemológica e axiológica, os investigadores tendem sempre a ver a realidade de uma forma objetiva e independente dos sujeitos, em que apenas os fenómenos observáveis podem constituir conhecimento aceitável, isto é, gerar dados e factos credíveis.

Das abordagens de investigação que existem, a mais adequada foi a abordagem dedutiva. Isto justifica-se pelo facto de a investigação em causa se ter baseado numa teoria já existente, cuja hipótese deduzida era a de que a ocupação dos camiões em altura podia ser melhorada já que a altura média das unidades de carga era baixa e a sobreposição das paletes no camião não era possível. A partir desta teoria, obtiveram-se os dados para entender a relação causal entre as variáveis e testou-se a validade da mesma. A generalização é uma característica importante desta abordagem, já que permite partir do particular para o geral. No entanto, é preciso garantir a seleção de uma amostra suficientemente grande, ou seja, no projeto em questão, a pesquisa foi feita sobre vários camiões que garantiam o transporte Entreposto-Loja e não sobre um camião em particular.

Segundo Saunders et al. (2009), a escolha da estratégia de investigação depende das perguntas e dos objetivos de investigação, da extensão do conhecimento existente, da quantidade de tempo e de outros recursos disponíveis e, ainda, dos próprios fundamentos filosóficos. Os objetivos deste projeto foram estudar e analisar o processo de preparação, carga, acondicionamento e descarga dos camiões utilizados no transporte Entreposto - Loja, identificando as principais causas do problema, e avaliando medidas para melhorar a altura das unidades de carga e testando os vários equipamentos de suporte ao transporte de carga, para identificar aquelas que se traduzem em mais benefícios. Maioritariamente, a investigação não implicou uma implementação real ou uma alteração do processo atual de cargas com posterior avaliação e estabilização, envolvendo apenas um estudo explicativo do estado atual e do estado futuro e uma comparação dos custos *versus* benefícios. Pretendendo ainda responder à pergunta “qual”, a estratégia mais adequada foi o estudo de caso. Para Robson (2002), um estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que envolve uma investigação empírica de um fenómeno contemporâneo particular dentro do contexto da sua vida real, usando múltiplas fontes de evidência.

Relativamente à escolha dos métodos de investigação, foi importante, primeiramente, distinguir investigação qualitativa e quantitativa para mais facilmente justificar a escolha das técnicas de recolha e análise de dados. A investigação quantitativa usa dados numéricos para explicar e testar hipóteses, isto é, mediante uma recolha rigorosa de dados, procura identificar e apresentar esses dados, indicadores e tendências observáveis. Contrariamente, a investigação qualitativa baseia-se nos significados expressos através de palavras, ações e percepções dos sujeitos num contexto específico, procurando interpretar a realidade tal como ela é e desenvolvendo o conhecimento a partir dos dados empíricos. Assim sendo, a escolha de pesquisa mais adequada foi o método misto, uma vez que, para este projeto de investigação, foram utilizadas ambas as visões, quantitativa e qualitativa, para recolha e análise de dados, mas não se combinaram dados de métodos de recolha diferentes. No projeto em questão, utilizaram-se, como

métodos de investigação: a análise documental e fontes múltiplas para obter dados secundários a partir de bases de dados e documentação da empresa, artigos de revista e livros; ambas as observações, participativa e estruturada, para obter dados primários qualitativos e quantitativos, respetivamente.

Quanto ao horizonte temporal para realização do projeto, este foi transversal. Isso justificou-se pelo facto de o projeto em causa se tratar do estudo de um fenómeno particular num período específico, ou seja, foi um estudo instantâneo limitado no tempo.

Para uma melhor organização deste trabalho de investigação, foi necessário formular um conjunto de fases que deveriam ser cumpridas para se conseguir responder às perguntas de investigação e, assim, atingir os objetivos a que o projeto se propôs. As fases do projeto foram as seguintes:

- **Fase 1 – Formulação da proposta de dissertação**
- **Fase 2 – Pesquisa de literatura e elaboração da revisão bibliográfica**

Nesta segunda fase tornou-se necessário incluir alguma teoria relativa à área de pesquisa em questão. Para isso, começou-se por definir as palavras-chave mais importantes tais como, logística, gestão da cadeia de abastecimento (GCA), transporte, custos logísticos, acondicionamento de cargas e ocupação volumétrica dos camiões. Seguidamente, para obter a literatura relativa a estes assuntos, foi necessário recorrer a determinadas fontes tais como ISI *Web of Science*, *Scopus*, BibliotecasUM e RepositoriumUM para localizar a literatura (fonte terciária); livros e artigos de revista científicos (fonte secundária); e, por último, teses, relatórios e artigos de conferência (fonte primária).

- **Fase 3 – Análise da situação atual**

Para se diagnosticar e analisar a situação atual de ocupação volumétrica dos camiões, foi necessário analisar os dados históricos da empresa para calcular o valor desta atualmente, quais os fatores que condicionavam a mesma e a relação entre estas variáveis. Assim, o método de investigação mais adequado para obter os dados secundários foi a análise documental, recorrendo à base de dados da empresa. Para entender como é que os operadores executavam a carga e descarga dos camiões, recorreu-se à observação *in loco*, isto é, no lugar.

- **Fase 4 – Testar os equipamentos de suporte ao transporte de carga**

Nesta quarta fase, foi necessário testar os equipamentos no ambiente em que estes deveriam ser utilizados, não só para obter dados quantitativos tais como tempo de carga e descarga, como também para analisar o comportamento dos operadores com estes equipamentos, tentando perceber sobre as principais dificuldades e facilidades que estes equipamentos podiam oferecer. Os

métodos de investigação utilizados foram, portanto, a observação participativa e a observação estruturada.

- **Fase 5 – Avaliar medidas para melhorar a altura das unidades de carga**

Depois da análise da situação atual e de se conseguir identificar os fatores que influenciavam a altura das unidades de carga, tornou-se necessário estudar e avaliar medidas para melhorar a altura das mesmas. Isto implicou estudar medidas como alterações à parametrização do sistema e ao atual processo de preparação em entreposto.

- **Fase 6 – Análise dos resultados obtidos**

Esta fase consistiu em medir o impacto de utilização dos equipamentos de suporte ao transporte de carga e de todas as outras possíveis alterações, comparando com a situação atual. Assim, todos os dados foram recolhidos para ser feita uma análise eficiente. No fim desta fase, o objetivo era identificar o equipamento de suporte e a medida para melhorar a altura das unidades de carga que traduziam num maior benefício para a empresa, algumas possíveis de serem implementadas num futuro próximo. Além disso, foram identificadas as principais conclusões que advieram do projeto desenvolvido numa tentativa de potenciar outro projeto.

- **Fase 7 - Redação da dissertação**

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está organizada em 6 capítulos distintos. No presente capítulo é feito um enquadramento do projeto, os seus objetivos e a metodologia de investigação utilizada ao longo da dissertação.

O segundo capítulo foca-se na revisão da literatura, aprofundando as principais contribuições científicas relevantes à área de pesquisa em questão, nomeadamente a gestão da cadeia de abastecimento, a atividade de transporte e a ocupação volumétrica dos veículos.

No terceiro capítulo é feita a caracterização da empresa onde se descrevem as áreas de negócio e principais marcas, bem como são apresentadas as principais plataformas logísticas e mapeados os fluxos, alvo de estudo.

Seguidamente, no capítulo quatro é feita uma análise crítica da situação atual e um levantamento das causas que foram encontradas.

No quinto capítulo são apresentadas as propostas de melhoria que foram estudadas para combater os problemas mencionados no capítulo anterior. Além disso, são exibidos os resultados obtidos relativos a cada uma dessas propostas que foram desenvolvidas, e algumas realmente implementadas.

Finalmente, no sexto capítulo são apresentadas algumas considerações finais sobre todo o trabalho desenvolvido e são, também, propostas algumas sugestões de trabalho futuro, para que se possa dar seguimento ao trabalho desenvolvido ao longo do projeto.

2. REVISÃO CRÍTICA DA LITERATURA

Com o presente capítulo pretende-se enquadrar o leitor nos temas abordados ao longo do projeto, com recurso à revisão crítica da literatura que já existe. O estado de arte é desenhado relativamente a áreas como a logística e a gestão da cadeia de abastecimento, a atividade de transporte e a sua gestão, e a ocupação volumétrica dos veículos. Para tal, recorreu-se a livros técnicos e artigos científicos.

2.1 A logística e gestão da cadeia de abastecimento

Segundo Islam, Fabian Meier, Aditjandra, Zunder, e Pace (2013), o termo “Logística” teve origem na disciplina militar já que existiam oficiais militares responsáveis por fornecer armas, munições e alimentos necessários quando e como eram necessários (por exemplo, quando se tinham de movimentar da sua base para uma posição mais avançada). Como tal, este conceito tem sido utilizado por um período de tempo muito mais longo do que o atual conceito de Logística aplicado às organizações.

Na literatura, vários estudos empíricos, como o de Ellinger et al. (2000), Fugate et al. (2010), e Mentzer e Konrad (1991), mostram que a logística é um vetor estratégico na organização das empresas e influencia o seu desempenho, nomeadamente em termos de qualidade de serviço e rentabilidade global. Li, Ragu-Nathan, Ragu-Nathan, e Subba Rao (2006) acrescenta ainda que, neste sentido, a gestão das atividades logísticas tornou-se uma maneira valiosa de garantir vantagem competitiva e melhorar o desempenho organizacional.

Esta fonte de vantagem competitiva é encontrada, primeiramente, na capacidade de uma organização se diferenciar, aos olhos dos clientes, dos seus concorrentes e, em segundo lugar, de operar a um custo menor e, portanto, com maior lucro (Christopher, 2011). Quando uma organização reconhece que a logística tem impactos significativos numa grande parcela de custos da mesma e que o resultado das decisões tomadas sobre a cadeia de abastecimento gera diferentes níveis de serviço ao cliente, tem toda a informação para penetrar em novos mercados, aumentar a participação nesses mercados e aumentar os seus lucros (R. Ballou, 1997).

Atualmente, a Gestão Logística centra-se nos clientes, procurando disponibilizar os produtos e serviços que incorporem utilidades de tempo e lugar, com critérios de custo, qualidade, rapidez, flexibilidade e inovação. Para Islam et al. (2013), a utilidade de lugar surge do acordo entre o fornecedor e comprador em vender e comprar um produto em determinadas condições que incluem o preço e o prazo de entrega. Tanto em empresas como noutras organizações, o Processo Logístico requer a intervenção de diversos

recursos (p. ex. humanos, financeiros, tecnológicos) e de estruturas de organização adequadas (Moura, 2006). Por outras palavras, segundo Kasilingam (1998), a Logística representa um conjunto de atividades que asseguram a disponibilidade dos produtos certos, na quantidade certa, para os clientes certos e no tempo certo. A Figura 2.1 resume todo o Processo Logístico.

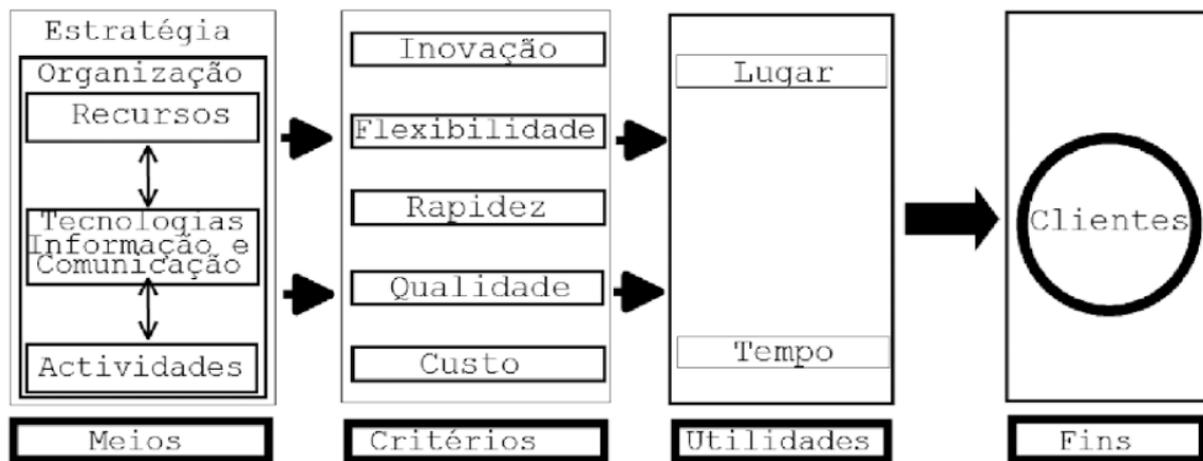


Figura 2.1 - Visão geral do Processo Logístico (Adaptado de Moura, 2006)

Assim sendo, o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP), conhecido como uma das mais prestigiadas instituições de profissionais e académicos no âmbito desta área, define a Gestão Logística da seguinte forma: “As atividades da Gestão Logística incluem, tipicamente, a gestão dos transportes de entrada e de saída, gestão das frotas, armazenagem, manuseamento de materiais, atendimento de pedidos (*order fulfillment*), desenho da rede logística, gestão de inventário, planeamento da oferta e da procura e gestão dos fornecedores de serviços logísticos. Com graus variáveis, a função logística também inclui o *sourcing* e o *procurement*, planeamento e programação de produção, embalagem, montagem e serviço ao cliente. Está envolvida em todos os níveis de planeamento e execução – estratégico, operacional e tático. A Gestão Logística é uma função integradora que coordena e otimiza todas as atividades logísticas, integrando também as atividades logísticas com outras funções, incluindo o *marketing*, as vendas, a produção, as finanças e as tecnologias da informação.” (CSCMP, 2013).

No entanto, para sobreviver no atual contexto de “hipercompetição”, as empresas não podem competir isoladamente umas das outras, devendo procurar a gestão eficaz de desempenho e da integração entre os vários parceiros da cadeia (Ferne, Sparks, e McKinnon, 2010). Surgiu, assim, nos anos 80, o conceito de Gestão da Cadeia de Abastecimento que, segundo Christopher (2011), é um conceito mais abrangente do que a logística. Enquanto esta última se foca no fluxo de produtos e de informação no âmbito da organização individual, a GCA procura alcançar a ligação e a coordenação entre os processos

das entidades a montante e a jusante da cadeia, os quais podem ser fornecedores, centros de distribuição, fornecedores de serviços logísticos e clientes.

Assim, importa clarificar que, apesar da confusão existente no mundo empresarial e académico, os conceitos de GCA e Logística não têm o mesmo significado. A GCA é um processo complexo que envolve diversas entidades e o controlo de variáveis transversais a toda a cadeia, desde os fornecedores até ao cliente final, não sendo só uma moda de gestão nem mesmo uma simples extensão das atividades logísticas para além das fronteiras organizacionais de uma empresa. Inclui aspetos como o *marketing*, a engenharia, a produção, a logística, as finanças e, também, as atividades de compras e de desenvolvimento de fornecedores (Pinto, 2006).

Uma vez que as funções e as atividades começaram a ser integradas, especificamente no setor retalhista, McKinnon (1996) resumiu as principais tendências estreitamente relacionadas e que se reforçam mutuamente, nomeadamente:

1. A adoção do conceito “resposta rápida” através da adoção de práticas similares ao JIT (*Just In Time*) permite uma eliminação de custos desnecessários, reestruturação dos processos ineficientes e análise das melhores práticas. Para isso, os sistemas de informação desempenharam um papel importante na obtenção de um melhor controlo da cadeia de abastecimento. Assim, é possível reduzir os níveis de inventário e aumentar a velocidade do fluxo dos produtos ao longo da cadeia, uma vez que a “resposta rápida” envolve a redução do tempo de entrega da encomenda e o movimento, com maior frequência, de quantidades menores tanto internamente (entre centros de distribuição e lojas) como externamente (com os fornecedores);
2. A introdução dos conceitos de GCA e de Resposta Eficiente dos Consumidores (REC) com a finalidade de criar um fluxo contínuo de informação e cooperação de *know-how* entre os retalhistas e os fornecedores. Esta ligação permite maximizar a eficiência da cadeia de abastecimento retalhista como um todo, através da construção de uma abordagem *win/win* e de uma maior visibilidade dos seus clientes e/ou operações dos fornecedores;
3. Em algumas empresas, existe a integração das operações de distribuição secundária (dos centros de distribuição para as lojas) e distribuição primária (dos fornecedores para os centros de distribuição) e a execução destas como um único “sistema de rede”, o que possibilita uma redução do desperdício e a otimização da eficiência;
4. Os retalhistas aumentaram o seu controlo sobre a distribuição secundária por centralizar uma grande proporção dos seus artigos nos centros de distribuição;

5. O aumento do fluxo de retorno do material embalado e do equipamento de manuseio para reciclagem/reutilização – atividade designada de logística inversa;
6. Um maior foco nas atividades principais da empresa e uma maior utilização do *outsourcing* para as atividades menos importantes.

É claro que estas tendências têm sido do interesse de muitos retalhistas nos últimos 20 a 30 anos. O foco da logística do retalho tem-se vindo a alterar, deixando, portanto, de se preocupar com os aspetos funcionais de movimentos dos produtos e passando a ter uma abordagem integrativa que tenta desenvolver cadeias de abastecimento *end-to-end*, ou seja, cadeias que coordenam e integram todos os processos e atividades desde os fornecedores até aos clientes (Fernie et al., 2010).

2.1.1 Fluxos ao longo da cadeia de abastecimento

A coordenação entre os diferentes fluxos da cadeia de abastecimento é uma das condições essenciais para alcançar o sucesso de toda atividade Logística. A gestão eficiente do fluxo de materiais, fluxo de informação e fluxo monetário são referidas por Pinto (2006) como as principais funções de um sistema de gestão da cadeia de abastecimento:

- A movimentação e o armazenamento de produtos levados até ao cliente ou transferidos entre centros de distribuição estão relacionadas com o **fluxo físico de materiais** que, normalmente, se estabelece em direção aos pontos de venda, podendo, ocasionalmente, ter uma direção invertida, caracterizando-se por logística inversa que permite a recuperação dos produtos;
- O **fluxo monetário** é necessário para assegurar o pagamento de produtos e serviços, controlando os custos ao longo de toda a cadeia;
- O **fluxo de informação** tem a finalidade de apoiar a movimentação de materiais, no sentido de atender às necessidades de toda a cadeia de abastecimento. A integração entre os centros de distribuição, o transporte, o inventário e o sistema de comunicação utilizado determinam a assertividade dos dados e a velocidade no fluxo de informação (Carvalho e Dias, 2004; Melo, Nickel, e Saldanha-da-Gama, 2009; Pinto, 2006).

2.1.2 Configuração da cadeia de abastecimento retalhista

As transformações na cadeia de abastecimento do retalho descritas anteriormente fizeram com que os retalhistas presenciassem uma reestruturação da rede logística: a passagem de “destinatários passivos dos produtos” para “fabricantes com antecipação da procura” que, atualmente controlam, organizam e

gerem toda a cadeia (desde a produção até ao consumo) – atual essência da logística do retalho (Fernie et al., 2010).

Consequentemente, a configuração da cadeia também tem vindo a sofrer algumas alterações. Segundo Kuhn e Sternbeck (2013), no passado, as entregas diretas às lojas eram o modo dominante para abastecer as lojas de uma empresa de retalho a partir dos seus fornecedores. À medida que os retalhistas foram ganhando destaque, começaram a investir em CD para consolidar as entregas dos fornecedores para entrega às lojas (Fernie et al., 2010). Existem três tipos de modos de entrega entre o fornecedor e a loja, entre os quais se destacam: entrega direta à loja, em que os produtos finais são diretamente enviados do fornecedor para a loja sem passar pelos CD; entrega via *cross-docking*, na qual os artigos entram e saem dos CD sem sofrer qualquer manipulação; e entrega via centro de distribuição, na qual o stock é mantido em armazém e a preparação da encomenda é feita aquando da encomenda da loja (De Albuquerque, Maclel, Lima, e Zimmermann, 2010; Kuhn e Sternbeck, 2013).

No entanto, para Kuhn e Sternbeck (2013), numa perspetiva funcional, a cadeia de abastecimento retalhista interna está dominantemente dividida em três subsistemas logísticos: (a) centro de distribuição, (b) transporte e (c) loja (Figura 2.2).

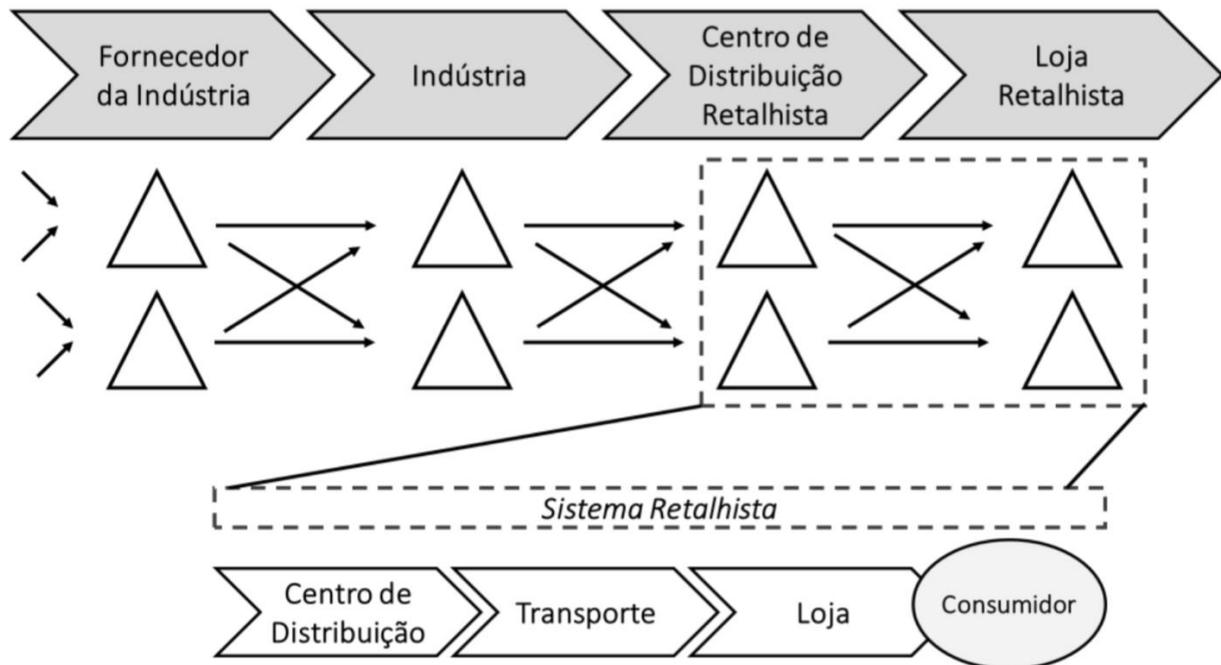


Figura 2.2 - Configuração da cadeia de abastecimento retalhista (Adaptado de Kuhn e Sternbeck, 2013)

Como cada subsistema, embora com os seus próprios mecanismos de trabalho e planeamento, depende dos requisitos dos outros sistemas, o resultado é uma estrutura inter-relacionada complexa, que deve ser levada em consideração no planeamento de operações (Kuhn e Sternbeck, 2013).

(a) Centro de distribuição

O primeiro subsistema do sistema logístico retalhista referido por Kuhn e Sternbeck (2013) denomina-se por centro de distribuição. No mundo do retalho, os CD são o núcleo de toda a rede, sendo abastecidos por uma grande gama de fornecedores diferentes e funcionando como um ponto intermediário em que os produtos são armazenados temporariamente até serem escolhidos de acordo com as encomendas das lojas e transportados para as mesmas (Holzapfel, Kuhn, e Sternbeck, 2018). Segundo Ghiani, Laporte, e Musmanno (2003), se uma empresa pretende uma estratégia de entrega via centro de distribuição, tem de decidir se pretende um sistema centralizado ou descentralizado.

Assim, uma rede logística de retalho pode incluir centros de distribuição de diferentes tipos, nomeadamente, centralizados e descentralizados (regionais e locais). Relativamente aos CD centralizados, tratam-se de pontos intermediários que podem servir todas as lojas de um país; no caso dos regionais, dedicam-se a servir um subconjunto de lojas em áreas específicas; finalmente, os centros locais são aqueles que servem poucas lojas em áreas específicas relativamente pequenas (Holzapfel et al., 2018; Kuhn e Sternbeck, 2013).

Na Figura 2.3, ilustra-se o exemplo de uma rede logística tanto de uma perspetiva geográfica como de uma perspetiva estrutural.

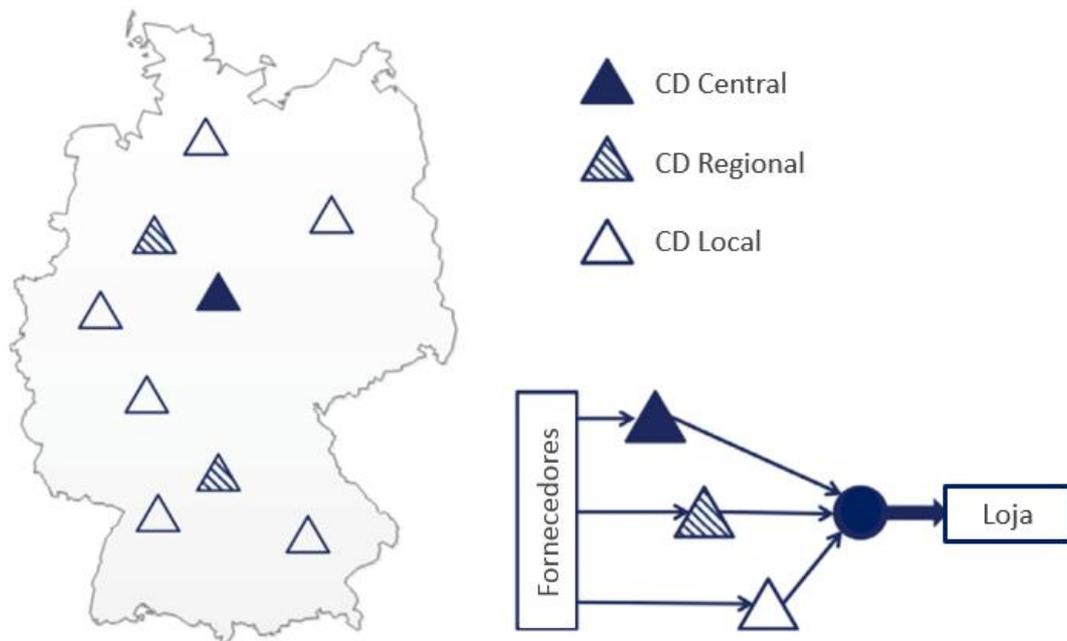


Figura 2.3 - Exemplo de uma rede logística com os três tipos de centros de distribuição (Adaptado de Holzapfel et al., 2018)

Assim, os CD centralizados abastecem todas as lojas do país, os centros regionais abastecem as lojas do norte e sul, respetivamente, e os centros locais fornecem produtos exclusivamente a determinadas

lojas atribuídas a distritos regionais específicos. Para Ghiani et al. (2003), os armazéns descentralizados estão associados a prazos de entrega mais curtos e a custos de transporte, entre os centros de distribuição e as lojas, mais baixos pois estão localizados mais perto destas, ao passo que os CD centralizados têm a vantagem de apresentarem custos de instalação mais baixos, devido a maiores economias de escala.

O CD apresenta-se, portanto, como uma parte integrante de uma cadeia de abastecimento já que contribui para várias missões de uma empresa, tais como (1) alcançar economias de transporte através, por exemplo, do envio combinado de diferentes cargas para várias lojas; (2) amortecer o fluxo de material ao longo da cadeia de forma a reagir à variabilidade da procura; (3) superar as diferenças de tempo e espaço que existem entre fornecedores e clientes; (4) fornecer aos clientes um *mix* de produtos em vez de um único produto (consolidação); (5) tirar proveito dos descontos de quantidade; e (6) fornecer um local de *buffer* para entregas diretas e/ou *cross-docking* (Lambert, Stock, e Ellram, 1998).

Koster et al. (2007) defendem que, dentro de um centro de distribuição, devem encontrar-se seis principais processos, ilustrados na Figura 2.4: receção, armazenamento, *picking* ou preparação das encomendas, acumulação e classificação das encomendas, *cross-docking* e expedição. Segundo estes autores, os processos logísticos iniciam-se com a atividade de receção que inclui a descarga da mercadoria vinda dos fornecedores, a sua receção administrativa e a conferência da quantidade e qualidade da mesma. Seguidamente, ocorre a atividade de armazenamento em que se transferem os produtos rececionados para as localizações de armazenamento, que tanto podem ser localizações de reserva como de *picking* (de Koster et al., 2007). Aquando a receção das encomendas das lojas, procede-se o *picking* da encomenda, que é considerada a principal atividade na maioria dos CD e, através da qual se obtém os produtos certos na quantidade certa para um conjunto de encomendas dos clientes. Para Koster et al. (2007), a escolha dos métodos de *picking* depende se se utilizam recursos humanos ou máquinas automatizadas para o processo, sendo que, segundo os autores, o método mais comum nos armazéns é o "*picker-to-parts*", onde o *picker* (operador dedicado à preparação de encomendas) percorre os corredores e recolhe os artigos. Posteriormente, tem-se a acumulação e classificação das encomendas por cliente que só é necessária quando as encomendas são preparadas em *batch*, isto é, quando encomendas de clientes diferentes são preparadas pelo mesmo operador. Existe ainda a operação de *cross-docking* em que ocorre a transferência direta da mercadoria da receção para a área de expedição. Finalmente, tem-se o processo de carga e expedição em que os retalhistas, através das plataformas de descarga e com o uso de equipamentos para manusear as unidades de carga, efetuam

o carregamento dos próprios veículos ou os de terceiros, para entregar as encomendas às suas lojas (de Koster et al., 2007; Rushton et al., 2010).

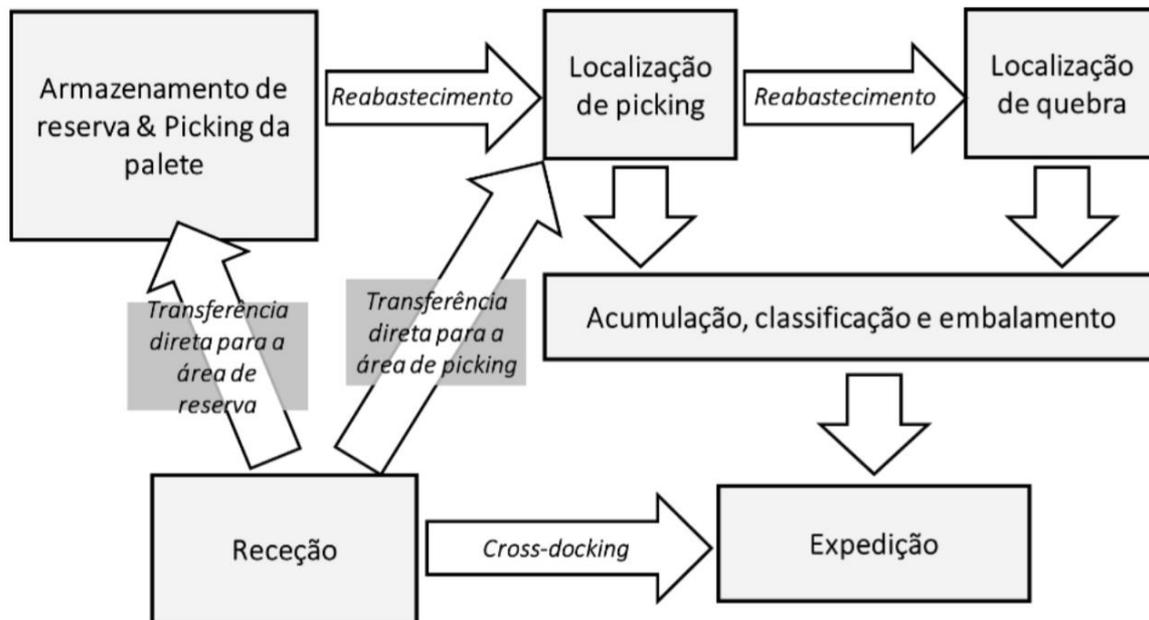


Figura 2.4 - Atividades e fluxos típicos de um centro de distribuição (Adaptado de Koster et al., 2007)

(b) Transporte

Nos últimos 50 anos, o transporte tem alcançado um papel muito significativo na Gestão Logística, sobretudo devido às alterações nas necessidades e exigências da gestão de inventário causadas por ciclos de vida de produto cada vez menores, pelo aumento na procura de produtos customizados e por tempos de entrega cada vez menores a fim de competir com uma concorrência cada vez maior, resultado da globalização (Power, 2005). Esta atividade é, portanto, considerada por Power (2005), do ponto de vista da distribuição física e fluxo de material, como um meio para atingir uma cadeia de abastecimento integrada e é fundamental para o sucesso das organizações uma vez que lhes permite competir com maior velocidade e flexibilidade, mantendo o menor nível de *stock* possível.

Como referido por Goldsby, Iyengar, Rao, e CSCMP (2014), o transporte é uma das atividades económicas mais importantes para uma organização já que é responsável por mover os produtos desde os locais onde estes são originados até aqueles onde são procurados, estabelecendo, assim, a ligação entre a organização e os seus clientes. Além disso, é uma atividade fundamental na Logística já que apoia as utilidades de tempo e de lugar, ilustradas na Figura 2.1, garantindo que a organização consegue disponibilizar um produto onde e quando o cliente o solicitar (Goldsby et al., 2014).

Como esta atividade tem grande impacto no nível de serviço ao cliente, na estrutura de custos da organização e na poluição causada pela mesma, Lambert et al. (1998) defende que a sua gestão efetiva pode garantir melhorias significativas no lucro de uma organização.

Da mesma forma, Ghiani et al. (2003) refere ainda que o transporte de cargas geralmente corresponde desde um a dois terços do custo logístico total, o que prova a importância desta atividade na Gestão Logística (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Custos Logísticos (em %) nos países europeus: T, Transporte; CD, Centro Distribuição; I, Inventário; A, Administrativo (Adaptado de Ghiani et al., 2003)

Setor	T	CD	I	A	Total
Comida/bebidas	3.7	2.2	2.8	1.7	10.4
Eletrônicos	2.0	2.0	3.8	2.5	10.3
Químico	3.8	2.3	2.6	1.5	10.2
Automóvel	2.7	2.3	2.7	1.2	8.9
Farmacêutico	2.2	2.0	2.5	2.1	8.8
Jornais	4.7	3.0	3.6	2.1	13.4

De referir que o custo de transporte de cargas está diretamente relacionado com as características do produto. Segundo Lambert et al. (1998), relativamente ao transporte, os produtos podem ser classificados nas seguintes formas:

- Densidade, que se refere ao índice de peso/volume;
- Facilidade de armazenagem, que é o grau em que o produto preenche um espaço no veículo de transporte;
- Facilidade ou dificuldade de manipulação, que está relacionada com a facilidade de armazenagem, sendo que itens que não são fáceis de manusear possuem um custo de transporte mais alto.

Para os mesmos autores, dos fatores relacionados com o mercado que influenciam os custos, destacam-se:

- Grau de concorrência entre os transportadores;
- Localização dos mercados;
- Regulamentação do governo relativo aos transportadores;
- Equilíbrio do tráfego dentro de um território;
- Sazonalidade das entregas.

Os princípios das operações e gestão do transporte são dois, segundo Bowersox e Closs (1996), a economia de escala e a economia de distância:

- **A economia de escala** é obtida através da redução dos custos de transporte por unidade de peso com cargas maiores e/ou consolidadas. Isso acontece porque as despesas fixas de transporte são diluídas quando há uma maior quantidade transportada, isto é, quanto maior a carga, menor será o custo por unidade de peso;
- **A economia de distância** caracteriza-se pela redução dos custos de transporte por unidade de distância, à medida que ela aumenta, ou seja, distâncias mais longas permitem que o custo fixo seja distribuído por mais quilômetros, provocando taxas menores por quilômetro.

Esses princípios devem ser estudados nas estratégias de transporte, a fim de aumentar a quantidade transportada e a distância percorrida, sem deixar de atender às necessidades dos clientes. Neste sentido, um sistema de transporte eficiente e a baixo custo contribui para:

1. Ampliar a concorrência, pois preços baixos e boa qualidade encorajam a competição ao disponibilizar produtos para um mercado que não poderia suportar os custos de movimentação, aumentando as vendas pela entrada de produtos que não eram disponíveis em certas regiões;
2. Elevar as economias de escala, já que o transporte barato possibilita a descentralização de mercados e de locais de produção, sendo que esta pode ser instalada onde haja uma vantagem geográfica;
3. Reduzir os preços das mercadorias, pois há um aumento da concorrência e o próprio custo do transporte diminui, fornecendo um serviço melhor (R. H. Ballou, 2001).

A otimização tem que ser uma realidade sempre presente na maioria das organizações pois só assim, e sobretudo para empresas no setor do retalho, é possível reduzir o custo logístico do artigo até este chegar ao expositor da loja.

(c) Loja retalhista

A loja retalhista, segundo Kuhn e Sternbeck (2013), é considerada o último e um dos mais importantes elementos de toda a cadeia de abastecimento. Este subsistema logístico visa alcançar um alto nível de serviço ao consumidor por via de uma gestão eficiente dos processos logísticos (Molina, Martín, Santos, e Aranda, 2009; Reiner, Teller, e Kotzab, 2013) e do inventário (Van Zelst, Van Donselaar, Van Woensel, Broekmeulen, e Fransoo, 2009). Para Reiner et al. (2013), a gestão de lojas determina, em última instância, o sucesso ou o fracasso em termos de satisfação dos clientes e retenção dos mesmos uma

vez que, o serviço ao consumidor, no setor do retalho, se manifesta pela disponibilidade do produto na prateleira. Para além dos consumidores esperarem prateleiras bem abastecidas, a variedade de produtos, a disponibilidade dos funcionários das lojas e o ambiente fresco e limpo dos supermercados contribuem para a atmosfera da loja, sendo também considerados fatores chave para a fidelização do cliente (Kuhn e Sternbeck, 2013; Molina et al., 2009).

Quanto à gestão de inventários, os autores Nachtmann, Waller, e Rieske (2010) e Raman, DeHoratius, e Ton (2001) identificaram alguns problemas de execução:

- Registos de inventário imprecisos, isto é, uma diferença entre o inventário físico e os dados em sistema;
- Artigos mal colocados, ou seja, não estão no local certo no chão da loja e são difíceis de encontrar na sua retaguarda, mesmo quando os registos de inventário estão corretos. Além disso, a maioria das lojas tem dificuldades na administração da retaguarda e em prontamente reabastecer as prateleiras.

Neste sentido, o impacto da Logística, indispensável na loja, nos custos, no atendimento ao cliente e no lucro dos retalhistas, deve ser considerado significativo. Embora os custos operacionais na loja (aproximadamente, 40% dos custos operacionais totais) sejam superiores aos custos verificados nos subsistemas transporte e centro de distribuição, pouco reconhecimento académico tem sido dado aos processos em loja e à sua conexão com as atividades a montante da cadeia de abastecimento interna (Kuhn e Sternbeck, 2013; Van Zelst et al., 2009).

Ao nível dos processos, idealmente, o objetivo de uma loja retalhista incidiria na realização da viagem de reabastecimento apenas uma única vez. Esta “*single-trip*” aconteceria se a quantidade recebida de um dado produto do entreposto ou fornecedor direto fosse menor que o espaço de prateleira apresentado, acrescido apenas das unidades deixadas nas prateleiras no momento do reabastecimento (Sukhotu e lamratanakul, 2013). Contudo, a realidade retalhista assenta no armazenamento dos produtos em dois locais da loja, na prateleira e na retaguarda, o que leva à necessidade de reabastecer a prateleira mais do que uma vez. Hübner, Kuhn, e Sternbeck (2013), no artigo “*Demand and supply chain planning in grocery retail: an operations planning framework*”, resumem o fluxo típico das atividades em loja, que se encontra ilustrado na Figura 2.5.

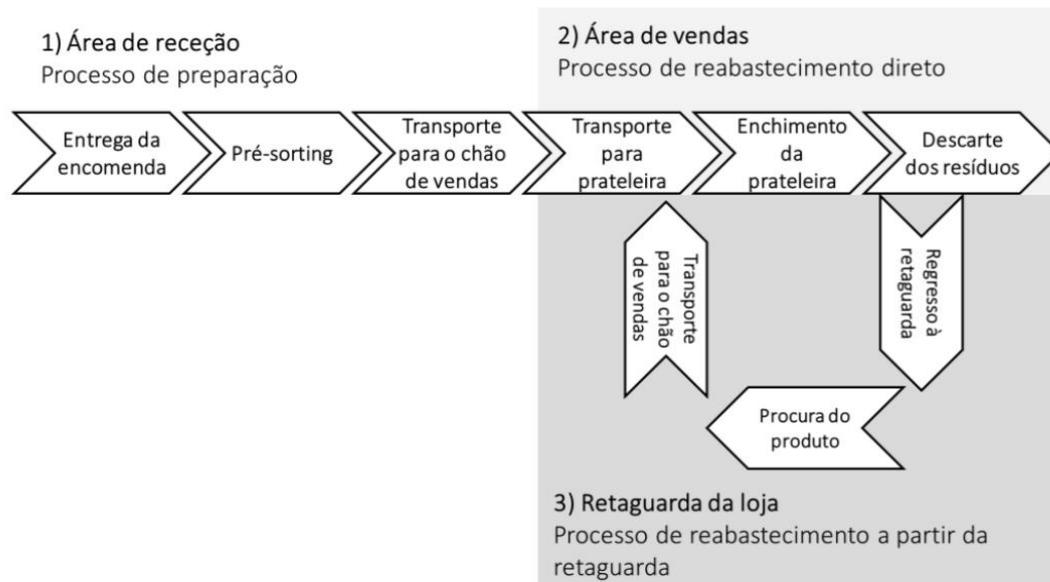


Figura 2.5 - Fluxo de material na loja (Adaptado de Hübner et al., 2013)

Segundo estes autores, o processo inicia-se com a receção dos produtos provenientes do centro de distribuição ou do fornecedor direto que, seguidamente, são transferidos para o chão de vendas para preencherem as prateleiras. Concluída esta atividade, o operador de loja regressa à retaguarda da mesma com a palete escrava ou, em alguns casos, com as embalagens dos produtos que não couberam na prateleira e estas, por sua vez, são armazenadas na retaguarda para posterior reposição. Para além das principais atividades mencionadas, a eliminação e reciclagem dos produtos são também atividades incluídas no processo logístico de uma loja.

Segundo Kuhn e Sternbeck (2013), Reiner et al. (2013) e Van Zelst et al. (2009), a atividade de reabastecimento de prateleira é considerada um dos principais motores da eficiência logística de toda a cadeia retalhista devido ao impacto no desempenho da loja e consequentemente nas vendas.

2.2 O transporte e distribuição física dos produtos

A gestão da atividade de transporte pode-se definir como o processo de planeamento, implementação e controlo dos procedimentos e técnicas mais eficazes e eficientes com o objetivo de conseguir a redução de custos, o aumento de nível de serviço ao cliente e o aumento da otimização dos recursos da empresa (Lambert et al., 1998; Novaes, 2007).

2.2.1 A gestão da atividade de transporte

A operação desta atividade é, segundo Brewer et al. (2008), afetada por uma ampla gama de decisões tomadas tanto a nível logístico como corporativo. Diversos autores assumem que uma empresa de

retalho deve abordar várias questões segundo uma estrutura de decisão de três níveis: estratégico, tático e operacional.

- O **nível estratégico** lida com decisões que visam cumprir objetivos organizacionais a longo prazo nas empresas e deve considerar aspetos relacionados com a localização, o número, a dimensão e o *layout* dos centros de distribuição da empresa, a rede de fornecedores e de clientes que diminua o custo global do sistema, a seleção do modo e tipo de veículos a serem utilizados e a escolha da frota de veículos mais adequada, o design do produto, entre outros;
- No **nível tático**, há um planeamento de médio e curto prazo de forma a assegurar a maior eficiência na operação e na utilização dos equipamentos, dos veículos e das instalações, definidas no nível estratégico. Decide-se sobre a organização da cadeia, a quantidade de *stock* em armazéns, a frequência e a janela de visita ideal às lojas, o número de veículos e a sua alocação a cada cliente, a estratégia de consolidação, entre outros;
- A **nível operacional**, as decisões são tomadas diariamente e incluem não só a preparação de encomendas como também a expedição e o envio de veículos, nas quais os gestores de transportes devem planear a carga, a rota e o veículo segundo um conjunto de características tais como, preço, tempo de transporte, confiabilidade e segurança (R. H. Ballou, 2001; Bolis e Maggi, 2003; Ghiani et al., 2003).

Dentro do espectro de problemas englobados no planeamento da distribuição numa cadeia retalhista e pela sua característica transversal a diversas áreas e níveis de decisão, a estrutura de decisão definida anteriormente pode também ser dividida em dois conjuntos principais: configuração de rede e planeamento de transportes.

Segundo Melo, Nickel, e Saldanha-da-Gama (2009), os modelos de configuração de rede são dos mais amplamente estudados na literatura e, devido à quantidade de investimento associada, estes modelos consideram a viabilidade da operação de todos os elementos da cadeia a longo prazo, sendo habitualmente estudados a um nível estratégico e tático (Owen e Daskin, 1998). Todas estas decisões afetam diferentes aspetos da atividade de transporte.

Na Tabela 2.2, resumem-se as principais inter-relações existentes entre os seis principais parâmetros do transporte e as diferentes áreas dos níveis de decisão correspondentes (Mckinnon, 2008). Esta relação de interdependência mostra que, qualquer decisão que visa melhorar cada um dos seis parâmetros do transporte, tem impacto em várias áreas de nível estratégico e tático, e vice-versa.

Tabela 2.2 - Inter-relações existentes entre as decisões de nível estratégico e tático e os parâmetros do transporte de carga (Adaptado de Brewer et al., 2008)

	Quantidade de carga	Escolha do modo	Tipo de veículo	Utilização do veículo	Planeamento da rota	Agendamento
Desenvolvimento de produto						
Design do produto	•	•	•	•		
Embalagem	•	•	•	•		
Gama de produtos	•	•	•	•		
Planeamento comercial/ Aquisição de vendas						
Área do mercado	•	•	•		•	
Canais de comercialização	•	•	•	•	•	
Estratégia de vendas/promoções	•	•	•	•		•
Cumprimentos das ordens de encomenda						
Localização dos centros de distribuição	•	•			•	
Rede de fornecedores	•	•			•	
Gestão de inventário	•	•	•	•		•
Manuseamento de materiais	•	•	•	•		
Serviço pós-venda	•		•	•		•
Logística inversa	•	•	•	•	•	

Chave: •, existe uma relação direta.

Como o planeamento de transportes se destina a garantir a movimentação eficiente de produtos entre os vários elementos da cadeia retalhista, é um tipo de planeamento associado à afetação de recursos a médio e curto prazo sendo considerada uma decisão, essencialmente, de cariz tático e operacional (Federgruen e Simchi-Levi, 1995).

Assim, Lambert et al. (1998) resume as principais funções dos gestores de transporte, afirmando que estes devem selecionar o modo e tipo de veículos mais adequados, selecionar a frota de veículos e gerir a mesma e, numa base diária, planear as rotas, as cargas e os veículos. Todas estas decisões são importantes na Gestão Logística, devido ao seu impacto nos níveis de serviço e na estrutura de custo da empresa (R. H. Ballou, 2001; Federgruen e Simchi-Levi, 1995; Lambert et al., 1998).

i) Escolha do modo de transporte e tipo de veículos

Relativamente aos diversos modos de transporte, os mais utilizados atualmente são o marítimo, ferroviário, rodoviário, aéreo e conduta. Cada um destes modos tem diferentes características que influenciam a forma como os objetivos logísticos a que uma empresa se propõe são atingidos, sendo estes a velocidade, custos, preocupação com o meio ambiente e serviço ao cliente (Jonsson, 2008).

De acordo com os dados do Instituto Nacional de Estatística (Estatística, 2016), o modo rodoviário é o mais utilizado na União Europeia para o transporte de mercadorias e isso deve-se ao facto de este ser o único meio que oferece maior flexibilidade às empresas pela simplicidade do tratamento das cargas, custos mais baixos, rapidez na entrega em curtas distâncias, extensa rede de estradas dentro e entre cidades e pela qualidade das infraestruturas rodoviárias (Goldsby et al., 2014). Dentro deste modo, os camiões são o principal meio de movimentação de cargas, sendo bastante flexíveis e versáteis já que permitem o transporte direto de carga entre a maioria das combinações origem-destino e, além disso, garantem o transporte de produtos com diversos tamanhos e pesos, independentemente da distância (Lambert et al., 1998).

Ao dimensionar a frota de veículos, decisões quanto ao número, tipo e tamanho do semirreboque têm de ser tomadas. Segundo a obra *Transportation – A Supply Chain Perspective* de Coyle, Novack, Gibson, e Bardi (2011), existem diferentes tipos de semirreboques, entre os quais se destacam os semirreboques frigoríficos e os de temperatura ambiente. Relativamente ao tamanho da galera, destacam-se dois tipos de veículos:

- Veículos de linha são usados para transportar cargas a longas distâncias, sobretudo entre cidades. Podem ser usados para transportar produtos dentro de uma mesma cidade, mas não são tão eficientes devido ao seu comprimento, podendo causar problemas ao normal funcionamento da mesma;
- Veículos de cidade são utilizados para realizar a recolha e a entrega de produtos dentro de uma cidade e, além disso, são mais pequenos do que os veículos de linha e apresentam um semirreboque único. No abastecimento das lojas, normalmente tem de ser empregados estes veículos, pois as condições de trânsito e de manobrabilidade nas regiões urbanas não permitem o uso de camiões de grande porte (Coyle et al., 2011; Novaes, 2007).

A capacidade de transporte de carga destes veículos depende do tamanho (comprimento) e dos limites de peso máximos legalmente definidos.

Para Ghiani et al. (2003) e Coyle et al. (2011), o transporte rodoviário pode incluir caminhões para carga completa – *full truck load* (FTL) ou carga parcial – *less than truck load* (LTL): quando o peso da carga transportada corresponde à capacidade mínima do veículo de carga completa, o serviço FTL movimenta a carga diretamente da origem para o destino numa única viagem; se o peso da carga a ser transportada for inferior à capacidade mínima do veículo de carga completa, é mais vantajoso utilizar o serviço LTL no qual se consolidam todas as cargas pequenas num mesmo caminhão para estas serem transportadas para um ponto de consolidação na cidade de destino onde são, de seguida, desagregadas e distribuídas em pequenas quantidades pelos respetivos pontos de venda.

Por sua vez, Novaes (2007) refere algumas razões para este tipo de transporte de carga parcial ser utilizado, destacando-se, portanto, a exigência cada vez maior dos clientes por entregas mais frequentes (redução de *stocks*) e a grande dispersão dos pontos de destino no território nacional que fazem com que as cargas para os clientes sejam, muitas vezes, de proporções reduzidas.

ii) Seleção da frota de veículos

Além da escolha do modo de transporte, deve-se selecionar a frota de veículos da empresa, podendo esta ser própria ou contratada.

Relativamente à primeira alternativa, os veículos comprados ou alugados são propriedade da empresa, transportando unicamente os produtos da mesma. Como resultado, a empresa é responsável pela sua gestão e operação (Coyle et al., 2011; Lambert et al., 1998).

Quando se escolhe um serviço de transporte por meio da contratação de transportadoras para movimentar os produtos, tem-se duas opções: frota fixa ou ocasional. Coyle et al. (2011), no caso da frota fixa, refere que se tratam de transportadoras que servem um número reduzido de empresas com quem estabeleceram acordos contratuais específicos e que procuram adaptar os seus veículos e o seu serviço às necessidades das mesmas. Este contrato define que a transportadora tem de prestar um determinado serviço de transporte regular a um custo específico (Lambert et al., 1998). Embora este tipo de frota não apresente a mesma flexibilidade e o total controlo que é possível obter com a frota própria, segundo Lambert et al. (1998), a empresa, operando desta forma, consegue um bom nível de serviço e um bom controlo, tipicamente a um custo mais baixo, sobre as rotas e sobre os custos de transporte já que deixa de se preocupar com questões de manutenção, depreciação de veículos, licenças e seguros, focando-se apenas no serviço de abastecimento das lojas. Quanto à frota ocasional, são transportadoras que oferecem os seus serviços a qualquer empresa, com preços e definições de serviço pré-definidas e bem divulgadas, sendo utilizadas para transportar carga entre dois pontos bem definidos (Coyle et al., 2011).

iii) **Planeamento do veículo, da rota e da carga**

Novaes (2007) resume duas configurações básicas na distribuição física de produtos que devem ser considerados neste planeamento:

- **Distribuição “um para um”**, na qual o veículo é totalmente carregado no CD (carga completa) e executa o transporte da carga para um outro ponto de destino, podendo ser outro CD ou uma loja.
- **Distribuição “um para muitos” ou compartilhada**, em que o veículo é carregado no CD com cargas destinadas a diversas lojas, executando uma rota ou circuito de entregas pré-determinado.

No retalho, planear os veículos consiste na alocação do veículo disponível na frota para as lojas para que a utilização do camião seja ótima e o custo incorrido seja baixo. Baseando-se na carga a transportar para as lojas, no número de lojas a considerar numa mesma viagem e na compatibilidade do camião com a loja, o veículo responsável pela entrega é definido (Parkhi, Jagadeesh, e Kumar, 2014). Segundo Parkhi et al. (2014), a compatibilidade do veículo com a loja está relacionada com o espaço de estacionamento necessário em loja para efetuar a descarga.

O planeamento da rota consiste em obter a melhor distância e tempo de retorno, tendo como base a distância entre lojas, a carga de cada loja e a capacidade do camião. O objetivo deste plano é o cumprimento das restrições de entrada da cidade e a entrega às lojas dentro do prazo pré-definido.

Por último, tem-se o planeamento da carga conhecido como o processo de obtenção da utilização ideal do camião pela consolidação de várias lojas com base nas suas cargas que já se encontra definido no plano de rota. Através deste plano, é definida a ordem pela qual o veículo deve ser carregado, devendo ser utilizada a técnica *Last In First Out* (LIFO) em que a carga para a primeira loja fica à entrada do semirreboque para melhorar a produtividade da descarga.

2.2.2 Os fatores integrantes da atividade de transporte

Para assegurar um subsistema de transporte eficiente e eficaz, sob o ponto de vista logístico, é necessário ter em conta um conjunto de fatores que influenciam a distribuição física da carga desde o CD até às lojas, destacando-se:

- A **distância** entre o ponto de origem e o ponto de destino que condiciona a seleção do tipo de veículo, o dimensionamento da frota e o planeamento da rota que tem impacto no custo de transporte e no nível de serviço ao cliente (Novaes, 2007; Parkhi et al., 2014);

- O **tempo de entrega** que corresponde ao tempo total despendido na pesagem, na conferência, na emissão de documentos, na viagem, na espera para efetuar descarga, bem como nas operações de carga e descarga propriamente ditas. Existem muitas vantagens em reduzir este tempo: os cais de carga e descarga são limitados, precisando de ser utilizados o mais rápido possível para permitir que outro caminhão o utilize; economiza o tempo do motorista que tem restrições legais de horas de trabalho, permitindo que este faça mais entregas no mesmo dia; e, os próprios veículos são recursos caros pelo que o seu valor é desperdiçado quando não estão em movimento (Lambert et al., 1998). Uma forma simples de reduzir substancialmente estes tempos é a utilização de formas de acondicionamento que garantam a unitização da carga como é o caso das paletes (Novaes, 2007). Vários autores consideram o acondicionamento da carga como uma das atividades mais importantes na cadeia de abastecimento pois permite que diversos produtos sejam agrupados e transportados com segurança e maior facilidade e também pelo impacto que a forma, o volume e o peso da embalagem têm nas atividades logísticas (Jahre e Hatteland, 2004; Novaes, 2007). Embora qualquer forma de acondicionamento ocupe espaço no veículo, um planeamento cuidado do volume e da altura da unidade de carga garante uma boa utilização do espaço de armazém e do transporte (Lambert et al., 1998);
- A **quantidade transportada** que pode ser medida em toneladas, metros cúbicos, paletes, entre outros e que, sendo transportada em elevadas quantidades, permite a diluição do custo de transporte por unidade de peso ou volume. É influenciada pelas dimensões e limite de peso máximo do veículo, pelas práticas de reabastecimento das lojas que exigem entregas cada vez mais frequentes de encomendas pequenas, pela variabilidade da procura e pela falta de sincronização entre a procura e as atividades do lado da oferta (por exemplo, os acordos promocionais que podem não ter em conta as restrições de transporte) (Bowersox e Closs, 1996; Europe, 2000; Novaes, 2007);
- A não existência de **carga de retorno ou *backhauling*** que pode impedir a transportadora de cobrir parte dos seus custos quando o veículo regressa ao ponto inicial. Em cada rota, depois de todas as encomendas serem entregues, itens retornáveis como caixas vazias ou grades de plástico podem ser levantados e transportados de volta do destino para o CD. Embora não seja da responsabilidade do retalhista, a questão da carga de retorno pode afetar sensivelmente o nível de serviço logístico resultante (Novaes, 2007; Parkhi et al., 2014);
- As **dimensões e a morfologia** da carga podem também afetar o seu arranjo, manuseamento e o transporte (Novaes, 2007);

- O **grau de fragilidade** da carga que influencia os cuidados necessários no seu manuseamento e transporte. No setor retalhista, o fluxo de produtos é orientado pela procura, forçando os retalhistas a preparar encomendas com uma grande variedade de artigos. As unidades de carga com vários produtos tendem a ter alturas mais baixas, com um perfil irregular, oferecendo menos oportunidades de sobreposição. Assim, o uso de paletes pode ficar limitado se a carga não permitir a sua sobreposição de forma a aproveitar todo o espaço do veículo, pelo que as formas de acondicionamento e de transporte de um tipo de produto vão estar diretamente associadas ao grau de fragilidade do mesmo (Novaes, 2007);
- As **restrições no ponto de venda** que têm impacto na seleção do tipo de veículo e planeamento de rota. Enumeram-se como restrições a existência de lojas com janelas de entrega muito restritas (por exemplo, janelas noturnas por causa do ruído), a falta de equipamentos de manuseamento de carga nas mesmas e a existência de retaguarda de lojas de difícil acesso ou com pouco espaço de manobra para os camiões (por exemplo, casos em a descarga tem de ser feita na própria calçada) (Brewer et al., 2008; Rushton et al., 2010).

Considerando todas estas questões no planeamento do transporte, consegue-se satisfazer a procura do consumidor através da entrega dos produtos certos, nos destinos certos, no momento certo e nas quantidades certas, sendo intitulado por Kotzab (1997, *apud* Schramm-Klein e Morschett, 2006) como qualidade logística – uma das dimensões principais do desempenho logístico. Para além da qualidade logística, o mesmo autor refere que, o desempenho logístico é também caracterizado pelos custos logísticos – segunda dimensão. Assim, estes custos englobam os de transporte, aqueles relacionados com o inventário e os de posse de ativos. No que diz respeito ao custo de transporte, Novaes (2007) enumera dois principais componentes que totalizados permitem obter o custo unitário por palete, sendo eles:

1. Custos fixos – refere-se sobretudo ao custo do veículo não variando com a sua atividade, ou seja, são custos que existem mesmo com o veículo parado. Pode conter:
 - a. Depreciação do custo de aquisição do veículo, no caso de frota própria;
 - b. Custo imposto pelas transportadoras pela prestação de serviço, no caso de frota contratada;
2. Custos variáveis – está relacionado com a atividade do veículo incluindo, portanto, o custo por distância percorrida (€/km).

2.2.3 Os principais indicadores de desempenho

O objetivo do planeamento diário deve ser a otimização do uso dos veículos que ajuda as empresas a obter a agilidade e eficiência em ambientes de planeamento altamente exigentes e dinâmicos. Europe (2000) identifica três áreas principais de melhoria no que diz respeito à otimização dos transportes: a melhoria da ocupação dos veículos, a redução dos quilómetros em vazio e o aumento do tempo produtivo como proporção do tempo total disponível, salientando ainda que cada uma destas áreas pode ser afetada por um ou mais fatores anteriormente referidos. Existe um conjunto de indicadores-chave de desempenho (*KPI's*) que pode ser usado para medir e direcionar cada uma das áreas:

1. **A percentagem de ocupação dos veículos que pode ser obtida do peso e/ou volumetria disponível** e que é, segundo Europe (2000) e Fernie e McKinnon (2003), a alavanca mais importante para otimizar o transporte.
2. **A percentagem de quilómetros em vazio** já que, segundo Europe (2000), os veículos de entrega que retornam vazios são uma fonte substancial de desperdício e poluição ambiental. Muitas cadeias retalhistas do setor alimentar têm conseguido melhorar este *KPI* porque garantem o retorno de caixas vazias ou grades de plástico das lojas para os CD (Fernie e McKinnon, 2003).
3. **O tempo produtivo como percentagem do tempo total disponível** que é sobretudo afetado por atrasos no processo de carga e descarga e restrições de uso como as restrições de acesso à retaguarda das lojas (Europe, 2000). Num estudo desenvolvido por Fernie e McKinnon (2003) sobre as operações de transporte no setor alimentar retalhista, concluiu-se que, em média, um veículo passa apenas um terço do tempo na estrada, perdendo muito tempo à espera no cais para efetuar a carga ou descarga e nestas operações propriamente ditas devido, essencialmente, a dois fatores: primeiro, o desejo de distribuir a carga de trabalho e melhorar a utilização média de pessoal e equipamentos nos armazéns e lojas e, segundo, a falta de espaço de armazenamento nestas instalações. As empresas efetivamente compensam a utilização mais pobre do veículo para maior eficiência em armazéns e lojas (Fernie e McKinnon, 2003).

Nenhuma das três áreas referidas pode ser melhorada por si só, ou seja, sem afetar pelo menos qualquer uma das outras áreas. Logo, antes de qualquer implementação, é importante medir os seus efeitos no custo total da cadeia e nas operações abrangidas.

2.3 Ocupação volumétrica dos veículos

A melhoria da ocupação volumétrica dos veículos é uma das medidas de distribuição sustentáveis mais atraentes para as empresas, pois gera benefícios económicos e ambientais substanciais, daí a importância da sua maximização no sucesso de uma empresa (Mckinnon, Cullinane, Browne, e Whiteing, 2010). Tradicionalmente, as empresas mediam a ocupação dos veículos considerando apenas a relação entre o peso da carga transportada e o peso máximo suportado pelos mesmos (Mckinnon et al., 2010). Porém, como no setor de retalho alimentar os produtos apresentam uma densidade cada vez mais baixa, a ocupação calculada em função do peso subestimava o verdadeiro nível de utilização (Mckinnon, Ge, e Leuchars, 2003). Neste sentido, o preenchimento do espaço do camião é limitado muito mais pela área ao solo ou altura limite do veículo do que pelo peso pelo que, para Mckinnon (2000) e Mckinnon et al. (2003), uma medida de ocupação que resulte do produto entre a percentagem de ocupação ao solo (equação 1) e a percentagem de ocupação em altura (equação 2) é mais apropriada para calcular a percentagem de ocupação volumétrica:

$$\%ocupação\ ao\ solo = \frac{\text{número de paletes ao solo transportadas}}{\text{número máximo de paletes ao solo no camião}} \quad (1)$$

$$\%ocupação\ em\ altura = \frac{\text{altura média das unidades de carga transportadas}}{\text{altura máxima disponível no camião}} \quad (2)$$

A altura útil disponível no camião é definida pela dimensão física interna do mesmo, menos o espaço necessário para manipular a unidade de carga no seu interior que inclui o espaço ocupado, no caso de semirreboques frigoríficos, pelo equipamento do frio e uma folga para o manuseamento da carga, e menos o espaço ocupado pela paleta (Figura 2.6) (Europe, 2000).

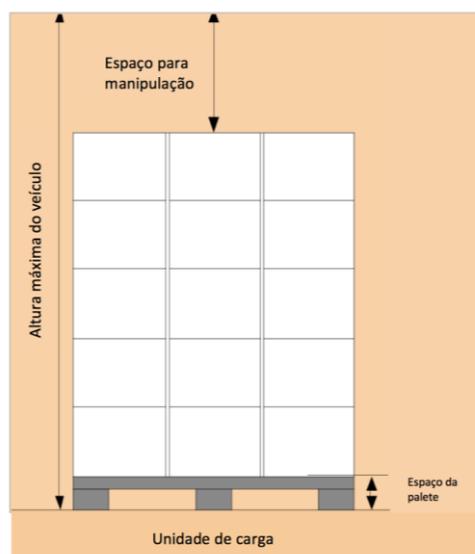


Figura 2.6 – Altura máxima útil disponível no camião para as unidades de carga (Adaptado de Europe, 2000)

Segundo Mckinnon e Campbell (1997), a restrição cúbica poderia ser ultrapassada aumentando as dimensões físicas do veículo. No entanto, para Tilanus e Samuelsson (1997), isso poderia limitar o acesso aos locais de entrega e só seria benéfico verticalmente se, na preparação da unidade de carga, os produtos pudessem ser empilhados até a máxima do veículo. Quando existem limites apertados para a altura que a unidade de carga pode atingir e quando esta é baixa e variável, normalmente, a ocupação do camião é mais restrita pela área ao solo do que pela altura limite do veículo, podendo ser completamente ocupada ao solo por paletes com altura de 1,5 metros, deixando um metro ou mais de espaço desperdiçado acima destas (Mckinnon, 2000). Como muitas vezes essa altura é difícil de ser alterada, o uso de equipamentos de suporte ao transporte de carga (por exemplo, duplo *deck*) permite alcançar um aumento muito maior na ocupação volumétrica dos veículos (Mckinnon e Campbell, 1997; Tilanus e Samuelsson, 1997).

2.3.1 Oportunidades para melhorar a ocupação volumétrica dos veículos

Como referido anteriormente, existem muitos fatores que devem ser tidos em conta quando se pretende assegurar a eficiência do sistema de transporte. Deste conjunto de fatores, discriminam-se, na Figura 2.7, os principais condutores da baixa ocupação volumétrica dos veículos, classificados segundo cinco categorias (Mckinnon, 2008).

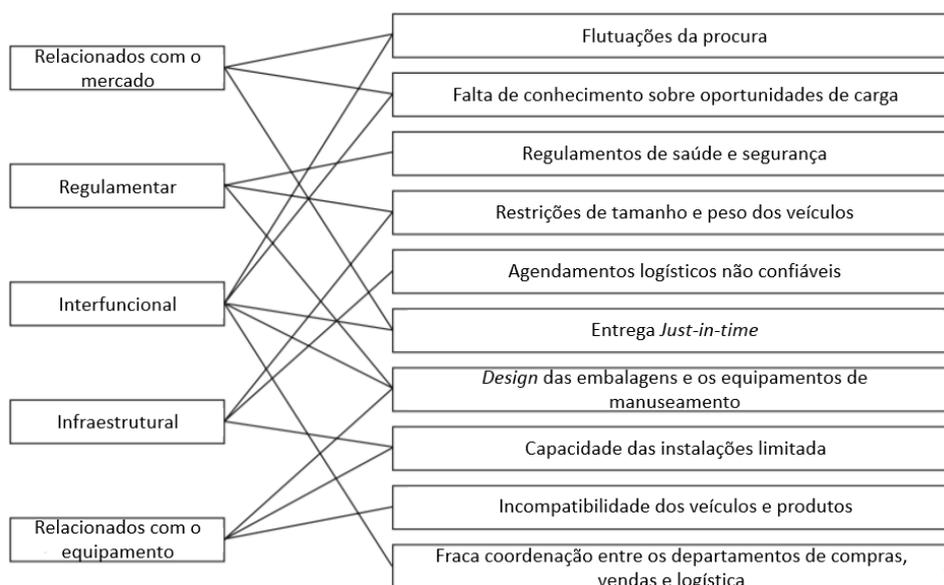


Figura 2.7 - Principais restrições à ocupação dos veículos (Adaptado de Mckinnon, 2008)

O estudo feito por A. McKinnon e Edwards (2010) revela que, muitas vezes, as empresas sobreutilizam os seus veículos como resultado da minimização dos custos logísticos totais, fazendo compensações perfeitamente racionais entre a eficiência de transporte e outras metas corporativas como minimização dos *stocks*, otimização do uso do espaço de armazenamento ou maximização da produtividade dos

operadores na preparação das encomendas. No entanto, Mckinnon (2000) e A. McKinnon e Edwards (2010) examinaram a possibilidade de melhorar a utilização dos veículos, incluindo os potenciais benefícios económicos e ambientais. Na Tabela 2.3, resumem-se as principais oportunidades para combater algumas das principais restrições.

Tabela 2.3 - Tabela resumo das principais oportunidades para melhorar a ocupação volumétrica dos veículos

Autores	Restrição	Oportunidades
Mckinnon (2000); A. McKinnon e Edwards (2010)	Confiança nos agendamentos logísticos – Para planejar a carga de retorno e as rotas mais complexas que são normalmente necessárias quando se quer maximizar a ocupação dos veículos, os gestores de transporte devem ter confiança nos agendamentos.	Rastreamento dos caminhões - Fornece alertas antecipados de atrasos que permitem o replaneamento das rotas em tempo real; A definição de janelas de entrega noturnas - Reduz a variabilidade do tempo de trânsito; O aumento da proporção de tratores em relação às galeras - Permite dissociar a operação de transporte da atividade de carga e descarga.
Kuhn e Sternbeck (2013); A. McKinnon e Edwards (2010); Sonneveld (2000)	Uso das embalagens e das formas de acondicionamento mais eficientes em termos de espaço – A forma, dimensões e fragilidade das embalagens podem levar a baixa ocupação dos veículos porque podem gerar espaços vazios e impossibilitar a sobreposição. Quanto à forma de acondicionamento, as empresas preferem aquelas que permitem uma rápida e fácil carga e descarga das unidades de carga. Portanto, deve-se conciliar o desejo de maximizar a ocupação do veículo com a necessidade de proteger os produtos no transporte e de minimizar os custos de manipulação.	O redesenho da embalagem - Esforços têm sido feitos, por exemplo, para substituir as latas redondas por latas quadradas para reduzir os espaços vazios entre as embalagens; A natureza da forma de acondicionamento - Usar paletes de madeira em vez de <i>combis</i> permite colocar mais caixas num mesmo caminhão. Torna o processo de carga e descarga mais rápido e podem ser sobreponíveis. Mas, em loja, os <i>combis</i> podem ser transportados até à prateleira sem qualquer equipamento adicional de manuseamento.
Mckinnon (2000); A. McKinnon e Edwards (2010)	Incompatibilidade dos veículos e produtos – Alguns veículos estão limitados a transportar apenas certos produtos, restringindo a correspondência de cargas com a capacidade disponível do veículo em rotas específicas.	O redesenho dos veículos - A existência de compartimentos nos caminhões permite aos retalhistas a consolidação de cargas a diferentes temperaturas numa única viagem, otimizando a utilização dos caminhões.
Mckinnon e Campbell (1997); A. McKinnon e Edwards (2010)	Dimensões físicas e restrição de peso do veículo - Como os limites de peso aumentaram por uma margem superior aos limites dimensionais dos caminhões nas últimas décadas, e como, no retalho alimentar, a densidade e fragilidade dos produtos reduz a capacidade de sobreposição das unidades de carga umas sobre as outras, a maioria das cargas é restrita pelo volume e não pelo peso.	O uso de duplo deck - Para uma mesma altura física do veículo, o uso deste equipamento permite o transporte de duas camadas de paletes. A altura da unidade de carga - Geralmente, existem limites de cubicagem e peso apertados que restringem a sua altura. Aumentar estes limites pode reduzir o número de caminhões necessários por ano.

Analisando a Tabela 2.3, é possível concluir que existe potencial para alcançar melhorias significativas na ocupação volumétrica dos camiões e para obter ganhos económicos e ambientais elevados. Muitas das oportunidades, sobretudo as infraestruturais, regulamentares e aquelas relacionadas com o equipamento, exigem um esforço no tempo e nos recursos para preparar, carregar e descarregar as unidades de carga e, por isso, o *trade-off* entre a maximização da utilização do espaço do camião, a preparação da encomenda e a carga e descarga eficientes levam, muitas vezes, a uma situação em que o veículo pode ter menor taxa de ocupação volumétrica devido ao tempo e aos recursos necessários para ocupar o mesmo (A. McKinnon e Edwards, 2010).

2.3.2 Modelos de custeio de apoio às decisões relativas à melhoria da ocupação dos veículos

Pahlén e Börjesson (2012) afirmam que a literatura, no âmbito da cadeia retalhista, é pouco vasta pelo que poucas abordagens existem para melhorar a ocupação volumétrica dos veículos. Assim, contrariamente ao pressuposto de que a decisão sobre melhorar ou não esta medida de desempenho é exógena ou realizada com base numa intuição, autores como Wen et al. (2012), seguido do estudo de Kuhn e Sternbeck (2013) e mais recentemente de Broekmeulen et al. (2017), apresentaram abordagens de cálculo, com base nos custos logísticos (Tabela 2.4), que se devem considerar quando se pretende alterar o processo logístico.

Tabela 2.4 - Componentes dos modelos de custo existentes na literatura

Subsistema	Componente de custo	Autor (s)			
		Wen et al., (2012)	Sternbeck e Kuhn (2014)	Sternbeck (2015)	Broekmeulen et al., (2017)
Entrepasto	Custo de posse de inventário	X			
	Custo de <i>picking</i>	X	X		X
Transporte	Custo de transporte		X		
Loja	Custo de posse de inventário	X	X	X	X
	Custo de armazenamento em retaguarda				X
	Custo de reposição	X	X	X	X
	Custo de receção	X	X		
	Custo de rutura				X

Para Moura (2006) e Novaes (2007), a análise do custo total da cadeia é pertinente para uma gestão eficiente do processo logístico onde o objetivo das organizações é a redução do custo total, mais do que o foco em cada atividade isoladamente. Segundo Kuhn e Sternbeck (2013), em média, 28% dos custos operacionais são incorridos no centro de distribuição, 24% no subsistema de transporte e 48% na loja. Além disso, estes autores acrescentam ainda que:

- a) O custo de posse de inventário em loja, o custo de *picking* no CD e o custo associado à retaguarda da loja são os custos mais representativos;
- b) Como o número de paletes por dia não pode exceder a capacidade de receção e de movimentação de mercadorias na loja, um aumento deste número implicará aumentos significativos no custo de receção e custo de armazenamento em retaguarda em virtude de maiores tempos de descarga e mais paletes ao solo;
- c) Quanto aos custos associados à operação em loja, apenas 10% correspondem ao custo de armazenamento, sendo o restante associado ao custo de reposição;
- d) Os custos de transporte incluem os custos de dois recursos: distância percorrida e quantidade de carga transportada no deslocamento do camião da origem ao destino (Kuhn e Sternbeck, 2013).

2.4 Análise crítica da revisão da literatura

Atendendo à revisão da literatura elaborada anteriormente, que resultou da leitura e análise de um vasto leque de livros, artigos e publicações científicas, identificou-se a importância de as empresas do setor do retalho serem capazes de construir cadeias de abastecimento robustas e eficientes, criando condições para se colocarem em posições destacadas face a outras empresas, numa perspetiva competitiva. Mais do que nunca, as organizações devem descentralizar a sua atenção das operações internas, e passar a construir boas redes de cooperação com os fornecedores e clientes, reduzindo operações sem valor acrescentado.

Do ponto de vista da distribuição física e fluxo de material, a atividade de transporte é fundamental para as organizações uma vez que lhes permite competir com maior velocidade e flexibilidade. Além disso, foi também apontado de que, como esta atividade tem um peso muito elevado na estrutura de custos logísticos de uma empresa, a sua gestão efetiva pode garantir melhorias significativas em toda a cadeia. Neste sentido, a atividade de transporte também foi alvo de revisão bibliográfica. Tal como todas as atividades, esta também necessita de um processo de planeamento e controlo eficaz e eficiente. Para planear, deve-se considerar um conjunto de fatores que influenciam a distribuição física da carga desde

os CD até às lojas, entre os quais: distância, tempo de entrega, quantidade transportada, carga de retorno, dimensões e morfologia da carga, grau de fragilidade da carga e restrições no ponto de venda. Para controlar, discriminaram-se três indicadores-chave de desempenho, destacando-se a percentagem de ocupação dos veículos. Prova-se, portanto, a existência de ambiente operacional altamente exigente e complexo, onde as variáveis envolvidas podem provocar aumento de custos e perda de eficiência operacional no subsistema de transporte.

Para determinar a forma como a ocupação volumétrica no transporte de carga tem sido tratada na literatura, foi feita uma revisão bibliográfica com foco nesta temática, bem como, nos avanços ou oportunidades que surgiram neste âmbito. Percebeu-se, de imediato, que o número de artigos sobre este tema é bastante limitado. Como referido por Pahlén e Börjesson (2012), *“A ocupação volumétrica no transporte rodoviário de carga parece ser mais relevante para os profissionais do setor de transporte do que para os académicos da comunidade de pesquisa de transporte de carga.”*. No entanto, a pesquisa feita no âmbito do projeto *Green Logistics* e o trabalho prévio de Alan McKinnon e os seus co-autores representam uma imensa fonte de informação no que diz respeito a esta área, reforçando que atividades como produção, compras, gestão de *stocks* e vendas, na maioria das vezes, são de maior importância para o retalhista, quando comparado com a eficiência do transporte, pelo que um *trade-off* deve ser sempre garantido.

Considerando esta revisão de literatura como conteúdo de suporte relativamente ao projeto de dissertação, para se conseguir criar conhecimento tendo em vista a realização dos objetivos propostos, nomeadamente a melhoria da ocupação volumétrica dos veículos no transporte entreposto-loja numa empresa de retalho alimentar, esta finaliza com uma lista das várias oportunidades identificadas por vários autores com grande impacto económico e ambiental, entre os quais se destacam: a natureza da forma de acondicionamento, o uso do duplo *deck* para sobreposição das paletes no interior do camião e o aumento da altura das unidades de carga pela alteração dos limites de cubicagem e peso definidos.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O presente capítulo descreve o âmbito empresarial onde se desenvolveu o projeto de investigação. Inicialmente é feita uma breve descrição do grupo ao qual a empresa pertence, o Grupo Sonae, discriminando as suas secções de negócio e respetivas divisões. São também indicadas as áreas de negócio e respetivas marcas da empresa Sonae MC. Por fim, apresentam-se ainda as duas plataformas logísticas, na Maia e Azambuja, e as suas operações, alvo de estudo: *Picking-By-Store* (PBS), *Picking-By-Line* (PBL), o departamento de gestão de transportes e o fluxo de artigos em loja.

3.1 Grupo Sonae

A Sonae - Sociedade Nacional de Estratificados - foi fundada em 1959 e a sua única atividade consistia na produção de termolaminados decorativos. A 1983, o grupo Sonae entra na área da distribuição com a constituição da Modelo Continente Hipermercados, abrindo o 1º hipermercado em Portugal (Continente em Matosinhos), em parceria com o grupo francês Promodés como acionista. Ainda nessa década, realizou-se a abertura dos dois primeiros centros comerciais geridos pela Sonae (Portimão e Albufeira), deu início à Sonae Imobiliária, surgiu a área de tecnologias de informação, a que se seguiu a criação da Rádio Nova e do jornal PÚBLICO. Nos anos 90, a empresa presenciou acontecimentos importantes, desde o lançamento do cartão Visa Universo e da entrada na área do retalho especializado, com o lançamento da Worten. Nasce também a Optimus (atualmente conhecido como NOS após a fusão com ZON, em 2013).

Atualmente, a Sonae é uma empresa multinacional que está presente em 91 países, e que só em Portugal conta com mais de 40.000 colaboradores, gerindo uma carteira diversificada de negócios nas áreas do retalho, serviços financeiros, tecnologia, centros comerciais e telecomunicações, como se ilustra na Figura 3.1.



Figura 3.1 - Áreas de negócio do Grupo Sonae

Segundo Paulo de Azevedo, presidente executivo da organização, a missão da empresa é *“criar valor económico e social a longo prazo levando os benefícios do progresso e da inovação a um número crescente de pessoas”*. Os valores pelos quais a empresa se rege são: a ética e a confiança, a centralização das pessoas no sucesso criado, a ambição e a inovação, a responsabilidade social, a frugalidade e eficiência, e a cooperação e independência (Sonae, 2018).

3.2 Sonae MC

No que diz respeito às áreas do retalho, há a distinção entre retalho alimentar e não-alimentar. A Sonae MC é líder do mercado nacional no retalho alimentar, com um conjunto de formatos distintos que oferecem uma variada gama de produtos: hipermercados, grandes supermercados e supermercados de proximidade, supermercados de proximidade em formato *franchising*, supermercados e restaurantes biológicos, cafetaria, livraria e papelaria, para farmácias, produtos para animais e serviços veterinários e materiais de construção (Figura 3.2). Segundo um estudo do Instituto de *Marketing Research* (IMR), o Continente é a marca de distribuição com maior índice de reputação em Portugal. Para elaboração do presente estudo, os segmentos de negócio analisados consistiram nos Hipermercados e Supermercados, através das insígnias Continente (CNT), Modelo (MDL) e Continente Bom Dia (CBD).

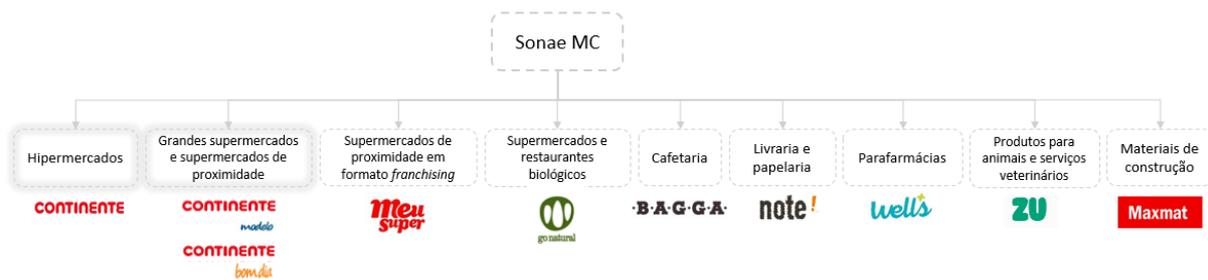


Figura 3.2 - Áreas de negócio e respetivas marcas da Sonae MC

A Sonae MC encontra-se dividida em 10 pelouros diferentes: Comercial Alimentar, Comercial *Franchising*, *Business Information and Technologic*, Recursos Humanos, MaxMat, Internacional, Operações MC, *Health and Wellness*, Assistência Executiva, Financeira e o pelouro da Logística. O presente estudo foi realizado no pelouro da Logística.

3.3 Plataformas logísticas da Sonae MC

A Sonae MC opera essencialmente com três grandes atores na sua cadeia logística: fornecedores, centros de distribuição e lojas. Possui estrategicamente dois grandes polos logísticos na Maia e Azambuja, onde estão localizados os centros de distribuição/entrepósitos que operam de uma forma especializada e independente. A plataforma da Maia abastece a região do Norte até Pombal, incluindo a ilha dos Açores, com alimentar ambiente, frescos e congelados, enquanto a plataforma logística da Azambuja é responsável pela distribuição de alimentar ambiente, frescos e congelados desde Pombal até à região sul, e ilha da Madeira. Estes CD são responsáveis pelo abastecimento de todas as lojas de Portugal Continental e ilhas, podendo ainda existir a possibilidade de as lojas serem abastecidas por fornecedores diretos.

Para além dos dois grandes polos, a empresa também possui estrutura logística em Água de Pena na Madeira, no Carregado sendo essencialmente responsáveis pelo Departamento Comercial do Bazar, e no Lumiar em Lisboa, destinado à operação *e-commerce*. Além disso, possui ainda uma plataforma de *cross-docking* da Guia no Algarve, abastecida pelo polo da Azambuja. Neste último, as encomendas são preparadas à loja, sendo depois transportadas para a plataforma, onde as encomendas para uma mesma loja são agrupadas e, posteriormente, são expedidas para serem distribuídas pelos vários pontos de venda, não ocorrendo qualquer tipo de manipulação das paletes.

Relativamente aos centros de fabrico, a empresa conta com o Centro de Produção de Carne (CPC) e Centro de Distribuição de Peixe (CDP), ambos sediados em Santarém, e o Centro de Fabrico de Pão (CFP), localizado em Ermesinde.

Na Figura 3.3, ilustram-se os centros de distribuição e de fabrico, e toda a rede de distribuição no abastecimento às lojas pelos dois polos logísticos da Sonae MC.

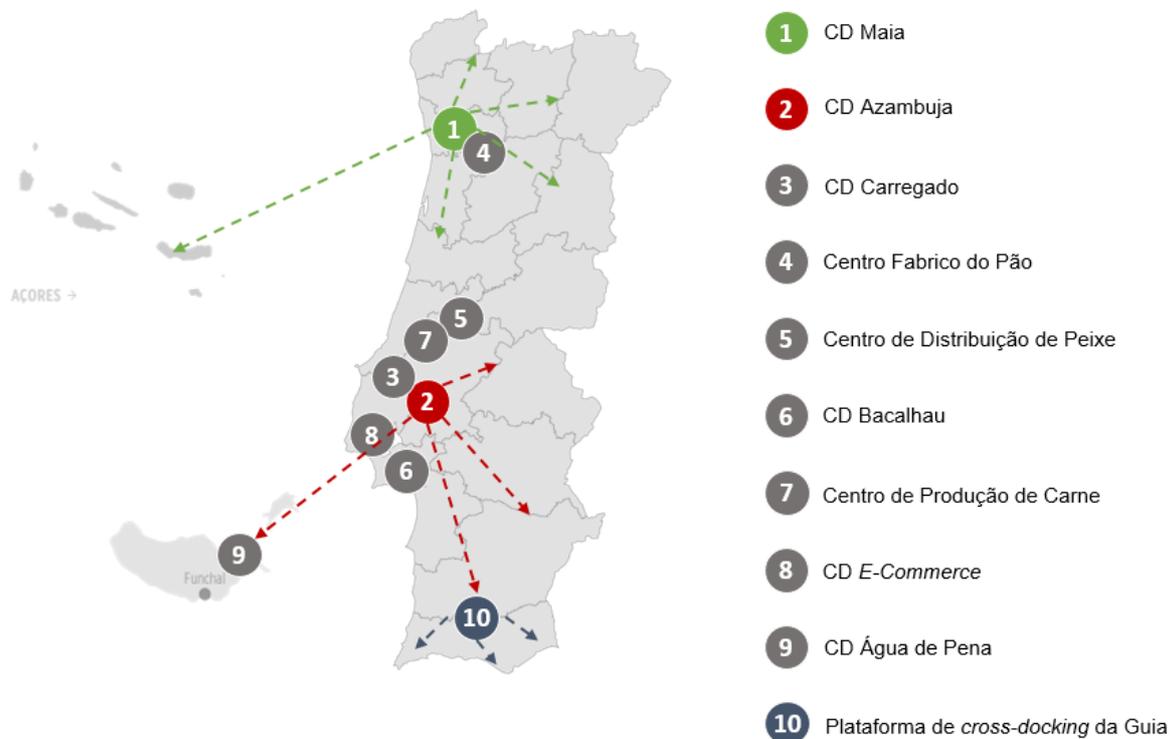


Figura 3.3 - Centros de distribuição e de fabrico da Sonae MC

Atualmente, a empresa conta com cerca de 271 lojas inseridas nas insígnias Continente, Modelo e Continente Bom Dia. Estes três formatos distinguem-se, entre outros critérios, pelo volume de vendas e pela área ocupada. Relativamente ao último ponto, em média, o formato Continente apresenta uma área de 7100 m^2 , seguido de 2000 m^2 pelo formato Modelo e 1000 m^2 no formato Continente Bom Dia.

Nas plataformas logísticas da Maia e da Azambuja encontram-se implementados dois tipos de fluxos: PBL e PBS. A principal característica diferenciadora dos fluxos existentes prende-se com a inexistência de armazenamento no entreposto PBL devido à sua expedição em menos de 24 horas, ou seja, os produtos são rececionados e imediatamente distribuídos pelas lojas, enquanto, no PBS, os produtos são recolhidos das suas localizações de *picking*, existindo *stock*. A divisão dos artigos entre PBS e PBL é realizada tendo em conta a rotação dos produtos, a qualidade de serviço do fornecedor e a validade do próprio artigo. Para um produto ser tratado em fluxo PBL, é essencial que o fornecedor possua um nível de serviço elevado, garantindo que o produto é entregue no armazém na data e hora solicitada. Este é um fator relevante uma vez que, neste tipo de fluxo, não existe *stock*, logo, se uma entrega não for realizada pelo fornecedor, origina-se rotura na loja. A rotação do artigo é também crucial para esta

decisão uma vez que, para produtos de alta rotação, torna-se mais complicado garantir a entrega de grandes quantidades e com frequência elevada no fluxo PBL. Quanto à validade do artigo, é também perceptível que um produto com data de validade reduzida não possa ser mantido em *stock* durante um longo período de tempo e, por isso, deve ser processado em fluxo PBL.

Perante os dois fluxos apresentados, existem quatro tipos de entrepostos em cada um dos polos na gama alimentar: (1) entreposto PBS a temperatura ambiente, (2) entreposto PBS para congelados, (3) entreposto PBL a temperatura ambiente e (4) entreposto PBL para refrigerados. Na Figura 3.4, apresentam-se o total de paletes expedidas em cada entreposto para as lojas por ano, num total de Maia e Azambuja.

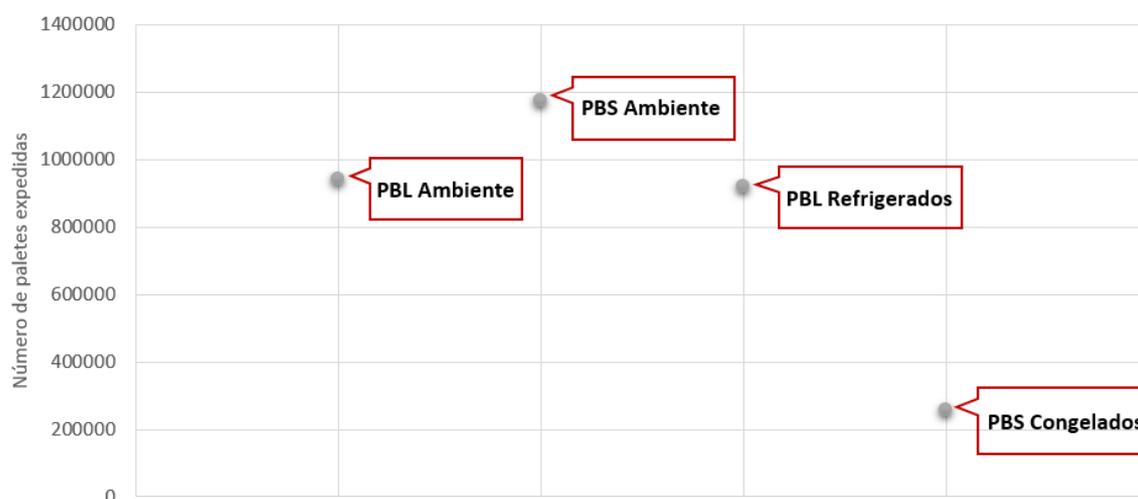


Figura 3.4 - Número de paletes expedidas por ano em cada entreposto

Comparando os quatro entrepostos, verifica-se um volume expedido superior nos entrepostos à temperatura ambiente (Figura 3.4). Por este motivo e para a elaboração deste projeto de investigação, os entrepostos analisados foram o PBL e PBS a temperatura ambiente da Maia e Azambuja.

Também o *layout* dos entrepostos PBS e PBL a temperatura ambiente é diferente no que diz respeito à planta e organização. No entreposto PBS, o armazém encontra-se dividido em cinco zonas (também chamadas de unidades de negócio ou categorias), em função das características dos artigos: *petcare* (linha de produtos para animais de estimação), mercearia, bebidas, detergentes e produtos de higiene (DPH) e meias paletes completas; tem 34 corredores que contêm localizações fixas de *picking* ao nível do solo correspondente a cada SKU e localizações de reserva, em altura, onde se armazenam numa primeira instância as paletes recebidas para posterior colocação na localização de *picking* respetiva, caso seja necessário. No entreposto PBL, o *layout* encontra-se dividido em tapetes, cada um destinado às seguintes categorias: leves, DPH&PET, mercearia, bebidas e leite&ovos, e cada loja possui uma

localização fixa, sendo depositadas, na paleta respetiva, a quantidade necessária do SKU para satisfazer a encomenda da loja. Deste modo, as posições ao solo no entreposto PBL correspondem ao número de lojas abastecidas pelo mesmo, contrariamente ao entreposto PBS onde o SKU tem uma posição de *picking* fixa, sendo a encomenda da loja que se desloca.

3.4 Caracterização dos processos da Sonae MC

De modo a contextualizar todo o estudo desenvolvido ao longo da presente dissertação, nesta secção serão apresentadas as operações analisadas na empresa e algumas considerações sobre outros departamentos que estão intrinsecamente relacionados com o tema em estudo.

3.4.1 Mapeamento dos fluxos nos entrepostos a temperatura ambiente

Como já foi referido anteriormente, os entrepostos a temperatura ambiente diferem relativamente ao tipo de fluxo, PBL e PBS. No diagrama da Figura 3.5, ilustram-se com maior pormenor as atividades executadas em cada um dos entrepostos.

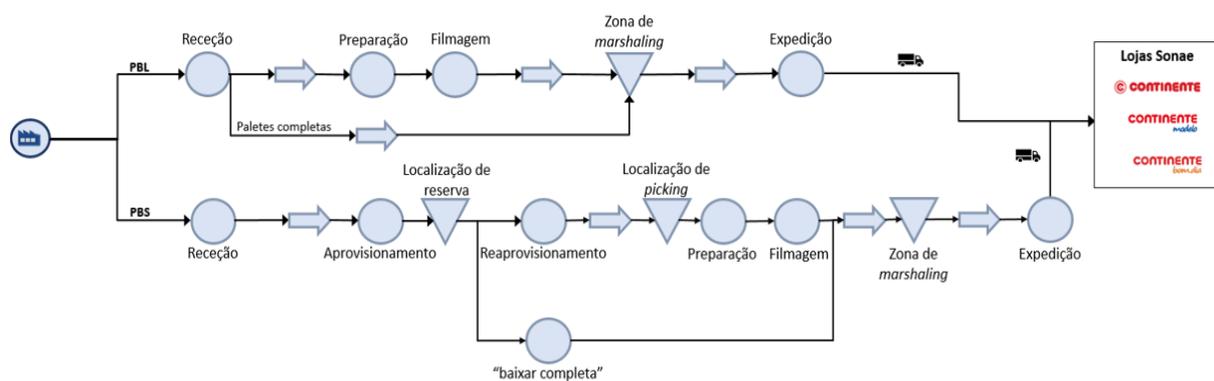


Figura 3.5 - Mapeamento dos fluxos - PBL e PBS

Cada uma das atividades logísticas consiste, de uma forma mais detalhada, no seguinte:

- **Receção** - Esta atividade consiste na receção do fornecedor e respetivos artigos, com o objetivo de colocar os artigos disponíveis para a preparação. É realizada com base numa programação de entregas que permite um planeamento estruturado das chegadas dos fornecedores ao longo do dia e que é essencial na medida em que evita a chegada de um número elevado de fornecedores no mesmo período de tempo, facilitando o processo de receção. Além disso, este agendamento, quando cumprido, garante que os artigos mais pesados são os primeiros a ser rececionados, o que tem grande impacto sobretudo na preparação e na qualidade da unidade de carga ou estiva em PBL já que, assim, estes artigos ficam na base da paleta.

- **Aprovisionamento** - Apenas no PBS, após receção das paletes, uma localização de reserva dentro do armazém é atribuída a um operador de máquinas que está encarregue de as colocar no respetivo local, conhecido como a tarefa de aprovisionamento.
- **Reaprovisionamento** - No PBS, as localizações de *picking* têm de ser abastecidas pelo que os operadores de máquinas recebem informação da localização de *stock* onde a paleta a reaprovisionar se encontra e da localização de *picking* onde devem colocá-la.
- **Picking ou preparação** - No PBL, cada *picker* inicia um circuito com uma paleta rececionada (denominada tarefa), podendo ser monoproduto ou multiproduto, e distribui os artigos pelas várias lojas até a paleta ficar vazia, logo tem-se vários operadores a preparar a mesma encomenda para a mesma loja. No PBS, cada operador inicia a sua tarefa com duas paletes vazias e vai percorrendo as várias localizações de *picking* para recolher os artigos, até completar a encomenda. Tem-se um só operador a preparar uma paleta, logo estas apresentam melhor qualidade de estiva. O sistema de *picking* utilizado é o *voice picking*. Finalizada a paleta, coloca-se tesa filme (**Filmagem**) para uma melhor estabilidade e procede-se ao transporte da mesma para a zona de *marshalling* da loja em frente ao cais de expedição respetivo. A unidade expedida para as lojas poderá não só ser em paleta multiproduto (originada pela atividade de preparação em ambos os entrepostos e que pode ser preparada em euro ou em meia paleta), como também em meia paleta completa e paleta completa euro, como ilustra a Figura 3.6. No caso da paleta multiproduto, esta é composta pela unidade de movimentação designada “caixa” e contém quantidades diferentes de vários SKU. As paletes completas são rececionadas com um só artigo e são entregues na loja exatamente nessas quantidades, não havendo qualquer manipulação em entreposto. No PBL, estas unidades são rececionadas e colocadas diretamente na zona de *marshalling* do cais de expedição da respetiva loja ao passo que, no PBS, são rececionadas, armazenadas e, quando necessárias, origina uma tarefa de “**baixar completa**” sendo transportadas para o cais de expedição correspondente.



Figura 3.6 - Tipos de unidades de movimentação expedidas: (a) paleta de *picking*; euro, (b) meia paleta de *picking*, (c) meia paleta completa e (d) paleta completa euro

- **Expedição** - Consiste em carregar os veículos com as paletes preparadas para cada loja. Os operadores de cargas, utilizando transpaletes duplos capazes de transportar uma ou duas paletes ao mesmo tempo, estão encarregues desta atividade.

3.4.2 Departamento de gestão de transportes

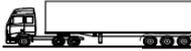
Neste departamento é realizado o planeamento das rotas a efetuar e o controlo de toda a frota para expedição das encomendas. A frota existente, conhecida por frota fixa, é contratada a várias empresas de transportes. A principal vantagem desta frota em relação à frota própria é que, desta forma, o departamento de transportes é capaz de controlar e gerir toda a operação, retirando da sua responsabilidade todos os encargos associados à manutenção de uma frota e focando-se apenas no serviço de abastecimento às lojas. Essa responsabilidade é suportada pelas transportadoras.

Os contratos para os veículos podem variar consoante o número de dias por semanas (6 ou 7 dias) e o número de horas por dia (12 ou 24 horas). O valor do contrato depende do número de quilómetros que o camião irá realizar num período de tempo e que é definido *à priori*. Assim, aquando do planeamento, é importante ter em atenção o número de quilómetros já realizados por cada camião, tentando sempre equilibrar estes valores entre os veículos.

Relativamente à composição da frota fixa, 78% são semirreboques de 33 paletes, podendo ser isotérmicos (sem motor de frio) e frigoríficos, 14% são os semirreboques de cidade (22, 24 ou 26 paletes) e 8% são os camiões rígidos. No planeamento dos transportes, o tipo de veículos deve ser tido em conta porque as condições e meios de descarga nas lojas são diferentes.

Na Tabela 3.1, são resumidas as principais características dos diferentes tipos de veículos utilizados pela empresa e a capacidade de cada um deles.

Tabela 3.1 - Diferentes tipos de veículos e a sua capacidade

Ilustração	Nomenclatura	Peso útil máximo [kg]	Comprimento útil [m]	Número de paletes	Capacidade cúbica útil [m ³]
	Semirreboque	22000	13,6	33	65
	Semirreboque de cidade	20000 - 21000	8,8 – 10,4	22 – 26	55 - 63
	Rígidos	4400 - 8500	5,2 - 8	13 – 20	30 - 46

Quando a frota existente não possui o número de veículos suficiente para satisfazer a procura em épocas de pico, é necessário contratar frotas ocasionais. O preço destas frotas e as definições de serviço já se encontram pré-estabelecidos pelas transportadoras.

Relativamente ao abastecimento das lojas, como ilustrado na Figura 3.7, existem três formas de entrega:

1) transporte direto, 2) multi-carregamento ou 3) circuito.

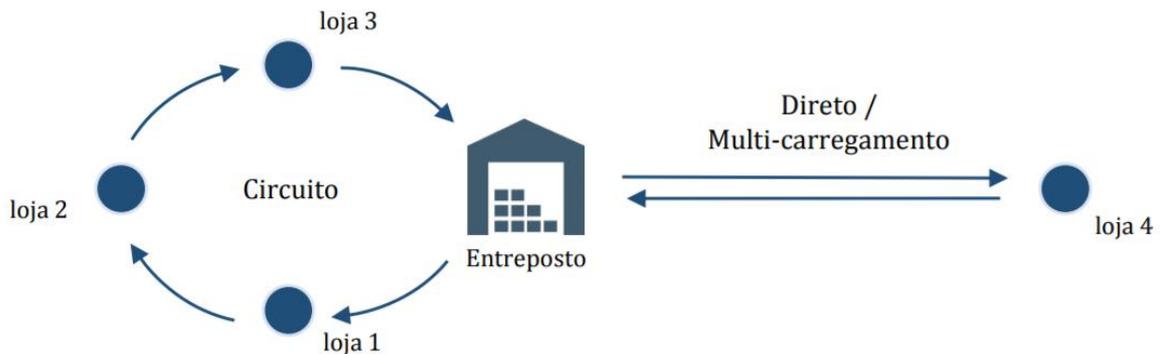


Figura 3.7 - Percurso dos veículos consoante o tipo de entrega

Assim sendo, o transporte pode ser direto do entreposto à loja, no caso em que o número de paletes encomendadas corresponde à capacidade ao solo do camião, e retorna ao entreposto no fim da entrega; pode ser multi-carregamento em que o veículo é carregado com carga preparada nas operações PBL e PBS e, no fim, regressa ao entreposto; ou então podem ser gerados circuitos em que várias lojas são consolidadas no mesmo camião e o veículo percorre uma rota planeada.

3.4.3 Mapeamento do fluxo em loja

Na Figura 3.8, encontram-se mapeadas todas as atividades que ocorrem em loja.

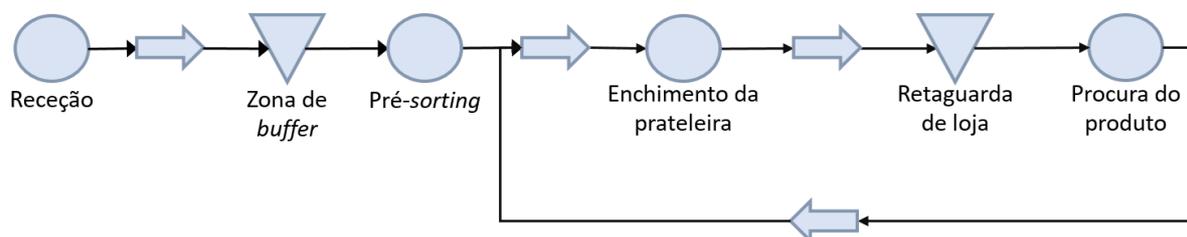


Figura 3.8 - Mapeamento do fluxo em loja

De forma detalhada, cada uma das atividades consiste em:

- **Receção** - Consiste na descarga da mercadoria vinda do centro de distribuição. Este abastecimento às lojas ocorre maioritariamente ao final da tarde ou durante a noite para os

Continentes e Modelos, o que implica uma reposição da mercadoria no dia seguinte, antes da abertura. No caso dos Continentes Bom dia, a receção e reposição pode ocorrer durante o dia. O motorista do camião é responsável por transportar as paletes até à entrada do camião com recurso a porta-paletes manual ao passo que o operador de loja, com porta-paletes manual ou *stacker*, transporta a palete do camião para a retaguarda de loja.

- **Pré-sorting** - Na retaguarda de algumas lojas, sobretudo Continentes e Modelos, existe uma zona de *buffer* onde é realizada uma classificação e distribuição prévia da mercadoria por categoria de produto, permanecendo nesta área até à possibilidade de transporte direto para o chão de vendas. Posteriormente é feita a **reposição da prateleira**. Este abastecimento direto da prateleira pode acontecer durante o funcionamento da loja para evitar situações de rutura, ou após o fecho da loja para preenchimento das prateleiras. Para os Continentes Bom dia, no momento de reposição, a palete rececionada é levada da retaguarda para o chão de vendas, onde são utilizados carros de reposição para transportar as caixas diretamente até à prateleira, evitando o manuseio de paletes nos corredores.
- **Armazenamento na retaguarda** - Como o espaço de prateleira para um determinado produto é insuficiente perante a quantidade de produtos entregues, a quantidade restante é levada para a retaguarda da loja e mantida nessa zona até necessidade de reabastecimento. Este processo ocorre quando o espaço de prateleira fica disponível, evitando-se situações de rutura em prateleira e implica um reabastecimento a partir da retaguarda. Assim, o *stock* em loja é mantido em duas zonas: prateleira e retaguarda.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

Para ser possível definir estratégias de curto e longo prazo, tornou-se essencial um enquadramento da situação atual da empresa no que concerne à atual ocupação volumétrica dos camiões e um diagnóstico e análise das operações em estudo, de forma a identificar as principais causas, apresentados ao longo desta secção. Por fim, é apresentada uma árvore resumo com as principais propostas de melhoria identificadas resultantes desta análise para melhoria a ocupação dos camiões. Por questões de confidencialidade, todos os valores apresentados têm um fator de correção aplicado, imposto pela empresa.

4.1 Baixa ocupação volumétrica dos camiões

Antes de se proceder ao cálculo da taxa de ocupação volumétrica atual dos camiões, foi necessário definir quais seriam as equações necessárias, pelo que se definiu a equação (3):

$$\begin{aligned} \text{Taxa ocupação volumétrica (\%)} &= \%_{\text{ocupação ao solo}} \times \%_{\text{ocupação em altura}} = \\ &= \frac{\text{Número de paletes transportadas}}{\text{capacidade do veículo}} \times \frac{\text{Cubicagem média das paletes transportadas}}{\text{Cubicagem útil do veículo}} \end{aligned} \quad (3)$$

Considerando as dimensões da Figura 2.6, definiram-se as equações (4) e (5) para calcular a altura útil e cubicagem útil por paleta, respetivamente:

$$\begin{aligned} \text{Altura útil} &= \text{altura máxima}_{\text{veículo}} - \text{altura ocupada}_{\text{equipamento frio}} - \\ &= \text{altura ocupada}_{\text{paleta}} - \text{folga}_{\text{manipulação carga}} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{Cubicagem útil} &= \text{altura útil disponível} \times \text{Área base}_{\text{europaleta}} \times \\ &= \%_{\text{europaletes}} + \text{altura útil disponível} \times \text{Área base}_{\text{meia paleta}} \times \%_{\text{meias paletes}} \end{aligned} \quad (5)$$

Atualmente, na empresa, apenas o indicador da percentagem de ocupação ao solo é monitorizado mensalmente incluindo apenas galeras de 33 paletes já que, como referido anteriormente, a frota é composta maioritariamente por este tipo de veículos. Como o objetivo do departamento de transportes é a otimização das rotas de entrega, o indicador de ocupação ao solo traduz melhor esse objetivo. No entanto, é um indicador limitado que não mostra o potencial de ocupação dos camiões. Na Figura 4.1, ilustra-se o comportamento deste indicador ao longo do ano 2017.

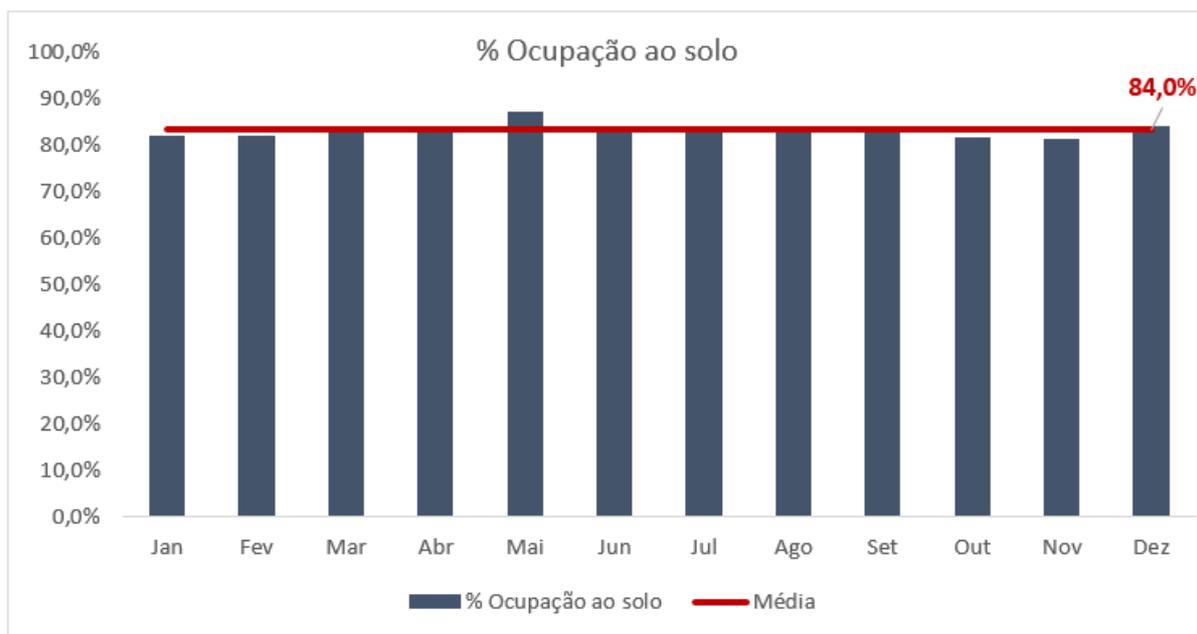


Figura 4.1 - Percentagem média de ocupação ao solo em 2017

Concluiu-se que, para 2017, a percentagem média de ocupação ao solo foi de 84,0%. Uma vez que o valor percentual de ocupação em altura não era conhecido e, como do ponto de vista de eficiência da cadeia a leitura conjunta da ocupação ao solo e ocupação em altura é muito relevante, analisaram-se dados de três semanas de preparação de 2017 (inclui Maia e Azambuja, paletes de *picking* e completas em euro e meias paletes), uma semana de março, julho e novembro, para aferir o seu valor. A amostra selecionada, validada pela empresa, pretende representar o efeito da sazonalidade que se verifica ao longo do ano no retalho alimentar. Neste sentido, foi essencial selecionar três períodos do ano para garantir uma maior representatividade da realidade. Com base nesta amostra, fez-se um levantamento do número de paletes por fluxo, loja e dia, das cubicagens e pesos médios por fluxo e por insígnia, para as 242 lojas de Portugal Continental que estão inseridas nas insígnias Continente (CNT), Modelo (MDL) e Continente Bom dia (CBD) (41, 108 e 93, respetivamente), como demonstrado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Número médio de paletes expedidas por dia, cubicagem média e peso médio para cada fluxo e insígnia

Fluxo	Nº médio de paletes por loja e dia			Cubicagem média (m³)			Peso médio (kg)		
	CNT	MDL	CBD	CNT	MDL	CBD	CNT	MDL	CBD
PBL (5 categorias)	27	12	4	1,21	1,08	0,94	467	424	369
PBS (4 categorias)	33	18	6	1,23	1,10	1,00	511	458	456
Total	60	30	10	1,22	1,09	0,96	491	443	416

A partir desta informação, começou-se por calcular a cubicagem média das paletes, obtida a partir do total de cubicagem sobre o total de paletes expedidas pelos dois polos para as lojas. Sabendo que são expedidas, em média, 100 paletes por dia, obteve-se uma média ponderada de 1,12 m³ por palete expedida. A comparação deste valor com a cubicagem útil por palete disponível, igual a 1,94 m³ (cálculos no Apêndice I – Cálculo da altura útil e cubicagem útil por palete), evidencia que existe, de facto, uma grande oportunidade de melhoria ao nível da altura das paletes.

Recorrendo à equação (3), foi possível aferir o valor da atual taxa de ocupação volumétrica dos camiões:

$$\text{Taxa ocupação volumétrica} = 84,0\% \times \left(\frac{1,12}{1,94}\right) = 84,0\% \times 57,7\% = 48,5\%$$

Assim, prova-se que mais de metade do camião circula em vazio, reforçando a importância e necessidade de melhorar esta medida. Como a variável que causa maior impacto negativo na taxa de ocupação volumétrica é a ocupação em altura, o objetivo do projeto centrou-se na melhoria desta.

4.2 Análise crítica e identificação das causas

Partindo deste problema, tornou-se importante analisar o atual funcionamento dos processos da empresa, nomeadamente, do processo de *picking* e de carga, acondicionamento e descarga dos camiões, de forma a identificar os principais fatores que influenciam a altura das unidades de carga e, assim, avaliar medidas de curto e longo prazo para melhorar a mesma.

4.2.1 Cubicagem média por insígnia e unidade de movimentação

Como já foi referido anteriormente, a expedição para as lojas pode ser realizada em quatro unidades de movimentação, pelo que foi necessário perceber a representatividade, em volume de paletes expedidas, de cada uma e aferir sobre a cubicagem média (Figura 4.2).

Verifica-se que as paletes completas (euro e meias paletes) representam 31,9% das paletes transportadas. Como este tipo de unidade de movimentação não sofre qualquer manipulação em entreposto, o custo de *picking* associado é reduzido pelo que a empresa ambiciona aumentar a percentagem de paletes completas expedidas. Assim, comparando os valores de cubicagem média ilustrados na Tabela 4.1, que agrega todos os tipos de unidade de movimentação, com os valores de cubicagem média por unidade de movimentação da Figura 4.2 (b), conclui-se que as paletes completas, por terem uma cubicagem média (0,97 m³) mais baixa do que as paletes de *picking* euro, influenciam negativamente a cubicagem e, consequentemente, a ocupação em altura dos camiões.

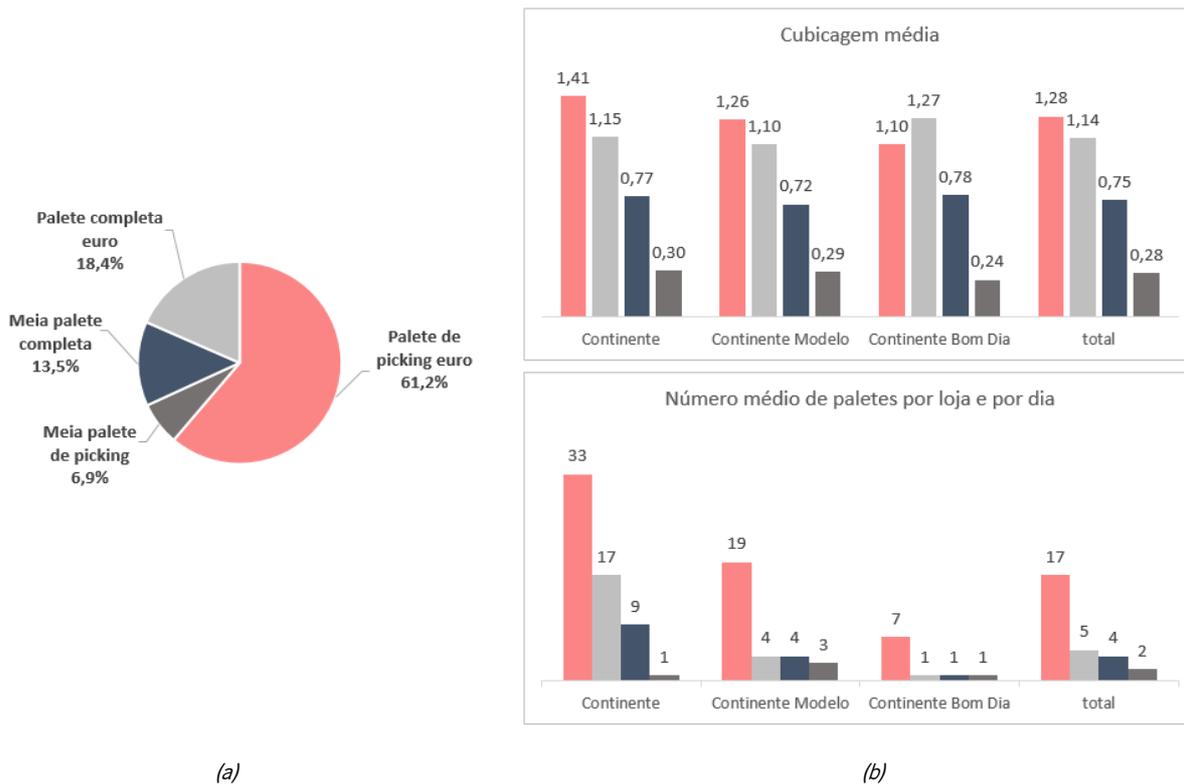


Figura 4.2 – (a) Representatividade do volume de cada unidade de movimentação, (b) respetiva cubicagem média por insignia e número médio de paletes por loja e por dia

Como as paletes de *picking* (euro e meia paleta) representam um total de 68,1% das paletes transportadas, tornou-se necessário incidir a análise neste tipo de unidade de movimentação para perceber os fatores que influenciavam a sua cubicagem (média ponderada de 1,18 m³) e, portanto, a sua altura.

Primeiramente, observando a cubicagem média por insignia (Figura 4.2 (b)), verifica-se que a insignia CBD apresenta o valor mais baixo, o que pode estar intrinsecamente relacionado com o reduzido número de paletes por dia (8 paletes por dia). Adicionando a isso a contemporaneidade do retalho, que exige um abastecimento das lojas cada vez mais frequente e com encomendas pequenas, e a preparação por categoria, são preparadas, em média, apenas 1 paleta por categoria com 0,99 m³ por paleta. No futuro, a expansão das lojas de pequeno formato terá um impacto negativo na ocupação dos veículos.

Por outro lado, tanto na preparação em PBL como PBS, ao preparar uma paleta, esta pode quebrar por dois fatores: cubicagem ou peso. Para cada categoria foi definido, em sistema, o limite de cubicagem e de peso máximo que a unidade de carga pode atingir, pelo que, sempre que uma encomenda atinge um dos limites, o *picker* tem de continuar a preparação numa nova paleta. Atualmente, o limite de cubicagem, no mesmo fluxo, é igual para todas as categorias, sendo que o limite do PBS é 15% superior ao do PBL. Relativamente ao limite de peso, este é o mesmo para o PBL e PBS em todas as categorias.

Neste sentido, foi importante comparar as cubicagens médias por palete de *picking* de cada categoria com os respetivos limites parametrizados em sistema para perceber quais seriam os impactos de os alterar (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 - Número médio de paletes de picking por dia, cubicagem média e peso médio por palete, e peso médio por caixa

Categoria	Nº médio de paletes por dia e por loja	Cubicagem média (m ³)	Peso médio (kg)	Peso médio por caixa (kg/cx)	% paletes que quebra por (%)		
					m ³	kg	N/A
PBL - Leves	2,21	1,26	117	4	53,0	-	47,0
PBL - Merceria	2,30	1,20	323	4	56,0	-	44,0
PBL - DPH&PET	1,97	1,17	442	5	56,0	-	44,0
PBL - Bebidas	1,37	1,00	614	9	16,0	15,0	69,0
PBL - Leite&Ovo	1,36	0,89	573	8	9,0	24,0	67,0
PBS - DPH	3,00	1,39	388	8	57,0	5,0	38,0
PBS - Merceria	3,21	1,34	571	7	37,0	29,0	34,0
PBS - Bebidas	2,18	1,06	704	9	2,0	51,0	47,0
PBS - <i>Petcare</i>	1,06	0,75	371	11	11,0	1,0	88,0

Analisando a Tabela 4.2, conclui-se que:

- Como referido anteriormente, o número de paletes por loja e por dia influencia negativamente a cubicagem média, como é o caso do PBL – Bebidas, PBL – Leite&Ovo e PBS – *Petcare*. Fatores como o aumento da complexidade, variabilidade diária dos pedidos das lojas e uma maior frequência de entrega às lojas com encomendas pequenas explicam a elevada percentagem de paletes que não quebram nem pela cubicagem nem pelo peso;
- Relativamente à % de paletes que quebram ou pela cubicagem ou pelo peso, observa-se que, dentro do PBL, as paletes da categoria dos Leves, Merceria e DPH&PET quebram maioritariamente pela cubicagem. No PBS, para as categorias DPH e Merceria, as paletes quebram pela cubicagem, ao passo que as Bebidas quebram essencialmente pelo peso;
- Observando o peso médio por caixa para as categorias referidas no ponto anterior, conclui-se que as categorias PBL – Leves, PBL - Merceria e PBS - Merceria apresentam um valor de peso médio por caixa inferior às restantes categorias do mesmo fluxo, representando menor esforço físico para os operadores se alterados os limites. Logo, os limites podem não ser os mesmos para todas as categorias. As caixas da categoria PBS – Merceria são mais pesadas do que as do PBL – Leves e PBL - Merceria, mas a estiva é mais facilmente construída no PBS, não sendo

tão crítico para o operador a alteração dos limites para esse valor de peso médio por caixa. Existe uma grande oportunidade em estudar a revisão dos limites para estas categorias.

4.2.2 Processo atual de carga, acondicionamento e descarga

A operação de carga e descarga do caminhão são duas das operações fundamentais de toda a distribuição. Muitas das razões que justificam a baixa ocupação volumétrica dos veículos está relacionada com a manipulação física das cargas e com a eficiência necessária nos armazéns e nas lojas. Os operadores de cargas têm de ser capazes de carregar e descarregar os caminhões de forma eficiente, reduzindo assim o tempo de ocupação do cais de expedição do entreposto e de receção da loja, de forma a permitir que outro veículo o ocupe, assegurando que a entrega na loja é feita dentro do tempo estipulado e que o motorista possa fazer mais entregas no mesmo dia.

Atualmente, a forma de acondicionamento utilizada na empresa é a palete sendo capaz de garantir a unitização da carga e, por esse motivo, permite que esta seja transportada em segurança e com maior facilidade. Como as unidades de carga, preparadas nos entrepostos para transportar para as lojas, não têm uma altura normalizada e como são compostas por vários artigos frágeis com caixas de diferentes formas, dimensões e peso, não é possível sobrepor as mesmas, realizando-se apenas uma ocupação do veículo ao solo e não em altura, como ilustrado na Figura 4.3.



Figura 4.3 - Ocupação atual de um caminhão

É natural que o tempo associado a esta operação seja extremamente variável e que dependa da quantidade de unidades de carga a carregar, ou seja, os tempos de carga variam consoante o número de paletes a serem transportadas. Sendo assim, o tempo médio associado é de 32,00 minutos por carga o que, considerando os semirreboques de 33 paletes, equivale a 0,97 minutos por paleta.

Relativamente ao processo de descarga em loja, este pode ser mais ou menos demorado consoante as características das lojas (existência de cais de descarga, espaço de armazenamento disponível no interior da loja, entre outros). No entanto, o tempo médio medido em loja não teve em consideração as diferentes condições de descarga das lojas, pelo que a duração média de 22,00 minutos por descarga foi considerada igual para todos os cenários, equivalendo a 0,67 minutos por palete. Note-se que a obtenção destes dados foi feita através de recolha presencial, num total de 10 medições efetuadas, sendo estas suficientes devido à pouca variabilidade dos dados obtidos.

4.3 Síntese e diagnóstico

Com uma percentagem média de ocupação ao solo, em 2017, de 84,0% e uma percentagem de ocupação em altura de 57,7%, obteve-se um valor médio de 48,5% para a taxa de ocupação volumétrica dos camiões. Este valor prova que mais de metade do camião é desperdício, devendo-se sobretudo ao facto de a cubicagem média das paletes expedidas ser igual a 1,12 m³, muito inferior à cubicagem útil disponível por paleta no interior do veículo. Assim, surgiu a necessidade de analisar os processos de *picking* de carga, acondicionamento e descarga dos camiões de forma a identificar as principais causas deste problema.

As paletes de *picking* representam 68,1% do total de paletes preparadas e expedidas nos entrepostos, num total de Maia e Azambuja e apresentam, para as insígnias CNT, MDL e CBD, uma cubicagem média ponderada de 1,38 m³, 1,13 m³ e 0,99 m³, respetivamente.

As insígnias CBD são as que apresentam o valor mais baixo de cubicagem média, tendo sido identificados alguns fatores que contribuem para este facto. Os reduzidos volumes diários, que o retalho contemporâneo exige, com entregas frequentes de encomendas cada vez mais pequenas, associados ao facto de a empresa procurar uma logística "*store friendly*", preparando por categoria, faz com que sejam preparadas, em média, uma paleta por dia e por categoria, com pouco volume de artigos. Ao invés disso, para esta insígnia, todas as categorias de cada fluxo poderiam ser consolidadas na mesma paleta. A quebra das unidades de carga para as lojas por cubicagem ou peso contribui também bastante para uma cubicagem média baixa. Comparando as cubicagens médias por categoria com os respetivos limites, foi possível verificar que as categorias PBL – Leves, PBL – Merceria, PBL – DPH&PET, PBS – Merceria e PBS – DPH quebram maioritariamente pela cubicagem, a categoria PBS – Bebidas quebra maioritariamente pelo peso, e as restantes categorias não quebram nem por um nem por outro. Paralelamente, considerou-se o peso médio por caixa para ter em conta o esforço físico associado. Conclui-se que, como as categorias PBL - Leves, PBL – Merceria e PBS - Merceria são as que

apresentam um valor médio inferior às restantes categorias do mesmo fluxo, os limites não têm de ser os mesmos, existindo uma grande oportunidade de revisão dos limites para as mesmas. Portanto, considerando as categorias que quebram maioritariamente pela cubicagem, propôs-se rever os atuais limites de cubicagem e ajustá-los em função do peso médio por caixa.

Relativamente ao processo atual de carga, acondicionamento e descarga, a paleta é a forma de acondicionamento utilizada no transporte entreposto-loja, sem uma altura normalizada e composta por uma variedade de artigos com tipologias de caixas diferentes que impedem a sobreposição das mesmas. Com base neste diagnóstico, na Figura 4.4, mostra-se uma árvore de resolução do problema orientada por hipóteses, de curto e longo prazo, que resume as principais propostas de melhoria associadas à hipótese principal: aumentar a taxa de ocupação volumétrica dos camiões utilizados no transporte Entreposto-Loja.

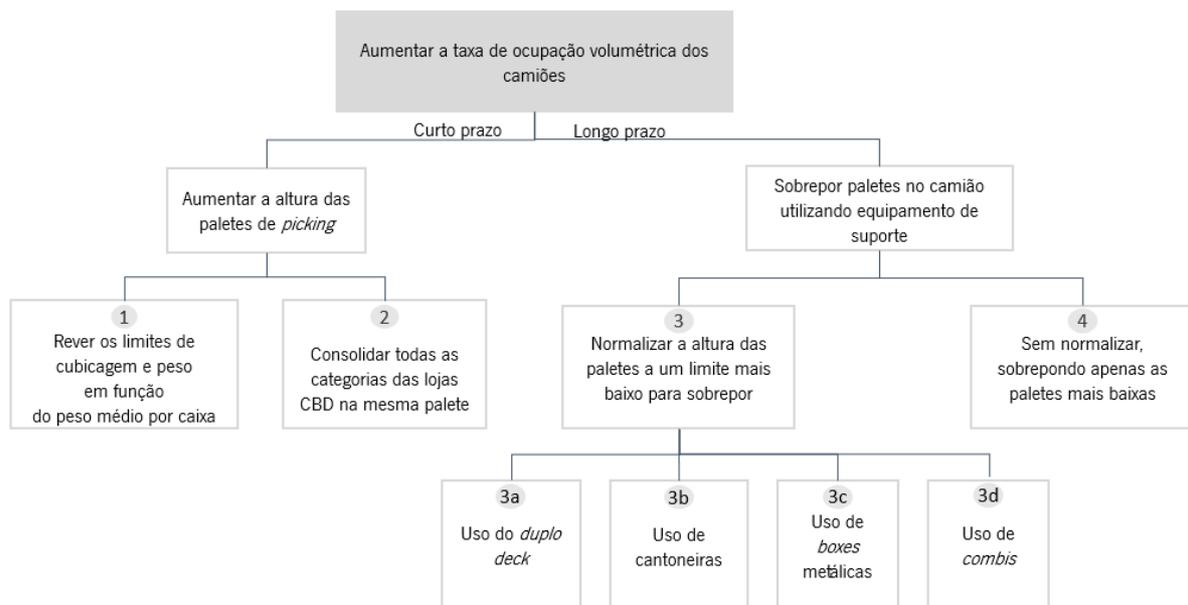


Figura 4.4 - Síntese das propostas de melhoria

De salientar que, nos seguintes capítulos, será utilizada a numeração da Figura 4.4 para fazer referência a cada uma das estratégias.

5. APRESENTAÇÃO DAS PROPOSTAS E RESPETIVOS RESULTADOS

Na sequência do diagnóstico reportado no capítulo anterior, este capítulo apresenta um conjunto de propostas de melhoria, divididas em dois ramos: estratégias de curto prazo e longo prazo. As de curto prazo abrangem a revisão dos limites de cubicagem e peso parametrizados em sistema e o estudo sobre a consolidação das diferentes categorias de cada fluxo na mesma paleta para as lojas CBD. Quanto às hipóteses de mais longa implementação, estas incluem o estudo de *benchmark* sobre os equipamentos de suporte ao transporte de carga nos camiões que existem atualmente no mercado e que são utilizadas pelos grandes retalhistas e principais competidores, a recolha das principais vantagens e desvantagens de cada alternativa e o estudo e testes feitos para avaliar o impacto da utilização destes equipamentos. Serão expostas as conclusões e resultados obtidos, sendo que estes serão analisados e discutidos com maior detalhe no capítulo seguinte.

5.1 Estratégias de curto prazo

Nesta secção serão descritas as duas estratégias de implementação a curto prazo, sendo que a estratégia 1 foi implementada e os seus impactos foram monitorizados.

5.1.1 Revisão dos limites de cubicagem e peso atuais

Com o diagnóstico feito anteriormente, nomeadamente a percentagem de paletes, para cada categoria, que quebra pela cubicagem, pelo peso ou por nenhum dos dois motivos e o peso médio por caixa, surgiu a necessidade de avaliar o impacto que teria se os limites parametrizados em sistema fossem alterados. Definiram-se os seguintes cenários:

- **Cenário atual:** tanto no PBL como no PBS, o limite de peso é igual para todas as categorias. Quanto ao limite de cubicagem, dentro de cada fluxo, é o mesmo para todas as categorias, sendo 15% superior no caso do PBS.

Para as categorias que quebravam maioritariamente pela cubicagem e pelo peso, estudou-se o ajuste dos limites. Uma alteração nestes pode potenciar a colocação de caixas a uma altura mais elevada, pelo que um ajuste em função do peso médio por caixa foi o critério utilizado para ter em conta as condições ergonómicas dos operadores. Assim:

- Para as categorias com valor de peso médio por caixa menor, face às restantes categorias do mesmo fluxo, aumentar o limite de cubicagem;

- Para as restantes categorias com maior valor de peso médio por caixa, manter o limite de cubicagem.

A partir deste critério, surgiu o seguinte cenário:

- **Cenário proposto:** no caso do PBS, para as categorias que quebram maioritariamente por um dos fatores, a Mercearia é a que apresenta o menor valor de peso médio por caixa, comparativamente ao PBS – DPH e PBS - Bebidas. Para esta categoria, o limite de cubicagem não tem de ser igual ao das restantes. Assim, propõe-se a alteração do limite de cubicagem para a mesma, aumentando 10% em relação ao limite atual¹.

No PBL, as categorias Mercearia e Leves são as que quebram maioritariamente pela cubicagem e as que apresentam um valor médio de peso por caixa inferior às das restantes categorias do mesmo fluxo. Neste cenário, propõe-se o aumento do limite de cubicagem do PBL – Leves e PBL – Mercearia em 10%, relativamente ao limite atual.

Após a validação dos cenários por parte da empresa, foram planeados e feitos dois testes piloto na Azambuja no mês de março, um no PBS e outro no PBL², para ser possível, de forma distinta e isolada, medir o impacto de cada uma das alterações na operação em entreposto, transporte e loja. Ao aumentar os limites de cubicagem das paletes é possível colocar mais caixas na mesma paleta o que se pode traduzir, conseqüentemente, numa redução do número de paletes preparadas e expedidas. Esta redução tem impacto no espaço ocupado ao solo no entreposto e na retaguarda de loja, no tempo de carga e descarga dos camiões, bem como no custo de transporte associado. Ainda, esse aumento dos limites pode traduzir-se ou não num aumento de produtividade dos operadores porque, embora se coloque mais caixas por paleta, aumenta-se também a dificuldade na construção da estiva, o que pode levar o operador a perder mais tempo na garantia da sua qualidade.

Para mostrar o potencial do cenário proposto, começou-se por estimar a redução no número de paletes causada pelo mesmo. Com base nos dados obtidos dos testes piloto, simulou-se por categoria, loja e data de entrega à loja, o número de paletes que teriam sido preparadas se os limites se mantivessem iguais aos atuais e comparou-se este valor com o número de paletes geradas durante os testes piloto com os limites propostos (Figura 5.1).

¹ Propôs-se um aumento de 10% nos limites de cubicagem por se considerar ser um limite razoável, tendo em conta as condições ergonómicas dos operadores.

² No PBS, o teste decorreu durante uma semana (1 a 7 de março). No PBL, o teste teve a duração de 5 dias (23 a 27 de março)

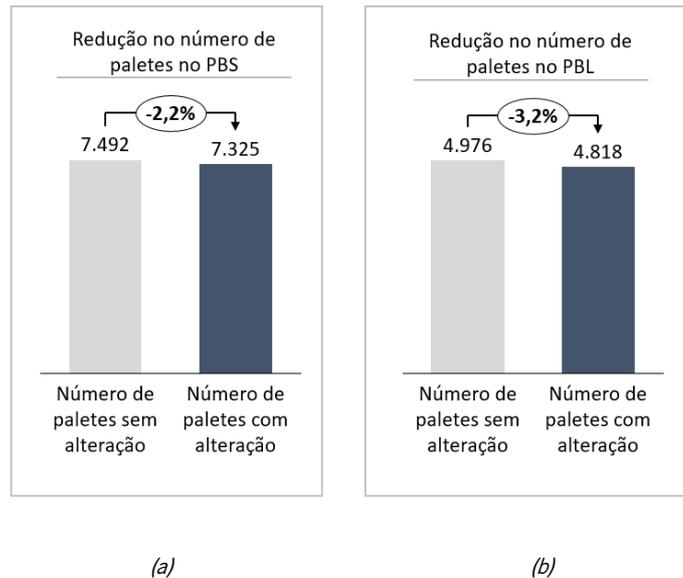


Figura 5.1 - Impacto da estratégia 1 no número de paletes preparadas (a) no PBS e (b) no PBL

Observando a Figura 5.1 (a), para o PBS, em vez de serem preparadas 7.492 paletes com os limites atuais, foram geradas 7.325 paletes na semana do teste piloto, correspondendo a uma redução de 2,2% no número de paletes. Sabendo que, em média, são preparadas 2.287 paletes de *picking* de PBS por dia num total de Maia e Azambuja (34,5% do total de paletes expedidas), estimou-se uma redução de 18.264 paletes por ano. Da mesma forma, no PBL (Figura 5.1 (b)), ao invés de serem geradas 4.976 paletes, foram geradas 4.818 paletes durante o período de teste, equivalendo a uma redução de 3,2% no número de paletes. Sabendo que são preparadas, em média, 2.228 paletes de *picking* de PBL por dia (33,6% do total de paletes expedidas), na Maia e Azambuja, esta redução percentual corresponde a menos 25.880 paletes por ano.

Ainda com os resultados dos testes piloto, analisou-se a produtividade de *picking* para perceber se as alterações propostas causavam impacto significativo e se este era positivo ou negativo. Para avaliarmos esse impacto, estudou-se a relação da produtividade com o número de caixas por palete (Apêndice II – Impacto da estratégia 1 na produtividade), e verificou-se um comportamento aproximadamente linear, permitindo concluir que quanto maior o número de caixas por palete, maior será a produtividade dos operadores. De salientar que a relação não é completamente proporcional porque é influenciada por outros fatores externos, tais como, o peso por caixa, o número de lojas por tarefa no PBL e volume de caixas por dia. Sabendo o número médio de caixas por palete sem e com alterações, estimou-se um aumento percentual na produtividade de 0,6% e de 2,0%, no PBS e PBL respetivamente. Esta análise serviu apenas para mostrar que esta estratégia não tem impacto negativo na produtividade e para reforçar o potencial de implementação da mesma.

Por último, avaliou-se o impacto deste cenário na taxa de ocupação volumétrica (Apêndice III – Impacto da estratégia 1 na taxa de ocupação volumétrica), estimando-se um aumento de 0,8% na mesma, resultado de um aumento na percentagem de ocupação em altura.

Depois de calculados todos os impactos desta estratégia, estimaram-se, por subsistema logístico (entrepasto, transporte e loja), os benefícios anuais, em euros, associados às alterações do cenário proposto (Figura 5.2), sendo que os cálculos e pressupostos utilizados encontram-se no Apêndice IV – Estimativa do potencial benefício, em euros, da estratégia 1.

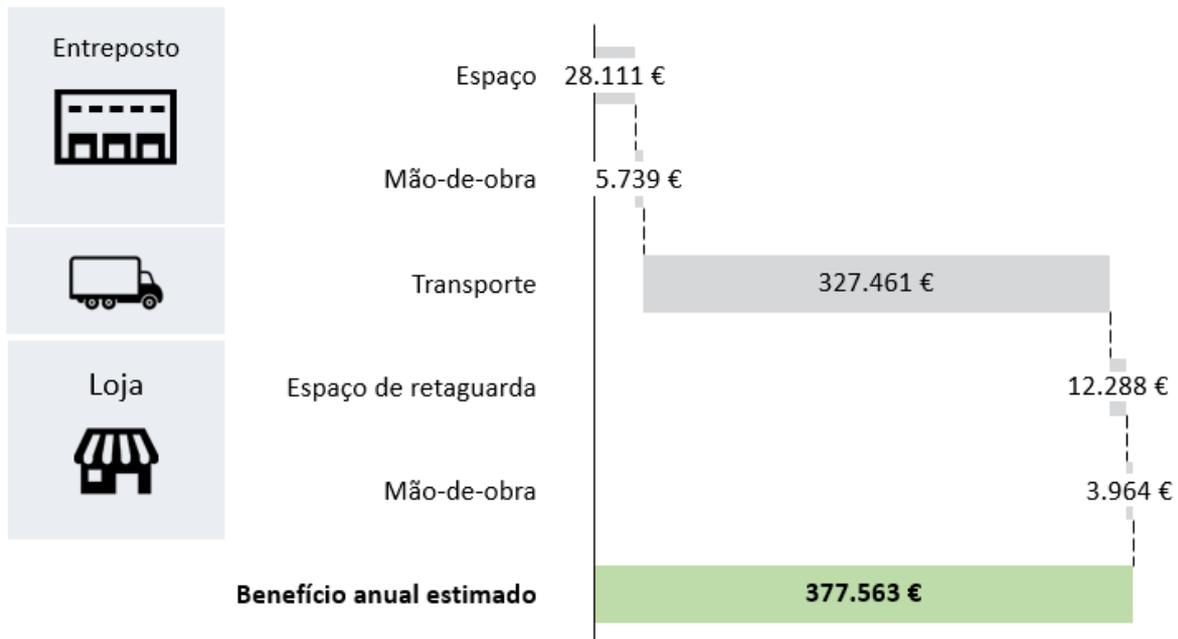


Figura 5.2 - Estimativa do potencial benefício anual da estratégia 1

Observando a Figura 5.2, conclui-se que esta proposta tem um potencial benefício de 377.563€/ano, sendo que é no subsistema logístico transporte que se encontra a maior parcela, aproximadamente 86,7%. Isto prova que, de facto, o transporte tem um peso elevado na estrutura de custos logísticos, pelo que, qualquer solução que procure reduzir o ar no interior do camião, se traduz num impacto muito significativo.

Os resultados foram apresentados à empresa, que rapidamente reconheceu o potencial desta solução de rápida implementação e sem custo de investimento. Desta forma, a partir de maio de 2018, a estratégia 1 foi implementada, na condição dos seus resultados serem monitorizados. Para isso, foi construído um quadro de indicadores, cujos gráficos e descrição se encontram no Apêndice V – Quadro de indicadores para monitorizar os resultados da estratégia 1 e Apêndice VI – Descrição dos diferentes indicadores monitorizados, respetivamente, e que é atualizado e enviado mensalmente.

Na Tabela 5.1, mostram-se os resultados obtidos para os indicadores cujas alterações estão diretamente relacionadas com a implementação desta estratégia, bem como a variação percentual obtida entre os meses de janeiro e setembro de 2018.

Tabela 5.1 – Apresentação dos resultados obtidos (janeiro vs setembro) pela implementação da estratégia 1

Nº	Indicador	janeiro	setembro	Δvariação (%)
2	Percentagem de ocupação em altura (%)	56,2%	57,7%	+ 2,7%
2a	Volume médio por palete (m³)	1,10	1,11	+ 0,9%
2b	Redução no número de paletes de <i>picking</i> (%)	-	2,6%	+ 2,6%
2aa	Volume médio por palete de <i>picking</i> (m³)	1,14	1,19	+ 4,4%

Criou-se, assim, o indicador 1 – Taxa de ocupação volumétrica, permitindo à empresa o seu controlo que antes não era possível. Como resulta da multiplicação do indicador 2 – Percentagem de ocupação em altura e do indicador 3 – Percentagem de ocupação ao solo (este último não sofreu melhorias no projeto) e, embora se verifique um aumento progressivo no indicador 2 pela revisão dos limites, esse efeito não é visível diretamente na taxa de ocupação volumétrica.

Para explicar o comportamento do indicador 2, tem de se observar os indicadores 2a – Volume médio por palete, 2aa – Volume médio por palete de *picking* e 2ab – Percentagem de paletes por unidade de movimentação. Embora os impactos positivos da estratégia 1 sejam visíveis no indicador 2aa, como existem quatro unidades de movimentação e como as paletes completas influenciam negativamente o indicador 2a, um aumento na percentagem de paletes completas (euro e meia) no indicador 2ab contraria negativamente os impactos positivos desta estratégia. A título de exemplo, no mês de junho, o volume médio por palete de *picking* aumentou 0,8% em relação ao mês anterior. No entanto, como a percentagem de paletes completas aumentou de 33,2% para 34,5%, influenciou o volume médio por palete obtido em junho que, contrariamente ao aumento no volume médio por palete de *picking*, não sofreu qualquer evolução.

Relativamente ao indicador 2b – Redução no número de paletes de *picking*, o objetivo de redução no número de paletes estimado anteriormente de 2,7% tem vindo a ser cumprido, traduzindo-se num potencial benefício anual de 345.104€/ano³.

Finalmente, quanto ao indicador 2c – Número de registos de incidentes nas lojas, foi importante perceber se o número de incidentes nas lojas relacionados com anomalias na descarga por altura excessiva de

³ Potencial benefício anual é inferior ao estimado já que, este último se baseou numa média do número de paletes de *picking* expedidas por dia (4515 paletes/dia) nas três semanas de 2017.

palete ou má qualidade da estiva aumentou com a alteração dos limites. Verifica-se que, em maio de 2018, ocorreu um aumento dos registos face aos meses anteriores, mas estes têm vindo a diminuir, pelo que não é possível estabelecer uma relação direta entre os incidentes nas lojas e a implementação da estratégia 1.

Como referido anteriormente, os impactos positivos obtidos com a implementação definitiva da estratégia 1 não são diretamente visíveis na taxa de ocupação volumétrica, uma vez que esta depende também do comportamento da taxa de ocupação ao solo, que não sofreu qualquer melhoria com este projeto. Porém, focando a atenção na percentagem de ocupação em altura, cuja melhoria era o objetivo do presente estudo, tem-se verificado uma evolução positiva na mesma (+2,7%). Esta corresponde a um elevado benefício anual, provando que, de facto, o transporte tem um peso muito significativo na estrutura de custos logísticos de uma empresa. Qualquer pequena solução que visa melhorar a utilização dos recursos associados a esta atividade tem impacto muito elevado na sua eficiência.

5.1.2 Consolidação das categorias na mesma palete para as lojas CBD

Tal como referido anteriormente, a insígnia CBD é a que apresenta uma cubicagem média por palete de *picking* mais baixa, relacionado com o facto de serem expedidas para estas lojas 1 palete por categoria por dia. Como se espera a expansão das lojas de pequeno formato, foram sugeridas algumas alterações ao processo de preparação dos CBD. Assim, definiram-se os cenários seguintes:

- **Cenário atual:** tanto no PBL como PBS, as encomendas das lojas são preparadas por categorias em paletes distintas. No caso dos CBD, diariamente, gera-se 1 palete por categoria com cubicagem média muito baixa, cerca de 0,99 m³, não chegando a quebrar por nenhum dos limites.
- **Cenário proposto:** para aumentar a cubicagem média das paletes para estas lojas e, por isso, aumentar a sua altura, em vez de as encomendas para estas lojas serem preparadas por categoria em paletes diferentes, todas as categorias de cada fluxo passariam a ser preparadas na mesma palete, até se atingir um dos limites de cubicagem ou peso.

Aquando da apresentação desta proposta à empresa, levantaram-se alguns problemas no que diz respeito à preparação em PBL. Tendo em conta o *layout* desta operação e a falta de confiabilidade no agendamento dos fornecedores (para garantir que os artigos mais pesados são os primeiros a serem colocados), a consolidação de todas as categorias na mesma palete resultaria no aumento do fator de ar das paletes, potenciando a instabilidade da estiva e a dificuldade da operação. Por estes motivos,

planeou-se um teste piloto em junho, com duração de uma semana na Azambuja, para testar esta hipótese apenas no PBS para uma loja CBD.

À semelhança da estratégia do capítulo anterior, esta solução implica a colocação de mais caixas na mesma palete e, por isso, pode reduzir o número de paletes preparadas e expedidas para as lojas. Essa redução tem impacto no espaço ao solo no entreposto e na retaguarda de loja, no tempo de carga e descarga dos camiões, no tempo de reposição da prateleira na loja e no custo de transporte associado. A produtividade no entreposto pode aumentar com a colocação de mais caixas na mesma palete, mas esse efeito pode ser anulado pelo facto de o operador perder mais tempo na garantia da qualidade da estiva.

Primeiramente, foi necessário desenhar o processo atual de *picking* no PBS e o processo proposto nesta estratégia (Apêndice VII – Representação do processo de *picking* atual e proposto na estratégia 2). A título de exemplo, considerando que o operador já possui a próxima tarefa e duas paletes vazias, o processo atual inicia no topo do corredor de determinada categoria (1). De seguida, o *picker* percorre os vários corredores, recolhendo os artigos até completar a encomenda (2). Terminada a mesma, o operador transporta e deixa as paletes no *robot* de filmagem (3), movimenta-se até ao *buffer* de paletes vazias e retira duas (4), dirige-se à estação de trabalho onde imprime a próxima tarefa (5) e dá início a um novo processo na mesma ou noutra categoria. O processo é o mesmo para todas as categorias. Portanto, o tempo de *setup* inclui o tempo de transporte até ao *robot* de filmagem, o movimento até ao *buffer* de paletes vazias e, depois, deste até à estação de trabalho para iniciar a próxima encomenda, correspondente a uma duração média de 7 minutos. Como existem 4 categorias e, assumindo que são expedidas, em média, 4 paletes por dia e por loja CBD, ocorrem, pelo menos, 4 *setup* por dia e por loja. No cenário proposto, tem-se as seguintes alterações ao processo:

- A preparação inicia no topo do corredor da categoria 1 (1);
- O *picker* percorre os corredores até recolher todos os artigos daquela categoria. Chegando ao fim (2), o sistema, através do *voice picking*, dirige o operador à localização de *picking* seguinte, localizada num corredor da categoria 2. O *picker* continua a preparação na mesma palete até esta quebrar por um dos fatores (3). Seguidamente, continua a preparação na outra palete que está vazia até esta atingir um dos limites (4). Finalmente, transporta as duas paletes e realiza as operações (5), (6) e (7).

Com os dados do teste piloto, calculou-se a redução no número de paletes de *picking* de PBS CBD. Para isso, simularam-se por categoria e data de entrega à loja o número de paletes que teriam sido obtidas se não houvesse consolidação, comparando-se este valor com o número de paletes expedidas durante

o período de teste. Analisou-se, ainda, o impacto desta solução na produtividade em entreposto, comparando a produtividade média obtida, em caixas por hora, de janeiro a maio (Antes) com a obtida na semana de teste, considerando apenas a loja do teste piloto. Finalmente, fez-se uma visita à loja escolhida para quantificar o impacto no tempo de reposição da prateleira. Na Figura 5.3, mostram-se os resultados obtidos.

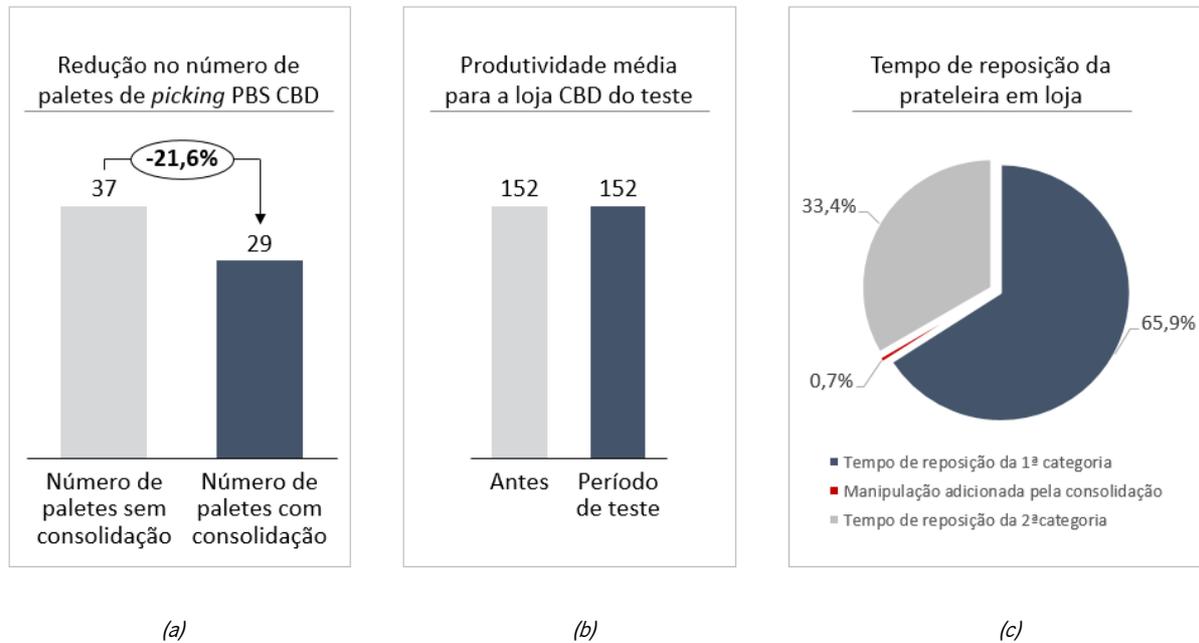


Figura 5.3 - Impacto da estratégia 2 no número de paletes (a), na produtividade (b) e no tempo de reposição da prateleira na loja (c)

Observa-se uma redução de 21,6% no número de paletes preparadas em entreposto. Sabendo que são preparadas, em média e por dia, 384 paletes de *picking* de PBS para estas lojas (5,8% do total de paletes expedidas), estimou-se uma redução de 30.109 paletes por ano. No entanto, existem lojas CBD de pequeno formato cujas encomendas são transportadas em veículos rígidos com uma capacidade de peso limitada entre 338-425 kg por palete, tendo sido necessário calcular o peso médio por palete resultante desta estratégia (Apêndice VIII – Cálculo do peso médio por palete para os CBD resultante da estratégia 2). Se considerarmos as 18 lojas CBD com restrições no peso de camião e as excluirmos da estratégia, a redução no número de paletes passa a ser 24.284 paletes por ano, equivalente a 17,4% de redução no número de paletes.

Relativamente à produtividade média, verifica-se que esta não sofreu qualquer impacto, apresentando o mesmo valor sem (Antes) e com consolidação (Período de teste). Com a consolidação aumenta-se a dificuldade de construção da estiva, mas consegue-se diminuir o número de *setup* pelo que o operador coloca mais caixas por palete na mesma tarefa, justificando este comportamento da produtividade.

Quanto ao tempo de reposição, com a consolidação, os artigos das diferentes categorias vão misturados, não estando separados por camada. Como exemplo, na visita à loja, observou-se a reposição da paleta

da Figura 5.4 com artigos da categoria Bebidas e Mercearia. O primeiro operador, responsável por repor a secção da Mercearia, teve uma manipulação adicional de separar as caixas de bebidas.



Figura 5.4 - Visita à loja para avaliação do impacto da estratégia 2 no tempo de reposição da prateleira

Com uma duração total, para repor a prateleira, de 70,56 minutos por palete, verifica-se que essa manipulação adicional na paleta não é significativa (0,7%). O único inconveniente observado foi o facto de o segundo operador, que repõe a categoria Bebidas, esperar pela reposição da primeira categoria (Mercearia), já que diferentes categorias são repostas na prateleira por diferentes operadores. Essa espera poderia ser anulada se o operador utilizasse esse tempo para repor os artigos de outras paletes. Calculou-se ainda o impacto desta solução na taxa de ocupação volumétrica, verificando-se um aumento de 0,8% na mesma (Apêndice IX – Impacto da estratégia 2 na taxa de ocupação volumétrica). Finalmente, considerando estes impactos, foi possível estimar os benefícios anuais por subsistema logístico associados a esta solução (Figura 5.5). Os cálculos e pressupostos encontram-se no Apêndice X – Estimativa do potencial benefício, em euros, da estratégia 2.

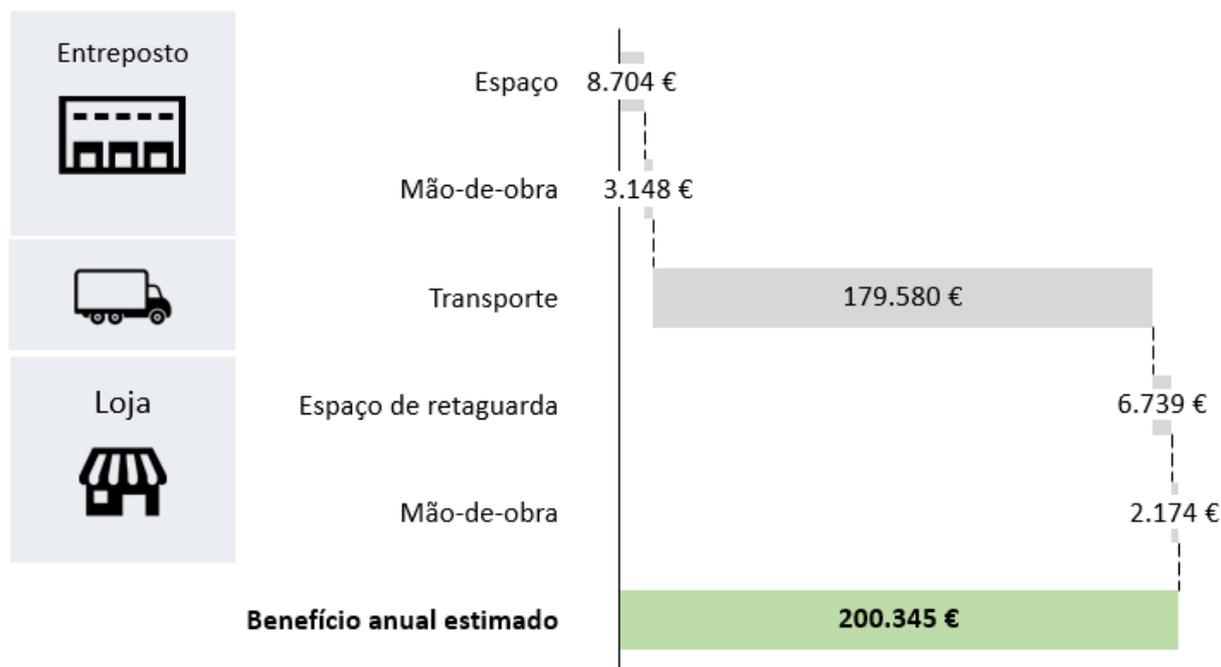


Figura 5.5 - Estimativa do potencial benefício anual da estratégia 2

Verifica-se que esta estratégia tem um benefício anual estimado de 200.345€/ano, sendo que, à semelhança da estratégia 1, é no subsistema logístico transporte que se encontra a maior parcela de benefício, aproximadamente 89,6% da parcela total. Uma vez que esta solução apresentou grande potencial, que foi reconhecido pela empresa, esta estratégia foi alargada a 20 lojas e os seus impactos estão ainda a ser avaliados, de forma a ter uma amostra mais significativa e, portanto, resultados mais robustos.

5.2 Estratégias de longo prazo

Ao longo desta secção serão descritas as estratégias de implementação a longo prazo, nomeadamente os resultados do estudo e testes feitos com alguns dos equipamentos existentes no mercado e que garantem a sobreposição das paletes no interior do camião.

5.2.1 Análise de equipamentos para sobreposição de paletes

Segundo Camp (1995) e Mcnair e Leibfried (1993), *benchmarking* é um processo de avaliação de produtos, serviços e processos organizacionais em relação às melhores soluções, encontrando-se frequentemente associado a esforços realizados por empresas individuais para identificar e imitar as boas práticas dentro do seu próprio setor. Antes de selecionar os equipamentos a serem testados, fez-se uma análise aprofundada sobre os equipamentos utilizados pelos principais retalhistas mundiais (Apêndice XI – Análise de *benchmarking* aos equipamentos). A partir desta informação, foi possível

identificar quatro soluções diferentes que faziam sentido de serem testadas para a Sonae MC e que permitem melhorar a ocupação em altura dos camiões (Figura 5.6).

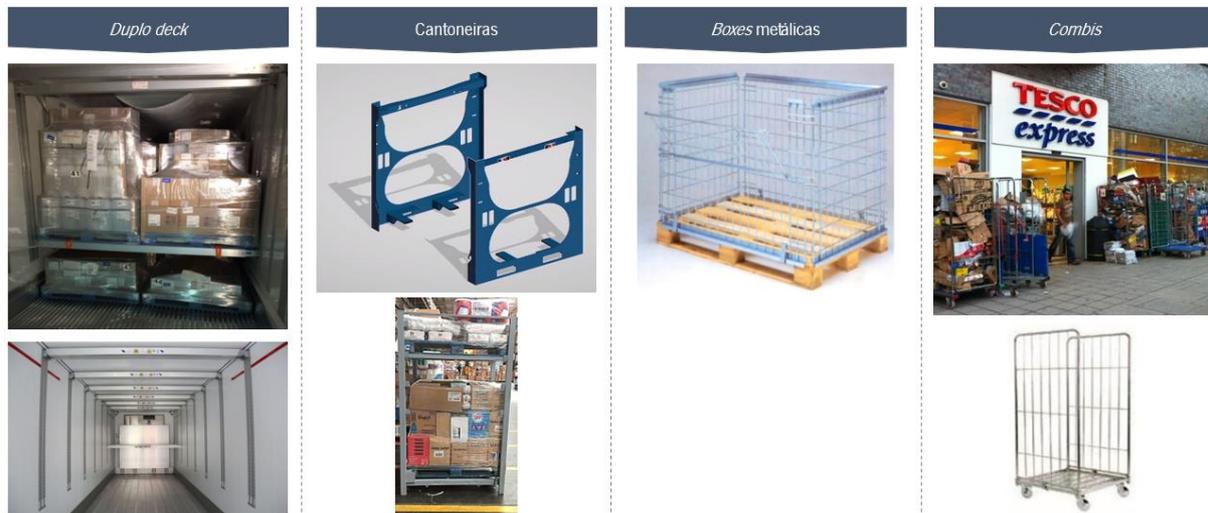


Figura 5.6 - Diferentes alternativas de equipamentos escolhidas

Relativamente às cantoneiras, a imagem superior representa o equipamento disponível atualmente no mercado. No entanto, devido ao seu elevado custo, quer de aluguer quer de investimento, encontrou-se uma solução mais económica para testar em alternativa à anterior. Esta solução foi desenvolvida por uma transportadora contratada, que facultou a ferramenta para estudo.

Para cada equipamento, fez-se uma avaliação preliminar das principais vantagens e desvantagens, encontrando-se resumidas na Figura 5.7.

Duplo deck	Cantoneiras	Boxes metálicas	Combis
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Grande otimização de espaço que reduz o número de camiões necessários; ✓ Permite sobrepor paletes de <i>pickinge</i> completas; ✗ Aumenta o tempo de carga e descarga com a montagem de régua; ✗ Se a altura das paletes não for normalizada, é necessário planeamento prévio para gerir a altura das régua consoante a altura da paleta; ✗ Para maximizar a sua utilização, deve-se diminuir o limite de cubagem e normalizar a altura das paletes. A altura máxima do nível 1 deve ser de 1,16 metros com paleta. ✗ Requer lojas com cais de descarga e equipamento de elevação adequado. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Flexibilidade na utilização em altura pela ajustabilidade; ✓ Menos espaço necessário de <i>marshalling</i> em entreposto (quando sobreposto); ✗ Se a altura das paletes não for normalizada, é necessário planeamento prévio para ajustar a altura das barras consoante a altura da paleta; ✗ Para maximizar a sua utilização, deve-se diminuir o limite de cubagem e normalizar a altura das paletes. A altura máxima do nível 1 deve ser de 1,10 metros com paleta. ✗ Requer logística inversa e espaço de armazenamento em entreposto; ✗ Requer equipamento de elevação no entreposto e na loja e condições adequadas de descarga; ✗ Aumenta o tempo de carga e descarga e espaço de manobra para colocar as paletes no equipamento; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não requer filmagem; ✓ Melhor acondicionamento da carga; ✗ Pode dificultar a construção da estiva por limitação de espaço; ✗ É necessário diminuir limite de cubagem em sistema até atingir altura da box, 1,00 metros com paleta; ✗ Aumenta tempo de carga e descarga e espaço de manobra para sobrepor; ✗ Requer logística inversa e espaço para armazenamento; ✗ Necessita de equipamento de elevação no entreposto e loja e condições de descarga adequadas; ✗ Elevado custo de investimento. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 <i>combi</i> é mais versátil do que uma meia paleta. Facilita a construção da estiva; ✓ 1 <i>combi</i> otimiza mais em altura do que a meia paleta. Esta tem limitações de altura; ✓ Segundo a loja, facilita o processo de reposição em loja porque os <i>combis</i> podem ser transportados para os corretores sem qualquer equipamento de manuseamento; ✓ Reduz o erro e a quebra na preparação; ✗ Requer manutenção (por exemplo, devido ao desgaste das rodas); ✗ Requer logística inversa; ✗ Tanto em entreposto como loja, necessita de mais espaço para o armazenamento e gestão; ✗ Diminui 12% a produtividade em entreposto; ✗ No transporte, 2 <i>combis</i> ocupam mais espaço do que 1 paleta; ✗ A loja considera que tem impacto negativo na descarga porque as rodas dificultam o manuseamento; ✗ Elevado custo de investimento.

Figura 5.7 – Avaliação preliminar de cada solução de equipamento

De salientar que o quarto equipamento, *combis*, não foi avaliado no âmbito do projeto de dissertação porque, no passado, a empresa realizou um teste de distribuição de carga em *combis*, com a duração de um mês para três lojas, sendo possível medir os impactos, quer qualitativos quer quantitativos, no entreposto, no transporte e na loja. Como os resultados mostraram que este equipamento causava impactos operacionais negativos nos três subsistemas, foi excluída deste projeto.

5.2.2 Sobreposição das paletes com altura normalizada

Para avaliar o impacto de utilização das várias alternativas no entreposto, transporte e loja, foram planeados três testes piloto, como ilustrado na Figura 5.8.

De referir que a escolha das lojas para cada teste, quanto à insígnia, foi aleatória. No entanto, selecionaram-se três lojas com condições de descarga adequadas para garantir a qualidade dos testes.

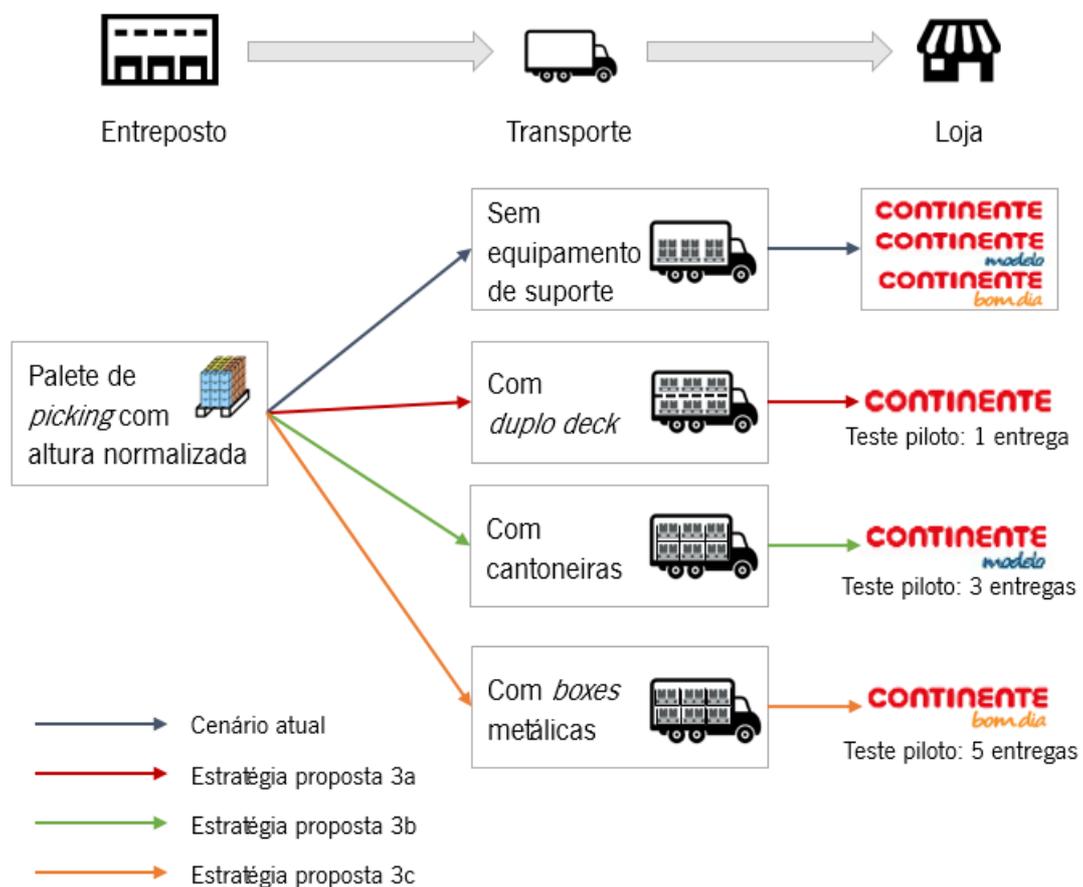


Figura 5.8 - Estratégias 3a, 3b e 3c existentes no estudo

Para além de uma avaliação qualitativa da utilização destas soluções no entreposto e na loja, adicionaram-se os seguintes componentes quantitativos à análise:

- Produtividade dos operadores (caixas/hora) – A normalização da altura das paletes com um limite de cubagem mais baixo leva a que o operador coloque menos caixas na mesma paleta.

A variação resulta da relação entre a produtividade média até ao período de teste e a produtividade média obtida durante o teste;

- Tempo de carga e descarga do camião – É influenciado pelo aumento do número de paletes necessárias carregar e descarregar e pela manipulação adicional do equipamento;
- O número de paletes transportadas a mais no camião;
- O custo de investimento ou custo fixo mensal do equipamento de suporte.

5.2.2.1 Duplo *Deck*

Primeiramente, foi essencial definir o limite de cubicagem teórica (em sistema, obtida do somatório da cubicagem das caixas dos artigos) a que deviam quebrar as paletes para que estas pudessem ser sobrepostas com recurso ao duplo *deck*, ou seja, para que a altura real da unidade de carga não ultrapassasse a altura máxima de cada nível, 1,16 metros (Figura 5.7). Neste sentido, a relação entre a cubicagem teórica e a altura real teve de ser determinada, tendo-se, por isso, medido no terreno a altura real de 45 paletes de *picking* euro, tanto de PBL como PBS da Maia. Para relacionar as duas variáveis, definiu-se a seguinte equação (6):

$$\begin{aligned} \text{Cubicagem real} &= \text{Cubicagem teórica} \times \text{Fator de ar } (k_{ar}) \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \text{Cubicagem teórica} &= \frac{(\text{Altura}_{real} - \text{Altura}_{palete}) \times \text{Área base}_{europaleta}}{k_{ar}} \end{aligned} \quad (6)$$

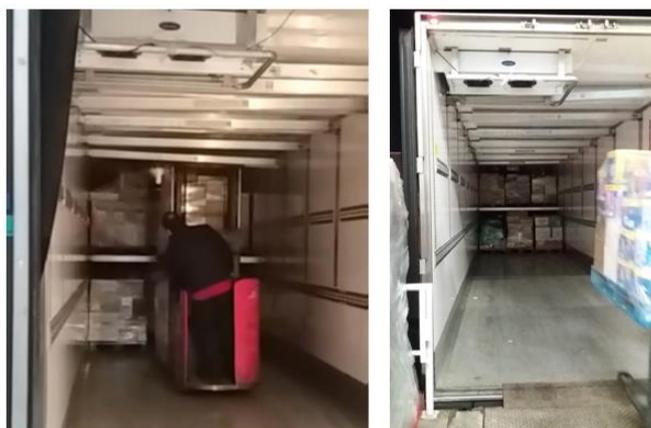
A título de exemplo, se a cubicagem teórica de uma unidade de carga for de 1,2 e a cubicagem real for de 1,4, significa que existe um fator de ar de 1,17, o que se traduz numa altura real de 1,61 metros, muito superior à esperada (1,40 metros).

Os resultados das medições encontram-se no Apêndice XII – Resultado da primeira medição das alturas reais para teste . Pela sua análise, consegue-se concluir que, no PBL, o valor de fator de ar pode variar entre 1,10 e 1,43 ao passo que, no PBS, este pode variar entre 1,01 e 1,31. Ainda, as unidades de carga do PBS, que apresentam um valor médio de fator de ar de 1,18, têm menos ar do que as do PBL, com fator de ar médio de 1,27, justificando o facto de o limite de cubicagem do PBL ser 15% inferior ao do PBS.

Definido que o teste iria ser feito apenas com paletes de *picking* preparadas em PBS e partindo do pressuposto de que, reduzindo a altura das paletes, seria mais fácil construir uma estiva de qualidade e com menos ar, considerou-se o fator médio de ar obtido neste fluxo, calculando-se, através da equação (6), o limite de cubicagem a aplicar no mesmo:

$$\text{Cubicagem teórica}_{PBS} = \frac{(1,16 - 0,15) \times 0,96}{1,18} = 0,82 \text{ m}^3$$

Consegue-se concluir, desde já, que para garantir que apenas 50% das paletes possam ser sobrepostas, o limite de cubicagem em sistema tem de ser muito baixo, o que retira algum potencial a esta estratégia de normalizar a altura das paletes. Seguidamente, garantida a preparação das paletes com o limite de cubicagem definido, assistiu-se à carga e à entrega das mesmas na loja com um camião duplo *deck* (Figura 5.9).



(a)

(b)

Figura 5.9 – Teste piloto com duplo deck: (a) operação de carga e (b) operação de descarga

De salientar que o limite de cubicagem definido foi suficiente para garantir que todas as paletes a carregar para a loja eram sobreponíveis, não havendo quaisquer problemas na carga. Na Tabela 5.2, encontram-se discriminados os efeitos qualitativos da utilização deste equipamento nos subsistemas analisados.

Tabela 5.2 – Principais impactos qualitativos do teste com duplo deck no entreposto e na loja

Impactos Entreposto	Impactos Loja
✓ As paletes mais baixas requerem menor esforço físico dos operadores;	✓ Com paletes mais baixas, o processo de “ <i>pré-sorting</i> ” requer menor esforço físico dos operadores;
✗ Com a redução do limite de cubicagem, geraram-se mais paletes, ocupando mais espaço ao solo;	✓ Para facilitar a descarga ao motorista, o motorista garantiu um equipamento de elevação próprio;
✗ Aumenta a ocupação do cais e da viatura devido ao tempo adicional de carga para montagem de régua e sobreposição, podendo acrescentar pressão nas horas de pico de carga;	✗ Requer mais espaço ao solo disponível na retaguarda e no cais de descarga, janelas de entrega maiores devido ao tempo adicional de descarga para subir as régua e colocar paletes ao solo;
✗ O teste foi feito só com paletes de PBS. Se o teste fosse alargado ao PBL, com estivas de pior qualidade, poder-se-iam ter tido mais dificuldades na carga.	✗ O equipamento de elevação foi dentro do camião até à loja, ocupando o lugar de uma paleta. Para evitar que isso aconteça, a loja tem de dispor de equipamento de elevação próprio.

Carregaram-se 54 paletes de *picking* PBS para a loja CNT, equivalente a 27 ao solo. Se não se tivessem normalizado a altura das mesmas a 1,16 metros, o mesmo volume teria sido preparado em 33 paletes (cenário atual), carregadas posteriormente ao solo. Assim, com a estratégia 3a, poder-se-iam carregar mais 6 unidades de carga neste camião, em relação ao cenário atual.

Adicionando a este resultado os restantes componentes quantitativos definidos, na Tabela 5.3, encontram-se os efeitos desta estratégia nos mesmos, bem como a variação obtida quando comparado com o cenário atual.

Tabela 5.3 - Impacto da estratégia 3a na produtividade, no tempo de carga e descarga, no número de paletes ao solo e no custo fixo mensal

Subsistema	Cenário atual	Estratégia 3a	ΔVariação
Entrepasto			
Produtividade média (caixas/hora)	157	118	24,8%
Tempo de carga (minutos/paleta)	0,97	1,33	37,1%
Transporte			
Número de paletes ao solo	33	27	18,2%
Custo fixo mensal (€/mês)	2000	2160	8,0%
Loja			
Tempo de descarga (minutos/paleta)	0,67	1,09	62,7%

Embora os ganhos no transporte sejam bastante significativos (mais 18,2% no número de paletes transportadas), o facto de ser necessário reduzir o limite de cubicagem para um valor muito baixo, cria impactos muito negativos na produtividade e tempo de carga em entreposto, e no tempo de descarga na loja. Além disso, a maioria das lojas apresenta sérios problemas nas condições de descarga pelo que, esta estratégia, para ser viável, só seria aplicável para lojas capazes de receber o dobro das paletes que recebem atualmente. Na Figura 5.10, visualiza-se o efeito negativo desta estratégia no espaço de retaguarda da loja, que já se encontrava sobrecarregado, pelo que, com a duplicação de paletes no âmbito do teste piloto, estas tiveram de ser armazenadas nos espaços vazios, como, por exemplo, corredores de passagem.



Figura 5.10 - Retaguarda da loja escolhida após teste piloto com duplo deck

Principalmente por este motivo, esta solução para o transporte entreposto-loja foi abandonada. No entanto, por não implicar logística inversa, por permitir não só a sobreposição das paletes de *picking* como também das paletes completas, e por acarretar um custo fixo mensal não muito superior ao custo do semirreboque de 33 paletes usado no cenário atual, pode ser um equipamento de suporte a testar na estratégia 4.

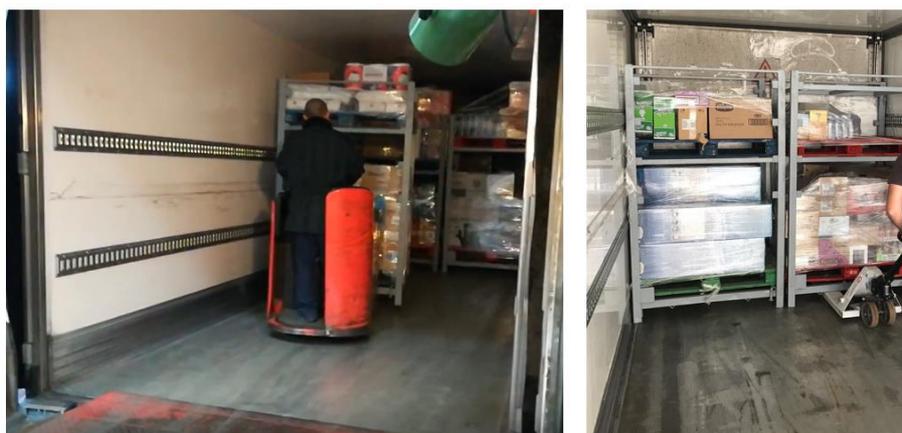
5.2.2.2 Cantoneiras

Depois de recebidas as 10 ferramentas para realizar o teste, planeou-se a avaliação do uso das mesmas entre o entreposto e a loja MDL com paletes de *picking* preparadas em PBS e PBL. Considerando o fator médio de ar de cada fluxo resultante da medição da altura real das paletes e recorrendo à equação (6), calcularam-se as cubicagens teóricas a que deveriam quebrar as unidades de carga para que a altura máxima real não ultrapassasse 1,10 metros, acreditando que a consideração da média de fator de ar seria suficiente:

$$Cubicagem\ teórica_{PBL} = \frac{(1,10-0,15) \times 0,96}{1,27} = 0,72\ m^3$$

$$Cubicagem\ teórica_{PBS} = \frac{(1,10-0,15) \times 0,96}{1,18} = 0,77\ m^3$$

Procedida a alteração dos limites de cubicagem para esta loja, acompanharam-se os resultados da carga e da descarga (Figura 5.11).



(a)

(b)

Figura 5.11 - Teste piloto com cantoneiras: (a) operação de carga e (b) operação de descarga

Primeiramente, foram recolhidas, com recurso à observação no lugar, as principais dificuldades e facilidades que este equipamento oferece aos operadores, a acrescentar à avaliação preliminar referida anteriormente (Tabela 5.4)

Tabela 5.4 - Principais impactos qualitativos do teste com cantoneiras no entreposto e na loja

Impactos Entreposto	Impactos Loja
✓ As paletes mais baixas requerem menor esforço físico dos operadores;	✓ Com paletes mais baixas, o processo de “ <i>pré-sorting</i> ” requer menor esforço físico dos operadores;
✗ Requer destreza do operador das cargas para, sozinho, colocar a segunda paleta no nível superior da ferramenta;	✗ Para garantir a logística inversa, se os equipamentos forem recolhidos no mesmo dia da descarga, a loja tem de ter espaço disponível na retaguarda para colocar as paletes sobrepostas ao solo. Caso contrário, necessita de espaço de armazenamento;
✗ As duas ferramentas, lado a lado, ficavam muito à justa em relação às paredes do semirreboque, existindo o risco de o danificar;	✗ Requer a utilização de equipamento de elevação;
✗ Aumenta a ocupação do cais e da viatura devido ao tempo adicional de carga para colocar as paletes na ferramenta, podendo acrescentar pressão nas horas de pico de carga.	✗ Requer janelas de entrega maiores devido ao tempo adicional de descarga necessário para retirar as paletes da ferramenta.

No que diz respeito ao número de cantoneiras utilizadas por entrega e ao número de paletes transportadas ao solo devido à sobreposição, os resultados encontram-se na Tabela 5.5. Pode-se afirmar que só na entrega 3 é que o número de paletes ao solo foi reduzido.

Tabela 5.5 - Resultados do teste com as cantoneiras (número de paletes ao solo por dia de entrega)

	Entrega 1	Entrega 2	Entrega 3
Número de paletes carregadas com altura normalizada	11	9	11
Nº de ferramentas utilizadas	2	2	4
Número de paletes ao solo com a estratégia 3b	9	7	7
Número de paletes ao solo sem as quebrar a uma altura de 1,10 metros	7	7	8

Com o uso das 4 ferramentas, ocupou-se o espaço de 7 paletes em vez de 8, que seriam transportadas se os limites de cubicagem não tivessem sido reduzidos para sobreposição. No entanto, teoricamente, deveriam-se ter conseguido sobrepor todas as paletes cuja altura foi normalizada (11, 9 e 11 paletes para a entrega 1, 2 e 3 respetivamente), o que significaria que 5, 4 e 5 ferramentas, respetivamente, deveriam ter sido utilizadas. Como a quantidade de ferramentas utilizadas ficou aquém do que seria expectável, analisaram-se as causas desse facto, representadas nos gráficos da Figura 5.12 (a) e (b).

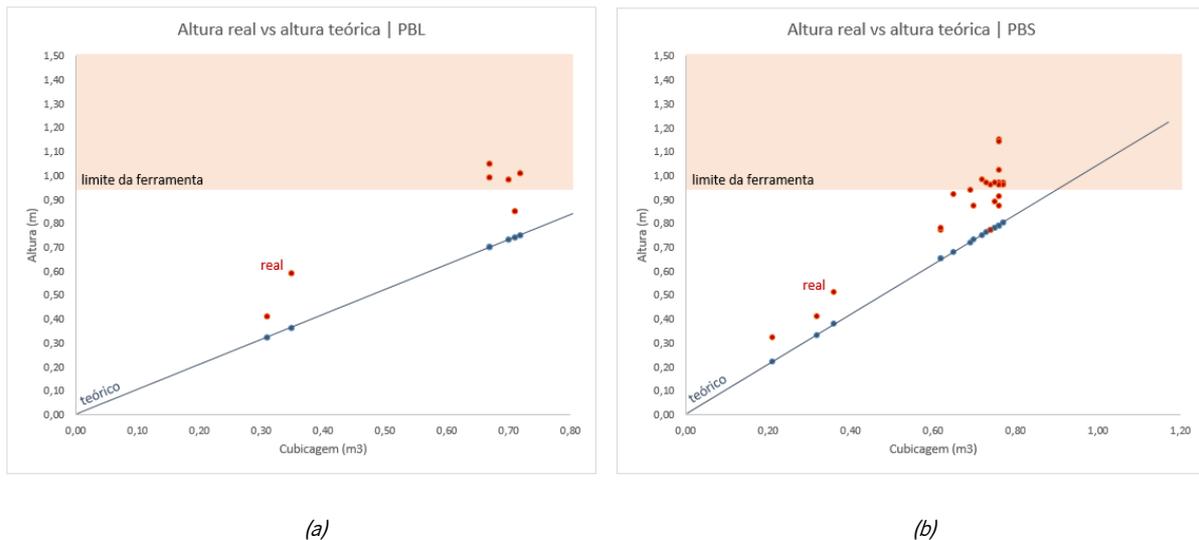


Figura 5.12 - Relação entre altura real e altura teórica para (a) PBL e (b) PBS

Visualiza-se que, na realidade, a maioria das unidades de carga preparadas para o teste atingiram uma altura real superior ao limite permitido pela ferramenta, isto é, 0,95 metros mais 0,15 metros da paleta, pelo que os limites de cubicagem aplicados não foram suficientes para garantir a sua sobreposição. Ainda prova que, para um mesmo fluxo, existe grande discrepância entre a altura teórica e a altura realmente atingida. Para garantir que, no teste piloto, 100% das paletes fossem sobrepostas, os limites de cubicagem para o PBL e PBS teriam de ser ainda mais baixos do que os aplicados, 0,61 e 0,63 m³ respetivamente, retirando ainda mais potencial à estratégia de normalizar a altura das mesmas.

Finalmente, estudaram-se os impactos quantitativos desta proposta, cujos resultados se encontram na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Impacto da estratégia 3b na produtividade, no tempo de carga e descarga e no número de paletes ao solo

Subsistema	Cenário atual	Estratégia 3b	ΔVariação
Entrepósito			
Produtividade média (caixas/hora)	157	112	28,7%
Tempo de carga (minutos/paleta)	0,97	1,95	101,0%
Transporte			
Número de paletes ao solo ⁴	8	7	12,5%
Loja			
Tempo de descarga (minutos/paleta)	0,67	1,42	111,9%

Verifica-se que os impactos nos transportes são positivos, uma vez que é possível transportar mais 12,5% das paletes ao solo, comparativamente ao cenário atual. No entanto, tal como já foi referido, a redução do limite de cubicagem provoca efeitos negativos na produtividade, que reduz 28,7%, e nos tempos de carga e descarga, que duplicam com a utilização desta solução. Caso se tratasse de uma solução adequada, esta ferramenta teria de ser ainda desenvolvida, pelo que o seu custo poderia variar entre 100 a 200 euros por cantoneira. Neste sentido, assumindo 4515 paletes de *picking* expedidas por dia, 1 ferramenta para duas paletes e 5 dias de rotação, o custo de investimento poderia variar desde 1.128.750€ até 2.257.500€. Em relação aos problemas de espaço de retaguarda das lojas, na Figura 5.13 podem-se ver os efeitos provocados pela entrega com cantoneiras.



Figura 5.13 - Retaguarda da loja escolhida após teste piloto com cantoneiras

⁴ Valores obtidos com base nos resultados da entrega 3 referidos na Tabela 5.5.

Como as ferramentas foram recolhidas no mesmo dia, as paletes sobrepostas tiveram de ser colocadas ao solo, sendo necessário mais espaço da loja. Mencionados todos os impactos, esta solução considerou-se também inadequada.

5.2.2.3 *Boxes* metálicas

Na sequência dos testes anteriores, ficou evidenciada a discrepância entre a altura teórica e a altura real das paletes de *picking*. para um mesmo fluxo e, sobretudo, o facto de essa divergência restringir as alterações aos limites de cubicagem, que não foram necessárias para garantir a sobreposição das paletes. Neste sentido, antes de se avaliar o uso das *boxes* metálicas e pela importância que este tema tem para a empresa, repetiu-se a medição das alturas reais das unidades de carga, feita para os testes anteriores, para uma amostra mais alargada para obter uma análise mais robusta, por fluxo e também por categoria.

Sendo o tamanho da amostra definido pela empresa, mediram-se as alturas de 200 paletes de *picking* euro, num total de Maia e Azambuja e fluxo PBL e PBS, e relacionando as duas variáveis através da equação (6), obtiveram-se os gráficos da Figura 5.14 (a) e (b).

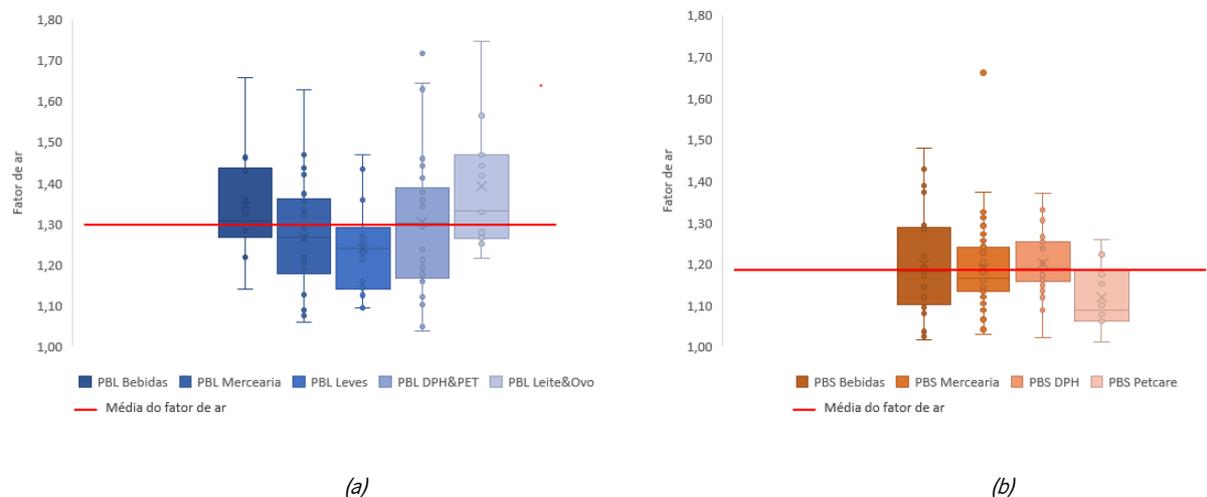


Figura 5.14 - Variabilidade do fator de ar por fluxo e por categoria: (a) PBL e (b) PBS

Observa-se a variabilidade do fator de ar para cada fluxo e categoria, concluindo que, para uma amostra mais robusta, deve-se assumir um valor médio de fator de ar de 1,19 para o PBS e de 1,30 para o PBL. Enquanto, no PBS, as paletes podem ter um fator de ar que varia entre 1,01 e 1,48, no PBL este pode variar entre 1,04 e 1,75, e, portanto, esta variabilidade torna impossível a garantia de que a unidade de carga não ultrapassa a altura máxima do equipamento, tornando a estratégia 3, “Normalizar a altura das paletes a um limite mais baixo para sobrepor”, completamente inviável.

Todas estas diferenças dentro e entre fluxos devem-se aos seguintes fatores:

Dentro do mesmo fluxo

1. Tipologia da embalagem;
2. Número de referências de artigos muito elevado com peso e volume diferentes.

Entre fluxos, PBL e PBS

1. No PBS, as paletes para uma mesma loja são preparadas por um só *picker* ao passo que, no PBL, a mesma unidade de carga é preparada por vários *picker*;
2. No PBS, devido à existência de *stock*, é possível garantir que os artigos mais pesados ficam na base da estiva. No PBL, a qualidade da mesma depende muito do nível de serviço dos fornecedores dos artigos pesados. As unidades de carga são, por isso, mais estáveis e mais fáceis de construir no PBS.

Sendo interesse da empresa avaliar o uso das *boxes* metálicas, foi importante garantir que o teste era exequível. Como a variabilidade do fator de ar elevada torna impossível a sobreposição de todas as paletes, a solução encontrada foi, em vez de se proceder à alteração da cubagem em sistema à semelhança dos testes anteriores, o limite de cubagem passa a ser definido pelo *picker*. Desta forma, uma vez que o equipamento é colocado no início da operação de *picking* e o operador prepara as caixas para o seu interior, quando a última caixa atingir a altura limite da *box* (0,85 metros mais 0,15 metros da paleta), o operador continua a preparação, para a mesma loja, numa outra *box*. Além disso, definiu-se que a loja do teste piloto deveria devolver as *boxes* na janela de entrega seguinte, após reabastecimento das prateleiras.

Definido o processo e recebidos os 66 equipamentos, testou-se esta solução com preparação em PBL e PBS, assistindo-se a uma entrega em loja: à operação da preparação, carga e descarga (Figura 5.15).



(a)



(b)



(c)

Figura 5.15 - Teste piloto com boxes metálicas: (a) operação de preparação, (b) operação de carga e (c) operação de descarga

Através da observação no terreno, recolheram-se as principais dificuldades e facilidades que esta solução acarreta, quer para os operadores quer para cada operação analisada, discriminadas na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Principais impactos qualitativos do teste com boxes metálicas no entreposto e na loja

Impactos Entreposto	Impactos Loja
<ul style="list-style-type: none"> ✓ As paletes mais baixas requerem menor esforço físico dos operadores; ✓ Não requer filmagem da paleta (0,26 euros/paleta); ✓ Para um operador menos experiente, é mais fácil construir a estiva devido às paredes metálicas, podendo reduzir a quebra; ✗ A produtividade do operador é bastante afetada pelo tempo requerido para montar a <i>box</i> no início da preparação. Ainda, caso duas <i>boxes</i> não sejam suficientes para a completar a tarefa, o operador tem de ir buscar mais <i>boxes</i>. São necessários mais <i>setups</i> e a duração deste é aumentada pela montagem das <i>boxes</i>; ✗ Requer destreza do operador de cargas na sobreposição; ✗ As ferramentas são muito justas à parede do semirreboque, existindo risco de as danificar; ✗ Aumenta a ocupação do cais e da viatura devido ao tempo adicional de carga para sobreposição, podendo acrescentar pressão nas horas de pico de carga; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Transporte mais seguro da mercadoria; ✓ A loja pode sobrepor 3 a 4 <i>boxes</i> no armazém de retaguarda, poupando espaço; ✗ As <i>boxes</i> vazias necessitam de mais espaço do que as paletes utilizadas atualmente. Pode haver a necessidade de aumentar o número de recolhas para diminuir o impacto na loja, causando custos adicionais no transporte; ✗ Antes da reposição da prateleira, o operador de loja tem de baixar as boxes metálicas com o equipamento de elevação. Requer que o operador de loja tenha formação para utilizar um equipamento de elevação; ✗ Requer a existência de equipamento de elevação; ✗ A loja identificou o peso do colar de metal de 29 kg e as arestas para sobreposição como dificuldades e como inconvenientes para a segurança dos operadores, respetivamente;

Relativamente ao subsistema transporte, esta solução permite colocar mais paletes no camião. No dia em que se assistiu à entrega, carregaram-se 43 *boxes* metálicas equivalendo a 22 paletes ao solo. Se não se tivesse limitado a altura das unidades de carga (cenário atual), ter-se-iam preparado 25 paletes. Assim, com a estratégia 3c e comparando com o cenário atual, seria possível transportar mais 3 paletes ao solo, até perfazer as 33 unidades de carga ao chão.

Todos os impactos quantitativos desta estratégia estão resumidos na Tabela 5.8. É óbvio que esta estratégia apresenta potencial para os transportes (+12,0% de paletes a mais que se poderiam transportar ao solo no camião). Porém, causa impactos negativos muito relevantes na produtividade, no tempo de carga e no tempo de descarga. No que concerne à produtividade, é de salientar que, como se

colocam menos caixas por palete pelo facto de a altura das boxes ser muito baixa, são necessárias mais *boxes* para uma mesma loja (em média, 1 palete com os limites atuais necessitaria de 2 *boxes*).

Tabela 5.8 - Impacto da estratégia 3c na produtividade, no tempo de carga e descarga e no número de paletes ao solo

Subsistema	Cenário atual	Estratégia 3c	ΔVariação
Entrepasto			
Produtividade média (caixas/hora)	157	109	30,6%
Tempo de carga (minutos/paleta)	0,97	1,77	82,5%
Transporte			
Número de paletes ao solo	25	22	12,0%
Loja			
Tempo de descarga (minutos/paleta)	0,67	1,36	103,0%

Portanto, embora não seja necessário filmar o equipamento, esse tempo não compensa o tempo perdido no levantamento e na montagem do mesmo, reduzindo a produtividade média em 30,6%.

Importa referir que estas ferramentas têm um custo de investimento de 77 euros por *box*. Considerando o total de paletes de *picking* expedidas por dia e 5 dias de rotação, esta solução acarretaria um custo tão elevado como 3.476.550€.

À semelhança dos equipamentos referidos anteriormente, também esta solução gera grandes dificuldades na retaguarda de loja, no que diz respeito ao espaço ocupado pelas ferramentas vazias (Figura 5.16).

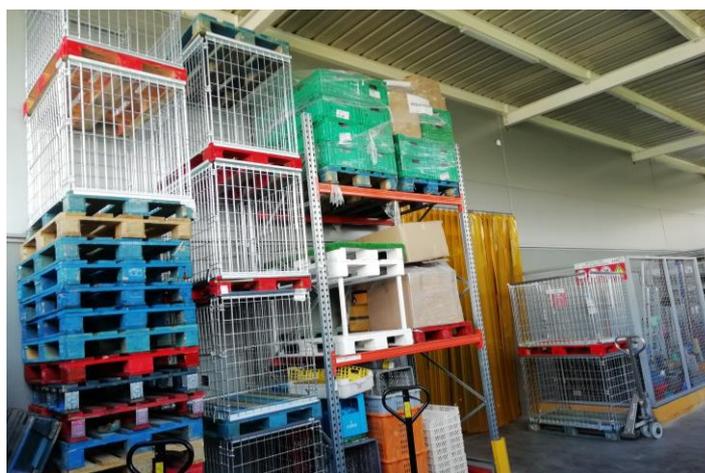


Figura 5.16 - Retaguarda da loja escolhida após teste piloto com boxes metálicas

Em suma, por todos os impactos referidos e o elevado custo de investimento, esta solução não faz sentido para a realidade da empresa.

5.2.3 Sobreposição das paletes sem altura normalizada

Como o desvio entre a altura real e a altura teórica torna inviável a hipótese de normalizar a altura das paletes, a oportunidade de sobrepor apenas as paletes mais baixas no transporte, sem alterar o limite de cubicagem, foi também avaliada. Além disso, com o crescente aumento das paletes completas cuja cubicagem influencia negativamente a ocupação em altura dos camiões, foi necessário propor uma solução para este tipo de unidade de movimentação, e não só para as paletes de *picking*. De todos os equipamentos anteriormente testados, o único com potencial para esta hipótese é o duplo *deck*, devido ao facto de:

- Não implicar logística inversa;
- Não interferir com o processo de preparação, contrariamente às boxes metálicas;
- Implicar um aumento médio de 49,9% no tempo de carga e descarga, inferior aos verificados nas outras soluções;
- Apresentar um custo fixo mensal 8% superior ao custo do semirreboque utilizado atualmente, representando apenas um custo acrescido de 1.920€/ano;
- Ser uma solução para as paletes de *picking* e completas.

Neste sentido, foram desenhadas duas estratégias (Figura 5.17):

- **Estratégia 4a** – Usar o duplo *deck*, no transporte entreposto-loja (excluindo as lojas da Guia), para sobrepor apenas as paletes de *picking* e completas com altura inferior a 1,16 metros (altura máxima disponível no nível 1), correspondendo à zona A e B. Como as meias paletes, tanto de *picking* como completas, não podem ser carregadas sobrepostas, só podem ser transportadas na zona A. Quanto às restantes paletes, com altura superior a 1,16 metros, seriam transportadas no mesmo camião, mas na zona C;
- **Estratégia 4b** – O centro de distribuição da Azambuja abastece a plataforma de *cross-docking* 6 dias por semana. Como se trata de um trajeto longo em que, contrariamente à estratégia 4a, o ponto de destino apresenta boas condições de descarga (cais de descarga, equipamento de elevação, entre outros), existia um grande potencial para sobrepor as paletes mais baixas. Portanto, propôs-se, para facilitar a gestão e a operação, a concentração de todas as paletes de *picking* e completas, com altura inferior a 1,16 metros, no mesmo camião em duplo *deck*, com a ressalva de que as meias paletes só podem ser transportadas na zona A. As restantes paletes seriam transportadas em semirreboques de 33 paletes, como acontece atualmente.

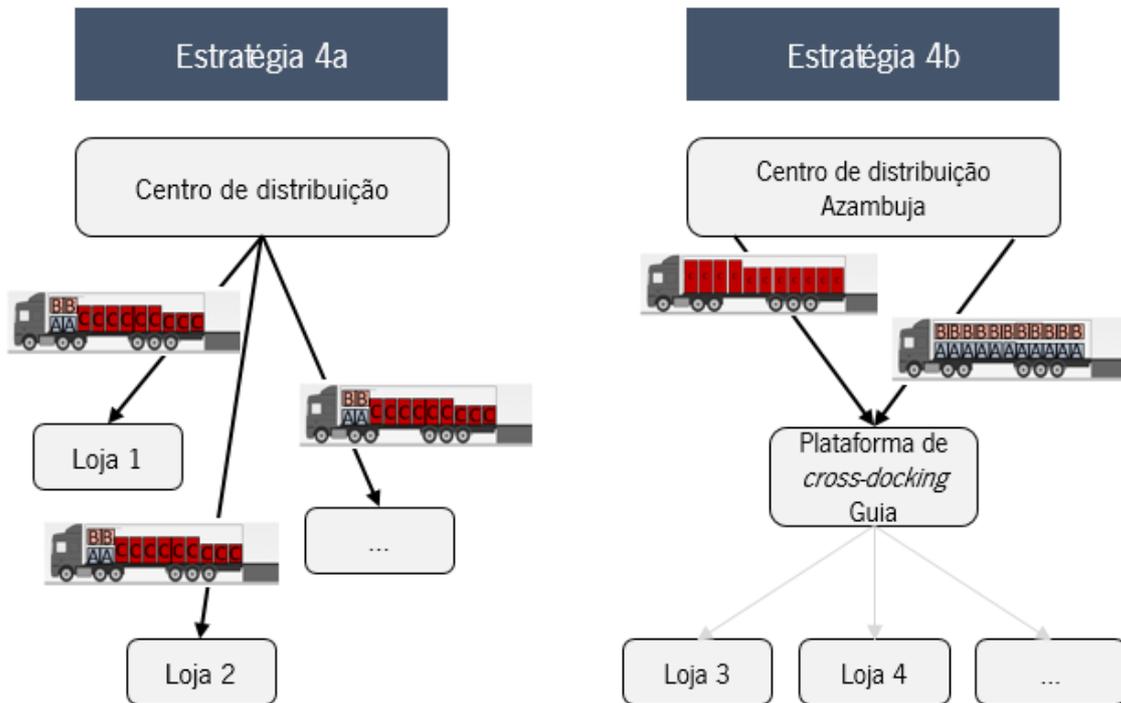


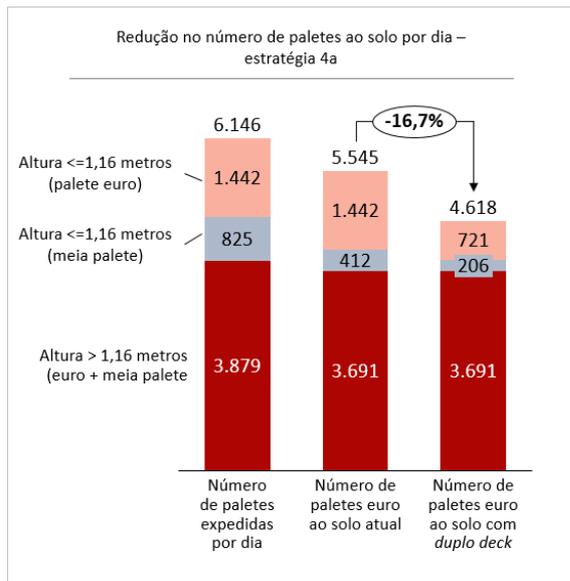
Figura 5.17 - Estratégia 4a e 4b existentes no estudo

Posteriormente, foram calculados os impactos de cada estratégia no número de paletes transportadas e, conseqüentemente, no número de viagens realizadas. Recorrendo aos dados das três semanas de 2017, simularam-se, aplicando o fator médio de ar para cada categoria à altura teórica, o número de paletes ao solo no cenário atual e no cenário proposto em cada estratégia, com altura real inferior e superior a 1,16 metros. Primeiramente, para garantir que 95% das paletes baixas pudessem ser sobrepostas, era importante ter em conta a variabilidade do fator de ar pelo que se considerou a equação (7):

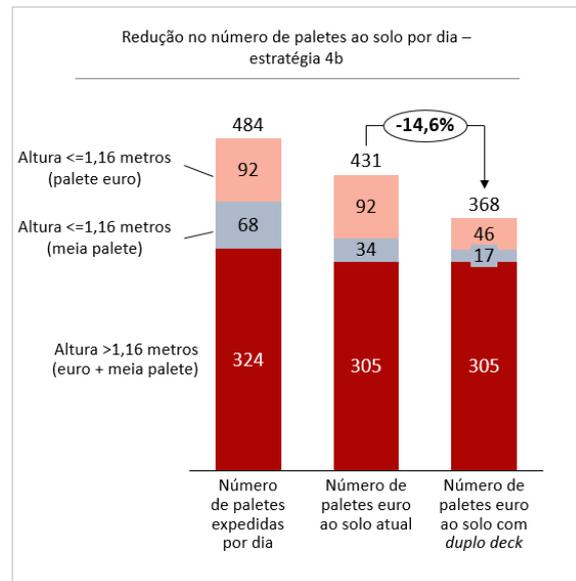
$$k_{ar} = \mu_{Kar} + 2 \times \sigma \quad (7)$$

Estes cálculos, por categoria, estão no Apêndice XIII –Fator médio de ar considerado para estratégias 4a e 4b.

Calculada a altura real por categoria, loja e data de entrega, obtiveram-se os resultados da Figura 5.18. De salientar que duas meias paletes equivalem a uma paleta euro ao solo.



(a)



(b)

Figura 5.18 - Impactos das estratégias (a) 4a e (b) 4b no número de paletes transportadas ao solo por dia

Observa-se que, com a estratégia 4a, consegue-se uma redução de 16,7% no número de paletes euro transportadas entre os entrepostos e as lojas e, conseqüentemente, menos 16,7% das viagens realizadas diariamente. Esta redução equivale, em média, a 6 paletes sobreponíveis por camião (16,7%×33 paletes ao solo), implicando 2 níveis em duplo *deck*. Além disso, embora as meias paletes só possam ser carregadas na zona A, foi importante concluir que o número de paletes euro sobreponíveis é superior ao número de meias paletes, garantindo que existem sempre paletes para sobrepor (zona B).

Relativamente à estratégia 4b, a redução no número de paletes ao solo é de 14,6%, o que significa que, em vez de a totalidade das 431 paletes ser transportada em semirreboques de 33 paletes (≈14 viagens), as 126 paletes baixas podem ser transportadas em camião de dois níveis (≈2 viagens) e as restantes 305 em semirreboques de 33 paletes (≈10 viagens), perfazendo um total de 12 viagens por dia. Consegue-se, portanto, com esta estratégia, reduzir duas viagens diárias para a plataforma da Guia.

Depois de apresentadas estas soluções à empresa, a estratégia 4a foi rapidamente abandonada por diversos motivos, entre os quais se destacam:

- Requer mudança de frota para camiões de duplo *deck*, logo maior investimento;
- Só seria viável em entregas diretas à loja. Isto porque, se se consolidarem várias lojas no mesmo veículo (circuitos), as paletes baixas, primeiras a serem carregadas no duplo *deck*, tornam-se inacessíveis na descarga;
- No dia-a-dia, a média de 6 paletes sobreponíveis por camião pode mudar, criando complexidade no planeamento e gestão diária dos transportes;

- Como provado anteriormente, só poderia ser implementada em lojas que possuam cais e equipamento de elevação;
- Se o tempo de descarga em loja aumentar, pode causar impacto no prazo de entrega definido entre o entreposto e a loja. No limite, seria necessário antecipar as janelas de carga e, conseqüentemente, as janelas de preparação e receção de mercadoria.

Contrariamente, a empresa reconheceu o potencial da segunda estratégia e sugeriu que se reavaliasse esta solução no âmbito de teste piloto com um camião de duplo *deck* entre a Azambuja e a Guia, para aferir a sua viabilidade com dados reais de carga. Neste sentido, foi planeado um teste com duração de 5 dias, sendo necessário desenhar o processo para garantir a qualidade do teste:

Entreposto da Azambuja

- Definir o horário de preparação – Geralmente, em fluxo PBL, as paletes baixas para a Guia começam a ser geradas ao fim do dia. No caso do PBS, como tem *stock*, a preparação pode iniciar no período que se pretender, pelo que se definiu que as paletes deste fluxo seriam as primeiras a ser preparadas e carregadas. Sabendo que, na plataforma da Guia, a janela de entrega mais crítica surge entre as 02:00 horas e as 06:30 horas da manhã e que a viagem tem uma duração média de 5 horas, o veículo deve abandonar o entreposto, no máximo, às 18:00 horas;

Entreposto da Guia

- Garantir as condições de descarga na plataforma de *cross-docking* – Foi necessário garantir que esta possuía, pelo menos, um equipamento de elevação para rececionar a mercadoria em dois níveis.

Decorrido o período de teste piloto, os seus resultados foram monitorizados, encontrando-se representados na Figura 5.19. Pode-se concluir que, para a maior parte dos 5 dias de entrega, as paletes baixas do PBS foram suficientes para encher um camião de duplo *deck* utilizado no transporte. Apenas na quinta-feira, foi necessário carregar paletes de PBL para garantir a utilização da capacidade máxima do veículo, confirmando, assim, o grande potencial desta solução.

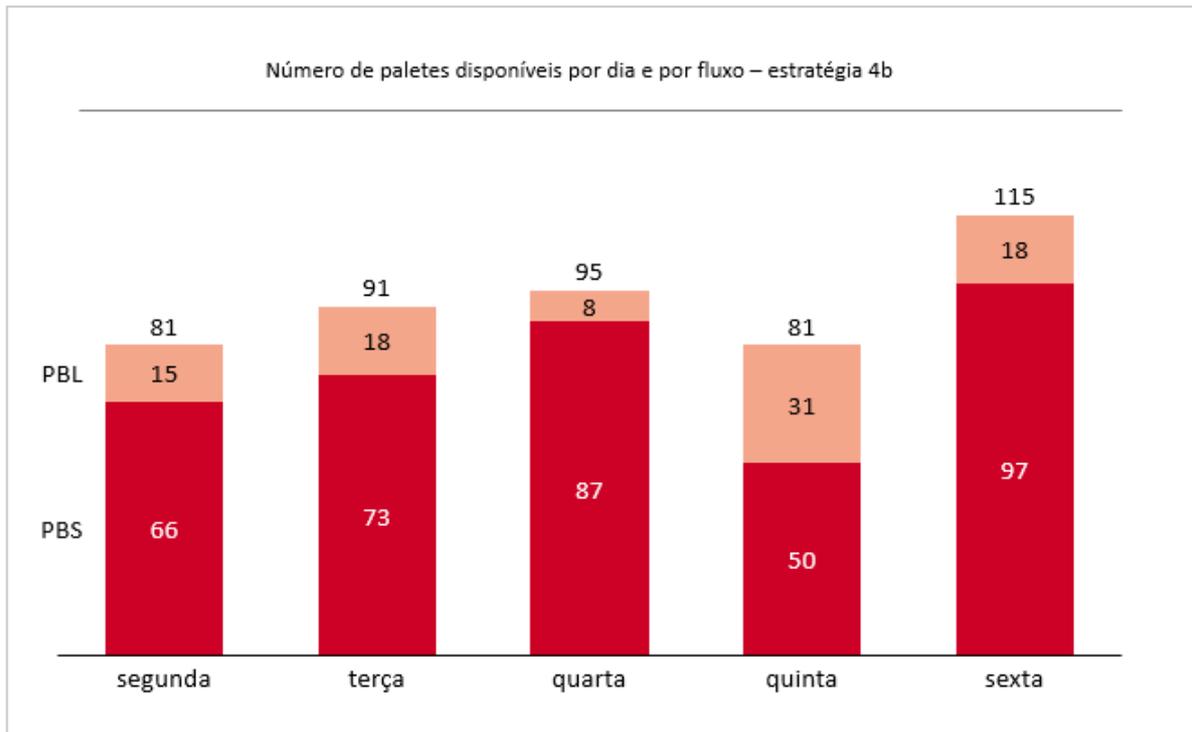


Figura 5.19 - Número de paletes baixas disponíveis para carga durante o teste piloto da estratégia 4b

Por outro lado, observa-se que, em nenhum dos dias, seria possível encher completamente um segundo camião com 66 paletes, pelo que o investimento em apenas um camião de duplo *deck*, a ser utilizado uma vez por dia nos 6 dias de entrega na Guia, é o mais viável para a empresa.

Ainda, importa referir que, para implementar esta solução de forma permanente, é necessário investir em dois equipamentos de elevação, ambos para a plataforma da Guia, sendo que o segundo é para garantir a operação em caso de avaria do primeiro.

Finalmente, propôs-se a concentração e transporte das paletes baixas preparadas para a Guia em apenas um camião de dois níveis e o transporte das restantes paletes em semirreboques de 33 paletes, utilizados atualmente. Considerando o número de paletes transportadas por dia da Figura 5.18 (b), os tempos de carga e descarga atuais e aqueles medidos no âmbito da estratégia 3a, e o custo fixo mensal de um semirreboque de 33 paletes e de um camião de duplo *deck*, estimaram-se os benefícios anuais por subsistema logístico associados ao investimento nesta solução, que permite reduzir sempre 1 viagem por dia (Figura 5.20). Os cálculos e pressupostos encontram-se no Apêndice XIV – Estimativa do potencial benefício, em euros, da estratégia 4b.

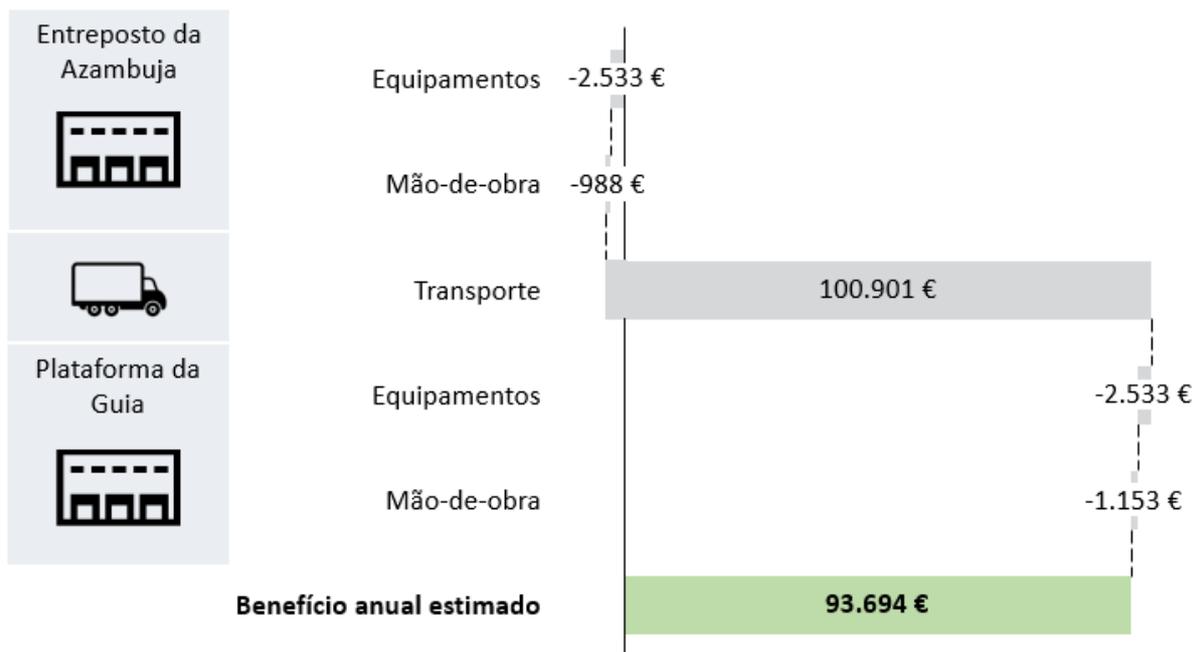


Figura 5.20 - Estimativa do potencial benefício anual da estratégia 4b

Observa-se que esta estratégia tem um potencial benefício, quando comparada com o cenário atual, de 93.694€/ano. Os ganhos são óbvios e, embora não se trate de uma proposta que visa a melhoria da ocupação volumétrica no transporte entreposto-loja (objetivo do projeto), foi identificada como uma solução que garante uma utilização mais otimizada dos veículos no trajeto entreposto Azambuja-plataforma da Guia. Depois de mostrados os ganhos, a empresa identificou esta solução como uma medida que poderia ser implementada no curto prazo, pelo que vai ser realmente implementada.

5.3 Síntese dos resultados obtidos

Ao longo do projeto desenvolvido, foram avaliadas quatro propostas de melhoria de implementação a curto e longo prazo. Para aquelas, cujos resultados estimados são bastante satisfatórios e que se traduzem em melhorias significativamente positivas para toda a cadeia logística (a verde), propôs-se à empresa a sua implementação. Para finalizar a análise dos resultados, apresenta-se, na Tabela 5.9, a metodologia utilizada e a quantificação de cada um deles.

Tabela 5.9 - Quantificação dos resultados obtidos

Problema	Causas	Propostas de melhoria	Resultados estimados
A taxa de ocupação volumétrica dos camiões apresentava um valor de 48,5%, devido sobretudo à baixa ocupação em altura (57,7%).	Baixa cubicagem média das paletes transportadas (1,12m³)	<p>Para aumentar a altura das paletes de <i>picking</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Aumentar os limites de cubicagem para o PBS – Merceria, PBL – Leves e PBL – Merceria em 10%, em relação ao limite atual. Consolidar as categorias do PBS na mesma paleta para as lojas CBD 	<p>Aumento da cubicagem média das paletes de <i>picking</i> em 1,7%; Redução no número de paletes de <i>picking</i> em 2,7%; Aumento na % de ocupação em altura em 0,9%; Aumento na taxa de ocupação volumétrica em 0,8%; Benefício estimado: 377.563€/ano</p> <p>Aumento da cubicagem média das paletes de <i>picking</i> em 1,7%; Redução no número de paletes de <i>picking</i> em 1,5%; Aumento na % de ocupação em altura em 0,9%; Aumento na taxa de ocupação volumétrica em 0,8%; Benefício estimado: 200.345€/ano</p>
	Impossibilidade de sobrepor paletes no camião	<p>Para sobrepor as unidades de carga no camião utilizando equipamento de suporte</p> <ol style="list-style-type: none"> Normalizar a altura das paletes a um limite mais baixo para sobrepor: <ul style="list-style-type: none"> 3a. com duplo <i>deck</i> 3b. com <i>cantoneiras</i> 3c. com <i>boxes</i> metálicas Sem normalizar, sobrepondo apenas as paletes mais baixas: <ul style="list-style-type: none"> 4a. com camião de duplo <i>deck</i> no transporte Entrepósito-Loja. As restantes paletes seriam transportadas no mesmo veículo, mas ao solo. 4b. com 1 camião duplo <i>deck</i> no transporte Entrepósito Azambuja – Plataforma Guia. As restantes paletes seriam transportadas em semirreboques de 33 paletes. 	<p>Redução da produtividade em 24,8%; Aumento médio do tempo de carga e descarga em 49,9%; Aumento no número de paletes transportadas em 18,2%; Aumento no custo fixo mensal em 8%</p> <p>Redução da produtividade em 28,7%; Aumento médio do tempo de carga e descarga em 106,5%; Aumento no número de paletes transportadas em 12,5%; Custo de investimento pode variar entre 1.128.750 e 2.257.500€</p> <p>Redução da produtividade em 30,6%; Aumento médio do tempo de carga e descarga em 92,8%; Aumento no número de paletes transportadas em 12,0%; Custo de investimento de 3.476.550€</p> <p>Redução do número de viagens em 16,7%; Cria complexidade nos transportes; Viável apenas para entregas diretas às lojas (sem circuitos); Requer mudança de frota para duplo <i>deck</i></p> <p>Redução de 1 viagem por dia; Aumento médio do tempo de carga e descarga em 49,9%; Investimento em equipamentos de elevação de 5.066€; Aumento no custo fixo mensal em 8%; Benefício estimado: 93.694€/ano</p>

Após toda a análise, execução de testes piloto e quantificação dos resultados, foi possível identificar três propostas de melhoria que fariam sentido implementar na empresa: 1, 2 e 4b. Considerando os resultados obtidos dos testes, consegue-se:

- Aumento da cubicagem média de *picking* (%): $1,7+1,7=3,4\%$
- Redução no número de paletes de *picking* preparadas (%): $2,7+1,5=4,2\%$
- Aumento na percentagem de ocupação em altura (%): $0,9+0,9=1,8\%$
- Aumento na taxa de ocupação volumétrica (%): $0,8+0,8=1,6\%$
- Benefício anual estimando (€/ano): $377.563+200.345+93.694=671.602\text{€/ano}$

De salientar ainda uma das grandes lições deste projeto relativo à estratégia 3. A utilização de equipamentos de suporte ao transporte de carga são uma mais-valia para o transporte, apesar das questões de investimento e logística inversa. No entanto, para a realidade da Sonae MC, tornam-se inviáveis devido à enorme variabilidade do fator de ar. Foram feitas duas medições e, na última e mais robusta, verificou-se que, no PBS, as paletes apresentam um fator de ar que pode variar entre 1,01 e 1,48 ao passo que, no PBL, este pode variar entre 1,04 e 1,75. Portanto, este fator, provocado sobretudo pelas diferentes tipologias de embalagem e que depende da experiência do *picker*, torna impossível a garantia de que a unidade de carga quebra na cubicagem pré-definida e não ultrapassa a altura máxima do equipamento.

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHO FUTURO

Numa altura em que o contexto económico e financeiro global obriga as organizações a gerirem os seus recursos da forma mais eficiente possível e o segmento de mercado retalhista se revela altamente competitivo, exigente e complexo, a gestão dos custos é vital para o sucesso da empresa. Sendo a atividade de transporte responsável por absorver entre um terço a dois terços do custo logístico total e, envolvendo frequentemente *trade-offs* entre a capacidade de resposta ao cliente (maior frequência de abastecimento) e a eficiência da cadeia (mais viagens, baixas ocupações dos veículos e, por isso, maior custo de transporte), qualquer tomada de decisão na sua gestão reflete-se ao longo da cadeia logística. Através da metodologia de estudo de caso, desenvolveu-se um estudo relativamente à ocupação dos veículos no transporte entreposto-loja, na empresa de retalho alimentar Sonae MC. Embora este projeto tenha envolvido apenas um estudo explicativo do estado atual e do estado futuro e uma comparação dos custos *versus* benefícios, identificaram-se medidas a implementar no curto prazo.

Neste sentido, começou-se por medir o desempenho da situação atual, isto é, por calcular o valor da taxa de ocupação volumétrica, que apresentou um valor de 48,5%. Este baixo valor deve-se à baixa ocupação em altura, que ronda os 57,7%.

Após uma análise detalhada às atuais operações de preparação, carga, acondicionamento e descarga, identificaram-se as principais causas que justificam este desperdício: a baixa cubicagem média das paletes transportadas (1,12 m³); e a falta de normalização na altura das unidades de carga, a fragilidade e as características físicas dos diferentes artigos que impossibilitam a sobreposição das paletes durante o transporte.

Assim, as propostas de melhoria, estudadas com o intuito de medir o seu impacto e quantificar o seu potencial, foram divididas em estratégias de implementação a curto e longo prazo. As primeiras, com o foco na melhoria da altura das paletes de *picking*, incluem a revisão dos limites de cubicagem em função do peso médio por caixa (estratégia 1) e a consolidação das categorias do PBS na mesma paleta para as lojas CBD (estratégia 2). Ambas as propostas acarretaram benefícios no espaço ocupado ao solo no entreposto e na retaguarda de loja, no tempo de carga e descarga dos camiões, bem como no custo de transporte associado. Atendendo aos resultados estimados para cada estratégia, obteve-se, no total:

- Aumento da cubicagem média das paletes de *picking* em 3,4%;
- Redução no número de paletes de *picking* em 4,2%;
- Aumento na % de ocupação em altura em 1,8%;
- Aumento na taxa de ocupação volumétrica em 1,6%;

- Benefício estimado de 577.908€/ano.

Embora o aumento na percentagem de ocupação em altura não seja muito significativo, traduz-se num benefício monetário anual muito elevado, provando que, de facto, qualquer pequena melhoria dos transportes tem impacto muito significativo na eficiência da cadeia. A estratégia 1 foi aceite e implementada pela empresa, ao passo que a estratégia 2 está a ser avaliada para 20 lojas CBD para validar estes benefícios. Para se monitorizar mensalmente os resultados da estratégia 1, construiu-se um quadro de indicadores. Tem sido muito vantajoso porque tem permitido um acompanhamento dos indicadores de ocupação volumétrica, em altura e ao solo que, até ao início deste projeto, não era possível e os resultados têm-se mostrado muito positivos sobretudo no que diz respeito à cubicagem média das paletes de *picking* e à ocupação em altura. Comparando janeiro com setembro, observou-se um aumento de 4,4% e 2,7%, respetivamente.

No que concerne às de longo prazo, o objetivo era testar e avaliar o impacto na cadeia da utilização de equipamentos que permitem a sobreposição das paletes, sendo uma solução quer para as paletes de *picking* quer para as paletes completas. Estudaram-se duas estratégias: a normalização da altura das paletes a um limite de cubicagem mais baixo para sobrepor com recurso ao equipamento (estratégia 3); e, sem normalizar, sobrepor apenas as paletes mais baixas (estratégia 4). Para a estratégia 3, foram feitos testes no terreno com os vários equipamentos. Estes mostraram ser uma grande mais-valia para o transporte porque permitiam transportar mais paletes no mesmo camião, no entanto, os benefícios, possíveis de serem obtidos nos transportes, foram totalmente anulados pela grande variabilidade verificada no fator de ar. Este último, provocado sobretudo pelas diferentes tipologias de embalagem e dependente da experiência do *picker*, pode variar entre 1,01 e 1,75, se considerados os dois fluxos, o que significa que, para garantir a sobreposição das paletes, o limite de cubicagem tem de ser muito baixo. Os baixos limites de cubicagem geraram diminuições significativas na produtividade e, para as cantoneiras e *boxes*, duplicou o tempo de carga e descarga. Assim, concluiu-se que nenhum dos equipamentos avaliados fazia sentido tendo em conta a realidade da empresa. A estratégia 4 surgiu para avaliar a utilização do equipamento sem reduzir os limites de cubicagem e, como de todos os que foram testados, o duplo *deck* foi aquele que apresentou menos impactos negativos na produtividade e no tempo de carga e descarga, identificou-se uma proposta com grande potencial a implementar no curto prazo: investir num camião de duplo *deck* para concentrar as paletes baixas (*picking* e completas), que são transportadas diariamente entre o entreposto da Azambuja e a plataforma da Guia, reduzindo 1 viagem por dia. Esta estratégia tem um benefício estimado associado de 93.694€/ano.

Assim, foi possível apresentar respostas às perguntas de investigação definidas no início do projeto. Quanto à questão **“Qual a medida mais adequada para melhorar a altura das unidades de carga?”**, foram identificadas duas, o ajuste dos limites de cubicagem em função do peso médio por caixa e a consolidação das categorias do PBS na mesma palete para as lojas CBD.

No que concerne à questão **“Qual é o equipamento de suporte à movimentação de carga que permite tornar a rede de transportes mais eficiente?”**, tendo em conta a realidade desta empresa com várias referências de artigos, com tipologias de embalagens totalmente distintas e com operadores mais e menos experientes, e numa ótica de transporte entreposto-loja, nenhum dos equipamentos testados é viável. Porém, se medidas forem tomadas no desenvolvimento de embalagens e na otimização da construção de estiva, o duplo *deck* poderá ser o equipamento com maior potencial.

Embora se tenham identificado propostas com benefícios significativos para a empresa, haverá sempre oportunidade para o desenvolvimento e implementação de outras melhorias, visando a continuidade e complementaridade do próprio projeto. Como mencionado anteriormente, as paletes completas, cuja utilização tem tendência a aumentar, influenciam negativamente a ocupação em altura e, embora não houvesse tempo para explorar nenhuma solução, sugerem-se as seguintes propostas:

- Analisar referências de artigo à palete completa com capacidade de sobreposição. Se existirem, deveria ser criada uma base de dados com essa informação para que a equipa das cargas, no momento de carga, pudesse consultar essa informação e, assim, sobrepor paletes no camião;
- Avaliar a viabilidade de preparar em cima de paletes completas, ao invés de preparar para uma palete vazia (mais disruptivo).

Também no âmbito da problemática do fator de ar e da sua variabilidade, com este projeto, identificou-se uma grande oportunidade de melhoria neste sentido. Como referido anteriormente na revisão da literatura, a forma, o peso e o volume da embalagem tem grande impacto nas atividades logísticas, por isso, sugere-se a criação de uma equipa para se focar neste tema e procurar o desenvolvimento das embalagens que facilitem a construção da estiva. Com a criação do quadro de indicadores, conseguiu-se ter uma visão mais alargada da ocupação dos veículos, permitindo concluir que melhorias podem ser feitas quanto à percentagem de ocupação ao solo. Sugere-se que, nas situações em que a operação está adiantada e prepara encomendas por antecipação, estas paletes, quando necessário, possam ser carregadas também por antecipação (isto é, em vez de ser expedidas para a loja no dia X, são entregues no dia X-1). Consegue-se, assim, garantir que os veículos circulam com 33 paletes ao solo. Finalmente, são sugeridos alguns desenvolvimentos nos sistemas de informação dos transportes, que atualmente

são limitados relativamente à informação por camião, para ser possível medir o rácio de cubicagem transportada por camião, o rácio de caixas por viagem, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim, P., Martins, S., Curcio, E., & Almada-Lobo, B. (2016). Defining the Best distribution Network for Grocery Retail Stores. *ERCIM News*, (105), 10–11.
- Ballou, R. (1997). Business logistics: Importance and some research opportunities. *Gestão & Produção*, 4(2), 117–129.
- Ballou, R. H. (2001). Unresolved Issues in Supply Chain Network Design. *Information Systems Frontiers*, 3(4), 417–426. <https://doi.org/10.1023/A:1012872704057>
- Bolis, S., & Maggi, R. (2003). Logistic strategy and transport service choices: An adaptative stated preference experiment. *Grow and Change - a Journal of Urban and Regional Policy*, 34(4), 490–504. <https://doi.org/10.1046/j.0017-4815.2003.00232.x>
- Bowersox, D., & Closs, D. (1996). *Logistical management: The Integrated supply chain process* (3rd Editio). McGraw-Hill Companie. Retrieved from <http://www.lavoisier.fr/livre/notice.asp?id=OOLWRRAKOLOOWU>
- Brewer, A. M., Button, K. J., & Hensher, D. A. (2008). *Handbook of Logistics and Supply Chain Management* (3ª Edição).
- Broekmeulen, R. A. C. M., Sternbeck, M. G., van Donselaar, K. H., & Kuhn, H. (2017). Decision support for selecting the optimal product unpacking location in a retail supply chain. *European Journal of Operational Research*, 259(1), 84–99. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.09.054>
- Camp, R. C. (1995). *Business Process Benchmarking: Finding and Implementing Best Practices*. ASQC Quality Press. Milwaukee: Vision Books Pvt.Ltd.
- Carvalho, J. C., & Dias, E. B. (2004). *Estratégias Logísticas*. (E. Silabo, Ed.). Lisboa.
- Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply Chain Management* (4ª Edição). Pearson Education Limited.
- Coyle, J. J., Novack, R. A., Gibson, B. J., & Bardi, E. J. (2011). *Transportation - A Supply Chain Perspective*. City (7th editio).
- CSCMP. (2013). Council of Supply Chain Management Professionals: Supply Chain Management Definitions and Glossary. Retrieved February 25, 2018, from http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms
- De Albuquerque, G. A., Maclel, P. R. M., Lima, R. M. F., & Zimmermann, A. (2010). Automatic modeling for performance evaluation of inventory and outbound distribution. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A:Systems and Humans*, 40(5), 1025–1044. <https://doi.org/10.1109/TSMCA.2010.2046730>

- de Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, *182*(2), 481–501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- Ellinger, A. E., Daugherty, P. J., & Keller, S. B. (2000). The relationship between marketing / logistics interdepartmental integration and performance in U.S. manufacturing firms: An empirical study. *Journal of Business Logistics*, *21*(1), 1–22.
- Estatística, I. N. de. (2016). *Estatísticas dos Transportes e Comunicações 2013*.
- Europe, E. (2000). *The Transport Optimisation Report*. <https://doi.org/3-905613-03-4>
- Federgruen, A., & Simchi-Levi, D. (1995). Chapter 4 Analysis of vehicle routing and inventory-routing problems. In *Handbooks in Operations Research and Management Science* (Vol. 8, pp. 297–373). [https://doi.org/10.1016/S0927-0507\(05\)80108-2](https://doi.org/10.1016/S0927-0507(05)80108-2)
- Fernie, J., & McKinnon, A. (2003). The grocery supply chain in the UK: improving efficiency in the logistics network. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, *13*(2), 161–174. <https://doi.org/10.1080/0959396032000051693>
- Fernie, J., Sparks, L., & McKinnon, A. C. (2010). Retail logistics in the UK: past, present and future. *International Journal of Retail & Distribution Management*, *38*(11/12), 894–914. <https://doi.org/10.1108/09590551011085975>
- Fugate, B. S., Mentzer, J. T., & Stank, T. P. (2010). Logistics Performance: efficiency, effectiveness and differentiation. *Journal of Business Logistics*, *31*(1), 43–62.
- Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2003). *Introduction to Logistics Systems Planning and Control* (1st Editio). John Wiley & Sons, Ltd.
- Goldsby, T. J., Iyengar, D., Rao, S., & CSCMP. (2014). *The definitive Guide to Transportation, The: Principles, Strategies, and Decisions for the Effective Flow of Goods and Services* (1st Editio).
- Holzapfel, A., Kuhn, H., & Sternbeck, M. G. (2018). Product allocation to different types of distribution center in retail logistics networks. *European Journal of Operational Research*, *264*(3), 948–966. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.09.013>
- Hübner, A. H., Kuhn, H., & Sternbeck, M. G. (2013). Demand and supply chain planning in grocery retail: an operations planning framework. *International Journal of Retail & Distribution Management*, *41*(7), 512–530. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-05-2013-0104>
- Islam, D. M. Z., Fabian Meier, J., Aditjandra, P. T., Zunder, T. H., & Pace, G. (2013). Logistics and supply chain management. *Research in Transportation Economics*, *41*(1), 3–16. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.10.006>

- Jahre, M., & Hatteland, C. J. (2004). Packages and physical distribution: Implications for integration and standardisation. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(2), 123–139. <https://doi.org/10.1108/09600030410526923>
- Jonsson, P. (2008). *Logistics and Supply Chain Management*. McGraw-Hill Education.
- Kasilingam, R. G. (1998). *Logistics and Transportation: Design and planning* (1ª Edição). SPRINGER-SCIENCE+BUSINESS MEDIA, B.V.
- Kuhn, H., & Sternbeck, M. G. (2013). Integrative retail logistics: An exploratory study. *Operations Management Research*, 6(1–2), 2–18. <https://doi.org/10.1007/s12063-012-0075-9>
- Lambert, D. M., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of Logistics Management*.
- Li, S., Ragu-Nathan, B., Ragu-Nathan, T. S., & Subba Rao, S. (2006). The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. *Omega*, 34(2), 107–124. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.08.002>
- Mckinnon, A. (2000). Sustainable distribution : opportunities to improve vehicle loading. School of Management and Languages, Heriot-Watt University.
- Mckinnon, A. (2008). Integrated Logistics Strategies. In A. M. Brewer, K. J. Button, & D. A. Hensher (Eds.), *Handbook of Logistics and Supply-Chain Management* (3ª Edição, pp. 157–170).
- McKinnon, A. C. (1996). The development of retail logistics in the UK: a position paper. *Technology Foresight: Retail and Distribution Panel*, 47.
- Mckinnon, A., & Campbell, J. (1997). Opportunities for Consolidating Volume-constrained Loads in Double-Deck and High-Cube Vehicles. School of Management and Languages, Heriot-Watt University.
- Mckinnon, A., Cullinane, S., Browne, M., & Whiteing, A. (2010). *Green Logistics: Improving the environmental sustainability of Logistics*. London: Publishers, Kogan Page.
- McKinnon, A., & Edwards, J. (2010). Opportunities for improving vehicle utilization. In *Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics* (pp. 197–213). Kogan Page Publishers.
- Mckinnon, A., Ge, Y., & Leuchars, D. (2003). *Analysis of Transport Efficiency in the UK Food Supply Chain*.
- Mcnair, C. J., & Leibfried, K. H. J. (1993). *Benchmarking: A Tool for Continuous Improvement (The Coopers & Lybrand Performance Solutions)* (1st editio). John Wiley & Sons, Ltd.
- Melo, M. T., Nickel, S., & Saldanha-da-Gama, F. (2009). Facility location and supply chain management – A review. *European Journal of Operational Research*, 196(2), 401–412. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.05.007>

- Mentzer, J. T., & Konrad, B. P. (1991). An efficiency / effectiveness approach to Logistics Performance analysis. *Journal of Business Logistics*, 12(1), 1–33.
- Molina, A., Martín, V. J., Santos, J., & Aranda, E. (2009). Consumer service and loyalty in Spanish grocery store retailing: An empirical study. *International Journal of Consumer Studies*, 33(4), 477–485. <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2009.00780.x>
- Moura, B. (2006). *Logística: Conceitos e Tendências* (1ª Edição). Centro Atlântico.
- Nachtmann, H., Waller, M. a., & Rieske, D. W. (2010). The Impact of Point-of-Sale Data Inaccuracy and Inventory Record Data Errors. *Journal of Business Logistics*, 31(1), 149–158. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2010.tb00132.x>
- Novaes, A. G. (2007). *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição - Estratégia, Operação E Avaliação* (3ª Edição). Elsevier Editora Ltda.
- Owen, S. H., & Daskin, M. S. (1998). Strategic facility location: A review. *European Journal of Operational Research*. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(98\)00186-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00186-6)
- Pahlén, P.-O., & Börjesson, F. (2012). Measuring resource efficiency in long haul road freight transport. In *NOFOMA 2012 - Proceedings of the 24th annual nordic logistics research network conference* (pp. 689–702).
- Parkhi, S., Jagadeesh, D., & Kumar, R. A. (2014). A Study on Transport Cost Optimization in Retail Distribution. *Journal of Supply Chain Management Systems*, 3(4), 31–38.
- Pinto, J. P. (2006). *Gestão de Operações - Na Indústria e nos Serviços*. (E. Lidel, Ed.) (2ª Edição).
- Power, D. (2005). Supply chain management integration and implementation: a literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*, 10(4), 252–263. <https://doi.org/10.1108/13598540510612721>
- Raman, A., DeHoratius, N., & Ton, Z. (2001). Execution: THE MISSING LINK IN RETAIL OPERATIONS. *California Management Review*, 43(3), 136–152. <https://doi.org/10.1097/00006247-200105000-00015>
- Reiner, G., Teller, C., & Kotzab, H. (2013). Analyzing the efficient execution of in-store logistics processes in grocery retailing - The case of dairy products. *Production and Operations Management*, 22(4), 924–939. <https://doi.org/10.1111/poms.12003>
- Robson, C. (2002). *Real World Research* (2ª Edição). Oxford: Blackwell.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2010). *Handbook of Logistics and Distribution Management* (4th ed.). Retrieved from <http://lib.myilibrary.com/Open.aspx?id=551757&src=0#>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students* (5ª Edição).

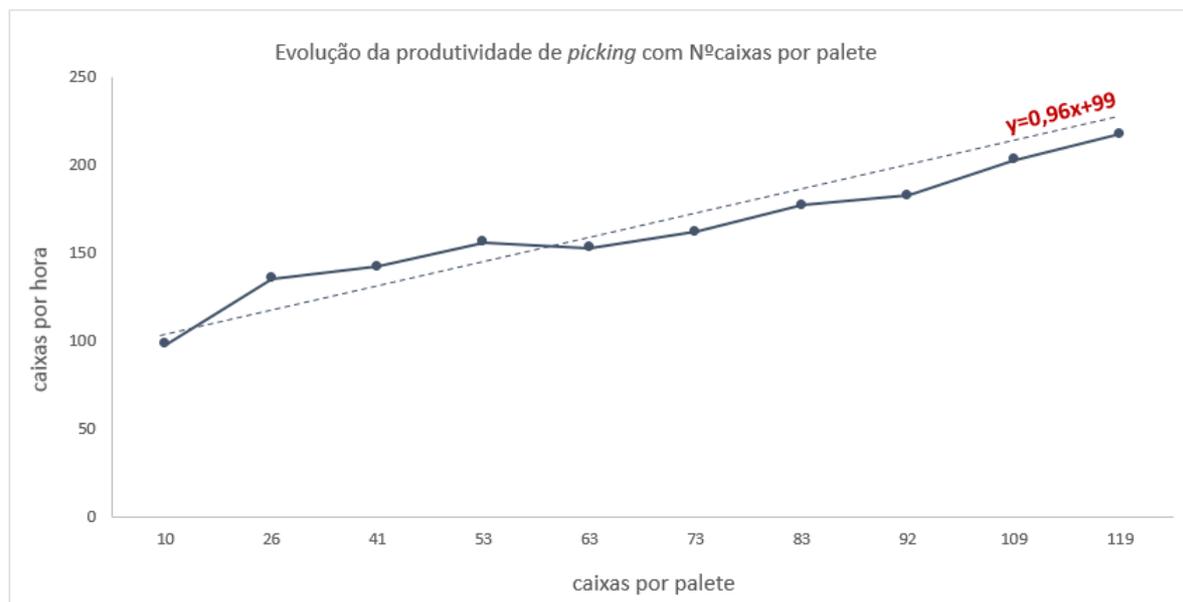
Pearson Education Limited.

- Schramm-Klein, H., & Morschett, D. (2006). The Relationship between marketing performance, logistics performance and company performance for retail companies. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 16(2), 277–296. <https://doi.org/10.1080/09593960600572399>
- Sonae. (2018). SONAE Improving Life. Retrieved from <https://www.sonae.pt/pt/>
- Sonneveld, K. (2000). What drives (food) packaging innovation? *Packaging Technology and Science*, 13(1), 29–35. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1522\(200001/02\)13:1<29::AID-PTS489>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1522(200001/02)13:1<29::AID-PTS489>3.0.CO;2-R)
- Sukhotu, V., & Iamratanakul, S. (2013). An EOQ model with consideration of second-trip in-store replenishment. In *2013 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 231–235). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2013.6962409>
- Thomas, D. J., & Griffin, P. M. (1996). Coordinated supply chain management. *European Journal of Operational Research*, 94(1), 1–15. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(96\)00098-7](https://doi.org/10.1016/0377-2217(96)00098-7)
- Tilanus, B., & Samuelsson, A. (1997). A framework efficiency model for goods transportation, with an application to regional less-than-truckload distribution. *Transport Logistics*, 1(2), 139–151. <https://doi.org/10.1163/156857097300151660>
- Van Zelst, S., Van Donselaar, K., Van Woensel, T., Broekmeulen, R., & Fransoo, J. (2009). Logistics drivers for shelf stacking in grocery retail stores: Potential for efficiency improvement. *International Journal of Production Economics*, 121(2), 620–632. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.06.010>
- Wen, N., Graves, S. C., & Justin Ren, Z. (2012). Ship-pack optimization in a two-echelon distribution system. *European Journal of Operational Research*, 220(3), 777–785. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.02.003>

APÊNDICE I – CÁLCULO DA ALTURA ÚTIL E CUBICAGEM ÚTIL POR PALETE

Pressupostos	Altura útil disponível (4)	Cubicagem útil por palete (5)
<i>Altura máxima do veículo = 2,65 m</i>	<i>Altura útil = 2,65 – 0,20 –</i>	<i>Cubicagem útil</i>
<i>Altura ocupada pelo equipamento de frio = 0,20 m</i>	<i>0,15 – 0,05 = 2,25 m</i>	<i>= 2,25 * 0,96 * 79,6%</i>
<i>Altura ocupada pela palete = 0,15 m</i>		<i>+ 2,25 * 0,48 * 20,4%</i>
<i>Folga para manipulação = 0,05 m</i>		<i>= 1,94 m³/palete</i>
<i>% de carga em europalete = 79,6%</i>		
<i>% de carga em meia palete = 20,4%</i>		
<i>Área base_{europalete} = 0,96 m²</i>		
<i>Área base_{meia palete} = 0,48 m²</i>		

APÊNDICE II – IMPACTO DA ESTRATÉGIA 1 NA PRODUTIVIDADE



Cenário proposto - PBS	Sem alteração dos limites	Com alteração dos limites
Número médio de caixas por palete	62	63
Produtividade (caixas por hora)	$0,96 \times 62 + 99$ = 158 caixas por hora	$0,96 \times 63 + 99$ = 159 caixas por hora
Aumento de produtividade (%)		0,6%
Cenário proposto - PBL		
Número médio de caixas por palete	57	60
Produtividade (caixas por hora)	$0,96 \times 57 + 99$ = 153 caixas por hora	$0,96 \times 60 + 99$ = 156 caixas por hora
Aumento de produtividade (%)		2,0%

APÊNDICE III – IMPACTO DA ESTRATÉGIA 1 NA TAXA DE OCUPAÇÃO VOLUMÉTRICA

Cenário proposto – PBS	Sem alteração dos limites	Com alteração dos limites
Aumento verificado na cubagem média por palete de Mercearia (%) [§]		2,6%
Peso das paletes de <i>picking</i> de Mercearia no total de <i>picking</i> (%)		17,2%
Cenário proposto – PBL		
Aumento verificado na cubagem média por palete de Leves e Mercearia (%)		6,0%
Peso das paletes de <i>picking</i> (Leves + Mercearia) no total de <i>picking</i> (%)		24,2%
Total		
Cubagem média por palete de <i>picking</i> (m ³)	1,18	$(100\% - 24,2\% - 17,2\%) \times 1,18 + 24,2\% \times (1 + 6,0\%) \times 1,18 + 17,2\% \times (1 + 2,6\%) \times 1,18 = 1,20$
Cubagem média por palete expedida (m ³)	1,12	$13,5\% \times 0,75 + 18,4\% \times 1,14 + 68,1\% \times 1,20 = 1,13$
% Ocupação em altura	57,7%	58,2%
% Ocupação ao solo	84,0%	84,0%
% Ocupação volumétrica	48,5%	48,9%
Aumento (%)		$\frac{(48,9\% - 48,5\%)}{48,5\%} = 0,8\%$

[§] Obtido com base no teste piloto

APÊNDICE IV – ESTIMATIVA DO POTENCIAL BENEFÍCIO, EM EUROS, DA ESTRATÉGIA 1

Cenário proposto – PBS+PBL	Sem alteração dos limites	Com alteração dos limites
Redução no número de paletes (%)	-	$\frac{2,2\% \times 2.287 + 3,2\% \times 2.228}{4.515} = 2,7\%$
Espaço de entreposto		
Custo (€)	$(3,1 \times 2.287 + 7,2 \times 2.228) \times 3,5 \times 12 = 971.515 \text{ €/ano}$	$(3,1 \times 2.287 \times (1 - 2,2\%) + 7,2 \times 2.228 \times (1 - 3,2\%)) \times 3,5 \times 12 = 943.404 \text{ €/ano}$
Mão-de-obra (carga dos camiões)		
Custo (€)	$0,97 \times 4.515 \times \frac{7 \text{ dias}}{60 \text{ minutos}} \times 8,0 \times 52 \text{ semanas} = 212.554 \text{ €/ano}$	$0,97 \times 4.515 \times (1 - 2,7\%) \times \frac{7 \text{ dias}}{60 \text{ minutos}} \times 8,0 \times 52 \text{ semanas} = 206.815 \text{ €/ano}$
Transporte		
Custo (€)	$4.515 \times 7,4 \times 363 = 12.128.193 \text{ €/ano}$	$4.515 \times (1 - 2,7\%) \times 7,4 \times 363 = 11.800.732 \text{ €/ano}$
Espaço de retaguarda de loja		
Custo (€)	$4.515 \times 2,0 \times 4,2 \times 12 = 455.112 \text{ €/ano}$	$4.515 \times (1 - 2,7\%) \times 2,0 \times 4,2 \times 12 = 442.824 \text{ €/ano}$
Mão-de-obra (descarga dos camiões)		
Custo (€)	$0,67 \times 4.515 \times \frac{7 \text{ dias}}{60 \text{ minutos}} \times 8,0 \times 52 \text{ semanas} = 146.816 \text{ €/ano}$	$0,67 \times 4.515 \times (1 - 2,7\%) \times \frac{7 \text{ dias}}{60 \text{ minutos}} \times 8,0 \times 52 \text{ semanas} = 142.852 \text{ €/ano}$
Total (€)	13.914.190 €/ano	13.536.627 €/ano
Benefício estimado	13.914.190 – 13.536.627 = 377.563 €/ano	

Pressupostos utilizados para o cálculo:

Número de paletes de *picking* expedidas por dia no PBS = 2.287 paletes/dia

Número de paletes de *picking* expedidas por dia no PBL = 2.228 paletes/dia

Custo de transporte por paleta = 7,4 €/paleta

Espaço ocupado no entreposto PBS por paleta = 3,1 m²/paleta

Espaço ocupado no entreposto PBL por paleta = 7,2 m²/paleta

Custo de renda mensal de espaço no entreposto = 3,5 €/m²/mês

Espaço ocupado na loja por paleta = 2,0 m²/paleta

Custo de renda mensal de espaço na retaguarda de loja = 4,2 €/m²/mês

Custo por hora-homem = 8,0 €/h-h

Tempo de carga por paleta = $32/33 = 0,97$ minutos/paleta⁶

Tempo de descarga por paleta = $22/33 = 0,67$ minutos/paleta

⁶ Tempo de carga e descarga atuais encontram-se mencionados no subcapítulo 4.2.2.

APÊNDICE V – QUADRO DE INDICADORES PARA MONITORIZAR OS RESULTADOS DA ESTRATÉGIA

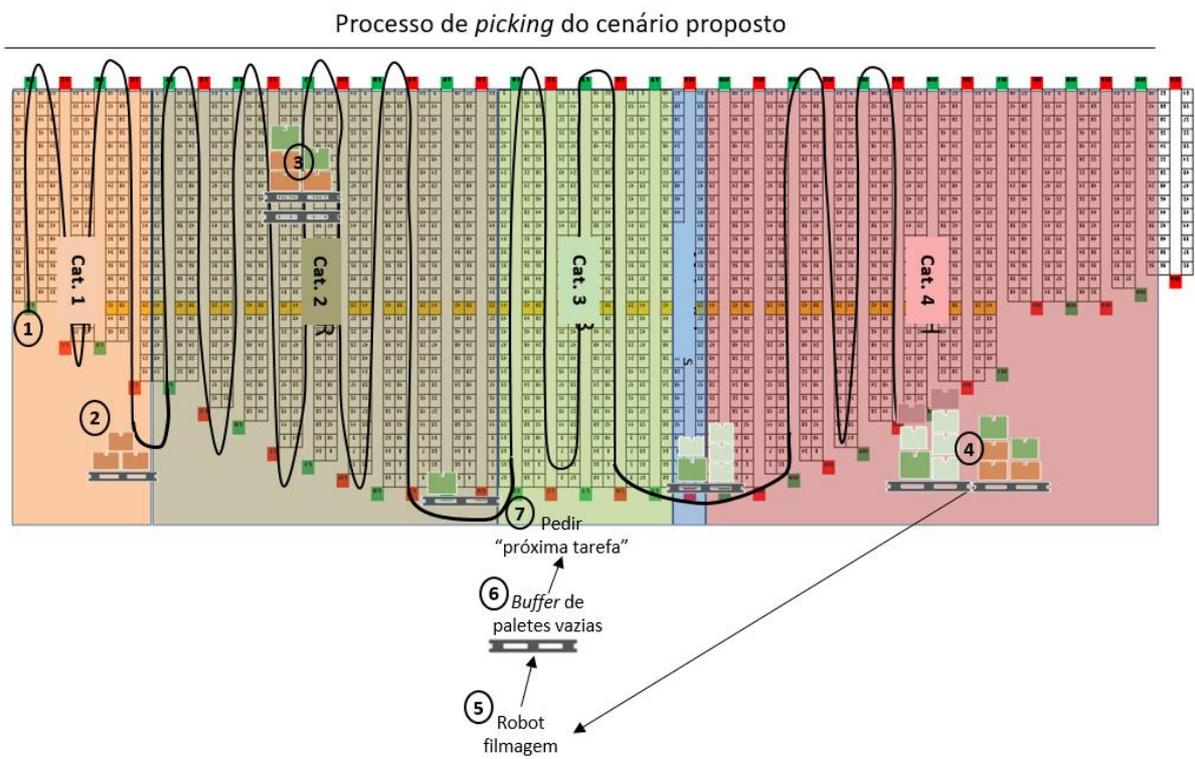
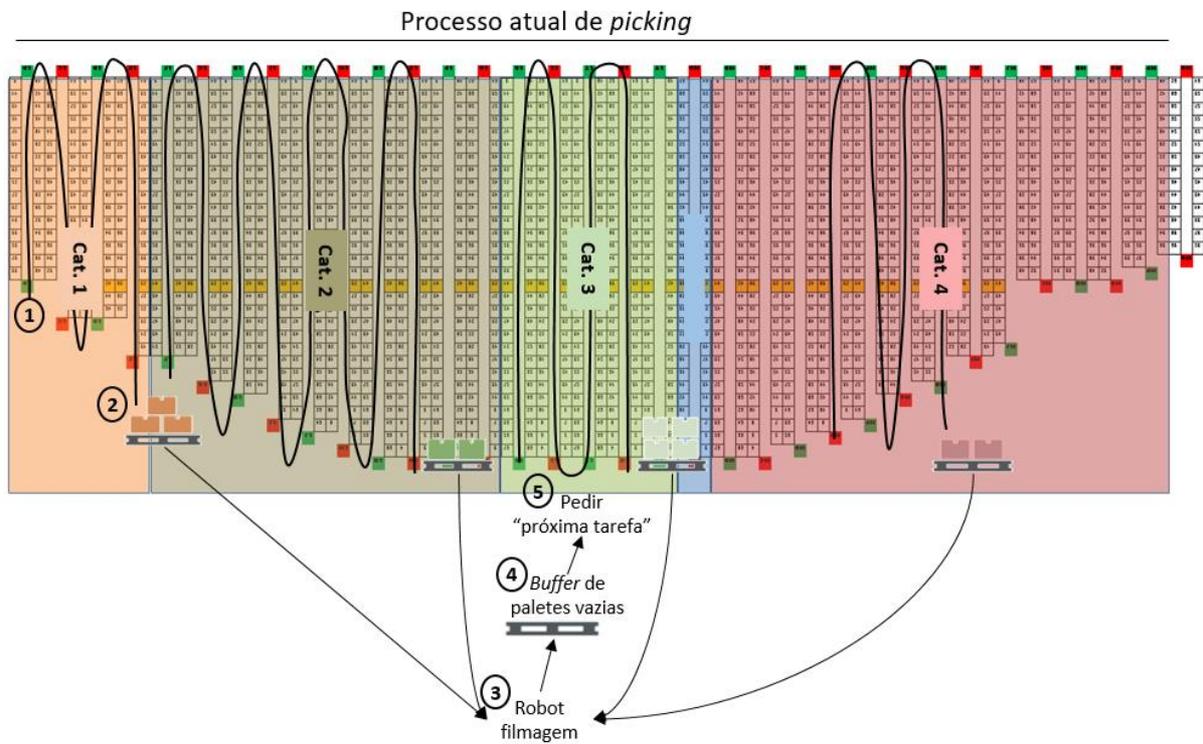
1



APÊNDICE VI – DESCRIÇÃO DOS DIFERENTES INDICADORES MONITORIZADOS

Nº	Indicador	Descrição
1	Taxa de ocupação volumétrica	É a multiplicação entre o indicador 2 e 3.
2	% Ocupação em altura	É a razão entre o indicador 2a e a cubicagem útil do camião.
3	% Ocupação ao solo	Indicador monitorizado atualmente pelo departamento dos transportes. Não foi objeto de estudo deste projeto.
2a	Volume médio por palete	É a razão entre o volume (m ³) encomendado pelas lojas e o número de paletes.
2b	Redução no número de paletes de <i>picking</i>	O número de paletes sem e com alteração é calculado com base na cubicagem e peso encomendados pela loja por dia e categoria, e nos respetivos limites. A redução provocada pela revisão dos limites reflete-se neste indicador.
2c	Número de registos de incidentes nas lojas	Mede o número de incidentes registados pelas lojas por altura excessiva da palete ou má qualidade da estiva.
2aa	Volume médio por palete de <i>picking</i>	Mede o volume médio por palete de <i>picking</i> , euro e meia palete. A revisão dos limites reflete-se neste indicador.
2ab	% Paletes por unidade de movimentação	Mede o número de paletes por unidade de movimentação. Indicador meramente informativo que explica o comportamento do indicador 2a.

APÊNDICE VII – REPRESENTAÇÃO DO PROCESSO DE *PICKING* ATUAL E PROPOSTO NA ESTRATÉGIA 2



APÊNDICE VIII – CÁLCULO DO PESO MÉDIO POR PALETE PARA OS CBD RESULTANTE DA ESTRATÉGIA 2

Fluxo	Peso sem consolidação (kg/paleta) ⁷	Representatividade sem consolidação (%)	Peso com consolidação (kg/paleta)	Representatividade com consolidação (%)
PBS	456	60,0%	?	56,1%
PBL	369	40,0%	369	43,9%
Total	416	100,0%	464	100%

1. Cálculo da representatividade com consolidação

Fluxo	Número de paletes (<i>picking</i> e completas) sem consolidação	Número de paletes (<i>picking</i> e completas) com consolidação
PBS	558	475
PBL	372	372
Total	930	930 – 83 = 847

Sabendo que as paletes de *picking* PBS para as lojas CBD representam 41,3% do total de paletes expedidas de CBD e que, com a estratégia 2, se reduzem 21,6% dessas paletes:

$$\text{Redução do número de paletes} = 41,3\% \times 930 \times 21,6\% = 83 \text{ paletes/dia}$$

2. Cálculo do novo peso médio por paleta

Sabendo que, como resultado do teste piloto da estratégia 2, o peso médio por paleta de *picking* de PBS para as lojas CBD aumentou 28,0%:

$$\text{Peso médio total} = 41,3\% \times 416 \times (1 + 28\%) + 416 \times 58,7\% = \mathbf{464 \text{ kg/paleta}}$$

$$\text{Peso médio por paleta PBS} = \mathbf{538 \text{ kg/paleta}}$$

3. Cálculo de redução no número de paletes tendo em conta as restrições das lojas

Considerando que 18 lojas do total de CBD (93) têm restrições no peso do camião, com limite entre 338-425 kg/paleta, tem-se uma redução no número de paletes por ano de:

$$83 \times 80,6\% \times 363 = 24.284 \text{ paletes/ano}$$

⁷ Dados obtidos da Tabela 6.

APÊNDICE IX – IMPACTO DA ESTRATÉGIA 2 NA TAXA DE OCUPAÇÃO VOLUMÉTRICA

Cenário proposto – PBS	Sem consolidação	Com consolidação
Aumento verificado na cubagem média por palete (%) [§]		27,6%
Peso das paletes de <i>picking</i> de PBS CBD (sem lojas com restrições) no total de <i>picking</i> (%)		4,7%
Total		
Cubagem média por palete de <i>picking</i> (m ³)	1,18	$95,3\% \times 1,18 + 4,7\% \times (1 + 27,6\%) \times 1,18 = 1,20$
Cubagem média por palete expedida (m ³)	1,12	$13,5\% \times 0,75 + 18,4\% \times 1,14 + 68,1\% \times 1,20 = 1,13$
% Ocupação em altura	57,7%	58,2%
% Ocupação ao solo	84,0%	84,0%
% Ocupação volumétrica	48,5%	48,9%
Aumento (%)		$\frac{(48,9\% - 48,5\%)}{48,5\%} = 0,8\%$

[§] Obtido com base no teste piloto.

APÊNDICE X – ESTIMATIVA DO POTENCIAL BENEFÍCIO, EM EUROS, DA ESTRATÉGIA 2

Cenário proposto – PBS	Sem consolidação	Com consolidação
Redução no número de paletes de <i>picking</i> total (%)	-	$\frac{21,6\% \times 384 \times 80,6\%}{4.515} = 1,5\%$
Espaço de entreposto		
Custo (€)	$3,1 \times 384 \times 3,5 \times 12 = 49.997 \text{ €/ano}$	$(384 \times (1 - 21,6\%) \times 80,6\% + 384 \times 19,4\%) \times 3,1 \times 3,5 \times 12 = 41.293 \text{ €/ano}$
Mão-de-obra (carga dos camiões)		
Custo (€)	$0,97 \times 384 \times \frac{7 \text{ dias}}{60 \text{ minutos}} \times 8,0 \times 52 \text{ semanas} = 18.078 \text{ €/ano}$	$(384 \times (1 - 21,6\%) \times 80,6\% + 384 \times 19,4\%) \times 0,97 \times \frac{7 \text{ dias}}{60 \text{ minutos}} \times 8,0 \times 52 \text{ semanas} = 14.930 \text{ €/ano}$
Transporte		
Custo (€)	$384 \times 7,4 \times 363 = 1.031.501 \text{ €/ano}$	$(384 \times (1 - 21,6\%) \times 80,6\% + 384 \times 19,4\%) \times 7,4 \times 363 = 851.921 \text{ €/ano}$
Espaço de retaguarda de loja		
Custo (€)	$384 \times 2,0 \times 4,2 \times 12 = 38.707 \text{ €/ano}$	$(384 \times (1 - 21,6\%) \times 80,6\% + 384 \times 19,4\%) \times 2,0 \times 4,2 \times 12 = 31.968 \text{ €/ano}$
Mão-de-obra (descarga dos camiões)		
Custo (€)	$0,67 \times 384 \times \frac{7 \text{ dias}}{60 \text{ minutos}} \times 8,0 \times 52 \text{ semanas} = 12.487 \text{ €/ano}$	$(384 \times (1 - 21,6\%) \times 80,6\% + 384 \times 19,4\%) \times 0,67 \times \frac{7 \text{ dias}}{60 \text{ minutos}} \times 8,0 \times 52 \text{ semanas} = 10.313 \text{ €/ano}$
Total (€)	1.150.770 €/ano	950.425 €/ano
Benefício estimado	1.150.770 – 950.425 = 200.345 €/ano	

Pressupostos utilizados para o cálculo:

Número de paletes de *picking* expedidas por dia = 4515 paletes/dia

Número de paletes de *picking* PBS CBD expedidas por dia = 384 paletes/dia

Existem 18 lojas CBD com restrições de peso na galera (19,4% do total de lojas CBD).

Custo de transporte por paleta = 7,4 €/paleta

Espaço ocupado no entreposto PBS por paleta = 3,1 m²/paleta

Custo de renda mensal de espaço no entreposto = 3,5 €/m²/mês

Espaço ocupado na loja por paleta = 2,0 m²/paleta

Custo de renda mensal de espaço na retaguarda de loja = 4,2 €/m²/mês

Custo por hora-homem = 8,0 €/h-h

Tempo de carga por paleta = $32/33 = 0,97$ minutos/paleta⁹

Tempo de descarga por paleta = $22/33 = 0,67$ minutos/paleta

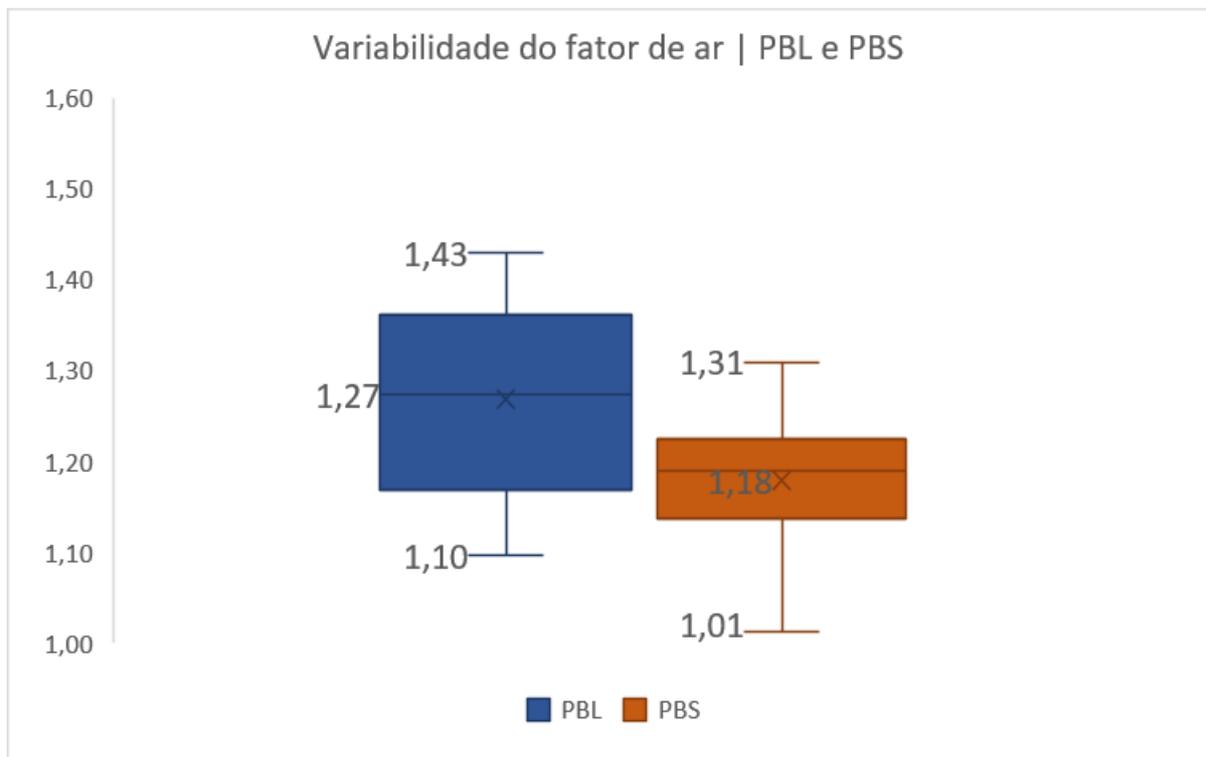
⁹ Tempo de carga e descarga atuais encontram-se mencionados no subcapítulo 4.2.2.

APÊNDICE XI – ANÁLISE DE *BENCHMARKING* AOS EQUIPAMENTOS

Retalhista	Equipamento	Exemplos
Jerónimo Martins	Usam paletes e <i>combis</i> .	
Lidl	Usam paletes e <i>combis</i> só para os congelados.	
Minipreço	Usam <i>combis</i> .	
Auchan	Usa camiões com duplo <i>deck</i> .	
Intermarché	Usa paletes de plástico e colares de metal.	
Luís Simões	Tem estruturas metálicas desmontáveis que permitem sobrepor paletes com altura baixa dentro dos camiões. São utilizadas para o transporte entre centros de distribuição.	
Tesco (UK)	Usa <i>combis</i> e camiões com duplo <i>deck</i> .	 

APÊNDICE XII – RESULTADO DA PRIMEIRA MEDIÇÃO DAS ALTURAS REAIS PARA TESTE DA ESTRATÉGIA 3A

Fluxo	Número de paletes medidas	Cubicagem média teórica (m³)	Altura real média (m)	Fator de ar médio
PBL	16	1,29	1,85	1,27
PBS	29	1,35	1,81	1,18



APÊNDICE XIII – FATOR MÉDIO DE AR CONSIDERADO PARA ESTRATÉGIAS 4A E 4B

Categoria	Fator de ar médio	Desvio padrão (σ)	Fator de ar médio (para garantir 95% das paletes)
PBL - Leves	1,24	0,12	1,48
PBL - Mercearia	1,27	0,13	1,39
PBL - DPH&PET	1,30	0,17	1,64
PBL - Bebidas	1,34	0,14	1,62
PBL - Leite&Ovo	1,39	0,16	1,71
PBS - DPH	1,20	0,07	1,34
PBS - Mercearia	1,19	0,1	1,39
PBS - Bebidas	1,20	0,13	1,46
PBS - <i>Petcare</i>	1,12	0,08	1,28

APÊNDICE XIV – ESTIMATIVA DO POTENCIAL BENEFÍCIO, EM EUROS, DA ESTRATÉGIA 4B

	Cenário atual	Cenário proposto
Número de paletes expedidas por semana	$431 \times 6 = 2.586$	
Número de paletes por semana em duplo <i>deck</i>		$2.586 - 396 = 2.190$
Número de paletes por semana sem duplo <i>deck</i>		$66 \times 6 = 396$
Equipamentos (Azambuja)		
Custo (€)		$\frac{19.000}{7,5} = 2.533 \text{ €/ano}$
Mão-de-obra (carga dos camiões)		
Custo (€)	$0,97 \times 2.586 \times \frac{52 \text{ semanas}}{60 \text{ minutos}} \times 8,0 = 17.392 \text{ €/ano}$	$\frac{(0,97 \times 2.190 + 1,33 \times 396)}{2.586} \times 2.586 \times \frac{52 \text{ semanas}}{60 \text{ minutos}} \times 8,0 = 18.380 \text{ €/ano}$
Transporte		
Custo (€)	$33 \times \frac{2.586}{33} \times 52 \times 10,0 = 1.344.720 \text{ €/ano}$	$66 \times \frac{396}{66} \times 52 \times 5,1 + 33 \times \frac{2.190}{33} \times 52 \times 10,0 = 1.243.819 \text{ €/ano}$
Equipamentos (Plataforma Guia)		
Custo (€)		$\frac{19.000}{7,5} = 2.533 \text{ €/ano}$
Mão-de-obra (descarga dos camiões)		
Custo (€)	$0,67 \times 2.586 \times \frac{52 \text{ semanas}}{60 \text{ minutos}} \times 8,0 = 12.013 \text{ €/ano}$	$\frac{(0,67 \times 2.190 + 1,09 \times 396)}{2.586} \times 2.586 \times \frac{52 \text{ semanas}}{60 \text{ minutos}} \times 8,0 = 13.166 \text{ €/ano}$
Total (€)	1.374.125 €/ano	1.280.431 €/ano
Benefício estimado	$1.374.125 - 1.280.431 = 93.694 \text{ €/ano}$	

Pressupostos utilizados para o cálculo:

Número de paletes expedidas por dia para a Guia = 484 paletes/dia

A Guia é abastecida pela Azambuja 6 dias por semana.

Custo de equipamento de elevação = 19.000 €, com amortização a 7,5 anos

Tempo de carga por paleta no cenário atual = 0,97 min/paleta¹⁰

Tempo de descarga por paleta no cenário atual = 0,67 min/paleta

Tempo de carga por paleta com duplo *deck* = 1,33 min/paleta¹¹

Tempo de descarga por paleta sem duplo *deck* = 1,09 min/paleta

Custo de transporte por paleta e por viagem no cenário atual = 10,0 €/paleta/viagem¹²

Custo de transporte por paleta e por viagem com duplo *deck* = 5,1 €/paleta/viagem

Custo por hora-homem = 8,0 €/h-h

¹⁰ Tempo de carga e descarga atuais encontram-se mencionados no subcapítulo 4.2.2.

¹¹ Tempo de carga e descarga com duplo *deck* foram obtidos no âmbito de teste piloto da estratégia 3a.

¹² Os custos de transporte no cenário atual e com duplo *deck* têm em conta o custo fixo mensal de 2000 €/mês e 2160 €/mês, respetivamente, e o custo variável.