



Ana Carolina Simões de Sousa

# Logística da distribuição no contexto da empresa Mibepa

## Análise do problema de seleção de portos

Relatório de Estágio apresentado à Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra  
para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão

Junho de 2018



UNIVERSIDADE DE COIMBRA





FEUC FACULDADE DE ECONOMIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Ana Carolina Simões de Sousa

# Logística da distribuição no contexto da empresa Mibepa

Análise do problema de seleção de portos

Relatório de Estágio apresentado à Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra  
para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão

Entidade de Acolhimento: Mibepa – Importação Comércio Exportação, Lda

Supervisor Profissional: Dr. Manuel Mota

Orientador: Professor Doutor Pedro Godinho

Coimbra, Junho 2018



## Agradecimentos

Para a concretização deste estágio e do respetivo relatório muitas escolhas, decisões e sacrifícios foram feitos, não só da minha parte, mas de todos os que estiveram envolvidos neste percurso. A estas pessoas quero deixar aqui o meu sincero agradecimento por todo o apoio.

Primeiro à minha família, os meus pais e irmã que são as peças fundamentais na minha vida. Sempre me incentivaram a trabalhar e me proporcionaram todas as condições possíveis para estar onde estou hoje. Sem a ajuda deles, a força e o amor que sempre me deram não teria conseguido chegar ao fim deste desafio. Ao meu namorado, que durante todo o meu percurso académico acreditou em mim e me deu força para ir mais longe.

Aos meus amigos de licenciatura e mestrado, assim como aos amigos de longa data que perceberam o meu afastamento durante este período e sempre me apoiaram e desafiaram para todos atingirmos os objetivos a que nos comprometemos.

Às minhas colegas de trabalho que me apoiaram e deram força e animo para aguentar até ao fim, por me distraírem e animarem todos os fins de semana.

Aos administradores da empresa Mibepa faço um agradecimento especial por esta oportunidade, que de certeza me trará boas bases para o futuro e aos trabalhadores da mesma, que sempre se mostraram disponíveis a ensinar, bem como me ajudaram na adaptação e integração no estágio.

Por fim, o meu profundo agradecimento ao meu orientador, Professor Doutor Pedro Godinho, por estar sempre disponível para responder às minhas questões e me incentivar a trabalhar mais e melhor, obrigada por todas as sugestões e auxílio prestado nesta fase.

A todos, um muito obrigado!



## Resumo

O presente relatório foi elaborado no âmbito do estágio curricular cumprido entre 5 de fevereiro e 12 de junho de 2018, na empresa Mibepa – Importação Comércio e Exportação, Lda localizada em Leiria, com o objetivo de obter a conclusão dos estudos no Mestrado em Gestão.

O estágio foi realizado na área de logística o que permitiu um contacto com as diversas vertentes desta âmbito na empresa. Sendo um tema tão abrangente, no presente relatório vou tentar dar uma noção de como a logística se tem vindo a desenvolver e focar nos subtemas mais importantes para a empresa, como a importância da movimentação de carga bem como a relevância dos custos associados a todo este processo.

De forma global, os objetivos estabelecidos para a realização do relatório foram realizar uma aproximação da atividade realizada na empresa à teoria que é apresentada na bibliografia da área da Logística. Pretendeu-se ainda desenvolver um modelo baseado em simulação de Monte Carlo para dar algumas respostas a processos desenvolvidos na empresa respeitantes a decisões de escolhas de portos e de transportes de mercadoria.

O modelo pretende ser uma ajuda no processo de decisão dos portos a escolher quando uma encomenda é despachada, tendo em conta os custos envolvidos no mesmo processo. Analisando os resultados obtidos pela simulação de Monte Carlo sobre diferentes cenários que possam ser considerados pela empresa, é possível comparar as distribuições de probabilidades das variáveis relevantes, para estes cenários, e assim definir quais as decisões a tomar. Mesmo tendo em consideração que os custos não podem ser o único objetivo, este modelo veio ajudar a perceber a complexidade dos mesmos bem como das decisões necessárias no processo logístico referente a encomendas. As conclusões retiradas após realização dos testes vieram dar fortes indicações relativamente à aplicabilidade do modelo, e à sua capacidade para apoiar as decisões da empresa.

## Abstract

This internship's report was elaborated as part of a curricular program completed on February 5 and June 12, 2018, at the company MIBEPA - Importação Comércio e Exportação, Lda located in Leiria, with the objective of obtaining the conclusion of the studies in the Masters in Management.

The internship was carried out in the logistics area, which allowed a contact with the various aspects of this area in the company. Logistics being such a comprehensive theme, in this report I will try to give a sense of how this area has been developed and focus on the most important sub-themes for the company, such as the importance of materials' handling as well as the relevance of the costs associated with all this process.

Overall, the objectives established for this report were to carry out an approximation of the activity carried out in the company with the theory about it that is presented in the bibliography of the Logistics area. It was also intended to develop a model based on Monte Carlo simulation to give some answers to processes developed in the company regarding the ports chosen to unload goods, as well as other decisions related to the transport of these goods.

The model is intended to be an aid in the decision-making process of the ports to choose when an order is dispatched, taking into account the costs involved in the same process. Analyzing the results obtained by the Monte Carlo simulation on different scenarios that can be considered by the company, it is possible to compare the probability distributions of the relevant variables for these scenarios, and thus to define the decisions to be made. Even considering that the cost minimization cannot be the only goal of the company, this model has helped to understand the complexity of the cost, and of the necessary decisions in the logistics process regarding orders. The conclusions drawn after the tests provide strong indications regarding the applicability of the model and its ability to support the company decision-making process.



## Índice Tabelas

Tabela 1 -Lista de Fornecedores.....	39
Tabela 2 - Zonas consideradas .....	39
Tabela 3- Custos fornecedores até armazéns .....	40
Tabela 4 - Custos dos armazéns até às zonas dos clientes .....	40
Tabela 5 - Percentagem de encomendas a fornecedores.....	41
Tabela 6 - Encomenda realizada por mês por zona de clientes .....	41
Tabela 7 - Lead time das encomendas usado na otim_1.....	42
Tabela 8 – Limiars iniciais usados nas regras de decisão .....	42
Tabela 9 - Limiars otimizados a usar nas regras de decisão.....	43
Tabela 10- Comparação resultados das otimizações .....	46
Tabela 11 Comparação de resultados das otimizações com limiars da otim_1 .....	47
Tabela 12 - Resultado simulações .....	47

## Índice Gráficos

Gráfico 1 - Distribuição de frequências dos custos totais, com base nos limiars otimizados.....	44
Gráfico 2 – Frequência absoluta do número de unidades em rutura de stock .....	45

## Siglas

EDI – Electronic Data Interchange

BL – Bil of Landing

CRM – Convenção Relativa ao Contrato de Transporte Internacional de Mercadorias por Estrada

DU – Documento Único

THC – Terminal Handling Care

FOB – Free on Board

# Índice

Agradecimentos .....	iii
Resumo.....	v
Abstract .....	vi
Índice Tabelas.....	viii
Índice Figuras .....	viii
Siglas.....	viii
Capítulo I – Enquadramento e objetivos.....	1
Capítulo II – Revisão Bibliográfica .....	3
1. Logística.....	3
2. Logística da distribuição.....	10
2.1 Portos .....	12
2.2 Armazéns.....	15
2.3 Transportes .....	17
3. A simulação em logística .....	19
Capítulo III – Estágio.....	22
1. Descrição da Empresa .....	22
2. Objetivos do estágio.....	23
3. Descrição do Estágio .....	24
i. Encomendas de clientes nacionais.....	25
ii. Encomendas ao estrangeiro.....	26
iii. Setor financeiro .....	28
iv. Gestão de <i>stocks</i> .....	30
4. Análise Crítica.....	32
Capítulo IV – Aplicação - modelo de simulação para determinar portos a usar.....	34
1. Enquadramento.....	34
2. Definição do Problema.....	36
3. Especificação do Problema.....	39
4. Resultados Obtidos .....	43
5. Conclusões do Modelo.....	48
Capítulo V – Conclusão.....	50
Bibliografia .....	52
Webgrafia.....	54
Anexos.....	55



## Capítulo I – Enquadramento e objetivos

O presente relatório foi elaborado no âmbito de um estágio curricular cumprido entre 5 de fevereiro e 12 de junho de 2018, na empresa Mibepa – Importação Comércio e Exportação, Lda., localizada em Leiria, com o objetivo de obter a conclusão dos estudos no Mestrado em Gestão.

A opção pela vertente profissional deveu-se à importância da experiência da mesma, nomeadamente por conhecer e experienciar o dia-a-dia numa empresa. Assim, tive a oportunidade de integrar o mundo profissional e perceber o seu funcionamento, bem como colocar alguns conhecimentos em prática e adquirir muitos outros.

Ao longo do tempo e contacto com as diversas funções na empresa, apercebi-me da importância do acompanhamento e gestão das encomendas, tanto nos transportes como na armazenagem. Este acompanhamento permite potenciais ganhos, um transporte bem realizado ou uma redução no tempo de armazenagem traduz-se em poupança de custos. Assim, uma estratégia de transportes bem definida é uma mais-valia para a empresa e normalmente transforma-se em aumento de eficiência e conseqüentemente aumento da competitividade. De um modo geral, este tema é importante para as empresas que lidam com encomendas, e para estas os transportes de mercadorias ganham cada vez mais importância, até porque os custos associados a estas deslocações podem ser bastantes elevados quando insuficientemente programados. É então necessário por parte das mesmas otimizar os custos através de melhor planeamento dos transportes e do armazenamento de *stocks*. Assim, o relatório vai abordar esse tema, através da revisão bibliográfica bem como do desenvolvimento de uma aplicação.

De forma global, os objetivos para a realização do relatório passaram por uma aproximação da atividade realizada na empresa com a teoria relativa a esta atividade que é apresentada na bibliografia da área da Logística, bem como desenvolver uma aplicação que consiga auxiliar a tomada de decisão relativamente a alguns processos da empresa, por forma a contribuir para a redução dos custos associados aos materiais. Este estágio implicou o esforço e contributo quer da parte da estagiária, em termos de aprendizagem dos métodos e contribuição com conhecimento novo para a empresa, quer da parte da

empresa, que permitiu a realização do estágio e sempre pediu um olhar novo sobre todos os processos tratados na mesma, permitindo ganhos de ambas as partes com a realização do mesmo. Como o tema das encomendas, transporte e armazenamento de material é algo muito relevante na empresa, uma vez que o dia-a-dia da mesma se baseia na compra e receção de materiais, bem como em garantir que estes cheguem aos clientes da forma mais económica possível, a revisão bibliográfica vai abordar esses assuntos. Já a aplicação foi desenvolvida de forma a dar uma resposta mais sustentada a processos que são realizados de uma forma heurística por parte da empresa, permitindo analisar o impacto de alguns parâmetros, bem como alterações dos mesmos, nos custos e decisões ótimas da empresa. Reflete, portanto, o propósito geral de construção de um modelo que auxilie decisões impactantes nos custos e competitividade da empresa, tendo por base um *software* usado pela generalidade da empresa: o Microsoft Excel.

O relatório está dividido em cinco capítulos: primeiro um enquadramento geral do contexto do relatório; segundo uma breve revisão bibliográfica relativa à logística na vertente de acompanhamento e minimização dos custos associados às encomendas; no terceiro é feita a apresentação da empresa bem como as atividades realizadas durante o estágio; no quarto procede-se à apresentação de uma aplicação baseada em simulação de Monte Carlo para estimar os custos associados às decisões sobre escolhas de portos seguido de análise crítica aos resultados; por fim, são apresentadas as conclusões relativas a todo o trabalho desenvolvido.

## Capítulo II – Revisão Bibliográfica

### 1. Logística

Com o desenvolvimento do mundo empresarial, as empresas têm de ser cada vez mais competitivas. Não basta ser as melhores, têm de estar presentes e saber responder às adversidades do mercado. Com a evolução das novas tecnologias, as empresas viram nestas um aliado na elaboração das suas tarefas. Para que seja possível a resposta rápida a todos os clientes, no momento certo, com a quantidade e o tipo de material correto, é preciso que o processo logístico esteja muito bem definido. A logística tornou-se assim um sector fundamental em qualquer empresa.

O termo 'logística' passou por vários significados ao longo dos tempos. A primeira interpretação prendia-se com o trabalho militar, ter os recursos necessários no sítio necessário para que se pudesse ganhar a guerra. No entanto, ao longo dos tempos esta interpretação foi evoluindo, e transformou-se na ideia geral de distribuição e movimentação de mercadorias de um lugar para o outro.

Em 1991 o Council of Logistics Management definiu logística como sendo “o processo de planeamento, implementação, controlo eficiente e eficaz de fluxo e armazenagem de mercadorias, serviços e informações relacionadas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender as necessidades do cliente”.

Um autor que concorda com esta ideia é Ballou (1993: 24) que descreve a logística como um processo que “trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informações que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável”<sup>1</sup>. Também para Hesse e Rodrigue (2004: 172) a logística engloba o “conjunto de atividades dedicadas à transformação e circulação de mercadorias, como fornecimento de material de produção, distribuição central, função de transporte e

---

<sup>1</sup> Tradução livre da autora: The business logistics deals with all the activities of movement and which facilitate the flow of product from the point of purchase of the up to the point of final consumption, as well as information that put the products in motion, for the purpose of provide adequate levels of service to customers at a reasonable cost. (Ballou, 1993: 24)

também fornecimento de domicílios com bens de consumo, bem como os respectivos fluxos de informações”<sup>2</sup>. Os mesmos afirmam que o transporte de mercadorias está cada vez mais a ganhar importância uma vez que os ganhos desta atividade são cada vez mais significativos e derivados da eficiência nos terminais em vez da eficiência nos próprios transportes.

No entanto, nem todos os autores seguem exatamente esta visão. Carvalho (2002, 2004) não define a logística apenas como um processo de movimentação de mercadorias, mas engloba a ideia de ganhos estratégicos, “o processo estratégico de planeamento, implementação e controlo dos fluxos de materiais/produtos, serviços e informações relacionadas, desde o ponto de origem ao ponto de consumo, de acordo com as necessidades dos elementos a serem servidos pelo sistema logístico em causa”. Esta visão da logística coloca todo o processo de movimentação de cargas como acrescento de valor, que permite criar diferenciação e vantagem competitiva, aumentando assim a produtividade e rendibilizando as operações.

Assim percebemos que a logística envolve vários aspetos, desde o fluxo de mercadorias e informação sobre os produtos até ao transporte e armazenamento de mercadoria. Mas a logística não se reflete apenas sobre o movimento das mercadorias. Como afirmam Klodawski *et al.* (2017: 452) “o papel das instalações logísticas é crucial para todas as cadeias de abastecimento, porque têm uma contribuição significativa para lidar com materiais que são movidos dos locais de produção para os consumidores”<sup>3</sup>.

Para além de a localização ser importante no processo de transporte, é também importante existir controlo e gestão sobre os materiais durante o transporte, mas também nas próprias instalações. Berg e Zijm (1999: 520) mencionam que a gestão de materiais

---

<sup>2</sup> Tradução livre da autora: Logistics consider the wide set of activities dedicated to the transformation and circulation of goods, such as the material supply of production, the core distribution and transport function, wholesale and retail and also the provision of households with consumer goods as well as the related information flows Hesse e Rodrigue (2004: 172)

<sup>3</sup> Tradução livre da autora: The role of logistics facilities is a crucial for all supply chains, because they have significant contribution to handle materials which are moved from the places of production to consumers (Klodawski et al.,2017: 452)

deve ser efetuada durante todo o processo de “movimento de materiais através de processos produtivos, em armazéns e armazenagem, e nas áreas de receção e envio”<sup>4</sup>.

Ainda existe outra vertente que aborda a logística em consonância com a cadeia de abastecimento, sendo uma parte integrante da outra. Govindan *et al.* (2017: 109) define cadeia de abastecimento como “uma rede complexa de organizações e instalações que são em grande parte instaladas numa vasta área geográfica, sincronizando uma série de atividades inter-relacionadas através da rede”<sup>5</sup>. As empresas viram-se forçadas a fazer grandes investimentos nas suas cadeias de abastecimento devido a fatores como ciclo de vida dos produtos cada vez mais curtos, competição entre empresas cada vez mais forte, mudanças mais rápidas nas preferências dos clientes, desenvolvimento de novas tecnologias e a globalização. Para os mesmos autores, a logística faz parte da cadeia de abastecimento. Enquanto a logística se debruça sobre a gestão de *stocks*, distribuição e aquisição de materiais, a gestão da cadeia de abastecimento inclui atividades como marketing, atendimento ao cliente e funções financeiras.

Melo *et al.* (2009) também fazem referência à logística como parte integrante da cadeia de abastecimento. “A logística é o processo de planear, implementar e controlar as operações da cadeia de abastecimento de maneira eficiente”<sup>6</sup> (Melo *et al.* 2009: 401). Ou seja, a cadeia abrange todos os movimentos e armazenamento das matérias, desde a origem até ao ponto de consumo. Para uma cadeia de abastecimento ser bem-sucedida esta tem que ser robusta, mas também capaz de ser flexível, uma vez que os produtos têm ciclos de vida cada vez mais curtos, lotes cada vez menores e ainda é necessário ter em conta o dinamismo nas preferências dos clientes. Assim, os autores identificaram quatro aspetos a ter em conta na definição logística da cadeia de abastecimento, “instalações

---

<sup>4</sup> Tradução livre da autora: Material Handling is defined as the movement of materials (raw materials, scrap, emballage, semi finished and finished products) to, through, and from productive processes; in warehouses and storage; and in receiving and shipping areas (Berg e Zijm, 1999: 520)

<sup>5</sup> Tradução livre da autora: A SC, a complex network of organizations and facilities which are mostly settled in a vast geographical area or even the globe, synchronizes a series of interrelated activities through the network (Govindan *et al.* 2017: 109)

<sup>6</sup> Tradução livre da autora: SCM is the process of planning, implementing and controlling the operations of the supply chain in an efficient way. (Melo *et al.* 2009: 401)

multicamadas, múltiplas mercadorias, período único/múltiplo e parâmetros determinísticos/estocásticos.” (Melo *et al.* 2009: 403)<sup>7</sup>.

Portanto a logística pode ser vista como parte integrante de outros processos, como da cadeia de abastecimento, ou como parte englobante de transformação e manuseamento de mercadorias. Neste relatório vou considerar a logística como processo abrangente, uma vez que este é o conceito que melhor se aplica à realidade vivida na empresa.

Ao longo dos anos, tem-se observado uma diferença no conceito logístico das empresas. Passaram de um acumular de funções independentes, como fornecimento, distribuição e produção para uma empresa como um todo, em que todas as atividades são interdependes e criam valor entre si. Assiste-se a uma mudança de gestão de ativos para gestão de processos, o que requer uma nova maneira de lidar com os vínculos entre empresa, fornecedores e canais de distribuição. As empresas adaptaram-se aos novos desafios dando respostas cada vez mais flexíveis a problemas cada vez mais complexos.

A logística deixou de ser apenas a distribuição de materiais para ser uma análise integrada de custos de fornecimento, transporte e armazenagem que influencia fortemente a capacidade de resposta das empresas bem como a gestão dos seus custos. Só é possível, nos dias de hoje, assistir a um planeamento logístico complexo devido a todo o avanço tecnológico a que se tem assistido. Ferramentas como intercâmbio eletrónico de dados (EDI), fluxos automatizados em centros de distribuição ou recentes sistemas de rastreamento são os que permitem maior controlo e vantagem competitiva às empresas.

Outro importante desenvolvimento que contribuiu para a nova visão integrada da logística foi a expansão das infraestruturas consideradas clássicas, como rodovias, terminais e aeroportos. O notável crescimento do transporte de carga não poderia ter acontecido sem extensas redes de rodovias para o tráfego regional e de longa distância, assim como o sistema ferroviário foi a base para a industrialização décadas antes.

Esta nova visão da logística foi estudada por alguns autores. Drewe e Janssen (1996) identificaram algumas tendências importantes desta nova visão:

---

<sup>7</sup> Tradução livre da autora: we identify four basic features that may be included in a facility location model to make it useful in strategic supply chain planning: multi-layer facilities, multiple commodities, single/multiple period(s), deterministic/stochastic parameters (Melo *et al.* 2009: 403)

- globalização, o mercado dos transportes está cada vez mais diversificado cobrindo uma escala geográfica maior;
- flexibilização, a flexibilidade dos processos de produção e de mão-de-obra aumentou, lidando de uma melhor forma e mais rápida com as mudanças de mercado;
- desmaterialização, menos produtos a granel tradicionais e produtos mais leves e pequenos que exigem meios de transportes flexíveis e variados;
- integração, com a criação de redes através da junção dos nós, ficando o transporte cada vez mais integrado com as cadeias produtivas;
- informatização, rastreamento em tempo real ou intercâmbio de informação que permite a gestão de longo alcance e maior controle de fluxos de produção e transporte.

Segundo os mesmos autores “o tráfego de entrada e saída não é ‘apenas transporte’, com base no custo mínimo ou em critérios ‘rígidos’ semelhantes” (Drewe e Janssen, 1996: 246)<sup>8</sup>. Para os autores as ligações importantes da cadeia envolvem transportes, empresas, bem como fornecedores, distribuidores e clientes. Usando novas tecnologias de comunicação e informação, as empresas são capazes de reorganizar as atividades no espaço físico de tal forma que o tempo envolvido na produção e distribuição é drasticamente reduzido. Além da logística dos transportadores, os fornecedores de logística têm suas próprias estratégias voltadas para a logística de transporte. Estas podem ser desenvolvidas em quatro direções, segundo Drewe e Janssen (1996):

- escala geográfica das próprias redes (desde presença local a estrangeira),
- complexidade das redes de transportes próprias (utilização de diferentes tipos de redes),
- número de atividades das próprias redes (desde transportes de pequenos produtos a transportes organizado de mercadoria),
- número de especialidades (foco no tipo de produto, condicionamento e volume transportado).

Esta complexidade das redes e da própria presença das empresas a nível global levou a algumas generalizações sobre os transportes. Janelle e Beuthe (1997) consideram algumas sobre como os transportes responderam à globalização: ligações de transportes

---

<sup>8</sup> Tradução livre da autora: Inbound and outbound traffic is no longer "just transportation", based on minimum cost or similar "hard" criteria " (Drewe e Janssen, 1996: 246)

mais longas e personalizadas, maior sensibilidade ao tempo das conexões, dependência das redes de comunicação e computação e por fim velocidade de movimentos e transações. Estas questões logísticas são consistentes com muitas tendências na reestruturação económica global, tais como:

- dependência da terceirização;
- produção personalizada;
- flexibilidade no acesso a recursos;
- acesso e troca de informações;
- oportunidades de economias de escala.

O mesmo autor afirma que esta nova tendência não traz apenas vantagens uma vez que “a globalização pode gerar sua própria procura por transporte, criando distância. O alongamento das linhas de fornecimento para apoiar a produção e a distribuição, a movimentação de mercadorias e pessoas em longas distâncias, o uso de veículos menores para garantir serviços personalizados e que atendam ao tempo e ao espaço, prejudicam os requisitos de energia e infraestrutura e podem aumentar os riscos / custos dos danos ambientais”<sup>9</sup> Janelle e Beuthe (1997: 203). Outra questão levantada pelo autor é relativa ao controlo dos sistemas de transporte pois, por um lado, as normas podem facilitar a movimentação de mercadorias, mas, por outro, se os padrões forem muitos e muito restritos podem desencorajar a inovação.

Outra vertente estudada na literatura sobre a visão da logística de forma abrangente é a questão da minimização dos custos. Jayaraman (1998) afirma que a questão central desta nova visão é a minimização do custo englobando custos de fornecimento, custos de transportes, custos de *stocks* e custos de entrega. Para o autor, uma análise conjunta às estratégias de gestão de *stocks*, transporte e localização levam a decisões mais completas em termos de estratégia competitiva. O autor indica que as empresas devem reconsiderar as suas estratégias de transporte, *stocks* e localização, à luz das mudanças nas condições de mercado. “O projeto de uma rede de distribuição

---

<sup>9</sup> Tradução livre da autora: Ironically, globalization (the quintessence of accessibility) may generate its own demand for transport by creating distance. The elongation of supply lines to support production and distribution, the movement of goods and people over longer distances, the use of smaller vehicles to assure customized and time- and space-responsive service all place a toll on energy and infrastructure requirements and may increase the risks/costs of environmental damage. Janelle e Beuthe (1997: 203)

integrada engloba decisões que estão entre as decisões de gestão operacional e logística mais críticas que uma empresa enfrenta. Tais decisões afetam os custos, o tempo e a qualidade do atendimento ao cliente, que devem ser cuidadosamente monitorados” (Jayaraman, 1998: 493)<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Tradução livre da autora: The design of an integrated distribution network encompasses decisions that are among the most critical operational and logistical management decisions that face a firm. Such decisions affect costs, time, and quality of customer service that should be carefully monitored. (Jayaraman, 1998: 493)

## 2. Logística da distribuição

Há diferentes abordagens sobre a forma mais adequada para estruturar o conteúdo da área da logística. Alguns autores dividem a logística em atividades, outros em decisões e ainda na vertente dos custos. Os próximos autores apresentam cada um a sua visão.

Cordeau et al (2003: 59) falam em rede logística como o “conjunto de fornecedores, fábricas e armazéns organizados para gerir a aquisição de matérias-primas, transformação em produtos acabados e distribuição de produtos acabados aos clientes.”<sup>11</sup>. O planejar desta rede engloba decisões a vários níveis:

- o número, localização, capacidade e tecnologia de fábricas e armazéns;
- a seleção de fornecedores;
- a seleção de canais de distribuição e modos de transporte;
- os fluxos de matérias-primas, produtos semi-acabados e acabados pela rede.

Com base nas decisões acima apresentadas os autores fazem uma divisão com base na sua importância e no horizonte temporal das mesmas. Primeiro, as escolhas relativas à localização, capacidade e armazéns são vistas como decisões estratégicas, sendo decisões tomadas para vários anos. Em segundo lugar, as decisões táticas são aquelas que são revistas em poucos meses e prendem-se com questões como escolha de fornecedores, de canais de distribuição e mesmo de modo de transporte. Por fim, as decisões operacionais são facilmente modificadas a curto prazo e abordam escolhas como os fluxos de matérias-primas, produtos semi-acabados e acabados através da rede. A questão que se coloca é tomar as decisões acima mencionadas de modo a satisfazer a procura dos clientes, minimizando os custos associados.

Hesse e Rodrigue (2004) dividem a logística em duas atividades principais; a distribuição física e a gestão de materiais. Segundo os mesmos autores, a distribuição física de mercadorias é o conceito que engloba todas as atividades envolvidas no movimento de mercadorias desde os pontos de produção até aos pontos finais de venda e consumo. As

---

<sup>11</sup> Tradução livre da autora: Logistics network is a set of suppliers, manufacturing plants and warehouses organized to manage the procurement of raw materials, their transformation into finished products, and the distribution of finished products to customers. (Cordeau e Pasin, 2003: 59)

funções englobadas neste conceito vão desde movimentação a manuseamento dos produtos, particularmente serviços de transporte, serviços de transbordo, serviços de armazenamento e por fim comércio. Já a gestão de materiais considera todas as atividades relacionadas com a criação de valor das mercadorias, incluindo atividades de produção, marketing, planeamento das encomendas, previsão da procura, compras e gestão de stock.

Hummels (2007) identificou três maneiras de colocar em perspetiva a importância económica dos custos de transporte: examinando os custos de transporte em relação ao valor das mercadorias que estão a ser movimentadas; custos de transporte em relação a outras barreiras conhecidas ao comércio, como tarifas; e a medida em que os custos de transporte alteram os preços relativos.

Os custos de transportes mais consideráveis nos transportes das encomendas pela empresa onde estagiei são os custos dos fornecedores até aos portos, dos portos até aos armazéns e por fim dos armazéns até aos clientes. Assim sendo, é sobre estes que o trabalho irá incidir.

## 2.1 Portos

O transporte de mercadorias pode ser feito de diversas maneiras. Uma delas, das mais importantes, é o transporte marítimo.

A filosofia de entrega de porta a porta transformou a maioria das linhas de transporte em organizações logísticas intermodais. Segundo Notteboom e Winkelmanns (2001: 74) “as transportadoras marítimas estão a emitir taxas de frete ponto-a-ponto através dos documentos de embarque intermodal (B / L) para pontos internos”<sup>12</sup>. Uma segunda estratégia, para os mesmos autores, é baseada na liderança de custos. O foco na redução de custos surge diretamente do conceito-chave de vantagem competitiva, ou seja, através de aumentos de escala de operações é conseguido uma diminuição dos custos. Esta redução é apoiada nas soluções tecnológicas desenvolvidas que incluem embarcações de contentores maiores, terminais maiores e soluções de tecnologia de informação de alto desempenho. “A ampliação da escala de operações visa garantir um melhor atendimento ao cliente (serviços mais frequentes, maior cobertura global e menores tempos de trânsito) e redução de custos. O impulso para escala é muito evidente quando se olha para a dinâmica na cadeia de transporte.” (Notteboom e Winkelmanns, 2001: 76)<sup>13</sup>.

Portanto, um porto bem-sucedido deve estar constantemente preparado para adotar novos papéis para lidar com os novos desafios. As companhias marítimas, os despachantes, os operadores de terminais e os operadores de transporte respondem fornecendo pacotes logísticos globais aos expedidores (integração vertical) e / ou aumentando a escala das operações por meio de alianças e fusões (integração horizontal).

Drewe e Janssen (1996: 249) afirmam que os portos são o foco de “dois tipos divergentes de logística: ‘logística de produtos’ e ‘logística de transporte’”. A ‘logística do produto’ concentra-se no produto individual que passa por uma cadeia logística, ao longo do qual a gama de atividades é realizada agregando valor e adaptando o produto às

---

<sup>12</sup> Tradução livre da autora: Ocean carriers are now issuing through intermodal bill of lading (B/L) to inland points under point-to-point freight rates. (Notteboom e Winkelmanns, 2001: 74)

<sup>13</sup> Tradução livre da autora: The enlargement of the scale of operations is aimed at ensuring better service to the client (more frequent services, a wider global coverage and shorter transit times) and to cut costs. The drive for scale is very apparent when looking at the dynamics in the transport chain. .” (Notteboom e Winkelmanns, 2001: 76)

necessidades do consumidor. A 'logística de transporte', por outro lado, refere-se aos esforços das empresas de transporte para otimizar a utilização de seus equipamentos e redes, mantendo o nível de serviço necessário."<sup>14</sup> Segundo os mesmos autores, as tendências no transporte de carga (internacional) parecem favorecer o desenvolvimento de portos para haver uma concentração de fluxos de mercadorias, permitindo tendências como economias de escala na navegação, 'transporte global', especialização de transportadoras e integração de serviços de transportes.

Hummels (2007: 132) constatou que "quase todo o comércio de mercadorias se move através dos modos marítimo e aéreo. As *commodities* a granel, como petróleo e produtos petrolíferos, minério de ferro, carvão e grãos, são embarcadas quase exclusivamente via carga marítima. As cargas a granel constituem a maior parte do comércio internacional quando medido em termos de peso, mas são uma parcela muito menor do comércio quando medido em termos de valor."<sup>15</sup>.

O mesmo autor defende que "o transporte marítimo sofreu várias mudanças tecnológicas e institucionais importantes no pós-guerra: o crescimento do transporte de registo aberto, os efeitos de escala do aumento do volume de comércio e a introdução de serviços de contentores" (Hummels, 2007: 140)<sup>16</sup>. Para o autor o registo aberto remete à prática de registo de acordos sob a bandeira da conveniência para contornar os altos custos regulatórios e de pessoal impostos pelas nações mais ricas.

O transporte em contentores é considerado por muitos especialistas como uma das mais importantes revoluções de transporte no século XX. O uso de contentores padronizados proporciona economia de custos, permite que os produtos sejam embalados

---

<sup>14</sup> Tradução livre da autora: Seen from a different perspective, the port is the focus of two divergent types of logistics: "product logistics" and "transport logistics". "Product logistics" focuses on the individual product moving through a logistic chain, along which the range of activities is performed adding value and tailoring the product to consumer needs. "Transport logistics" on the other hand, refers to efforts of transport firms to optimize the utilization of their equipment and networks while maintaining the required level of service. (Drewe e Janssen, 1996: 249)

<sup>15</sup> Tradução livre da autora: For trade with nonadjacent partners, nearly all merchandise trade moves via ocean and air modes. Bulk commodities like oil and petroleum products, iron ore, coal, and grains are shipped almost exclusively via ocean cargo. Bulk cargoes constitute the majority of international trade when measured in terms of weight but are a much smaller and shrinking share of trade when measured in value terms. (Hummels, 2007: 132)

<sup>16</sup> Tradução livre da autora: Ocean shipping has undergone several important technological and institutional changes in the postwar era: the growth of open registry shipping, scale effects from increased trade volumes, and the introduction of containerization (Hummels, 2007: 140)

apenas uma vez e se desloquem por longas distâncias através de diversos meios de transporte, sem serem abertos ou embalados de novo. Dessa forma, reduzem-se os custos diretos, como armazenamento e estiva (trabalho portuário), bem como os custos indiretos incorridos durante as longas estadias nos portos (a taxa de aluguer enquanto um navio fica inativo no porto). Assim, o uso de contentores padronizados torna-se um dos principais motivadores do desenvolvimento sentido neste meio de transporte nos últimos tempos.

## 2.2 Armazéns

Por norma, depois de os materiais chegarem aos portos estes têm duas opções, ou vão diretamente para o cliente ou ficam alocados em alguma infraestrutura.

Uma das componentes da logística são as suas infraestruturas e segundo Aljohani e Thompson (2016) estas podem ser: armazéns, centros de distribuição, terminal de camiões ou instalações intermodais. Tendo sempre em atenção que este tipo de infraestruturas está limitado ao espaço físico disponível e também aos locais onde os materiais estão disponíveis ou onde consigam chegar. A decisão deste tipo de localização tem impactos a nível de eficiência e de custos das operações.

Dotoli *et al.* (2015: 56) falam de uma maneira genérica sobre este tipo de infraestrutura, expondo que “os armazéns podem ser definidos como estações de manuseio de materiais dedicadas ao recebimento, armazenamento, ordenação, acumulação, triagem e envio de mercadorias”<sup>17</sup>.

Sendo os armazéns parte fulcral na cadeia de abastecimento há várias razões para estes estarem localizados mais próximos dos clientes ou por outro lado mais próximo de locais favoráveis ao transporte. Allen *et al.* (2012) afirmam que os fatores que determinam a localização dos armazéns incluem a proximidade com áreas de produção e/ou mercado, o acesso adequado a rede rodoviária, os custos de transportes e disponibilidade de trabalhadores. Os autores evidenciam três tendências observadas nos últimos tempos influenciadoras da localização dos armazéns:

1. a desindustrialização levou a um declínio do uso e da procura das chamadas zonas industriais;
2. a centralização dos *stocks* foi adotada pelos produtores de forma a obter economias de custo na cadeia de abastecimento;
3. o aumento do preço dos terrenos e o congestionamento de tráfego nas áreas urbanas forçaram as empresas a realocar os armazéns para locais com preços relativamente mais baixos.

---

<sup>17</sup> Tradução livre da autora: Warehouses may be defined as material handling stations dedicated to receiving, storage, order-picking, accumulation, sorting and shipping of goods (Dotoli et al., 2015: 56)

Estas alterações desencadearam consequências importantes. A primeira foi nos transportes, uma vez que a redução do espaço de *stocks* se traduziu numa procura crescente de entregas confiáveis, regulares e flexíveis de quantidades relativamente pequenas de produtos. A segunda foi nos períodos de permanência dos *stocks* por armazéns. Estes períodos são cada vez mais curtos ou até mesmo inexistentes, quando os materiais vão diretos para os clientes. Por fim, a realocação dos armazéns resultou em distâncias maiores entre áreas urbanas e não urbanas, o que influencia os preços de transportes e até o desempenho operacional (como por exemplo aproveitar camiões, tanto em termos de agrupar encomendas num camião como aproveitar cargas e descargas em pontos estratégicos numa mesma viagem).

Outra razão para o desenvolvimento destes centros de distribuição foi focada por Gu *et al.* (2010: 1), “a implantação generalizada de novas tecnologias de informação, como codificação de barras, comunicações de radiofrequências e sistemas de gestão de armazém, oferece novas oportunidades para melhorar as operações de armazém”<sup>18</sup>, oportunidades como controlo em tempo real de operações de armazém ou de movimentação de mercadoria, fácil comunicação com entidades a jusante ou a montante e altos níveis de automação. Sainathuni *et al.* (2014: 690) concordam com esta ideia referida em cima, uma vez que “as cadeias de abastecimento modernas dependem fortemente de armazéns para atender rapidamente a procura dos clientes. Os armazéns emergiram do seu papel passivo tradicional de servir como intermediários que tentavam diminuir as variações da oferta-procura para um papel mais ativo de fornecer serviços de valor agregado”<sup>19</sup>.

Percebemos então a importância desta infraestrutura como ponto intermédio do percurso dos bens e como potenciador de poupanças de custos quando bem gerido.

---

<sup>18</sup> Tradução livre da autora: The widespread implementation of new information technologies (IT), such as bar coding, radio frequency communications (RF), and warehouse management systems (WMS), provides new opportunities to improve warehouse operations (Gu *et al.*, 2010: 1)

<sup>19</sup> Tradução livre da autora: Modern supply chains rely heavily on warehouses for rapidly fulfilling customer demand through retail, web-based, and catalogue channels. Warehouses, now often referred to as distribution centers (DCs), have emerged from their traditional passive role of serving as buffers to mitigate supply-demand variations to a more active role of providing value-added (Sainathuni *et al.*, 2014: 690)

### 2.3 Transportes

Por último, depois dos materiais estarem nos armazéns, é preciso responder às encomendas dos clientes e levar os produtos até aos mesmos. Allen *et al.* (2012) afirmam que o único propósito dos transportes de carga é o de transportar mercadorias entre pontos de abastecimento. Nesses pontos de abastecimento, as mercadorias ou são trabalhadas, ou armazenadas ou vendidas. Já Ballou (1993: 165) expunha que “um sistema de transporte eficiente e barato contribui para uma maior concorrência no mercado, maiores economias de escala na produção e redução de preços de mercadorias”<sup>20</sup>.

Allen *et al.* (2012) evidenciam alguns fatores para as decisões dos transportes de carga serem mais práticas e objetivas do que os transportes de passageiros. As principais razões evidenciadas pela maior parte dos autores são:

- (i) menos opções modais para transportes de mercadorias do que para os passageiros;
- (ii) a procura de transporte de mercadorias é mais inelástica em relação ao preço do que a procura de viagens de passageiros;
- (iii) a maioria das mercadorias é transportada ao longo de estradas principais em vez de bairros residenciais.

Hesse & Rodrigue (2004: 176) têm uma visão mais abrangente afirmando que “a mudança estrutural na distribuição e na logística tem dimensões geográficas distintas, investigadas pela geografia do transporte, e que são expressas em termos de fluxos (informação, frete, transporte, veículos), nós e redes dentro da cadeia de abastecimento.”<sup>21</sup> Os nós de uma cadeia de distribuição tornam-se cada vez mais importantes, sendo que a concentração de funções logísticas em certas instalações e locais estratégicos é predominante. Para os autores, “a localização dos centros de distribuição é resultado de uma alta pressão nas cadeias de abastecimento, causada por transferências

---

<sup>20</sup> Tradução livre da autora: More specifically, an efficient and inexpensive transportation system contributes to greater competition in the marketplace, greater economies of scale in production, and reduced prices for goods. (Ballou, 1993: 165)

<sup>21</sup> Tradução livre da autora: The structural change in distribution and logistics has distinct geographical dimensions, investigated by transport geography, and which are expressed in terms of flows (information, freight, transportation, vehicles), nodes and networks within the supply chain. Hesse & Rodrigue (2004: 176)

aceleradas de informações, mudanças nas preferências dos consumidores e aumento da concorrência.” Hesse & Rodrigue (2004: 178)<sup>22</sup>. Com a pressão de redução de número de elementos da cadeia de abastecimento os centros de distribuição têm tendência a tornar-se o elo entre o fornecimento global e a distribuição regional.

Os fluxos tendem a ser de volumes mais baixos, mais frequentes e com distâncias longas. Sendo reflexo das diferenças assistidas em termos geográficos, crescimento de áreas geográficas de industrialização bem como da maior flexibilidade e frequência dos serviços de transportes resultante de um aumento significativo destes serviços. Os centros de distribuição tornam-se assim a componente central das cadeias de distribuição.

As redes de transporte de cada empresa resultam da distribuição espacial da mesma. A construção de redes leva a uma mudança para centros de distribuição maiores, muitas vezes servindo a importantes redes transnacionais.

Tradicionalmente os custos dos transportes eram considerados em função da distância, no entanto, hoje em dia a sua definição é mais complexa, tendo em consideração não só a distância como também os transbordos, o tipo de carga e o tempo em que o cliente quer o serviço feito. Como o custo de transportes tem vindo a diminuir ao longo do tempo, o valor do tempo aumentou proporcionalmente. Para os autores, a consequência desta alteração é que “os *stocks* estão cada vez mais em circulação e os custos foram reduzidos proporcionalmente. Os *trade-offs* entre custos fixos (*stocks*, armazéns, etc.) e custos variáveis (transporte) desempenham um papel importante nas estratégias empresariais, uma vez que o avanço das novas tecnologias permite a mobilização dos *stocks* e, subsequentemente, a eliminação de instalações” Hesse & Rodrigue (2004: 180)<sup>23</sup>. Por isso é que nos dias de hoje vemos uma diferença no preço dos transportes que é proporcionalmente inversa ao tempo de transporte. Quanto mais rápido o transporte mais caro se torna.

---

<sup>22</sup> Tradução livre da autora: The contemporary location of distribution centers is an outcome of high pressure on supply chains, caused by accelerated information transfers, changing consumer preferences and rising competition. (Hesse & Rodrigue, 2004: 178)

<sup>23</sup> Tradução livre da autora: As transport costs went down through space/time convergence, the value of time went up proportionally inventories are thus increasingly in circulation and inventory costs were reduced proportionally. Trade-offs between fixed costs (inventories, warehouses, etc.) and variable costs (transportation) play a major role in corporate strategies, since the advancement of new technologies allows for the mobilization of inventories and, subsequently, the elimination of facilities (Hesse & Rodrigue, 2004: 180)

### 3. A simulação em logística

Existem múltiplas maneiras de um problema ser analisado, como estudo de caso ou experiências. Para o estudo de vários cenários, em situações que envolvam incerteza, diversos autores recorrem à simulação. Esta ferramenta apresenta-se como uma experiência computacional cujo modelo representa, em parte ou todo, a situação a que se quer dar resposta e sobre o qual as simulações vão ser realizadas. A grande vantagem é a de poder analisar o comportamento de um conjunto de variáveis ao mesmo tempo, apresentando resultados na forma de distribuições de probabilidades.

Ganapathy et al. (2003: 1014)<sup>24</sup> afirmam que os modelos de simulação “usam representações computacionais para modelar as interações do mundo real e são úteis para a análise de hipóteses”. Rabe et al. (2008: 1717)<sup>25</sup> definiu o âmbito do uso da simulação quando “decisões com altos riscos têm que ser tomadas, e as consequências de tais decisões não são diretamente visíveis, ou nenhuma solução analítica adequada está disponível”. O mesmo autor define um conjunto de processos que devem ser postos em prática quando se quer utilizar a ferramenta da simulação: primeiro é preciso recolher informação e tratá-la, segundo é preciso definir objetivos, analisar o sistema, formalizar o modelo, implementá-lo e experimentá-lo. Por fim, é preciso analisar verificar e validar os dados obtidos.

Percebemos então que há uma série de problemas que podem ser resolvidos através da simulação. São vários os exemplos na literatura que referem o uso desta ferramenta como processo a utilizar para melhor análise aos problemas modelados. Vamos agora apresentar alguns exemplos do uso de simulação em logística. Não se pretende uma apresentação exaustiva de todas as aplicações que se encontram na literatura, nem uma apresentação detalhada das mesmas, mas pretende-se mostrar que a ferramenta usada na aplicação prática apresentada neste relatório tem vindo a ser muito utilizada nesta área.

---

<sup>24</sup> Tradução livre da autora: Simulation models use computer representations to model the real-world interactions and are useful for what-if analysis (Ganapathy et al., 2003: 1014)

<sup>25</sup> Tradução livre da autora: It is frequently used when decisions with high risks have to be taken, and the consequences of such decisions are not directly visible, or no suitable analytical solutions are available. (Rabe et al., 2008: 1717)

Gaither utiliza a simulação para estudar custos relacionados com os *stocks*, “um procedimento de simulação computacional minimiza os custos anuais totais (transporte, pedido, transporte de entrada, aquisição, transporte de *stock* de segurança e quantidade média em *stock*) para unidades individuais de manutenção de *stock*” (Gaither, 1982: 81)<sup>26</sup>. A partir da simulação o autor pretende definir simultaneamente quantidades ótimas e datas de encomendas de forma a minimizar os custos de armazenagem, considerando uma ampla gama de custos relevantes.

Outro problema frequentemente resolvido através de simulação prende-se com a otimização da rede de transportes. A maneira como os fluxos de transportes são atribuídos aos diferentes componentes de uma rede de infraestruturas pode afetar a dinâmica da própria rede, tempos, custos e disponibilidades tanto das redes de transportes como dos seus elementos. Mahmassani et al. (2007) e Zhang et al. (2008) desenvolveram um simulador de rede de carga intermodal e dinâmico, responsável pelo escalonamento de carga e roteamento de veículos. O sistema foi aplicado a um corredor intermodal na Europa para ilustrar a análise de várias políticas, como a redução de barreiras tecnológicas / comunicacionais através das fronteiras nacionais e a melhoria da infraestrutura, aumentando a velocidade máxima dos comboios (Chow et al., 2010). Liedtke & Friedrich (2012) afirmam que a modelação de uma rede logística pode ser feita de uma de duas maneiras, ou a partir diretamente da própria rede ou usar a simulação Monte Carlo (as entidades são selecionadas ou geradas de tal forma que as distribuições sejam reproduzidas consistentemente com os indicadores agregados). Para estes autores, “abordagens que modelam redes logísticas parcialmente variáveis assumem que as topologias de rede fundamentais devem ser dadas e fixas, mas os atributos de rede (como ligações ou frequências) devem ser flexíveis” (Liedtke & Friedrich, 2012: 1349)<sup>27</sup>.

Por outro lado, Ganapathy et al. (2003) utilizaram a simulação como forma de estudar a cadeia de abastecimento, desenvolvendo um sistema de apoio à decisão. O modelo representava um sistema de vários níveis na cadeia de abastecimento, envolvendo

---

<sup>26</sup> Tradução livre da autora: A computer simulation procedure minimizes total annual costs (carrying, ordering, incoming transportation, acquisition, safety stock carrying, and expected stockout) for individual stock keeping units. (Gaither, 1982: 81)

<sup>27</sup> Tradução livre da autora: Approaches modeling partially variable logistics networks assume fundamental network topologies to be given and fixed but network attributes (such as link-load or frequency) to be flexible (Liedtke & Friedrich, 2012: 1349)

“interações associadas à manutenção, controlo de *stock*, fornecedores de peças sobressalentes e programação de recursos para executar a reparação de máquinas” (Ganapathy et al., 2003: 1014)<sup>28</sup>. Este modelo suportava o controlo de supervisão em tempo real, no qual um humano interagia com a simulação subjacente. Para além disso o modelo aceitava estímulos de entidades externas como fornecedores ou clientes. Assim, os autores analisaram os cenários com e sem interação humana e ver as consequências dessa influência.

Por fim, a questão do *order-crossover*, termo usado para expressar o cruzamento do das encomendas devido às diferenças de *lead-time* (isto é, a possibilidade de uma encomenda que é feita mais tarde ser recebida antes de uma anterior), também é bastante estudado através de simulação. Hayya et al. (2011: 274) usam a simulação para analisar “*lead-times* exponenciais para demonstrar que a redução do lead time médio tem uma redução secundária da variância devido ao cruzamento de ordem”<sup>29</sup>. Portanto, os autores analisaram diferentes lead-times de forma a estudar o seu efeito na chegada de encomendas e consequentemente custos de armazenagem associados, com o objetivo final de minimização dos custos. Srinivasan et al. (2011: 181)<sup>30</sup> testam o mesmo problema, mas com variáveis diferentes, “a procura do retalhista pode ser satisfeita por duas fontes alternativas - um fabricante ou o armazém como uma fonte de *backup* - e, similar a um sistema de transbordo, o sistema mantém a possibilidade de *crossover* de pedidos”. Assim, os cenários analisados pelos autores prendem-se com a fonte de fornecimento bem como minimizar os custos das encomendas.

A aplicação desenvolvida para este relatório de estágio também recorreu à simulação, está descrita no capítulo IV, como forma de analisar o comportamento diversas variáveis em diferentes cenários. A simulação permite assim apoiar as decisões a tomar pela empresa em que foi realizado o estágio.

---

<sup>28</sup> Tradução livre da autora: The simulation model represents a multi-echelon supply chain system involving interactions associated with maintenance, inventory control, spare part suppliers, and scheduling of resources to perform repair of machines on a shop floor (Ganapathy et al., 2003: 1014)

<sup>29</sup> Tradução livre da autora: We use exponential lead times to demonstrate that reducing mean lead time has a secondary reduction of the variance due to order crossover. (Hayya et al., 2011: 274)

<sup>30</sup> Tradução livre da autora: The retailer’s demand can be satisfied by two alternative sources—either a manufacturer or the warehouse as a back-up source—and, similar to a transshipment system, the system holds possibility of order crossover. (Srinivasan et al. , 2011: 181)

## Capítulo III – Estágio

### 1. Descrição da Empresa

O local de estágio foi a empresa Mibepa – Importação Comércio e Exportação, Lda, fundada em 1988 e com atuação no mercado grossista de matérias-primas de plásticos. A empresa pratica atividade de forma frequente e sustentada a nível nacional, sendo que a partir de 2007 alargou a sua atividade para o mercado internacional, tornando-se tanto importadora como exportadora.

A Mibepa transformou-se numa das maiores distribuidoras independentes de matérias-primas da Península ibérica, fornecendo algumas empresas de grande importância no sector nacional. As matérias transacionadas são fornecidas por grandes petroquímicas que carregam encomendas de vários pontos do mundo como Coreia do Sul, Tailândia, Qatar, Paquistão, Brasil ou México.

Segundo o Jornal ‘Região de Leiria’, a empresa encontrava-se em segundo lugar no ranking das cem maiores empresas do distrito segundo o volume de negócios de 2016, registando um volume de negócios de aproximadamente cento e quarenta e cinco milhões no ano de 2016.

Esta “empresa” é, na verdade, um grupo empresarial constituído por onze empresas, sendo que duas são espanholas. A empresa líder do grupo empresarial é a Mibepa que detém vários armazéns sendo os principais em Leiria e no Porto.

Para além dos três administradores, a empresa conta com dez trabalhadores na área administrativa que tratam das questões diárias da empresa, desde emissão de documentos contabilísticos, passando pelo contato com todos os parceiros de negócio e execução de tarefas administrativas e de gestão internas. Nos armazéns próprios a empresa conta com colaboradores em permanência, que procedem às descargas, conferências, arrumação e cargas das mercadorias. A empresa conta ainda com alguns motoristas e respetivos veículos, que procedem às entregas de mercadorias a clientes localizados nas proximidades dos armazéns.

Para além dos serviços logísticos, transporte das encomendas, armazenamento do material, a empresa fornece apoio técnico, uma vez que, atendendo à forma como lida com diferentes petroquímicas, esta empresa constitui uma *interface* entre os clientes e os fornecedores do material, responsabilizando-se pelos materiais que transporta e, sempre que necessário, encontra soluções financeiras para os seus clientes, de modo a facilitar a aquisição dos materiais da forma que seja mais adequada a cada situação.

## 2. Objetivos do estágio

Os objetivos a que me propus com a realização do estágio foram diversos. Primeiramente a integração nas atividades da empresa de forma a compreender melhor o funcionamento da mesma. Segundo, aprendizagem de novos conceitos e colocar em prática conhecimentos e conceitos aprendidos durante o percurso académico. Por fim, deixar o contributo com a realização das funções regulares na empresa, mas também de projetos e inclusivamente através deste relatório.

No que toca aos objetivos específicos do estágio, estes foram definidos pela entidade de acolhimento e incorporavam várias aprendizagens. Saber fazer a abertura e tratamento de documentação relativamente a encomendas de fornecedores bem como de cartas de crédito. Ter contacto com os documentos de transporte, despachos aduaneiros e documentação técnica. Questões relacionadas com entradas e saídas de mercadorias, desde a contratação de transportes e gestão de destinos e de cargas até à contratação de serviços externos. No que toca à gestão de *stocks*, aprender a fazer receção e conferência de mercadorias, controlo de lotes, previsões de saída e planeamento de reabastecimentos. E, por fim, realizar o apuramento e comunicação de operações e posições com o exterior bem como das trocas comerciais entre países da União Europeia, reportando-o às entidades devidas.

### 3. Descrição do Estágio

O estágio teve uma duração de dezoito semanas, o que permitiu obter uma visão abrangente do funcionamento da empresa. A empresa está dividida em quatro sectores sendo que estive principalmente em três: encomendas de clientes portugueses, encomendas ao estrangeiro e parte financeira. Em cada um, tive a oportunidade de aprender todos os procedimentos e seguidamente de os colocar em prática. O quarto sector, de gestão de *stocks*, é vital para a empresa, mas neste tive menos participação.

Em cada sector tive a possibilidade de aprender com pessoas diferentes. Como todas realizam funções diferentes foi muito interessante ver a continuidade dos processos e perceber como todos se relacionam. O processo seguido na minha passagem por cada sector foi bastante similar: estava uma temporada com cada trabalhador, estes ensinavam os processos, e eu tinha a possibilidade de os executar.

São vários os *softwares* de gestão que podem ajudar as empresas a armazenar informação, tratar e obter resultados. No caso da Mibepa o *software* primordial de gestão utilizado é o PHC, sendo nele que todos os funcionários trabalham, tem ainda outro *software*, GoGest, que serve como *interface* para colaboradores externos à empresa, permitindo o acesso a informação contida no PHC.

#### i. Encomendas de clientes nacionais

Neste sector tive a oportunidade de aprender todo o processo de encomenda. Este inicia-se pelo contacto da parte do cliente (normalmente via telefone, email ou pedido do vendedor), o que desencadeia uma abertura de encomenda e consequente marcação de transporte. O transporte pode ser do próprio cliente ou pode ser provido pela Mibepa. O passo seguinte à abertura de uma encomenda é a realização de uma guia de remessa para os artigos poderem ser transportados do armazém até ao cliente. Os tamanhos normalmente transportados, isto é, as quantidades que a empresa fornece, são três: contentores, paletes ou *big bags* (em material específico), sendo que o cliente escolhe a quantidade que quer receber. As disponibilidades de material para Portugal podem ser vistas de duas maneiras: ou o cliente tem uma previsão de necessidades feita pela empresa com base nos dados históricos e, à medida que existem encomendas, vai-se diminuindo a quantidade prevista, ou apenas se analisa a disponibilidade nos armazéns (não considerando as previsões de necessidades existentes de clientes). No que diz respeito à chegada de material aos armazéns, o registo é feito no sistema aquando da encomenda ao fornecedor, no entanto quando o material tem entrada física nos armazéns é preciso alocar os materiais ao respetivo armazém no sistema, ou seja, dar entrada no sistema nos armazéns respetivos.

Os processos descritos desencadeiam um conjunto de tarefas a realizar no *software* de gestão, e que fizeram parte da minha atividade na empresa. Eu procedia ao registo da encomenda no PHC, onde descrevia a informação relativa ao tipo de material, quantidade, preço, data de entrega pedida e qual o armazém de saída (o processo passava pela análise do mapa das quantidades de *stock* por armazém, e pela escolha do armazém que tivesse material disponível; se vários armazéns tivessem o material escolhia-se o mais próximo do cliente porque tal implicava custos de transportes menores.). Quando a encomenda é transportada até ao cliente é sempre preciso que o motorista tenha um CRM (Convenção Relativa ao Contrato de Transporte Internacional de Mercadorias por Estrada) preenchido bem como anexar o certificado de análise do produto em questão, uma vez que este comprova as especificações técnicas do mesmo. As faturas emitidas aos clientes espelham qual a empresa do grupo que fatura a encomenda (de acordo com a política da empresa), o

cliente, as quantidades e preços respetivos. Como os clientes podem ter previsões de necessidades, elaboradas pela empresa com base em dados históricos, quando chega uma encomenda, primeiro verificava se este já tinha alguma previsão feita e, em caso afirmativo o passo seguinte era diminuir os valores na própria previsão e abrir uma encomenda referenciando o número da previsão. Se não havia uma previsão, abria uma encomenda normal e analisava o mapa de quantidades em *stock* por armazém. Por fim, nas guias de entradas em *stock* tinha que colocar o material, o armazém onde foi descarregado, a quantidade bem como os lotes identificativos do mesmo. Esta informação tem de estar sempre atualizada de forma a existir um maior controlo dos materiais nos armazéns bem como para uma melhor resposta aos clientes.

## ii. Encomendas ao estrangeiro

Neste sector podemos distinguir duas vertentes. Por um lado, as encomendas aos fornecedores e por outro as encomendas de clientes estrangeiros.

O processo das encomendas de clientes estrangeiros é muito semelhante ao já descrito para as encomendas nacionais. A grande diferença é a forma de contacto dos clientes com a empresa. Normalmente os clientes estrangeiros, em primeira instância, são abordados pelos vendedores portugueses e, no caso, de Espanha pelos vendedores espanhóis. Espanha é um caso especial porque a Mibepa tem vendedores espanhóis e tem uma previsão específica de necessidades para todos os clientes espanhóis. Os vendedores lidam diretamente com os clientes, e são eles que, através do *software*, informam quais as condições para o fornecimento (quantidades, material, preço e condições de entrega) previamente acordadas entre clientes e vendedores. O resto do processo (registo de encomenda, marcação de transportes) é feito pela empresa. Enquanto para Portugal se confirmam as previsões de necessidades dos clientes ou se observam os *stocks* por armazém, em Espanha há uma previsão prévia de necessidades, não para determinados clientes como em Portugal, mas para todos os clientes espanhóis. A previsão é a indicação das disponibilidades de material que a empresa tem para Espanha. Ou seja, todos os meses há uma antevisão dos materiais disponíveis para vendas em território espanhol, o que

significa que os vendedores apenas podem vender com base nessa informação. Portanto, a informação das novas encomendas é solicitada através do *software*, e é registado numa nova encomenda de cliente. Assim, o procedimento que seguia era ir à previsão de necessidades de Espanha e alterar as quantidades disponíveis, uma vez que tinha sido vendido material. As tarefas que realizei foram semelhantes às descritas nas encomendas nacionais: informação de abertura, nova encomenda no PHC, guia de remessa para o cliente e faturação.

Quanto às encomendas a fornecedores, estas são decididas pelos administradores da empresa no âmbito da gestão de *stocks*. O procedimento, depois da emissão da encomenda, é a abertura de carta de crédito (em caso de existir, pois a encomenda pode ser com crédito do próprio fornecedor), que se transforma num documento SWIFT (abertura de crédito documentário de importação) com todas as informações relativamente à encomenda e ao seu pagamento. Na data de embarque dos materiais os despachantes têm de enviar os documentos (normalmente contém uma fatura comercial (*commercial invoice*), lista de materiais (*packing list*) e conhecimento do embarque marítimo (BL- *bill of lading*)). Quando os materiais chegam ao porto e são descarregados dão origem a despesas de IVA e de direitos, devido à entrada de material num novo país. Os documentos que traduzem esses custos são os DU's (Documentos Únicos Aduaneiros). Por fim, temos o pagamento aos fornecedores. Quando os pagamentos são feitos em dólares dos Estados Unidos da América (USD) é preciso fazer antecipação de dólares (previamente fixados) e depois é que se procede ao pagamento. Os pagamentos, por norma, são efetuados após entrega das faturas por parte dos fornecedores.

As tarefas realizadas na abertura da carta de crédito passaram por enviar para os bancos os dados relativos à encomenda em questão. Por norma faz-se referência à fatura enviada pelo fornecedor, aos materiais e às respetivas quantidades. Depois das encomendas despachadas, chegam os documentos de embarque que têm que ser tratados. A este respeito, tive que separar os documentos principais já citados e dar entrada destes no sistema (através do anexo da documentação à encomenda), bem como atualizar os dados contidos na encomenda, como por exemplo, data de embarque, designação das encomendas, número de embarque e se tem crédito documentário ou de fornecedor. Depois do desembarque dos contentores, os DU's são originados e, quanto às

despesas correspondentes, o que tive de fazer foi identificar a que encomenda de fornecedor pertenciam e anexar os custos à mesma, fazendo sempre distinção entre IVA e direitos uma vez que as respetivas datas de liquidação são diferentes. Na antecipação de moeda USD, tive de contactar os bancos e, se a taxa de câmbio fosse diferente da que estava no sistema, tinha que fazer uma diferença cambial para justificar a diferença do valor total da encomenda.

Por fim, e como é um sector que lida maioritariamente com o exterior, é preciso enviar para organismos oficiais informação sobre as transações para posterior elaboração de estatísticas. Assim sendo, uma vez por mês são enviados os dados relativamente a tipo de mercadoria transacionada com o exterior (pelas empresas espanholas), através do Intrastat, e são enviados também dados relativamente a pagamentos e recebimentos com o exterior (pelas empresas portuguesas), através do Banco de Portugal. Para o Intrastat apenas analisei as compras e vendas feitas pelas empresas espanholas do grupo a empresas estrangeiras e discriminei se era venda de produtos ou serviços. Quando as vendas eram de materiais, era necessário preencher alguma informação, tal como a quantidade e o país de origem. Quanto ao Banco de Portugal, fui ao próprio *site* fazer a Comunicação de Operações com o Exterior (COPE). Esta comunicação consiste em proceder à verificação de pagamentos e recebimentos com o exterior, bem como declaração de posições da empresa no que toca a fornecedores, clientes e *factoring*.

### iii. Setor financeiro

No sector financeiro fiz a ligação final entre todos os sectores da empresa. Aqui tratam-se questões como recibos, cobranças, *factoring*, *confirming* e seguros de crédito.

Na receção e registo da encomenda de cliente, é sempre necessário verificar se existe limite de crédito disponível para efetuar o fornecimento. Calculei o valor da mercadoria, ao qual acrescentei o valor de IVA á taxa legal em vigor e comparei esse valor com o limite disponível. Caso não fosse suficiente, o fornecimento ficava pendente de recebimentos que libertassem *plafond* de crédito, ou era proposto ao cliente o pagamento antecipado.

Depois das encomendas registadas, do material entregue e do pagamento dos clientes feito, era necessário fazer o recibo da transação. No PHC emitia um recibo com o valor de cada transação, onde colocava o nome do cliente, data da transação, valor e banco onde a transação se tinha realizado. Estes recibos só eram emitidos após a confirmação da entrada do dinheiro no banco (qualquer que fosse a forma de entrada do dinheiro, era sempre necessário haver uma confirmação).

Os valores recebidos na empresa como pagamento das faturas podem dar entrada através de diferentes formas: pronto pagamento, *confirming* e *factoring*. Cada uma destas formas desencadeia um processo diferente, que passo a descrever.

No pronto pagamento o procedimento era esperar pela confirmação de transferência do banco e consecutivamente proceder à realização do recibo. O *confirming* desencadeia o mesmo processo na empresa, mas na parte do cliente é que surgem as diferenças, uma vez que é um procedimento em que o cliente acorda com o seu banco que o pagamento de determinada fatura é feito ao fornecedor na data de vencimento da mesma, mas o pagamento ao banco é feito numa data a acordar entre cliente e banco, sempre superior à data de vencimento da fatura.

Por outro lado, o *factoring* traduz-se num acordo entre a empresa e uma empresa de *factoring*, em que esta última aceita comprar as faturas da empresa e adiantar-lhe o dinheiro e, no prazo de vencimento das faturas, os clientes pagam à empresa de *factoring* em vez de pagarem a empresa. O processo que fiz para uma empresa é o que se faz para todas as empresas do grupo e é dividido em duas fases. Os clientes têm que estar notificados de que as suas faturas vão ser pagas deste modo. Assim, se um cliente não foi notificado a fatura não pode ser cedida. Na primeira fase comecei por confirmar se os clientes cujas faturas podiam ser cedidas estavam ou não notificados. De seguida, ia ao PHC e retirava uma listagem das faturas emitidas entre a última sessão de *factoring* e o dia em que estava a fazer a nova sessão. Conferia esta listagem com as faturas que tinha em papel, pois só as que têm guias de transportes associadas é que podem ser compradas. De seguida, era gerado um ficheiro com as faturas conferidas e a este eram anexadas as faturas e respetivas guias. Posteriormente este ficheiro era enviado para as empresas de *factoring*. Na segunda fase, vinha a confirmação da compra ou não das faturas (por vezes algumas faturas não são compradas por razões justificadas), o que gerava os recibos de *factoring*.

Quando chegava essa informação o que fazia era ir ao PHC e transformar a sessão provisória em sessão real, alterando o nome para o código da sessão atribuído, bem como confirmando o valor de todas as faturas que foram compradas e as comissões cobradas. Quando os clientes pagam às empresas de *factoring*, estas enviam umas *check-list* de recebimentos e era a partir destas que se procedia à emissão dos recibos *factoring*. A diferença destes recibos para os recibos normais é que no PHC temos de ir buscar os valores das faturas às sessões de *factoring* e não à conta do cliente.

Por fim, pude ainda lidar com a parte das cobranças. As faturas têm associadas uma data de vencimento e um seguro de crédito. Nos seguros existem datas limites para tomar ações como prorrogar (última tentativa de conceder algum tempo extra de pagamento) ou, em último caso, declarar sinistro. O ideal é as faturas não chegarem a nenhum desses limites, ou seja, era feito um esforço no sentido de falar com os clientes e perceber o que se passava, sendo que por vezes era necessário negociar datas de pagamentos ou pagamentos faseados. Todos estes contactos eram registados por escrito no PHC, por forma a existir um maior controlo dos acordos que eram feitos em prol do cliente e da empresa. Com base nestas negociações, todas as semanas era feito um mapa previsional com os pagamentos a receber, ou seja, com base nos acordos feitos com os clientes era elaborado um mapa de cobranças com um limite temporal de três semanas.

#### iv. Gestão de *stocks*

As encomendas a fornecedores e gestão de *stocks* é afeta aos administradores da empresa e, apesar de não ter realizado essas atividades, tive oportunidade de as aprender.

No que diz respeito à gestão de *stocks* tive oportunidade de aprender todo o processo. Os fornecedores da empresa são as grandes petroquímicas já referidas, a proveniência das mesmas é que é diferente, sendo que por norma são ou do continente Asiático ou do Americano. Cada petroquímica tem procedimentos de trabalho diferentes, umas apresentam disponibilidades de quantidades de material em *stocks* aos clientes (através de apresentação de listagem de materiais) e são estes que escolhem os produtos a

encomendar a partir da listagem fornecida, outras pedem uma previsão de encomendas ao cliente e a negociação faz-se a partir daí.

As encomendas de materiais são analisadas por contratipo de produto (os que têm as características semelhantes). A análise feita tem um limite temporal de quatro meses e, ao fim desse tempo, o objetivo é ter em *stock* o valor médio de um mês de vendas. O processo inicia-se com a observação de dados históricos em termos de encomendas de clientes relativos a cada referência. O passo seguinte é ter em conta a previsão de encomendas dos clientes nos 4 meses seguintes. Por fim, incorpora-se na análise o *lead time*, ou seja, o tempo que as mercadorias demoram a chegar dos fornecedores aos armazéns, para ser possível responder a todas as encomendas dos clientes.

Tendo todos estes fatores em conta, é então tomada a decisão de encomendar, ou não, mais material.

#### 4. Análise Crítica

Os estágios permitem sempre uma aproximação da vida académica à vida profissional, aplicar conceitos aprendidos durante o período de estudo, aprender a resolver problemas com as ferramentas que temos e, claro, todo um novo processo de aprendizagem de questões relacionadas com a própria empresa.

No meu caso concreto, o estágio permitiu-se uma maior aplicação de unidades curriculares como logística ou gestão de operações, visto que o tipo de processos utilizados na empresa são uma aplicação de modelos estudados. Por outro lado, toda a aprendizagem de Microsoft Excel ocorrida na Licenciatura, e o seu aprofundamento no Mestrado, demonstraram ser uma mais-valia em contexto profissional, uma vez que é uma das ferramentas de uso generalizado e com maior relevância nas empresas.

Um aspeto muito positivo que retiro da realização do estágio prende-se com o desenvolvimento das denominadas *soft skills*, cada vez mais importantes no mercado de trabalho. Entre elas, o pensamento crítico foi sempre fomentado, tentava perceber sempre qual o fluxo dos processos e sempre me questionavam se percebia as funções que estava a desempenhar bem como o porquê de as mesmas terem de ser feitas. A coordenação e flexibilidade também se relevaram bastante importantes, conseguir adaptar-me a todas situações propostas e aprender a realizar diferentes tarefas realmente incentivou o desenvolvimento destas capacidades. Claro que tudo isto se traduziu numa melhor gestão de tempo, e na melhoria da minha capacidade de comunicar e trabalhar em equipa.

Outra das *soft skills* desenvolvidas ao longo do estágio foi a capacidade de resolução de problemas. Um dos problemas que me foi colocado foi uma comparação de custos entre os vários portos usados pela empresa. O objetivo era, com base nos custos dos portos e dos transportes, perceber de onde era mais barato despachar uma encomenda. E foi a partir deste problema que surgiu a oportunidade de desenvolver uma aplicação que tivesse em consideração todos os custos afetos as encomendas, desde o momento que estas são despachadas pelo fornecedor até ao momento em que chegam aos clientes, e respondesse de forma sistemática a um problema real da empresa. Essa aplicação está descrita no capítulo seguinte.

A mudança é algo que faz parte de uma empresa e, por muito que às vezes custe adaptarmo-nos a algo novo, por vezes é fulcral em nome da competitividade. Exemplo disso foi, ao longo do estágio, tomar contacto com processos que estavam automatizados no programa de gestão utilizado pela empresa. Tive a oportunidade de ver como alguns dos processos eram executados antes de esse *software* estar disponível, o que me permitiu perceber a importância de um sistema deste tipo numa empresa. Acredito que o facto de toda a informação estar disponível para todos os trabalhadores é um benefício em termos da eficiência e produtividade destes.

Portanto, a minha sugestão para a empresa é continuar a personalizar este *software* em conjunto com os programadores da empresa que produz o *software*, de forma a continuarem a melhorar a produtividade da empresa. A automatização de processos como a gestão de *stocks*, atualmente baseada em grande parte em processos heurísticos, pode realmente elevar os níveis de produtividade da empresa, quer por conduzir a uma otimização das decisões quer por libertar tempo dos recursos humanos, que assim terão mais disponibilidade para se dedicar a outras questões.

Outra sugestão feita à empresa é continuar o trabalho realizado até agora. São muito céleres na resposta a encomendas e são um ótimo *interface* entre clientes e petroquímicas pois sempre que foi preciso algum tipo de documentação ou esclarecimento mais técnico eles forem sempre capazes de fornecer essa informação de forma eficaz.

Em suma, fiquei muito satisfeita com a realização deste estágio. Permitiu realmente ter contacto com o funcionamento de uma empresa e fazer parte da mesma, ainda que por um curto período de tempo.

## Capítulo IV – Aplicação - modelo de simulação para determinar portos a usar

### 1. Enquadramento

No decorrer do estágio foi proposto dar resposta a uma pergunta: “Quando uma encomenda é despachada qual é porto para o qual deve ser encaminhada, por forma a minimizar os custos?”. Para dar resposta a esta questão, desenvolveu-se uma aplicação baseada no Microsoft Excel, recorrendo ao *add-in @Risk*. O modelo definido será descrito neste capítulo. Para já, vai fazer-se um enquadramento breve sobre a receção de encomendas pela empresa e entrega a clientes. Este enquadramento vai, em parte, relembrar alguma informação relevante já apresentada no Capítulo III.

Por norma, quando as encomendas são para clientes Portugueses, tanto a descarga como a armazenagem são feitas em Portugal. Os portos portugueses usados são o de Leixões e o de Lisboa, e os armazéns podem ser na zona de Leiria ou na zona do Porto. No entanto, quando as encomendas são para clientes Espanhóis, pode compensar o material ir logo para um porto espanhol (o usado pela empresa é o porto de Valência), e ficar armazenado no armazém de Valência, com o qual a empresa tem contrato.

Para uma análise completa deste problema, é preciso analisar custos dos vários fornecedores, preços de descarga dos diversos portos, custos dos *stocks* dos múltiplos armazéns, procura dos clientes e por fim preços de transportes.

As encomendas a fornecedores podem ser feitas com base em previsões de encomendas dos clientes ou então com base no histórico das encomendas já realizadas. O provisionamento destas encomendas tem por base o modelo de gestão de *stocks* da empresa que pretende que, no final de um horizonte de planeamento de quatro meses, a procura esperada e os recebimentos esperados permitam que os *stocks* de cada material correspondam, no mínimo, a um mês de vendas. O *lead time* dos barcos é incerto e depende da origem dos fornecedores. Os barcos podem trazer um ou mais materiais diferentes e, por norma, vem sempre mais do que um contentor em cada barco. Nos portos, para além de custos de despachos, manuseamento (THC – *Terminal Handling Charge*) e documentação, existem custos de IVA, direitos e frete (quando a empresa paga

as despesas, no caso de o contrato de aquisição prever as condições definidas pelo *incoterm*<sup>31</sup> FOB, *Free on Board*). Os materiais podem ser enviados diretamente para os clientes ou então serem armazenados a aguardar encomendas futuras. Por norma, os envios para os clientes são efetuados a partir do armazém mais próximo, e utilizam o transportador que é menos dispendioso. No transporte pode ocorrer uma de duas situações: o camião transporta uma encomenda de um cliente (normalmente quando a encomenda ocupa todo o camião) ou o camião transporta mais do que uma encomenda (a encomenda de um cliente não ocupa um camião completo e tenta juntar-se cargas para clientes que estejam localizados numa mesma zona).

---

<sup>31</sup> *Incoterms* ou *international commercial terms* são termos de vendas internacionais que servem para definir modo de pagamento e de responsabilidade de transportes entre fornecedor e cliente.

## 2. Definição do Problema

O modelo foi criado com base na prática seguida pela empresa. Foram, no entanto, efetuadas algumas simplificações por forma a permitir a construção e implementação de modelo num prazo compatível com um trabalho de Mestrado.

Um dos primeiros pressupostos definidos foi relativamente ao material. Apenas se considerou um tipo de material, tanto para os fornecedores como para os clientes. Isto implica que, para cada barco, se considera apenas um tipo de produto, ou seja, cada barco representa uma encomenda. Em termos de custos, uma vez que os custos são similares nos vários armazéns em Portugal, apenas se considerou um armazém em Portugal e um em Espanha. Os custos de IVA e direitos são comuns a todas as encomendas e, por isso, não foram considerados, uma vez que o seu impacto é o mesmo para qualquer porto selecionado. Relativamente aos *stocks*, como já foi dito, tendo em conta a procura esperada e os recebimentos esperados, os armazéns devem conter, no final de um horizonte de planeamento de quatro meses, uma quantidade de material que corresponda, no mínimo, a um mês de vendas. Por último, considera-se que cada encomenda corresponde a um camião de transporte, e esse transporte é efetuado por forma a minimizar os custos.

Segundo Carvalho (2002) os tempos de distribuição podem ser divididos em três parcelas: carga, trânsito e receção. “Carga” representa o tempo desde a disponibilização dos materiais até ao seu despacho, “trânsito” representa o tempo desde o despacho até ao destino dos materiais e “receção” o tempo desde o destino até à empresa recetora.

A cada um dos tempos de distribuição está associado um custo. Assim, neste modelo a associação de custos é a seguinte:

1. Carga: custo dos fornecedores até aos portos (determinado a partir da análise feita às faturas dos despachantes dos portos do Porto, Lisboa e Valencia);
2. Trânsito: custo dos portos até aos armazéns e respetiva armazenagem (determinado a partir da análise das faturas dos transportes e dos respetivos armazéns do Porto, Leiria e Valência);

3. Receção: custos dos armazéns até ao cliente final (determinado através da análise das faturas das empresas transportadoras).

A estrutura do modelo está dividida por meses (foram considerado 20 meses como limite temporal de forma a obter resultados fiáveis, uma vez que os primeiros meses poderiam refletir efeitos transitórios da situação inicial) e por países (Portugal e Espanha). No entanto a análise final é sempre feita para o período de um mês. O modelo foi desenvolvido através de um conjunto de folhas de cálculo interrelacionadas, incorporadas no mesmo ficheiro. A folha principal é a que realiza a simulação das chegadas e saídas de materiais e das encomendas efetuadas em diferentes meses. Uma imagem desta folha é apresentada no anexo 1 (limitada aos dois primeiros meses da simulação). Relativamente ao resto das folhas construídas apenas se vai fazer uma breve descrição para dar uma ideia geral da forma como o modelo foi estruturado num ficheiro Excel. As folhas iniciais apresentam os valores obtidos da análise feita às faturas da empresa: os custos dos portos, os custos dos armazéns e dos transportes. As folhas contêm cálculos de percentagens de fornecimento ou de procura por zonas, valores apresentados e explicados nos próximos pontos. Nas folhas finais, depois da folha do modelo, estão espelhadas informações como as decisões anteriores (influenciam os primeiros meses do modelo), a chegada de encomendas (todas as informações sobre região, porto de descarga, tempo de demora, momento de chegada e quantidade das encomendas), o *lead time* (as suas distribuições) e por fim as regras de decisão (limiares que influenciam a escolha do porto de descarga).

A sequência de operações é similar em todos os meses. Começamos com o *stock* do mês anterior, em cada um dos países. Tendo em conta as encomendas pendentes, isto é, as encomendas que estão para chegar nos quatro meses seguintes, é definido o montante a encomendar no mês, por forma a que, no fim de quatro meses, a procura esperada e os recebimentos esperados permitam que os *stocks* de cada material correspondam a um mês de vendas. Assim, note-se que a decisão de encomendar é realizada com base nas quantidades finais de *stock* real (depois de respondidas às encomendas dos clientes) e das encomendas pendentes. Ou seja, a quantidade que é encomendada é com base na regra de ter, ao fim de quatro meses, um mês de vendas em *stock* ao qual subtraímos o valor das encomendas que estão a chegar durante esse tempo, visto que estas influenciam o *stock*. Quanto ao fornecedor, e país de origem, a escolher, considerou-se que esta decisão pode

ser tomada com base em condições verificadas pontualmente e, assim, considerou-se que esta decisão era exterior ao modelo.

A escolha do porto de descarga é feita aquando da encomenda e com base nos *stocks* finais de cada mês, em cada um dos países. Para definir estas regras, usa-se a relação entre os *stocks* do material em Espanha e os *stocks* totais do material: se este rácio for inferior a um dado limiar, escolhe-se fazer a descarga em Espanha, caso contrário esta é feita em Portugal. Permite-se que este limiar seja diferente para diferentes países de origem, uma vez que os custos de transporte a partir de diferentes países de origem não são os mesmos para Portugal e para Espanha. Pretendeu ter-se em consideração a possibilidade de haver casos em que seja mais favorável escolher fazer a descarga em Portugal ou Espanha, dependendo da origem do material. Assim é, na verdade, usado um limiar para cada possível país de origem. Estes limiares foram inicialmente definidos de forma arbitrária, e posteriormente ajustados com recurso ao RiskOptimizer, que permite efetuar otimização dentro da simulação de Monte Carlo.

Em cada mês pode não chegar nenhuma encomenda, chegar uma ou chegarem mais, dependendo das encomendas efetuadas nos meses anteriores, dos fornecedores usados e, conseqüentemente, do *lead time* (que tem uma componente estocástica). Quando há chegada de encomendas, assume-se que os materiais são rececionados no armazém mais próximo do porto de chegada. Por fim, as quantidades recebidas são adicionadas aos *stocks* existentes no armazém correspondente. A esses valores são subtraídas as procuras mensais que respondem a uma regra para fazer os transportes: cada zona é abastecida pelo armazém que representa um custo menor de deslocação.

Logo, o problema traduz-se na minimização da soma de todos os custos afetados no procedimento: os custos de transportes dependem de que armazém são enviadas as encomendas, o custo de desembarque depende do porto a que a mercadoria chega e por fim o custo de armazenagem depende do custo de manter *stocks* em Espanha (o armazém de Portugal apenas tem custos fixos, por isso estes não foram considerados).

### 3. Especificação do Problema

Como referido o problema é uma simplificação da realidade, tentando sempre aproximar-se da mesma. Assim os dados que servem de base ao problema foram compilados e traduzem-se em análises de regiões, custos e clientes

Os fornecedores foram considerados em termos de países de origem, uma vez que os custos de transporte da mercadoria variam consoante o país em que os mesmos se encontram, refletido na tabela 1.

<b>Fornecedores</b>	
<b>Bra</b>	Brasil
<b>Cor</b>	Coreia do Sul
<b>Ind</b>	Índia
<b>Kat</b>	Qatar
<b>Mex</b>	México
<b>Tai</b>	Tailândia
<b>Tur</b>	Turquia

*Tabela 1 -Lista de Fornecedores*

Considerou-se que os clientes se encontram localizados em zonas. As zonas foram definidas por forma a que os custos sejam semelhantes para o transporte de qualquer origem para os clientes situados numa mesma zona. Assim, Portugal foi considerado apenas uma zona e em Espanha foram definidas diversas zonas conforme tabela 2.

<b>Divisão zonas</b>	
<b>1</b>	Castilha la Mancha, Madrid, Castilha e Leon
<b>2</b>	Valencia, Múrcia
<b>3</b>	Andaluzia, Extremadura
<b>4</b>	Cataluna, Árgon, Navarra, Pais Vasco
<b>5</b>	Galícia, Astúrias, Cantábria
<b>6</b>	Portugal

*Tabela 2 - Zonas consideradas*

Para definir quais os custos dos portos relativamente a cada país de origem, foram analisadas as faturas dos respetivos fornecedores. Para cada fornecedor fui procurar as faturas correspondentes a um despacho no porto de Valência e a um despacho num porto português (os custos são semelhantes para ambos os portos portugueses), para assim obter custos comparáveis. Em cada uma, analisei os custos indicados (descargas, THC, documentação), e somei o custo do transporte do porto até ao armazém. Os dados apresentados na tabela 3 mantêm a relação dos dados reais, no entanto não são os reais para proteção dos dados da empresa.

	<b>Bra</b>	<b>Cor</b>	<b>Ind</b>	<b>Qat</b>	<b>Mex</b>	<b>Tai</b>	<b>Tur</b>
<b>Portugal</b>	987,00 €	962,50 €	962,50 €	944,13 €	962,50 €	3 263,79 €	817,25 €
<b>Espanha</b>	1 311,17 €	1 019,55 €	1 729,79 €	1 203,13 €	1 254,23 €	2 981,76 €	2 819,83 €

*Tabela 3- Custos fornecedores até armazéns*

Os custos dos armazéns para as regiões foram obtidos através dos transportes feitos por diversos transportadores (considerou-se sempre o mais baixo de cada zona). O processo de análise foi feito através de uma de uma comparação de custos já realizada pela empresa. Para cada zona apresentada na tabela 4 fui ver qual o transportador a realizar o serviço mais económico.

<b>Zonas</b>	<b>PT</b>	<b>ES</b>
<b>1</b>	650 €	390 €
<b>2</b>	800 €	180 €
<b>3</b>	600 €	360 €
<b>4</b>	700 €	600 €
<b>5</b>	650 €	600 €
<b>6</b>	200 €	800 €

*Tabela 4 - Custos dos armazéns até às zonas dos clientes*

Considerou-se que a decisão de escolha do fornecedor é tomada exteriormente ao modelo. No entanto, como já foi explicado, esta escolha influencia os custos totais, nomeadamente através dos custos de transporte do país de origem para o porto de desembarque. Assim, a escolha do país de origem é modelada como um acontecimento

aleatório, em que os diferentes países podem ser escolhidos com uma probabilidade idêntica à frequência com que se foram efetuadas, no passado, encomendas a fornecedores desse país de origem. A percentagem de encomendas feitas a fornecedores de cada país foi obtida através da pesquisa e análise de dez anos de encomendas sendo os resultados apresentados na tabela 5.

<b>País de origem</b>	<b>Bra</b>	<b>Cor</b>	<b>Ind</b>	<b>Kat</b>	<b>Mex</b>	<b>Tai</b>	<b>Tur</b>	<b>Total</b>
<b>Nº encomendas</b>	563	1577	562	563	66	520	514	4365
<b>Frequência relativa</b>	12,90%	36,13%	12,88%	12,90%	1,51%	11,91%	11,78%	100,00%

*Tabela 5 - Percentagem de encomendas a fornecedores*

Relativamente à procura dos produtos por clientes de cada região, também foi modelada como um acontecimento aleatório. Para tal foi recolhido o número total de encomendas feitas, durante um ano, por clientes de cada região, e foi calculada a média mensal (tabela 6). A procura mensal proveniente de cada região é definida como uma variável aleatória que tem, como valor esperado, a média mensal da procura verificada no ano analisado.

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>Total</b>
<b>Procura</b>	80	135	40	84	32	1372	1743
<b>Frequência relativa</b>	4,59%	7,75%	2,29%	4,82%	1,84%	78,71%	100,00%
<b>Média por mês</b>	5,333333	9	2,666667	5,6	2,133333	91,46667	

*Tabela 6 - Encomenda realizada por mês por zona de clientes*

Como há elementos aleatórios que influenciam a situação real, estes tinham que estar refletidos na aplicação. Estes elementos são representados por variáveis aleatórias que seguem distribuições de probabilidades que se consideraram adequadas.

A procura por região foi definida com base numa função de distribuição exponencial. Desta forma, garante-se que a probabilidade de um procura negativa é nula, e permite-se ainda que fique implícito que a chegada das encomendas à empresa se

processa de acordo com uma distribuição de Poisson, os valores da procura são independentes de uns meses para os outros, o que pareceu razoável tendo em conta o padrão de encomendas da empresa.

O país de origem de cada encomenda é definido como um acontecimento aleatório, em que cada um dos oito países possíveis tem uma probabilidade idêntica à frequência relativa com que foram feitas encomendas a esse país nos últimos dez anos. O *lead time* decorrido entre o despacho pelo fornecedor e o recebimento no porto é definido por uma função de distribuição discreta, definida com base nas frequências com que se verificaram, no passado, os diferentes valores do *lead time* (sem distinção de fornecedor e arredondado ao mês).

<b>Tempo (meses)</b>	<b>Probabilidade</b>
<b>1</b>	8%
<b>2</b>	71%
<b>3</b>	20%
<b>4</b>	2%

*Tabela 7 - Lead time das encomendas usado na otim\_1*

Por último, a definição do porto de descarga prende-se com a decisão dos limiares anteriormente referidos. Se a percentagem de *stock* em Espanha for inferior ao limiar, a mercadoria é descarregada em Espanha, caso contrário é descarregada em Portugal. Estes limiares, como anteriormente referido, estão definidos para cada país de origem, por forma a ter em conta o possível impacto das diferenças de custos do transporte de cada país para Portugal e para Espanha. Os valores iniciais dos limiares foram definidos de forma mais ou menos arbitrária, e otimizados através do RiskOptimizer, que permite a otimização integrada com o processo de simulação. Os valores inicialmente usados foram os seguintes:

<b>Zona</b>	<b>Limiar</b>
<b>Bra</b>	0,15
<b>Cor</b>	0,30
<b>Ind</b>	0,10
<b>Kat</b>	0,25
<b>Mex</b>	0,20
<b>Tai</b>	0,40
<b>Tur</b>	0,05

*Tabela 8 – Limiares iniciais usados nas regras de decisão*

#### 4. Resultados Obtidos

O modelo foi criado em Excel usando o *add-in @Risk* vocacionado para a realização de simulações de Monte Carlo no Microsoft Excel.

Este *software* realiza análises com base na simulação de Monte Carlo, permitindo mostrar vários cenários possíveis para o mesmo modelo. Segundo o *site* do software ([www.palisade.com](http://www.palisade.com)), a simulação de Monte Carlo é uma técnica matemática que determina uma série de cenários possíveis e a probabilidade de ocorrência dos mesmos. Assim, através de uma análise de risco vão-se substituindo os valores sujeitos incerteza, de forma a gerar vários panoramas, permitindo a ideia geral da decisão, isto é, as consequências que esta pode ter. Isto tudo é feito através da geração de números aleatórios de acordo com funções de distribuição de probabilidades.

Primeiramente realizei uma simulação com cem mil iterações de forma a ver o valor médio que o custo total teria, de acordo com os limiares inicialmente definidos (arbitrariamente). Desta forma, era possível ver se a otimização de limiares teria um impacto relevante nos custos. O valor médio apresentado por esta simulação foi de 32 516,05€.

De seguida procedi a uma otimização dos limiares, com simulações de dez mil iterações para mil tentativas do processo de otimização. Os outputs produzidos pelo processo de otimização, identificada como *otim\_1*, estão apresentados no Anexo 2. O melhor cenário é sempre o último apresentado, assim vemos que o melhor cenário foi o 337 em que o valor do custo total foi de 30 427,48€. Os valores dos limiares otimizados foram:

<b>Fornecedor</b>	<b>Valores otimizados dos limiares</b>
<b>Bra</b>	0,136325
<b>Cor</b>	0,128056
<b>Ind</b>	0,126483
<b>Kat</b>	0,127831
<b>Mex</b>	0,131278
<b>Tai</b>	0,136124
<b>Tur</b>	0,129628

Tabela 9 - Limiares otimizados a usar nas regras de decisão

Podemos reparar que os valores definidos após a otimização estão no intervalo [ 0,12 ; 0,14 ], ou seja, são valores similares e pequenos. Este valor define o porto de descarga. Quando a percentagem de *stock* em Espanha for inferior ao limiar, a mercadoria é descarregada em Espanha, caso contrário é descarregada em Portugal. Estes limiares parecem validar o pressuposto, assumido na construção do modelo, de que quando há pouco material nos armazéns de Espanha é preferível as encomendas serem descarregadas lá e, quando os *stocks* são consideráveis em Espanha, não compensa ser descarregado no porto espanhol.

Depois desta otimização realizei uma simulação (cem mil iterações) ao modelo já com os novos valores das regras de decisão e o valor médio alterou-se, passando para 30510,16€. Esta nova simulação permite evitar o risco de o custo estimado ser demasiado baixo, devido ao efeito de consequentes ajustamentos do processo de otimização aos valores simulados. A comparação entre os custos obtido com os limiares iniciais e os obtidos com os limiares otimizados mostra que a otimização dos limiares contribui, de forma muito visível, para a redução dos custos médios. Com a análise dos custos totais observamos que estes têm tendência para valores entre 8 719€ e 71 911€ (que correspondem respetivamente aos quantis 5% e 95% da distribuição) como reflete o gráfico.



Gráfico 1 - Distribuição de frequências dos custos totais, com base nos limiares otimizados

Como se repara no gráfico, há uma probabilidade ínfima (aproximadamente 0.25%) de os custos mensais serem 0€. Isto pode ocorrer por duas razões diferentes, ambas com probabilidade muito baixa de ocorrerem: por um lado se simultaneamente não existirem encomendas dos clientes, chegada de material e *stocks* em Espanha; por outro, se simultaneamente não existirem *stocks* físicos e não ocorrer a chegada de material no mês. A rutura de *stock* é uma consequência da realidade da empresa e por isso aparece refletida no modelo (ainda que a probabilidade seja apenas de 3,8% por mês).

Apesar de consequência da realidade da empresa, a rutura de *stocks* não é um fenómeno muito preocupante para a empresa. Nesta modelo, a probabilidade de ocorrência de uma rutura de *stocks* num dado mês foi de 3.8% e a média de unidades em rutura foi de 3,74 unidades por mês (o que compara com uma procura média mensal de 116 unidades por mês). Como verificado no gráfico 2, mais de 95% das encomendas não se encontram em rutura de *stock* (apresentam valor 0 na rutura de *stock*) e os diferentes valores da rutura de *stock* não apresenta uma frequência relativa significativa

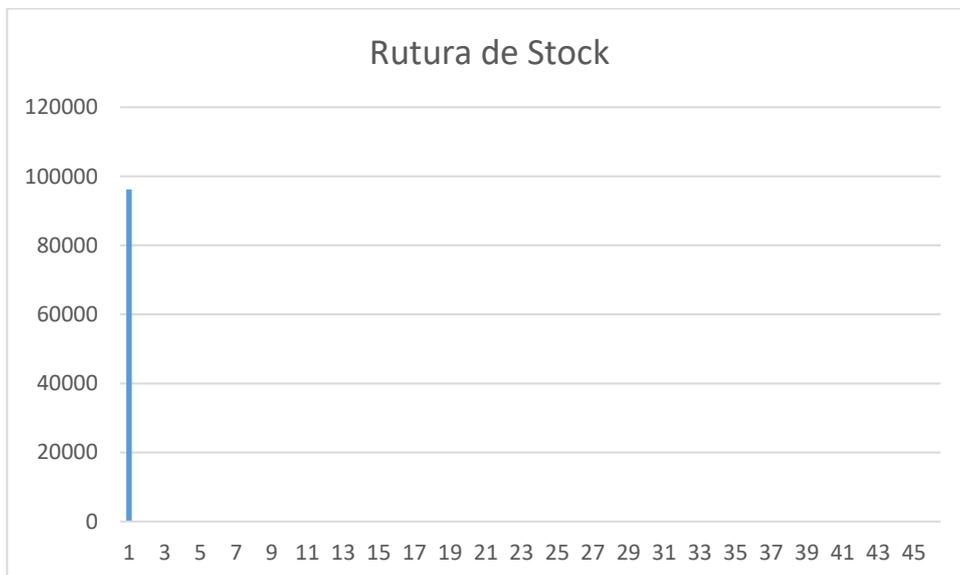


Gráfico 2 – Frequência absoluta do número de unidades em rutura de *stock*

Para efeito do estudo das possibilidades do modelo, foram construídos quatro cenários alternativos. Considerou-se que, de todos os valores aleatórios que estão presentes no modelo, aquele que a empresa mais razoavelmente pode tentar influenciar é o *lead time*, tentando negociar entregas mais rápida, falar com os fornecedores para ver se

há possibilidade de embarcações mais rápidas, ou despachos mais ou menos rápidos na chegada aos portos.

No modelo base, o valor médio do *lead time* era de 2,15 meses e a variância era de 0,56 (a maior parte das encomendas tinha um lead-time de 2 meses). Estes valores foram usados como referência para efetuar alterações à distribuição do *lead time*.

Os quatro cenários seguintes foram realizados com base em distribuições do *lead time* diferentes, apresentados no Anexo 3. Em otim\_2 e otim\_3 manteve a média relativamente ao cenário base (designado por otim\_1), mas alterei a variância; em otim\_4 e otim\_5 manteve a variância, mas alterei a média. Para mais facilmente analisar os resultados estão reunidos na seguinte tabela.

	Sem Otimização		Com Otimização			
	Base	otim_1	otim_2	otim_3	otim_4	otim_5
<b>Média</b>	2,15	2,15	2,15	2,15	2,72	1,65
<b>Variância</b>	0,56	0,56	1,1	0,35	0,56	0,56
<b>Regras decisão</b>						
Bra	0,15	0,136324720	0,130387004	0,154503876	0,152233396	0,113813428
Cor	0,30	0,128055524	0,173553149	0,137462012	0,134333685	0,114108542
Ind	0,10	0,126483415	0,124954426	0,154680396	0,127403774	0,140332008
Kat	0,25	0,127831207	0,138744952	0,148946419	0,148027356	0,155739912
Mex	0,20	0,131277713	0,127179877	0,149105797	0,184915332	0,151403135
Tai	0,40	0,136123553	0,146290081	0,155722529	0,148034206	0,12822155
Tur	0,05	0,129628392	0,153311156	0,154297366	0,130899447	0,11578785
<b>Custo Total</b>						
Média	32 516,05 €	30 510,16 €	30 684,65 €	30 532,32 €	30 982,93 €	30 101,75 €
<b>% Rutura de stock por mês</b>	3,9%	3,8%	4,6%	3,5%	6,5%	2,1%

Tabela 10- Comparação resultados das otimizações

Desta tabela podemos concluir que embora haja algumas variações nos limiares estas são pequenas e não existe um padrão consistente, não se podendo concluir se se deve à alteração dos parâmetros (média e variância) ou do carácter necessariamente aproximativo o processo de otimização. Vemos também que o valor do custo total com otimização é sempre menor do que o valor do modelo sem otimização. Por fim, relativamente a rutura de stock podemos notar algumas variações, mas sem seguir uma regra específica.

Para confirmar que as variações não são explicativas do modelo, com os valores dos limiares otimizados da *otim\_1* (modelo base) procedi às simulações nos outros quatro modelos e os resultados foram os seguintes:

	<b>otim_1</b>	<b>otim_2</b>	<b>otim_3</b>	<b>otim_4</b>	<b>otim_5</b>
<b>Média</b>	2,15	2,15	2,15	2,72	1,65
<b>Variância</b>	0,56	1,1	0,35	0,56	0,56
<b>Custo Total</b>					
Média	30 510,16 €	30 562,46 €	30 503,53 €	31 053,66 €	30 111,69 €

*Tabela 11 Comparação de resultados das otimizações com limiares da *otim\_1**

Através destes valores conseguimos ver algumas alterações quando comparados com os valores apresentados na Tabela 10. Quando alteramos a variância o valor do custo total diminui, mas quando alteramos a média aumenta. No entanto, estas variações são tão pequenas que o podem dever-se ao erro subjacente ao processo de simulação.

Por outro lado, também é preciso analisar outro aspeto que a empresa consegue influenciar: a escolha dos portos. Assim, realizei simulações, com cem mil iterações, para aferir o custo total médio de três situações: escolha aleatória do porto (*sim\_1*), escolher sempre um porto português (*sim\_2*) e por fim escolha do porto com base no custo dos portos e deslocação até armazém (*sim\_3*). Os resultados obtidos foram:

	<b>sim_1</b>	<b>sim_2</b>	<b>sim_3</b>
<b>Custo total</b>			
Média	48 204,43 €	35 699,06 €	35 706,42 €
<b>% Rutura de stock por mês</b>	3,80%	3,80%	3,80%

*Tabela 12 - Resultado simulações*

A primeira conclusão é que a utilização de escolhas aleatórias de portos ou regras que não têm em conta os limiares de decisão conduz a um aumento significativo dos valores médios dos custos totais. A variação mais significativa é quando os portos são escolhidos aleatoriamente. Estes resultados dão mais algumas indicações de que a estrutura usada para as regras de decisão parece permitir alguma otimização dos custos totais. A segunda conclusão é que os valores da rutura de stocks se mantêm inalterados. Ou seja, este valor tem uma relação com o *lead time* uma vez que nas tabelas apresentadas anteriormente este valor ia alterando quando havia alterações do *lead time*. No entanto, mantendo-se as condições do modelo, não parece variar significativamente com as diferentes estratégias.

## 5. Conclusões do Modelo

É importante referir que os cenários analisados não podem ser comparados com as regras da empresa, pois estas não estão definidas rigorosamente. Outra nota importante a referir é a diferença nos resultados obtidos, entre cenários que consideram limiares de decisão e cenários em que os mesmos não são considerados.

A primeira conclusão a retirar é que com as otimizações realizadas o valor do custo total melhorou sempre, sendo que os valores das regras de decisão nunca ultrapassavam os 0,2. O que significa que os valores de stocks em Espanha não devem ser muitos elevados.

Comparando os resultados do modelo base obtidos com os limiares otimizados com aqueles que se obtêm com valores arbitrários dos limiares, constata-se que a otimização dos limiares conduz a custos claramente mais baixos (30 510 € com limiares otimizados e 32 516 € com os valores definidos arbitrariamente). Isto reforça a ideia inicial de que as regras de decisão permitem reduzir os custos.

Se os custos fossem apenas pelo custo dos fornecedores até aos portos ou o valor dos transportes dos armazéns até aos clientes, a conclusão provavelmente seria diferente, até se conseguiria uma análise com base nas zonas visto que era apenas uma comparação de custos. No entanto, quando se junta ao modelo fatores como o nível dos *stocks* em armazém e o seu custo, os cenários alteram-se. Na minha opinião só se torna mais barato descarregar em Espanha quando há poucos *stocks* devido a dois grandes fatores, primeiro os custos de transportes dos armazéns tornam-se poucos revelantes no conjunto dos outros custos (sendo que para certas zonas é similar) e em segundo pelo facto de em Portugal não se considerar custos de armazém (estes são custos fixos, quer haja ou não material armazenado o custo é sempre o mesmo), o que se torna bastante preponderante para as conclusões finais.

Relativamente aos cenários analisados sobre diferentes distribuições do lead time percebe-se que as variações no lead time médio influenciam os custos, mas alterando a variância os efeitos nos custos não são significativos. Ou seja, é uma variável que a empresa pode tentar melhorar, mas que não vai reduzir drasticamente os custos.

Por fim, a escolha dos portos é realmente vantajosa quando é feita uma análise global aos custos da empresa. Escolher os portos aleatoriamente está fora de questão, pois os custos tornam-se exorbitantes e tal não traz vantagens estratégicas para a empresa. As encomendas serem todas encaminhadas para Portugal aumenta os custos, o que se justifica pela diferença de preços de transportes verificada em algumas zonas. Ou seja, se a procura se concentrar nas zonas em que o transporte é mais caro quando provém de Portugal vai ter um impacto negativo no custo total. Por fim, decidir com base nos custos de portos em conjunto com o seu transporte até aos armazéns também aumenta os custos relativamente aos cenários em que há limiares de decisão. Isto significa que não basta apenas os custos iniciais serem mais baixos, é preciso ter em conta os *stocks* existentes em cada país. Percebemos assim, que apenas com uma análise global aos custos associados as encomendas é que é possível definir da melhor maneira o porto em que a mercadoria vai ser descarregada.

Em suma, o desfecho do projeto acaba por ir ao encontro das novas visões sobre a logística. Antigamente apenas se considerava a logística como um aglomerado de funções independentes, no entanto, à medida que o tempo foi passando e os conceitos se foram desenvolvendo, olha-se para a logística como criação de valor e, quando esta é bem gerida, permite poupar custos. Os custos não podem ser observados apenas individualmente, mas sim como um todo, um mecanismo harmonizado entre todas as funções envolventes ao processo de movimentação da mercadoria desde a carga no fornecedor até á descarga no cliente.

## Capítulo V – Conclusão

Após análise da informação teórica encontrada na literatura, penso que é preciso perceber a importância da logística como gestão de processos. Não podemos ver apenas serviços estáticos e independentes, pois, assim, não se consegue criar valor para as empresas. É preciso que as empresas continuem a investir nos processos logísticos bem como tratar esta como um processo estratégico, um fator de competitividade e consequentemente de acréscimo de valor. Só assim é possível perceber as vantagens potenciais do desenvolvimento dos processos referentes a movimentação de mercadorias.

A logística da distribuição vem assim complementar as ideias iniciais do transporte de mercadorias. Em cada empresa, a distribuição pode ser diferente, pode usar apenas meios rodoviários ou até aéreos, mas o que interessa é ter controle sobre os mesmos. O controle que se consegue sobre o transporte de mercadorias pode também transformar-se em benefícios para as empresas em termos de custos e de produtividade. Isto traduz-se, consequentemente, em ganhos competitivos e aumento da vantagem estratégica.

O modelo desenvolvido veio demonstrar que é preciso ver os custos afetos às encomendas como um todo, uma vez que todos influenciam o custo total e vão ter consequências nos custos apresentados ao cliente. A otimização através da simulação mostrou-se uma ferramenta bastante útil uma vez que me permitiu analisar diferentes cenários e comparar as consequências dos mesmos. Isto vai de encontro à revisão bibliográfica sobre o tema: a ferramenta de simulação é realmente um auxílio importante na tomada de decisões.

No entanto o modelo pode ser melhorado. Sendo um modelo simplificado, questões como haver mais que um material transacionado poderiam trazer outro tipo de resultados ao modelo, uma vez que, consequentemente, os barcos poderiam transportar mais que um tipo de material e os camiões poderiam transportar encomendas com vários materiais, e servir um ou mais clientes, aproximando-se cada vez mais da realidade das empresas. Poderiam ainda considerar-se valores *lead time* diferentes para diferentes fornecedores, uma vez que pode influenciar os limiares de decisão.

Por fim, o estágio apresentou-se como um grande desafio pessoal, que me permitiu aprofundar capacidades importantes como gestão de tempo, trabalho em equipa e espírito crítico, no que toca a problemas profissionais ou até mesmo de processos desenvolvidos. Portanto o estágio foi uma mais-valia para o meu percurso, uma vez que me permitiu aprofundar conhecimentos na área de logística, que sinto que vão ser fundamentais no meu futuro profissional.

## Bibliografia

- Aljohani, K.; Thompson, R. (2016) "Impacts of logistics sprawl on the urban environment and logistics: Taxonomy and review of literature" *Journal of Transport Geography* 57, 255–263
- Allen, J.; Browne, M.; Cherrett, T. (2012) "Investigating relationships between road freight transport, facility location, logistics management and urban form" *Journal of Transport Geography* 24, 45–57
- Ballou, Ronald H. (2004) *Business logistics/supply chain management: planning, organizing, and controlling the supply chain*. Prentice Hall: Pearson International Edition
- Berg, J.; Zijm, W. (1999) "Models for warehouse management: Classification and examples" *Int. J. Production Economics* 59, 519-528
- Carvalho, José M. (2002) *Logística*. Lisboa: Edições Sílabo
- Carvalho, José M. (2004) *A lógica da logística*. Lisboa: Edições Sílabo
- Chow, J.; Yang, C.; Regan, A. (2010) "State-of-the art of freight forecast modeling: lessons learned and the road ahead" *Transportation* 37, 1011-1030
- Cordeau, J.; Pasin, F.; Solomon, M. (2003) "An Integrated Model for Logistics Network Design" *Annals of Operations Research* 144, 59-82
- Dotoli, M.; Epicoco, N.; Falagario, M.; Costantino, N.; Turchiano, B. (2015) "An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study" *Computers in Industry* 70, 56-69
- Drewe, P., & Janssen, B. (1998). What port for the future? From 'Mainports' to ports as nodes of logistic networks. *Accessibility, Trade and Behaviour*. Ashgate, Aldershot, 241-264.
- Gaither, N. (1982) "Using computer simulation to develop optimal inventory policies" *Simulation* 39, 81-87
- Ganapathy, S., Narayanan, S., & Srinivasan, K. (2003, December). Logistics: simulation based decision support for supply chain logistics. *In Proceedings of the 35th conference on Winter simulation: driving innovation (pp. 1013-1020)*. Winter Simulation Conference.

- Govindan K.; Fattahi, M.; Keyvanshokoo, E. (2017) "Supply chain network design under uncertainty: A comprehensive review and future research directions" *European Journal of Operational Research* 263, 108–141
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203, 539-549.
- Hayya, J.; Harrison, T.; He, X. (2011) "The impact of stochastic lead time reduction on inventory cost under order crossover" *European Journal of Operational Research* 211, 274-281
- Hesse, M.; Rodrigue, J. (2004) "The transport geography of logistics and freight distribution" *Journal of Transport Geography* 12, 171–184
- Hummels, D. (2007) "Transportation Costs and International Trade in the Second Era of Globalization" *Journal of Economic Perspectives*, Vol 21, No 3, 131–154
- Janelle, D.; Beuthe, M. (1997) "Globalization and research issues in transportation" *Journal of Transport geography*, Vol 5, No 3, 199-206
- Jayaraman, V. (1998) "Transportation, facility location and inventory issues in distribution network design" *International Journal of Operations & Production Management*, Vol 18, No 5, 471-494
- Klodawski, M.; Jacyna, M.; Lewczuk, K.; Wasiak, M. (2017) "The Issues of Selection Warehouse Process Strategies" *Procedia Engineering* 187, 451 – 457
- Liedtke, G., & Friedrich, H. (2012). Generation of logistics networks in freight transportation models. *Transportation*, 39(6), 1335-1351.
- Melo, M.; Nickel, S.; Saldanha-da-Gama, F. (2009) "Facility location and supply chain management – A review" *European Journal of Operational Research* 196, 401–412
- Notteboom, T.; Winkelmann, W. (2001) "Structural changes in logistics: how will port authorities face the challenge?" *Maritime Policy & Management* 28, 71-89

Rabe, M., Spieckermann, S., & Wenzel, S. (2008, December). A new procedure model for verification and validation in production and logistics simulation. *In Proceedings of the 40th Conference on Winter Simulation* (pp. 1717-1726). Winter Simulation Conference.

Sainathuni, B.; Parikh, P.; Zhang, X.; Kong, N (2014) "The warehouse-inventory-transportation problem for supply chains" *European Journal of Operational Research* 237, 690-700

Srinivasan, M.; Novack, R.; Thomas, D. (2011) "Optimal and Approximate Policies for Inventory Systems with order crossover" *Journal of Business Logistics* 32, 180-193

## Webgrafia

<https://www.webartigos.com/artigos/o-que-e-logistica/12366>

<http://www.administradores.com.br/artigos/marketing/o-que-e-logistica/48189/>

<https://www.regiaodeleiria.pt/2017/07/revista-100-maiores-e-melhores-empresas-distrato-leiria-e-concelho-de-ourem-competir-e-cooperar-ofr/>

[www.palisade.com](http://www.palisade.com)

# Anexos

## Anexo 1: Vista geral da folha de cálculo

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Nº de encomendas; Nº de encomendas		Nº de encomendas; Nº de encomendas		Nº de encomendas; Nº de encomendas		Nº de encomendas; Nº de encomendas		Nº de encomendas; Nº de encomendas		Nº de encomendas; Nº de encomendas		Nº de encomendas; Nº de encomendas		Nº de encomendas; Nº de encomendas		Nº de encomendas; Nº de encomendas		Nº de encomendas; Nº de encomendas	
Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior	Stock Mês Anterior
12.56126621	13	300	48	116	232	0	0	300	48	116	232	0	0	300	48	116	232	0	0
7.723355134	8	180	8	180	8	1440	0	180	8	180	8	1440	0	180	8	180	8	1440	0
1.172331716	1	360	27	360	27	360	0	360	27	360	27	360	0	360	27	360	27	360	0
9.57666122	10	600	16	600	16	6000	0	600	16	600	16	6000	0	600	16	600	16	6000	0
0.434275029	0	600	0	600	0	0	0	600	0	600	0	0	0	600	0	600	0	0	0
12.17913031	12	200	16	200	16	2400	0	200	16	200	16	2400	0	200	16	200	16	2400	0
Região - aux	Região	116	232	Pendente	Pendente			116	232	Pendente	Pendente			116	232	Pendente	Pendente		
0.108185259	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Custo desembarque da carga	Custo desembarque da carga																		
564	564																		
Armazenagem	Armazenagem																		
112	112																		
Custo total	Custo total																		
15946	15946																		
Região - aux	Região	32	0,948931891	Região - aux	Região	32	0,948931891	Região - aux	Região	32	0,948931891	Região - aux	Região	32	0,948931891	Região - aux	Região	32	0,948931891
0.108185259	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Custo desembarque da carga	Custo desembarque da carga																		
564	564																		
Armazenagem	Armazenagem																		
112	112																		
Custo total	Custo total																		
15946	15946																		

## Anexo 2: Resultados da otimização 1, otim\_1

Tentativa	Resultado (€)	Bra	Cor	Ind	Kat	Mex	Tai	Tur
1	32710,15	0,15	0,3	0,1	0,25	0,2	0,4	0,05
2	31160,84	0,20005	0,20005	0,20005	0,20005	0,20005	0,20005	0,20005
25	31017,53	0,19252291	0,153429407	0,167894851	0,216011128	0,195210942	0,200336094	0,182337132
32	30980,57	0,20606435	0,147039283	0,208980563	0,208362188	0,148623248	0,162831502	0,179319088
33	30647,93	0,132619471	0,124305247	0,123778736	0,190643184	0,171964826	0,163849238	0,126436335
83	30647,78	0,130703984	0,128494752	0,122493131	0,188959456	0,172147255	0,162841259	0,127285931
86	30644,05	0,13247176	0,128938065	0,123189671	0,190602298	0,17461864	0,162845979	0,127628558
108	30630,10	0,13247176	0,128938065	0,122493131	0,188959456	0,172147255	0,162841259	0,127628558
120	30537,35	0,127628558	0,127628558	0,127628558	0,127628558	0,127628558	0,127628558	0,128938065
156	30532,30	0,129155836	0,127690919	0,126340281	0,140576371	0,131510488	0,139265918	0,128537721
162	30532,20	0,127628558	0,127628558	0,127628558	0,127628558	0,127628558	0,127628558	0,127628558
165	30470,07	0,138462779	0,127932119	0,128901243	0,127965542	0,129100274	0,128154452	0,129653708
191	30437,11	0,135494813	0,128027647	0,126532703	0,127824286	0,131019154	0,136126105	0,129557858
220	30436,84	0,137050728	0,128060176	0,126471854	0,127885868	0,130629412	0,136092314	0,129698174
238	30436,71	0,137154525	0,128060231	0,126453257	0,127902534	0,130562094	0,136082551	0,129731826
240	30432,97	0,135497855	0,128032635	0,126521589	0,127832965	0,130912403	0,136124177	0,129575327
245	30428,10	0,13632472	0,128055524	0,126486643	0,1278819	0,131229351	0,136123553	0,129624586
267	30427,93	0,13632472	0,128055524	0,126521589	0,127832965	0,130912403	0,136123553	0,129575327
287	30427,92	0,13632472	0,128055524	0,126520643	0,127842632	0,130977366	0,136123553	0,129579652
291	30427,55	0,13632472	0,128055524	0,126486643	0,127832965	0,131229351	0,136123553	0,129624586
326	30427,54	0,13632472	0,128055524	0,126486643	0,1278418	0,131229351	0,136123553	0,129624586
337	30427,48	0,13632472	0,128055524	0,126483415	0,127831207	0,131277713	0,136123553	0,129628392

### Anexo 3: Valores do lead time usado nas otimizações

<b>Lead Time</b>		<b>otim_2</b>	<b>otim_3</b>	<b>otim_4</b>	<b>otim_5</b>
	1	40%	0%	0%	39%
	2	20%	85%	34%	59%
	3	25%	15%	60%	0%
	4	15%	0%	6%	2%