

COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA OPERAÇÃO LOGÍSTICA

PAULO MIGUEL LOPES FERNANDES

outubro de 2022

COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA OPERAÇÃO LOGÍSTICA

Paulo Miguel Lopes Fernandes

1170850

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO OPERAÇÃO LOGÍSTICA A NIVEL NACIONAL

Paulo Miguel Lopes Fernandes

1170850

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Professor Doutor António José Galvão Ramos.

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

Professora Doutora Maria Teresa Ribeiro Pereira

Professora Coordenadora, Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Professor Doutor António José Galvão Ramos

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Professora Doutora Elsa Marília Silva

Professora Auxiliar, Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer à minha família e amigos pelo apoio demonstrado durante todo o período de realização do estágio.

Gostaria de agradecer também, de um modo geral, a todos os que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste relatório.

Um agradecimento também aos Engenheiros João Rodrigues, Pedro Lima e Sr. Freitas da SKK por todo o apoio e ajuda demonstrado ao longo do estágio.

Um especial agradecimento ao meu supervisor na empresa Engenheiro David Ferreira e à Professora Doutora Marisa Oliveira pela disponibilidade demonstrada para me ajudar. E um agradecimento ao Professor Doutor António Galvão Ramos.

Por último, um agradecimento a todos os colaboradores envolventes e à SKK pelo bom ambiente de trabalho demonstrado no decorrer do estágio e por me terem proporcionado esta oportunidade para ganhar experiência e enriquecer o meu conhecimento.

PALAVRAS-CHAVE

Transporte, *transshipment*, distribuição, otimização, custos.

RESUMO

Na atualidade, não só o mercado está a tornar-se cada vez mais desenvolvido e consequentemente mais exigente e competitivo, como também, os consumidores têm à sua disposição muita mais informação. Isto requer da parte das empresas, a necessidade de reduzir custos e desperdícios de forma a possuírem preços competitivos, sendo um desses custos, os transportes, uma vez que uma boa gestão de transportes/distribuição pode levar a um aumento das margens de lucro.

O presente trabalho foi desenvolvido na empresa Skk - Central de Distribuição Para Refrigeração e Climatização, S.A, em Matosinhos. Teve como principal objetivo sugerir/implementar método ou ferramenta que permita otimizar a distribuição de material dos fornecedores para os três armazéns (Porto, Lisboa e Coimbra), bem como a distribuição do material entre os mesmos.

Desta forma, foram apresentadas duas propostas de melhoria, uma formação com o objetivo de conhecer todas as funcionalidades do *software* usado e o desenvolvimento de um modelo matemático de modo a otimizar a distribuição do material dos fornecedores para os armazéns, tendo em consideração as diferentes características de todas as entidades envolvidas.

Com a formação, foi possível perceber que o *software* utilizado pela empresa tem bastantes limitações e, portanto, a melhor solução encontrada foi a sua substituição.

Quanto ao modelo, desenvolvido no programa CPLEX, obtiveram-se como resultados para os artigos estudados, que 71% das necessidades foram satisfeitas diretamente através dos fornecedores, 23% via *transshipment* pelo armazém do Porto, 5% via *transshipment* pelo armazém de Lisboa e 1% via *transshipment* pelo armazém de Coimbra.

KEYWORDS

Transport, transshipment, distribution, optimization, costs.

ABSTRACT

Currently, not only is the market becoming increasingly more developed and consequently more demanding and competitive, but also consumers have at their disposal much more information. This requires companies the need to reduce costs and waste to have competitive prices, and one of these costs being transport, since a good transport/distribution management can lead to an increase in profit margins.

The present work was developed at the company Skk - Central de Distribuição Para Refrigeração e Climatização, S.A, in Matosinhos. It's main objective was to suggest/implement a method or a tool that allows optimizing the distribution of material from suppliers to the three warehouses (Porto, Lisboa and Coimbra), as well the distribution of material between them.

In this way, two improvement proposals were made, a training course with the objective of knowing all the features of the software used and the development of a mathematical model in order to optimize the distribution of material from the suppliers to the warehouses, taking into consideration the different characteristics of all the surrounding entities.

With the training course, it was possible to understand that the software used by the company has many limitations and, therefore, the best solution found was to replace it.

Regarding the model, developed in the CPLEX program, the results for the items studied were that 71% of the needs were fulfilled directly through suppliers, 23% via transshipment by the warehouse in Porto, 5% via transshipment by the warehouse in Lisboa and 1% via transshipment by the warehouse in Coimbra.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
-----	----------------------------------

LIP	<i>Location Inventory Problem</i>
-----	-----------------------------------

GLOSSÁRIO DE TERMOS

KPI	Indicadores para avaliação do desempenho de um processo, organização, entre outros.
Standard Work	Metodologia <i>Lean</i> que padroniza uma tarefa.
Procurement	Conjunto de processos para o aprovisionamento.
Stock	Estrangeirismo referente a inventário.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Sede da empresa em Matosinhos	4
Figura 2 - Espiral do ciclo <i>Action Research</i> (adaptado de (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009))	5
Figura 3- Trinómio das dimensões da Logística (Fonte: (Carvalho, 2017)).....	9
Figura 4 - Representação do <i>transshipment problem</i> (Lee, Jung, & Jeon, 2007)	14
Figura 5 - Exemplificação do modelo de revisão periódica (Fonte: (Carvalho, 2017))	19
Figura 6 - Exemplificação do modelo de revisão periódica (Fonte: (Carvalho, 2017))	20
Figura 7 - Organograma representativo da SKK	23
Figura 8 - Faturação da SKK nos últimos cinco anos.....	24
Figura 9 - Fluxograma do processo de análise de <i>stock</i>	26
Figura 10 - Fluxograma dos processos relacionados com a encomenda	27
Figura 11 - Fluxograma do processo de receção de material.....	30
Figura 12 - Fluxograma do processo de expedição	31
Figura 13 - Artigos de classe A armazém de Coimbra	39
Figura 14 - Artigos de classe A armazém de Lisboa	39
Figura 15 - Regressão linear da relação preço/peso entre Porto e Coimbra	41
Figura 16 - Regressão linear da relação preço/peso entre Porto e Lisboa	41
Figura 17 - Regressão linear da relação preço/peso entre Lisboa e Coimbra	42
Figura 18 – Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de janeiro.....	43
Figura 19 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de fevereiro	44
Figura 20 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de março.....	45
Figura 21 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de abril.....	46
Figura 22 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de maio.....	47
Figura 23 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de junho	48
Figura 24 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de julho.....	49
Figura 25 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de agosto	50
Figura 26 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de setembro	51
Figura 27 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de outubro.....	52

Figura 28 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de novembro	53
Figura 29 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de dezembro	54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Simbologia do fluxograma, adaptado de Hebb (2012).....	11
Tabela 2 - Modelos de planeamento estratégico.....	15
Tabela 3 - Modelos de planeamento tático	16
Tabela 4 – Modelos de planeamento operacional.....	17
Tabela 5 - Transportadoras usadas para transportes nacionais	28
Tabela 6 - Transportadoras usadas para transportes internacionais.....	29
Tabela 7 - Identificação de problemas.....	32
Tabela 8 - Problemas apresentados na formação.....	34
Tabela 9 – Resumo da distribuição do material no mês de janeiro.....	44
Tabela 10 - Resumo da distribuição do material no mês de fevereiro	45
Tabela 11 - Resumo da distribuição do material no mês de março	46
Tabela 12 - Resumo da distribuição do material no mês de abril.....	47
Tabela 13 - Resumo da distribuição do material no mês de maio.....	48
Tabela 14 - Resumo da distribuição do material no mês de junho	49
Tabela 16 - Resumo da distribuição do material no mês de agosto	51
Tabela 17 - Resumo da distribuição do material no mês de setembro	52
Tabela 18 - Resumo da distribuição do material no mês de outubro	53
Tabela 19 - Resumo da distribuição do material no mês de novembro	54
Tabela 20 - Resumo da distribuição do material no mês de dezembro	55
Tabela 21 - Resumo da distribuição do material no ano 2021.....	56
Tabela 24 - Formulação das variáveis em CPLEX.....	80
Tabela 26 - Formulação das restrições em CPLEX.....	80

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Contextualização do trabalho	3
1.2	Local e período de estágio	4
1.3	Objetivos	4
1.4	Metodologia científica	5
1.5	Estrutura da dissertação	6
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1	Logística e Cadeia de Abastecimento.....	9
2.2	Ferramentas de otimização e avaliação.....	10
2.2.1	Standard Work	10
2.2.2	Mapeamento de Processos	11
2.2.3	Fluxograma	11
2.2.4	KPI.....	12
2.2.5	Análise ABC.....	12
2.3	Transportation Problem	13
2.3.1	Transshipment Problem	13
2.3.1.1	Modelos de planeamento estratégico.....	15
2.3.1.2	Modelos de planeamento tático.....	16
2.3.1.3	Modelos de planeamento operacional.....	17
2.4	Location Inventory Problem.....	17
2.5	Modelos para gestão de aprovisionamento	19
2.5.1	Modelo de revisão periódica.....	19
2.5.2	Modelo de revisão contínua.....	20

3	DESENVOLVIMENTO	23
3.1	Caracterização da empresa	23
3.2	Caracterização dos processos	24
3.2.1	Análise do material.....	25
3.2.2	Encomenda.....	26
3.2.3	Transporte	28
3.2.4	Receção de material	29
3.2.5	Expedição	30
3.3	Identificação de problemas.....	32
3.3.1	Método de distribuição para os armazéns.....	33
3.3.2	Falta de acompanhamento/ monitorização	33
3.3.3	Falta de conhecimento do software Primavera	34
3.4	Propostas de melhoria	34
3.4.1	Formação.....	34
3.4.2	Modelo matemático	35
3.4.2.1	Caracterização do problema	36
3.4.2.2	Criação do modelo	36
3.4.2.3	Análise Crítica do modelo	38
3.5	Recolha e tratamento de dados.....	38
3.5.1	Artigos	38
3.5.2	Necessidades e capacidades	40
3.5.3	Custos de transporte	40
3.6	Resultados Computacionais	43
3.6.1	Análise Crítica dos resultados.....	55
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	59
4.1	Conclusões	59
4.2	Propostas de trabalhos futuros.....	60

5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	63
6	ANEXOS.....	71
6.1	Anexo1 – Localizações dos armazéns	71
6.2	Anexo2 – Peso Artigos.....	72
6.3	Anexo3 – Necessidades dos armazéns.....	73
6.4	Anexo4 – Capacidade de armazenamento dos três armazéns	76
6.5	Anexo5- Custos de transporte unitário de cada artigo	77
6.6	Anexo6 – Implementação do modelo no solver CPLEX	79

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do trabalho

1.2 Local e período de estágio

1.3 Objetivos

1.4 Metodologia científica

1.5 Estrutura da dissertação

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é introduzido o tema da dissertação a realizar, assim como a sua contextualização e os objetivos pretendidos. É também descrita a metodologia de investigação utilizada, a forma como o relatório se encontra estruturado e uma breve introdução à empresa onde o estágio foi realizado.

1.1 Contextualização do trabalho

De forma às organizações se manterem competitivas, é essencial uma constante adaptação e melhoramento dos processos que criam valor (John & Wallenburg, 2021). Segundo (Dias, Ferreira, Gonçalves, Silva, & Ares, 2019), na atualidade, para além das organizações enfrentarem uma elevada competitividade por parte de outras, também se debatem com as expectativas por parte dos compradores. Isto leva às empresas a seguirem uma filosofia de constante mudança, uma vez que não fazer nada deixa de ser uma solução (Gadde & Jonsson, 2019).

O presente trabalho foi realizado no âmbito da unidade curricular de Dissertação/Projeto/Estágio, lecionada no 2º semestre do 2º ano do Mestrado em Engenharia Mecânica, na área de Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto sob a orientação do Professor Doutor António José Galvão Ramos. Foi realizado em contexto industrial na empresa Skk - Central de Distribuição Para Refrigeração e Climatização, S.A, entre 6 de outubro de 2021 e 5 julho de 2022.

Esta oportunidade surgiu, uma vez que para além de ser uma empresa constantemente focada na melhoria contínua dos seus processos para uma melhor resposta aos clientes, é também uma empresa em fase de expansão com aberturas recentes de lojas em Coimbra e Lisboa, necessitando assim de uma standardização e melhoramento de processos.

1.2 Local e período de estágio

A SKK, criada em 1998 com sede em Matosinhos e lojas em Coimbra e Lisboa, consiste na seleção e distribuição de equipamentos e componentes de sistemas de frio e ar condicionado.

De forma a garantir a satisfação do cliente, a SKK possui uma equipa de engenharia competente e com mais de 19 anos, fornecendo também equipamentos de marcas líderes mundiais com elevada fiabilidade, solidez e eficiência energética.

A responsabilidade ambiental e social em todas as decisões, juntamente com uma mentalidade de inovação e a procura de projetos com associações e universidades, são uns dos vários fatores que destacam a SKK dos restantes.

O trabalho vai ser realizado na sede da empresa, em Matosinhos, mais especificamente Guifões, apresentada na Figura 1, de 6 de outubro de 2021 a 5 julho de 2022.



Figura 1 - Sede da empresa em Matosinhos

1.3 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é sugerir/implementar método ou ferramenta que permita otimizar a distribuição de material dos fornecedores para os três armazéns (Porto, Lisboa e Coimbra), bem como a distribuição do material entre os mesmos.

Com isto, pretende-se também alcançar:

- Mapeamento de todas as funções e tarefas administrativas existentes no armazém e *backoffice*;

- Identificar oportunidades de melhoria que rentabilizem o tempo, as tarefas e os próprios processos.

1.4 Metodologia científica

A metodologia de suporte para o desenvolvimento deste trabalho foi a metodologia *Action-Research*. Esta metodologia é a combinação do conhecimento organizacional e científico com o pressuposto de resolver os problemas, tendo em conta que todas as decisões passam por constantes evoluções e a atividade cíclica tem início sempre que o resultado não é o desejado (Banegas & Villacanãs de Castro, 2019).

Segundo (Chalmers, 2013), permite que todas as pessoas envolvidas no problema em estudo possam ajudar na procura de soluções.

Esta metodologia proporciona uma perspetiva única sobre a dinâmica e problemas dentro de uma organização, uma vez que é realizada no interior desse sistema vivo (Coghlan, Shani, & Roth, 2016).

A metodologia *Action Research* pode ser representada em quatro fases, diagnosticar, planejar, implementar ações e avaliar, em forma espiral como ilustrado na Figura 2 (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

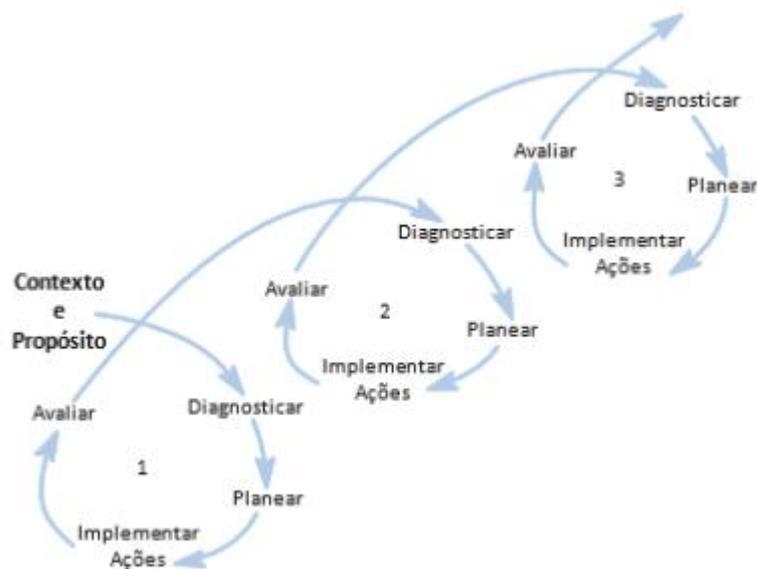


Figura 2 - Espiral do ciclo *Action Research* (adaptado de (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009))

1.5 Estrutura da dissertação

O presente trabalho encontra-se dividido em quatro capítulos.

No primeiro capítulo, Introdução, é feito um enquadramento do trabalho realizado, descrevendo o motivo para a realização do mesmo, os objetivos que se pretende alcançar, a apresentação da empresa acolhedora, a metodologia de investigação utilizada e por fim a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo, Revisão Bibliográfica, são abordados os suportes teóricos necessários para uma melhor compreensão do tema.

No terceiro capítulo, está apresentado o desenvolvimento do trabalho realizado, isto é, a descrição detalhada de todos os processos, a identificação dos devidos problemas e as propostas de melhoria apresentadas e implementadas, com mais detalhe para a criação do modelo matemático, a recolha e o tratamento dos devidos dados, apresentação dos resultados e a sua análise.

No quarto capítulo, é feita uma alusão às considerações finais, trabalhos futuros e competências adquiridas durante o período de estágio.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Logística e Cadeia de Abastecimento

2.2 Ferramentas de Otimização e Avaliação

2.3 Transportation Problem

2.4 Location Inventory Problem

2.5 Modelos para gestão de provisionamento

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo está apresentado uma revisão bibliográfica relativa aos assuntos teóricos que servirão de base para o desenvolvimento do trabalho. Com recurso a artigos científicos e livros abordou-se temas como logística e cadeia de abastecimento, ferramentas que permitam otimizar e avaliar processos, o *transportation* e *transshipment problems*, o *Location Inventory Problem* e modelos para a gestão de aprovisionamento.

2.1 Logística e Cadeia de Abastecimento

O conceito de logística foi inicialmente associado à área militar, mais concretamente à gestão do transporte de equipamentos de combate e médicos, veículos, tropas, entre outros (Islam, Meier, Aditjandra, Zunder, & Patee, 2013). Apesar de na altura a logística ainda não ser vista como um ponto fulcral no sucesso de uma empresa, o seu uso em contexto militar ajudou a impulsionar a sua evolução e desenvolvimento para uma futura aplicação no meio empresarial (Carvalho, 2017).

De acordo com (Mangan & Lalwani, 2016), a logística é um processo estratégico que consiste no planeamento, implementação e controlo dos diferentes fluxos de informação e materiais desde o início da produção até à entrega ao cliente. Pode-se então dizer que é responsável pelo produto certo, no local certo, no tempo certo e em boas condições (Bhandari, 2014).

As dimensões centrais da logística, representadas na Figura 3 são o custo, o tempo e qualidade do serviço.

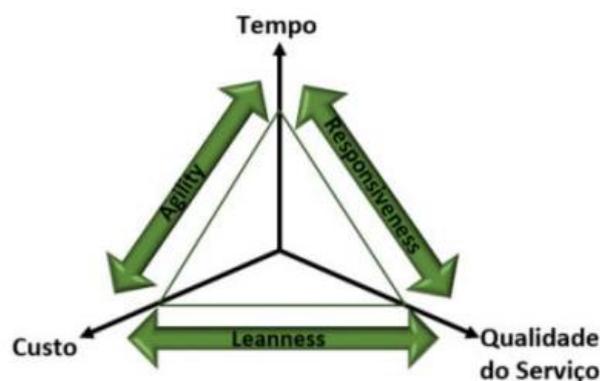


Figura 3- Trinómio das dimensões da Logística (Fonte: (Carvalho, 2017))

Uma boa combinação entre tempo e qualidade de serviço cria a variável capacidade de resposta, uma boa combinação entre tempo e custo cria a variável agilidade e uma boa combinação entre custo e qualidade de serviço cria a variável leveza (Carvalho, 2017).

Uma vez que o serviço ao cliente e a sua satisfação é cada vez mais importante para o sucesso de uma empresa, a logística e a cadeia de abastecimento têm-se tornado fundamentais para a produção, armazenamento e movimentação de materiais e produtos (Pereira, Sousa, Ferreira, Sá, & Silva, 2019).

A cadeia de abastecimento, constituída pelos fabricantes, fornecedores, transportadores, armazéns, entre outros (Chopra & Meindl, 2013) tem que ter como objetivo criar o máximo de lucro, para tal, tem de minimizar os custos associados a todo o processo (Gaudenzi & Christopher, 2016).

Segundo (Carvalho, 2017), para a cadeia de abastecimento ter sucesso é necessário saber gerir, integrar e organizar a rede de negócios com os seus colaboradores, com o objetivo de melhorar a eficiência dos processos e a rentabilidade, levando a uma posição competitiva mais forte.

O conceito de gestão da cadeia de abastecimento tem vindo a evoluir, incorporando agora aspetos de logística, operações, distribuição, entre outros (Parkhi, Joshi, Gupta, & Sharma, 2015).

2.2 Ferramentas de otimização e avaliação

Neste capítulo, vão ser apresentados alguns exemplos de ferramentas de otimização uma vez que têm como objetivo o melhoramento das organizações.

2.2.1 Standard Work

Standard Work (Normalização do trabalho) tem como objetivo normalizar as diferentes etapas de execução de um processo/atividade, de forma a ser assegurado que as mesmas sejam sempre realizadas de igual forma independentemente de quem as realiza (Antoniolli, Guariente, Pereira, Ferreira, & Silva, 2017).

Segundo (Sundar, Balaji, & Kumar, 2014), o *Standard Work* permite a diminuição do tempo de trabalho levando conseqüentemente, a um aumento da eficácia na utilização de recursos humanos, materiais e máquinas.

Para além das vantagens já mencionadas, (Oliveira, Sá, & Fernandes, 2017) refere-se a mais algumas:

- Redução da variabilidade tornando o trabalho mais estável e mensurável;
- Redução de custos devido a procedimentos ineficientes;

- Melhoria da qualidade uma vez que o trabalho vai ser realizado sempre da mesma maneira;
- Envolvimento do trabalhador.

Concluindo, o *Standard Work* é o método mais eficiente e seguro para efetuar o trabalho, garantindo o nível de qualidade (Martin & Bell, 2017).

2.2.2 Mapeamento de Processos

O mapeamento de processos tem como função auxiliar a análise do processo em questão, para uma mais fácil compreensão e conseqüentemente uma melhor aplicação de melhorias. Para tal, é necessário uma boa observação e um levantamento detalhado do processo (Azevedo, 2016).

Segundo (Barbrow & Hartline, 2015), o mapeamento de processos identifica as etapas e decisões tomadas no fluxo de uma atividade. Também tem em conta todo o fluxo de documentos, materiais e informações envolvidas.

2.2.3 Fluxograma

(Maiczuk & Júnior, 2013), afirma que o fluxograma é uma das principais ferramentas quando se pretende estudar um processo.

É a representação gráfica de um fluxo de informação, materiais e pessoas da sequência de etapas de um processo ou operação, com recurso a símbolos (Neyestani, 2017). Símbolos esses com os seus respetivos significados, como ilustrados na Tabela 1 segundo (Hebb, 2012).

Tabela 1 - Simbologia do fluxograma, adaptado de Hebb (2012)

Símbolo	Descrição
	<u>Terminal</u> : Representa o início ou o fim de um processo
	<u>Processo</u> : Representa a atividade de um processo
	<u>Decisão</u> : Representa uma questão no fluxo do processo. Normalmente a resposta a essa questão é Sim/Não
	<u>Linha de Fluxo</u> : Representa a direção do fluxo



Documento: Representa um documento criado durante uma etapa do processo

2.2.4 KPI

Os *KPIs* (*Key Performance Indicator*), são indicadores de desempenho, que como o próprio nome indica, permitem monitorizar o desempenho de equipamentos e processos, disponibilizando informações sobre a performance nas mais diversas indústrias (Lindberg, Tan, Yan, & Starfelt, 2015).

Segundo (Badwy, Abd El-Aziz, Idress, Hefny, & Hossam, 2016), os indicadores de desempenho são informação quantitativa que possibilita ganhar conhecimento e analisar as melhores formas de garantir sucesso e alcançar objetivos.

2.2.5 Análise ABC

A análise ABC, também conhecida como a regra 80/20 do método Pareto, é uma ferramenta usada para organizar o inventário com base no impacto da contribuição de cada artigo (MAGAR & Shinde, 2014).

Segundo (Iqbal & Malzahn, 2017), essa organização é feita nas seguintes classes:

- Classe A: Menor número de artigos, mas com valores mais elevados (15%-20% dos artigos totais);
- Classe B: Possui 30% a 35% dos artigos totais
- Classe C: Maior número de artigos, mas com valores mais reduzidos (45% a 55% dos artigos totais)

Isto é, os artigos de classe A que representam 20% dos totais detêm 80% das receitas. Os artigos de classe B que representam 30% dos artigos totais possuem 15% das receitas e por fim, os artigos de classe C que representam 50% dos artigos totais, correspondem a uma receita de 5% (Liu, Liao, Zhao, & Yang, 2016).

2.3 Transportation Problem

A distribuição de bens das origens aos destinos é fundamental para o sucesso de uma organização e como tal o *transportation problem* tem vindo a ser largamente estudado devido à sua importância na logística e na gestão de operações (Chaudhuri & De, 2013).

Segundo (Noham & Tzur, 2014), uma das principais preocupações dos fabricantes é o transporte de bens e serviços dos seus próprios armazéns para o destino final. Afirma também, que os gestores são encarados de forma constante com problemas de transporte, aos quais têm de arranjar a melhor solução rapidamente para fornecer os consumidores, mas nunca esquecendo o lucro da organização.

Decisões estas, que são agravadas com a constante globalização, desenvolvimento tecnológico e aumento da competição no mercado e para combater estas mesmo dificuldades é necessário uma resposta rápida, flexibilidade e desenvolvimento de soluções inovadoras.

Num *transportation problem*, a quantidade a enviar de cada origem, a quantidade a receber em casa destino e o custo por unidade enviada são especificados e não consideram *transshipment*, logo cada ponto só funciona como exportador ou recetor (Khurana, 2015).

2.3.1 Transshipment Problem

O *transshipment problem* é, na sua forma mais simples, um problema linear que permite minimizar os custos do fluxo de distribuição (Khurana & Arora, 2011).

(Agadaga & Akpan, 2017), afirmam que o *transshipment problem* é um problema de programação linear (LLP) que assume que todas as origens e destinos são capazes de receber e distribuir ao mesmo tempo. Uma vez que é uma extensão do *transportation problem*, não só cobre um largo número de cenários para problemas logísticos e de transporte, como também oferece alternativas ótimas para os mesmos.

(Khurana, 2015), acrescenta que é devido ao facto de todas as origens e destinos poderem funcionar em qualquer direção que o *transshipment* leva à redução de custos de transporte.

Os *transshipments* têm como objetivos nivelar as quantidades de *stock* na cadeia de abastecimento de forma a combinar a procura com o fornecimento. Vários estudos comprovam que a transferência entre armazéns melhora a performance da cadeia de abastecimento em termos de lucro, custos e nível de serviço. (Naderi, Kilic, & Dasci, 2020).

Um dos motivos para organizações optarem por efetuar *transshipment* é o facto de as organizações distribuírem o seu *stock* pelos seus armazéns com base no histórico de vendas, mas que por vezes devido a fatores externos tanto no mercado como na procura pelo consumidor pode levar variações imprevisíveis, resultando em armazéns com excesso de *stock* e outros com rotura de *stock* (Meissner & Senicheva, 2018).

A Figura 4, representa o *transshipment* de acordo com (Lee, Jung, & Jeon, 2007).

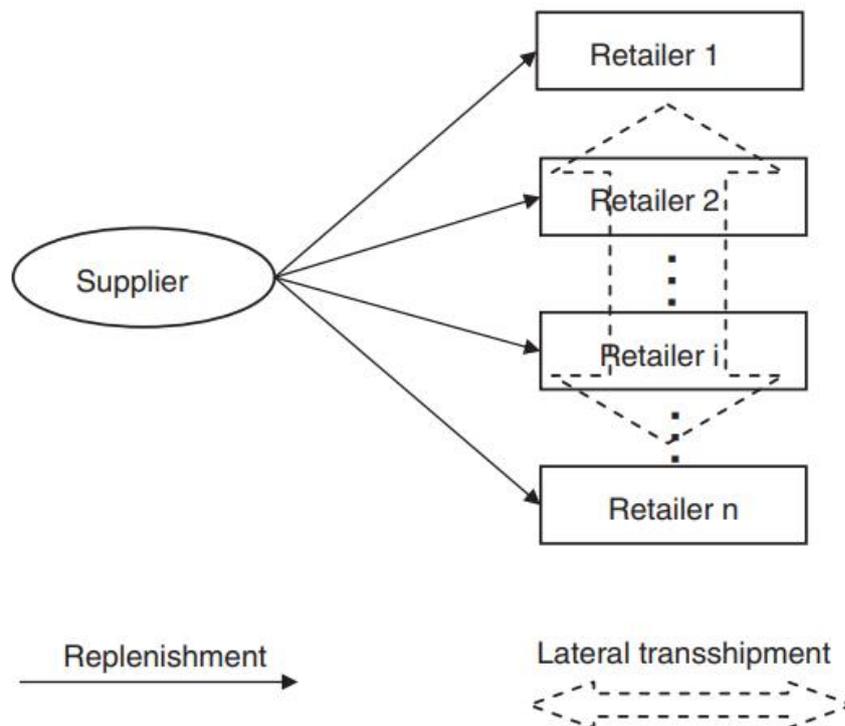


Figura 4 - Representação do *transshipment problem* (Lee, Jung, & Jeon, 2007)

De acordo com (Gani, Baskaran, & Mohamed, 2012), tanto o *transportation problem*, como o *transshipment problem* são usados para planificar a grandes escalas a distribuição de bens, particularmente em zonas onde as distâncias percorridas são elevadas.

Segundo (XIA, 2006), existem três tipos de problemas na cadeia de distribuição:

- Estratégia competitiva: Relacionada com decisões de alocação de localizações, planeamento de procura, planeamento de distribuição, outsourcing, seleção de fornecedores, entre outros;
- Planeamento tático: Controlo de stocks, consolidação de encomendas, coordenação da produção e/ou distribuição;
- Decisões operacionais: Agendamento de operações, agendamento de transportes.

2.3.1.1 Modelos de planeamento estratégico

De acordo com (Matinrad, Roghanian, & Rasi, 2013), as decisões tomadas neste tipo de planeamento são decisões de longo prazo e conseqüentemente os efeitos dessas mesmas decisões também o são.

Para (Shah, 2005), este problema pode ainda ser dividido em quatro decisões:

- Quantas e onde alocar as novas instalações;
- Se é necessário fechar, contratar ou expandir as instalações atuais;
- Saber os melhores fornecedores e produtos para casa instalação;
- Saber os melhores produtos a produzir em cada instalação e que clientes deve cada instalação aprovisionar.

Na tabela 2, estão apresentados alguns exemplos de modelos estratégicos desenvolvidos.

Tabela 2 - Modelos de planeamento estratégico

Artigo	Descrição do trabalho
(Bachlaus, Pandev, Mahaian, Shankar, & Tiwari, 2008)	Desenhar uma rede de abastecimento de vários níveis tendo em consideração a agilidade como principal critério.
(Paksoy & Yapici, 2012)	Determinar as capacidades das instalações (fábricas ou centros de distribuição) com o objetivo de minimizar o custo total.
(Halim, Kwakkel, & Tavasszy, 2016)	Estabelecer novas localizações e novas redes de centros de distribuição de forma a diminuir os custos e tempos de transporte.
(WU, 2009)	Resolver o problema de seleção de fornecedores, com o objetivo de minimizar os custos de matéria-prima, produção, transporte e maximizar o nível de serviço.

2.3.1.2 Modelos de planeamento tático

(Matinrad, Roghanian, & Rasi, 2013), afirma que para este nível de problema, são tomadas de decisões de médio prazo.

Segundo (RUSHTON, CROUCHER, & BAKER, 2022), este problema pode ainda ser dividido em três decisões:

- Saber o melhor sistema de informação a usar para todas as fases da cadeia de abastecimento, definição de processos e procedimentos e a respetiva monitorização;
- Saber o melhor layout para os armazéns, e as melhores formas de armazenamento bem como os equipamentos usados;
- Saber quais e quantos veículos necessários para o transporte do produto, bem como a definição de contratos.

Na tabela 3, estão apresentados alguns exemplos de modelos táticos desenvolvidos.

Tabela 3 - Modelos de planeamento tático

Artigo	Descrição do trabalho
(Torabi & Hassini, 2008)	Otimização do planeamento do <i>procurement</i> , produção e distribuição, considerando a incerteza do mercado de procura, coeficientes de custo e tempo e capacidades.
(Venkatadri, Srinivasan, Montreuil, & Saraswat, 2006)	Construção um sistema de suporte de decisão com o objetivo de ajudar o trabalhador na cotação e agendamento de datas.
(Guerrero, Yeung, & Guéret, 2013)	Desenvolvimento de um sistema de simulação de <i>stocks</i> com o objetivo de reduzir o <i>stock</i> físico.
(Al-Othman, Lababidi, Alatiqi, & Al-Shayji, 2008)	Otimização dos planos de produção e previsão de procura tendo em conta a incerteza do mercado.

2.3.1.3 Modelos de planeamento operacional

Quanto ao planeamento operacional, (Matinrad, Roghanian, & Rasi, 2013) descreve as decisões tomadas como decisões de curto prazo, que são relacionadas com assuntos diários.

Na tabela 4, estão apresentados alguns exemplos de modelos operacionais desenvolvidos.

Tabela 4 – Modelos de planeamento operacional

Artigo	Descrição do trabalho
(Craven, 2007)	Otimizar o inventário, reduzindo a variabilidade das taxas de produção e expedição.
(Romo, et al., 2009)	Desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão, de forma a otimizar as rotas de distribuição para o local de expedição central.
(Almeder, Preusser, & Hartl, 2009)	Otimização do agendamento da produção com o objetivo de diminuir a quantidade de stock.

2.4 Location Inventory Problem

A logística da distribuição tem tido uma evolução acelerada devido ao rápido desenvolvimento da economia mundial e do avanço tecnológico e científico (Bensassi, Márquez-Ramos, Martínez-Zarzoso, & Suárez-Burguet, 2015). Um sistema de distribuição bem desenvolvido permite reduzir custos desnecessários de transação (Hua, Hu, & Yuan, 2016).

Location Inventory Problem (LIP) é um caso de problemas incorporados na gestão da cadeia de abastecimento, uma vez que integra decisões de controlo de inventário em problemas de localização e atribuição, isto é, a atribuição, localização e gestão de inventário são realizadas em conjunto para gerir a cadeia de distribuição (Liu, Dehghani, Jabalameli, Diabat, & Lu, 2020).

Devido ao facto de minimizar custos de transportes ser um fator importante para manter o nível de competição, é realmente importante melhorar esta cadeia. Políticas de localização estão inseridas nas políticas de médio/longo termo e as de inventário estão nas de médio/curto tempo. Contudo as políticas de localização têm um impacto notório nos custos de inventário (Shavandi & Bozorgi, 2012).

De acordo com (Holzapfel, Kuhn, & Sternbeck, 2018), estes são dois dos processos envolvidos na distribuição e atribuição de stocks:

- Transporte de entrada: Este transporte diz respeito ao transporte/s realizado entre os fornecedores e os centros de distribuição. Este processo tem em conta o número de expedições necessárias e a distância entre o ponto de recolha e o centro de distribuição. Os custos de transporte são um fator importante para a atribuição de produtos com elevado número de vendas e de volume.
- Armazenagem: Nos centros de distribuição os produtos são recebidos, armazenados no respetivo local e posteriormente colocados na zona de expedição juntamente com os produtos em carrinhos, paletes, entre outros, de acordo com as encomendas. Nesta fase tem-se de ter em atenção ao stock de ciclo e stock de segurança, onde ambos fazem parte dos custos de inventário. Para além destes custos, também se deve ter em conta o picking, uma vez que representa mais de 50% dos custos totais de um armazém.

Os modelos para resolverem os problemas de localização de inventário, tentam combinar estratégias na cadeia de abastecimento com a gestão de inventário (Farahani, Rashidi, Fahimnia, & Kaviani, 2015). Têm também como objetivo, encontrar as melhores localizações para os centros de distribuição de forma a reduzirem custos no transporte e na gestão de inventário (Holzapfel, Kuhn, & Sternbeck, 2018).

Decisões relativas ao inventário influenciam decisões sobre as localizações quando se tem em consideração uma procura incerta, uma vez que essa procura incerta obriga a ter *stocks* de segurança nos armazéns perto dos clientes para uma resposta rápida. Esta análise acaba por tornar os modelos para LIP mais complexos (Puga & Tancrez, 2017). Ignorar e não dar a devida atenção a estes padrões de incerteza pode levar a soluções não viáveis (Dehghani, Pishvae, & Jabalameli, 2018).

Concluindo, (Firoozi, et al., 2013) afirma que o objetivo de um modelo é determinar o melhor número e local dos centros de distribuição, a afetação dos retalhistas para com os centros de distribuição e o ideal nível de inventário, de forma a haver um decréscimo nos custos de transporte, inventário e instalações.

2.5 Modelos para gestão de aprovisionamento

De acordo com (Carvalho, 2017), existe modelos determinísticos, quando a procura e/ou oferta tem um comportamento conhecido e não é aleatório e existem os modelos estocásticos, que são modelos para situações em que a procura e/ou oferta não tem um comportamento linear, sendo possível haver roturas de *stock*.

O *stock* de segurança é um fator determinante e a sua dimensão vai depender do modelo a usar, podendo ser um modelo de revisão contínua ou um modelo de revisão periódica, no caso dos modelos estocásticos (Carvalho, 2017).

As políticas de revisão periódica não possibilitam a utilização total da informação de *stock* do sistema para otimizar a performance do mesmo, portanto, tem havido um maior foco na utilização de revisão contínua para o controlo de inventário (Wang, 2013). (Aisyati, Jauhari, & Rosyidi, 2014), afirma que a revisão periódica tem um *stock* de segurança maior do que a revisão contínua.

Estas duas políticas têm por base o ponto de encomenda, isto é, funcionam como um alerta para quando é necessário haver um aprovisionamento (Chaharsooghi & Heydari, 2010).

2.5.1 Modelo de revisão periódica

Um modelo de revisão periódica faz uma revisão do inventário num intervalo de tempo específico e pré-determinado, e encomenda o máximo possível de acordo com o nível de inventário revisto (Sarkar & Mahapatra, 2017). Segundo (Kouki, Jemai, Sahin, & Dallery, 2014), esta revisão é usada quando os artigos têm uma requisição de regular frequência. O modelo apresenta-se representado na Figura 4.

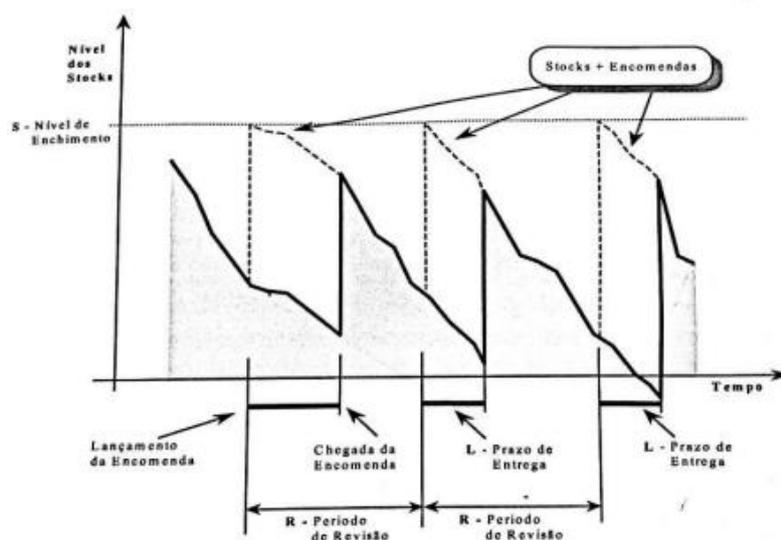


Figura 5 - Exemplificação do modelo de revisão periódica (Fonte: (Carvalho, 2017))

2.5.2 Modelo de revisão contínua

Segundo (Rizkya, Syahpuyti, Sari, Siregar, & Ginting, 2018), um modelo de revisão contínua faz uma monitorização contínua do estado do inventário e encomenda uma determinada quantidade quando o nível de inventário chega a um certo nível, ao ponto de encomenda, como representado na Figura 5. A quantidade de artigos a encomendar é fixa, mas o período em que se encomenda varia (Carvalho, 2017).

De acordo com (Carvalho, 2017), para a revisão contínua é essencial calcular:

- Stock de segurança;
- Ponto de encomenda;
- Quantidade económica de encomenda;
- Possibilidade de rotura.

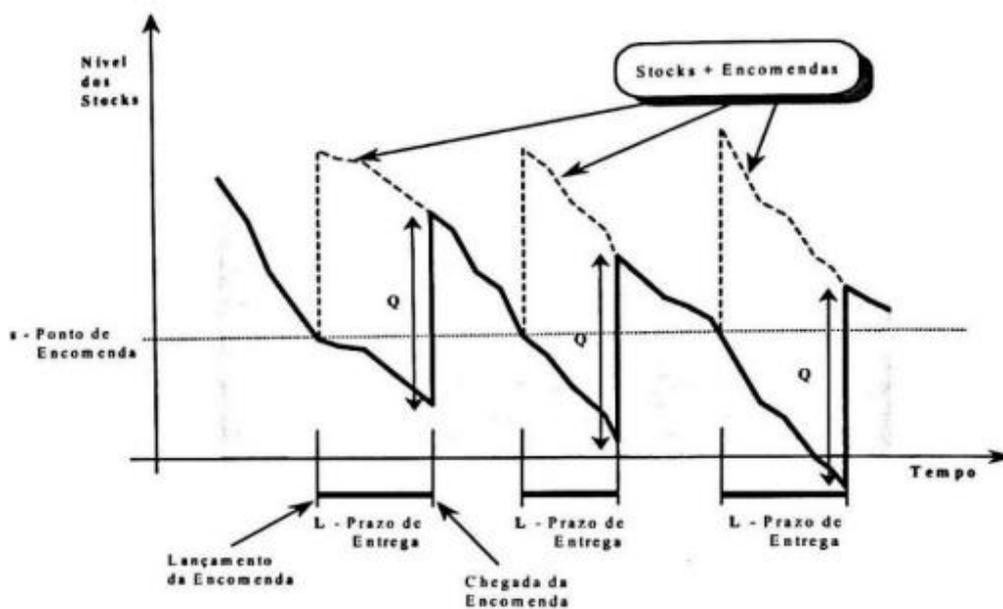


Figura 6 - Exemplificação do modelo de revisão periódica (Fonte: (Carvalho, 2017))

DESENVOLVIMENTO

3.1 Caracaterização da empresa

3.2 Caracterização dos processos

3.3 Identificação de problemas

3.4 Propostas de melhoria

3.5 Recolha e tratamento de dados

3.6 Resultados Computacionais

3 DESENVOLVIMENTO

Para a realização deste trabalho, foi inicialmente analisado a forma de distribuição e todos os processos envolventes da empresa, de forma a entender como e quais podem vir a ser melhorados. Portanto, neste capítulo vai ser realizado uma breve caracterização da empresa, vai ser explicado de forma sucinta os processos da empresa e a identificação de problemas dos mesmos. Também está presente as propostas de melhoria, das quais a criação de um modelo matemático explicando todas as etapas para a sua criação, bem como uma análise dos resultados obtidos.

3.1 Caracterização da empresa

A SKK tem como objetivo selecionar e distribuir equipamentos, componentes de sistemas de frio e ar condicionado para fabricantes e instaladores. Para tal possui uma equipa de 18 trabalhadores, 13 no Porto, três em Lisboa e dois em Coimbra, distribuídos pelos seguintes departamentos ilustrados no organograma da Figura 7.

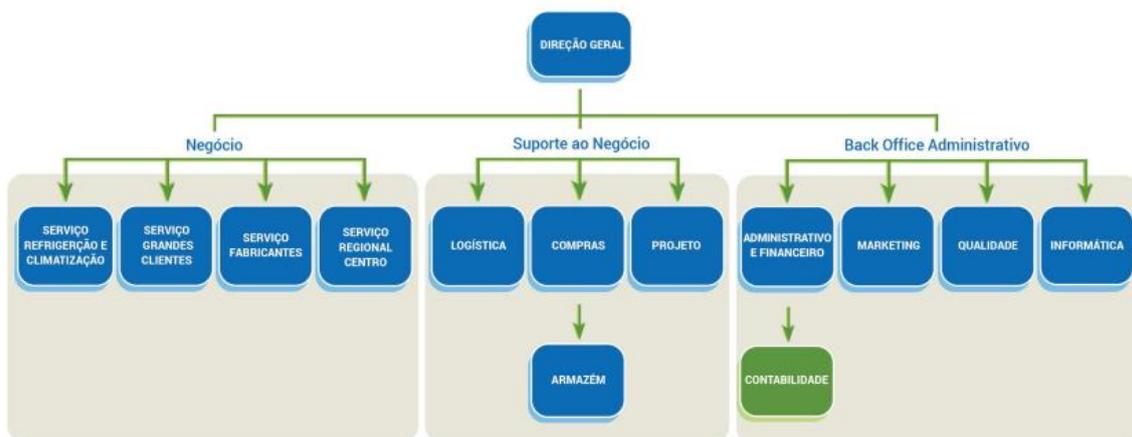


Figura 7 - Organograma representativo da SKK

A SKK é uma empresa em constante crescimento, com vendas acumuladas de mais de 125 milhões de euros em diferentes setores de atividade. Na Figura 8, está ilustrado a faturação da empresa nos últimos cinco anos.



Figura 8 - Faturação da SKK nos últimos cinco anos

3.2 Caracterização dos processos

De forma a saber como melhorar a distribuição de material para os armazéns, é necessário conhecer a situação atual, portanto efetuou-se um levantamento da mesma e dos respetivos processos envolventes.

A distribuição em si, pode ocorrer em dois diferentes cenários:

De forma externa: do fornecedor para os armazéns, tanto para repor stock como para satisfazer uma encomenda de cliente e dos armazéns para o cliente final.

De forma interna: entre armazéns.

Neste momento, a SKK, está situada no Porto, Lisboa e Coimbra, sendo o Porto a sede da empresa e com o armazém de maior capacidade, localizações representadas no Anexo 1. Uma vez que se trata de uma empresa que não produz material, isto é, que apenas compra e vende material, tudo é realizado através do computador. Portanto, mesmo estando no Porto é possível efetuar encomendas e transportes para os armazéns de Lisboa e Coimbra, e vice-versa.

A forma de operar da empresa pode ser dividida em três partes, a parte onde se efetua a análise do material necessário para *stock* ou para satisfazer encomendas, a parte das

compras, onde se realiza a encomenda e o respetivo transporte e por fim a receção e expedição de material.

3.2.1 Análise do material

O processo, realizado no software ERP Primavera Saas v.9.15, é iniciado no separador “Apoio à encomenda”, onde se seleciona “Stock de reposição” para analisar as necessidades para stock. Se for para analisar os pedidos pendentes para clientes, seleciona-se “Stock máximo”. De salientar, que “Stock máximo” é apenas a designação dada, uma vez que nesta lista todos os artigos têm um nível de stock de zero.

- Análise Stock:

Para a análise de *stock*, o sistema cria uma lista com: *stock* atual, quantidade económica e *stock* necessário a encomendar. A quantidade de *stock* a encomendar é calculada pelo sistema comparando o valor resultado da conta (*Stock* atual + Encomenda a Fornecedor – Encomenda a Cliente), com o valor definido para *stock* de reposição. Valor esse que foi determinado através de uma análise da rotatividade de cada artigo nos último dois anos.

Posteriormente, a lista é exportada para ficheiro Excel, uma vez que há artigos que não estão parametrizados ou que a sua parametrização ainda não foi atualizada. Após a exportação, o gestor de compras efetua a análise do ficheiro, onde:

Nos artigos não parametrizados ou não atualizados é necessário, inicialmente, aplicar a conta anterior, artigo a artigo. Depois, são analisados com base na quantidade mínima a encomendar, nos prazos de entrega dos fornecedores, nas vendas mensais do último ano e das respetivas rotatividades.

Nos artigos parametrizados, a análise é feita com base na quantidade mínima a encomendar, prazos de entrega dos fornecedores e no valor da quantidade de *stock* a encomendar sugerida pelo sistema.

É importante realçar que esta análise só é realizada para o armazém do Porto (normalmente duas vezes por semana). Caso seja necessário *stock* para Lisboa e/ou Coimbra é comunicado com o armazém do Porto e é preciso ser aprovada por alguém com um cargo superior.

- Análise encomendas pendentes:

Para a análise das encomendas pendentes de clientes, o sistema cria uma lista com a quantidade de artigos necessários encomendar para satisfazer as encomendas e para cada artigo sugere um fornecedor.

Este processo encontra-se representado no seguinte fluxograma da Figura 9.

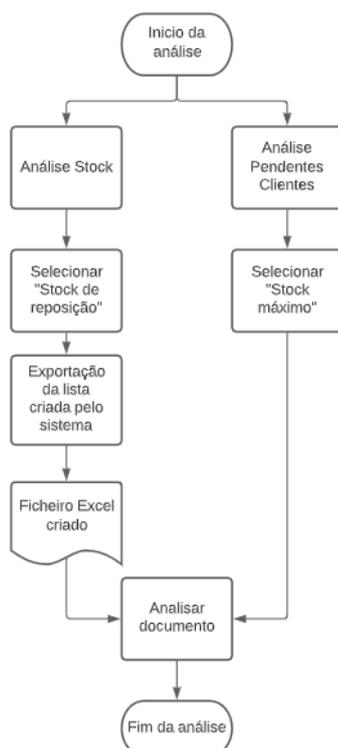


Figura 9 - Fluxograma do processo de análise de *stock*

3.2.2 Encomenda

- Após análises de *stock* e pendentes:

Após as análises, a sugestão de encomenda planeada pelo gestor de compras é enviada para os comercias para aprovação. Após análise e aprovação, entra-se em contacto com os respetivos fornecedores e aguarda-se por uma resposta por parte dos mesmos quanto às cotações e datas de entrega.

- Cliente entra em contacto:

O cliente entra em contacto via mail ou telemóvel para encomendar ou pedir cotação, como resposta, faz-se o orçamento que pode ser em formato:

- PMA, quando realizado no software primavera;
- PVE, quando é uma resposta direta por mail;
- PPE, quando é uma proposta projeto de engenharia e é efetuado num *template* em ficheiro excel.

Uma vez que há uma constante variação de preços por parte dos fornecedores, tem-se conhecimento dos preços vendo no sistema, caso atualizados, entrando em contacto com os fornecedores ou vendo nos sites e catálogos dos mesmos e em diálogo com os comerciais.

Depois, envia-se a proposta para o cliente e regista-se num documento (mapa de propostas) que foi realizada uma proposta, a determinado cliente num determinado valor.

Se adjudicada, é verificado no sistema se existe em *stock* e em que armazém, se não houver é necessário encomendar a um fornecedor. Caso haja, regista-se a encomenda ao cliente no software primavera onde se coloca os artigos, a sua quantidade, valor, data de saída e local de entrega.

Ao registar, o documento é enviado automaticamente para o armazém que vai tratar da expedição.

É também definido com o cliente a faturação, que pode ser de diferentes formas:

- A pronto, normalmente para clientes novos;
- Imediatamente após entrega ou a 30/60 dias após entrega;
- Através do Eurofactor.

Este processo encontra-se representado no seguinte fluxograma da Figura 10.

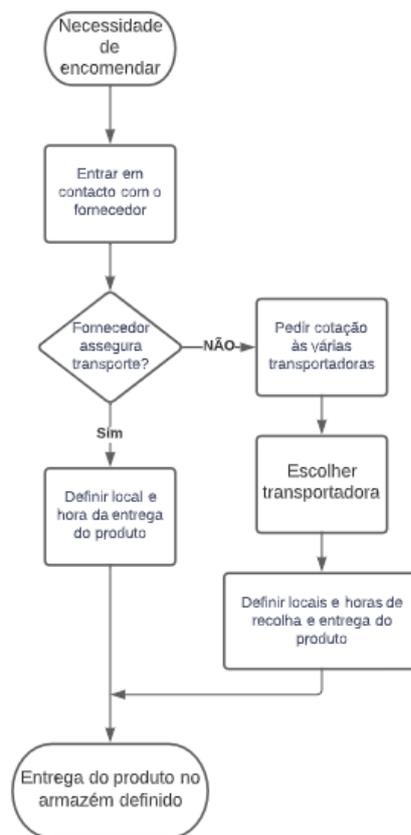


Figura 10 - Fluxograma dos processos relacionados com a encomenda

3.2.3 Transporte

Após saber o que é necessário para repor para *stock* ou para satisfazer a encomenda de um cliente, se necessário, entra-se em contacto com os respetivos fornecedores e aguarda-se por uma resposta por parte dos mesmos quanto às cotações e datas de entrega.

Após resposta e adjudicação, regista-se a encomenda no sistema e, caso o transporte não seja da responsabilidade do fornecedor, pede-se cotação às várias transportadoras, onde após resposta, faz-se uma análise de forma a encontrar o melhor preço para o transporte, tendo em conta fatores como:

- Urgência da encomenda;
- Relação do custo do transporte com o custo da encomenda;
- Tempo de entrega.

Adjudica-se o melhor transporte e a transportadora procede, quando agendado, à recolha do material do estabelecimento dos fornecedores para o armazém definido.

As transportadoras avisam quando se efetua a recolha, e o acompanhamento das encomendas é realizado por:

- Monitorização do transporte através das plataformas das transportadoras, caso tenham;
- Contacto direto com o fornecedor/transportador por necessidade ou insistência por parte do cliente para saber o estado do processo.

Nas tabelas 5 e 6, estão representadas as transportadoras usadas pela SKK a nível nacional e internacional.

Tabela 5 - Transportadoras usadas para transportes nacionais

Transportadora
TNT
Garland
Abreu Logistics

Tabela 6 - Transportadoras usadas para transportes internacionais

Peso da carga	Transportadora
Até 10kg	TNT
	TNT
	Garland
Superior a 10 kg	Abreu Logistics (Serviço Ilhas)
	All Way Cargo (Transporte marítimo)
	Olicargo (Transporte marítimo)

3.2.4 Receção de material

Quando o material chega ao armazém, procede-se à recolha do mesmo com recurso a empilhadores, porta paletes e o próprio trabalhador.

Após descarga, o material é colocado numa zona específica e é verificado se está todo de acordo com a documentação (se não tiver documentação é necessário pedir ao gestor de compras ou comercial). Depois de confirmar, é colocada a data do dia no documento e assina-se para confirmar que foi visto e o documento é guardado.

Caso a encomenda esteja incompleta, é comunicado ao gestor de compras para o mesmo entrar em contacto com o fornecedor para o informar da situação.

Dá-se entrada no sistema do material através da criação de um documento no sistema. Após entrada, verifica-se, artigo a artigo, se há encomendas pendentes para esse artigo, se não houver é armazenado na localização dada pelo sistema. Caso haja, é colocado num local para satisfazer essa encomenda. Por fim, grava-se esse documento para atualizar o sistema.

Este processo encontra-se representado no seguinte fluxograma da Figura 11.

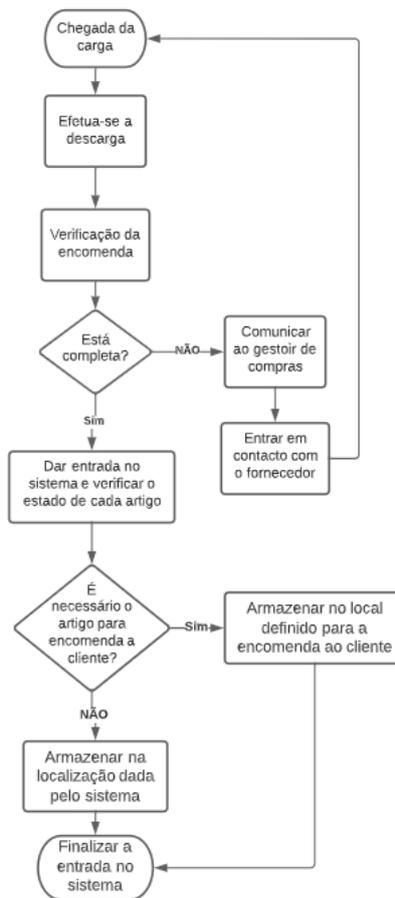


Figura 11 - Fluxograma do processo de receção de material

3.2.5 Expedição

Como já foi referido anteriormente, sempre que uma encomenda para cliente é registada, é enviado um documento para o armazém que vai tratar da expedição. Esse documento é impresso e guardado de forma a terem conhecimento de quando vão ser efetuadas as expedições.

- Expedição para clientes:

Através dos documentos de encomendas impressas, o armazém faz a preparação das mesmas com o material disponível, quando a encomenda estiver completa é pesada e são retiradas as dimensões.

Após pesagem e medição da encomenda, pede-se ao comercial responsável pela encomenda para pedir cotação às transportadoras e efetuar a respetiva adjudicação.

Quando o transporte chega, é feita uma guia de transporte para ser possível dar saída do material no sistema e é realizado o carregamento da encomenda.

Contudo, há uma exceção, que é com a empresa RACE SA, uma vez que faz parte da mesma organização que a SKK e compartilham instalações no Porto, Lisboa e Coimbra.

Portanto, todos os dias é retirado uma lista de encomendas para a RACE e faz-se a preparação das mesmas. Após estar completa efetua-se a guia de transporte e é entregue diretamente à RACE.

- Expedição entre armazéns:

Quanto à expedição entre armazéns, é realizado uma encomenda interna e faz-se na mesma a preparação com o material disponível. Quando a encomenda estiver completa procede-se de igual forma até ser necessário dar saída do material.

Nestes casos, em vez de se fazer uma guia de transporte, faz-se transferência de material, artigo a artigo. Isto é, aparece no sistema que o material está num armazém e ao fazer transferência para outro armazém, o sistema passa a indicar que o material está nesse novo armazém, mesmo que o material ainda não tenha sido transportado e chegado lá.

Depois, pesa-se e tira-se as dimensões e é pedido transporte.

Por fim, efetua-se a faturação com base nas condições, anteriormente mencionadas, definidas com o cliente.

Este processo encontra-se representado no seguinte fluxograma da Figura 12.

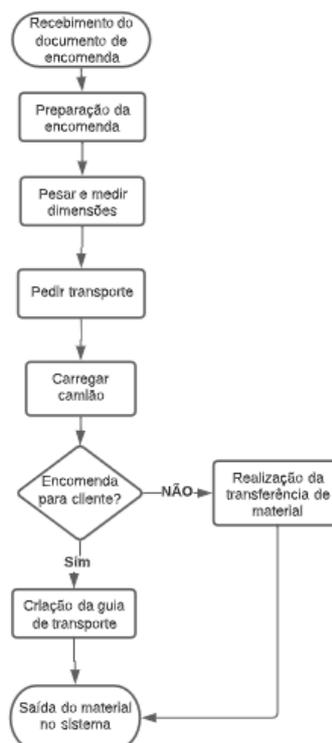


Figura 12 - Fluxograma do processo de expedição

3.3 Identificação de problemas

Após analisar, de forma exaustiva, os processos explicados anteriormente e juntamente com várias reuniões com os trabalhadores, foram identificados alguns problemas suscetíveis de melhoria. Esses mesmos problemas estão identificados na Tabela 7, onde os mais graves vão ser mais aprofundados posteriormente.

Tabela 7 - Identificação de problemas

Tema	Problema
Gestão de stocks	Deficiente parametrização dos <i>stocks</i>
	Análise de <i>stock</i> só ser realizada para o armazém do Porto
Transporte	Tempo perdido entre pedidos de cotação, resposta e adjudicação
	Condições de pagamento das transportadoras
	Falta de automatização e rastreabilidade das transportadoras
	Nem sempre se escolher o melhor transporte
Distribuição	Não existe um sistema definido de como se efetua a distribuição de material dos fornecedores para os armazéns e entre eles
	Sistema não fornece informação sobre encomendas pendentes o que dificulta o seu acompanhamento
Apoio à encomenda	Acompanhamento reduzido das encomendas internas faz com que haja a mesma requisição mais do que uma vez
	Falta de monitorização do estado da encomenda desde os fornecedores até ao cliente
	Fornecedores desatualizados na lista de encomendas pendentes
Organização/ Gestão logística	Para resolver um problema fala-se com várias pessoas até se descobrir qual pode ajudar
	Falta de formação do trabalhador
	Os KIT'S ficam demasiado tempo separados e por vezes é

	necessário voltar a armazená-los
	Falta de conhecimento do <i>software</i> Primavera
	Software lento e vai baixo regularmente
	Não possui alertas para o não cumprimento de prazos
Software Primavera	Processo de transferência de material entre armazéns demasiado demorado
	Ao fazer transferência entre armazéns o material dá automaticamente no armazém para o qual se transferiu, mesmo este ainda não ter sido transportado
	Não permite eliminar histórico de localizações que já não são usadas

3.3.1 Método de distribuição para os armazéns

Este problema foi o mais mencionado por parte dos trabalhadores, principalmente pelos das delegações, uma vez que como o armazém do Porto é o que tem maior capacidade, a ideia é de servir como centro de distribuição para os de Lisboa e Coimbra.

Contudo, nunca foram feitos quaisquer estudos e análises e conseqüentemente não se chegou a definir nem implementar este mesmo método de distribuição. Isto leva a incerteza por parte dos trabalhadores de Lisboa e Coimbra que não sabem se devem pedir material aos fornecedores ou ao armazém do Porto.

3.3.2 Falta de acompanhamento/ monitorização

Este problema abrange todo o processo da empresa, isto é, há um mau acompanhamento quanto a encomendas a fornecedores, encomendas de clientes, requisições internas e transportes.

Quando se efetua uma encomenda a um fornecedor, registasse no sistema indicando o fornecedor, os artigos encomendados e as respetivas quantidades e a data prevista de chegada ao armazém definido. Contudo, não existe qualquer elo de ligação de informação, isto é, o sistema não informa se a encomenda é de elevada urgência ou não, se foi feita para *stock* ou para satisfazer um cliente, se é para cliente, qual o cliente, nem existe um alerta para o cumprimento de prazos de entrega. O mesmo se aplica às encomendas de clientes e requisições internas.

Quanto aos transportes, uma vez que toda a distribuição do material é realizada com recurso a transportadoras, o principal problema é o tempo gasto em pedidos de cotação, receber respostas, analisar as mesmas e por fim, adjudicação do transporte.

Uma vez que há várias transportadoras com diferentes cotações, prazos de entrega, condições de pagamento, entre outros, por vezes não é escolhido o melhor transporte. Um outro problema identificado é o facto de certas transportadoras não terem um sistema de rastreabilidade e, portanto, não ser possível o acompanhamento do percurso da encomenda.

3.3.3 Falta de conhecimento do software Primavera

Desde que a empresa adotou este *software*, não houve qualquer formação para os trabalhadores e, portanto, muitos dos problemas mencionados anteriormente podem dever-se ao facto de não estarem a usar na totalidade as opções que este *software* disponibiliza, principalmente no acompanhamento e rastreabilidade de pedidos, encomendas e produtos.

3.4 Propostas de melhoria

Após terem sido identificados os atuais problemas, propuseram-se e implementaram-se as seguintes melhorias.

3.4.1 Formação

Apesar de o objetivo proposto pela empresa ser a otimização da distribuição de material dos fornecedores para os 3 armazéns (Porto, Lisboa e Coimbra), bem como a distribuição do material entre os mesmos, tendo em conta que nunca houve uma formação quanto à utilização do software e uma vez que muitos dos problemas possam ser desse cariz, foi proposto uma formação para todos os comerciais e *backoffices*.

A formação teve a duração de um dia de trabalho e na Tabela 8 estão os problemas apresentados.

Tabela 8 - Problemas apresentados na formação

Problema	Solução
Ao fazer orçamento não fica gravado no mail e é necessário estar sempre a transferir o documento	Não
Ao registar uma encomenda no armazém do Porto as localizações dos artigos ficam bem associadas, mas em	Não

Lisboa e Coimbra não	
Ao mudar a localização de um artigo, a localização anterior não dá para apagar	Não
Alertas para não cumprimento de prazos de fornecedores e expedição	Não
Processo de transferência entre armazéns demasiado demorado porque se tem de fazer transferência artigo a artigo	Não
Falta de rastreabilidade dos artigos	Sim

Como é possível verificar na tabela anterior, a única solução encontrada foi para a rastreabilidade dos artigos. Onde antes, sempre que se ia a registar uma encomenda fazia-se uma duplicação do orçamento e era essa duplicação que impedia a rastreabilidade. Ao não fazer a duplicação, o sistema já cria um histórico dos documentos criados para cada artigo.

Também foi possível aprender com a formação:

- É possível colocar diferentes preços associados a diferentes clientes para cada artigo;
- É possível associar fichas técnicas a artigos;
- É possível criar uma lista de monos (artigos sem vendas nos últimos 6 meses);

Com formação foi possível perceber que as limitações sentidas pelos trabalhadores não está na falta de conhecimento do *software*, mas sim com o *software*. E, portanto, em conjunto com a empresa decidiu-se que a melhor solução seria fazer a transição para o *software* SAP.

3.4.2 Modelo matemático

Neste subcapítulo será introduzido o modelo de otimização matemática desenvolvido identificando o objetivo do mesmo, bem como a sua formulação, onde será apresentado os índices, a função objetivo e as restrições e por fim, as conclusões finais sobre o subcapítulo.

3.4.2.1 Caracterização do problema

O objetivo do modelo consiste em otimizar a distribuição de stocks dos fornecedores para os armazéns, isto é, definir para cada artigo se este deve ser transportado diretamente para um determinado armazém ou ser enviado por *transshipment*, de modo a reduzir os custos atuais da empresa.

A empresa é constituída por três armazéns, um no Porto, outro em Lisboa e outro em Coimbra que recebem material de vários fornecedores. Vão fazer também parte deste modelo, dados como os custos de transporte, as necessidades e respetivas capacidades dos armazéns e fornecedores bem como dados mais específicos com cada fornecedor e armazém.

3.4.2.2 Criação do modelo

- **Índices:**

De forma a estabelecer conjuntos, é necessário definir primeiro os índices:

n - Armazéns

a – Artigos

- **Conjuntos:**

Os conjuntos a fazerem parte da modelação do modelo são os seguintes:

$a \in A = \{1, 2, 3, \dots, a\}$ - Conjunto de produtos

$n \in N = \{1, 2, 3\}$ - Conjuntos de armazéns

- **Parâmetros:**

Os parâmetros definidos com base nos dados disponibilizados são:

b_{pj} - Necessidade do artigo p do armazém j

a_p - Capacidade de fornecimento do artigo p

e_{pj} – Capacidade de armazenamento do artigo p do armazém j

c_{pj} - Custo unitário de transporte do artigo p até ao armazém j

d_{pjk} - Custo unitário de transporte do *transshipment* do artigo p do armazém j até ao armazém k

- **Variáveis:**

Este modelo tem como variáveis:

x_{pj} - Quantidade enviada do artigo p até ao armazém j

r_{pjk} - Quantidade enviada no *transshipment* do artigo p do armazém j até ao armazém k

- **Função Objetivo:**

O modelo pretende determinar a melhor opção que minimize o custo total do sistema, isto é, minimizar o resultado da seguinte função:

$$\text{Min } C = \sum_{p=1}^a \sum_{j=1}^n c_{pij} x_{pij} + \sum_{p=1}^a \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n d_{pjk} r_{pjk}$$

O primeiro termo apresenta o custo do transporte de x quantidade dos artigos para o armazém. O segundo representa os custos do possível *transshipment*, isto é, o custo do transporte de x quantidade de um armazém para outro.

- **Restrições:**

O modelo desenvolvido possui diferentes restrições, sendo elas:

$$\sum_{j=1}^n x_{pj} \leq a_p$$

Esta restrição assegura que a quantidade total enviada do artigo p para o armazém j não excede a capacidade de fornecimento do artigo p.

$$\sum_{j=1}^n x_{pj} + \sum_{j=1}^n r_{pjk} \leq e_{pj}$$

Esta restrição assegura que a quantidade total enviada do artigo p para o armazém j tanto diretamente como por *transshipment* por outro armazém não excede a capacidade de armazenamento do artigo p do armazém j.

$$\sum_{j=1}^n x_{pj} + \sum_{j=1}^n r_{pjk} = b_{pj}$$

Esta restrição assegura que a quantidade total enviada do artigo p para o armazém j tanto diretamente como por *transshipment* por outro armazém satisfaz as necessidades do artigo p do armazém j.

$$x_{pij}, r_{pjk} \geq 0$$

3.4.2.3 *Análise Crítica do modelo*

Neste subcapítulo foi apresentado o modelo com os devidos índices, conjuntos, parâmetros, variáveis, função objetivo e restrições de forma a representar com o máximo de detalhe possível a realidade da empresa e com o objetivo de otimizar a distribuição de material da empresa.

Este modelo permite cumprir o objetivo proposto, uma vez que tem em conta os produtos, os fornecedores e armazéns com as suas necessidades e capacidades e os respetivos custos de transporte.

A principal limitação deste modelo, deve-se ao facto de não ter em consideração o cliente final dos produtos dado que a empresa não conseguiu facultar esses dados.

3.5 *Recolha e tratamento de dados*

Neste subcapítulo é descrito a recolha e tratamento de dados necessários para aplicar ao modelo desenvolvido.

3.5.1 *Artigos*

Uma vez que não é computacionalmente viável modelar todos os artigos, é necessário fazer uma filtragem dos mesmos. Dado que o objetivo é perceber a melhor forma de distribuir o material dos fornecedores pelos três armazéns e que a ideia da empresa é usar o armazém do Porto como centro de distribuição para as delegações, faz sentido assegurar que todos os artigos em análise estejam presentes nos armazéns de Lisboa e/ou Coimbra.

Portanto, foi recolhido uma listagem das quantidades vendidas de cada artigo do ano de 2021 para os três armazéns e realizada posteriormente uma análise ABC aos armazéns de Coimbra e Lisboa de forma a saber quais artigos correspondem à classe A, que serão os artigos a ser estudados, uma vez que representam 80% da quantidade total vendida.

Na Figura 13, estão representados os artigos de classe A de Coimbra.

Artigo	%individual	%acumulada	Classificação
28002030	21,63%	21,63%	A
28000015	12,46%	34,09%	A
28002016	6,77%	40,86%	A
10011000	3,75%	44,61%	A
10011010	3,75%	48,36%	A
30300544	3,33%	51,69%	A
28000032	3,10%	54,79%	A
28000031	2,29%	57,08%	A
28000035	2,10%	59,18%	A
10011021	2,08%	61,26%	A
10011020	1,80%	63,06%	A
10011001	1,77%	64,82%	A
10011015	1,72%	66,54%	A
10011011	1,61%	68,16%	A
19020027	1,59%	69,75%	A
10011016	1,46%	71,21%	A
10010015	1,38%	72,59%	A
10010000	1,31%	73,90%	A
28002060	1,03%	74,93%	A
27011020	1,01%	75,94%	A
10011026	1,00%	76,94%	A
10010020	0,82%	77,76%	A
23074005	0,82%	78,57%	A
10011025	0,78%	79,36%	A
10010011	0,74%	80,09%	B

Figura 13 - Artigos de classe A armazém de Coimbra

Para o armazém de Lisboa, os artigos de classe A estão apresentados na Figura 14.

Artigo	%individual	%acumulada	Classificação
28002030	37,54%	37,54%	A
28000041	4,88%	42,42%	A
10011016	4,18%	46,60%	A
28000015	3,34%	49,94%	A
28000032	2,75%	52,69%	A
800057216	2,51%	55,20%	A
800042378	2,20%	57,40%	A
800001807	2,09%	59,49%	A
28000035	1,74%	61,23%	A
10011020	1,70%	62,93%	A
800042381	1,39%	64,32%	A
10011015	1,27%	65,60%	A
03207035	1,20%	66,79%	A
03207036	1,13%	67,92%	A
10011010	1,06%	68,99%	A
27700010	1,00%	69,99%	A
19020027	0,86%	70,85%	A
03207037	0,85%	71,69%	A
10011000	0,85%	72,54%	A
10011025	0,85%	73,39%	A
03200051	0,81%	74,20%	A
28002060	0,77%	74,97%	A
28000022	0,77%	75,73%	A
28002016	0,77%	76,50%	A
27706111	0,70%	77,20%	A
03200053	0,70%	77,90%	A
03200054	0,70%	78,60%	A
27011000	0,70%	79,29%	A
30300544	0,70%	79,99%	A
10010000	0,59%	80,58%	B

Figura 14 - Artigos de classe A armazém de Lisboa

Desta análise resultaram um total de 39 artigos.

Posteriormente, foi também recolhido o peso desses mesmos artigos, representados no Anexo 2.

3.5.2 Necessidades e capacidades

Quanto às necessidades dos armazéns, devido a pouca e incorreta parametrização dos artigos no software, assumiu-se as vendas do ano de 2021 para cada armazém como as suas necessidades, representadas no Anexo 3.

Em relação às capacidades máximas de cada armazém, Anexo 4, essas foram definidas com o auxílio da informação presente no software e com o conhecimento dos responsáveis do departamento de compras.

Relativamente às capacidades dos fornecedores, assumiu-se que todos os fornecedores são capazes de satisfazer as necessidades de todos os armazéns, e, portanto, as suas capacidades para cada artigo são a soma total da quantidade vendida desse artigo nos três armazéns.

3.5.3 Custos de transporte

A transportadora a ser usada no modelo vai ser a TNT. As transportadoras Abreu Logistics, All Ways Cargo e Olicargo não vão ser utilizadas, uma vez que nenhum artigo em estudo vem das ilhas ou vem por transporte marítimo. Já a Garland devido à sua pouca utilização e conseqüentemente escassez de informação, também não vai ser tida em conta no modelo.

Como é referido nos parâmetros do modelo, no subcapítulo 3.4.2.2, é necessário saber o custo unitário de transporte por artigo. Para isso, e uma vez que a TNT fatura de acordo com o peso da carga, a empresa forneceu o preço por quilo de transporte dos fornecedores em estudo para cada armazém. Os quais multiplicou-se pelo peso de cada artigo para saber o custo de transporte de cada artigo, Anexo 5.

Quanto aos custos de *transshipment*, através do site da TNT foi possível transferir os registos dos transportes entre armazéns do ano de 2021. Através desses registos efetuou-se a regressão linear da relação entre preço e peso, para cada combinação de armazéns.

- Porto – Coimbra, está representado na Figura 15.

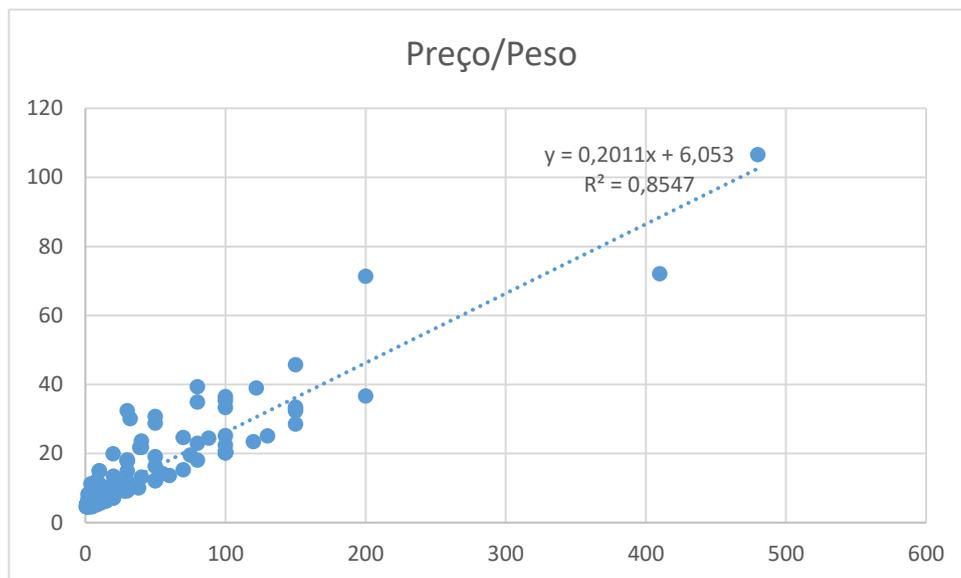


Figura 15 - Regressão linear da relação preço/peso entre Porto e Coimbra

- Porto – Lisboa, está representado na Figura 16.

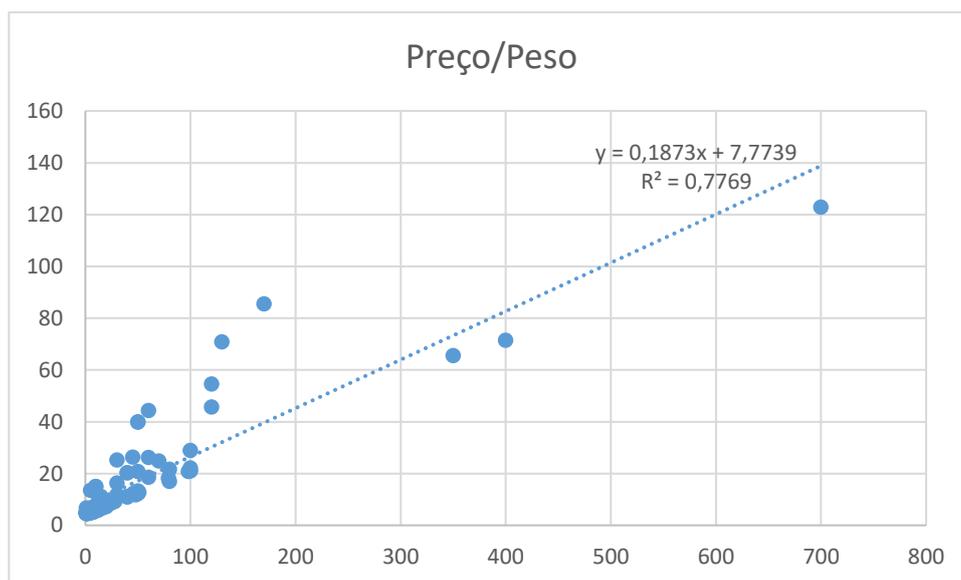


Figura 16 - Regressão linear da relação preço/peso entre Porto e Lisboa

- Lisboa – Coimbra, está representado na Figura 17.

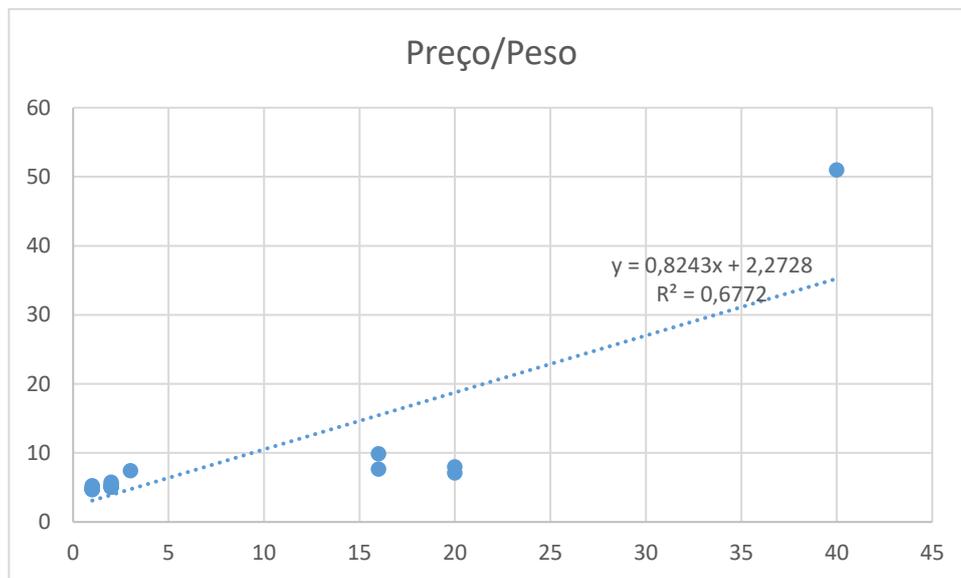


Figura 17 - Regressão linear da relação preço/peso entre Lisboa e Coimbra

Para saber o custo unitário de cada artigo entre cada armazém, utilizou-se a parte independente de cada reta e substituiu-se o valor da incógnita x pelo peso de cada artigo, obtendo-se assim, o custo unitário de transporte por *transshipment* para cada artigo, Anexo 5.

3.6 Resultados Computacionais

Como já foi mencionado anteriormente, o solver utilizado foi o CPLEX, e neste subcapítulo vão ser apresentados os resultados obtidos para cada mês após implementação do modelo, Anexo 6.

- Janeiro

A figura 18, demonstra a forma como as necessidades dos armazéns foram satisfeitas no mês de janeiro, isto é, mostra as quantidades que vieram diretamente dos fornecedores e/ou por via de *transshipment*.

Porto	Fornecedor	Lisboa	Coimbra	Lisboa	Fornecedor	Porto	Coimbra	Coimbra	Fornecedor	Porto	Lisboa
28002030	25	0	0	28002030	0	0	0	28002030	3	0	0
28000015	12	0	0	28000015	0	0	0	28000015	2	0	0
28002016	6	0	0	28002016	0	0	0	28002016	0	0	0
10011000	3	0	0	10011000	0	0	0	10011000	0	0	0
10011010	11	0	0	10011010	0	0	0	10011010	0	0	0
30300544	22	0	0	30300544	0	0	0	30300544	0	0	0
28000032	19	0	0	28000032	0	0	0	28000032	1	0	0
28000031	0	0	0	28000031	0	0	0	28000031	0	0	0
28000035	8	0	0	28000035	0	0	0	28000035	0	0	0
10011021	0	0	0	10011021	0	0	0	10011021	0	0	0
10011020	6	0	0	10011020	0	0	0	10011020	0	0	0
10011001	32	0	0	10011001	0	0	0	10011001	0	0	0
10011015	0	0	0	10011015	0	0	0	10011015	0	0	0
10011011	6	0	0	10011011	0	0	0	10011011	0	0	0
19020027	745	0	0	19020027	0	0	0	19020027	4	0	0
10011016	4	0	0	10011016	0	0	0	10011016	0	0	0
10010015	0	0	0	10010015	0	0	0	10010015	0	0	0
10010000	2	0	0	10010000	0	0	0	10010000	0	0	0
28002060	0	0	0	28002060	0	0	0	28002060	0	0	0
27011020	0	0	0	27011020	0	0	0	27011020	0	0	0
10011026	8	0	0	10011026	0	0	0	10011026	0	0	0
10010020	0	0	0	10010020	0	0	0	10010020	0	0	0
23074005	0	0	0	23074005	0	0	0	23074005	0	0	0
10011025	2	0	0	10011025	0	0	0	10011025	0	0	0
28000041	0	0	0	28000041	0	0	0	28000041	0	0	0
800057216	0	0	0	800057216	0	0	0	800057216	0	0	0
800042378	0	0	0	800042378	0	0	0	800042378	0	0	0
800001807	0	0	0	800001807	0	0	0	800001807	0	0	0
800042381	0	0	0	800042381	0	0	0	800042381	0	0	0
3207035	0	0	0	3207035	0	0	0	3207035	0	0	0
3207036	0	0	0	3207036	0	0	0	3207036	0	0	0
27700010	0	0	0	27700010	0	0	0	27700010	0	0	0
3207037	0	0	0	3207037	0	0	0	3207037	0	0	0
3200051	0	12	0	3200051	0	0	0	3200051	0	0	0
28000022	0	0	0	28000022	0	0	0	28000022	0	0	0
27706111	20	0	0	27706111	0	0	0	27706111	0	0	0
3200053	0	0	0	3200053	0	0	0	3200053	0	0	0
3200054	0	0	0	3200054	0	0	0	3200054	0	0	0
27011000	0	0	0	27011000	0	0	0	27011000	0	0	0

Figura 18 – Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de janeiro

De realçar que neste mês o armazém de Lisboa não teve qualquer necessidade de artigos. Na tabela 9, está representado o resumo de como as necessidades foram satisfeitas para melhor compreensão. Para o armazém do Porto, 99% das necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e 1% via *transshipment* pelo armazém de Lisboa. Quanto ao armazém de Coimbra, todas as suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores.

Tabela 99 – Resumo da distribuição do material no mês de janeiro

Armazém	Fornecedor	Porto	Lisboa	Coimbra
Porto	99%	-	1%	0%
Lisboa	-	-	-	-
Coimbra	100%	0%	0%	-

- Fevereiro

A figura 19, demonstra a forma como as necessidades dos armazéns foram satisfeitas no mês de fevereiro, isto é, mostra as quantidades que vieram diretamente dos fornecedores e/ou por via de *transshipment*.

Porto	Fornecedor	Lisboa	Coimbra	Lisboa	Fornecedor	Porto	Coimbra	Coimbra	Fornecedor	Porto	Lisboa
28002030	4	0	0	28002030	0	0	0	28002030	15	0	0
28000015	13	0	0	28000015	0	0	0	28000015	0	0	0
28002016	6	0	0	28002016	0	0	0	28002016	4	0	0
10011000	26	0	0	10011000	0	0	0	10011000	0	0	0
10011010	4	0	0	10011010	0	0	0	10011010	0	0	0
30300544	20	0	0	30300544	0	0	0	30300544	0	0	0
28000032	12	0	0	28000032	0	0	0	28000032	3	0	0
28000031	1	0	0	28000031	0	0	0	28000031	0	0	0
28000035	0	0	0	28000035	0	0	0	28000035	0	0	0
10011021	0	0	0	10011021	0	0	0	10011021	0	0	0
10011020	3	0	0	10011020	0	0	0	10011020	0	0	0
10011001	74	0	0	10011001	0	0	0	10011001	0	0	0
10011015	4	0	0	10011015	0	0	0	10011015	0	0	0
10011011	75	0	0	10011011	0	0	0	10011011	0	4	0
19020027	619	0	0	19020027	0	0	0	19020027	30	0	0
10011016	43	0	0	10011016	0	0	0	10011016	0	19	0
10010015	4	0	0	10010015	0	0	0	10010015	0	0	0
10010000	23	0	0	10010000	0	0	0	10010000	0	13	0
28002060	0	0	0	28002060	0	0	0	28002060	0	0	0
27011020	133	10	12	27011020	0	0	0	27011020	58	0	0
10011026	0	0	0	10011026	0	0	0	10011026	0	1	0
10010020	0	0	0	10010020	0	0	0	10010020	0	0	0
23074005	0	0	0	23074005	0	0	0	23074005	0	0	0
10011025	0	0	0	10011025	0	0	0	10011025	0	0	0
28000041	7	0	0	28000041	0	0	0	28000041	0	0	0
800057216	0	0	0	800057216	0	0	0	800057216	0	0	0
800042378	0	0	0	800042378	0	0	0	800042378	0	0	0
800001807	0	0	0	800001807	0	0	0	800001807	0	0	0
800042381	0	0	0	800042381	0	0	0	800042381	0	0	0
3207035	0	10	0	3207035	0	0	0	3207035	0	0	0
3207036	0	106	0	3207036	0	0	0	3207036	0	0	0
27700010	0	0	0	27700010	0	0	0	27700010	0	0	0
3207037	0	46	0	3207037	0	0	0	3207037	0	0	0
3200051	0	0	0	3200051	0	0	0	3200051	0	0	0
28000022	0	0	0	28000022	0	0	0	28000022	0	0	0
27706111	31	0	0	27706111	0	0	0	27706111	0	0	0
3200053	0	0	0	3200053	0	0	0	3200053	0	0	0
3200054	0	0	0	3200054	0	0	0	3200054	0	0	0
27011000	0	0	0	27011000	0	0	0	27011000	0	0	0

Figura 19 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de fevereiro

De realçar que neste mês o armazém de Lisboa não teve qualquer necessidade de artigos. Na tabela 10, está representado o resumo de como as necessidades foram satisfeitas para melhor compreensão. Para o armazém do Porto, 86% das necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores, 13% via *transshipment* pelo armazém de Lisboa e 1% pelo armazém de Coimbra. Quanto ao armazém de Coimbra, 75% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e os restantes 25% via *transshipment* pelo armazém do Porto.

Tabela 100 - Resumo da distribuição do material no mês de fevereiro

Armazém	Fornecedor	Porto	Lisboa	Coimbra
Porto	86%	-	13%	1%
Lisboa	-	-	-	-
Coimbra	75%	25%	0%	-

- Março

A figura 20, demonstra a forma como as necessidades dos armazéns foram satisfeitas no mês de março, isto é, mostra as quantidades que vieram diretamente dos fornecedores e/ou por via de *transshipment*.

Porto	Fornecedor	Lisboa	Coimbra	Lisboa	Fornecedor	Porto	Coimbra	Coimbra	Fornecedor	Porto	Lisboa
28002030	40	0	0	28002030	4	0	0	28002030	8	0	0
28000015	73	0	0	28000015	0	0	0	28000015	11	0	0
28002016	6	0	0	28002016	0	0	0	28002016	1	0	0
10010000	0	0	0	10010000	0	0	0	10010000	0	6	0
10010100	35	0	0	10010100	0	0	0	10010100	0	2	0
30300544	32	0	0	30300544	0	0	0	30300544	0	2	0
28000032	23	0	0	28000032	0	0	0	28000032	4	0	0
28000031	0	0	0	28000031	0	0	0	28000031	0	0	0
28000035	9	0	0	28000035	0	0	0	28000035	0	0	0
10010201	1	0	0	10010201	0	0	0	10010201	0	0	0
10010200	4	0	0	10010200	0	0	0	10010200	0	0	0
10010101	86	0	0	10010101	0	0	0	10010101	0	1	0
10010105	46	0	0	10010105	0	0	0	10010105	0	0	0
10010101	4	0	0	10010101	0	0	0	10010101	0	17	0
19020627	272	0	0	19020627	0	0	0	19020627	11	0	0
10010106	10	0	0	10010106	0	18	0	10010106	0	0	0
10010005	22	0	0	10010005	0	0	0	10010005	0	0	0
10010000	69	0	0	10010000	0	0	0	10010000	0	2	0
28002060	0	0	0	28002060	2	0	0	28002060	0	0	0
27010200	0	0	0	27010200	0	0	0	27010200	0	0	0
10010206	16	0	0	10010206	0	0	0	10010206	0	6	0
10010020	6	0	0	10010020	0	0	0	10010020	0	0	0
23074005	0	0	0	23074005	0	0	0	23074005	0	0	0
10010205	1	0	0	10010205	0	0	0	10010205	0	0	0
28000041	0	0	0	28000041	0	0	0	28000041	0	0	0
800057216	0	0	0	800057216	0	360	0	800057216	0	0	0
800042378	0	0	0	800042378	300	0	0	800042378	0	0	0
800001807	0	0	0	800001807	112	0	0	800001807	0	0	0
800042381	0	0	0	800042381	200	0	0	800042381	0	0	0
32070305	0	30	0	32070305	0	0	0	32070305	0	0	0
32070306	0	10	0	32070306	0	0	0	32070306	0	0	0
27700010	0	0	0	27700010	0	0	0	27700010	0	0	0
32070307	0	12	0	32070307	0	0	0	32070307	0	0	0
32000051	0	0	0	32000051	100	0	0	32000051	0	0	0
28000022	0	0	0	28000022	0	0	0	28000022	0	0	0
27706111	35	0	0	27706111	0	0	0	27706111	0	0	0
32000053	0	0	0	32000053	100	0	0	32000053	0	0	0
32000054	0	0	0	32000054	100	0	0	32000054	0	0	0
27010000	100	0	0	27010000	0	0	0	27010000	0	0	0

Figura 20 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de março

Na tabela 11, está representado o resumo de como as necessidades foram satisfeitas para melhor compreensão. Para o armazém do Porto, 95% das necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e 5% via *transshipment* pelo armazém de Lisboa. Quanto ao armazém de Lisboa, 71% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e os restantes 29% via *transshipment* pelo armazém do Porto.

As necessidades do armazém de Coimbra, foram satisfeitas 49% diretamente dos fornecedores e 51% via *transshipment* pelo armazém do Porto.

Tabela 111 - Resumo da distribuição do material no mês de março

Armazém	Fornecedor	Porto	Lisboa	Coimbra
Porto	95%	-	5%	0%
Lisboa	71%	29%	-	0%
Coimbra	49%	51%	0%	-

- Abril

A figura 21, demonstra a forma como as necessidades dos armazéns foram satisfeitas no mês de abril, isto é, mostra as quantidades que vieram diretamente dos fornecedores e/ou por via de *transshipment*.

Porto	Fornecedor	Lisboa	Coimbra	Lisboa	Fornecedor	Porto	Coimbra	Coimbra	Fornecedor	Porto	Lisboa
28002030	12	0	0	28002030	4	0	0	28002030	16	0	0
28000015	14	0	0	28000015	0	0	0	28000015	6	0	0
28002016	5	0	0	28002016	0	0	0	28002016	6	0	0
10010000	0	0	0	10010000	0	0	0	10010000	0	1	0
10010100	9	0	0	10010100	0	0	0	10010100	0	1	0
30300544	13	0	0	30300544	0	0	0	30300544	0	4	0
28000032	10	0	0	28000032	0	0	0	28000032	1	0	0
28000031	0	0	0	28000031	0	0	0	28000031	0	2	0
28000035	2	0	0	28000035	0	0	0	28000035	0	0	0
1001021	0	0	0	1001021	0	0	0	1001021	0	1	0
1001020	0	0	0	1001020	0	0	0	1001020	0	1	0
1001001	12	0	0	1001001	0	0	0	1001001	0	0	0
1001015	1	0	0	1001015	0	0	0	1001015	0	0	0
1001011	0	0	0	1001011	0	0	0	1001011	0	0	0
19020027	242	0	0	19020027	0	0	0	19020027	51	0	0
1001016	0	0	0	1001016	0	0	0	1001016	0	0	0
1001005	0	0	0	1001005	0	0	0	1001005	0	0	0
10010000	7	0	0	10010000	0	0	0	10010000	0	14	0
28002060	2	0	0	28002060	0	0	0	28002060	0	0	0
2701020	0	0	0	2701020	0	0	0	2701020	10	0	10
1001026	12	0	0	1001026	0	0	0	1001026	0	0	0
1001020	0	0	0	1001020	0	0	0	1001020	0	24	0
23074005	0	0	0	23074005	0	0	0	23074005	0	0	0
1001025	8	0	0	1001025	0	0	0	1001025	0	0	0
28000041	0	0	0	28000041	0	0	0	28000041	0	0	0
800057216	0	0	0	800057216	0	0	0	800057216	0	0	0
800042378	0	0	0	800042378	0	0	0	800042378	0	0	0
800001807	0	0	0	800001807	188	0	0	800001807	0	0	0
800042381	100	0	0	800042381	0	0	0	800042381	0	0	0
3207035	0	0	0	3207035	0	0	0	3207035	0	0	0
3207036	0	0	0	3207036	0	0	0	3207036	0	0	0
27700010	0	0	0	27700010	0	0	0	27700010	0	0	0
3207037	0	0	0	3207037	0	0	0	3207037	0	0	20
3200051	0	0	0	3200051	0	0	0	3200051	0	0	0
28000022	0	0	0	28000022	0	0	0	28000022	0	0	0
2770611	10	0	0	2770611	0	0	0	2770611	0	0	0
3200053	76	0	0	3200053	0	0	0	3200053	0	0	0
3200054	100	0	0	3200054	0	0	0	3200054	0	0	0
2701000	0	0	0	2701000	0	0	0	2701000	0	0	0

Figura 21 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de abril

Na tabela 12, está representado o resumo de como as necessidades foram satisfeitas para melhor compreensão. Tanto para o armazém do Porto como para o de Lisboa, todas as suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores.

Quanto ao armazém de Coimbra, 54% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores, 29% via *transshipment* pelo armazém do Porto e 18% via *transshipment* pelo armazém de Lisboa.

Tabela 122 - Resumo da distribuição do material no mês de abril

Armazém	Fornecedor	Porto	Lisboa	Coimbra
Porto	100%	-	0%	0%
Lisboa	100%	0%	-	0%
Coimbra	54%	29%	18%	-

- Maio

A figura 22, demonstra a forma como as necessidades dos armazéns foram satisfeitas no mês de maio, isto é, mostra as quantidades que vieram diretamente dos fornecedores e/ou por via de *transshipment*.

Porto	Fornecedor	Lisboa	Coimbra	Lisboa	Fornecedor	Porto	Coimbra	Coimbra	Fornecedor	Porto	Lisboa
28002030	40	0	0	28002030	0	0	0	28002030	2	0	0
28000015	69	0	0	28000015	0	0	0	28000015	0	0	0
28002016	3	0	0	28002016	0	0	0	28002016	7	0	0
10011000	3	0	0	10011000	0	0	0	10011000	0	2	0
10011010	13	0	0	10011010	0	0	0	10011010	0	5	0
30300544	32	0	0	30300544	0	0	0	30300544	0	7	0
28000032	7	0	0	28000032	2	0	0	28000032	1	0	0
28000031	7	0	0	28000031	0	0	0	28000031	0	0	0
28000035	6	0	0	28000035	9	0	0	28000035	0	0	0
10011021	1	0	0	10011021	0	0	0	10011021	0	0	0
10011020	5	0	0	10011020	0	0	0	10011020	0	2	0
10011001	3	0	0	10011001	0	0	0	10011001	0	2	0
10011015	10	0	0	10011015	0	0	0	10011015	0	1	0
10011011	3	0	0	10011011	0	3	0	10011011	0	0	0
19020027	327	0	0	19020027	0	0	0	19020027	6	0	0
10011016	0	0	0	10011016	0	6	0	10011016	0	0	0
10010015	5	0	0	10010015	0	0	0	10010015	0	7	0
10010000	10	0	0	10010000	0	0	0	10010000	0	0	0
28002060	0	0	0	28002060	0	0	0	28002060	0	0	0
27011020	101	10	8	27011020	0	0	0	27011020	62	0	0
10011026	2	0	0	10011026	0	0	0	10011026	0	0	0
10010020	4	0	0	10010020	0	0	0	10010020	0	0	0
23074005	0	0	0	23074005	0	0	0	23074005	0	0	0
10011025	8	0	0	10011025	0	0	0	10011025	0	0	0
28000041	2	0	0	28000041	0	0	0	28000041	0	0	0
800057216	0	0	0	800057216	0	0	0	800057216	0	0	0
800042378	0	0	0	800042378	0	0	0	800042378	0	0	0
800001807	0	0	0	800001807	0	0	0	800001807	0	0	0
800042381	36	0	0	800042381	0	0	0	800042381	0	0	0
3207035	0	28	0	3207035	0	0	0	3207035	0	0	0
3207036	0	20	0	3207036	0	0	0	3207036	0	0	0
27700010	0	0	0	27700010	0	0	0	27700010	0	0	0
3207037	0	50	0	3207037	0	0	0	3207037	0	0	0
32000051	0	0	0	32000051	0	0	0	32000051	0	0	0
28000022	0	0	0	28000022	0	0	0	28000022	0	0	0
27706111	8	0	0	27706111	0	0	0	27706111	0	0	0
32000053	0	0	0	32000053	0	0	0	32000053	0	0	0
32000054	0	0	0	32000054	0	0	0	32000054	0	0	0
27011000	0	0	0	27011000	0	0	0	27011000	0	0	0

Figura 22 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de maio

Na tabela 13, está representado o resumo de como as necessidades foram satisfeitas para melhor compreensão. Para o armazém do Porto, 86% das necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores, 13% via *transshipment* pelo armazém de Lisboa e 1% via *transshipment* pelo armazém de Coimbra. Quanto ao armazém de Lisboa, 55% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e os restantes 45% via *transshipment* pelo armazém do Porto. As necessidades do armazém de Coimbra, foram satisfeitas 75% diretamente dos fornecedores e 25% via *transshipment* pelo armazém do Porto.

Tabela 133 - Resumo da distribuição do material no mês de maio

Armazém	Fornecedor	Porto	Lisboa	Coimbra
Porto	86%	-	13%	1%
Lisboa	55%	45%	-	0%
Coimbra	75%	25%	0%	-

- Junho

A figura 23, demonstra a forma como as necessidades dos armazéns foram satisfeitas no mês de junho, isto é, mostra as quantidades que vieram diretamente dos fornecedores e/ou por via de *transshipment*.

Porto	Fornecedor	Lisboa	Coimbra	Lisboa	Fornecedor	Porto	Coimbra	Coimbra	Fornecedor	Porto	Lisboa
28002030	19	0	0	28002030	10	0	0	28002030	49	0	0
28000015	20	0	0	28000015	0	0	0	28000015	13	0	0
28002016	17	0	0	28002016	0	0	0	28002016	9	0	0
1001000	4	0	0	1001000	0	0	0	1001000	0	0	0
1001010	17	0	0	1001010	0	0	0	1001010	0	2	0
30300544	3	0	0	30300544	0	0	0	30300544	0	0	0
28000032	8	0	0	28000032	4	0	0	28000032	0	0	0
28000031	3	0	0	28000031	0	1	0	28000031	0	8	0
28000035	0	0	0	28000035	0	0	0	28000035	9	0	0
1001021	0	0	0	1001021	0	0	0	1001021	0	0	0
1001020	4	0	0	1001020	0	0	0	1001020	0	2	0
1001001	21	0	0	1001001	0	0	0	1001001	0	0	0
1001015	1	0	0	1001015	0	0	0	1001015	0	1	0
1001011	0	0	0	1001011	0	0	0	1001011	0	0	0
19020027	1657	0	0	19020027	0	0	0	19020027	52	0	0
1001016	0	0	0	1001016	0	16	0	1001016	0	0	0
1001005	6	0	0	1001005	0	0	0	1001005	0	8	0
1001000	5	0	0	1001000	0	0	0	1001000	0	16	0
28002060	4	0	0	28002060	0	0	0	28002060	0	0	0
2701020	0	0	0	2701020	0	0	0	2701020	0	0	0
1001026	0	0	0	1001026	0	0	0	1001026	0	2	0
1001020	0	0	0	1001020	0	0	0	1001020	0	0	0
23074005	0	0	0	23074005	0	0	0	23074005	0	0	0
1001025	4	0	0	1001025	0	0	0	1001025	0	1	0
28000041	4	0	0	28000041	7	0	0	28000041	0	0	0
800057216	40	0	0	800057216	0	0	0	800057216	0	0	0
800042378	146	0	0	800042378	16	0	0	800042378	0	0	0
800001807	0	0	0	800001807	0	0	0	800001807	0	0	0
800042381	0	0	0	800042381	0	0	0	800042381	0	0	0
3207035	0	0	0	3207035	0	0	0	3207035	0	0	0
3207036	0	0	0	3207036	0	0	0	3207036	0	0	0
27700010	13	0	0	27700010	0	0	0	27700010	0	0	0
3207037	0	0	0	3207037	0	0	0	3207037	0	0	0
3200051	0	0	0	3200051	16	0	0	3200051	0	0	0
28000022	0	0	0	28000022	0	0	0	28000022	0	0	0
27706111	9	0	0	27706111	0	0	0	27706111	0	0	0
3200053	90	0	0	3200053	0	0	0	3200053	0	0	0
3200054	60	0	0	3200054	0	0	0	3200054	0	0	0
2701000	0	0	0	2701000	0	0	0	2701000	0	0	0

Figura 23 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de junho

Na tabela 14, está representado o resumo de como as necessidades foram satisfeitas para melhor compreensão. Todas as necessidades do armazém do Porto foram satisfeitas diretamente dos fornecedores. Quanto ao armazém de Lisboa, 76% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e 24% via *transshipment* pelo armazém do Porto. As necessidades do armazém de Coimbra, foram satisfeitas 77% diretamente dos fornecedores e 23% via *transshipment* pelo armazém do Porto.

Tabela 14 - Resumo da distribuição do material no mês de junho

Armazém	Fornecedor	Porto	Lisboa	Coimbra
Porto	100%	-	0%	0%
Lisboa	76%	24%	-	0%
Coimbra	77%	23%	0%	-

- Julho

A figura 24, demonstra a forma como as necessidades dos armazéns foram satisfeitas no mês de julho, isto é, mostra as quantidades que vieram diretamente dos fornecedores e/ou por via de *transshipment*.

Porto	Fornecedor	Lisboa	Coimbra	Lisboa	Fornecedor	Porto	Coimbra	Coimbra	Fornecedor	Porto	Lisboa
28002030	81	0	0	28002030	17	0	0	28002030	19	0	0
28000015	68	0	0	28000015	2	0	0	28000015	14	0	0
28002016	8	0	0	28002016	0	0	0	28002016	6	0	0
10010000	26	0	0	10010000	0	2	0	10010000	0	2	0
10010100	45	0	0	10010100	0	3	0	10010100	0	2	0
30300544	9	0	0	30300544	0	0	0	30300544	0	4	0
28000032	8	0	0	28000032	2	0	0	28000032	1	0	0
28000031	6	0	0	28000031	0	1	0	28000031	0	0	0
28000035	6	0	0	28000035	0	0	0	28000035	2	0	0
10010200	0	0	0	10010200	0	0	0	10010200	0	0	0
10010100	1	0	0	10010100	0	2	0	10010100	0	0	0
10010001	18	0	0	10010001	0	0	0	10010001	0	20	0
10010105	10	0	0	10010105	0	2	0	10010105	0	0	0
10010101	0	0	0	10010101	0	0	0	10010101	0	0	0
19020027	707	0	0	19020027	0	0	0	19020027	29	0	0
10010106	4	0	0	10010106	0	0	0	10010106	0	0	0
10010015	8	0	0	10010015	0	0	0	10010015	0	0	0
10010000	8	0	0	10010000	0	0	0	10010000	0	0	0
28002060	0	0	0	28002060	0	0	0	28002060	0	0	0
27010200	44	10	70	27010200	0	0	0	27010200	0	0	0
10010206	0	0	0	10010206	0	0	0	10010206	0	4	0
10010020	0	0	0	10010020	0	0	0	10010020	0	0	0
23074005	0	0	0	23074005	0	0	0	23074005	159	0	0
10010205	5	0	0	10010205	0	0	0	10010205	0	3	0
28000041	0	0	0	28000041	0	0	0	28000041	0	0	0
800057216	30	0	0	800057216	0	0	0	800057216	0	0	0
800042378	0	0	0	800042378	0	0	0	800042378	0	0	0
800001807	0	0	0	800001807	0	0	0	800001807	0	0	0
800042381	0	0	0	800042381	0	0	0	800042381	0	0	0
3207035	70	0	0	3207035	172	0	0	3207035	0	0	0
3207036	0	0	0	3207036	162	0	0	3207036	0	0	0
27700010	4	0	0	27700010	0	0	0	27700010	0	0	0
3207037	0	2	0	3207037	122	0	0	3207037	0	0	0
32000051	0	0	0	32000051	0	0	0	32000051	0	0	0
28000022	0	0	0	28000022	0	0	0	28000022	0	0	0
27706111	23	0	0	27706111	0	0	0	27706111	0	0	0
32000053	80	0	0	32000053	0	0	0	32000053	0	0	0
32000054	80	0	0	32000054	0	0	0	32000054	0	0	0
27010000	158	0	0	27010000	0	0	0	27010000	0	0	0

Figura 24 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de julho

Na tabela 15, está representado o resumo de como as necessidades foram satisfeitas para melhor compreensão. 95% necessidades do armazém do Porto foram satisfeitas diretamente dos fornecedores, 1 % via *transshipment* pelo armazém de Lisboa e 4% via *transshipment* pelo armazém de Coimbra. Quanto ao armazém de Lisboa, 98% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e 2% via *transshipment* pelo armazém do Porto. Para o armazém de Coimbra, 87% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e 13% via *transshipment* pelo armazém do Porto.

Tabela 15 - Resumo da distribuição do material no mês de julho

Armazém	Fornecedor	Porto	Lisboa	Coimbra
Porto	95%	-	1%	4%
Lisboa	98%	2%	-	0%
Coimbra	87%	13%	0%	-

- Agosto

A figura 25, demonstra a forma como as necessidades dos armazéns foram satisfeitas no mês de agosto, isto é, mostra as quantidades que vieram diretamente dos fornecedores e/ou por via de *transshipment*.

Porto	Fornecedor	Lisboa	Coimbra	Lisboa	Fornecedor	Porto	Coimbra	Coimbra	Fornecedor	Porto	Lisboa
28002030	38	0	0	28002030	0	0	0	28002030	11	0	0
28000015	0	0	0	28000015	1	0	0	28000015	4	0	0
28002016	15	0	0	28002016	4	0	0	28002016	3	0	0
10010000	14	0	0	10010000	0	0	0	10010000	0	0	0
10010100	17	0	0	10010100	0	0	0	10010100	0	0	0
30300544	15	0	0	30300544	0	2	0	30300544	0	1	0
28000032	4	0	0	28000032	0	0	0	28000032	0	0	0
28000031	2	0	0	28000031	0	0	0	28000031	0	2	0
28000035	0	0	0	28000035	0	0	0	28000035	0	0	0
10010201	0	0	0	10010201	0	0	0	10010201	0	0	0
10010200	3	0	0	10010200	0	2	0	10010200	0	0	0
10010101	0	0	0	10010101	0	0	0	10010101	0	0	0
10010105	2	0	0	10010105	0	1	0	10010105	0	0	0
10010101	0	0	0	10010101	0	0	0	10010101	0	0	0
19020027	278	0	0	19020027	20	0	0	19020027	52	0	0
10010106	2	0	0	10010106	0	0	0	10010106	0	0	0
10010005	5	0	0	10010005	0	6	0	10010005	0	28	0
10010000	6	0	0	10010000	0	0	0	10010000	0	0	0
28002060	0	0	0	28002060	0	0	0	28002060	0	0	0
27010200	0	0	0	27010200	0	0	0	27010200	0	0	0
10010206	4	0	0	10010206	0	0	0	10010206	0	0	0
10010020	0	0	0	10010020	0	6	0	10010020	0	0	0
23074005	0	0	0	23074005	0	0	0	23074005	0	0	0
10010205	0	0	0	10010205	0	1	0	10010205	0	0	0
28000041	0	0	0	28000041	0	1	0	28000041	0	0	0
800057216	0	0	0	800057216	0	0	0	800057216	0	0	0
800042378	24	0	0	800042378	0	0	0	800042378	0	0	0
800001807	0	0	0	800001807	0	0	0	800001807	0	0	0
800042381	16	0	0	800042381	0	0	0	800042381	0	0	0
3207035	0	0	0	3207035	0	0	0	3207035	0	0	0
3207036	0	20	0	3207036	0	0	0	3207036	0	0	0
27700010	20	20	0	27700010	0	0	0	27700010	0	0	0
3207037	0	0	0	3207037	0	0	0	3207037	0	0	0
3200051	0	0	0	3200051	0	0	0	3200051	0	0	0
28000022	0	0	0	28000022	0	2	0	28000022	0	0	0
27706111	19	0	0	27706111	0	0	0	27706111	0	0	0
3200053	12	0	0	3200053	0	0	0	3200053	0	0	0
3200054	0	0	0	3200054	0	0	0	3200054	0	0	0
27010000	0	0	0	27010000	0	90	0	27010000	0	0	0

Figura 25 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de agosto

Na tabela 16, está representado o resumo de como as necessidades foram satisfeitas para melhor compreensão. Quanto ao armazém do Porto, 93% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e 7% via *transshipment* pelo armazém de Lisboa. Para o armazém de Lisboa, 19% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e 81% via *transshipment* pelo armazém do Porto. Para o armazém de Coimbra, 69% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e 31% via *transshipment* pelo armazém do Porto.

Tabela 156 - Resumo da distribuição do material no mês de agosto

Armazém	Fornecedor	Porto	Lisboa	Coimbra
Porto	93%	-	7%	0%
Lisboa	19%	81%	-	0%
Coimbra	69%	31%	0%	-

- Setembro

A figura 26, demonstra a forma como as necessidades dos armazéns foram satisfeitas no mês de setembro, isto é, mostra as quantidades que vieram diretamente dos fornecedores e/ou por via de *transshipment*.

Porto	Fornecedor	Lisboa	Coimbra	Lisboa	Fornecedor	Porto	Coimbra	Coimbra	Fornecedor	Porto	Lisboa
28002030	96	0	0	28002030	8	0	0	28002030	4	0	0
28000015	54	0	0	28000015	0	0	0	28000015	7	0	0
28002016	9	0	0	28002016	0	0	0	28002016	4	0	0
1001000	11	0	0	1001000	0	0	0	1001000	0	5	0
1001010	69	0	0	1001010	0	0	0	1001010	0	5	0
30300544	29	0	0	30300544	0	0	0	30300544	0	0	0
28000032	8	0	0	28000032	1	0	0	28000032	2	0	0
28000031	4	0	0	28000031	0	1	0	28000031	0	2	0
28000035	8	0	0	28000035	0	0	0	28000035	2	0	0
1001021	0	0	0	1001021	0	0	0	1001021	0	0	0
1001020	2	0	0	1001020	0	0	0	1001020	0	0	0
1001001	0	0	0	1001001	0	0	0	1001001	0	0	0
1001015	0	0	0	1001015	0	0	0	1001015	0	0	0
1001011	0	0	0	1001011	0	0	0	1001011	0	0	0
19020027	325	0	0	19020027	4	0	0	19020027	37	0	0
1001016	0	0	0	1001016	0	0	0	1001016	0	0	0
1001005	9	0	0	1001005	0	0	0	1001005	0	2	0
1001000	0	0	0	1001000	0	0	0	1001000	0	5	0
28002060	0	0	0	28002060	0	0	0	28002060	0	0	0
2701020	49	10	12	2701020	0	0	0	2701020	58	0	0
1001026	0	0	0	1001026	0	0	0	1001026	0	0	0
1001020	6	0	0	1001020	0	3	0	1001020	0	0	0
23074005	0	0	0	23074005	0	0	0	23074005	0	0	0
1001025	1	0	0	1001025	0	0	0	1001025	0	0	0
28000041	0	0	0	28000041	0	0	0	28000041	0	0	0
800057216	0	0	0	800057216	0	0	0	800057216	0	0	0
800042378	0	0	0	800042378	0	0	0	800042378	0	0	0
800001807	0	0	0	800001807	0	0	0	800001807	0	0	0
800042381	30	0	0	800042381	0	0	0	800042381	0	0	0
3207035	0	20	0	3207035	0	0	0	3207035	0	0	0
3207036	0	0	0	3207036	0	0	0	3207036	0	0	0
27700010	39	0	0	27700010	0	0	0	27700010	0	0	0
3207037	0	0	0	3207037	0	0	0	3207037	0	0	0
3200051	0	0	0	3200051	0	0	0	3200051	0	0	0
28000022	0	0	0	28000022	2	0	0	28000022	0	0	0
2770611	12	0	0	2770611	0	0	0	2770611	0	0	0
3200053	0	0	0	3200053	0	0	0	3200053	0	0	0
3200054	0	0	0	3200054	0	0	0	3200054	0	0	0
2701000	0	0	0	2701000	0	10	0	2701000	0	0	0

Figura 26 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de setembro

Na tabela 17, está representado o resumo de como as necessidades foram satisfeitas para melhor compreensão. Para o armazém do Porto, 95% das necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e 4% via *transshipment* pelo armazém de Lisboa e 1% via *transshipment* pelo armazém de Coimbra. Quanto ao armazém de Lisboa, 52% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e os restantes 48% via *transshipment* pelo armazém do Porto. As necessidades do armazém de Coimbra, foram satisfeitas 86% diretamente dos fornecedores e 14% via *transshipment* pelo armazém do Porto.

Tabela 1716 - Resumo da distribuição do material no mês de setembro

Armazém	Fornecedor	Porto	Lisboa	Coimbra
Porto	95%	-	4%	1%
Lisboa	52%	48%	-	0%
Coimbra	86%	14%	0%	-

- Outubro

A figura 27, demonstra a forma como as necessidades dos armazéns foram satisfeitas no mês de outubro, isto é, mostra as quantidades que vieram diretamente dos fornecedores e/ou por via de *transshipment*.

Porto	Fornecedor	Lisboa	Coimbra	Lisboa	Fornecedor	Porto	Coimbra	Coimbra	Fornecedor	Porto	Lisboa
28002030	136	0	0	28002030	156	0	0	28002030	28	0	0
28000015	17	0	0	28000015	4	0	0	28000015	9	0	0
28002016	1	0	0	28002016	0	0	0	28002016	6	0	0
90010000	2	0	0	90010000	0	0	0	90010000	0	3	0
90010100	32	0	0	90010100	0	0	0	90010100	0	3	0
30300544	25	0	0	30300544	0	0	0	30300544	0	6	0
28000032	8	0	0	28000032	0	0	0	28000032	6	0	0
28000031	0	0	0	28000031	0	0	0	28000031	0	0	0
28000035	0	0	0	28000035	0	0	0	28000035	2	0	0
90010021	0	0	0	90010021	0	0	0	90010021	0	0	0
90010020	11	0	0	90010020	0	1	0	90010020	0	0	0
90010001	0	0	0	90010001	0	0	0	90010001	0	0	0
90010015	9	0	0	90010015	0	3	0	90010015	0	0	0
90010011	0	0	0	90010011	0	0	0	90010011	0	0	0
19020027	771	0	0	19020027	21	0	0	19020027	28	0	0
90010016	0	0	0	90010016	0	0	0	90010016	0	0	0
90010015	3	0	0	90010015	0	0	0	90010015	0	0	0
90010000	0	0	0	90010000	0	8	0	90010000	0	0	0
28002060	0	0	0	28002060	0	0	0	28002060	0	0	0
27010020	0	0	0	27010020	0	0	0	27010020	0	0	0
90010026	0	0	0	90010026	0	0	0	90010026	0	0	0
90010020	2	0	0	90010020	0	1	0	90010020	0	2	0
23074005	0	0	0	23074005	0	0	0	23074005	0	0	0
90010025	9	0	0	90010025	0	2	0	90010025	0	0	0
28000041	29	0	0	28000041	18	0	0	28000041	0	0	0
800057216	0	0	0	800057216	0	0	0	800057216	0	0	0
800042378	30	0	0	800042378	0	0	0	800042378	0	0	0
800001807	0	0	0	800001807	0	0	0	800001807	0	0	0
800042381	0	0	0	800042381	0	0	0	800042381	0	0	0
3207035	0	0	0	3207035	0	0	0	3207035	0	0	0
3207036	0	0	0	3207036	0	0	0	3207036	0	0	0
27700010	5	0	0	27700010	0	0	0	27700010	0	0	0
3207037	0	0	0	3207037	0	0	0	3207037	0	0	0
32000051	0	0	0	32000051	0	0	0	32000051	0	0	0
28000022	0	0	0	28000022	0	0	0	28000022	0	0	0
27706111	21	0	0	27706111	0	1	0	27706111	0	0	0
32000053	0	0	0	32000053	0	0	0	32000053	0	0	0
32000054	0	0	0	32000054	0	0	0	32000054	0	0	0
27010000	0	0	0	27010000	0	0	0	27010000	0	0	0

Figura 27 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de outubro

Na tabela 18, está representado o resumo de como as necessidades foram satisfeitas para melhor compreensão. Quanto ao armazém do Porto, todas as suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores. Para o armazém de Lisboa, 93% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e 7% via *transshipment* pelo armazém do Porto. Quanto ao armazém de Coimbra, 85% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e 15% via *transshipment* pelo armazém do Porto.

Tabela 1817 - Resumo da distribuição do material no mês de outubro

Armazém	Fornecedor	Porto	Lisboa	Coimbra
Porto	100%	-	0%	0%
Lisboa	93%	7%	-	0%
Coimbra	85%	15%	0%	-

- Novembro

A figura 28, demonstra a forma como as necessidades dos armazéns foram satisfeitas no mês de novembro, isto é, mostra as quantidades que vieram diretamente dos fornecedores e/ou por via de *transshipment*.

Porto	Fornecedor	Lisboa	Coimbra	Lisboa	Fornecedor	Porto	Coimbra	Coimbra	Fornecedor	Porto	Lisboa
28002030	41	0	0	28002030	6	0	0	28002030	16	0	0
28000015	33	0	0	28000015	4	0	0	28000015	8	0	0
28002016	5	0	0	28002016	0	0	0	28002016	2	0	0
10010000	26	0	0	10010000	0	1	0	10010000	0	0	0
1001010	132	0	0	1001010	0	0	0	1001010	0	0	0
30300544	14	0	0	30300544	0	0	0	30300544	0	1	0
28000032	1	0	0	28000032	0	0	0	28000032	4	0	0
28000031	2	0	0	28000031	0	0	0	28000031	0	2	0
28000035	6	0	0	28000035	0	0	0	28000035	0	0	0
1001021	0	0	0	1001021	0	0	0	1001021	0	0	0
1001020	41	0	0	1001020	0	2	0	1001020	0	7	0
1001001	0	0	0	1001001	0	0	0	1001001	0	0	0
1001015	35	0	0	1001015	0	0	0	1001015	0	0	0
1001011	0	0	0	1001011	0	0	0	1001011	0	0	0
19020027	349	0	0	19020027	28	0	0	19020027	8	0	0
1001016	0	0	0	1001016	0	0	0	1001016	0	0	0
1001015	41	0	0	1001015	0	0	0	1001015	0	0	0
10010000	5	0	0	10010000	0	5	0	10010000	0	0	0
28002060	0	0	0	28002060	0	0	0	28002060	7	0	0
2701020	0	0	0	2701020	0	0	0	2701020	0	0	0
1001026	0	0	0	1001026	0	0	0	1001026	0	0	0
1001020	0	0	0	1001020	0	0	0	1001020	0	0	0
23074005	0	0	0	23074005	0	0	0	23074005	0	0	0
1001025	4	0	0	1001025	0	1	0	1001025	0	0	0
28000041	0	0	0	28000041	0	0	0	28000041	0	0	0
800057216	0	0	0	800057216	0	0	0	800057216	0	0	0
800042378	0	0	0	800042378	0	0	0	800042378	0	0	0
800001807	0	0	0	800001807	0	0	0	800001807	0	0	0
800042381	0	0	0	800042381	0	0	0	800042381	0	0	0
3207035	0	40	0	3207035	0	0	0	3207035	0	0	0
3207036	0	30	0	3207036	0	0	0	3207036	0	0	0
27700010	6	0	0	27700010	4	0	0	27700010	0	0	0
3207037	0	44	0	3207037	0	0	0	3207037	0	0	0
3200051	0	0	0	3200051	0	0	0	3200051	0	0	0
28000022	0	0	0	28000022	0	0	0	28000022	0	0	0
27706111	6	0	0	27706111	0	15	0	27706111	0	0	0
3200053	0	0	0	3200053	0	0	0	3200053	0	0	0
3200054	0	0	0	3200054	0	0	0	3200054	0	0	0
27010000	0	0	0	27010000	0	0	0	27010000	0	0	0

Figura 28 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de novembro

Na tabela 19, está representado o resumo de como as necessidades foram satisfeitas para melhor compreensão. Quanto ao armazém do Porto, 87% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores, os restantes 13% foram satisfeitos via *transshipment* pelo armazém de Lisboa. Para o armazém de Lisboa, 64% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e 36% via *transshipment* pelo armazém do Porto.

Quanto ao armazém de Coimbra, 81% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e 19% via *transshipment* pelo armazém do Porto.

Tabela 1918 - Resumo da distribuição do material no mês de novembro

Armazém	Fornecedor	Porto	Lisboa	Coimbra
Porto	87%	-	13%	0%
Lisboa	64%	36%	-	0%
Coimbra	81%	19%	0%	-

- Dezembro

A figura 29, demonstra a forma como as necessidades dos armazéns foram satisfeitas no mês de dezembro, isto é, mostra as quantidades que vieram diretamente dos fornecedores e/ou por via de *transshipment*.

Porto	Fornecedor	Lisboa	Coimbra	Lisboa	Fornecedor	Porto	Coimbra	Coimbra	Fornecedor	Porto	Lisboa
28002030	59	0	0	28002030	0	0	0	28002030	0	0	0
28000015	17	0	0	28000015	7	0	0	28000015	14	0	0
28002016	17	0	0	28002016	0	0	0	28002016	2	0	0
1001000	14	0	0	1001000	0	1	0	1001000	0	5	0
1001010	3	0	0	1001010	0	2	0	1001010	0	0	0
30300544	0	0	0	30300544	0	1	0	30300544	0	0	0
28000032	9	0	0	28000032	6	0	0	28000032	0	0	0
28000031	0	0	0	28000031	0	0	0	28000031	0	0	0
28000035	4	0	0	28000035	0	0	0	28000035	0	0	0
1001021	0	0	0	1001021	0	0	0	1001021	0	0	0
1001020	4	0	0	1001020	0	1	0	1001020	0	1	0
1001001	0	0	0	1001001	0	0	0	1001001	0	0	0
1001015	4	0	0	1001015	0	0	0	1001015	0	3	0
1001011	0	0	0	1001011	0	0	0	1001011	0	0	0
19020027	126	0	0	19020027	50	0	0	19020027	4	0	0
1001016	0	0	0	1001016	0	0	0	1001016	0	0	0
1001005	2	0	0	1001005	0	2	0	1001005	0	3	0
1001000	0	0	0	1001000	0	4	0	1001000	0	1	0
28002060	2	0	0	28002060	2	0	0	28002060	0	0	0
2701020	0	0	0	2701020	0	0	0	2701020	0	0	0
1001026	0	0	0	1001026	0	0	0	1001026	0	0	0
1001020	3	0	0	1001020	0	0	0	1001020	0	6	0
23074005	0	0	0	23074005	0	0	0	23074005	0	0	0
1001025	1	0	0	1001025	0	0	0	1001025	0	1	0
28000041	0	0	0	28000041	0	0	0	28000041	0	0	0
800057216	0	0	0	800057216	0	0	0	800057216	0	0	0
800042378	0	0	0	800042378	0	0	0	800042378	0	0	0
800001807	0	0	0	800001807	0	0	0	800001807	0	0	0
800042381	0	0	0	800042381	0	0	0	800042381	0	0	0
3207035	0	0	0	3207035	0	0	0	3207035	0	0	0
3207036	0	30	0	3207036	0	0	0	3207036	0	0	0
27700010	14	0	0	27700010	0	0	0	27700010	0	0	0
3207037	0	0	0	3207037	0	0	0	3207037	0	0	10
3200051	0	0	0	3200051	0	0	0	3200051	0	0	0
28000022	0	0	0	28000022	0	0	0	28000022	0	0	0
2770611	0	0	0	2770611	0	0	0	2770611	0	0	0
3200053	0	0	0	3200053	0	0	0	3200053	0	0	0
3200054	0	0	0	3200054	0	0	0	3200054	0	0	0
2701000	0	0	0	2701000	0	0	0	2701000	0	0	0

Figura 29 - Forma de distribuição do material pelos armazéns no mês de dezembro

Na tabela 20, está representado o resumo de como as necessidades foram satisfeitas para melhor compreensão. Quanto ao armazém do Porto, 90% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores, os restantes 10% foram satisfeitos via *transshipment* pelo armazém de Lisboa. Para o armazém de Lisboa, 86% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores e 14% via *transshipment* pelo armazém do Porto.

Quanto ao armazém de Coimbra, 32% das suas necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores, 52% via *transshipment* pelo armazém do Porto e 16% via *transshipment* pelo armazém de Lisboa.

Tabela 2019 - Resumo da distribuição do material no mês de dezembro

Armazém	Fornecedor	Porto	Lisboa	Coimbra
Porto	90%	-	10%	0%
Lisboa	86%	14%	-	0%
Coimbra	32%	52%	16%	-

3.6.1 Análise Crítica dos resultados

Através da análise dos resultados é possível perceber a forma de distribuição para cada artigo que mais otimiza a satisfação das necessidades de cada armazém.

É possível comprovar também, como foi mencionado na revisão bibliográfica, que a utilização de *transshipment* por parte de uma empresa, leva à redução de custos de transporte.

Como já foi referido, apesar de a empresa não ter um sistema de distribuição definido, têm com ideia usar o armazém do Porto como centro de distribuição para as delegações. A tabela 21, demonstra que de facto o armazém do Porto deve ser usado como centro de distribuição para os restantes, uma vez que foi o armazém mais utilizado para distribuir o material entre os outros.

Contudo, com base na sua percentagem de utilização, é possível concluir que a forma mais rentável para a empresa não é recorrer do armazém do Porto exclusivamente para satisfazer as necessidades de Lisboa e Coimbra.

Tabela 2120 - Resumo da distribuição do material no ano 2021

Armazém	Fornecedor	Porto	Lisboa	Coimbra
Porto	94%	-	5%	1%
Lisboa	77%	23%	-	0%
Coimbra	73%	24%	3%	-

CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 Conclusões

4.2 Propostas de trabalhos futuros

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo final, vão ser realizadas as conclusões do trabalho desenvolvido, com um breve resumo do que consistiu esse mesmo trabalho e os resultados obtidos com referência também a possíveis trabalhos futuros que possam ser efetuados.

4.1 Conclusões

A presente dissertação, realizada no âmbito da unidade curricular de Dissertação/Projeto/Estágio, lecionada no 2º semestre do 2º ano do Mestrado em Engenharia Mecânica, na área de Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto, na empresa Skk - Central de Distribuição Para Refrigeração e Climatização, S.A, teve como objetivo principal a sugestão/implementação de um método ou ferramenta de modo a otimizar a distribuição de material dos fornecedores para os armazéns, bem como o mapeamento de todas as funções e tarefas existentes com vista a identificar oportunidades de melhoria.

Após devido levantamento e análise dos processos e forma de funcionamento da empresa, foi possível identificar vários problemas, aos quais se implementou duas propostas de melhoria. A primeira, uma formação quanto ao sistema de informação utilizado, uma vez que vários problemas poderiam ser devido ao facto de os trabalhadores não terem tido nenhuma formação quanto à utilização do mesmo. Com a formação, chegou-se à conclusão que é o próprio sistema que tem bastantes limitações e, portanto, decidiu-se fazer uma transição do sistema Primavera Saas para o SAP.

A segunda, foi desenvolvido um modelo matemático com o objetivo de otimizar a distribuição do material dos fornecedores para os armazéns e entre os mesmos. Para o ano de 2021, aproximadamente 71% das necessidades foram satisfeitas diretamente dos fornecedores, aproximadamente 23% das necessidades foram satisfeitas via *transshipment* pelo armazém do Porto, aproximadamente 5% via *transshipment* pelo armazém de Lisboa e 1% via *transshipment* pelo armazém de Coimbra.

O que permitiu concluir, cumprindo o objetivo proposto pela empresa, que de facto é vantajoso para a empresa usar o armazém do Porto como centro de distribuição para as delegações, mas não de forma exclusiva.

4.2 Propostas de trabalhos futuros

Como já foi mencionado anteriormente, na atualidade uma empresa é constantemente confrontada com nova competição e desafios e, portanto, é sempre necessário ter foco na melhoria.

Para futuros trabalhos, seria interessante realizar o mesmo trabalho, mas com um número mais abrangente de produtos. Contudo, para tal, é necessário realizar primeiro uma parametrização correta de todos os armazéns, bem como uma recolha de toda a informação essencial relacionada com os fornecedores e clientes, uma vez que, essa falta e incorreta parametrização e falta de informação, foi uma das maiores dificuldades encontradas no desenvolvimento deste trabalho e conseqüentemente a principal limitação.

Seria também interessante estudar a ideia de usar transporte próprio, tanto só para movimentos entre armazéns ou até mesmo qualquer movimentação nacional e ver até que ponto traria benefícios para a empresa. Tanto a nível de custos de transporte, como a nível de tempo e organização, uma vez que com recurso a transporte próprio é possível transportar quando a própria empresa quer, eliminando a necessidade de pedir orçamentos às várias transportadoras e esperar resposta, e quando necessita.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Agadaga, G. O., & Akpan, N. (2017). Transshipment Problem and Its Variants: A review. *Mathematical Theory and Modeling*, 7(2), pp. 19-32.
- Aisyati, A., Jauhari, W. A., & Rosyidi, C. N. (2014). Periodic Review Model for Determining Inventory Policy for . *International Journal of Business Research & Management (IJBRM)*, 5(3).
- Almeder, C., Preusser, M., & Hartl, R. (2009). Simulation and optimization of supply chains: alternative or complementary approaches? *OR spectrum*, 31(1), pp. 95-119. doi:<https://doi.org/10.1007/s00291-007-0118-z>
- Al-Othman, W., Lababidi, H., Alatiqi, I., & Al-Shayji, K. (2008). Supply chain optimization of petroleum organization under uncertainty in market demands and prices. *European Journal of Operational Research*, 189(3), pp. 822-840. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.06.081>
- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. G. (2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *Procedia Manufacturing*, 13, pp. 1120-1127. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.173>
- Azevedo, I. G. (2016). Fluxograma como ferramenta de mapeamento de processo no controle de qualidade de uma indústria de confecção. *Congresso Nacional de Excelência em Gestão*, 12, pp. 1-14.
- Bachlaus, M., Pandev, M., Mahaian, C., Shankar, R., & Tiwari, M. (2008). Bachlaus, M., Pandey, M. K., Mahajan, C., Shanka Designing an integrated multi-echelon agile supply chain network: a hybrid taguchi-particle swarm optimization approach. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 19(6), pp. 747-761. doi:[doi:doi.org/10.1007/s10845-008-0125-1](https://doi.org/10.1007/s10845-008-0125-1)
- Badwy, M., Abd El-Aziz, A. A., Idress, A. M., Hefny, H., & Hossam, S. (2016). A survey on exploring key performance indicators. *Future Computing and Informatics Journal*, 1(1-2), 47-52. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.fcij.2016.04.001>
- Banegas, D. L., & Villacanãs de Castro, L. S. (2019). *Action Research*. In Steve Walsh & Steve Mann (eds), *The Routledge Handbook of English Language Teacher Education*.
- Barbrow, S., & Hartline, M. (2015). Process mapping as organizational assessment in academic libraries. *Performance Measurement and Metrics*.
- Bensassi, S., Márquez-Ramos, L., Martínez-Zarzoso, I., & Suárez-Burguet, C. (2015). Relationship between logistics infrastructure and trade: Evidence from Spanish

- regional exports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 72, pp. 47-61. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.11.007>
- Bhandari, R. (2014). Impact of technology on logistics and supply chain management. *IOSR journal of business and management*, 51(11), 19-25.
- Carvalho, J. C. (2017). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. (2ª ed.). Edições Sílabo.
- Chaharsooghi, S. K., & Heydari, J. (2010). Supply chain coordination for the joint determination of order quantity and reorder point using credit option. *European Journal of Operational Research*, 204(1), pp. 86-95. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.10.007>
- Chalmers, A. F. (2013). *What is this thing called science?* Hackett Publishing.
- Chaudhuri, A., & De, K. (2013). A Comparative study of Transportation Problem under Probabilistic and fuzzy Uncertainties. *Uncertainties*, pp. 1307-1891. doi:<https://doi.org/10.48550/arXiv.1307.1891>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (5ª ed.).
- Coghlan, D., Shani, A. B., & Roth, J. (2016). *Institutionalizing Insider Action Research Initiatives in Organizations: The Role of Learning Mechanisms* (Vol. 29). <https://link.springer.com/journal/11213>.
- Craven, B. (2007). Modelling inventories in a network. *Optimization Letters*, 1(4), pp. 401-406. doi:<https://doi.org/10.1007/s11590-006-0040-3>
- Dehghani, E., Pishvaei, M. S., & Jabalameli, M. S. (2018). A hybrid Markov process-mathematical programming approach for joint location-inventory problem under supply disruptions. *RAIRO-Operations Research*, 53(4-5), pp. 1147-1173. Obtido de <https://doi.org/10.1051/ro/2018012>
- Dias, J. A., Ferreira, L. P., Gonçalves, M. A., Silva, F. G., & Ares, E. (2019). Analysis Of An Order Fulfilment Process At A Metalwork Company Using Different Lean Methodologies. *Procedia Manufacturing*, 41, pp. 399-406. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.025>
- Farahani, R. Z., Rashidi, B. H., Fahimnia, B., & Kaviani, M. (2015). Location-inventory problem in supply chains: a modelling review. *International Journal of Production Research*, 53(12), pp. 3769-3788. Obtido de <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.988889>
- Firoozi, Z., Ismail, N., Ariaifar, S., Tang, S. H., M., K. M., & Memariani, A. (2013). Distribution Network Design for Fixed Lifetime Perishable Products: A Model and Solution Approach. *Journal of Applied Mathematics*. Obtido de <https://doi.org/10.1155/2013/891409>
- Gadde, L.-E., & Jonsson, P. (2019). Future changes in sourcing patterns: 2025 outlook for the Swedish textile industry. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25(3). Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2018.12.004>

- Gani, A., Baskaran, R., & Mohamed, S. (2012). Mixed constraint fuzzy transshipment problem. *Appl. Math. Sci.*, 6, pp. 2385-2394.
- Gaudenzi, B., & Christopher, M. (2016). Achieving supply chain 'Leagility' through a project management orientation. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 19(1), 3-18. Obtido de <https://doi.org/10.1080/13675567.2015.1073234>
- Guerrero, W. J., Yeung, T. G., & Guéret, C. (2013). Joint-optimization of inventory policies on a multi-product multi-echelon pharmaceutical system with batching and ordering constraints. *European Journal of Operational Research*, 231(1), pp. 98-108. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.05.030>
- Halim, R. A., Kwakkel, J., & Tavasszy, L. (2016). A strategic model of port-hinterland freight distribution networks. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 95, pp. 368-384. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.05.014>
- Hebb, N. (2012). Flowchart Symbols Defined. *BreezeTree Software*.
- 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), pp. 948-966. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.09.013>
- Hua, X., Hu, X., & Yuan, W. (2016). Research optimization on logistics distribution center location based on adaptive particle swarm algorithm. *Optik*, 127(20), pp. 8443-8450. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2016.06.032>
- Iqbal, Q., & Malzahn, D. (2017). Evaluating discriminating power of single-criteria and multi-criteria . *Computers and Industrial Engineering*, 104, pp. 219–223. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.12.007>
- Islam, D. M., Meier, J. F., Aditjandra, P. T., Zunder, T. H., & Patee, G. (2013). Logistics and supply chain management. *Research in Transportation Economics*, 41(1), pp. 3-16. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.10.006>
- Johne, D., & Wallenburg, C. M. (2021). The role of buyer and supplier knowledge stocks for supplier-led improvements in logistics outsourcing. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 27(5). Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2021.100697>
- Khurana, A. (2015). Variants of transshipment problem. *European Transport Research Review*, 7(2), pp. 1-19. doi:doi.org/10.1007/s12544-015-0154-8
- Khurana, A., & Arora, S. R. (2011). Solving transshipment problems with mixed constraints. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 6(4), pp. 292-297. doi:doi.org/10.1080/17509653.2011.10671176
- Kouki, C., Jemai, Z., Sahin, E., & Dallery, Y. (2014). Analysis of a periodic review inventory control system with perishables having random lifetime.

- International Journal of Production Research*, 52(1), pp. 283-298. Obtido de <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.839895>
- Lee, Y. H., Jung, J. W., & Jeon, Y. S. (2007). An effective lateral transshipment policy to improve service level in the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 106(1), pp. 115-126. doi:doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.05.007
- Lindberg, C. F., Tan, S., Yan, J., & Starfelt, F. (2015). Key Performance Indicators Improve Industrial Performance. *Energy Procedia*, 75, pp. 1785-1790. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.474>
- Liu, J., Liao, X., Zhao, W., & Yang, N. (2016). A classification approach based on the outranking model for multiple criteria ABC analysis. *Omega*, 61, pp. 19-34. doi:<https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.07.004>
- Liu, Y., Dehghani, E., Jabalameli, M. S., Diabat, A., & Lu, C. (2020). A coordinated location-inventory problem with supply disruptions: A two-phase queuing theory-optimization model approach. *Computers & Industrial Engineering*, 142. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106326>
- MAGAR, V. M., & Shinde, V. B. (2014). Application of 7 quality control (7 QC) tools for continuous improvement of manufacturing processes. *International Journal of engineering research and general science*, 2(4), pp. 364-371.
- Maiczuk, J., & Júnior, P. A. (2013). Aplicação de ferramentas de melhoria de qualidade e produtividade nos processos produtivos: um estudo de caso. *Qualitas Revista Eletrônica*, 14(1). Obtido de <https://dx.doi.org/10.18391/qualitas.v14i1.1599>
- Mangan, J., & Lalwani, C. (2016). *Global logistics and supply chain management*. John Wiley & Sons.
- Martin, T. D., & Bell, J. T. (2017). *New Horizons in Standardized Work: Techniques for Manufacturing and Business Process Improvement*. CRC Press.
- Matinrad, N., Roghanian, E., & Rasi, Z. (2013). Matinrad, N., RSupply chain network optimization: A review of classification, models, solution techniques and future research. *Uncertain Supply chain management*, 1(1), pp. 1-24.
- Meissner, J., & Senicheva, O. V. (2018). Approximate dynamic programming for lateral transshipment problems in multi-location inventory systems. *European Journal of Operational Research*, 265(1), pp. 49-64. doi:doi.org/10.1016/j.ejor.2017.06.049
- Naderi, S., Kilic, K., & Dasci, A. (2020). A deterministic model for the transshipment problem of a fast fashion retailer under capacity constraints. *International Journal of Production Economics*, 227. doi:doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107687
- Neyestani, B. (2017). Seven Basic Tools of Quality Control: The Appropriate Techniques for Solving Quality Problems in the Organizations. *SSRN Eletronic Journal*. Obtido de <https://doi.org/10.5281/zenodo.400832>
- Noham, R., & Tzur, M. (2014). The single and multi-item transshipment problem with fixed transshipment costs. *Naval Research Logistics*, 61(8), pp. 637-664. doi:<https://doi.org/10.1002/nav.21608>

- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through "Lean Tools": An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, pp. 1082-1089. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Paksoy, T., & Yapici, N. (2012). A fuzzy linear programming model for the optimization of multi-stage supply chain networks with triangular and trapezoidal membership functions. *Journal of the Franklin Institute*, 349(1), pp. 93-109. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfranklin.2011.10.006>
- Parkhi, S., Joshi, S., Gupta, S., & Sharma, M. (2015). A Study of Evolution and Future of Supply Chain. *Supply Chain Management*, 9(2), 95-106.
- Pereira, M. T., Sousa, J. C., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. G. (2019). Localization System for Optimization of Picking in a Manual Warehouse. *Procedia Manufacturing*, pp. 1220-1227. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.213>
- Puga, M. S., & Tancrez, J. S. (2017). A heuristic algorithm for solving large location–inventory problems with demand uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 259(2), pp. 413-423. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.10.037>
- Rizkya, I., Syahpuyti, K., Sari, R., Siregar, I., & Ginting, E. (2018). Comparison of Periodic Review Policy and Continuous Review Policy for the Automotive Industry Inventory System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 288(1), p. 012085. Obtido de <https://doi.org/10.1088/1757-899X/288/1/012085>
- Romo, F., Tomasgard, A., Hellemo, L., Fodstad, M., Eidesen, B., & Pedersen, B. (2009). Optimizing the Norwegian natural gas production and transport. *Interfaces*, 39(1), pp. 46-56. doi:<https://doi.org/10.1287/inte.1080.0414>
- RUSHTON, A., CROUCHER, P., & BAKER, P. (2022). *The handbook of logistics and distribution management: Understanding the supply chain*. Kogan Page Publishers.
- Sarkar, B., & Mahapatra, A. S. (2017). Periodic review fuzzy inventory model with variable lead time and fuzzy demand. *International Transactions in Operational Research*, 24(5), pp. 1197-1227. Obtido de <https://doi.org/10.1111/itor.12177>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students*. Person Education.
- Shah, N. (2005). Process industry supply chains: Advances and challenges. *Computers & Chemical Engineering*, 29(6), pp. 1225-1235. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2005.02.023>
- Shavandi, H., & Bozorgi, B. (2012). Developing a location–inventory model under fuzzy environment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 63(1), pp. 191-200. Obtido de <https://doi.org/10.1007/s00170-012-3897-6>

- Sundar, R., Balaji, A. N., & Kumar, R. S. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, 97, pp. 1875-1885. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Torabi, S., & Hassini, E. (2008). An interactive possibilistic programming approach for multiple objective supply chain master planning. *Fuzzy Sets and Systems*, 159(2), pp. 193-214. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fss.2007.08.010>
- Venkatadri, U., Srinivasan, A., Montreuil, B., & Saraswat, A. (2006). Optimization-based decision support for order promising in supply chain networks. *International Journal of Production Economics*, 103(1), pp. 117-130. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.05.019>
- Wang, Q. (2013). A periodic-review inventory control policy for a two-level supply chain with multiple retailers and stochastic demand. *European Journal of Operational Research*, 230(1), pp. 53-62. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.04.004>
- WU, C. (2009). An analytic network process-mixed integer multi-objective programming model for partner selection in agile supply chains. *Production Planning and Control*, 20(3), pp. 254-275. doi:<https://doi.org/10.1080/09537280902856047>
- XIA, L. (2006). Supply chain modelling and improvement in telecom industry: A case study. . 2006 4th IEEE International Conference on Industrial Informatics, pp. 1159-1164. doi:doi.org/10.1109/INDIN.2006.275782

ANEXOS

6.1 Localizações dos Armazéns

6.2 Peso Artigos

6.3 Necessidades dos Armazéns

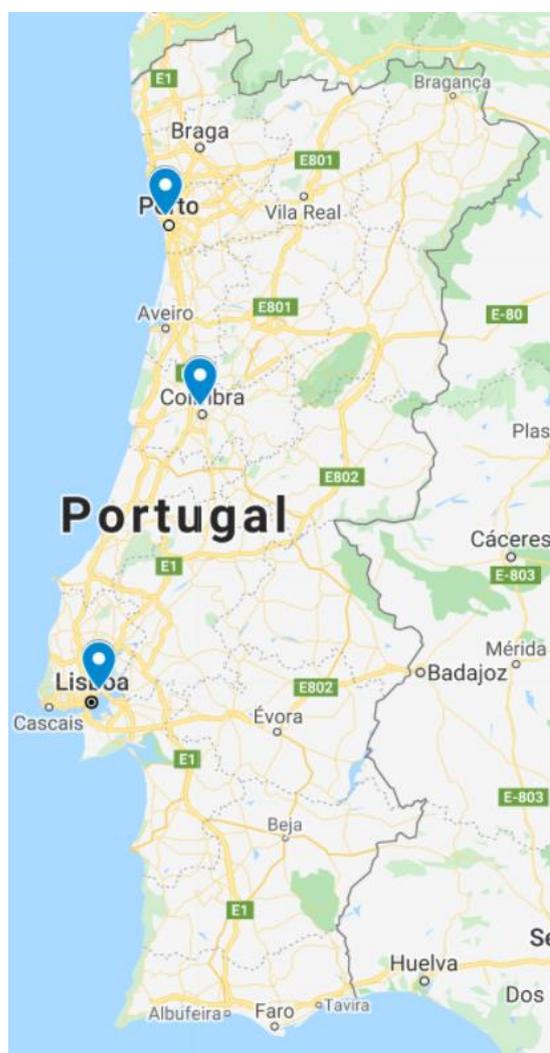
6.4 Capacidade de armazenamento dos três armazéns

6.5 Custo de transporte unitário de cada artigo

6.6 Implementação do modelo no solver CPLEX

6 ANEXOS

6.1 Anexo1 – Localizações dos armazéns



6.2 Anexo2 – Peso Artigos

	Peso (kg)
28002030	27,2
28000015	27,2
28002016	27,2
10011000	3,57
10011010	5,94
30300544	5
28000032	27,2
28000031	27,2
28000035	27,2
10011021	5,22
10011020	10,26
10011001	1,79
10011015	8,1
10011011	2,97
19020027	0,02
10011016	3,31
10010015	5,07
10010000	2,43
28002060	27,2
27011020	0,113
10011026	6,91
10010020	7,11
23074005	0,202
10011025	13,59

	Peso (kg)
28000041	27,2
800057216	0,095
800042378	0,109
800001807	0,101
800042381	0,204
3207035	0,075
3207036	0,082
27700010	0,411
3207037	0,09
3200051	0,101
28000022	27,2
27706111	0,329
3200053	0,164
3200054	0,181
27011000	0,991

6.3 Anexo3 – Necessidades dos armazéns

Necessidades do Armazém do Porto

PORTO	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
28002030	25	4	40	12	40	19	81	38	96	136	41	59
28000015	12	13	73	14	69	20	68	0	54	17	33	17
28002016	6	6	6	5	3	17	8	15	9	1	5	17
10011000	3	26	0	0	3	4	26	14	11	2	26	14
10011010	11	4	35	9	13	17	45	17	69	32	132	3
30300544	22	20	32	13	32	3	9	15	29	25	14	0
28000032	19	12	23	10	7	8	8	4	8	8	1	9
28000031	0	1	0	0	7	3	6	2	4	0	2	0
28000035	8	0	9	2	6	0	6	0	8	0	6	4
10011021	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10011020	6	3	4	0	5	4	1	3	2	11	41	4
10011001	32	74	96	12	3	21	18	0	0	0	0	0
10011015	0	4	46	1	10	1	10	2	0	9	35	4
10011011	6	75	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0
19020027	745	619	272	242	327	1657	707	278	325	771	349	126
10011016	4	43	10	0	0	0	4	2	0	0	0	0
10010015	0	4	22	0	5	6	8	5	9	3	41	2
10010000	2	23	69	7	10	5	8	6	0	0	5	0
28002060	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	2
27011020	0	155	0	0	119	0	124	0	71	0	0	0
10011026	8	0	16	12	2	0	0	4	0	0	0	0
10010020	0	0	6	0	4	0	0	0	6	2	0	3
23074005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10011025	2	0	1	8	8	4	5	0	1	9	4	1
28000041	0	7	0	0	2	4	0	0	0	29	0	0
800057216	0	0	0	0	0	40	30	0	0	0	0	0
800042378	0	0	0	0	0	146	0	24	0	30	0	0
800001807	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800042381	0	0	0	100	36	0	0	16	30	0	0	0
3207035	0	10	30	0	28	0	70	0	0	0	40	0
3207036	0	106	10	0	20	0	0	20	20	0	30	30
27700010	0	0	0	0	0	13	4	20	39	5	6	14
3207037	12	46	12	0	50	0	2	20	0	0	44	0
3200051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28000022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27706111	20	31	35	10	8	9	23	19	12	21	6	0
3200053	0	0	0	76	0	90	80	12	0	0	0	0
3200054	0	0	0	100	0	60	80	0	0	0	0	0
27011000	0	0	100	0	0	0	158	0	0	0	0	0

Necessidades do Armazém de Lisboa

LISBOA	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
28002030	0	0	4	4	0	10	17	0	8	156	6	0
28000015	0	0	0	0	0	0	2	1	0	4	4	7
28002016	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
10011000	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1
10011010	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2
30300544	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1
28000032	0	0	0	0	2	4	2	0	1	0	0	6
28000031	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
28000035	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0
10011021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10011020	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	2	1
10011001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10011015	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3	0	0
10011011	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
19020027	0	0	0	0	0	0	0	20	4	21	28	50
10011016	0	0	18	0	6	16	0	0	0	0	0	0
10010015	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	2
10010000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	5	4
28002060	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
27011020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10011026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10010020	0	0	0	0	0	0	0	6	3	1	0	0
23074005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10011025	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0
28000041	0	0	0	0	0	7	0	0	0	18	0	0
800057216	0	0	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800042378	0	0	300	0	0	16	0	0	0	0	0	0
800001807	0	0	112	188	0	0	0	0	0	0	0	0
800042381	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3207035	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0	0	0
3207036	0	0	0	0	0	0	162	0	0	0	0	0
27700010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
3207037	0	0	0	0	0	0	122	0	0	0	0	0
3200051	0	0	100	0	0	16	0	0	0	0	0	0
28000022	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0
27706111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	0
3200053	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3200054	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27011000	0	0	0	0	0	0	0	90	10	0	0	0

Necessidades do Armazém de Coimbra

COIMBRA	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
28002030	3	15	8	16	2	49	19	11	4	28	16	0
28000015	2	0	11	6	0	13	14	4	7	9	8	14
28002016	0	4	1	6	7	9	6	3	4	6	2	2
10011000	0	0	6	1	2	0	2	0	5	3	0	5
10011010	0	0	2	1	5	2	2	0	5	3	0	0
30300544	0	0	2	4	7	0	4	1	0	6	1	0
28000032	1	3	4	1	1	0	1	0	2	6	4	0
28000031	0	0	0	2	0	8	0	2	2	0	2	0
28000035	0	0	0	0	0	9	2	0	2	2	0	0
10011021	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10011020	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	7	1
10011001	0	0	1	0	2	0	20	0	0	0	0	0
10011015	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	9
10011011	0	4	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19020027	4	30	11	51	6	52	29	52	37	28	6	4
10011016	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10010015	0	0	0	0	7	8	0	28	2	0	0	9
10010000	0	13	2	14	0	16	0	0	5	0	0	1
28002060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
27011020	0	58	0	20	62	0	0	0	58	0	0	0
10011026	0	1	6	0	0	2	4	0	0	0	0	0
10010020	0	0	0	24	0	0	0	0	0	2	0	6
23074005	0	0	0	0	0	0	159	0	0	0	0	0
10011025	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1
28000041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800057216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800042378	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800001807	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800042381	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3207035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3207036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27700010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3207037	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	10
3200051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28000022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27706111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3200053	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3200054	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27011000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6.4 Anexo4 – Capacidade de armazenamento dos três armazéns

	Porto	Lisboa	Coimbra
28002030	200	200	200
28000015	90	40	40
28002016	70	40	10
10011000	159	15	15
10011010	150	6	6
30300544	144	16	16
28000032	27	27	10
28000031	40	10	10
28000035	40	10	10
10011021	5	0	0
10011020	60	4	7
10011001	100	0	20
10011015	65	10	10
10011011	100	20	20
19020027	2000	100	100
10011016	80	20	20
10010015	60	10	30
10010000	100	25	25
28002060	15	8	8
27011020	220	10	70
10011026	27	6	6
10010020	50	25	25
23074005	50	0	170
10011025	20	5	5
28000041	50	100	0
800057216	500	500	30
800042378	500	300	30
800001807	300	300	0
800042381	300	200	40
3207035	260	172	0
3207036	162	162	0

	Porto	Lisboa	Coimbra
27700010	70	5	0
3207037	125	125	125
3200051	120	120	0
28000022	5	5	0
27706111	190	200	0
3200053	120	120	0
3200054	200	100	0
27011000	200	100	0

6.5 Anexo5- Custos de transporte unitário de cada artigo

Custos de transporte dos artigos para os armazéns

	Porto	Lisboa	Coimbra
3207035	0,114	0,009	0,073
3207036	0,125	0,01	0,08
3207037	0,137	0,012	0,087
27011020	0,184	0,015	0,122
10011021	7,05	7,41	7,05
800057216	0	0	0
800042378	0	0	0
800001807	0	0	0
800042381	0	0	0
3200051	0	0	0
3200053	0	0	0
3200054	0	0	0
19020027	0,017	0,018	0,017
28000032	26,93	30,46	29,1
30300544	0	-	-
28002016	35,632	38,896	35,088
28000035	35,632	38,896	35,088
28002060	35,632	38,896	35,088
28000041	35,632	38,896	35,088
28000022	35,632	38,896	35,088
27700010	0,7809	0,826	0,781
27706111	0	-	-
28000031	5,712	54,128	32,64
10011000	0,482	5,169	1,842
10011010	0,802	8,601	3,065
10011020	1,385	14,857	5,294
10011001	0,242	2,592	0,924
10011015	1,094	11,729	4,18
10011011	0,401	4,301	1,533
10011016	0,447	4,793	1,708
10010015	0,684	7,341	2,616
10010000	0,328	3,519	1,254
10011026	0,933	10,006	3,566
10010020	0,96	10,295	3,669
10011025	1,835	19,678	7,012
23074005	0	0	0
27011000	0,347	1,219	0,287
28000015	12,24	12,512	13,328
28002030	10,88	11,968	10,336

Custos de transporte entre armazéns

		Lisboa	Coimbra			Coimbra
Porto	3207035	0,01405	0,01508	Lisboa	3207035	0,06182
	3207036	0,01536	0,01649		3207036	0,06759
	3207037	0,01686	0,0181		3207037	0,07419
	27011020	0,02116	0,02272		27011020	0,09315
	10011021	0,97771	1,04974		10011021	4,30285
	800057216	0,01779	0,0191		800057216	0,07831
	800042378	0,02042	0,02192		800042378	0,08985
	800001807	0,01892	0,02031		800001807	0,08325
	800042381	0,03821	0,04102		800042381	0,16816
	3200051	0,01892	0,02031		3200051	0,08325
	3200053	0,03072	0,03298		3200053	0,13519
	3200054	0,0339	0,0364		3200054	0,1492
	19020027	0,00375	0,00402		19020027	0,01649
	28000032	5,09456	5,46992		28000032	22,421
	30300544	0,9365	1,0055		30300544	4,1215
	28002016	5,09456	5,46992		28002016	22,421
	28000035	5,09456	5,46992		28000035	22,421
	28002060	5,09456	5,46992		28002060	22,421
	28000041	5,09456	5,46992		28000041	22,421
	28000022	5,09456	5,46992		28000022	22,421
	27700010	0,07698	0,08265		27700010	0,33879
	27706111	0,06162	0,06616		27706111	0,27119
	28000031	5,09456	5,46992		28000031	22,421
	10011000	0,66866	0,71793		10011000	2,94275
	10011010	1,11256	1,19453		10011010	4,89634
	10011020	1,9217	2,06329		10011020	8,45732
	10011001	0,33527	0,35997		10011001	1,4755
	10011015	1,51713	1,62891		10011015	6,67683
	10011011	0,55628	0,59727		10011011	2,44817
	10011016	0,61996	0,66564		10011016	2,72843
	10010015	0,94961	1,01958		10010015	4,1792
	10010000	0,45514	0,48867		10010000	2,00305
	10011026	1,29424	1,3896		10011026	5,69591
10010020	1,3317	1,42982	10010020	5,86077		
10011025	2,54541	2,73295	10011025	11,2022		
23074005	0,03783	0,04062	23074005	0,16651		
27011000	0,18561	0,19929	27011000	0,81688		
28000015	5,09456	5,46992	28000015	22,421		
28002030	5,09456	5,46992	28002030	22,421		

6.6 Anexo6 – Implementação do modelo no solver CPLEX

Na Tabela 22, estão representados os índices.

Tabela 22 - Formulação dos índices em CPLEX

Índice	Formulação CPLEX
n – Armazém	<code>int n= ...;</code> <code>range Armazem= 1..n;</code>
a - Produto	<code>int a=...;</code> <code>range Produto= 1..n;</code>

Na Tabela 23, estão representados os parâmetros.

Tabela 23 - Formulação dos parâmetros em CPLEX

Parâmetros	Formulação CPLEX
b_{pj} - Necessidade do artigo p do armazém j	<code>int Necessidade [Produto][Armazem]= ...;</code>
a_{pi} - Capacidade de fornecimento do artigo p	<code>int CapacidadeForn [Produto]= ...;</code>
e_{pj} – Capacidade de armazenamento do artigo p do armazém j	<code>int CapacidadeArmaz [Produto][Armazem]= ...;</code>
c_{pij} - Custo unitário de transporte do artigo p até ao armazém j	<code>float CustoTransp [Produto][Armazem]= ...;</code>
d_{pjk} - Custo unitário de transporte do transshipment do artigo p do armazém j até ao armazém k	<code>float CustoTranspTransh [Produto][Armazem][Armazem]= ...;</code>

Na Tabela 24, estão representadas as variáveis.

Tabela 2421 - Formulação das variáveis em CPLEX

Variáveis	Formulação CPLEX
x_{pij} - Quantidade enviada do artigo p até ao armazém j	<code>dvar float+ QuantidadeEnv [Produto][Armazem];</code>
r_{pjk} - Quantidade enviada no transshipment do artigo p do armazém j até ao armazém k	<code>dvar float+ QuantidadeEnvTransh [Produto][Armazem][Armazem];</code>

Na Tabela 25, está representada a função objetivo do modelo.

Tabela 25 - Formulação da função objetivo em CPLEX

Função Objetivo	Formulação CPLEX
$\text{Min } C = \sum_{p=1}^a \sum_{j=1}^n c_{pij} x_{pij} + \sum_{p=1}^a \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n d_{pjk} r_{pjk}$	<pre> minimize sum(p in Produto, j in Armazem) CustoTransp [p][j] * QuantidadeEnv [p][j] + sum(p in Produto, j in Armazem, k in Armazem: j!=k) CustoTranspTransh [p][j][k] * QuantidadeEnvTransh [p][j][k]; </pre>

Por fim, na Tabela 26 está representado as restrições.

Tabela 2622 - Formulação das restrições em CPLEX

Restrições	Formulação CPLEX
$\sum_{j=1}^n x_{pj} \leq a_p$	<pre> subject to { forall (p in Produto) sum (j in Armazem) QuantidadeEnv [p][j] <= CapacidadeForn [p]; </pre>
$\sum_{j=1}^n x_{pj} + \sum_{j=1}^n r_{pjk} \leq e_{pj}$	<pre> forall (p in Produto) forall (j in Armazem) QuantidadeEnv [p][j] + sum (k in Armazem: j!=k) QuantidadeEnvTransh [p][k][j] <= CapacidadeArmaz [p][j]; </pre>
$\sum_{j=1}^n x_{pj} + \sum_{j=1}^n r_{pjk} = b_{pj}$	<pre> forall (p in Produto) forall (j in Armazem) QuantidadeEnv [p][j] + sum (k in Armazem: j!=k) QuantidadeEnvTransh [p][k][j] == Necessidade [p][j]; </pre>

