



**UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR**  
**Departamento de Engenharia Electromecânica**

**Modelos de Localização: Uma Abordagem Qualitativa**

***Ana Isabel Saraiva Dias***

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em  
Engenharia e Gestão Industrial

Covilhã, 2008

**UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR**  
**Departamento de Engenharia Electromecânica**

**Modelos de Localização: Uma Abordagem Qualitativa**

**Ana Isabel Saraiva Dias**

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em  
Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Professora Doutora Susana Garrido Azevedo  
Co-orientador: Engenheiro Teotónio Maia

## **Agradecimentos**

Agradeço á Instituição Universidade da Beira Interior, pela oportunidade que me concedeu de alargar os meus horizontes e aumentar a minha formação académica e pessoal, à Prof. Doutora Susana Azevedo, pelo seu profissionalismo, rigor e exigência na condução da orientação, ao Eng.º Teotónio Maia, pela sua dedicação, orientação e revisão do meu trabalho, à CTT Expresso, pelo apoio e fornecimento de dados, à Carmen Bernardino, pelos momentos de ajuda e encorajamento. Minha família, um agradecimento muito especial, por todas as privações dos tempos de lazer, durante o tempo em que decorreu o meu trabalho, ao meu filho, *Tomé*, uma promessa, os próximos tempos são ti.

Não querendo esquecer alguém, o meu sincero obrigada, a todos os que de forma directa e indirecta contribuíram para a conclusão deste trabalho.

## Resumo

As decisões de localização de Centros de Distribuição têm forte impacto na estrutura de custos e nos níveis de qualidade serviço.

Na constante e crescente exigência dos mercados, na selecção de uma localização óptima é de extrema importância a adopção de técnicas e modelos de localização, por forma a eliminar o empirismo e os desperdícios decorrentes de um processo de decisão influenciado por paradigmas e por sentimentos subjectivos.

Um processo de decisão de localização é complexo, com resultados de longo prazo e envolvendo grande esforço financeiro, pelo que deverá ser precedido de uma análise cuidada e não ser apenas baseado no resultado de um único modelo de localização. Vários autores recomendam o uso de modelos matemáticos, como complemento de modelos qualitativos.

Assim, é objectivo deste trabalho, o levantamento de vários modelos de localização classificados por duas tipologias - Modelos Matemáticos e Modelos Qualitativos, como ferramentas de apoio na tomada de localização de Centros de Distribuição.

A presente dissertação propõe a aplicação um Modelo Qualitativo baseado em três factores críticos de localização:

- (i) Proximidade aos Clientes;
- (ii) Custos de Transporte;
- (iii) Custos de Implantação dos Centros de Distribuição.

A proposta de modelo é aplicada no estudo de caso realizado ao agrupamento dos Centros de Distribuição da zona Centro da CTT Expresso e tem como propósito aferir se o Centro de Distribuição de Coimbra, o “agregador” da zona Centro, possui ou não uma “boa” localização e se este Centro deverá continuar em funcionamento com todas as suas funcionalidades actuais.

Não há contudo a pretensão de efectuar a implementação deste modelo, pretendendo-se realizar somente um estudo estratégico e qualitativo.

Palavras-chave: Localização de instalações; centros de distribuição (CD); custos de transporte; custos de entrega; desenho da rede; logística; modelos de localização, qualitativos e matemáticos, factores multi-critério.

## **Abstract**

The decision-making about the location of the Distribution Centers, have a strong impact in the cost structure and on the level of service quality.

In the growing and constant market requirements, the selection of a good location is of an extreme importance to the adoption of a technique and models of the locations, in a way to eliminate the empiricism and the wastes arising from a process of decision affected by paradigms and by subjective feelings.

The decision process of a location is very complex, with results at long term and involving a great financial effort, thence it must be preceded by a careful analysis, and not be simply based upon a result of a unique location model.

Several authors recommend the use of mathematical models as a complement of the qualitative models.

So it is the objective of this work, to make a survey of several location models, classified as two types – Mathematical Models and Qualitative Models, as tools to decide the location of Distribution Centers.

The present dissertation proposes the applying of a Qualitative Model based on three major location factors:

- (i) Proximity to customer's
- (ii) Transportation cost's
- (iii) The implantation cost of Distribution Centers.

This model proposal it's applied in the study case, implemented to the CTT Espresso Distribution Center's of the Central Area, and the goal of this study is to measure if the Distribution Center of Coimbra, the “ aggregator” of the Central Area, has or not a good localization, and if this Center must go on working with all the actual functions.

However there is no pretension to implement this model, intending only to perform a strategic and qualitative study.

## ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	IX

<b>1</b>	<b>CAP 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	Contextualização do Problema em Pesquisa.....	1
1.2	Justificação do Tema.....	2
1.3	Objectivos e Estrutura da Dissertação .....	4
<b>2</b>	<b>CAP 2 – REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1	Evolução da Logística .....	5
2.2	Os Atributos Logísticos: Tempo, Lugar e Quantidade .....	9
2.3	Os Elementos do Nível de serviço e de Custo do Sistema Logístico .....	10
2.4	O Planeamento Logístico .....	11
2.5	Planeamento de Capacidade e Localização.....	13
2.5.1	Planeamento da Capacidade .....	14
2.6	A Estratégia vs a Localização.....	16
2.6.1	A Vertente Localização do Planeamento Logístico.....	17
2.6.2	A Análise da Rede de Centros de Distribuição .....	17
2.6.3	Análise de uma Rede de CD's á Escala Global.....	20
2.6.4	A Localização dos Centros de Distribuição na Estratégia da Empresa .....	21
2.7	Modelos de Localização .....	22
2.7.1	Modelos Qualitativos de Localização (ou Modelos Heurísticas de Localização) .....	23
2.7.2	Localização de CD's em Função da Procura.....	23
2.7.3	Localização de CD's em Função da Produção .....	24
2.7.4	Localização de CD's em Função de Pontos Intermédios .....	24
2.8	Modelos de Decisão da Localização.....	24
2.8.1	Modelos Qualitativos Multi-Critérios do Processo de Decisão de Localização .....	25
2.8.1.1	Quadro Síntese de Factores Críticos do Processo de Decisão.....	29
2.8.1.2	Conjugação de Modelos Qualitativos Multi-Critérios .....	30
2.8.2	Modelos Matemáticos de Decisão de Localização .....	30
2.8.2.1	Modelagens Matemáticas de Localização.....	31
2.8.2.2	Os Modelos Matemáticos .....	32
2.8.2.2.1	Modelos no Espaço e de Rede .....	36
2.8.2.2.2	Modelos Discretos.....	40
2.8.2.2.3	Modelos Dinâmicos .....	41
2.8.2.3	Formulações Matemáticas de Modelos Discretos e Dinâmicos.....	42
2.8.2.3.1	Problemas de Localização de Instalações Não-Capacitados .....	43
2.8.2.3.2	Problemas Capacitados de Localização de Instalações .....	44
2.8.2.3.3	Problemas de Localizações de Centros Intermédios .....	46

2.8.2.3.4	Problemas de Localização Considerando o Fluxo Multi-Produto.....	47
2.8.2.3.5	Problemas de Localização Considerando o Custo de Stock.....	50
2.8.2.4	Síntese e Comparação de Modelos .....	53
2.8.2.5	Modelos de Localizações de Centros de Distribuição .....	55
<b>3</b>	<b>CAP 3 – ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>56</b>
<b>3.1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>56</b>
<b>3.2</b>	<b>Transportes Expresso em Portugal, o Estado da Arte.....</b>	<b>57</b>
3.2.1	O Crescimento, as Exigências e Apostas do Sector .....	58
<b>3.3</b>	<b>O Mercado CEP .....</b>	<b>58</b>
3.3.1	A Dinâmica Concorrencial.....	59
<b>3.4</b>	<b>A CTT Expresso, uma Empresa do Mercado CEP .....</b>	<b>61</b>
3.4.1	Produtos e Nível de Serviço .....	62
3.4.2	A Chave de Identificação dos Objectos Postais - O Código de Barras.....	63
3.4.3	A Rede Operacional CTT Expresso .....	63
3.4.3.1	Rede CTT – Regiões de Encaminhamento .....	64
3.4.3.2	Rede CTT Expresso – A Rede de Centros de Distribuição e a sua Localização.....	65
3.4.3.3	Rede CTT Expresso – Redes de Transporte .....	67
<b>3.5</b>	<b>Metodologia da Investigação.....</b>	<b>72</b>
3.5.1	Análise Qualitativa – Estudo de Caso .....	72
3.5.2	Recolha de Dados.....	74
3.5.3	O Problema, o Diagnóstico e a Questão do Estudo de Caso .....	75
3.5.4	A Proposta de um Modelo Qualitativo de Localização .....	77
<b>4</b>	<b>CAP 4 - ANÁLISE DE RESULTADOS E CONCLUSÕES.....</b>	<b>80</b>
<b>4.1</b>	<b>Análise e Discussão dos Resultados .....</b>	<b>80</b>
4.1.1	Análise do Tráfego Distribuído .....	80
4.1.2	Modelação e Análise dos Factores Críticos Propostos .....	82
4.1.2.1	Proximidade aos clientes.....	82
4.1.2.2	Custos de Transporte .....	85
4.1.2.3	Custos de Implantação .....	87
<b>4.2</b>	<b>Conclusões e Considerações Finais.....</b>	<b>89</b>
4.2.1	Conclusões e Recomendações.....	89
4.2.2	Considerações Finais.....	92
	Referências Bibliográficas.....	95
	Anexos.....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representação básica de uma cadeia de abastecimento.....	9
Figura 2: Níveis do planeamento logístico.....	11
Figura 3: Vertentes do planeamento logístico.....	12
Figura 4: Curva do melhor nível de produção.....	14
Figura 5: Elementos da decisão de expansão da capacidade.....	16
Figura 6: Triângulo de escolha da localização.....	19
Figura 7: Repartição do mercado global e mercado CEP.....	59
Figura 8: Fluxo da rede de encaminhamentos CTT.....	64
Figura 9: Localização e áreas de influência dos CD da CTT Expresso.....	66
Figura 10: Janela operacional da CTT.....	70
Figura 11: Fluxos da rede entre CD's e CTC's.....	72

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Síntese de factores críticos por autor .....	29
Tabela 2: Factores críticos com mais reincidência entre autores. ....	29
Tabela 3: Tabela Síntese de Parâmetros por Autor .....	54
Tabela 4: Síntese Modelos Globais de Localização .....	55
Tabela 5: Áreas cobertas da rede de CD's (EMS) da CTT Expresso.....	65
Tabela 6: Dados de tráfego por actividade e região .....	75
Tabela 7: Factores multi-critério propostos para análise, associados a autores .....	77
Tabela 8: Relação de tráfego por produto .....	80
Tabela 9: Tráfego distribuído no primeiro semestre de 2008, na rede CTT Expresso.....	81
Tabela 10: Partição de tráfego distribuído na zona Centro .....	81
Tabela 11: Síntese dos giros de distribuição da zona Centro .....	82
Tabela 12: Níveis de serviço por segmento de mercado .....	82
Tabela 13: Nível de serviço nacional, <i>dia certo</i> .....	83
Tabela 14: Nível de serviço, <i>dia certo</i> , da zona Centro. ....	83
Tabela 15: Nível de serviço nacional, <i>hora certa</i> .....	84
Tabela 16: Nível de serviço, <i>hora certa</i> , da zona Centro.....	84
Tabela 17: Custos de distribuição por CD's.....	85
Tabela 18: Custos unitários de distribuição por CD.....	86
Tabela 19: Custos de implantação dos CD's da zona Centro.....	87
Tabela 20: Custos de implantação nacionais vs tráfego distribuído.....	88
Tabela 21: Giros de maior distância percorrida do CD de Coimbra .....	90

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANACOM- Autoridade Nacional das Comunicações  
APOE- Associação Portuguesa de Operadores Expresso  
B2B- Business to business; de empresa para empresa  
B2C- Business to consumer; de empresa para consumidor  
CAM- Continente – Açores – Madeira  
CB- Código de barras  
CD- Centro de distribuição  
CDP- Centro de distribuição postal  
CEP- Courier, Express and Parcels  
CP4- Código postal de quatro dígitos  
CP4+3- Código postal de sete dígitos  
CR- Contínuos Replenishment  
CTC- Centro de Tratamento de Correio  
CTT- Correios de Portugal, S.A.  
D- Data de Entrega de um objecto no circuito produtivo  
D+1- Dia útil de seguinte à data de entrega de um objecto no circuito produtivo  
EC- Estação Correio  
EDI- Electronic Data Interchange  
EMS- Express Mail Service  
EPA- Entrepoto postal Aéreo  
GT- Guia de transporte  
IPC- Instituto Português das Comunicações  
JIT- Just in time  
MCG- Modelo do Centro Gravítico  
OAV- Centro de distribuição de Aveiro  
OBR- Centro de distribuição de Braga  
OCO- Centro de distribuição de Coimbra  
OCR- Centro de distribuição de Corroios  
OCV- Centro de distribuição de Carvalhos  
OGU- Centro de distribuição da Guia  
OLR- Centro de distribuição de Leiria  
OLX- Centro de distribuição de Loures (MARL)

OMM- Centro de distribuição de Mem Martins

OPE- Centro de distribuição de Perafita

OVS- Centro de distribuição de Viseu

PL- Programação linear

PLI- Programação linear inteira

PLIM- Programação linear inteira mista

POC- Plano Oficial de Contas

PT- Portugal

QFD- Quality Function Deployment

QR- Quick Response

R1- Rede primária de transportes

R2- Rede secundária de transportes

R3- Rede terciária de transportes

RE- Região de encaminhamento

SCM- Supply Chain Management

SIS- Sistema de informação

TE- Transporte Expresso

UAT- Unidade agregadora de tráfego

UPU- União Postal Universal

# 1 CAP 1 – INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização do Problema em Pesquisa

De um modo geral os processos de decisão pretendem satisfazer um ou múltiplos objectivos, e são desenvolvidos com base na avaliação de um ou vários critérios (Eastaman, 1997).

Um processo de localização poderá consistir na avaliação das áreas com maior aptidão para o uso em estudo e ou das que trazem maior benefício.

A falta de observação de critérios essenciais na localização dos centros de distribuição tem provocado muitas vezes resultados frustrantes. Frequentemente, a vida útil desses tem sido limitada em função do seu envolvimento pela malha urbana, pela incompatibilidade com a comunidade onde está inserido, ou ainda por ausência de segurança nas operações (Ballou, 2001).

Um aspecto que tem constituído preocupação por parte de decisores e investigadores é a questão do risco nos processos de avaliação.

A importância dos serviços de transporte nos custos de uma empresa nunca assumiu tanta importância como nos dias de hoje. Quanto maiores forem os veículos usados, maiores as grupagens, menores serão os custos unitários de transporte.

Visando aproveitar ao máximo a capacidade do sistema de transportes, as empresas procuram cada vez mais a externalização deste sistema usando para tal operadores com pontos nodais, ou seja com centros de distribuição (CD) localizados nos locais chave, podendo a partir daí chegar ao cliente final em viaturas de menor capacidade.

A escolha dos locais mais adequados para a instalação de CD é muitas vezes baseada em métodos empíricos. Para Ballou (2000) as decisões de localização envolvem a determinação do número, da localização e do tamanho das instalações.

Os CD de uma rede logística são locais onde os produtos podem parar temporariamente e serem desenvolvidas actividades de valor acrescentado, ou seja, poderem ser processados, registados, separados e só depois distribuídos para chegarem ao destino final.

O planeamento, dimensionamento e a localização das instalações são de extrema importância para a redução dos custos operacionais e para a manutenção da competitividade.

Para Christopher<sup>1</sup> um dos maiores desafios que as organizações hoje enfrentam, é a necessidade de responderem à enorme volatilidade da procura. Os ciclos de vida dos produtos e tecnologias são cada vez mais curtos, surgem mais pressões competitivas e maiores exigências por parte dos consumidores o que leva as empresas a terem de encetar mudanças nos seus produtos de forma cada vez mais frequente.

Melhorar o desempenho da cadeia de abastecimento é actualmente uma questão de sobrevivência para as organizações. Para responder a este desafio permanente os indicadores das empresas são uma ajuda preciosa na projecção de estados futuros.

A avaliação de desempenho e o planeamento são as tábuas mestras da avaliação da capacidade de resposta actual e futura ao mercado para as cadeias de abastecimento.

A globalização dos mercados, a diminuição do ciclo de vida dos produtos, a crescente externalização de actividades produtivas e de distribuição provocam novas formas de gestão capazes de superar, com sucesso, os desafios impostos por mercados cada vez mais competitivos, agressivos e imprevisíveis, bem como a instabilidade política, social e económica. A redução dos custos de transporte de longa distância aproximou os países e os continentes, criando oportunidades anteriormente impensáveis. As empresas procuram cada vez mais gerir os seus recursos ao nível global, determinando locais de abastecimento de matérias-primas, de produção e de consumo que não são coincidentes (Instituto para a Qualidade na Formação, 2006).

## **1.2 Justificação do Tema**

Desde a revolução industrial o foco das empresas tem mudado radicalmente ao longo dos tempos. A redução de custos perseguida inicialmente foi substituída pelo aumento da procura através de propaganda massiva. Segue-se o domínio dos japoneses em vários segmentos, em que a qualidade do produto se torna prioridade. Depois da qualidade do produto dominada, o foco voltou-se para a qualidade de serviço e a redução de tempos de desenvolvimento dos produtos e da sua entrega ao consumidor (IBM, 2004).

Com o advento da Internet, as vendas virtuais tornam-se num grande desafio para as cadeias de abastecimento. O mercado potencial passou a ser planetário, a globalização é o factor vital para a manutenção da competitividade das empresas (Bhutta, 2004).

---

<sup>1</sup> [http://www.martin-christopher.info/downloads/creating\\_the\\_agil\\_supply\\_chain.pdf](http://www.martin-christopher.info/downloads/creating_the_agil_supply_chain.pdf)

O crescimento sustentado e a conquista de novos mercados conduziram as empresas a novos problemas sem expressão na escala regional, e problemas antigos foram amplificados pelos novos desafios globais, tais como o domínio de novas línguas, a adequação dos produtos a culturas e necessidades diferentes e claro, o aumento da complexidade logística de distribuição (Bhutta, 2001). Esta complexidade fez com que as vantagens competitivas das empresas passassem a ser temporárias (Fine, 1999). Para uma empresa sobreviver, três aspectos devem ser perseguidos conjuntamente: lucro, desempenho e parcerias (IBM, 2004).

A inversão do melhor produto para a melhor rede logística, em analogia com a também invertida lei de Darwin: na gestão da cadeia de abastecimento quem sobrevive actualmente não são os mais fortes, mas sim os mais precisos, aqueles que melhor se adaptaram às mudanças de mercado e tecnológicas, gerindo a sua cadeia de forma mais eficiente e eficaz (Mohamed, 1999).

A eficiência da cadeia de abastecimento depende fundamentalmente do desenho da rede logística que, segundo Owen e Daskin (1998), deve ser definida para além do estado actual do sistema, pelo tempo de vida das instalações seleccionadas, das mudanças de factores ambientais, populacionais, da evolução esperada para a procura, e dos demais factores que influenciam o desempenho operacional e a satisfação dos clientes.

A quantidade de variáveis que devem ser consideradas para a localização de instalações torna o problema de optimização de uma rede operacional de CD de difícil resolução (Ballou, 1998). Talvez por isso, nas últimas cinco décadas, o problema passou a ser tratado de forma científica com resultados publicados (Bhutta, 2004). O aparecimento de pacotes informáticos comerciais com o objectivo de optimizarem a localização de instalações é a consequência de muita actividade académica nesta área (Hamad, 2006).

Novos desafios e ou oportunidades estão lançados à escala mundial. As decisões de localização têm um papel importante nos compromissos ambientais e de sustentabilidade assumida. Quito é um acordo transversal. Espera-se que os países da União Europeia (UE) diminuam até 2012, oito por cento das emissões de gases que provocam o efeito estufa. O transporte rodoviário é um dos maiores poluentes ao nível da emissão de CO<sub>2</sub>. As decisões de localização que minimizem distâncias percorridas, têm que estar na agenda dos gestores. À escala continental, o programa Marco Pólo é uma oportunidade, quer de aplicação de políticas amigas do ambiente, quer na obtenção de sinergias, tão úteis nos tempos que correm.

Portugal aguarda o tão ambicionado Portugal Logístico que, numa óptica macro, deverá ser considerado no desenho ou reorganização das cadeias de abastecimento, com implicação directa nas tomadas de decisão de localização e capacidade.

### **1.3 Objectivos e Estrutura da Dissertação**

O objectivo principal deste trabalho prende-se com a demonstração da importância da localização de centros de distribuição na estratégia empresarial de uma empresa do mercado CEP (Courier, Express and Parcels), recorrendo ao levantamento teórico de modelos de localização e as suas características de aplicabilidade.

O objectivo secundário é dar um contributo teórico na aplicação de uma proposta de modelo qualitativo de localização, visando melhorias na gestão da rede de Centros de Distribuição. Melhorias essas que, permitam à empresas dar respostas rápidas, competitivas, flexíveis e de menor custo aos seus mercados.

A dissertação foi desenvolvida de acordo com as seguintes etapas que compõem o estudo, compreendido em quatro capítulos:

No Capítulo 1, Introdução são feitas algumas considerações sobre o desenvolvimento do trabalho, apresentados os objectivos, a justificação do tema e a metodologia geral da dissertação.

No Capítulo 2, Revisão da Literatura é feita uma introdução á logística empresarial, seguem-se considerações sobre planeamento de capacidade e localização. São abordados planeamento logístico e estratégia. O restante do capítulo centra-se nos modelos de localização, e decisão da localização.

No Capítulo 3, Estudo de Caso inicia-se por fazer uma breve introdução/enquadramento do mercado CEP, mercado da empresa CTT Expresso, alvo do estudo de caso. É apresentada a metodologia da investigação estudo de caso.

No Capítulo 4, Análise de Resultados e Conclusões é feita a análise dos resultados, da proposta de modelo de localização. Por fim, apresentadas as conclusões e considerações finais.

## **2 CAP 2 – REVISÃO DA LITERATURA**

Com o objectivo de minimizar os custos globais de uma rede logística, juntamente com o aumento do nível de serviço, as organizações concentram os seus esforços no desenvolvimento de novas estratégias para obter eficiência operacional. Os centros de distribuição (CD) são um ponto-chave neste contexto, pois são plataformas intermediárias (nas cadeias mais simples) no fluxo dos produtos entre produtores e o mercado.

No presente capítulo, é apresentada a evolução histórica da logística e a sua evolução até à logística empresarial. São referidos também os atributos logísticos, os elementos do sistema logístico, a responsabilidade, o objectivo e a missão da logística. É abordado o planeamento logístico e as suas vertentes e o planeamento de capacidade. Por fim, serão expostos alguns modelos para tomada de decisão de localização de instalações e, concretamente, de centros de distribuição.

### **2.1 Evolução da Logística**

Para Carvalho (2002) a logística é como uma “bola de fogo”, admitindo o termo aplicável a algumas técnicas de gestão que, respondendo com simplicidade a problemas reconhecidamente importantes e de âmbito aparentemente local, arrastam e desenvolvem afinal todos os sectores da empresa. Ou seja, é necessária a intervenção de todos os sectores e níveis da empresa para que os resultados sejam eficazes e proveitosos.

Nos tempos correntes o termo logística é aplicado nos mais diversos sentidos e contextos, levando a um não correcto emprego do mesmo. Armazéns, transportes, distribuição, sistemas informáticos e muitos outros conceitos se inventam e criam; tudo é logística quando são abordados. Na realidade não são mais do que partes de toda uma cadeia logística, de uma rede que só funciona quando todas as partes nela incluídas estão devidamente interligadas.

Logística é um todo: é uma rede de processos interligados que, quando correctamente optimizados e implementados levam à eficácia de uma empresa no seu sector de actividade (Carvalho 2002).

Os primeiros usos dados ao termo logística foram praticados pelos filósofos gregos da antiguidade quando estes faziam a distinção entre o raciocínio correcto determinado pela

dedução e analogia, utilizando como instrumento as palavras e frases, a que chamamos lógica, e o raciocínio do mesmo tipo mas baseado em algarismos e símbolos matemáticos, a que chamavam logística. O termo, logística tem origem no vocábulo grego *logístikós*, relativo ao cálculo, que diz respeito ao raciocínio, segundo o dicionário Houaiss da Língua Portuguesa (2003).

Remontando ao tempo da segunda guerra mundial a logística surgiu num contexto de estratégia militar, sendo aqui associada a uma filosofia de guerra, quando relacionada com a movimentação e coordenação de tropas e da disponibilização e manutenção de pessoal, materiais e equipamentos nos locais necessários. Desta forma, foi desenvolvido um sistema lógico de abastecer, transportar e alojar tropas, de forma a garantir que os recursos certos estivessem no local certo e na hora certa (Novaes, 2001). Quando este sistema operacional fosse correctamente implementado nas campanhas militares, contribuía para a vitória das tropas nos combates. Ao longo das décadas a ênfase passou do contexto militar para o empresarial.

A concepção do termo logística empresarial teve início na década de cinquenta, quando foram iniciados esforços mais estruturados no sentido de tratar de forma mais sistémica, os problemas logísticos de natureza industrial e comercial. Segundo Ballou (2001), embora as empresas não negassem a importância da distribuição, organizavam ou geriam as suas actividades de modo não integrado. Na década de sessenta, a logística passou da simples vertente operacional para ser entendida como um sistema de actividades a interligar. Segue-se a década de setenta, onde um acréscimo na variedade de produtos, e dos respectivos tamanhos e tipos, provoca um aumento substancial de stocks. Mas, a crise económica e a escassez do petróleo provocam um aumento no valor dos transportes. Assim as empresas procuram o equilíbrio entre o menor custo e a maior eficiência, racionalizando a cadeia de abastecimento. As empresas focavam as suas atenções na optimização das actividades e no planeamento estratégico (Novaes, 2001). Maior atenção foi dada às estratégias de localização e ao dimensionamento dos centros de distribuição, com o objectivo de reduzir os custos ao nível de stock e transportes. Uma vez mais, num contexto adverso, a oportunidade de melhoria, é chave para saída do problema.

Mais tarde, na década de oitenta e no início dos anos noventa, as práticas logísticas passaram por um renascimento, ocorreram mais mudanças do que as ocorridas desde a revolução industrial (Bowersox e Closs, 2001). Estas mudanças centraram-se nas mudanças de regulamentação (nos EUA), na comercialização em massa dos microcomputadores, nos movimentos de qualidade e na revolução da informação. Ao nível

da informação desenvolveram-se os códigos de barras, foram dados os primeiros passos do *EDI (Electronic Data Interchange)*, o fax foi altamente difundido, aumentou a capacidade de transmissão de mensagens gravadas, som e imagem. A revolução informática provocou uma melhoria na disponibilidade de informação em tempo útil, e o resultado foi a introdução da “era” da logística baseada em prazos. Acordos operacionais baseados na troca rápida e segura de informações, forneceram a base para que novas estratégias alcançassem um desempenho logístico de excelência. Exemplos incluem estratégias *just in time (JIT)*, resposta rápida (*QR- Quick Response*) e reposição contínua (*CR-Continuous Replenishment*) (Bowersox e Closs, 2001).

É no final dos anos oitenta que o conceito de gestão “*Supply Chain Management*” (SCM) foi introduzido. Tem sido entendido como um paradigma operacional para a melhoria organizacional.

Para Christopher (2002), a cadeia de abastecimento é uma rede de organizações ligadas por elos a jusante e a montante, em diversos processos e actividades que produzem valor sob a forma de produtos ou serviços colocados à disposição do consumidor final.

De acordo com Chopra (2001), a cadeia de abastecimento define-se como um conjunto de operações envolvidas directa ou indirectamente no processo de satisfação dos pedidos colocados pelo mercado. Estão incluídos neste processo as operações a montante e a jusante do processo produtivo, tais como: fornecedores, operadores logísticos, pontos de armazenagem, clientes e o processo produtivo em si.

Os dois autores, nas suas definições de SCM focam a gestão de relações organizacionais enfatizando uma visão integrada da cadeia de abastecimento, na procura de valor e melhoria de desempenho.

O conceito de gestão da cadeia de abastecimento eleva o interesse em gerir de uma forma integrada não só as interacções entre as áreas funcionais de uma empresa, mas também as interacções entre empresas, tendo como fio condutor o canal de fluxo do produto, com o objectivo de obter uma vantagem competitiva sustentada.

Para o organismo americano, *Concil of Supply Chain Manegement Profissionals*<sup>2</sup>, a gestão da cadeia de abastecimento abrange todas as actividades de fornecimento e *procurement*, conversão e todas as actividades de gestão logística e inclui igualmente a coordenação com parceiros, podendo estes ser fornecedores, intermediários, serviços *trid-*

---

<sup>2</sup> <http://www.csmp.org/website/AboutCSMP/Definitions/Definitions.asp>

*party logistic* e clientes. A gestão da cadeia é uma função integrada com a principal missão de ligar funções e processos.

Para Stock e Lambert (2001), a gestão da cadeia de abastecimento, é nada mais que a gestão de relações com clientes, gestão de serviço de apoio ao cliente, gestão da procura, satisfação de encomendas, gestão do fluxo produtivo, *procurement*, desenvolvimento de produto e comercialização e devoluções. Focalizar os esforços nestes oito processos que se estendem desde o consumidor aos fornecedores, garante a gestão da cadeia de abastecimento.

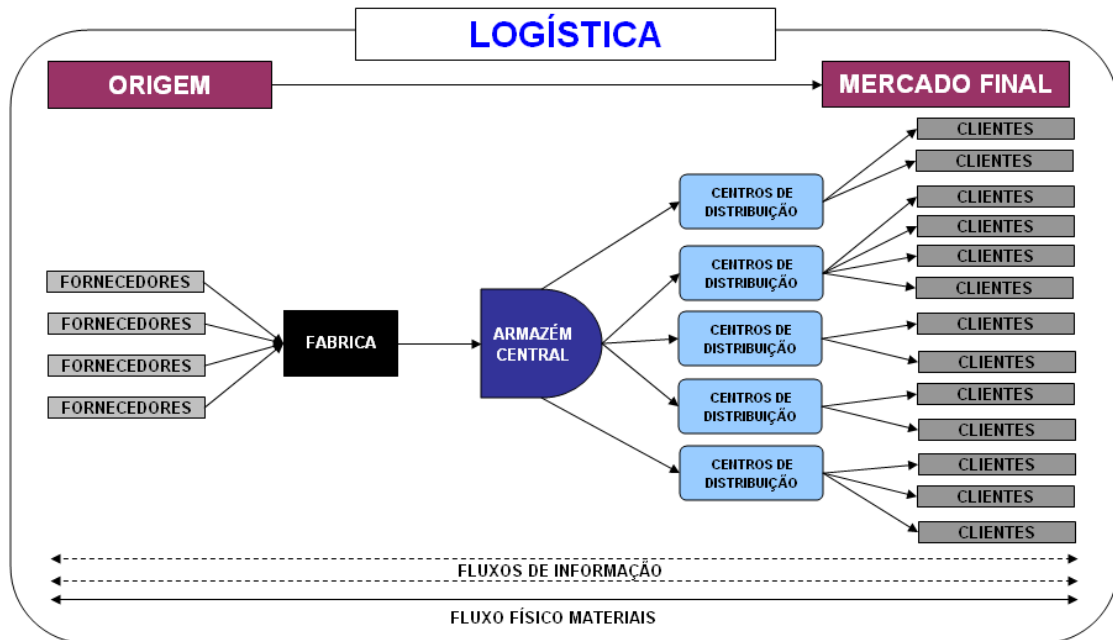
Nas últimas quatro décadas, a logística avançou do transporte e da armazenagem para o nível estratégico da empresa e actualmente temos o conceito expandido e aplicado à gestão empresarial. A logística apresenta-se, hoje, como um sistema ou conjunto de sistemas, ou uma *rede* que integra várias actividades, onde flúem produtos e informação, desde a origem até aos pontos de consumo e vice-versa (na óptica da *logística inversa*), sendo todos esses fluxos sustentados por factores que determinam a capacidade da organização, isto é, a sua disponibilidade e possibilidade de responder no tempo certo, com a quantidade certa no lugar certo (Carvalho, 2002).

Segundo Carvalho (2002), actualmente, a logística empresarial tornou-se um conjunto de actividades com “território” próprio, mas, acima de tudo, uma lógica de pensamento e de resolução de problemas baseada num constante equilíbrio entre diferentes variáveis, como o tempo, o custo e a qualidade do serviço, de tal forma que permite gerar aproximações de gestão e mesmo ferramentas e práticas largamente empregues pelos mais diversos gestores empresariais.

O interesse pela logística não irá cessar. Os gestores continuarão, evidentemente, preocupados com a diminuição dos custos e com o aumento da produtividade. O estado de incerteza é grande e será cada vez maior. As alterações, as clivagens, os efeitos da globalização, a concorrência, a escalada do preço do petróleo as mudanças constantes são argumentos mais do que suficientes para fazerem os gestores olhar com interesse para os sistemas logísticos e para o valor que eles podem criar. Do lado empresarial, o mercado conquista-se e serve-se e para conseguir atingir e ultrapassar os objectivos, tornam-se fundamentais a informação e a liderança, não esquecendo os recursos humanos com vontade e as capacidades (o poder) que se desenvolvem (recursos combinados com capacidades).

Na base do moderno conceito de logística integrada está o entendimento de que a logística deve ser vista como um instrumento de marketing, uma ferramenta de gestão capaz de

agregar valor por meio dos serviços prestados, além de constituir-se em oportunidade de redução de custos (Carvalho 2002).



**Figura 1: Representação básica de uma cadeia de abastecimento**

Fonte: Adaptada de Carvalho (2002)

## 2.2 Os Atributos Logísticos: Tempo, Lugar e Quantidade

Em Carvalho e Dias (2000), é realçada a relevância dos atributos logísticos, na actualidade turbulenta que vivemos. O atributo tempo tem assumido uma importância extrema na gestão das empresas, revelando-se como recurso do sistema empresarial. A rápida mutação/ evolução dos parâmetros caracterizadores das indústrias, obriga as empresas a escolherem novas ferramentas que lhes permitam respostas rápidas. Por outro lado, os mercados vivem em ambientes altamente concorrentes, a disponibilidade dos produtos nos pontos de venda, ditam a permanência ou não no mercado. O cliente não espera pois tem alternativas disponíveis e imediatas da concorrência.

Por força da evolução conceptual da logística, o atributo lugar ganhou uma força maior. O P – lugar (*place*) é a consagração do *marketing-mix*, pois é ele que coloca o produto no mercado. O atributo lugar, ao ser paralelamente um dos elementos do *marketing-mix* revela-se como um aspecto que permite às empresas acrescentar valor aos seus produtos ou serviços.

A **quantidade** de uma ordem de entrega está intimamente relacionada com os volumes de stocks que fornecedor e cliente pretendem manter. A manutenção de stocks implica custos para as duas partes, pois o aumento dos custos diminui a rentabilidade dos investimentos. O atributo quantidade acrescenta valor se, para além de disponibilidade total, for catalizador de redução de custos de posse de stocks.

### **2.3 Os Elementos do Nível de serviço e de Custo do Sistema Logístico**

Em Carvalho (2002) os elementos do nível de serviço são caracterizados por:

- (i) entregas atempadas - relação entre encomendas entregues dentro do prazo pré-estabelecido ou dentro da janela de entregas e o total de entregas;
- (ii) encomendas completas - relação de encomendas satisfeitas na totalidade e total de encomendas;
- (iii) encomendas sem erros e defeitos - relação de encomendas satisfeitas sem erros e defeito e total de encomendas;
- (iv) exactidão das facturas - relação das facturas sem erros, omissões e descrição correcta e o total de facturas.

Por outro lado os elementos de custo do sistema logístico dividem-se por:

- (i) custos de posse das existências - custo financeiros associados ao financiamento de stock;
- (ii) custos de armazenamento - custos associados ao transporte de matérias primas, produtos em via de fabrico e produtos acabados para os locais de armazenamento;
- (iii) custos administrativos - custos relacionados com o desempenho da actividade logística.

O controlo destes custos permite o controlo do sistema logístico.

A responsabilidade operacional da logística está directamente relacionada com a disponibilidade de matérias-primas, semi-produtos e stocks de produtos acabados, no local onde são requisitados, ao menor custo possível. É através do processo logístico que as matérias atravessam os sistemas de produção e os produtos distribuídos para os consumidores pelos canais de marketing (Bowersox e Closs, 2001).

Quando os produtos são colocados no lugar certo à hora certa e na quantidade certa, a logística acrescenta valor ao produto, pois facilita a venda.

O objectivo central da logística é alcançar o nível de serviço desejado, ao menor custo. A missão da logística é satisfazer as necessidades do mercado, facilitando as operações de produção e marketing. Do ponto de vista estratégico, os gestores de logística procuram atingir uma qualidade predefinida de nível de serviço através de competências operacionais. O Desafio é manter o equilíbrio entre expectativas do nível de serviço e os custos, de forma a alcançar os objectivos de negócio (Bowersox e Closs, 2001).

## 2.4 O Planeamento Logístico

Para que uma empresa consiga determinar a forma como vai distribuir os seus produtos, é necessário recorrer ao seu plano estratégico de integração de centros de distribuição (CD), da rede de transportes, dos níveis de stock e dos procedimentos para processar os pedidos. O planeamento logístico tem segundo Ballou (2001), três níveis: estratégico, tático e operacional (Figura 2).

### Níveis de planeamento

Área de decisão	Nível de decisão		
	Estratégico	Tático	Operacional
Localização de instalações	N.º, dimensão e localização de armazéns, fábricas e pontos de venda		
Stocks	Localização dos stocks e políticas de controlo	Níveis de stock de segurança	Reabastecimento (quantidade e espaçamento)
Transportes	Seleção do modo	Aluguer de equipamento sazonal	Rotas e expedição
Processamento de encomendas	Concepção do sistema de entrada, transmissão e processamento de encomendas		Processamento de encomendas e encomendas em atraso
Serviço ao cliente	Estabelecimento de níveis	Regras de prioridade para encomendas de clientes	Despachar entregas
Armazenamento	Seleção do equipamento de manuseamento e concepção do layout	Soluções sazonais e recurso a aluguer	Picking e reposição do stock
Compras	Desenvolvimento de relacionamentos fornecedor-comprador	Contratos, seleção de fornecedores e antecipação das compras	Colocação de encomendas e despachar fornecimentos

**Figura 2: Níveis do planeamento logístico**

Fonte: Adaptada de Ballou (2000)

O planeamento logístico, de acordo com Ballou (2000), pretende resolver três grandes problemas que condicionam o nível de serviço pretendido. São eles (1) o nível de stocks, (2) a localização das instalações e (3) as decisões de transporte. A figura 3 representa estas três vertentes do planeamento.



**Figura 3: Vertentes do planeamento logístico**

Fonte: Adaptada de Ballou (2000)

A Figura 3 compara o planeamento logístico a um triângulo de decisões, formado pelas seguintes estratégias: (i) estratégias de stocks – estudo do nível de stock, disposição dos produtos em armazém e métodos de controlo de stocks; (ii) estratégia de transporte – escolha dos modos de transportes, programação das rotas, das volumetrias dos veículos e consolidação das cargas a transportar; (iii) estratégias de localização - escolha do número, tamanho das instalações, bem como a determinação dos pontos de armazenagem (Ballou, 2001).

As três estratégias estão interrelacionadas e devem ser planeadas como uma unidade. Para Christopher (2002), para conseguir uma melhoria no processo logístico, é importante olhar para o processo como um todo, em vez de se focalizar individualmente nos seus componentes, especialmente os interfaces entre os componentes, que devem ser examinados detalhadamente.

## 2.5 Planeamento de Capacidade e Localização

Que quantidade deve uma empresa produzir para entregar aos seus clientes? Onde devem estar localizados os seus armazéns e centros de distribuição? Estas são algumas das questões estratégicas que têm de ser analisadas e respondidas quando uma empresa arranca, se expande ou se redimensiona em termos de redes.

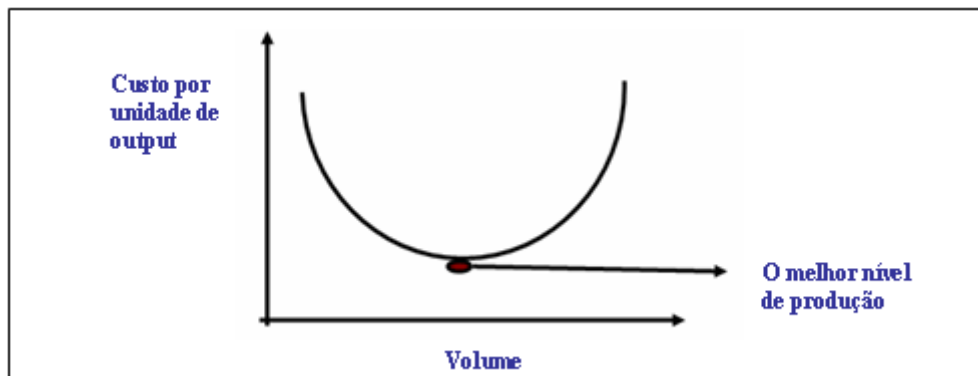
Segundo Chase e Aquilano (1994) responder a estas questões do tipo «*que quantidade?*» implica o planeamento de capacidade. Responder a questões do tipo «*onde?*» envolve análise da localização da instalação.

Para Chase e Aquilano (1994), a capacidade de um sistema define a competitividade de uma empresa. Especificamente a capacidade define a velocidade de resposta aos mercados, a sua estrutura de custos, a composição da sua força de trabalho, o seu nível tecnológico, as suas necessidades de apoio de gestão e staff, a sua estratégia geral. Se a capacidade não for suficiente, uma empresa perde clientes ou porque os serviços são prestados a uma velocidade que o mercado não aceita ou pela entrada de empresas concorrentes no mercado. Se a capacidade for excessiva uma empresa pode ser forçada a baixar os seus preços para estimular a procura, sub utilizar os seus recursos, ou procurar serviços adicionais menos rentáveis para permanecer no mercado. Assim, a decisão acerca da capacidade de um sistema de produção ou de serviços, deve ser tomada ao nível da gestão de topo (Roldão e Ribeiro, 2007).

Capacidade é a quantidade de output que pode ser obtido num processo. É medida em unidades de output por unidades de tempo. Capacidade de projecto é a quantidade que uma empresa gostaria de produzir em circunstâncias normais e para a qual o sistema foi concebido. Capacidade máxima é o output máximo que pode ser obtido quando os recursos forem utilizados no seu máximo (Chase e Aquilano 1994).

Chase e Aquilino (1994) sugerem termos importantes associados á capacidade como: (i) melhor nível de operação; (ii) taxa de utilização de capacidade e; (iii) capacidade de segurança.

Relativamente ao *melhor nível de operação*, o termo capacidade implica uma velocidade possível de output mas nada nos diz acerca de por quanto tempo é possível manter essa velocidade. Em Chase e Aquilino (1994) o melhor nível de operação é o nível de capacidade para o qual o custo unitário é o mínimo. A Figura seguinte, ilustra a curva de produção com sua relação de custo.



**Figura 4: Curva do melhor nível de produção.**

Fonte: Adaptada de Chase e Aquilano (1994)

Esta noção básica, defende que, quando uma empresa aumenta o seu volume de produção ou serviços, o custo médio por unidade de output diminui, porque cada unidade subsequente absorve parte dos custos fixos. É correcto até um certo ponto – *o melhor nível de produção*, a partir daqui e conforme a figura 4 começa a aumentar.

A **taxa de utilização de capacidade**, corresponde ao quociente entre a capacidade utilizada e a capacidade de projecto. Tanto o numerador como o denominador são medidos em períodos de tempo semelhantes, por exemplo a quantidade de objectos postais tratados por dia.

Em relação à **capacidade de segurança**, esta é a quantidade de capacidade excedente em relação á procura prevista em projecto. Se a procura for inferior á capacidade de projecto, estamos perante uma capacidade de segurança positiva. Quando a capacidade de projecto for inferior á necessária para fazer face à procura, temos uma capacidade de segurança negativa.

Alguns factores externos às empresas poderão afectar a capacidade. Por exemplo: a legislação laboral, ambiental e de higiene e segurança; acordos sindicais e a capacidade dos fornecedores. Internamente, existem igualmente factores perturbadores da capacidade, como: a concepção do produto; a gama de produtos; o pessoal; o layout produtivo; e a gestão de materiais (Roldão e Ribeiro, 2007).

### 2.5.1 Planeamento da Capacidade

Ainda em Chase e Aquilano (1994), o objectivo do planeamento de capacidade é especificar o nível de capacidade que satisfaça a procura de mercado de uma forma

eficiente em relação ao custo. O planeamento da capacidade deverá ser visto em três dimensões temporais, longo, médio e curto prazo.

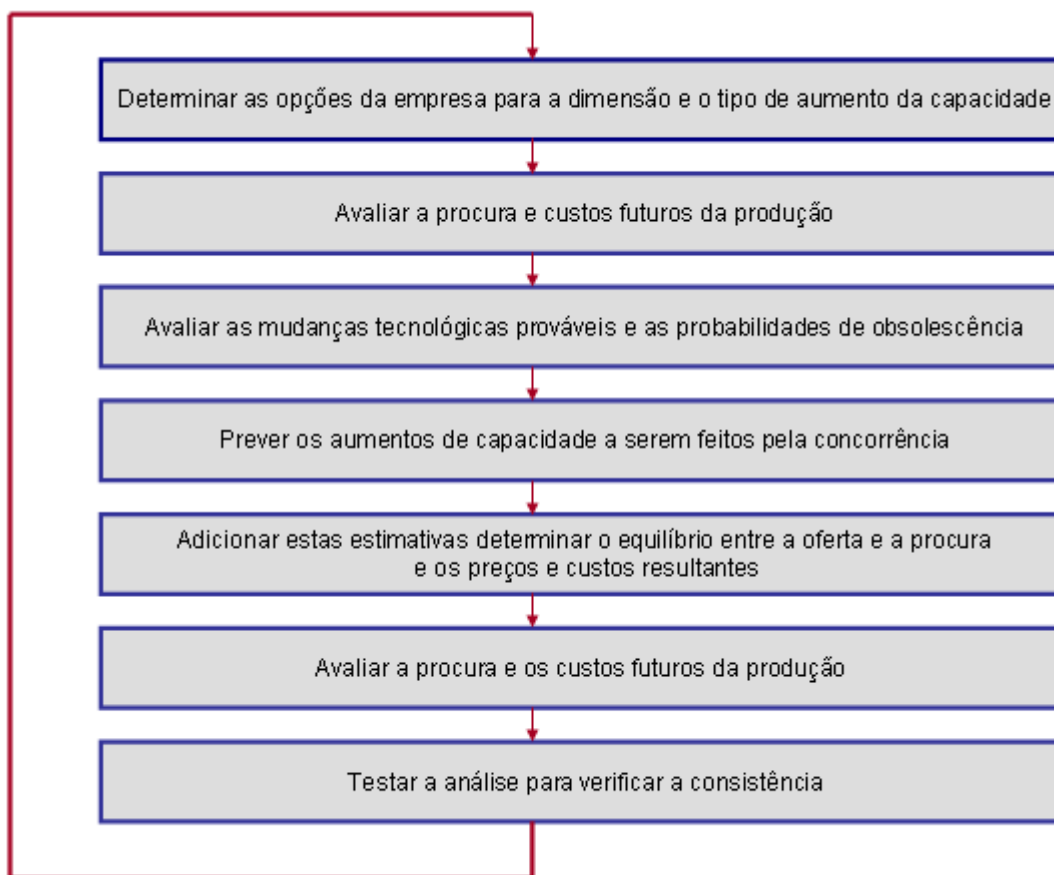
No planeamento de capacidade de longo prazo a empresa toma as principais decisões de investimento relativas à localização, número e características e dimensão das instalações. A capacidade neste contexto é faseada por natureza, pois poderemos ter novas instalações ou expansão das existentes. Devido ao seu impacto estratégico e financeiro do planeamento de longo prazo, este é sempre da responsabilidade da gestão de topo da empresa.

O processo de planeamento de capacidade é normalmente um processo transversal às diferentes áreas da empresa, uma vez que o output do plano especifica invariavelmente as instalações/localizações, tendo as áreas operacionais um papel fundamental no seu desenvolvimento.

Para Hayes e Wheelwright (1984) o processo de planeamento de capacidade possui as seguintes oito fases: (i) auditar e avaliar a capacidade e instalações existentes; (ii) prever necessidades de capacidade / instalações; (iii) definir alternativas para satisfazer necessidades; (iv) efectuar análises financeiras de cada alternativa; (v) avaliar os pontos-chave qualitativos para cada alternativa; (vi) seleccionar a alternativa a desenvolver; (vii) implementar a alternativa escolhida e; (viii) avaliar e rever resultados reais.

Para Porter (1980), a expansão da capacidade é uma das decisões estratégicas mais significativas enfrentadas pelas empresas, quer pelo capital dispendido, quer pela complexidade do problema da tomada de decisão. As decisões sobre capacidade precisam das previsões de procura e das previsões do comportamento da concorrência, pois a sobre-capacidade retira vantagem competitiva á empresa.

Porter (1980) refere que a essência da decisão de aumento da capacidade não está nos cálculos económico-financeiros, mas sim na análise dos valores de previsão quer da procura quer da concorrência. Para uma tomada de decisão sobre capacidade, Porter (1980) recomenda a utilização de um processo de modelação, onde as etapas devem ser analisadas de forma interactiva conforme ilustra a figura abaixo:



**Figura 5: Elementos da decisão de expansão da capacidade**  
 Fonte: Adaptado de Porter (1980)

## 2.6 A Estratégia vs a Localização

O vector decisão de localização e número de centros de distribuição (CD) no planeamento logístico, é de extrema importância, pois exerce um impacto a longo prazo no desenvolvimento da cadeia de abastecimento. As definições de número, dimensão, localização exacta das instalações de uma cadeia de abastecimento, são decisões estratégicas da empresa e concentradas na gestão de topo como foi referido no capítulo anterior. Fechar uma instalação ou deslocalizá-la, envolve sempre custos de forte impacto para uma organização.

Qualquer empresa pretende estabelecer uma rede óptima de centros de distribuição, é uma tarefa essencial. Por isso, quando se analisa a rede de CD's e segundo Bauhof (2005), o que é importante saber ou verificar é se os CD's existentes estão no número certo, se a sua localização é a ideal e se a sua finalidade está a ser cumprida em conformidade com a estratégia da empresa.

### **2.6.1 A Vertente Localização do Planeamento Logístico**

Uma decisão de localização óptima, alavanca a performance e o desempenho da cadeia de abastecimento, e claro, melhora o nível de serviço a custos mais reduzidos em relação a uma má localização. Uma instalação mal localizada e dimensionada dificulta o alcance de um desempenho mais eficiente e provoca um aumento de custos, frequentemente não previstos.

Para Bowersox e Closs (2001), o transporte confere o potencial de unir localizações de produção, armazenagem e venda, geograficamente separadas, criando um sistema interligado. Os pontos de venda, os armazéns de produto acabado, os produtores, os armazéns de matéria-prima, constituem localizações logísticas.

O transporte, a tecnologia de informação e o custo crescente de posse de stocks, favorecem a adopção de um número cada vez menor de CD, para servir o mercado de uma dada área geográfica.

No projecto de um sistema logístico, deve ser considerado mais um CD, se este proporcionar vantagens de nível de serviço ou de custo. O número e a localização geográfica certa para os CD são determinados pela localização dos clientes, da produção e da necessidade de produtos. Os CD representam parte do esforço geral de uma empresa, com objectivo de obter benefícios de tempo e local (Bowersox e Closs, 2001).

### **2.6.2 A Análise da Rede de Centros de Distribuição**

Qualquer empresa pretende estabelecer uma rede óptima de centros de distribuição. Por isso, quando se analisa a rede de CD's e segundo Bauhof (2005), é importante saber ou verificar se os CD's existentes estão no número certo, se a sua localização é a ideal e se a sua finalidade está a ser cumprida em conformidade com a estratégia da empresa.

Antes de se proceder a investimentos na rede de CD's ou avançar para análise dos CD's existentes, deverão ser colocadas as seguintes questões: (i) quantos centros deverá ter a rede de CD's?; (ii) qual o papel de cada centro na estratégia da cadeia de abastecimento?; (iii) há oportunidade de consolidar CD's?; (iv) as suas localizações são consistentes com a estratégia da cadeia total?; (v) os CD's estão correctamente dimensionados para suportar a estratégia da cadeia de abastecimento?; (vi) que tipo de actividades deverão ser realizadas em cada CD versus a sua localização versus a sua procura?; (vii) que clientes devem os

CD's servir?; (viii) os CD's têm flexibilidade necessária para absorver aumentos da procura futuros?

Todas estas questões devem ter resposta no plano estratégico da empresa. O plano estratégico é o ponto de partida para uma análise/avaliação, que conduzirá á decisão final.

Para Bauhof (2005), um modelo bem projectado da rede logística, ajudará a responder a todas estas questões e a definir que centros são necessários, onde se deverão localizar e como vão operar, de forma a suportar a estratégia traçada para a cadeia.

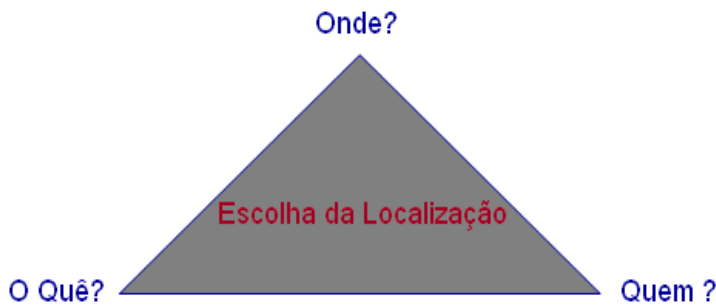
A análise da rede de CD's, consiste no processo de determinação da infra-estrutura mais adequada para alcançar os objectivos traçados pela estratégia. O processo depende de uma série de variáveis de custo e requisitos operacionais. Entre as variáveis de custo poderemos considerar: (i) custo de entrada dos produtos no CD; (ii) custos variáveis do CD; (iii) custos de tratamento dos produtos no CD; (iv) custos de transporte entre CD's e; (v) os custos de entrega aos clientes.

Os requisitos operacionais são as exigências do negócio que terão de ser cumpridas não obstante o custo. Estes poderão ser: (i) o CD é para requalificar ou fechar definitivamente?; (ii) qual o potencial do CD?; (iii) que produtos podem ser tratados num CD?; (iv) qual a capacidade do CD?; (v) que nível de serviço o CD pode assegurar?; (vi) qual o número máximo e mínimo de CD da rede?.

O perfil da procura é muito útil para balizar a análise. É necessário determinar que produtos ou serviços deve a empresa produzir e que mercados deve servir. Estes dois aspectos são também pilares da estratégia de uma empresa.

O primeiro e maior benefício, da análise da rede é a redução de custos e o segundo um melhor nível de serviço. Os clientes são cada vez mais exigentes no número de entregas e com menor número de linhas, não aceitam ordens com erros e as janelas de entrega estão cada vez mais reduzidas. Esta sub-análise da procura é um requisito importante na análise geral da cadeia de abastecimento.

A localização dos CD's terá que levar em conta a taxa de "exigência" e o tempo necessário entre a ligação da janela de entrega e o nível de serviço. A escolha da localização está condicionada por um trinómio com as decisões seguintes: que clientes servir? Onde localizar os CD's? E que actividades devem ser desenvolvidas? A Figura 6 sintetiza este triângulo de decisão.



**Figura 6: Triângulo de escolha da localização**

Fonte: Adaptado de Bauhof (2005)

Para Shen e Daskin (2005), o planejamento estratégico e o design da rede de CD's, transformou-se no desafio principal para as empresas que procuram simultaneamente melhorar o nível de serviço e reduzir os custos operacionais. As três maiores fontes de custo associadas a um projecto da rede de CD's são os custos de instalação/ localizações, os custos de posse de stock e os custos de distribuição. Estas três fontes de custo estão intimamente relacionadas e devem ser consideradas em simultâneo, no projecto e no processo de decisão da cadeia de abastecimento. Construir um sistema logístico que integre estes três elementos de custo é um desafio considerável mas, as empresas que o fizerem, estão por certo a marcar vantagem competitiva no seu mercado. Determinar o número e o local dos CD's de uma rede é tarefa crítica no projecto da cadeia de abastecimento.

Bauhof (2005) revela um aspecto muito interessante na abordagem da análise da rede de CD's. Para algumas empresas a grande vantagem "extra" na modelação de uma rede é servir como catalizador do diálogo, partilha e troca de dados e informação entre as pessoas das diferentes áreas da empresa. Modelar uma rede requer a participação de todas as funções que nela têm impacto: gestão de recursos humanos, gestão da qualidade, gestão de compras/manutenção, gestão financeira, gestão dos sistemas de informação e claro a gestão de operações. Como estas áreas/funções geralmente se focalizam nos seus interesses particulares, a oportunidade para novas ideias/conhecimentos trazem sempre bons resultados.

Este processo não é mais que uma cadeia de abastecimento "interna" a funcionar, que terá que ter objectivos comuns a fim de gerar valor.

### 2.6.3 Análise de uma Rede de CD's á Escala Global

Trunink (2005), revela dez factores críticos que deverão ser considerados, na análise de uma rede de distribuição global, com o objectivo de identificar o local e como deverá operar. Destes dez factores destacam-se oito:

(i) *A estratégia de investimento do capital*, á escala global deverá ser colocada sempre a questão se devemos investir numa rede física de distribuição para servir determinados mercados. O recurso a outsourcing deverá ser considerado.

(ii) *O ciclo de vida dos mercados*, poderá ser um factor crítico no estabelecimento de uma rede de CD's. Se um mercado atingir rapidamente o estado de maturidade, a flexibilidade da rede é crucial. Se o mercado apresentar um estado de maturidade, recorrer a fornecedores de serviços logísticos poderá ser uma solução, para alcançar a flexibilidade necessária a estes mercados.

(iii) *A infra-estrutura local* é fundamental nas operações internacionais. CD's situados nas imediações dos Portos e Aeroportos, podem proporcionar potencialidades únicas na distribuição e transporte. Com transporte eficiente há garantias no equilíbrio da rede de distribuição.

(iv) *Obtenção de ligações ao mercado*, principalmente quando se incorpora um determinado mercado pela primeira vez. O estabelecimento de relacionamentos próximos com os clientes e organismos oficiais, tem como resultado, algum conforto na operação da rede.

(v) *Conhecimento do local*, ao nível dos costumes, tradições, regras e leis. O conhecimento das leis de trabalho de um determinado país ou região pode conduzir ao sucesso de uma rede de distribuição.

(vi) *Conhecimento profundo dos mercados*, numa rede internacional não é fácil. Neste contexto, a decisão por fornecimentos de serviços logísticos em mercados menos explorados ao nível do conhecimento, poderá ser uma decisão que confere mais potencialidade á rede.

(vii) *Sistemas integrados*, é uma consideração muito importante na análise de redes globais. A propriedade de localizações de CD é geralmente a estratégia adoptada pelas empresas, mas quando os custos de dotação de recursos rivalizam com o custo do próprio edificio, deverá ser equacionado o estabelecimento de uma parceria, pois estes poderão operar de forma especializada a custos significativamente mais baixos.

(viii) *A gestão do risco* da rede de distribuição em alguns países poderá ser um factor decisivo para o estabelecimento ou não de CD 's. Um exemplo ilustrativo é

localização de uma rede de CD's na China, já que este país restringe a posse de propriedade, pelo que uma empresa pode deter um conjunto de localizações, mas sem a propriedade do terreno da sua implantação. Um exame de custo e benefício deverá ser feito constantemente, em especial quando os custos de distribuição aumentam, sem que o nível de serviço melhore.

Estes oito factores de análise apresentados pelo autor, apontam para o estabelecimento de parcerias ou para o funcionamento em regime de outsourcing ou parceria, como medida para alcançar sucesso nas operações globais. A distância, o desconhecimento e as diferentes culturas dos mercados poderão ser factores de insucesso para uma rede de CD's.

#### **2.6.4 A Localização dos Centros de Distribuição na Estratégia da Empresa**

Uma decisão estratégica prende-se com escolha da melhor localização para os centros de distribuição. De acordo com Bowersox e Closs (2001), por norma são considerados três tipos de zonas preferenciais: zonas comerciais, zonas periféricas servidas por viaturas pesadas e áreas centrais nas cidades. Os principais factores de decisão no processo de escolha, são a disponibilidade e o custo. O custo de aquisição é por certo o factor mais importante na selecção da área.

Não é imperioso que os CD's se localizem em zonas industriais. Também nas cidades se podem encontrar CD's, pois a sua maioria pode operar dentro das restrições normalmente impostas às áreas comerciais, salvo na lei do ruído, quando servidos por viaturas pesadas nos horários nocturnos. Mas é importante que os CD's estejam dotados de áreas adjacentes para manobras e estacionamento de viaturas, e estejam servidos com boas acessibilidades.

Para além dos custos de aquisição, terão que ser considerados os custos de implantação da operação (rede eléctrica, dados e voz, equipamento, etc.), impostos, seguros, contribuições locais etc.. Estes custos poderão variar em função da localização.

Existem outras preocupações/requisitos, que devem ser considerados antes da aquisição. A localização deve permitir sempre a expansão, não pode/deve limitar o crescimento da empresa, caso contrário esta é obrigada a voltar a um ciclo de nova localização ou abandonar um potencial crescimento. Ambas as escolhas são altamente penalizadoras em termos de custos.

A área deverá estar dotada de serviços de utilidade pública nas suas imediações, deverá haver preocupações ao nível da tipologia dos solos e da sua topologia. A escolha final deve

ser precedida de uma externa e profunda análise (Bowersox e Closs, 2001), pois o seu impacto é geralmente de longo prazo.

Até à revolução dos transportes nos EUA, o comércio mundial era efectuado na sua maioria, por transporte marítimo. Por este motivo as actividades comerciais concentravam-se em torno das cidades portuárias. A invenção da locomotiva a vapor em 1829 provocou uma reformulação dos mapas comerciais, bem como a fixação de actividades económicas fora das orlas marítimas (Bowersox e Closs, 2001).

Actualmente, os sistemas de transporte estão suportados por redes altamente desenvolvidas, contando com combinações multimodais na forma, aérea, marítima, fluvial, ferroviária, rodoviária e pipeline. Esta disponibilidade de transporte está presente na escolha da melhor localização, com vista das melhores e mais baratas operações logísticas. «Assim, o transporte permite aproximação espacial, possibilitando a especialização. O transporte deve ser visto como um factor geral de redução de custos, pois os serviços prestados permitem economias no processo de produção e comercialização» Bowersox e Closs (2001).

## **2.7 Modelos de Localização**

Um aspecto que tem constituído preocupação por parte de decisores e investigadores é a questão do risco nos processos de avaliação. Num problema multi-critério de localização está implícito a avaliação de diferentes aspectos que contribuem (a favor ou contra) para uma decisão. A forma de combinar os critérios, a consideração de todos ou apenas parte deles (os melhores, os piores, os médios, ou qualquer outra combinação), a forma como uns critérios podem compensar outros, são tudo aspectos que assumem grande importância nas decisões, particularmente em contextos de recursos escassos. Entre as alternativas mais extremas de risco na avaliação; pessimistas (conservadoras), e optimistas (arriscadas, pode haver lugar a cenários de avaliação que sejam compatíveis com as condições que contextualizam a decisão (Ramos, Mendes, 2001).

A rede de CD's fornece a estrutura básica, a partir da qual as operações logísticas são iniciadas. Como as instalações de uma rede logística poderão ser de várias naturezas, a estratégia da sua localização é um pilar da estratégia global da empresa.

Qualquer rede logística é alvo de um *trade-off* temporal e espacial no seu projecto ou análise.

A escolha das localizações deve obedecer a formulações que impliquem uma maior centralidade em relação aos pontos de venda aos clientes que servem ou a outros factores críticos determinados. O objectivo perseguido é conseguir a mesma performance no serviço e uma redução nos custos. É então imperioso analisar a sensibilidade custo/serviço para localizar uma instalação de armazenamento ou centros de distribuição (Carvalho, 2002).

De entre todas as decisões de localização, as mais frequentemente repensadas/analizadas, são as dos CD's, sendo uma razão a volatilidade dos mercados.

### **2.7.1 Modelos Qualitativos de Localização (ou Modelos Heurísticas de Localização)**

A projecção de uma rede logística, segundo Bowersox e Closs (2001), deve considerar mais um CD, sempre que isso proporcione uma vantagem de serviço ou custo. O número e a localização como já foi referido, poderão ser determinados pela procura, pela produção e ou pelo armazenamento. Os CD 's têm o propósito de obter utilidade de tempo, lugar e quantidade. Do ponto de vista da política de localização, os CD's de um sistema/rede logística só deverão ser estabelecidos se aumentarem o impacto das vendas e marketing ou reduzirem os custos totais.

### **2.7.2 Localização de CD's em Função da Procura**

A localização de CD's próximos do mercado justifica-se pela alternativa de menor custo para um rápido abastecimento ou reposição ao mercado permitindo alcançar a estratégia *JIT*.

Os CD's próximos da procura, são geralmente abastecidos por pontos de armazenamento. Exemplos de CD's localizados junto ao mercado encontram-se no sector alimentar e de produtos de grande consumo. Com base neste tipo de localização podem ser feitas entregas mais rápidas, mais económicas aos pontos de venda, visto os produtos não percorrerem longas distâncias para chegar ao mercado (Bowersox e Closs, 2001).

A localização dos CD's não deve atender só os actuais clientes mas também prever os potenciais clientes (Carvalho, 2002).

### **2.7.3 Localização de CD's em Função da Produção**

Os CD's localizados em função da oferta, situam-se próximos da produção, com o propósito de servir a consolidação dos produtos fabricados. São CD's facilitadores da expedição dos produtos até aos mercados.

Estes CD's permitem a realização de cargas consolidadas mas com variedade de produtos, facilitando assim a venda de grandes quantidades. A vantagem deste modelo de localização é a capacidade de prestar serviços a uma vasta linha de produtos, numa única encomenda/factura, utilizando transporte consolidado e racionalizado (Bowersox e Closs, 2001).

A localização de um CD central próximo de uma instalação produtiva facilita a comunicação e a cooperação entre o CD e a instalação que abastece (Carvalho, 2002).

### **2.7.4 Localização de CD's em Função de Pontos Intermédios**

Os CD's localizados entre a produção e o mercado, designados como intermediários, têm semelhanças com os anteriores porque também, permitem cargas consolidadas de vários produtos, com custo reduzido.

A solução de CD's intermediários, torna-se particularmente interessante e ágil quando produtos de duas ou mais fábricas, são vendidos a um só cliente. O CD intermediário para consolidação e distribuição pode ser a opção logística de menor custo (Bowersox e Closs, 2001).

## **2.8 Modelos de Decisão da Localização**

A questão da localização está relacionada com a escolha de um ou mais locais, dentro de uma série de locais candidatos, que serão pontos de oferta de determinados tipos de produtos, para atender à procura de um outro conjunto de pontos, considerados de mercados, de modo a otimizar a função objectivo definida, obedecendo às restrições do problema específico em estudo (Moreira, 1990).

Conforme o ponto 2.6.2, uma decisão de localização também pode implicar o número de localizações de CD's. Para além das questões aí colocadas como: (i) quantos e onde devem ser localizados os CD's; (ii) que mercados devem servir; (iii) que tipo de actividade devem desenvolver; (iv) que produtos devem tratar, podemos acrescentar mais questões de apoio a

decisão de localização - (v) que canais logísticos devem ser usados no abastecimento a partir dos CD's; (vi) que parte dos serviços devem ser externalizados. Quanto mais complexa for a rede de CD's, maior complexidade terão as decisões baseadas na análise combinada de factores (Bowersox e Closs, 2001).

Qualquer análise da rede de CD's e da sua localização está dependente de uma grande quantidade de dados. Para Bauhof (2005) chegar a uma solução óptima, baseada na maximização do lucro com custos mínimos, obriga ao uso de ferramentas, na modelagem da rede, sendo as mais usuais e disponíveis nas organizações, a procura, os custos de transporte e os níveis de serviço. Bowersox e Closs (2001) acrescentam ainda a informação pormenorizada do transporte. A modelação destes dados poderá ser feita com recurso á programação linear, técnicas de simulação e técnicas analíticas.

À medida que os avanços tecnológicos no campo dos softwares, tornam os processos de modelagem mais rápidos, flexíveis e ajustado á realidade, há contornos que nenhum software consegue resolver. O que parece rápido, simples e directo, pode transformar-se num processo conturbado, motivado por forças ambientais e regulamentações de carácter legislativo ou político.

Uma das principais vantagens dos modelos de localização é a sua capacidade de modelar adequadamente os custos fixos e variáveis de uma rede. As soluções encontradas são as melhores possíveis dentro do conjunto de premissas adoptadas. De acordo com Ballou (1998) a heurística procura uma solução satisfatória ao invés de uma solução “óptima”, por meio de regras ou conceitos que conduzem a resolução do problema, baseado num processo de tentativa e erro. O desempenho desta abordagem depende em grande parte da qualidade com que estas regras são criadas.

Face a esta “contradição” de autores, poderemos encontrar um meio termo com a aplicação de modelos analíticos e heurísticos em complemento ou em simultâneo que poderão conduzir a uma “melhor” decisão.

### **2.8.1 Modelos Qualitativos Multi-Critérios do Processo de Decisão de Localização**

Os critérios de localização são atributos que podem ser quantificados ou avaliados e que contribuem para a tomada de decisão. A procura de uma solução ocorre por vezes em ambientes onde os critérios são conflitantes, ou seja, o ganho produzido por um critério poderá causar um perda noutra critério. Os critérios podem ser do tipo factor, compostos por variáveis que acentuam ou diminuem a aptidão de uma alternativa de localização, no

caso da decisão de localização, ou podem ser do tipo exclusão, variáveis que limitam as alternativas na análise, excluindo-as do processo de decisão (Mousseau 1997).

Os factores qualitativos têm um papel crítico em muitas decisões de localização e muito frequentemente superam quantitativamente os resultados de modelos em decisões de localização (Tan, 1993). Para este autor, factores que influenciam a decisão são, por exemplo: (i) disponibilidade e qualidade da força de trabalho, entre as localizações alternativas; (ii) percepção da organização, para o nível de interesse que as entidades governamentais locais têm para a potencial fixação no local; (iii) infra-estrutura para transportes e disponibilidade de serviços de transporte de longo curso; (iv) custos relacionados com a fixação nos locais alternativos.

Shen e Daskin (2003), identificaram uma lacuna na maioria dos modelos de localização de outros autores, pois que raramente contemplam o custo das existências de um CD's. É assim que Shen e Daskin apresentam um modelo que incorpora os custos de posse de stock e de segurança do CD's, na escolha da localização do CD's. Para os autores, outra questão importante na escolha da localização do CD'S em ambientes onde o nível de serviço e lead-times<sup>3</sup> são muito curtos, é premente avaliar os trade-offs entre os custos totais (custos de transporte, custos de posse de stock e os custos inerentes ao funcionamento de CD's)

Gooley (1998 a, 1998 b e 1998 c) salienta que antes de se estabelecer uma ou mais localizações de CD's, é essencial analisar o plano estratégico da empresa ao nível dos produtos e mercados que se pretende alcançar. Para além desta tarefa "básica", quatro factores referentes aos locais candidatos terão de ser analisados; (i) a infra-estrutura física; (ii) a proximidade aos fornecedores e ou aos clientes; (iii) as políticas e tributação local; (iv) as condições de comércio.

Para McKnight (1998), as empresas que levam a cabo um processo de selecção de localização de CD's ou pontos de armazenamento, deverão começar sempre pelo desenvolvimento de um plano estratégico de longo prazo que inclua obrigatoriamente a posição estratégica dos armazéns e CD's, a sua gestão interna e a posição estratégica face à logística externa. Este processo permitirá a selecção de uma área geográfica possível, sendo a determinação específica obtida pela análise dos seguintes factores; (i) políticas nacionais ou regionais; (ii) nível de desenvolvimento e progresso dos locais; (iii)

---

<sup>3</sup> Lead Times – tempo que medeia entre o momento em que é feita a encomenda e o tempo em é realmente entregue ( Kaplan e Norton, 1992)

disponibilidade de serviços de apoio, e (iv) existência de incentivos económicos na fixação dos CD's. O local que reunir melhores condições nos quatro factores será o eleito.

Em Renshaw (2002), um processo de selecção de localização de CD's terá que assentar em factores objectivos de custo, como os custos operacionais e o custo de serviço ao cliente, com o objectivo de redução dos custos de transporte, pois estes correspondem a 50%- 60%, dos custos totais de um CD.

Paralelamente a Renshaw (2002), Gentry (2003), classificam o custo de transporte, como o factor mais importante, na maioria das decisões de localização dos CD's. Este factor vem seguido das leis de trabalho e proximidade ao mercado.

Outra proposta de modelo de selecção de localização para CD's, é apresentada por Chuang (2002), onde se considera a perspectiva dos fornecedores, clientes e colaboradores da empresa no estabelecimento dos factores para a tomada de decisão. Este modelo pretende estabelecer factores principais e secundários. Depois de estabelecidos e classificados, os factores são tratados numa matriz, onde se verifica o maior e o menor grau de relacionamento entre os factores apontados. Os de maior grau serão os factores de decisão no processo de localização. Este modelo foi designado de QFD (Quality Function Deployment).

Existem inúmeros factores que interferem na tomada de decisão de localização, além de factores referentes unicamente à minimização de distâncias e custos.

Thai (2005) identificou um *gap* na literatura, no contexto de localização à escala mundial e da integração de operações logísticas. Para este autor os modelos publicados são quase sempre baseados em factores quantitativos de custo. Mas, os problemas na resolução dum processo de localização são extensos e multi-factor, qualitativos e quantitativos. Por outro lado as decisões de localização de CD's, podem estar confinadas a áreas previamente determinadas por fornecedores logísticos, como Portos e Aeroportos, no estabelecimento de uma rede de CD's internacional.

Thai (2005), apresenta então uma estrutura conceptual para a selecção de localização de CD's para operadores logísticos, considerando as infra-estruturas, Portos e Aeroportos na tomada de decisão. O modelo é trabalhado por três fases.

Na primeira fase é feita uma análise socio-económica para o local que o modelo de centro de gravidade determinou, sendo os factores críticos para avaliação na área geográfica: (i) proximidade aos clientes; (ii) qualidade da força de trabalho; (iii) existência de serviços de apoio; (iv) taxas locais relacionadas com a posse de stock; (v) infra-estruturas e serviços de

transporte costeiro; (vi) possibilidade de expansão física; (vii) regulamentação comercial; (viii) tipo de vivências locais.

Na segunda fase envolve considerações de localizações alternativas e deverão ser considerados os seguintes factores críticos relativos às infra-estruturas Portos e Aeroportos; (i) disponibilidade de equipamentos; (ii) registo de perdas e danos; (iii) fiabilidade das entregas; (iv) frequência dos voos e das rotas marítimas; (v) localização estratégica; (vi) taxas competitivas; resposta rápidas às necessidades dos clientes; (vii) eficiência dos portos e aeroportos; (viii).

Na terceira fase focaliza-se na determinação do local específico de entre as várias alternativas encontradas, com base num modelo matemático, que entra com as variáveis - distância, custo de transporte e volumes de carga.

O autor prova com o seu caso prático, que este modelo conceptual é uma ferramenta válida na decisão de localização de redes de CD's de operadores logísticos.

No que respeita a factores de decisão á escala internacional, MacCarthy e Atthirawong (2003) determinam cinco factores como mais peso no processo de decisão: (i) custos, (ii) infra-estrutura; (iii) politicas governamentais (iv) factores económicos; (v) características da força de trabalho, mas, vão mais longe, e apontam sub-factores para os cinco determinados: (1) qualidade da força de trabalho; (2) disponibilidade de modos de transporte; (3) disponibilidade de força de trabalho; (4) qualidade dos serviços de apoio; (5) níveis salariais; (6) motivação para o trabalho; (7) sistemas de telecomunicações; (8) estabilidade governamental; (9) relações industriais; (10) sistema de integração de custos; (11) protecção de patentes e (12) disponibilidade de recursos de gestão. Os factores identificados têm implicações nas práticas de gestão das cadeias internacionais.

Existem inúmeros factores que interferem na tomada de decisão de localização, além de factores referentes unicamente à minimização de distâncias e custos.

Os factores que influenciam a tomada de decisão no que respeita à localização de um centro de distribuição são identificados e analisados na vasta literatura existente.

Existem inúmeros factores que interferem na tomada de decisão de localização, além de factores referentes unicamente à minimização de distâncias e custos.

Os factores que influenciam a tomada de decisão no que respeita à localização de um centro de distribuição são identificados e analisados na vasta literatura existente.

### 2.8.1.1 Quadro Síntese de Factores Críticos do Processo de Decisão

Ao longo do presente trabalho vários factores críticos gerais, num processo de localização de uma rede de CD, foram apontados por diversos autores. O quadro seguinte sintetiza, por autor, os factores críticos.

Factores Críticos	Autores									
	Gooley	McKnight	Renshaw	Thai	Hadjinicola e Kumar	Bowersox e Closs	Bauhof	Shen e Daskin	MacCarthy	Tan Atthirawong
	Plano Estratégico									
Infra-estrutura Física	x			x		x			x	x
Proximidade aos Clientes	x		x	x		x				
Proximidade as Fornecedores	x					x				
Políticas de Tributação Local	x			x						
Condições de Comércio	x			x						
Nível de Desenvolvimento e Progresso Local		x		x						
Políticas Governamentais e Factores Económicos		x							x	x
Disponibilidade de Serviços de Apoio		x		x		x				
Incentivos Económicos de Apoio à Localização		x								
Custos de Transporte			x	x		x	x	x		
Qualidade e Disponibilidade de Mão-de-Obra				x					x	x
Leis de Trabalho Locais			x							
Flutuação de Taxas Cambiais					x					
Custo do Capital					x					
Flutuação das Taxas de Juro					x					
Estabilidade Política					x					
Necessidades dos Mercados						x				
Custos de Posse Stock							x	x		
Nível de Serviço								x		
Custos de Implantação						x		x	x	x
Potencialidade de Expansão				x		x				

**Tabela 1: Síntese de factores críticos por autor**

Fonte: Elaboração Própria

Numa análise mais gráfica, três factores críticos se destacam, pela sua reincidência entre autores - infra-estrutura física, proximidade aos clientes e custo de transportes.

Factores Críticos	Autores							
	Gooley	Renshaw	Thai	Bowersox e Closs	Bauhof	Shen e Daskin	MacCarthy	Tan
	Plano Estratégico							
Infra-estrutura Física	x		x	x			x	x
Proximidade aos Clientes	x	x	x	x				
Custos de Transporte		x	x	x	x	x		
Custos de Implantação				x		x	x	x

**Tabela 2: Factores críticos com mais reincidência entre autores.**

Fonte: Elaboração Própria

O custo de transporte é eventualmente (agora mais que nunca) um factor de extrema importância, no estabelecimento de uma rede de CD's. Se lembrarmos Renshaw (2002), os custos de transporte correspondem a 50%- 60% dos custos totais de um CD. Somando a esta já grande quota de custos, o impacto da escalada de preço do petróleo, recurso vital

para os transportes (aéreos, marítimos e rodoviários), o peso do custo de transportes subirá, na relação de custos dos CD's.

### **2.8.1.2 Conjugação de Modelos Qualitativos Multi-Critérios**

Os métodos multi-critérios são frequentemente usados conjuntamente com, modelos de localização e ferramentas computacionais de localização. Estas aplicações são feitas em muitos domínios - localização de centrais termoeléctricas, escolas, hospitais, etc..

A integração de sistemas de informação geográfica (SIG'S) e métodos de decisão multi-critério, têm proporcionado inúmeros benefícios para a tomada de decisão e planeamento na gestão. Sob esta óptica Zamom e outros (2005) propõem avaliar a localização de Centrais Termoeléctricas, aplicando técnicas de análise multi-critério no processo de decisão, usando critérios de ordem económica e ambiental.

Segundo Malczewshi (1999), apesar dos SIG's e dos métodos de decisão multi-critério serem áreas distintas de investigação, os problemas de planeamento e gestão podem beneficiar da combinação das duas técnicas.

### **2.8.2 Modelos Matemáticos de Decisão de Localização**

Os modelos de localização representam uma ferramenta excelente para a racionalização no esforço dispendido na decisão de localização.

Os modelos de localização são optimizações matemáticas que avaliam se uma localização deve permanecer aberta ou deve ser encerrada. Numa avaliação, “ abrir ou fechar” as decisões, podem estar relacionadas com localizações já existentes ou localizações potenciais. As decisões de localização não podem ser do tipo “ sim ou não” (Tan, 1993).

A Investigação Operacional, como ciência, surgiu para resolver, duma forma mais eficiente, os problemas de administração nas organizações: problemas de distribuição óptima, de recursos, etc., originados pelo acelerado desenvolvimento provocado pela revolução industrial.

A IO é a investigação das operações “actividades” de uma organização. É uma abordagem científica na tomada de decisões. A IO é o conjunto de métodos e modelos matemáticos aplicados á resolução de problemas complexos nas operações “actividades” de uma organização.

A origem da IO como ciência, é atribuído à coordenação das operações militares durante a Segunda Guerra Mundial, quando *George Dantzig* apresentou o Método *Simplex* para a resolução dos problemas de Programação Linear (PL).

A IO tem dado um grande contributo, como ferramenta, na tomada de decisão de localização de instalações.

Com a apresentação do Método *Simplex*, a IO em geral, e a PL, em particular, deu um grande salto. O desenvolvimento da Informática é outro dos factores que tem contribuído para a evolução acelerada desta ciência nas últimas décadas.

A característica mais importante da investigação operacional que facilita o processo de análise e de decisão, é a utilização de modelos. Estes permitem a experimentação da solução proposta. Isto significa que uma decisão pode ser mais bem avaliada e testada antes de ser efectivamente implementada (Tavares e outros, 1996).

#### **2.8.2.1 Modelagens Matemáticas de Localização**

Um modelo é uma representação simplificada de uma situação real. Um modelo reflecte a essência do problema, representando as relações de interdependência existentes entre todas as componentes da situação em estudo.

Um modelo matemático de um *problema de optimização* é representado por um sistema de *equações (inequações)* que descrevem a essência do problema. Um modelo matemático de um problema de optimização determina os valores de um número  $N$  de decisões a ser tomadas, denominadas *variáveis de decisão*:  $x_1, x_2, \dots, x_N$ , interrelacionadas por uma função matemática, que representa a medida da vantagem (ou desvantagem) associada à tomada de decisão. Esta função é denominada, *função objectivo*. Qualquer restrição associada às variáveis de decisão pode ser representada por equações (inequações) matemáticas. Estas expressões são denominadas *restrições do modelo*. Todas as constantes (coeficientes) da função objectivo e das restrições são denominadas *parâmetros do modelo* (Tavares e outros, 1996).

A localização de instalações é uma questão estratégica para qualquer organização, uma vez que, associadas a diferentes localizações, se encontram diferentes níveis de serviço prestados aos clientes, diferentes fluxos logísticos e diferentes custos. Num contexto em que, cada vez mais as empresas se preocupam com a satisfação dos seus clientes e com o evitar de desperdícios (desperdícios de tempo, de não-qualidade, de custos), a escolha, das melhores localizações para as suas diferentes instalações, nomeadamente para os seus

centros de distribuição, tem feito rolar muita tinta e levantado muitas preocupações e questões.

Neste contexto e porque partilhamos estas preocupações, pretende-se neste ponto fazer um levantamento de modelos matemáticos para apoio à tomada de decisão sobre as questões da escolha da melhor localização.

### **2.8.2.2 Os Modelos Matemáticos**

A questão da localização de uma instalação diz respeito à escolha de um ou mais locais, dentre uma série de outros possíveis, que servirão de pontos de oferta de determinados tipos de “serviços”, para atender à procura de um outro conjunto de pontos, considerados de “procura”, de modo a otimizar a função objectivo definida, obedecendo às restrições do problema específico em estudo (Moreira, 1990).

Uma das principais vantagens dos modelos de localização é a capacidade destes em modelar adequadamente os custos fixos e variáveis de uma rede logística. As soluções encontradas são as melhores possíveis dentro do conjunto de premissas adoptadas. De acordo com Ballou (1989), a heurística procura uma solução satisfatória ao invés de uma solução “óptima”, por meio de regras ou conceitos que conduzem a resolução do problema, baseado num processo de tentativa e erro. O desempenho desta abordagem depende em grande parte da qualidade com que estas regras são criadas.

O termo “ análise de localização” refere-se á modelagem, formulação e solução de uma classe de problemas que pode ser descrita como localização de instalações, num dado espaço (ReVelle, Eiselt, 2005). O estudo de localização de instalações é um dos aspectos mais importantes no planeamento estratégico, tanto no sector público como no privado, sejam as localizações nacionais ou internacionais.

Segundo Pizzolato e outros (2001), o problema de localizar uma instalação consiste em escolher uma posição geográfica para desenvolver uma operação de forma a minimizar uma medida de utilidade satisfazendo várias restrições, em particular a procura.

Para Lorena (2003), um problema de localização consiste na escolha de locais para instalar um certo número de instalações que atendam um conjunto de clientes distribuídos por um espaço geográfico e determinar a locação dos clientes, entre várias localizações, de forma a otimizar um certo critério.

A revisão realizada nesta dissertação contempla alguns modelos sugeridos por vários autores nas suas investigações.

Historicamente, o estudo da teoria da localização, sob a óptica da economia, iniciou-se formalmente em 1909, quando Alfred Weber (*Theory of Location Industries*, 1929) analisou o problema de como posicionar um único armazém, minimizando a distância entre o armazém e os clientes (Owen e Daskin, 1998).

ReVelle e Laporte (1996), frisam que, após o trabalho publicado por Weber em 1929, vários estudos foram feitos baseados em Weber e complementados com algoritmos, principalmente a partir dos anos sessenta, já com auxílio de programas computacionais. As teorias de localização ganharam novo fôlego em 1964 quando Hakimi publica um trabalho onde objectivava a determinação da localização da rede de postos de polícia.

Inúmeros autores têm feito revisões de literatura sobre a temática dos modelos de localização, destacando-se neste trabalho (neste ponto) Klose e Drexel (2005) pela ampla taxonomia descrita.

Os principais modelos de localização estão assim classificados em Klose e Drexel (2005) e em Crainic e Laporte (1997):

**Modelos de Cobertura** – O objectivo é minimizar o custo de localização de uma localização com um máximo nível de cobertura. Os problemas de cobertura são divididos em *problemas de cobertura e problemas de máxima cobertura*. O primeiro modelo de cobertura foi atribuído a Toregas e outros (1971). Mais tarde Owen e Daskin (1998) desenvolveram este modelo.

**Modelos Centrais** – O objectivo é localizar  $p$  instalações de uma rede, minimizando a máxima distância entre os vértices e a instalação, ou seja, entre um nó de origem e a instalação mais próxima. Este problema é conhecido como *p-center problem*, ou *problema mininax* (Daskin 1995).

**Modelos Medianos** – O objectivo é localizar  $p$  instalações nos vértices de uma rede, e alocar a procura dessas instalações por forma a minimizar o produto do peso total dos produtos pela distância entre localizações e os pontos de procura (Hakimi, 1964). Segundo Crainic e Laporte (1997), se a instalação é *não-capacitada* e o número de instalações é fixo, temos um problema de *p-mediana*. Se o número de instalações é variável e as instalações não têm restrição de capacidade, temos um problema *não-capacitado*. Se o número de localizações é variável e a sua instalação é capacitada, temos um problema de localização *capacitado*.

**Modelos Planos e Modelos em Rede** – Nos modelos planos a procura ocorre em qualquer local do plano (com coordenadas  $x$  e  $y$ ). Estes modelos não consideram restrições por forma a determinar a distância menor. Os mais usados são os métodos de métrica euclidiana, métrica metropolitana e modelo de Weber. Nos modelos de rede, assume-se que as instalações e os pontos de procura estão localizados nos nós da rede. Dentro desta caracterização, há que destacar a importante contribuição de Hakimi nos problemas de  $p$ -medianas.

ReVelle e Eiselt (2005), referem que, nos estudos científicos de localização, os modelos no plano servem para distinguir as "classes" dos problemas de localização. Deverão ser distinguidos os problemas de localização com determinação de coordenadas dos problemas de posição em rede. Cada um deles pode ainda ser subdividido em problemas contínuos e em problemas discretos de localização.

**Modelos Contínuos e Discretos** – Quando um modelo permite que as instalações estejam localizadas em qualquer ponto dentro de um espaço de soluções, tem o nome de modelo contínuo (Klose e Drexl, 2005). Um exemplo desse modelo é o problema de Weber. Contrastando com os modelos contínuos, os modelos de localização em rede estão classificados como discretos pois assumem que a procura e as instalações estão localizadas nos nós de uma rede num conjunto finito de localizações (Daskin e Owen 1998).

**Modelos Estáticos e Dinâmicos** – A maioria dos modelos de localização "utilizados" são modelos estáticos, independentes do tempo. No entanto, a maioria dos problemas de localização têm a determinação do tempo como condicionante. Os modelos dinâmicos consideram a questão de "onde" e "quando" localizar. A condição tempo é utilizada na modelação. Em modelos matemáticos dinâmicos, a opção de fechar ou abrir uma localização, é avaliada num determinado período de tempo, que terá valor máximo igual ao período que se pretende projectar (Klose e Drexl 2005).

**Modelos Probabilísticos (Estocásticos) e Determinísticos** – Os modelos probabilísticos estão sujeitos a incertezas. Os determinísticos não estão sujeitos a incertezas.

**Modelos Produto Único e Multi-Produto** – São modelos que consideram um único produto na sua modelação ou que consideram vários produtos. No que diz respeito aos modelos multi-produto e produto único, o fluxo de mercadorias entre centros de

distribuição e os produtos transportados podem ser variados. O foco destes modelos é o custo e a capacidade para os diversos produtos.

O modelo do produto único, ao contrário dos modelos capacitados, não é válido se considerarmos diferentes produtos em afectações diferentes de capacidade. Neste caso deve optar-se por um modelo multi-produto, onde a capacidade, a procura e os fluxos são separados em grupos homogêneos de produtos (Klose, Drexl 2001).

**Modelos Objectivo Único e Multi- Objectivo** – São modelos que consideram apenas um ou que consideram vários objectivos em simultâneo na sua modelação, por exemplo determinação do custo mínimo e maximização da procura.

**Modelos Capacitados ou Não Capacitados** – Os modelos de localização de cobertura, medianos e centrais tratam a localização como um problema de não-capacitado ou capacidade ilimitada. Estes modelos já impõem limite ou tamanho da capacidade como restrição no modelo. Relativamente aos modelos capacitados e não capacitados, a sua aplicação é feita tendo em consideração a capacidade das instalações, e a sua restrição é esta. Klose e Drexl (2005) referem que, se os modelos de capacidade tiverem que considerar a procura, este modelo é desaconselhado. Os modelos capacitados, quando aplicados, consideram apenas custos fixos de operação e custos variáveis de distribuição, em função das unidades distribuídas (Klose, Drexl, 2001).

Nos modelos capacitados está implícito a consideração que qualquer produto é como um único se tratasse.

Neste trabalho optou-se por dar um realce especial a modelos dentro da seguinte classificação:

- **Modelos no Plano e de Rede** – A procura está em qualquer lugar do plano/ A procura está nos nós da rede
- **Modelos Discretos** – A localização será em qualquer lugar dum espaço de soluções/ Localização definida a partir de uma lista de possibilidades
- **Modelos Dinâmicos** – Localização com dados probabilísticos.

### 2.8.2.2.1 Modelos no Espaço e de Rede

Em Kloze e Drexl (2005), são apresentados e descritos modelos de localização aplicáveis a uma rede de CD's. Os modelos contínuos aparecem neste trabalho como aplicáveis nas situações de determinação de localizações potenciais.

Revelle e Eiselt (2005) referem que em estudos científicos de decisão de localização, os modelos no plano, servem essencialmente para estratificar e identificar problemas de localização. Refere ainda que deverá ser feita uma distinção dos modelos de localização no plano considerando apenas duas coordenadas de localização e os modelos de localização em rede pois, cada um deles, pode ser subdividido em problemas contínuos e em problemas discretos.

Neste ponto apresentam-se dois modelos - O Método do Centro Gravítico e o Sistema de Redes – *p medianas*. O primeiro modelo foi desenvolvido por *Weber* no início do século XX, o segundo modelo foi desenvolvido a partir de uma variante do primeiro.

#### **Método do Centro Gravítico**

Os modelos caracterizados pelo método do centro da gravidade, muitas vezes também conhecidos como modelos no espaço, são caracterizados por reunir dois atributos indispensáveis:

- A solução é iterativa, isto é, é possível localizar pontos dentro de um conjunto de coordenadas do plano estabelecidas.
- A localização é dada recorrendo apenas a duas coordenadas no plano – (x e y), em que a distância é medida. Esta pode ser encontrada recorrendo a métodos euclidianos – linha recta, distância ou ângulo métrico. O modelo tem a seguinte formulação matemática:

$$V = \underset{(x,y)}{\text{mim}} \sum_{i=1}^k W_i d_k$$

Onde:

$$d_{k(x,y)} = \sqrt{(x-a_k)^2 + (y-b_k)^2}$$

Para fazer o cálculo através deste método basta que, para cada uma das subclasses de distâncias, sejam calculadas algumas coordenadas no plano (x e y) nas várias (p) localizações possíveis. O objectivo deste método é minimizar as distâncias entre as instalações e os vários pontos de procura ( $a_k, b_k$ ) que têm de se satisfazer.

O método de cálculo é um método interactivo até que a solução óptima seja encontrada.

Este método teve a sua origem início do século XX e foi documentado por *Weber* em 1909 e aborda apenas três pontos de procura. Um método já mais abrangente foi desenvolvido por *Weiszfeld* em 1937 e mais tarde aperfeiçoado por *Miehle* em 1958 (*Klose e Drexl, 2001*).

Numa extensão deste método foram estabelecidas condições, nomeadamente no número máximo de instalações a ser contempladas, tornando-se este problema num modelo de programação não-linear inteira mista.

*Bowersox e Closs (2001)*, apresentam o modelo do centro gravítico (MCG) dentro das técnicas analíticas de decisão de localização, modelo vocacionado para determinar apenas uma localização. O MCG pode ser também um centro de peso ou de distância ou de tempo – distância. O objectivo é encontrar um ponto de localização que minimize o custo.

Qualquer ponto de quadrante tem uma correspondência de coordenadas  $x$  e  $y$ . sua conjugação define um ponto, ideal para a localização de um CD, com base no peso.

A fórmula algébrica para o cálculo de uma localização, baseado no peso, na sua forma mais simples é:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i T_i}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad e \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i T_i}{\sum_{i=1}^n T_i}$$

Em que:

- $X$  e  $Y$ , são as coordenadas do CD a determinar
- $X_n$  e  $Y_n$ , são as coordenadas nos  $n$ -ésimos locais da procura existente
- $T_n$ , é o peso anual para cada local de procura, a partir de um destino.

Esta técnica considera como dados as localizações existentes, “fixas” a um determinado sistema de coordenadas predefinido e os volumes/ pesos da mercadora a transportar. O centro de gravidade é determinado pelo cálculo das coordenadas  $x$  e  $y$  que minimizam o custo do transporte. O modelo tem como ponto fraco não relacionar factores importantes, no processo de decisão, como o custo de implantação e disponibilidade de mão-de-obra entre outros (*Carvalho, 2002*). É no entanto usado para determinação de localizações fabris.

### *Sistemas de Redes – p-medianas*

Hakimi (1964) estabeleceu dois teoremas: (i) existe um ponto de uma rede que minimiza a soma ponderada das distâncias mais curtas de todos os vértices a esse ponto, que é igualmente vértice da rede; (ii) para o caso de se escolher  $p$  pontos centrais (problema  $p$ -mediana), existe um conjunto de  $p$  pontos (vértices da rede) que minimiza a soma das distâncias ponderadas de todos os vértices aos mais próximos de  $p$  pontos da rede.

Um modelo de sistemas de redes é representado como um gráfico que une vários pontos, designados por nós, e as suas uniões por arcos. Esses nós devem representar a procura nos vários pontos em redor e são esses nós que podem também representar potenciais sítios para localizações.

Este modelo também foi desenvolvido a partir do conceito de *Weber*. Numa continuidade de arcos e nós que constituem uma rede podemos designar o problema como  $p$ -medianas.

Num problema  $p$ -medianas um determinado número de instalações ( $p$ ) tem de ser localizado no gráfico, de forma a que a soma das distâncias entre os nós do garfo e as instalações mais próximas seja minimizada.

Em Klose e Dixel, (2005) encontramos uma formulação do sistema de redes onde  $K$  é um gráfico correspondente a vários nós,  $J \subseteq K$  as várias localizações (medianas), e a  $w_{kj}$  a distância entre os nós  $k$  e  $j$ ,  $y_j$  a variável binária de decisão, que será igual a 1 se o nó  $j$  escolhido for a localização, se não assume o valor 0, e  $x_{kj}$  a variável binária de decisão que reflecte a transferência da procura de  $k \in K$  para a potencial localização em  $j$ .

Em que a função objectivo a minimizar é:

$$V = \min \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} (w_{kj} d_{kj}) z_{kj}$$

Sujeito a:

- $\sum_{j \in J} z_{kj} = 1 \quad \forall k \in K,$
- $z_{kj} - y_j \leq 0 \quad \forall k \in K, j \in J,$
- $\sum_{j \in J} y_j = p,$
- $z_{kj}, y_j \in \mathbb{N}, \quad \forall k \in K, \forall j \in J$

O modelo de sistemas em rede é amplamente usado em problemas de localização de escolas, unidades produtivas, centros de distribuição entre outros.

Hakimi (1964, 1965) mostrou que é suficiente limitar o conjunto de potenciais sítios para o conjunto de nós em que a função objectivo pode ser qualquer uma das *minsum* ou *minmax* tipo. Os modelos *minsum* são concebidos para minimizar distâncias médias enquanto os modelos *minmax* para minimizar distâncias máximas.

Klose e Drexel, (2005), referem que os modelos *minsum* são usados para minimizar distâncias médias e os modelos *minmax* para minimizar distâncias máximas. Genericamente, os modelos *minsum* são aplicados em problemas de localização de empresas (sector privado) e os *minmax* em problemas de levantamentos do sector público

Nas apresentações de Hakimi (1964, 1965), demonstrou as primeiras aplicações do problema da *p-mediana*, para a determinação de centros de comutação em redes de comunicações. Desde então, diversas alternativas de resolução foram desenvolvidas com complementos de métodos heurísticos. Maranzana (1964) Teitz e Bart (1968), apresentaram uma heurística “gulosa”, baseada na substituição dos vértices, posteriormente melhorada por Whitaker (1983) e Resende e Werneck (2004).

Muitos trabalhos foram apresentados, usando o modelo das *p-medianas*, em processos de decisão de localização. Tibes (2008), propôs uma metodologia para a distribuição espacial de farmácias com o objectivo de minimizar a distância média dos percursos feitos pelos utentes, desde as suas residências até à farmácia mais próxima, tomando como base um cenário real de uma cidade Brasileira. Para tal adoptou o algoritmo genérico e o algoritmo *teitz e bart*, para optimização, visto o tempo para encontrar uma solução óptima crescer exponencialmente à medida que aumentam os dados de entrada (Garey e Johnson, 1979), combinado com o problema da *p-mediana*.

Outro trabalho publicado conjugando o problema da *p-mediana* e uma heurística, foi apresentado por Louça Jr., Barros e Rocha (2008). Esta investigação conjuga o problema da *p-mediana* com uma heurística GRASP (*Greedy Randomized Adaptive Search Procedure*), que em português significa, processo de busca adaptável “guloso” de *randomização* (processo pelo qual as probabilidades são atribuídas a todos os pontos no espaço amostral). Trata-se de um modelo de localização genérico que, na óptica dos autores, poderá ser aplicado na decisão da localizações de escolas, hospitais, pontos de paragem de autocarros, centros de distribuição, etc..

ReVelle e Laporte (1998), destacam as modificações ao problema da *p-mediana*, realizadas por Owen e Daskin em 1986, para exemplificarem como esta versão poderia ser aplicada em contextos de tomada de decisão estratégica.

O método da *p-medianas* deu origem a muitos outros estudos mais aprofundados sobre a temática da localização (Christofides e Beasley, 1982; Hanjoul e Peeters, 1985; Beasley, 1993 e Klose, 1993). Mais tarde, Boland e Domingues-Marín em 2003 começaram a explorar os problemas de *p-medianas* e o centro da gravidade em casos especiais, associados a algoritmos (Klose e Dixel, 2005).

#### **2.8.2.2 Modelos Discretos**

Se no início de um problema de localização, já tivermos uma série de potenciais localizações, o problema poderá ser modelado com recurso a programação linear inteira (PLI). Os problemas de redes explicitam distâncias métricas entre potenciais localizações e procura. Os PLI modelam parâmetros usados como input procurando a optimização, por isso se classificam como discretos.

Aparentemente, o modelo *p-medianas* foi a origem do desenvolvimento de todos os restantes modelos apresentados de seguida, onde diferem, apenas, por estarem propostos locais para instalações.

Na realidade, o modelo *p-medianas* assume a sua estrutura a partir de um conjunto de potenciais instalações, sendo a distância entre as possíveis localizações, tida em conta aquando dos cálculos, sem que a sua origem seja questionada ( Daskin e Owen, 1998)

Em trabalhos publicados, como os de Klose e Drexl (2005) e Revelle e Eiselt (2005), são listados modelos de localização aplicáveis a muitas áreas, nomeadamente a centros de distribuição. Para além da apresentação dos modelos, são sintetizadas as suas características e aplicabilidade.

Alguns dos modelos discretos de localização de instalações que podem ser considerados são: modelos *por etapas*, modelos *capacitados* e *não capacitados*, modelos *multi-produto* ou *produto único*. De seguida apresentam-se estes modelos bem como as suas características fundamentais diferenciadoras.

Muitos foram os investigadores que desenvolveram várias teorias em torno deste tipo de modelos: Barros e Labbé em 1992, Barros em 1998, Asrdal também em 1998, Pirkul e Jayaraman em 1996 e 1998, entre muitos outros (Klose, Dixel 2005).

### **2.8.2.2.3 Modelos Dinâmicos**

Os modelos dinâmicos têm como principal característica a seguinte consideração: onde e quando localizar. A condição tempo é utilizada na modelação.

Geralmente as decisões de localização são decisões de longo prazo. Centros de distribuição e armazéns poderão ser localizações que não alcancem longos períodos. Muitos factores influenciam este tipo de localizações, em particular a procura e custos de estrutura, mas deslocar ou redimensionar uma localização poderá ser mais dispendioso. A fim de resolver estas questões foram desenvolvidos modelos de localização dinâmicos. Vários autores se destacaram nestes modelos, entre os quais: Schilling; Watson-Gandy e Shulman

Em modelos matemáticos dinâmicos a opção de fechar ou abrir um centro de distribuição é avaliada num determinado período de tempo, que terá valor máximo, igual ao período que se pretende projectar ( Klose e Dlerx, 2005).

Antes de qualquer construção de modelo matemático, é necessária formulação do problema. Nesse momento de diagnóstico deve haver muita clareza e objectividade.

Quando se formula um modelo de localização terá que ser avaliado uma série de restrições e de custos associados. Para Tan (1993), os custos, variáveis e restrições mais habituais em modelos de localização de CD's, são: (i) custos variáveis de produção em cada potencial localização; (ii) custos de manipulação das mercadorias armazenadas; (iii) custos fixos anuais da instalação; (iv) custos fixos para a construção de nova(s) localização; (v) custos de distribuição; (vi) custos de transporte e (vii) custos de posse de stock.

Domschke e Drexel (1985) listaram mais de 1500 factores críticos em problemas de localização e layout, mas há quatro que se destacam: (i) os clientes, que se presumem já localizados em pontos ou em rotas; (ii) as acessibilidades às localizações em estudo; (iii) um espaço no qual os clientes e instalações estão localizadas e; (iv) uma métrica que indica distâncias ou tempos de deslocação entre clientes e instalações.

Após este levantamento sobre os modelos de localização e das suas características e factores neles afectos, seguir-se-á uma análise mais detalhada de modelos (que se presumem ser mais adaptados á localização de CD's) ao nível das formulações matemáticas, das suas variáveis e parâmetros. Optou-se por não as colocar seguidas da sua descrição, ao contrário das formulações nos modelos no plano e de redes.

### 2.8.2.3 Formulações Matemáticas de Modelos Discretos e Dinâmicos

As formulações matemáticas dos problemas de localização são construídas com base em variáveis, parâmetros e restrições. Em Tan (1993), listam-se as que, aparentemente, são mais usuais em modelos de localização de CD's e unidades de produção: (i) preço de produção e capacidade das instalações; (ii) custos de manipulação e capacidade de armazenagem; (iii) as variáveis  $\{0,1\}$ , associadas a cada nova potencial localização, 1 para abrir, 0 para fechar; (iv) a procura para cada produto em cada mercado e (v) objectivos de stock e nível máximo.

A optimização dos modelos matemáticos assenta em suposições. A precisão e a qualidade dos resultados dos modelos dependem da qualidade das suposições.

Para Bhutta (2004), os inputs mais frequentes, em programação matemática mais actuais, são os seguintes:

- capacidade;
- procura;
- plataforma central e centros de distribuição;
- produto único ou multi-produtos;
- custos de stock;
- custos de stock de segurança;
- plataformas de produção;
- flexibilidade;
- investimento;
- taxas de inflação;
- impostos .

Seguidamente apresentam-se alguns dos modelos mais usados em contextos de tomadas de decisão sobre localização de instalações para CD's:

- Problemas de Localização de Instalações Não-Capacitados
- Problemas Capacitados de Localização de Instalações
- Problemas de Localização de Centros Intermédios (contínuo)
- Problemas de Localização de Instalações Considerando o Fluxo de Produtos Múltiplos.
- Problemas de Localização de Instalações Considerando Custos de Stocks.

### 2.8.2.3.1 Problemas de Localização de Instalações Não-Capacitados

Esta formulação considera apenas o custo de transporte em função da procura da zona. Sendo o seu principal objectivo minimizar o custo total, este é apenas obtido em função de custos variáveis tornando desprezíveis e insignificantes os custos fixos de gestão.

Assim sendo a função objectivo é:

$$\text{Min}Z = \sum_{ij} c_{ij}x_{ij}$$

sujeita às seguintes restrições:

- $\sum_i x_{ij} = 1 \quad \forall j$  - Cada zona de consumo é atendida apenas por uma instalação
- $x_{ij} \leq y_i \quad \forall i, j$  - Só pode haver locação se uma instalação for aberta
- $x_{ij}, y_i \in \{0,1\}$  - As variáveis são binárias
- $\sum_i y_i = p$  - Número de instalações a serem abertas

Em que:

- $C_{ij}$  – Custo de transporte da instalação  $i$  para a zona de consumo  $j$
- $x_{ij}$  – Percentual da procura da zona de consumo  $j$  atendida pela instalação  $i$
- $y_{ij}$  – Variável indicadora da abertura (1) ou não (0) da instalação  $i$
- $p$  – Número máximo de instalações a serem abertas
- $Z$  – Custo total

Efroymsom e Ray (1966) acrescentaram a esta formulação, a variável custo fixo. Erlenkotter (1978) mais tarde propõe uma melhoria a este modelo, sendo a sua formulação a seguinte:

$$\text{Min}Z = \sum_{ij} c_{ij}x_{ij} + \sum_i f_i y_i$$

com as seguintes restrições:

- $\sum_i x_{ij} = 1 \quad \forall j$  - cada zona de consumo é atendida apenas por uma instalação
- $x_{ij} \leq y_i \quad \forall i, j$  - Só pode haver locação se uma instalação for aberta
- $x_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j$  - Tem de existir sempre procura; não faz sentido haver uma instalação sem procura
- $y_i \in \{0,1\}$  - As variáveis são binárias

Em que:

- $f_i$  - Custo fixo de abertura e operação da instalação  $i$ .

Este problema não restringe o número de instalações a serem abertas pois, com a inclusão de custos fixos de instalações a serem incluídas na função objectivo, a solução “ótima” procurará optimizá-los em conjunto com os custos de transportes.

A aplicabilidade deste modelo limita-se a problemas onde os custos fixos não variam em função da dimensão da instalação e onde a instalação consegue sempre responder às necessidades de consumo das zonas.

### 2.8.2.3.2 Problemas Capacitados de Localização de Instalações

Esta nova formulação tornou-se necessária visto que as premissas mais realistas devem impor limites mínimos para justificarem a abertura de uma instalação, bem como capacidades máximas de resposta.

Nesta linha de raciocínio, Ellwein e Gray (1971) propuseram a primeira formulação eficiente de um modelo capacitado de localização de instalações, a qual consiste em:

$$\text{Min}Z = \sum_{ij} c_{ij}x_{ij} + \sum_i f_i y_i$$

Sujeito às seguintes restrições:

- $\sum_i x_{ij} > D_j \quad \forall j$  - Toda a procura tem de ser satisfeita

- $\sum_j x_{ij} \leq \bar{V}_i y_i \quad \forall i$  - Capacidade limitada de movimentação/produção da instalação, tornando possível incluir limites inferiores de movimentação para a abertura de uma instalação
- $\sum_i y_i = p$  - Número de instalações a serem abertas
- $x_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j$  - Tem de existir sempre procura; não faz sentido haver uma instalação sem procura
- $y_i \in \{0,1\}$  - As variáveis são binárias

Em que:

- $x_{ij}$  - Quantidade de fluxo de materiais da instalação  $i$  para a zona de consumo  $j$
- $D_j$  - Procura da zona de consumo  $j$
- $\bar{V}_i$  - Capacidade máxima da instalação  $i$
- $P$  - Número máximo de instalações a serem abertas

O problema consiste em minimizar os custos de transporte bem como os custos fixos de operação e abertura das instalações. Se assumirmos que nos custos de operação poderíamos estar incluídos os custos de armazenamento e manuseamento estaríamos a entrar em linha de conta com mais variáveis, as quais, no momento, não estão a ser contempladas.

A aplicação deste modelo é ideal quando surge latente a decisão de localização das instalações em função do mercado. Porém, esta formulação permite apenas localizar um tipo de instalação no sistema lógico, tornando inviável a configuração de uma cadeia de abastecimentos, principalmente, de centros de distribuição e de armazéns que recebam cargas nas suas próprias instalações, por não incluir custos de transportes de entrada.

Por incluírem limites de capacidade, os modelos matemáticos de localização foram capazes de definir também as capacidades “óptimas” de cada instalação, ampliando a sua aplicabilidade no suporte de decisões estratégicas.

Os modelos apresentados até agora não são adequados para localizar instalações posicionadas em elos intermédios da cadeia de abastecimento recebendo fluxos físicos de entrada.

Assim, surgiram formulações que contemplam centros intermediários, de forma a equilibrar os custos de transporte, tanto de entrada como de saída, ou seja, os centros passam a ser distinguidos como centros de fornecimento e instalação.

### 2.8.2.3.3 Problemas de Localizações de Centros Intermédios

Segundo alguns autores, a primeira formulação deste modelo proposto por Ellwein e Gray (1971), surgiu no seguimento do modelo anterior:

$$\text{Min}Z = \sum_{hj} c'_{hj} x'_{hj} + \sum_{ij} c_{ij} x_{ij} + \sum_i f_i y_i$$

Adição da primeira parcela - custos de transporte de materiais do fornecedor h até à instalação j.

Sujeito a:

- $\sum_i x_{ij} > D_j \quad \forall j$  - Toda a procura tem de ser satisfeita
- $\sum_j x_{ij} \leq \bar{V}_i y_i \quad \forall i$  - Limita a capacidade de movimentação/produção da instalação, sendo possível incluir limites inferiores de movimentação para a abertura de uma instalação
- $\sum_i x'_{hj} \leq S_h \quad \forall h$  - Restrições de capacidade de resposta do fornecedor
- $\sum_h x'_{hj} = \sum_j x_{ij} \quad \forall i$  - Equilíbrio de fluxo de materiais recebidos e expedidos nas instalações intermédias
- $x_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j$  - Tem de existir sempre procura; não faz sentido se houver uma instalação sem procura
- $y_i \in \{0,1\}$  - As variáveis são binárias

Onde:

- $x_{ij}$  - Quantidade de fluxo de materiais da instalação i para a zona de consumo j

- $D_j$  - Procura da zona de consumo  $j$
- $\bar{V}_i$  - Capacidade máxima da instalação  $i$
- $P$  - Número máximo de instalações a serem abertas
- $C'_{hi}$  - Custo de transporte do fornecedor  $h$  para a instalação  $i$  (podendo incluir ainda o custo de aquisição)
- $x'_{hi}$  - Quantidade de fluxo de materiais do fornecedor  $h$  para a instalação  $i$
- $S_h$  - Disponibilidade máxima de material no fornecedor  $h$

Na prática, este modelo possui uma grande aplicação pois implica localizar instalações considerando o fluxo de materiais recebidos dos fornecedores e enviados para os clientes. Permite localizar centros de distribuição ou outras instalações intermédias, que recebam carga de outra instalação, da própria organização.

Tais modelos possuem ainda a limitação de considerar o fluxo de apenas um único produto (ou um produto genérico) dentro da rede, tornando os modelos muito simplistas e não adaptados à realidade das cadeias operativas.

A realidade mostra-nos que na Logística actual são movimentados inúmeros produtos, cujos fluxos podem diferir bastante em termos de tipo de produto, de quantidade e de disponibilidade.

#### **2.8.2.3.4 Problemas de Localização Considerando o Fluxo Multi-Produto**

A formulação mais fidedigna desta problemática foi proposta por Geoffrion e Graves (1974). Estes, tiveram como objectivo minimizar o custo de transporte entre os fornecedores, os centros de distribuição e os clientes, e os custos fixos de abertura e de operação.

$$MinZ = \sum_{ijkl} c_{ijkl} x_{ijkl} + \sum_k \left[ f_k z_k + v_k \sum_{ij} D_{ij} y_{kj} \right]$$

Na função objectivo pretende-se minimizar o custo total: o custo de transporte, considerando que é proporcional ao fluxo; o custo de instalação de CD, podendo ser fixos e/ou variáveis, também proporcionais à procura existente.

Nesta formulação, as variáveis de decisão são fluxos de produtos que percorrem a rede, traçada desde o produto até ao cliente, além das variáveis indicadoras de localização de um CD a uma zona de consumo e abertura de CD's.

Sujeito a:

- $\sum_{kl} x_{ijkl} \leq S_{ij} \quad \forall i, j$  - Restrições de limite superior de oferta de produção
- $\sum_j x_{ijkl} \geq D_{il} y_{kl} \quad \forall i, k, l$  - Toda a procura tem de ser satisfeita
- $\sum_k y_{kl} = 1 \quad \forall i, j$  - Satisfação das zonas de consumo
- $\underline{V}_k \cdot z_k \leq \sum_{il} D_{il} \cdot y_{kl} \leq \overline{V}_k z_k$  - Restrições de capacidade mínima e máxima de um centro de distribuição
- $x_{ijkl} \geq 0, \quad \forall i, j, k, l$
- $z_k \in \{0,1\}, \quad \forall k$
- $y_{kl} \in \{0,1\}, \quad \forall k, l$

São também acrescentadas restrições de não negatividade e integralidade para as variáveis.

Onde:

- $i$  - Índice de produtos
- $j$  - Índice para plantas industriais (fornecedores)
- $k$  - Índice para possíveis centros de distribuição (distribuidores)
- $l$  - Índice de zonas de consumo
- $S_{ij}$  - Oferta (capacidade de produção) do produto  $i$  na planta  $j$
- $D_{il}$  - Oferta do produto  $i$  para a zona de consumo  $l$
- $\underline{V}_k$  - Movimentação mínima no CD  $k$

- $\overline{V}_k$  - Movimentação máxima no CD  $k$
- $f_k$  - Custo fixo do CD  $k$
- $v_k$  - Custo variável de movimentação no CD  $k$
- $C_{ijkl}$  - Custo médio de produção e de transporte do produto  $i$  na planta  $j$ , distribuído pelo CD  $k$  à zona de consumo  $l$
- $x_{ijkl}$  - Quantidade do produto  $i$  enviado da plataforma  $j$  para a zona de consumo  $l$  pelo CD  $k$
- $y_{kl}$  - Variável binária que indica se o CD  $k$  serve a zona de consumo  $l$  (1) ou não (0)
- $z_k$  - Variável binária que indica se o CD  $k$  é aberto (1) ou não (0)

Este modelo permite ainda incluir outras restrições como:

- Limites inferiores e superiores ao número de CD's abertos (restrições orçamentais);
- Restrições à abertura de CD's num determinado subconjunto de possíveis localizações;
- Localização prévia de zona de consumo a CD;
- Restrições de capacidade combinada de CD's;
- Restrições ao nível da qualidade de serviço expressas por:

$$\sum_{kl} t_{ikl} D_{il} y_{kl} / \sum_l D_{il} \leq T_i$$

Onde:

- $t_{ikl}$  - Tempo médio de entrega do produto  $i$  a zona de consumo  $l$  pelo CD  $k$
- $T_i$  - Tempo médio de entrega do produto  $i$

Ao trabalhar com variáveis de decisão que representam o fluxo, desde o CD até ao cliente final, é possível limitar o tempo de ciclo do pedido, no atendimento ao cliente e modelar estratégias combinadas de entrega de itens.

Pela forma como foi modelado, o problema pode ser decomposto, em problema de transporte (considerando  $Z_k$  e  $Y_{kl}$  fixos e variáveis) e em problema de localização.

Devido à restrição de atendimento dos clientes apenas por um CD, o problema de transporte é facilmente solucionável para cada produto  $i$  de forma independente.

Os modelos matemáticos desenvolvidos, até então, têm sido idealizados para quaisquer tipo de instalações. Contudo, quando se entra em consideração com centros que têm características diferentes, como de produção, armazenagem e distribuição o subsistema de produção tem particularidades que devem ser tomadas em conta num projecto de rede logística, tais como as economias, ou não, de escala.

Este modelo foi ampliado e adaptado por Brown em 1987 para representar cadeias que possam localizar plataformas de produção e, em simultâneo, centros de distribuição centrais e regionais, sendo estes modelos aplicáveis a uma escala e abrangência geográfica maiores. O modelo apresentado permite ainda, para além de planear a localização das instalações, limitar o número de produtos a serem produzidos em cada plataforma (ReVelle, Eiselt, 2005).

### 2.8.2.3.5 Problemas de Localização Considerando o Custo de Stock

Em todos os modelos vistos até aqui, observámos uma tendência de negligência em relação à existência de custos de stock no cálculo total, embora estivessem cientes da sua inclusão na configuração de uma rede logística. Contudo, Jayaraman (1998) propôs um modelo que permite minimizar os custos logísticos totais, levando em consideração os custos de stock.

A sua formulação é dada por:

$$MinZ = \sum_j F_j z_j + \sum_{i,j,l,r} (T_{ijlr} + C_{lr} L_{ijlr} + \frac{CP_{ij}}{2 \cdot F_{ijlr}} + \frac{CW_{il}}{2 \cdot F_{ijlr}}) x_{ijlr} + \sum_{j,k,l,r} d_{jklr} y_{jklr} + \sum_i O_i p_i$$

Sujeito a:

- $\sum_{j,r} y_{jklr} = D_{kl}$
- $\sum_{k,l,r} y_{jklr} \leq W_j z_j$
- $\sum_j z_j \leq NW$
- $\sum_k y_{jklr} \leq \sum_i x_{ijlr}$

- $\sum_{j,r,l} x_{jklr} \leq G_i p_i$
- $\sum_i p_i \leq NP$
- $x_{ijlr}, y_{jklr} \geq 0, \forall i, j, k, l, r; z_j, p_i \in \{0,1\}, \forall i, j$

Em que temos como variáveis:

- $T_{ijlr}$  - Custo Unitário de transporte do produto  $l$  do centro  $i$  para o CD  $j$  pelo transporte  $r$
- $F_{ijlr}$  - Frequência de transporte do produto  $l$  do centro  $i$  para o CD  $j$  usando o transporte  $r$
- $d_{ijlr}$  - Distância do produto  $l$  do centro  $i$  para o CD  $j$  pelo transporte  $r$
- $L_{ijlr}$  - Tempo médio de entrega do produto  $l$  do centro  $i$  para o CD  $j$  pelo transporte  $r$
- $CP_{il}$  - Custo de Stock, armazenagem e movimentação do produto  $l$  para o centro  $i$
- $CW_{jl}$  - Custo de Stock, armazenagem e movimentação do produto  $l$  para o CD  $j$
- $C_{lr}$  - Custo de Stock em trânsito do produto  $l$  no transporte  $r$  por unidade de tempo
- $D_{kl}$  - Procura pelo produto  $l$  na zona de consumo  $k$
- $W_j$  - Capacidade do CD  $j$
- $G_i$  - Capacidade do centro  $i$
- $F_j$  - Custo fixo de abertura e operação do CD  $j$
- $O_i$  - Custo fixo de abertura e operação no centro  $i$
- $NW$  - Número de CD's a abrir
- $NP$  - Número de Centros a abrir
- $x_{ijlr}$  - Quantidade do produto  $l$  embarcado do centro  $i$  para o CD  $j$  pelo transporte  $r$
- $y_{ijklr}$  - Quantidade do produto  $l$  embarcado do CD  $j$  para a zona de consumo  $k$  pelo transporte  $r$

- $Z_j$  - Variável binária que indica se o CD  $j$  é aberto (1) ou não (0)
- $P_i$  - Variável binária que indica se o centro  $i$  é aberto (1) ou não (0)

Esta formulação tem como objectivo minimizar vários factores em simultâneo: os custos de transporte dos centros para os CD's e dos CD para as zonas de consumo; os custos de abertura e de operação nas instalações; e de stocks médios nas instalações e em movimento.

Comparativamente aos modelos apresentados anteriormente, esta formulação não apresenta muitas restrições na configuração da rede logística.

Contudo, este modelo ignora ainda os stocks de segurança, que foram posteriormente incluídos por Croxton e Zinn (2005) os quais viriam a considerar, explicitamente, a influência da centralização/descentralização dos stocks de segurança na configuração da rede logística. Considera ainda que o tempo de entrega médio de todos os CD's é igual, independentemente do número de CD's, visto que o tempo de perca no ciclo do pedido é reduzido.

A formulação é dada por:

$$MinZ = \sum_J F_j y_j + \sum_{i,j,k} T_{ij} x_{ijk} + \sum_{i,j,k} T_{j,k} x_{ijk} + \sum_{s,h} I_{sh} W_{sh}$$

Sujeito às restrições:

- $\sum_i v_{ijh} = \sum_k x_{ijk}$
- $\sum_i v_{ijh} \leq C_{ih}$
- $\sum_i x_{ijk} \geq D_{kh}$
- $v_{ijh} \leq C_{ih} y_{ih}$
- $x_{ijk} \leq D_{kh} y_{ih}$
- $y_{jh} \leq y_j$
- $\sum_j y_{jh} = \sum_s S W_{sh}$

- $\sum_s w_{sh} = 1$

Temos que as variáveis são:

- $F_j$  - Custo fixo de abertura e operação do CD  $j$
- $T_{ij}$  - Custo de transporte entre o fornecedor  $i$  e o CD  $j$
- $T_{jk}$  - Custo de transporte entre o CD  $j$  e a zona de consumo  $k$
- $C_{ih}$  - Capacidade do fornecedor  $i$  para o produto  $h$
- $D_{kh}$  - Procura do produto  $h$  na zona de consumo  $k$
- $I_{sh}$  - Custo de stock do produto  $h$  em  $S$  CD's – Stock de segurança
- $v_{jh}$  - Quantidade de produtos  $h$  embarcados entre o fornecedor  $i$  e o CD  $j$
- $x_{jk}$  - Quantidade de produtos  $h$  embarcados entre CD  $j$  e zona de consumo  $k$
- $y_j$  - Variável binária que indica se o CD  $j$  é seleccionado (1) ou não (0)
- $y_{jh}$  - Variável binária que indica se o CD  $j$  é seleccionado para o produto  $h$  (1) ou não (0)
- $W_{sh}$  - Variável binária que indica se  $S$  CD's são abertos (1) ou não (0)

#### 2.8.2.4 Síntese e Comparação de Modelos

Com base no levantamento dos principais modelos aplicáveis a localizações de CD's, aqui propostos para análise, concluímos que um modelo que represente bem uma rede logística deve ter em conta os critérios de capacidade e os multi-produtos e possuir pelo menos uma plataforma (armazém) e vários centros de distribuição. É ainda fundamental que este considere custos de stock e que seja flexível para incluir particularidades da cadeia operativa.

Até a década de 70, os modelos são mais simples e têm em linha de conta variáveis e parâmetros mais gerais, o que lhes confere maior facilidade de análise e compreensão e levantamento de informação.

Estes mesmos modelos conduziram ao despertar de interesses por parte dos investigadores, os quais passaram a abordá-los mais profundamente e a incluir novas variáveis e parâmetros, tornando-os cada vez mais adaptados às reais necessidades de localização.

Para tal passaram a incluir variáveis como: impostos, inflação, investimento, taxas de câmbio. Dos vários documentos analisados e dos vários modelos explicados, a seguinte tabela resume cronologicamente a evolução na introdução de variáveis e parâmetros aos modelos de localização e dos investigadores envolvidos.

Ano	Autores	Parâmetros dos Modelos											
		Capacidade	Procura	Plataforma Central	CD's	Multi-Produto	Custos de Stock e Segurança	Plataformas de Produção	Flexibilidade	Investimento	Taxas de Inflação	Taxas de Câmbio	Impostos
1966	<i>Efroymson e Ray</i>			x									
1971	<i>Ellwein e Gray</i>	x		x	1								
1974	<i>Geoffrion e Graves</i>	x		x	>= 1				x				
1978	<i>Erlenkotter</i>			x									
1985	<i>Haug</i>	x	x										
1987	<i>Brown</i>	x		x		x		x	x				
1996	<i>Kirca e Kokasalan</i>	x	x						x	x			
1996	<i>Mün e Melachrinoudis</i>	x	x						x		x		
1996	<i>Canel e Kkumawala</i>	x	x						x		x	x	
1998	<i>Jayaraman</i>	x		x	1	x	x						
1999	<i>Mohamed</i>	x	x								x	x	
2000	<i>Filipo</i>	x	x										
2001	<i>Bhutta</i>	x	x								x	x	x
2002	<i>Hadjinicola e Kulmar</i>	x	x						x			x	
2002	<i>Syan</i>	x	x						x				
2002	<i>Vertter</i>	x	x						x				
2005	<i>Croxton e Zinn</i>	x	x	x	1	x	x	x	x				
2006	<i>Hamad</i>	x	x						x			x	x

**Tabela 3: Tabela Síntese de Parâmetros por Autor**

Fonte: Elaboração Própria

A quantidade enorme de variáveis, que devem ser consideradas num problema de optimização de uma cadeia logística, torna o problema de difícil resolução (Ballou 1998).

Para as empresas transnacionais, com objectivo de expandir os seus horizontes comerciais, o problema da localização de novas unidades industriais, fornecedores e centros de distribuição (CD) nos diferentes mercados, torna-se muito mais importante (Bijayamada e Chakravarty, 1994). Factores como procura, custos de produção fixos e variáveis, custos de distribuição e armazenagem, benefícios fiscais, variações de câmbio e taxas de juro, tornam a decisão de localização de CD's num processo complexo, que por vezes é conduzido de forma subjectiva, sem ter em consideração que o sistema é composto por vários subsistemas (Hamad, 2006).

A partir dos anos noventa os modelos de optimização de localização já registam a preocupação referida por Hamad (2006), impostos, taxas de inflação e câmbio, são considerados parâmetros nos modelos conforme atesta a tabela 3.

Um grande aumento nos modelos matemáticos desenvolvidos recentemente, objectivam a necessidade de optimização da decisão de localização nas empresas transnacionais (Bhutta, 2004).

### 2.8.2.5 Modelos de Localizações de Centros de Distribuição

Nas últimas cinco décadas, muitos modelos foram desenvolvidos para a localização de CD's e armazéns. Geoffrion e Graves (1974) foram dos pioneiros, seguidos por muitos outros. A grande maioria desses trabalhos foram realizados em ambientes acadêmicos, mas alguns evoluíram para aplicações comerciais (Manugistics, 2006; I2, 2006; Smartops, 2006) (Hamad, 2006).

Bhutta (2004), sintetiza vários modelos globais de localização, desenvolvidos nas últimas 3 décadas, combinando o algoritmo usado na construção do modelo aos restantes factores que neles influíram. A tabela que segue é uma adaptação de Bhutta (2004) e ilustra o que se acaba de referir.

Autor	Haug	Kirca e Kokasalan	Mín e Melachrinoudis	Canal e Khumawala	Mokamed	Flijo	Bhutta	Hadjuicoia e Kulmar	Syan	Verter	Hamad
ano	1985	1996	1996	1996	1999	2000	2001	2002	2002	2002	2006
<b>Tipo de Modelo</b>	PLIM	PL	Programação por Metas	PLIM Binário	PLIM	Modelo de Redes	PLIM	Programação por Metas	Simulated Annealing	Algoritmo Próprio	PLIM
<b>Objective</b>	Maximizar Lucro	Maximizar Lucro	Max. Lucro depois de Impostos	Maximizar Lucro	Minimizar Custo	Minimizar Custo	Maximizar Lucro	Maximizar Lucro	Minimizar Custo	Minimizar Custo	Minimizar Custo
<b>Nº. Períodos</b>	2	12	3	4	3	12	3	1	1	1	1
<b>Número de Instalações</b>	2	1	5	5	2	10	3	3	3	13	16
<b>Mercados</b>	1		1	6	3		4		2	49	47
<b>Produtos</b>	1	1	1	1	1	16	2	1	1	1	2
<b>Número de Elos da Cadeia</b>	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	4
<b>Factores Considerados</b>											
<b>Procura</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Capacidade</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Investimento</b>		x	x	x				x	x	x	x
<b>Inflação</b>		x			x		x				
<b>Taxas de Câmbio</b>			x	x	x		x	x			x
<b>Taxas/Impostos</b>				x			x				x

**Tabela 4: Síntese Modelos Globais de Localização**

Fonte: Bhutta (2004).

Verificamos que a procura e a capacidade são factores considerados em todos os modelos, e a programação linear (PL) usada como algoritmo. Actualmente e segundo Hamad (2006) estima-se que o percentual de modelos que usam a PL esteja a decrescer, devido ao crescimento de pesquisas na melhoria de heurísticas e metaheurísticas, como o algoritmo genérico, colónia de formigas, lista tabu, redes neutrais e outras.

A grande maioria dos modelos apresentados na tabela, simplificam o problema usando uma cadeia de valor, no máximo, com três elos (produção-armazenagem-procura).

O foco de quase todos os trabalhos apresentados é a maximização do lucro e a minimização dos custos. Nenhum deles apresenta como foco o nível de serviço, uma preocupação tão emergente nos tempos que correm. Poderá ser este um ponto fraco.

## 3 CAP 3 – ESTUDO DE CASO

### 3.1 Introdução

Pretende-se agora fazer a ponte, entre o enquadramento teórico desenvolvido e o mercado em que o estudo de caso se insere. O Transporte Expresso é um subsector do mercado CEP (Courier, Express and Parcel), o mais competitivo do sector, e também o mais evoluído em termos tecnológicos. Actualmente o TE não disponibiliza apenas serviços de transporte acelerado, mas também uma componente de informação do status, dos envios, permitindo aos clientes uma gestão “*on-time*” do posicionamento das suas mercadorias.

A ANACOM (Autoridade Nacional para as Comunicações) regulador do mercado CEP (Courier, Express and Parcels) define serviços CEP, como os serviços cuja exploração se encontra liberalizada. Consideram-se na categoria dos serviços postais explorados em concorrência, os envios de correspondências cujo preço seja superior a duas vezes e meia a tarifa de referência (correio azul até 20g), desde que o seu peso seja superior a cinquenta gramas. Excluindo o serviços reservados ao operador nacional CTT.

Os serviços postais ou CEP explorados em regime de concorrência são prestados mediante a atribuição de uma licença.

Segundo o relatório da ANACOM (2007) no quarto trimestre de 2007, o IPC (Instituto Português da Comunicação) – ANACOM concedeu 17 novas licenças para a prestação de serviços postais não reservados. Assim eram 54 as entidades que dispunham de título habitante para prestar serviços de correio expresso no final de 2007.

As entidades autorizadas encontram-se habilitadas a prestar serviços de correio expresso, os quais se caracterizam pela aceitação/ recolha, tratamento, transporte e distribuição com celeridade acrescida, de envios de correspondências e encomendas, diferenciando-se dos respectivos serviços de base pela realização, entre outras, das seguintes características suplementares: prazo de entrega predefinido; registo dos envios; garantia de responsabilidade do prestador autorizado; controlo do percurso dos envios.

### **3.2 Transportes Expresso em Portugal, o Estado da Arte**

O Dossier Transporte Expresso (2006), sintetiza o estado de arte do Transporte Expresso (TE) em Portugal. O crescimento deste sector regista ainda níveis acima da média nacional. Os operadores de TE vêem esse crescimento como um sinal positivo e com continuidade.

O sector dos TE tem uma implantação relativamente recente mas, por servir de forma transversal as diferentes actividades económicas, apresenta um desenvolvimento mais dinâmico que muitas actividades.

O TE, tal como a generalidade das actividades logísticas, tende a acolher melhorias contínuas nos procedimentos e a absorver de forma rápida as inovações tecnológicas.

O TE é caracterizado por tempos de entrega extremamente curtos e pela exigência do mercado á constante informação dos estados dos envios. O aumento da exigência da confiabilidade, qualidade de serviço e a correcta adequação de procedimentos, obrigam os operadores de TE a uma constante flexibilidade e inovação. Para corresponder às exigências sector recorre cada vez mais à subcontratação e ao estabelecimento de parcerias estratégicas (Dossier Transporte Expresso, 2006).

Neste sector esperam-se ainda ajustes como fusões, aquisições e parcerias. O mercado assiste ainda á entrada de novos operadores. O crescimento registado acima da média nacional tem tornado o sector atractivo. (Dossier Transporte Expresso, 2006).

No plano internacional, a actividade de transporte aéreo expresso tem denotado igualmente um forte crescimento. Este facto deve-se a uma cada vez maior pressão sobre a cadeia de abastecimento das empresas, aliada a uma forte necessidade de redução de custos de posse de stocks. Os tempos de trânsito à escala mundial estão cada vez mais curtos, graças á densidade da rede aérea e rodoviária. Esta situação leva a que a constituição de stocks em vários pontos de globo seja mais cara, comparada com o custo do transporte a partir de um único centro de abastecimento mundial (Dossier Transporte Expresso, 2006).

Se esta análise é verdadeira no que toca ao transporte aéreo *vs* mercadorias internacionais acaba por ser maior para o mercado doméstico. Todos os operadores de transporte expresso a operar em Portugal dispõem de serviços de entrega no dia seguinte à recolha das mercadorias, na “casa” dos seus clientes. Um exemplo claro desta análise, é o caso das operadoras de telecomunicações móveis, que diariamente analisam a procura nos seus pontos de venda, e que também diariamente os abastecem ao nível da reposição de stocks, através do transporte expresso

### **3.2.1 O Crescimento, as Exigências e Apostas do Sector**

Segundo a APOE (Associação Portuguesa de Operadores Expresso) o mercado dos TE está a crescer ao ritmo de 5% ao ano. Confirma que crescimento do sector não se mede só em termos quantitativos, o mercado nacional e internacional demonstra cada vez mais níveis de exigência em termos de qualidade de serviço e nos processos logísticos. Esta exigência de qualidade levou os operadores a estabelecerem parcerias estratégicas que permitiram aumentar a competitividade e a competência das soluções aos crescentes requisitos do mercado.

A aposta nos recursos humanos, ferramentas de marketing, rigorosas análises de resultados e procedimentos, tecnologia de informação tem sido tónica dos operadores deste sector. O mercado exige qualidade, acima de tudo, mesmo do preço.

Portugal ainda apresenta um número inferior de envios expresso em relação á Europa. Segundo a APOE, este é um indicador que o mercado português tem ainda espaço para crescer. Os clientes deste sector tendem a recorrer mais ao outsourcing de transportes de qualidade eficaz e de nível superior ao que conseguiriam atingir por meios próprios.

As parcerias garantem não só custos mais reduzidos como, principalmente, um acentuado ganho de eficiências, tempo e imagem junto dos clientes revelando-se, assim, um factor relevante para a expansão no mercado português.

### **3.3 O Mercado CEP**

O mercado CEP, analisado por Accenture (2007), ao nível do serviço prestado, é caracterizado pela disponibilização aos seus clientes (empresas e particulares) de serviços expresso de recolhas e entregas de documentos e mercadorias, nacionais e internacionais, oferecendo em complemento soluções de logística integrada e serviços de estafetagem.

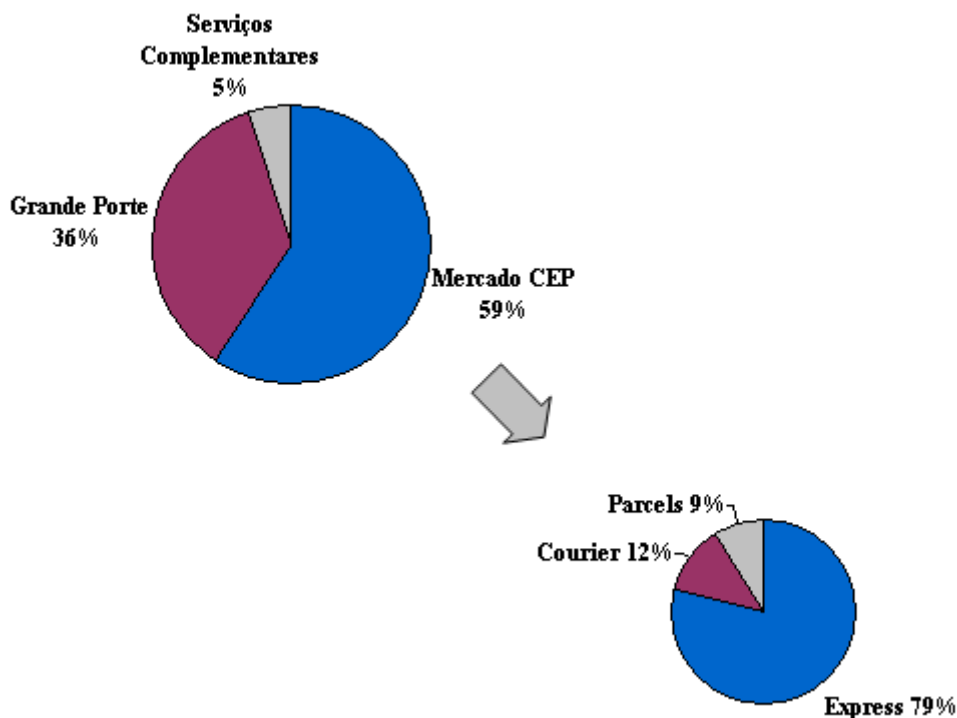
Os elevados níveis de crescimento do mercado constituem um factor de forte atractivamente, o que é bem patente no perfil das empresas que nele actuam e onde pontificam os players globais/integradores (DHL, TNT, UPS, FedEx), europeus (Chronopost) e ibéricos (Seur e MRW), citando apenas os principais com implantação nacional.

O mercado CEP em Portugal, e em termos globais, tem registado elevados níveis de crescimento anuais, sendo de 6% em 2006, apesar da fraca prestação da economia nacional, revelando recentemente alguma tendência de abrandamento.

O CEP está inserido num mercado designado como global e que contempla vários segmentos: O mercado CEP - Courier, Express and Parcels que é naturalmente o segmento mais relevante, o mercado do grande porte, que se caracteriza pelo transporte de mercadorias acima dos 30 kg e o mercado de serviços complementares de logística que é o segmento natural de evolução para grande parte destas empresas.

Numa análise de dois anos, feita pelo estudo da Accenture (2007), revela que o mercado CEP apresentou um decréscimo ligeiro tendo ganhado força os serviços complementares oferecidos pelas empresas.

Por outro lado, dentro do CEP, o segmento que mais cresceu, foi o segmento Express - transporte urgente de mercadorias, que corresponde a setenta e nove por cento do mercado CEP, em termos de repartição por segmento.



**Figura 7: Repartição do mercado global e mercado CEP**

Fonte: Elaboração Própria

### 3.3.1 A Dinâmica Concorrencial

Num mercado extremamente competitivo o estudo Accenture (2007) revela que as empresas vivem em constante concorrência pelo que requer muito dinamismo por parte destas, onde se estabelecem estratégias para fins bem definidos.

A nível estratégico, destacam-se três eixos importantes de abordagem por parte das empresas:

- Disputa directa dos clientes, pela abordagem comercial das empresas;
- Tendência para diminuição do preço médio por objecto, tornando as margens menores;
- Abordagem comercial por sectores de actividade, permitindo ganhar nichos de mercado.

Quanto ao caminho a seguir, as empresas estão orientadas para:

- Procurar analisar, cada vez mais, a cadeia de abastecimento dos clientes de forma a gerar uma maximização do valor;
- Proporcionar informação em tempo real, assegurando formas de rápida resposta às alterações do mercado.

No estudo realizado e pela análise dos clientes, foram identificadas as suas necessidades, destacando-se como factores cruciais:

- Rapidez no serviço – o mercado já conseguiu atingir o patamar máximo, pelo que não se espera melhorias neste ponto;
- Informação “on time” – é um factor importante e que influencia as decisões dos clientes;
- Preço – neste ponto, a pressão dos clientes é sempre muita e constante; contudo, não é factor em que se esperem grandes alterações;
- Gestão logística – é um critério cada vez mais relevante e solicitado pelo mercado, mas que requer um grande investimento por parte das empresas.

Com o intuito de dar respostas a estas necessidades dos clientes, os Operadores Logísticos procuram actuar com algumas linhas orientadoras, fazendo as suas apostas no reforço da especialização por sector, nos serviços de gestão logísticos, no vínculo das características e funcionalidades dos serviços, no segmento de mercado B2C (Business to Customer) e na protecção da sua carteira de clientes.

### **3.4 A CTT Expresso, uma Empresa do Mercado CEP**

O desenvolvimento deste ponto tem com base documentos internos da CTT Expresso, como o Relatório de Contas 2007, o Manual de Gestão da Qualidade etc..

Na origem da CTT Expresso está a Postlog – Serviços Postais e Logística, S. A., empresa criada em 1999 pelos CTT e com início da actividade operacional em 1 de Fevereiro de 2000, integrando as responsabilidades das antigas Unidades de Negócio «Encomendas» e «EMS Correio Urgente», das quais “herdou ” os respectivos portfólios de produtos/serviços, bem como as suas carteiras de Clientes, que percorrem quase todos os sectores de actividade: telecomunicações, multimédia, venda por catálogo (vestuário e cosmética), livreiros, banca e seguradores, vestuário e calçado, acessórios auto, cortiça, etc. A sua principal gama de produtos, “EMS – Express Mail Service”, marca criada originariamente pela UPU – União Postal Universal no sentido de garantir que as Administrações Postais da cada País tivessem capacidade de competir no mercado expresso global, foi alargada a Portugal no ano de 1984. Incluía uma vasta gama de serviços de correio urgente, inicialmente designada por «Correio Acelerado» e tinha por objectivo a recolha, transporte, tratamento e entrega rápida de documentos e mercadorias, tanto no território nacional (Continente e Regiões Autónomas) por meios próprios dos CTT, como no estrangeiro através da rede UPU.

A CTT Expresso é uma empresa com certificação à luz do Sistema de Gestão estruturado segundo a norma NP EN ISO9001:2000 – Sistema de Qualidade. Em Janeiro de 2004 dá-se a fusão da Postlog com a «PostExpresso – Correio de Cidade, Lda», empresa do universo CTT que se dedicava ao negócio de estafetagem em 3 cidades do País – Lisboa, Porto, e Braga. Com esta fusão procurou-se a optimização de sinergias operativas e comerciais entre os dois modelos de negócio e em Outubro de 2004 foi alterada a denominação social para «CTT Expresso – Serviços Postais e Logística, S.A.», havendo lugar a uma mudança de toda a sua imagem corporativa (Manual de Gestão da Qualidade)

A CTT Expresso é uma sociedade anónima, com o capital social de 5.000.000,00 € integralmente subscrito e realizado pelo seu único accionista CTT Correios de Portugal, S.A. Em 2007 atingiu um volume de negócios superior a 91 milhões de euro (crescimento de 16,3% face ao ano anterior), procedeu à entrega de mais de 10 milhões de objectos, alcançando uma quota de mercado média de 22%. Tem ao seu serviço 740 trabalhadores (Relatório de Contas de 2007).

O seu principal objectivo é a prestação de serviços no âmbito do mercado CEP - “Courier, Express and Parcels”, complementando a actividade das outras empresas do Grupo CTT. Tem como missão disponibilizar às empresas e particulares um serviço rápido e seguro de recolhas e entregas expresso de mercadorias e documentos – Nacionais e Internacionais – oferecendo em complemento soluções de logística integrada (Plano Estratégico 2008-2010).

### **3.4.1 Produtos e Nível de Serviço**

Existe uma grande variedade de produtos e soluções mais específicas que se adaptam às necessidades mais particulares dos clientes, de que podemos destacar a gama dos produtos Today especialmente afectas à actividade da estafetagem e o produto “Banca” para os clientes da Banca e Seguros.

No entanto, a gama EMS de produtos CTT Expresso é a mais comercializada e conhecida junto dos clientes. A marca EMS integra uma oferta composta pelos seguintes produtos distintos: EMS 9, EMS 12, EMS 18, EMS 19-22, EMS 12 M, EMS 18 M, com todos os atributos que caracterizam a gama, e que são garantia de entrega, acompanhamento via Track&Trace, seguro, assistência a clientes e outros serviços especiais. Para além dos produtos EMS, todos com entrega no dia útil seguinte, a CTT Expresso possui um outro produto o QUICK, com entrega no segundo dia útil após a aceitação.

O padrão de entrega é o compromisso para os limites da hora de entrega assumido junto dos clientes, e é nele que se reflecte a qualidade do serviço. Conforme a designação do serviço assim está associada implicitamente a hora de entrega assumida EMS 9 até ao final das 9 horas, EMS 19-22 entrega entre as 19 e 22 horas, etc.

Os níveis de serviço definidos pela CTT Expresso aos seus clientes são garantidos a 100% (Manual de Produtos e Serviços 2008).

No entanto, a nível interno, estão definidos os seguintes objectivos operacionais (Plano Estratégico):

- ***Padrão entrega no dia seguinte – 99,8% para o B2C(Bussiness to Customer) e B2B (Bussiness to Bussiness)***
- ***Padrão entrega na hora acordada – 98,5 para o B2C e 99,7 % para o B2B***

### **3.4.2 A Chave de Identificação dos Objectos Postais - O Código de Barras**

Todos os objectos que entrem na rede da CTT Expresso devem ser univocamente identificados com um código de barras (CB) de 13 caracteres alfanuméricos que constituirá a chave identificativa do objecto na base de dados e que irá permitir o seu rastreamento ao longo de todos os nós da cadeia operativa.

Na estrutura deste CB aplica-se a recomendação CCEP 1988:PV3 em que os dois primeiros caracteres são do tipo alfabético e definem o tipo de produto enquanto os dois últimos definem o País de origem PT – Portugal. O último dos 9 caracteres numéricos é o check dígito que permite controlar a boa composição da numeração (ex: EA 473 124 82 9 PT – objecto EMS 18 com o check dígito - 9).

O CB deve obedecer ao código 39 média densidade ISO e ter como dimensões mínimas 11 mm de altura e 67 mm de comprimento de modo a ser garantida a sua leitura pelos diversos leitores na cadeia operativa.

A leitura do CB permite a associação à informação constante na GT (nome e morada do destinatário, serviços especiais) desde que esta informação tenha sido previamente introduzida nos sistemas informáticos de suporte.

### **3.4.3 A Rede Operacional CTT Expresso**

As actividades de Recolha, Tratamento, Transporte e Distribuição, que suportam o principal negócio da empresa, são geridas com uma preocupação dominante da redução dos custos e do aumento da produtividade, mas assegurando sempre o cumprimento do nível de serviço requerido pelos clientes.

A CTT Expresso dimensiona todas as suas operações de forma a otimizar todos os recursos levando em conta os métodos e procedimentos necessários para a realização dos serviços com a eficácia exigida e assegurando, a qualquer momento, a necessária capacidade operacional. Dada a sua gama completa de serviços na área de tratamento e distribuição de correio urgente, a CTT Expresso garante qualidade através de um poderoso conjunto de infra-estruturas que cobrem todo o espaço nacional.

### 3.4.3.1 Rede CTT – Regiões de Encaminhamento

Do ponto de vista postal o País está dividido em unidades elementares designadas por CDP – Centro de Distribuição Postal que são caracterizados pelo seu CP4 – código postal de 4 dígitos e que estão agrupados em RE – Regiões de Encaminhamento.

As ligações entre os diversos CDP não podem ser efectuadas através de transportes directos de cada CDP a cada um dos outros CDP face ao grande volume de ligações necessárias com o conseqüente aumento de custos operacionais.

Assim foram criados os CTC – Centros de Tratamento que têm como função proceder à concentração e ao tratamento de todos os objectos postais originados na sua área de influência e posteriormente encaminhá-los para os CDP de destino através dos CTC de destino.

Os CTC são a sede das RE – Regiões de Encaminhamento. No Continente existem actualmente 7 Regiões designadas por: Norte (Devesas), Vila Real, Coimbra, Castelo Branco, Lisboa, Évora e Sul (Guia). Nas Regiões Autónomas existem 2 RE – Madeira e Açores.

Qualquer objecto postal que seja enviado do CDP 1 para o CDP 2 deverá seguir o seguinte fluxo operacional:



**Figura 8: Fluxo da rede de encaminhamentos CTT.**

Fonte: Elaboração Própria

O modelo de transmissão dos objectos postais está assente em três redes de transportes designadas como R1 – Rede Primária, R2 – Rede Secundária e R3 – Rede Terciária.

A R1 faz a interligação entre todos os CTC, através de ligações directas ou indirectas, conforme o volume de tráfego permutado.

A R2 na dispersão tem origem em cada CTC e abastece os diversos CDP da sua área de influência. Na concentração, tem origem nos CDP e alimenta o CTC respectivo. Cada RE, de acordo com as distâncias e localização dos CDP dependentes, tem várias ligações distintas.

A R3 é a rede que garante a distribuição do tráfego nas EC – Estações de Correio e domicílios na dispersão e por sua vez a recolha nos receptáculos postais, EC e clientes, na concentração.

Enquanto que as R1 e R2 são executadas em viaturas pesadas, a R3 é uma rede suportada em viaturas ligeiras e motociclos quando não seja executada a pé ou em bicicleta.

Sendo a CTT Expresso uma empresa que teve a sua génese nos CTT, a sua rede operacional foi construída tomando como base a rede dos CTT.

No entanto, a quantidade de tráfego movimentado e as dimensões dos objectos não são comparáveis pelo que houve necessidade de se proceder a alterações significativas no modelo de funcionamento.

### 3.4.3.2 Rede CTT Expresso – A Rede de Centros de Distribuição e a sua Localização

A implantação e localização da CTT Expresso no terreno foi ditada por razões de ordem económica, proximidade aos clientes destinatários e de desenvolvimento regional motivo pelo qual a sua intervenção directa está localizada no litoral do País entre Viana do Castelo e Setúbal, para além do Algarve e uma zona na região de Viseu.

Esta intervenção está suportada por CD – Centros de Distribuição agrupados regionalmente. No Norte em Perafita (OPE), Braga (OBR) e Carvalhos (OCV), no Centro em Coimbra (OCO), Aveiro (OAV), Viseu (OVS) e Leiria (OLR), no Sul em Loures (OLX), Mem Martins (OMM) e Corroios (OCR) e no Algarve na Guia (OGU).

A rede de EMS está assim suportada por um total de 32.620 metros quadrados de área coberta.

<i>Áreas (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Zona Norte</i>			
	<i>OPE</i>	<i>OBR</i>	<i>OCV</i>	
	<i>8000</i>	<i>1465</i>	<i>1500</i>	
	<i>Zona Centro</i>			
	<i>OCO</i>	<i>OAV</i>	<i>OLR</i>	<i>OVS</i>
	<i>3000</i>	<i>750</i>	<i>1015</i>	<i>600</i>
	<i>Zona Norte</i>			
	<i>OLX</i>	<i>OMM</i>	<i>OCR</i>	<i>OGU</i>
	<i>12500</i>	<i>2250</i>	<i>960</i>	<i>580</i>

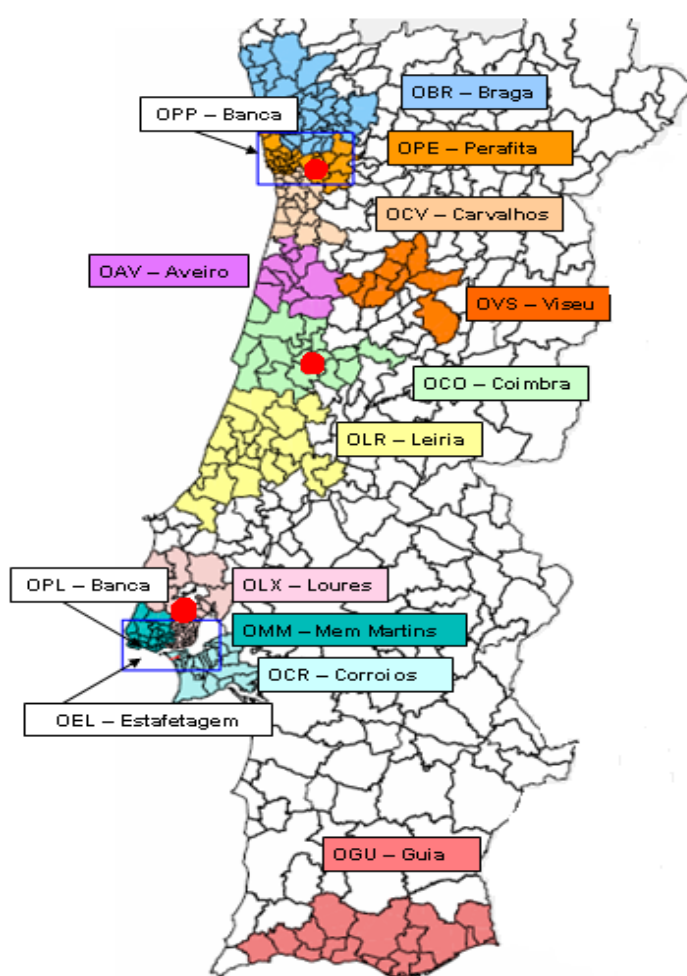
**Tabela 5: Áreas cobertas da rede de CD's (EMS) da CTT Expresso.**

Fonte: Elaboração Própria

Para além destes, ainda detém outros três localizados no Porto (OPP), Prior-o-Velho (OPL) e Lisboa (OEL) dedicados especialmente à estafetagem, Rede Banca e tratamento de correio interno de empresas da Banca e Seguros.

Todos os CD têm as valências de recolha e distribuição de objectos postais. No entanto os centros de Perafita, Coimbra, Loures e Guia, designados de centros “agregadores”, têm também a valência de tratamento para distribuição e expedição automática ou manual com excepção da Guia em que é exclusivamente manual. Os restantes CD são designados de “satélites”. Os CD satélites e “agregadores” desenvolvem as suas operações de tratamento de objectos postais em sistema passagem de cais entre CD’s.

A área de influência de cada CD abrange um conjunto de CDP conforme pode ser visualizado no mapa seguinte.



**Figura 9: Localização e áreas de influência dos CD da CTT Expresso**

Fonte: CTT Expresso

Fora desta zona de responsabilidade operacional directa da CTT Expresso a actividade operacional é assegurada pela rede própria dos CTT que funciona para todos os efeitos como um subcontratado da CTT Expresso.

A rede dos CTT é composta, a nível nacional, por novecentas e doze EC – estações de correio como pontos de entrada de tráfego ou como pontos de entrega alternativos sempre que não seja possível proceder à entrega através dos circuitos de distribuição normal. Para além das EC constituem a base da rede dos CTT, quatrocentos CDP que garantem os serviços de recolha e distribuição, a rede de transportes e os CTC anteriormente indicados (ANACOM 2007).

### **3.4.3.3 Rede CTT Expresso – Redes de Transporte**

O modelo operacional da CTT Expresso baseia-se em redes de encaminhamento distintas, todas elas realizadas por via rodoviária, no Continente. A rede CAM (Continente, Açores e Madeira) é realizada pela combinação bimodal, rodoviário-aéreo ou rodoviário-marítimo. A rede Internacional é realizada com a combinação rodoviária- área.

- 1- Rede Rápida;
- 2- Rede “Banca”;
- 3- Rede EMS
- 4- Rede CAM
- 5- Rede Internacional

**A Rede Rápida**, é uma rede que cobre apenas a zona litoral do Continente no eixo Braga – Porto – Coimbra – Leiria – Lisboa e que garante a entrega no próprio dia da recolha dos objectos.

É uma rede vocacionada para objectos urgentes de pequeno peso e volume, em especial documentos, suportada em veículos ligeiros tipo furgão e em que as recolhas são realizadas em locais previamente determinados, localizados nas áreas atrás referidas até as 11 horas, procedendo-se à sua entrega até as 18 horas em D+0, também em áreas restritas.

**A Rede “Banca”** é uma rede de âmbito nacional, destinada a garantir a compensação interbancária, servindo especialmente agências bancárias e seguradoras, caracterizada por garantir a entrega no próprio dia da recolha em local definido em Lisboa até as 23.30 horas sendo as recolhas efectuadas após o encerramento ao público das agências, ou seja a partir das 16 horas.

O serviço, após tratamento na compensação, é posteriormente recolhido para ser novamente entregue nas agências nos primeiros momentos da abertura das mesmas, ou seja até as 10 horas da manhã.

Tem a particularidade de os remetentes e destinatários serem sempre os mesmos diariamente podendo apenas variar a quantidade de itens por cada agência.

**A Rede EMS** poder-se-á considerar como sendo a rede “normal” da CTT Expresso e está dimensionada de modo a garantir diariamente a entrega em D+1 (dia útil seguinte ao da recolha) de todos os objectos entrados na rede no dia D (dia da recolha).

Analise-se mais em pormenor esta rede, na medida em que não só serve de base às restantes como é a que suporta a maioria do tráfego da CTT Expresso:

***Aceitação e Recolha*** – Os objectos podem dar entrada no circuito produtivo por duas vias:

**Aceitação numa EC**, normalmente o meio utilizado por clientes ocasionais para proceder ao envio dos seus objectos. O objecto é aceite directamente ao balcão de uma EC e é realizado no acto o pagamento pela prestação do serviço, de acordo com o produto escolhido, peso e destino.

**Recolha** no domicílio do expedidor, normalmente utilizado pelos clientes contratuais. A recolha é efectuada por meios CTT Expresso num período horário acordado com o cliente e com viatura de volumetria adequada às quantidades e tipos de objectos a recolher no decurso do circuito de recolha. No acto de recolha os objectos deverão estar devidamente preparados e identificados através de GT (Guia de Transporte) aonde conste o nome e morada do destinatário e expedidor, peso do objecto, serviços especiais associados ao objecto e CB característico do objecto. A facturação dos objectos recolhidos é feita posteriormente com base na documentação para facturação que deverá ser conferida com os objectos recolhidos.

***Recepção, Tratamento, Expedição e Transporte*** - Após a aceitação e recolha os objectos são transportados para o CD localizado na área de influência do respectivo circuito de recolha. No caso de se tratar de um centro “satélite” é feita a recepção através da conferência dos objectos recolhidos com a lista de recolha pela leitura dos CB de modo a assegurar que todos os objectos deram entrada no CD e que fiquem devidamente registados em sistema informático de suporte (SIS). Todos os objectos provenientes das recolhas do CD são agrupados em UAT – unidades agregadoras de tráfego para serem transportados para o respectivo CD “agregador”.

As recolhas realizadas directamente para o CD “agregador” são igualmente controladas na entrada, sendo enviados para a zona de tratamento juntamente com os objectos provenientes dos CD “satélites”. Aqui e de acordo com o CP4 de destino são tratadas manual ou automaticamente e registado em SIS de modo a serem constituídos agrupamentos de objectos destinados ao mesmo destino. Estes são colocados em contentores ou malas e expedidos através das viaturas que irão realizar o transporte para os CD’s/CTC’s de destino. O transporte é realizado por viaturas pesadas em regime de subcontratação.

**Distribuição Física** - Após a chegada ao CD de destino procede-se ao controlo dos objectos e ao seu posterior agrupamento por destino final, que consiste na elaboração de circuitos de distribuição organizados por código postal, arruamentos e por janela de entrega. O distribuidor recebe os objectos a entregar ao longo de um itinerário que lhe está afecto. Entrega-os aos respectivos destinatários junto dos quais recolhe prova de entrega, regista o evento da entrega em equipamento informático portátil, que transmite para a base de dados central por SMS, o status da entrega. Desta forma garante-se a informação “*on-time*”. Nos casos em que não seja possível proceder à entrega o distribuidor deixa aviso de tal facto na caixa de correio do destinatário, ficando o objecto disponível na EC ou no CD identificados no aviso.

**Intervalos Horários** - Duma forma resumida, pode-se definir um dia operacional da seguinte forma:

Em dia D, são recolhidos juntos dos clientes ou das EC os objectos postais entre as 16h00 e as 21h00. Seguem para o centro operacional de origem de forma a concentrar todos os objectos da sua área de influência para posteriormente serem transportados de forma agrupada para o centro de tratamento de origem, no intervalo das 19.30h às 22.00h;

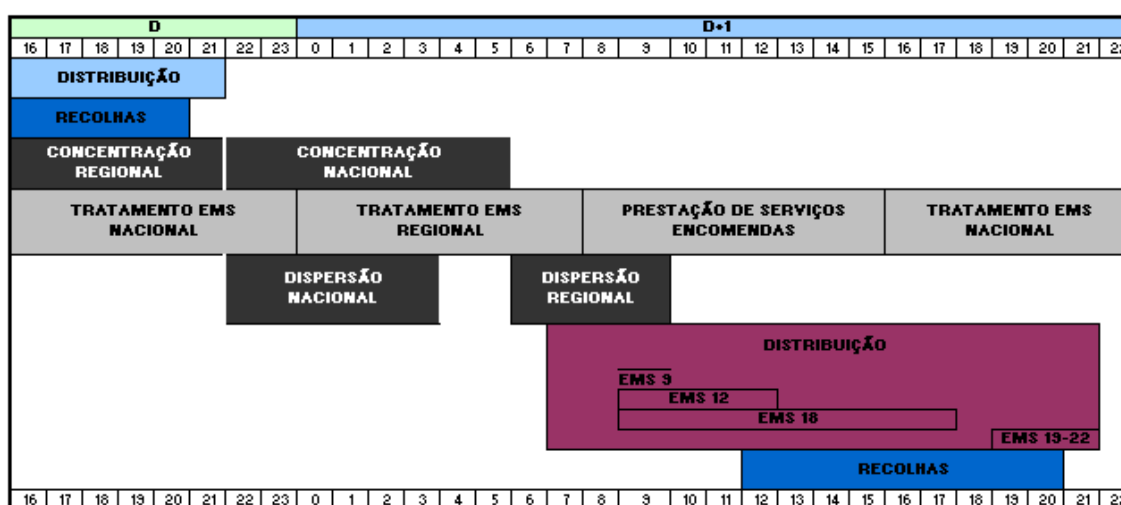
Chegados a este centro de tratamento os objectos, caso sejam mecanizáveis, são enviados para uma máquina de tratamento que os pesa e divide por centros de distribuição a nível nacional. Estas máquinas têm como modelo de funcionamento os designados planos de divisão. As máquinas procedem à divisão dos objectos a partir da conjugação do código de barras e do código postal do destinatário.

No caso de objectos não mecanizáveis – por excesso de peso, de dimensões ou fragilidade, os objectos são tratados de forma manual e posteriormente agregados aos objectos tratados automaticamente.

De acordo com as horas de corte previamente definidas, o tratamento deverá estar concluído de modo a que os objectos sejam atempadamente estivados nas viaturas com

destino aos centros de distribuição finais. As viaturas saem dos centros “agregadores” com destino aos CD e CTC de outras Regiões no período entre as 22.30h e as 00.30h. Para os CD da sua própria Região (para os seus satélites) a saída é realizada no período entre as 00.00h e as 03.00h

Já em D+1, os centros de distribuição recebem os objectos da sua área de influência a partir das 02.00h até as 05.00h começando a dividir os objectos por circuitos de distribuição. A saída para a execução dos circuitos depende da distância aos primeiros clientes a ser servidos tendo normalmente início a partir das 07.00h saindo os últimos circuitos até as 09.00 h.



**Figura 10: Janela operacional da CTT Expresso**

Fonte: Elaboração Própria

**A Rede CAM** - Continente, Açores e Madeira assegura as ligações entre o Continente e as Regiões Autónomas da Madeira e dos Açores através de ligações aéreas a partir do Aeroporto de Lisboa e com destino ao Funchal na Madeira e a Ponta Delgada, Terceira e Horta no caso dos Açores.

Assim todo o tráfego gerado no Continente é enviado para Loures onde é concentrado e expedido para o Entrepasto Postal Aéreo – EPA, sito no Aeroporto de Lisboa, e que faz o interface entre as companhias de handling e os CTT.

Os objectos, que pela sua natureza não possam ser encaminhados por via aérea, são transportados, por via marítima, através de contentores estivados exclusivamente com carga postal em Loures com uma periodicidade semanal para os Açores e bissemanal para o Funchal.

**A Rede Internacional**, assegura o encaminhamento e transporte dos envios internacionais através de duas redes distintas – DHL e a rede do EMS garantida pela UPU através das Administrações Postais.

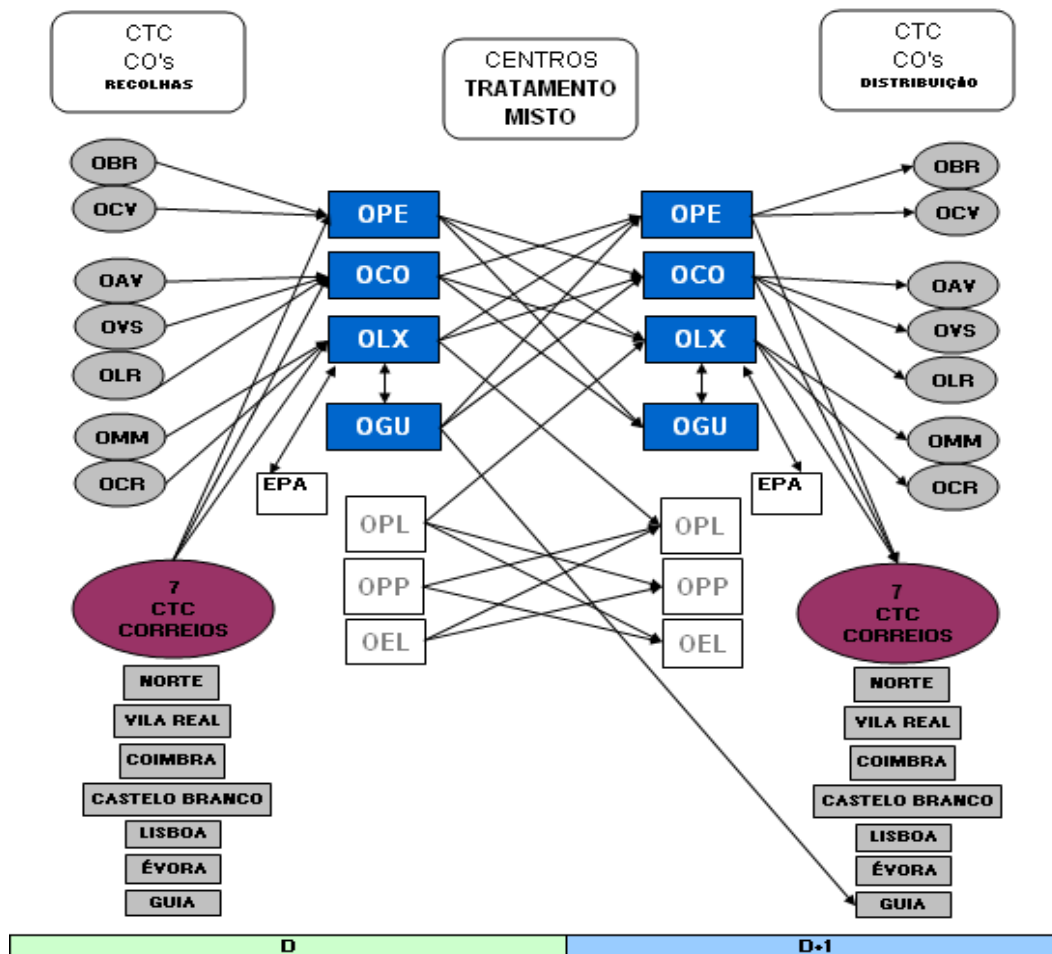
A rede da DHL é utilizada para o transporte internacional e distribuição de documentos e encomendas na Comunidade Europeia e de documentos a nível mundial.

Já a rede UPU é utilizada para a distribuição dos objectos (documentos e mercadorias) nos países não comunitários sendo o transporte aéreo assegurado por meio de voos comerciais.

A expedição do tráfego internacional para a DHL é assegurada a partir dos Centros de Perafita, Leiria e de Loures enquanto que para a rede UPU (União Postal Universal) está concentrada em Loures.

A recepção do tráfego internacional via UPU, faz-se exclusivamente através do Aeroporto de Lisboa, onde os CTT detêm instalações designadas por EPA (Entreposto Postal Aéreo).

O serviço internacional proveniente de países terceiros, tem de ser sujeito a verificação aduaneira após o que é integrado no fluxo dos objectos nacionais, tal como o tráfego proveniente da Comunidade que não necessita de verificação alfandegária.



**Figura 11: Fluxos da rede entre CD's e CTC's**  
 Fonte: Elaboração Própria

A Figura 11 sintetiza os fluxos materiais entre os diferentes CD, CTC's e EPA.

### 3.5 Metodologia da Investigação

#### 3.5.1 Análise Qualitativa – Estudo de Caso

Este estudo baseia-se em pressupostos metodológicos qualitativos e recorre á aplicação de uma ferramenta qualitativa proposta, modelada com dados da CTT Expresso, empresa do mercado CEP, escolhida para o estudo de caso.

Quanto à forma de abordagem do problema, a pesquisa apresenta-se como uma abordagem qualitativa. Segundo Yin (1984), a pesquisa qualitativa tem na sua essência o uso da observação detalhada e baseia-se num modelo teórico da vida real realizado pelo investigador. Para Liebscher (1988) a abordagem qualitativa justifica-se quando o

fenómeno de estudo é complexo e não tende para à quantificação. Boddan e Biklen (1990) realçam algumas das características de uma pesquisa qualitativa: (i) tem, como fonte directa, dados de ambiente real; (ii) os dados recolhidos poderão ser descritivos; (iii) o investigador preocupa-se com o processo e não com o resultado da pesquisa; (iv) a análise de dados poderá ser um processo indutivo.

Segundo Yin (2003), um estudo de caso qualitativo é uma investigação que se baseia fundamentalmente no trabalho de campo ou em análise documental. Estuda uma entidade no seu contexto real, tirando todo o partido possível de fontes múltiplas de evidências, utilizando para isso, entrevistas, observações, documentos, questionários e artefactos.

O estudo de caso não se usa quando se quer conhecer propriedades gerais de toda uma “população”. Pelo contrário, usa-se para estudar os processos e as dinâmicas da prática, com vista à sua melhoria ou para ajudar, uma dada organização ou decisor, a definir novas políticas. O seu objectivo fundamental é proporcionar uma melhor compreensão de um caso específico (Ponte 1994).

Ludke e André (1986) afirmam que o interesse do estudo de caso incide naquilo que ele tem de único, de particular, mesmo que posteriormente fiquem evidentes certas semelhanças com outros casos ou situações. Os autores acrescentam que devemos escolher este tipo de estudo quando queremos estudar algo singular, que tenha um valor em si mesmo.

Segundo Tesch (1990), a análise de dados de um estudo de caso pode ser de três tipos: (i) interpretativa, que visa analisar ao pormenor todos os dados recolhidos com a finalidade de organizá-los e classificá-los em categorias, que possam explorar e explicar o fenómeno em estudo; (ii) estrutural, que analisa dados com a finalidade de se encontrar padrões que possam clarificar e/ou explicar a situação em estudo; e (iii) reflexiva, que visa, na sua essência, interpretar ou avaliar o fenómeno a ser estudado, quase sempre por julgamento ou intuição do investigador.

Para Yin (2003) a qualidade de um estudo de caso está relacionada com critérios de validade e fiabilidade. A “Validade de Construto” verifica até que ponto uma medida utilizada num estudo de caso é adequada aos conceitos a serem estudados. A “Validade Interna” avalia em que medida o investigador demonstrou a relação causal entre dois fenómenos observados. A “Validade Externa” mostra até que ponto as conclusões de um estudo, podem ser generalizáveis a outras investigações de casos semelhantes. A fiabilidade de um estudo de caso, mostra em que medida outros investigadores chegariam a resultados idênticos, utilizando as mesmas metodologias, na mesma investigação.

No que respeita à “generalização” das conclusões e resultados de um estudo de caso, é necessário salientar que esta metodologia de investigação não tem o propósito de generalizar os resultados obtidos, mas sim de conhecer profundamente casos concretos e particulares (Merriam, 1988 e Yin, 2003).

### **3.5.2 Recolha de Dados**

Segundo Tuckman (2000) as fontes de obtenção de dados que se podem utilizar num estudo de caso são normalmente de três tipos: (i) entrevistas; (ii) documentos vários e (iii) observação.

Neste sentido, consideram-se como fontes privilegiadas de informação, para a recolha de dados necessários ao presente estudo, documentos vários -recolha bibliográfica atrás apresentada, orientada para a delimitação da temática aqui apresentada, a identificação de modelos de localização e as suas características.

A recolha de dados para o estudo de caso, teve como fonte a consulta de: documentos internos da CTT Expresso, publicações da ANACOM (Autoridade Nacional para as Comunicações), Relatórios / Estudos do mercado CEP (Courier, Express and Parcels) e Publicações específicas de Logística.

Dentro dos documentos internos da CTT Expresso, como fonte de recolha de dados, foram consultados: (i) Plano Estratégico 2008-2010; (ii) Relatório de Contas 2007; (iii) Relatórios mensais de Maio e Junho 2008; (iv) Manual de Produtos e Serviços; (v) Manual de Gestão da, Qualidade, Ambiente e Segurança. Os dados trabalhados para a análise do caso de estudo foram, dados de tráfego, de custo, níveis de serviço capacidade das instalações (m<sup>2</sup>) e quilómetros percorridos na distribuição, todos relativos ao primeiro semestre de 2008.

**Face ao carácter reservado de alguns dados e indicadores da CTT Expresso, nem todos os valores utilizados no presente trabalho correspondem a valores verídicos. No entanto, tal não invalida o modelo utilizado nem o desenvolvimento do mesmo. Os dados foram trabalhados pela CTT Expresso, com uma proporção em função dos tráfegos.**

### 3.5.3 O Problema, o Diagnóstico e a Questão do Estudo de Caso

A rede operacional da CTT Expresso possui três grandes centros de tratamento os “agregadores” de tráfego recolhido/recebido da sua zona, centros estes localizados na zona Norte, Centro e Sul. Este trabalho propõe-se analisar e equacionar um novo design da rede de centros operacionais ou novo encaminhamento do tráfego recolhido para tratamento, face aos constrangimentos de capacidade que a zona Centro apresenta. A análise vai incidir de forma mais detalhada na zona Centro, nos CD de Coimbra e seus satélites; Leiria, Aveiro e Viseu, por ser a zona que apresenta maiores problemas potenciais.

O CD de Coimbra, o “agregador” da zona Centro, está localizado numa zona periférica da cidade, inserido no parque industrial de Eiras. O CD está implantado neste local há oito anos e terá já atingido a sua maturidade. A sua implantação não possui áreas adjacentes para expansão da construção existente.

Na análise do plano estratégico 2008-2010 da CTT Expresso, constata-se uma grande lacuna ao nível da estratégia de localização dos CD. O plano estratégico traduz objectivos gerais de: crescimento de vendas; de nível de serviço pretendido; inovação de produtos e serviços de valor acrescentado; consolidação da liderança do mercado CEP nacional; no plano de formação; na Cultura da Qualidade; na consolidação e melhoria dos SIS; na melhoria dos processos; etc. mas, relativamente á política de localização dos seus CD’s a CTT Expresso, não desenvolveu ainda (na opinião do investigador) uma estratégia sólida mas flexível em função dos valores que apresenta na sua missão e visão.

A zona Centro é a zona mais pequena em termos de tráfego recolhido e distribuído. Paradoxalmente, e á semelhança da zona Sul, (a maior em termos de tráfego recolhido, tratado e distribuído) possui quatro CD’s, um “agregador” e três satélites, num total de 5.365 m2 de área coberta.

<i>Dados de Tráfego por Actividade e Região</i>			
<i>Zona</i>	<i>Tratamento</i>	<i>Recolha</i>	<i>Distribuição</i>
<i>Norte</i>	27,9%	36,2%	32,1%
<i>Centro</i>	10,4%	17,0%	21,4%
<i>Sul</i>	61,7%	46,8%	46,6%

**Tabela 6: Dados de tráfego por actividade e região**

Fonte: Elaboração Própria

Os actuais problemas sentidos da zona Centro, mais centralizados no CD de Coimbra, o “agregador” da zona, prendem-se essencialmente por:

- Apesar de layout otimizados, a área disponível dos centros de Coimbra e Leiria, já acusa falta de espaço;
- Atrasos no tratamento do serviço EMS;
- Atraso na saída da rede primária – rede que liga os centros operacionais, e consequente atraso na chegada aos centros de destino;
- Atraso na saída para distribuição;
- Comprometimento dos padrões de entrega acordados com os clientes - nível de serviço;
- Prejuízos financeiros de qualidade e imagem;
- Abertura de canais á concorrência;
- Aumento de custos não orçamentados.
- 

A metodologia do estudo de caso descrita por Yin (2003), é muitas vezes usada em contextos: (i) quando questões do tipo “ como” e “porquê” são colocadas; (ii) quando o investigador tem pouco controlo sobre os factos ou (iii) quando o estudo se foca num fenómeno recente em situação real.

A aplicação desta metodologia depende de:

- O tipo de questão de investigação;
- O grau de controlo que o investigador tem sobre os factos;
- A capacidade de focar factos actuais ao invés de factos históricos.

A essência de um estudo de caso está na sua capacidade para realçar uma certa decisão ou decisões – “ Porquê” é que essas decisões são tomadas, “ Onde “, “ Como” são implementadas e “ Qual” o seu resultado.

Yin (2003) definiu um conjunto de passos que facilitam a análise dos dados recolhidos: (i) o assunto ou a questão central do estudo de caso; (ii) definir diversas questões pertinentes relacionadas com o assunto ou questão central; (iii) identificar questões pertinentes noutras metodologias de investigação.

A CTT Expresso precisa então, de tomar decisões importantes quanto ao design da sua rede de CD, na Zona Centro. As questões colocadas são:

***A localização do CD de Coimbra é a ideal para a estratégia da CTT Expresso?***

***Deverá o CD de Coimbra permanecer aberto?***

***Se sim, com todas as funcionalidade de CD” agregador”?***

### 3.5.4 A Proposta de um Modelo Qualitativo de Localização

Segundo Yin (2003), o estudo de caso requer um plano ou projecto de pesquisa. Um projecto de pesquisa é um plano de acção para obter “daqui” para “lá”. Onde o “ aqui” pode ser definido como um conjunto inicial de questões a serem respondidas e o “lá” algumas respostas às questões. Nos projectos de estudo de caso há cinco componentes importantes:

- (i) As questões de estudo;
- (ii) As preposições, se houver;
- (iii) As unidades de análise;
- (iv) A lógica que vincula os dados às preposições e questões
- (v) Os critérios para interpretar os resultados

Depois da revisão de literatura que assenta na temática dos modelos de localização de natureza qualitativa e de natureza matemática, optou-se por uma proposta de modelo qualitativo multi-critério, para aplicação no caso de estudo de localização de CD's da zona Centro da CTT Expresso.

A escolha dos factores multi-critério assentou em dois documentos base - a Missão/Visão da CTT Expresso e o Plano Estratégico 2008-2010, e em factores que são valorizados e perseguidos pela empresa:

- *Proximidade aos Clientes*
- *Custos de Transporte*
- *Custos de Implantação*

Recordando a tabela 2, os factores escolhidos para o modelo proposto são três dos mais reincidentes em modelos apresentados pelos autores referidos na revisão da literatura. A tabela seguinte associa os factores do estudo de caso a autores que os consideraram nos seus modelos.

<i>Factores Críticos</i>	<i>Autores</i>							
	<i>Gooley</i>	<i>Renshaw</i>	<i>Thai</i>	<i>Bowersox e</i>		<i>Shen e</i>	<i>MacCarthy</i>	
				<i>Closs</i>	<i>Bauhof</i>	<i>Daskin</i>	<i>Atthirawong</i>	<i>Tan</i>
Proximidade aos Clientes	x	x	x	x				
Custos de Transporte		x	x	x	x	x		
Custos de Implantação				x		x	x	x

**Tabela 7: Factores multi-critério propostos para análise, associados a autores**

Fonte: Elaboração Própria

**Proximidade aos Clientes** - é um factor de grande importância para a CTT Expresso. Nos compromissos assumidos com os seus Clientes, há um estabelecimento de garantia de entrega no dia e janela de entrega contratado. Em caso de incumprimento a CTT Expresso devolve o valor pago pelo serviço aos seus clientes, para além da imagem negativa que poderá levar à perda de clientes para a concorrência. O não cumprimento dos níveis de serviço acordados tem um forte impacto nos custos e na imagem da CTT Expresso.

Os dados escolhidos e relacionados para análise deste factor **Proximidade aos Clientes** foram os níveis de serviço: *Dia Certo* e *Hora Certa*. Os níveis de serviço da zona Centro e do CD de Coimbra foram comparados com os mesmos níveis “totais” da CTT Expresso.

**Custos de Transporte** - o controlo e redução de custos de transporte, para uma empresa da natureza da CTT Expresso são estratégias de vital importância. Os custos de distribuição representam 20% na estrutura total de custos da CTT Expresso (relatório de contas 2007). As orientações do Plano Estratégico 2008-2010, vão no sentido do controlo e redução desta rubrica, altamente influenciada pela distância entre a localização dos CD e os pontos de entrega.

Para análise deste factor crítico de localização optou-se por relacionar os tráfegos distribuídos na zona Centro e CD de Coimbra, em função dos quilómetros percorridos. Apurou-se os custos unitários de distribuição e foi estabelecida uma comparação, com um CD de semelhante dimensão do CD de Coimbra, em termos de objectos distribuídos e quilómetros percorridos, para os valores de custo dos objectos distribuídos.

**Custos de Implantação** – Os custos de implantação dos CD da CTT Expresso não são contemplados com as mesmas rubricas, no caso dos CD’s “satélites” e “agregadores”. Dentro dos “agregadores” há também diferenças relativamente ao CD de Loures (o que desenvolve mais serviços e por isso o que tem mais fontes de custo). Mas na relação “satélites” e “agregadores” poderemos encontrar grandes diferenças, visto os “agregadores” prestarem serviços de tratamento ao seus “satélites”. A abordagem deste factor prende-se com a questão da manutenção das actuais funcionalidades do CD de Coimbra, inerentes á tipologia de “agregador”.

Para análise deste último factor crítico, a escolha dos dados recaiu na totalidade dos custos inerentes ao funcionamento dos CD’s da CTT Expresso. Foram classificados de forma macro, em custos de Fornecimento e Serviços Externos e em custos com Pessoal.

A relação estabelecida para este factor, foi a comparação entre os custos de implantação por objecto distribuído, entre os CD's "agregadores" da CTT Expresso.

## 4 CAP 4 - ANÁLISE DE RESULTADOS E CONCLUSÕES

### 4.1 Análise e Discussão dos Resultados

#### 4.1.1 Análise do Tráfego Distribuído

A CTT Expresso distribui diariamente quarenta e cinco mil objectos postais (Relatório Mensal Junho 2008), sendo a grande maioria, setenta e três por cento distribuídos na rede operacional CTT Expresso, e vinte e sete por cento distribuídos pela rede CTT (fora da área de influência dos CD's da CTT Expresso). Os CTT funcionam como o maior subcontratado da CTT Expresso, assegurando serviços de recolha, tratamento, transporte e distribuição, dentro dos mesmos níveis de serviço que a rede CTT Expresso. O tráfego distribuído diariamente apresenta a seguinte divisão por produto, segundo os dados estatísticos do primeiro semestre de 2008, da CTT Expresso (Relatório Mensal Junho 2008).

<i>Produtos</i>	<i>EMS 9</i>	<i>EMS 12</i>	<i>EMS 18</i>	<i>EMS 19-22</i>	<i>EMS INT</i>	<i>EMS 12 M</i>	<i>EMS 18 M</i>	<i>QUICK</i>	<i>EMS ESP</i>
<i>Tráfego %</i>	<i>0,45%</i>	<i>23,00%</i>	<i>25,75%</i>	<i>0,15%</i>	<i>4,30%</i>	<i>25,50%</i>	<i>17,05%</i>	<i>3,60%</i>	<i>0,20%</i>

**Tabela 8: Relação de tráfego por produto**

Fonte: Elaboração Própria

É visível que a expressão de tráfego está concentrada nos produtos EMS 12, EMS 18, EMS 12 M e EMS 18 M da gama EMS, representando mais 91% do tráfego diário. Neste trabalho, e nos valores abaixo apresentados para os níveis de serviço, entrou-se em linha de conta apenas com os produtos core, visto representarem a esmagadora maioria do serviço distribuído diariamente no país (Continente e Regiões Autónomas).

Dentro do universo de tráfego distribuído pela CTT Expresso, a repartição por zona geográfica, Norte, Centro e Sul, segundo dados estatísticos da CTT Expresso, primeiro semestre de 2008 (Relatório Mensal Junho 2008) é a seguinte:

<i>Tráfego distribuído - valores semestrais</i>						
<i>CD's</i>	<i>Jan-08</i>	<i>Fev-08</i>	<i>Mar-08</i>	<i>Abr-08</i>	<i>Mai-08</i>	<i>Jun-08</i>
<i>OPE</i>	102.513	98.854	103.410	127.568	102.260	95.035
<i>OCV</i>	46.213	42.072	43.906	61.786	45.306	41.576
<i>OBR</i>	56.889	57.114	59.465	75.058	62.305	55.741
<b><i>Norte</i></b>	<b>205.615</b>	<b>198.040</b>	<b>206.781</b>	<b>264.412</b>	<b>209.871</b>	<b>192.352</b>
<i>OCO</i>	48.452	44.415	47.897	58.131	47.899	43.864
<i>OAV</i>	28.349	26.748	26.671	34.543	28.173	26.939
<i>OLR</i>	44.040	42.472	44.611	56.274	45.586	43.289
<i>OVS</i>	19.121	17.142	18.657	22.645	19.004	17.574
<b><i>Centro</i></b>	<b>139.962</b>	<b>130.777</b>	<b>137.836</b>	<b>171.593</b>	<b>140.662</b>	<b>131.666</b>
<i>OMM</i>	59.202	50.367	53.124	66.550	56.261	49.414
<i>OCR</i>	52.992	49.881	51.874	64.771	53.081	48.618
<i>OGU</i>	46.400	47.447	53.013	56.274	53.988	51.075
<i>OLX</i>	151.233	138.764	142.723	174.210	146.897	136.651
<b><i>Sul</i></b>	<b>309.827</b>	<b>286.459</b>	<b>300.734</b>	<b>361.805</b>	<b>310.227</b>	<b>285.758</b>
<b>Total</b>	<b>655.404</b>	<b>615.276</b>	<b>645.351</b>	<b>797.810</b>	<b>660.760</b>	<b>609.776</b>

**Tabela 9: Tráfego distribuído no primeiro semestre de 2008, na rede CTT Expresso**  
Fonte: Elaboração Própria

Relembra-se a proposta deste trabalho, analisar a actual configuração de CD's que formam a zona Centro, localizados em Coimbra, Aveiro, Viseu e Leiria. Conforme o quadro a zona em causa assegura 21,40% do tráfego distribuído diariamente, na sua área de influência ilustrada na figura 13. A subdivisão de tráfego distribuído na zona Centro, tem a seguinte repartição entre CD's da área.

<i>Zona Centro</i>	<i>OCO</i>	<i>OLR</i>	<i>OAV</i>	<i>OVS</i>
<b>Partição de tráfego distribuído</b>	34,1%	32,4%	20,1%	13,4%

**Tabela 10: Partição de tráfego distribuído na zona Centro**  
Fonte: Elaboração Própria

A zona Centro realiza no total, oitenta e três giros de distribuição (rotas diárias de distribuição), para uma média diária de aproximadamente sete mil objectos postais. As tabelas do anexos ilustram a totalidade de giros da zona Centro, em função das suas principais características. Em forma de síntese, a tabela 11, expõem as principais características dos giros de distribuição.

<i>CD's</i>	<i>Quantidade de giros</i>	<i>Km percorridos por dia</i>	<i>Obj distribuidos por dia</i>	<i>Obj / Giro</i>	<i>Km/giro</i>	<i>Km / Obj</i>
<i>OCO</i>	31	6525	2420	78	210,50	2,7
<i>OLR</i>	24	4310	2300	96	179,58	1,87
<i>OAV</i>	17	2895	1500	88	170,29	1,93
<i>OVS</i>	11	1815	1000	91	165,00	1,82

**Tabela 11: Síntese dos giros de distribuição da zona Centro**

Fonte: Elaboração Própria

## 4.1.2 Modelação e Análise dos Factores Críticos Propostos

### 4.1.2.1 Proximidade aos clientes

Os níveis de serviço são um dos factores de sucesso da CTT Expresso, pelo nível elevado praticado em todos os produtos do seu portfólio. Os níveis de serviço são permanentemente controlados ao longo do período diário de distribuição, a nível central e localmente, por cada CD responsável pela distribuição. Para tal, e porque o níveis de serviço são um ponto de honra para esta empresa foram desenvolvidas ferramentas de monitorização “*on- time*”, para que fosse possível tomar medidas pró activas e correctivas, dentro do padrão dia certo e hora certa. A tabela seguinte recorda os níveis de serviço para o ano 2008, acordados em Conselho de Qualidade.

	<i>B2C</i>		<i>B2B</i>	
	<i>EMS 12</i>	<i>EMS 18</i>	<i>EMS 12 M</i>	<i>EMS 18 M</i>
<i>Entrega no Dia Certo</i>	99,8%	99,8%	99,8%	99,8%
<i>Entrega na Janela Horária Certa</i>	98,5%	98,5%	99,7%	99,7%

**Tabela 12: Níveis de serviço por segmento de mercado**

Fonte: Elaboração Própria

A prestação nacional ao longo do primeiro semestre de 2008, não foi folgadoamente positiva, muito potenciada pela adaptação do novo sistema informático de gestão dos CD's. O mês de Junho de 2008, foi altamente penalizado, pela paralisação do tráfego rodoviário na semana 24, levada a cabo por movimentos de pequenos empresários de transportes. Apesar da CTT Expresso ser alheia a este facto, decidiu ainda assim reflectir em histórico os níveis alcançados nesse período.

<i>Dia Certo</i> <i>ctt expresso</i>	<i>Produtos Core</i>			
	<i>EMS12 - B2C</i>	<i>EMS12M - B2B</i>	<i>EMS18 - B2C</i>	<i>EMS18M - B2B</i>
<i>Jan-08</i>	99,7%	99,8%	99,6%	99,3%
<i>Fev-08</i>	99,7%	99,9%	99,8%	99,8%
<i>Mar-08</i>	99,8%	99,8%	99,7%	99,8%
<i>Abr-08</i>	99,7%	99,8%	99,7%	99,8%
<i>Mai-08</i>	99,7%	99,4%	99,7%	99,4%
<i>Jun-08</i>	96,5%	96,7%	96,6%	96,7%

**Tabela 13: Nível de serviço nacional, dia certo**

Fonte: Elaboração Própria

Durante o primeiro semestre de 2008, a zona Centro teve uma prestação positiva no que concerne ao nível de serviço dia certo, com excepção de Leiria, que tem uma prestação inferior relativamente á performance nacional e aos restantes CD's da sua zona.

<i>Dia Certo</i> <i>OCO</i>	<i>Produtos Core</i>			
	<i>EMS12 - B2C</i>	<i>EMS12M - B2B</i>	<i>EMS18 - B2C</i>	<i>EMS18M - B2B</i>
<i>Jan-08</i>	99,9%	99,9%	99,6%	99,6%
<i>Fev-08</i>	99,9%	99,9%	99,9%	100%
<i>Mar-08</i>	99,9%	99,8%	99,9%	99,9%
<i>Abr-08</i>	99,8%	99,9%	99,7%	99,9%
<i>Mai-08</i>	99,8%	100%	99,8%	99,8%
<i>Jun-08</i>	96,0%	97,2%	97,6%	97,2%

<i>Dia Certo</i> <i>OLR</i>	<i>Produtos Core</i>			
	<i>EMS12 - B2C</i>	<i>EMS12M - B2B</i>	<i>EMS18 - B2C</i>	<i>EMS18M - B2B</i>
<i>Jan-08</i>	99,8%	99,9%	99,6%	99,3%
<i>Fev-08</i>	99,9%	99,9%	99,7%	99,8%
<i>Mar-08</i>	99,8%	99,8%	99,7%	99,8%
<i>Abr-08</i>	99,7%	99,9%	99,7%	99,3%
<i>Mai-08</i>	99,8%	97,3%	99,7%	99,7%
<i>Jun-08</i>	94,2%	95,0%	94,9%	96,0%

<i>Dia Certo</i> <i>OAV</i>	<i>Produtos Core</i>			
	<i>EMS12 - B2C</i>	<i>EMS12M - B2B</i>	<i>EMS18 - B2C</i>	<i>EMS18M - B2B</i>
<i>Jan-08</i>	99,7%	100%	99,8%	99,5%
<i>Fev-08</i>	99,8%	100%	99,9%	99,9%
<i>Mar-08</i>	99,9%	99,9%	99,8%	99,9%
<i>Abr-08</i>	99,9%	100%	99,8%	99,9%
<i>Mai-08</i>	99,9%	99,8%	99,8%	99,8%
<i>Jun-08</i>	96,9%	98,3%	98,3%	98,9%

<i>Dia Certo</i> <i>OVS</i>	<i>Produtos Core</i>			
	<i>EMS12 - B2C</i>	<i>EMS12M - B2B</i>	<i>EMS18 - B2C</i>	<i>EMS18M - B2B</i>
<i>Jan-08</i>	99,9%	99,9%	99,9%	99,7%
<i>Fev-08</i>	99,8%	99,9%	99,8%	99,9%
<i>Mar-08</i>	99,8%	99,8%	99,8%	99,9%
<i>Abr-08</i>	99,8%	99,8%	99,8%	99,8%
<i>Mai-08</i>	99,8%	99,8%	99,7%	99,7%
<i>Jun-08</i>	98,3%	99,1%	98,4%	99,4%

**Tabela 14: Nível de serviço, dia certo, da zona Centro.**

Fonte: Elaboração Própria

Uma das razões da menor qualidade de Leiria será a sua infra-estrutura física pois é um CD com 1015 m2 de área coberta, com um reduzido número de posições de acostagem, mas que distribui quase tanto tráfego como Coimbra, com 3000 m2 e seis posições duplas de acostagem. Coimbra apresenta, ao longo do primeiro semestre de 2008, um nível de serviço dia certo superior ao nacional, e é interessante verificar que as suas prestações negativas e menos positivas, estão sempre alinhadas com a prestação nacional.

Analisando agora o nível de serviço, hora certa (janela de entrega acordada), muito dependente da qualidade de serviço das empresas subcontratadas que realizam a distribuição, da quantidade de objectos necessária para que um giro seja desdobrado em dois (mantendo equilíbrio económico) e da tipologia do giro de distribuição, verifica-se

que este indicador de qualidade de serviço, apresenta mais incidências negativas que o indicador anterior.

Se para se obter um nível de serviço de 99,8%, no dia certo é necessário muito rigor e flexibilidade, para se atingir 99,7 % na hora certa, o controlo da distribuição tem de ser uma tarefa de grandes recursos.

<i>Hora Certa</i> <i>ctt expresso</i>	<i>Produtos Core</i>			
	<i>EMS12 - B2C</i>	<i>EMS12M - B2B</i>	<i>EMS18 - B2C</i>	<i>EMS18M - B2B</i>
<i>Jan-08</i>	98,9%	99,4%	99,7%	99,5%
<i>Fev-08</i>	99,2%	99,2%	99,7%	99,8%
<i>Mar-08</i>	99,1%	99,2%	99,8%	99,0%
<i>Abr-08</i>	98,9%	98,9%	99,4%	99,2%
<i>Mai-08</i>	98,6%	97,8%	99,5%	99,6%
<i>Jun-08</i>	97,2%	97,5%	99,1%	99,4%

**Tabela 15: Nível de serviço nacional, hora certa**

Fonte: Elaboração Própria

Não foi um bom semestre na performance deste nível de serviço, na generalidade dos CD's, de Norte a Sul. O produto EMS 12M foi penalizado na hora certa de entrega, o que é grave por ser um produto vocacionado para o mercado B2B. Este facto poderá ter explicação, segundo o Relatório de Junho 2008, no aumento do tempo médio de entrega motivada pelo aumento de objectos postais por remessa (objectos entregues ao mesmo destinatário). A zona Centro acompanha esta tendência nacional, com excepção do CD de Aveiro.

<i>Hora Certa</i> <i>OCO</i>	<i>Produtos Core</i>			
	<i>EMS12 - B2C</i>	<i>EMS12M - B2B</i>	<i>EMS18 - B2C</i>	<i>EMS18M - B2B</i>
<i>Jan-08</i>	99,0%	99,9%	100,0%	99,6%
<i>Fev-08</i>	99,3%	99,6%	99,9%	99,9%
<i>Mar-08</i>	98,7%	99,2%	99,8%	89,2%
<i>Abr-08</i>	98,7%	98,7%	99,3%	99,4%
<i>Mai-08</i>	99,2%	98,7%	99,3%	99,5%
<i>Jun-08</i>	97,1%	97,4%	98,8%	99,6%

<i>Hora Certa</i> <i>OLR</i>	<i>Produtos Core</i>			
	<i>EM12 - B2C</i>	<i>EMS12M - B2B</i>	<i>EMS18 - B2C</i>	<i>EMS18M - B2B</i>
<i>Jan-08</i>	98,3%	99,8%	99,0%	99,8%
<i>Fev-08</i>	98,8%	99,6%	99,8%	99,9%
<i>Mar-08</i>	98,8%	98,4%	99,9%	99,9%
<i>Abr-08</i>	98,9%	99,5%	99,5%	99,7%
<i>Mai-08</i>	98,4%	96,9%	99,8%	99,9%
<i>Jun-08</i>	96,9%	97,5%	99,9%	96,8%

<i>Hora Certa</i> <i>OAV</i>	<i>Produtos Core</i>			
	<i>EMS12 - B2C</i>	<i>EMS12M - B2B</i>	<i>EMS18 - B2C</i>	<i>EMS18M - B2B</i>
<i>Jan-08</i>	98,9%	99,5%	99,8%	99,8%
<i>Fev-08</i>	99,2%	99,7%	99,9%	100%
<i>Mar-08</i>	99,2%	99,9%	99,9%	99,7%
<i>Abr-08</i>	98,9%	99,8%	99,8%	99,7%
<i>Mai-08</i>	99,2%	99,5%	99,9%	100%
<i>Jun-08</i>	98,2%	98,8%	99,8%	99,7%

<i>Hora Certa</i> <i>OVS</i>	<i>Produtos Core</i>			
	<i>EM12 - B2C</i>	<i>EMS12M - B2B</i>	<i>EMS18 - B2C</i>	<i>EMS18M - B2B</i>
<i>Jan-08</i>	99,9%	100%	100%	100%
<i>Fev-08</i>	99,5%	99,5%	99,6%	99,8%
<i>Mar-08</i>	99,8%	99,5%	99,7%	99,9%
<i>Abr-08</i>	99,9%	99,6%	100%	100%
<i>Mai-08</i>	99,8%	99,2%	100%	99,9%
<i>Jun-08</i>	96,4%	98,1%	100%	99,9%

**Tabela 16: Nível de serviço, hora certa, da zona Centro.**

Fonte: Elaboração Própria

Comparativamente e dentro da zona, Coimbra obtém aqui a pontuação mais negativa, pois a sua má prestação incide nos dois produtos B2B do mercado mais exigente, em termos de nível de serviço. Por sua vez, Leiria penaliza os produtos de entrega na janela horária do período da manhã, afectando dois segmentos de mercado.

Aveiro e Viseu são os CD's mais pequenos do país em termos de tráfego. Os seus níveis de serviço, dia certo e hora certa estão dependentes a montante do CD “agregador” Coimbra, mas por outro lado têm vantagens relativas a Coimbra pois entregam mais objectos por quilómetro (ver tabela 11) percorrido, logo têm que vencer distâncias inferiores.

Numa análise global à performance do CD de Coimbra, no que respeita os seus níveis de serviço, factor relevante no critério proximidade aos clientes, os valores obtidos, não são muito diferentes da performance nacional. Tendo em conta que é a maior área geográfica de influência, apesar de ser a mais pequena em tráfego distribuído, o seu desempenho é positivo comparativamente.

#### 4.1.2.2 Custos de Transporte

Os custos de transporte são a maior fonte de custo da CTT Expresso, seguida dos custos com pessoal. Os custos de transporte estão classificados como custos de distribuição, custos de recolha e custos de rede primária. Os custos de distribuição no primeiro semestre de 2008, corresponderam a 20% da estrutura de custos total da CTT Expresso (Relatório Mensal Junho 2008). A tabela 20, que se segue, apresenta os custos de distribuição ao longo do primeiro semestre de 2008, repartidos pelos respectivos centros de custo – CD's.

<i>Custos totais (semestrais) de distribuição</i>						
CD's	<i>Jan-08</i>	<i>Fev-08</i>	<i>Mar-08</i>	<i>Abr-08</i>	<i>Mai-08</i>	<i>Jun-08</i>
OPE	101.902€	99.463€	102.884€	125.337€	110.799€	100.422€
OCV	35.095€	34.344€	35.009€	43.527€	35.518€	30.195€
OBR	61.232€	61.435€	63.480€	80.187€	71.069€	62.533€
<b>Norte</b>	<b>198.229 €</b>	<b>195.242 €</b>	<b>201.372 €</b>	<b>249.051 €</b>	<b>217.386 €</b>	<b>193.149 €</b>
OCO	43.194€	40.681€	45.058€	58.691€	48.640€	43.696€
OAV	28.084€	27.424€	27.583€	34.584€	31.311€	28.094€
OLR	41.911€	39.806€	40.659€	45.837€	42.735€	40.946€
OVS	17.399€	15.533€	16.965€	20.612€	19.149€	16.901€
<b>Centro</b>	<b>130.587 €</b>	<b>123.443 €</b>	<b>130.266 €</b>	<b>159.724 €</b>	<b>141.834 €</b>	<b>129.636 €</b>
OMM	56.870€	55.050€	54.604€	66.282€	60.790€	51.309€
OCR	55.219€	53.891€	55.991€	71.034€	63.704€	55.624€
OGU	51.193€	54.597€	59.605€	69.135€	65.100€	58.401€
OLX	142.909€	139.404€	144.295€	171.716€	160.984€	132.932€
<b>Sul</b>	<b>306.191 €</b>	<b>302.941 €</b>	<b>314.495 €</b>	<b>378.166 €</b>	<b>350.578 €</b>	<b>298.266 €</b>
<b>Total</b>	<b>635.007 €</b>	<b>621.627 €</b>	<b>646.133 €</b>	<b>786.941 €</b>	<b>709.798 €</b>	<b>621.052 €</b>

**Tabela 17: Custos de distribuição por CD's**

Fonte: Elaboração Própria

A decomposição dos custos de distribuição, por CD e por objecto entregue, pode ser revelador para a viabilidade da manutenção de um CD. Relacionando os valores do tráfego distribuído por CD (tabela) ao longo do semestre com os valores de custo total semestral de distribuição (tabela 9), apuram-se os valores unitários de distribuição em cada CD.

<i>Custo por objecto distribuído €</i>							
CD's	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08	méd/sem
OPE	0,99€	1,01€	0,99€	0,98€	1,08€	1,06€	1,02€
OCV	0,76€	0,82€	0,80€	0,70€	0,78€	0,73€	0,76€
OBR	1,08€	1,08€	1,07€	1,07€	1,14€	1,12€	1,09€
<b>Norte</b>	<b>0,96€</b>	<b>0,99€</b>	<b>0,97€</b>	<b>0,94€</b>	<b>1,04€</b>	<b>1,00€</b>	<b>0,98€</b>
OCO	0,89€	0,92€	0,94€	1,01€	1,02€	1,00€	0,96€
OAV	0,99€	1,03€	1,03€	1,00€	1,11€	1,04€	1,03€
OLR	0,95€	0,94€	0,91€	0,81€	0,94€	0,95€	0,91€
OVS	0,91€	0,91€	0,91€	0,91€	1,01€	0,96€	0,93€
<b>Centro</b>	<b>0,93€</b>	<b>0,94€</b>	<b>0,95€</b>	<b>0,93€</b>	<b>1,01€</b>	<b>0,98€</b>	<b>0,96€</b>
OMM	0,96€	1,09€	1,03€	1,00€	1,08€	1,04€	1,03€
OCR	1,04€	1,08€	1,08€	1,10€	1,20€	1,14€	1,11€
OGU	1,10€	1,15€	1,12€	1,23€	1,21€	1,14€	1,16€
OLX	0,94€	1,00€	1,01€	0,99€	1,10€	0,97€	1,00€
<b>Sul</b>	<b>0,99€</b>	<b>1,06€</b>	<b>1,05€</b>	<b>1,05€</b>	<b>1,13€</b>	<b>1,04€</b>	<b>1,05€</b>
<b>Total</b>	<b>0,97€</b>	<b>1,01€</b>	<b>1,00€</b>	<b>0,99€</b>	<b>1,07€</b>	<b>1,02€</b>	<b>1,01€</b>

**Tabela 18: Custos unitários de distribuição por CD**

Fonte: Elaboração Própria

A zona Centro ao longo dos seis primeiros meses de 2008, apresentou sempre custos unitários por objecto distribuído, inferior às zonas Sul e Norte. Paradoxalmente os giros de distribuição de Coimbra e Leiria, são dos giros mais longos em termos de distâncias médias, comparativamente com os restantes giros de distribuição do resto do país. As distâncias percorridas pelos giros de distribuição de Coimbra, 210,5 km por giro de distribuição (médias simples) estão muito próximas as distâncias médias percorridas pelos giros do CD da Guia, que segundo os dados estatísticos da CTT Expresso, durante o primeiro semestre de 2008 (Relatório Mensal Junho 2008) percorreram em média 212 km por giro. Comparando o valor médio do custo unitário semestral, por objecto distribuído entre Coimbra e Guia, verifica-se que Coimbra tem um valor mais baixo, com uma diferença muito próxima de vinte cêntimos. O custo unitário por objecto distribuído atinge o valor máximo no CD da Guia que, segundo a CTT Expresso, é motivado pelas longas

distâncias dos giros em vazio. A Guia é um CD's sem expressão em tráfego recolhido, por esse motivo a rentabilidade económica dos giros é mais baixa.

A comparação entre Guia e Coimbra justifica-se, também, pelas suas semelhanças de tráfego distribuído. No ranking da distribuição, Coimbra precede Guia, com cerca de menos 150 objectos distribuídos por dia.

Também na análise de custo de transporte, o CD de Coimbra, acompanhado pela sua zona, apresenta valores favoráveis para a CTT Expresso, comparativamente com o CD da Guia.

#### 4.1.2.3 Custos de Implantação

Os custos de implantação referem-se aos fornecimentos e serviços prestados por terceiros directamente suportados pelos CD's (contas 62 do POC) e aos encargos com o pessoal afecto à actividade diária dos mesmos (contas 64 do POC). O somatório destas contas, designa-se neste trabalho, custos de implantação, por contemplarem todas os custos necessários para funcionamento de um CD.

Esta análise tem como objecto, avaliar a viabilidade de Coimbra, como CD “agregador”.

<i>CD's</i>	<i>Custos</i>	<i>Jan-08</i>	<i>Fev-08</i>	<i>Mar-08</i>	<i>Abr-08</i>	<i>Mai-08</i>	<i>Jun-08</i>	<i>Total Semestral</i>
OCO	FSE	125.473 €	141.094 €	142.517 €	133.746 €	139.352 €	137.168 €	819.350 €
	Pessoal	37.251 €	34.390 €	34.316 €	42.629 €	42.750 €	44.869 €	236.205 €
	<b>Total</b>	<b>162.724 €</b>	<b>175.484 €</b>	<b>176.833 €</b>	<b>176.375 €</b>	<b>182.102 €</b>	<b>182.037 €</b>	<b>1.055.555 €</b>
OLR	FSE	72.229 €	62.472 €	88.643 €	53.341 €	80.800 €	75.077 €	432.562 €
	Pessoal	24.751 €	23.432 €	23.107 €	23.188 €	31.289 €	35.511 €	161.278 €
	<b>Total</b>	<b>96.980 €</b>	<b>85.904 €</b>	<b>111.750 €</b>	<b>76.529 €</b>	<b>112.089 €</b>	<b>110.588 €</b>	<b>593.840 €</b>
OAV	FSE	38.151 €	34.828 €	50.490 €	45.583 €	48.651 €	43.876 €	261.579 €
	Pessoal	12.462 €	11.853 €	12.186 €	12.348 €	17.967 €	13.582 €	80.398 €
	<b>Total</b>	<b>50.613 €</b>	<b>46.681 €</b>	<b>62.676 €</b>	<b>57.931 €</b>	<b>66.618 €</b>	<b>57.458 €</b>	<b>341.977 €</b>
OVS	FSE	20.300 €	13.696 €	22.805 €	21.550 €	21.459 €	22.221 €	122.031 €
	Pessoal	7.879 €	7.837 €	8.138 €	9.366 €	11.320 €	7.900 €	52.440 €
	<b>Total</b>	<b>28.179 €</b>	<b>21.533 €</b>	<b>30.943 €</b>	<b>30.916 €</b>	<b>32.779 €</b>	<b>30.121 €</b>	<b>174.471 €</b>
<b>Total Zona Centro</b>								<b>2.165.843 €</b>

**Tabela 19: Custos de implantação dos CD's da zona Centro**

Fonte: Elaboração própria

Com a análise mensal destes custos relacionados o tráfego distribuído por cada CD, consegue-se uma comparação analítica entre os rácios dos CD's da zona Centro e dos restantes.

<i>CD's</i>	<i>Custos</i>	<i>Jan-08</i>	<i>Fev-08</i>	<i>Mar-08</i>	<i>Abr-08</i>	<i>Mai-08</i>	<i>Jun-08</i>
OPE	FSE+Pessoal	408.236€	226.454€	360.765€	328.923€	522.341€	344.014€
	Tráfego	102.513	98.854	103.410	127.568	102.260	95.035
	<b>Custo/obj distribuído</b>	<b>3,98 €</b>	<b>2,90 €</b>	<b>3,49 €</b>	<b>2,58 €</b>	<b>5,10 €</b>	<b>3,62 €</b>
OCV	FSE+Pessoal	102.614€	104.013€	111.790€	121.619€	132.599€	116.286€
	Tráfego	46.213	42.072	43.906	61.786	45.306	41.576
	<b>Custo/obj distribuído</b>	<b>2,22 €</b>	<b>2,47 €</b>	<b>2,55 €</b>	<b>1,97 €</b>	<b>2,93 €</b>	<b>2,80 €</b>
OBR	FSE+Pessoal	101.939€	117.311€	122.902€	131.868€	144.786€	155.776€
	Tráfego	56.889	57.114	59.465	75.058	62.305	55.741
	<b>Custo/obj distribuído</b>	<b>1,79 €</b>	<b>2,05 €</b>	<b>2,07 €</b>	<b>1,76 €</b>	<b>2,32 €</b>	<b>2,79 €</b>
OCO	FSE+Pessoal	162.725€	165.484€	176.833€	176.375€	182.109€	182.037€
	Tráfego	48.452	44.415	47.897	58.131	47.899	43.864
	<b>Custo/obj distribuído</b>	<b>3,36 €</b>	<b>2,73 €</b>	<b>3,69 €</b>	<b>3,03 €</b>	<b>3,80 €</b>	<b>4,15 €</b>
OLR	FSE+Pessoal	96.980€	86.905€	111.750€	76.529€	112.089€	110.589€
	Tráfego	44.040	42.472	44.611	56.274	45.586	43.289
	<b>Custo/obj distribuído</b>	<b>2,20 €</b>	<b>2,05 €</b>	<b>2,50 €</b>	<b>1,31 €</b>	<b>2,46 €</b>	<b>2,55 €</b>
OAV	FSE+Pessoal	50.614€	46.681€	62.676€	57.931€	66.618€	57.459€
	Tráfego	28.349	26.748	26.671	34.543	28.173	26.939
	<b>Custo/obj distribuído</b>	<b>1,79 €</b>	<b>1,75 €</b>	<b>2,35 €</b>	<b>1,68 €</b>	<b>2,36 €</b>	<b>2,13 €</b>
OVS	FSE+Pessoal	28.179€	21.534€	30.943€	30.917€	38.779€	30.112€
	Tráfego	19.121	17.142	18.657	22.645	19.004	17.574
	<b>Custo/obj distribuído</b>	<b>1,47 €</b>	<b>1,26 €</b>	<b>1,66 €</b>	<b>1,37 €</b>	<b>2,04 €</b>	<b>1,71 €</b>
OLX	FSE+Pessoal	514.638€	515.499€	623.473€	535.889€	711.244€	565.181€
	Tráfego	151.233	138.764	142.723	174.210	146.897	136.651
	<b>Custo/obj distribuído</b>	<b>3,40 €</b>	<b>3,71 €</b>	<b>4,37 €</b>	<b>3,07 €</b>	<b>4,84 €</b>	<b>4,14 €</b>
OMM	FSE+Pessoal	111.598€	97.133€	121.042€	118.047€	142.632€	125.409€
	Tráfego	59.202	50.367	53.124	66.550	56.261	49.414
	<b>Custo/obj distribuído</b>	<b>1,88 €</b>	<b>1,93 €</b>	<b>2,28 €</b>	<b>1,77 €</b>	<b>2,54 €</b>	<b>2,54 €</b>
OCR	FSE+Pessoal	91.402€	91.804€	105.522€	107.327€	122.733€	97.924€
	Tráfego	52.992	49.881	51.874	64.771	53.081	48.618
	<b>Custo/obj distribuído</b>	<b>1,72 €</b>	<b>1,84 €</b>	<b>2,03 €</b>	<b>1,66 €</b>	<b>2,31 €</b>	<b>2,01 €</b>
OGU	FSE+Pessoal	85.190€	86.959€	95.697€	108.159€	102.123€	122.251€
	Tráfego	46.400	47.447	53.013	56.274	53.988	51.075
	<b>Custo/obj distribuído</b>	<b>1,84 €</b>	<b>1,83 €</b>	<b>1,81 €</b>	<b>1,92 €</b>	<b>1,89 €</b>	<b>2,39 €</b>

**Tabela 20: Custos de implantação nacionais vs tráfego distribuído.**

Fonte: Elaboração Própria.

Os custos de implantação por objecto distribuído, no caso dos CD's de Perafita, Coimbra e Loures, estão inflacionados em relação aos restantes CO's Tratando-se de centros "agregadores" da região, são estruturas maiores, com mais recursos humanos e dotados de equipamentos para divisão de objectos. São estes CD's que concentram as recolhas das suas áreas regionais que as tratam por CD de destino e as encaminham. Constata-se pelos valores apurados, que o maior custo de implantação vs o tráfego distribuído, nos CD's "agregadores", se verifica no CD de Loures, o maior CD da CTT Expresso. Este CD tem particularidades únicas de tratamento, é o CD que concentra todo o tratamento de recepção e expedição internacional e Regiões Autónomas. Concentra também serviços administrativos relativos a cobranças de todos os CD's bem como o tratamento de devoluções de clientes estratégicos, para além doutros pequenos serviços apenas existentes neste CD. Por este motivo optou-se por comparar os custos de implantação de Coimbra com os custos de implantação da Perafita, verificando-se que os últimos são superiores em 4% (valor médio semestral) por objecto distribuído.

Por fim e mais uma vez, Coimbra e toda a sua zona, apresenta comparativamente custos de implantação por objecto distribuído mais baixos que o CD de Perafita. Também pela

avaliação do factor crítico, custos de implantação, o CD de Coimbra vincula a sua existência enquanto CD “agregador” da zona Centro.

## **4.2 Conclusões, Recomendações e Considerações Finais**

### **4.2.1 Conclusões e Recomendações**

Face aos valores encontrados nas análises dos dados, associados ao modelo de localização proposto, o CD de Coimbra apresenta uma prestação positiva comparativamente com outros CD’ que se assemelham nas características observadas e comparativamente com a rede total de CD’s. Os resultados do modelo apontam para a manutenção do CD de Coimbra como CD “agregador”, da rede de centros da CTT Expresso. É uma conclusão “inesperada” por parte do investigador pois face aos problemas sentidos na zona Centro que provocam custos não orçamentados, e o facto de esta zona ser a de menor tráfego recolhido, tratado e distribuído, esperava-se encontrar custos unitários de transporte e custos unitários de implantação mais elevados em relação a outros CD’s. Tal facto não se verificou e pode ter a explicação da CTT Expresso “ comprar “ serviços de transporte e outros serviços, mais baratos na zona Centro, em relação às outras duas zonas.

Quanto à localização do CD de Coimbra ser a ideal ou não, o modelo proposto não trouxe dados concretos para esta questão. Poderá a área de influência deste centro estar demasiado alargada, sem o compensatório retorno da quantidade de objectos entregue.

Verifica-se que o CD de Coimbra (ver anexo I) tem giros de distribuição longos em termos de distância, diariamente percorrem mais de duzentos quilómetros. Por outro lado, são giros que apresentam uma quantidade média de objectos distribuídos, inferior á média de objectos distribuídos por giro deste CD.

<i>Giro</i>	<i>Localidade</i>	<i>Km percorrido Média/ dia</i>	<i>Capacidade das viaturas m3</i>	<i>Horario de Chegada ao CD</i>	<i>Quantidade Objectos distribuidos</i>
ASN01	Ansião	220	6	19:05	50
MRA01	Mira	220	6	20:15	35
FGF02	Figueira da Foz	220	8	19:10	60
FGF03	Figueira da Foz	230	6	17:45	70
FGF01	Figueira da Foz	240	8	19:30	70
ARG01	Arganil	250	6	19:35	50
FGF04	Figueira da Foz	250	8	18:35	55
<b>Totais</b>	<b>7 Giros</b>	<b>1630 Km percorridos</b>			<b>390 Objectos</b>

**Tabela 21: Giros de maior distância percorrida do CD de Coimbra**

Fonte: Elaboração Própria

Há no entanto alterações passíveis de se realizar ao nível da Zona Centro. Alterações essas que poderão trazer benefícios de custos de transporte e nos níveis de serviço. Recomenda-se uma análise cuidada de todos os giros de distribuição do CD de Coimbra, com especial incidência nos giros com rácio Km percorrido/objectos entregues, baixo. Uma solução interessante para “a manutenção” da distribuição nas áreas geográficas apontadas pela tabela 24, mantendo a mesma localização do CD Coimbra, seria a sua subcontratação aos CTT, visto estes terem uma cobertura nacional total, e estar com eles contratado os mesmos níveis de serviço a que os CD ‘s da rede CTT Expresso estão obrigados.

Recomenda-se igualmente à CTT Expresso a aplicação de um modelo matemático combinado com o modelo qualitativo aqui proposto. Segundo Thai (2005) e Tan (1993), é de todo vantajoso que num processo de localização de CD’s, se tome como ferramenta de apoio á decisão, o resultado da combinação dos dois tipos de modelos; um matemático e um qualitativo. Para a CTT Expresso recomenda-se a seguinte modelação matemática:

### **O Problema**

O problema proposto é localizar centros de distribuição a fim de satisfazer as necessidades do mercado, procurando otimizar a capacidade de cada centro, com o objectivo de minimizar custos de implantação e distribuição. Ou seja, conseguir satisfazer a procura do mercado minimizando os custos de implantação e distribuição.

### **Pressupostos**

Apenas um produto é considerado;

Os custos de transporte são tidos como proporcionais ao volume transportado;

Os custos de stock (que se considerariam os custos de tratamento) apenas se verificam nos CD's de Loures, Coimbra e Perafita.

Escolhido um conjunto de N potenciais locais candidatos à instalação de centros de distribuição, deseja-se seleccionar de entre esses, os locais para instalação de CD's por forma a minimizar os custos totais do sistema e a satisfazer a procura de um conjunto de M mercados.

Seja Z o custo global do sistema

$$\text{Min}Z = \sum_{i=1}^N f_i y_i + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M O_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M e_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M t_{ij} x_{ij}$$

Sujeito às restrições:

$$\sum_{j=1}^M x_{ij} y_i \leq D_j$$

A procura por parte dos clientes será atendida.

$$\sum_{j=1}^M x_{ij} \leq K_{ij} y_i$$

Garante que a capacidade de cada CD não será ultrapassada.

1, se o CD i for instalado no local candidato

$$y_i = \left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ se o CD } i \text{ for instalado no local candidato} \\ 0, \text{ se o caso contrário se verificar} \end{array} \right.$$

0, se o caso contrário se verificar

E com as seguintes variáveis da formulação:

$i = 1 \dots N$  onde N é o número de CD's a serem instalados nos locais escolhidos como candidatos;

$j = 1, \dots, M$  onde M é o número de mercados ou pontos de procura a que os CD's devem atender.

$x_{ij}$  Unidades a serem transferidas do CD localizado em i ao mercado instalado no local j

$f_i$  Custo fixo de instalação do CD i

$o_i$  Custo de operação do CD i

$t_{ij}$  Custo de transporte unitário do CD i para o mercado j

$K_i$  Capacidade de cada CD

$D_j$  Procura do mercado j

$e_i$  Custos de stock

Conforme já foi referido no ponto 3.5.3 o Plano Estratégico 2008-2010, não contempla explicitamente uma estratégia de localização de CD. Já foi referido também que um dos objectivos estratégicos da CTT Expresso no período de 2008 a 2010 é a redução dos custos de transporte, no estudo realizado pela Accenture (2007), os clientes do mercado CEP, identificaram nas suas necessidades quatro factores críticos, dois dos quais; *rapidez de serviço* e *preço* factores directamente influenciados pela localização dos CD's. Conforme o exposto na revisão da literatura, para se alcançar redução ao nível custos de transporte, as empresas têm que procurar localizações “óptimas”. Ao longo da abordagem teórica dos modelos qualitativos, verifica-se que todos os autores remetem as decisões de localização para plano estratégico. Recomenda-se, assim, a inclusão de políticas de localização no próximo plano estratégico da CTT Expresso.

#### 4.2.2 Considerações Finais

De entre os vários modelos matemáticos apresentados, destaca-se um dos pioneiros, Geoffrion e Garves (1974), em problemas de localização de CD's. O modelo foi desenvolvido e aplicado com sucesso num problema de localização de uma empresa americana, a Hunt-Wesson Foods.(Hamad, 2006). Trata-se de um modelo PLIM (Programação Linear Inteira Mista) multi-produto, período único e aborda o problema

clássico da localização dos CD's: atender a procura conhecida por produto, por região de consumo a partir de CD's dedicados, que são fornecidos por várias fábricas com capacidade de produção identificadas e por produto. O modelo considera três elos na cadeia da empresa: produção - centro distribuição - procura. O foco do modelo é minimizar custos fixos e variáveis de uma rede logística.

O modelo recomenda a abertura ou encerramento de CD's, a partir de uma lista de instalações pré seleccionadas. O resultado fornece uma solução óptima, que satisfaz toda a procura, usando como restrição as capacidades produtivas e de armazenamento dos CD's. Para a abertura de um CD, é necessário um valor mínimo de procura, e caso não se verifique, impede a abertura do CD. Uma das restrições mais importantes, é o facto que, todas as mercadorias destinadas a um determinado mercado, são fornecidas sempre pelo mesmo CD.

Em 2006 Hamad, adapta o modelo, para a localização de CD's á escala global. Nas adaptações que faz retira a restrição de um determinado mercado ser apenas atendido por um determinado CD, considera também com restrição as taxas de câmbio e aumenta um elo na cadeia. O modelo proposto pelo autor acrescenta e substituiu factores de restrição, ao modelo de Geoffrion e Garves, conferindo assim uma maior adaptabilidade á realidade das empresas transnacionais. Além da maior cobertura de elos (necessários para penetrar em mercados internacionais), o tratamento dado aos custos de stock, é pioneiro em modelos de PLIM (Hamad, 2006).

A grande maioria dos modelos de localização, são usados no planeamento estratégico, e em alguns casos no planeamento de nível tático (Hamad, 2006).

Nos últimos anos a investigação operacional esteve ao serviço destas grandes decisões estratégicas, modelos matemáticos sofisticados foram desenvolvidos com o propósito de orientar na selecção de localização dos decisores, proporcionando vantagens económicas e competitivas às organizações. Á medida que os avanços tecnológicos no campo dos softwares, tornam os processos de modelagem mais rápidos, flexíveis e ajustados á realidade, há contornos que nenhum consegue resolver. O que pode parecer rápido e simples, pode tornar-se num cenário reverso (Bowersox e Closs 2001).

Relembramos, os Factores qualitativos têm um papel crítico em muitos processos de localização, frequentemente superam quantitativamente os resultados obtidos por modelações matemáticas (Tan, 1993).

Os desenvolvimentos de modelos de localização de CD's, encontrados na literatura, têm aplicabilidade na sua maioria em grande escala geográfica. Para um problema de

localização como o da CTT Expresso (de pequena escala geográfica) poderá não ser linear a adopção de um modelo matemáticos. O modelo matemático recomendado é no entanto uma adaptação do modelo de Croxton e Zinn (2005).

## **Referências Bibliográficas**

## **Referências Bibliográficas**

Relatório e Contas de 2007,CTT Expresso

Plano Estratégico 2008-2010, CTT Expresso

Relatório Mensal- Maio 2008, CTT Expresso

Relatório Mensal Junho 2008, CTT Expresso

Accenture (2007), “Estudo sobre o Desenvolvimento da Concorrência no Mercado Postal Português” CTT Expresso, Lisboa

ANACOM (2007), Serviços Postais Explorados em Regime de Concorrência – Informação Estatística 4º trimestre de 2007

Ballou, R. (1998) Business Logistics Management, Englewood Cliffs NJ: Prentice-Hall, 4a.edição

Ballou, R. (2000), Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planeamento, Organização e Logística Empresarial, Editora Boolman, Porto Alegre, Rio Grande do Sul

Ballou, R. (2001), Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planeamento, Organização e Logística Empresarial, Editora Boolman, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Bauhof, N., (2005), Establishing the Optimal Distribution Center Network, Beverage Industry, V.96, No. 96, pp. 64-66

Bhutta, K. (2001), Global Supply Chains: An Integration Location, Production Distribution and Investment Model For a Multinational Corporation Operating Under Varying Exchange Rates and Tariff Structures, Doctoral Dissertation, University of Texas at Arlington

Bhutta, K. (2004), International Facility Location Decisions: a review of the modelling literature, International Journal of Integrated Supply Management, V. 1, No 1

Bijayamada,N., Chakravarty, A. (1994), A Strategy for Location a network of International Manufacturing Facilities, Proceeding of the Symposium on Globalization of Technology, Manufacturing and Services Operations, Tulane University, pp. 7-8.

Bogdan, R., Biklen, S. (1982), Qualitative research for education: An introduction to theory and methods, Allyn and Bacon, Boston

Bowersox, D., Closs, D. (2001), Logística Empresarial, Editoras Atlas, 2ª Edição, São Paulo

Carvalho, J., Dias, E., (2000), Auditoria Logística, Editora Sílabo, Lisboa

Carvalho, J.(2002) Logística, Sílabo, 3ª Edição, Lisboa

- Chase, R., Aquilano, N. (1994), *Gestão da Produção e das Operações - Perspectiva do Ciclo de Vida*, Editora Monitor, Lisboa
- Chopra, S., Meindl, P. (2001), *Supply Chain Management: Strategies for reducing cost and improving services*, Prentice Hall/ Financial Times.
- Christopher, M., (1992), *Logistics and Supply Chain Management*, Pitman Published, London.
- Christopher, M.,(2002), *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.- Estratégias para Redução de Custos e Melhoria de Serviços*, Pioneira, São Paulo
- Chuang, P.(2002), A QFD Approach for Distribution's Location Model, *The International Journal of Quality & Reliability*, V 19, No. 8, pp. 1037-1054.
- Cranic, T., Laporte, G. (1998), *Fleet Management and Logistics*, Kluwer Academic, London
- Croxton, K., Zinn W. (2005), Inventory considerations in network design, *Journal of Business Logistics*, V26, pp. 149-168
- Daskin, M. (1995), *Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications*, Wiley & Son, New York
- Daskin, M., Owen, S.(1998), The new location covering problems: The partial covering p-center and the partial set covering problem, *Geographical Analysis*, V 31, pp. 217-235
- Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa (2003), *Temas e Debates*, Tomo XII
- Domschke, W., Drexl, A. (1985), In: *Location and Layout Planning: An International Bibliography*, V. 238 of *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Springer-Verlag, Berlin
- Dossier Evolução Expresso (2005), *Logística Hoje*, No. 56, pp. 36-42
- Dossier Transporte Expresso (2006), *Logística Hoje*, No 60. pp. 32-40
- Eastman, J. (1997), *IDRISI for Windows: User Guide Version 2.0*. Worcester: Clark University- Graduate School of Geography.
- Efroymsen, M. Ray, T. (1966), A Branch and Bound Algorithm for Plant Location, *Operation Research*, V 14, pp. 361-368
- Ellwein, L., Gray, P.(1971), Solving fixed charge location problem with capacity and configuration constraints, *AIIE Transaction* V 3, pp. 290-298
- Erlenkotter, D. (1974), A dual-based procedure for uncapacitated facility location, *Operations Research*, V 26, pp. 992-1009
- Fine, C. (1999), *Mercados em Evolução Contínua*, Editora Campus, 1ª Edição

Garey, H., Johnson D. (1979), *Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness*, W.H. Freeman and Company, San Francisco

Gentry, C.(2003), Site Selection for DC's, *Chain Store Age*, V 79, No. 5, pp. 138-140.

Geoffrion, A., Graves, G. (1974), Multicommodity Distribution Design by Benders Decomposition, *Management Science*, V. 20, No. 5, pp. 822-844.

Gooley, T. (1998), Site Selection for CD's, *Chain Store Age* , V 79, No 5, pp. 138-140

Gooley, T.(1998), The Changing Face of Asia: How it Affects Logistics, *Logistics Management and Distribution Report*, V.37, No 2, pp. 45-48

Goolley, T.(1998), Site Selection in Latina America: Things Are Looking Up, *Logistics Management and Distribution Report*, V.37, No 8, pp. 79-81

Hadjinicola, G.,Kumar K. (2002), Modeling manufacturing and marketing options in international operations, *International Journal of Production Economics*, V. 75, pp. 287-304

Hakimi, S. (1964), Optimal locations of switching centers and the absolute center and medians of a graph, *Operations Research*, 12, pp. 450-459

Hakimi, S. (1965), Optimum distribution of switching centers in a communication network and some related graph theoretic problems. *Operations Research*, 13, pp. 462-475.

Hamad, R. (2006), "Modelo para localização de instalações em escala global envolvendo vários elos da cadeia logística", *Dissertação de Mestrado em Engenharia de Sistemas Logísticos pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo*.

Hayes, R., Wheelwright, S. (1984), "Restoring Our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing", New York: John Wiley & Sons

IBM (2004), *Energize your supply chain network- A European perspective (New competitive advantage form existing investments)*, Survey conducted by IBM Business Consulting Services, New York, USA

Instituto para a Qualidade na Formação, I.P., (2006), *Gestão de Operações e Logística*, Instituto para a Qualidade na Formação, I.P, Lisboa

Jayaraman B. (1998), Transportation, facility location and inventory issues in distribution network design, *International Journal of Operations & Production Management*, No 18, pp. 471-494

Kaplan, R., Norton, D. (1992) *The Balanced Scorecard-Measures That Drive Performance*, *Harvard Business Review*, pp.71-79

Klose, A., Drexl, A. (2001), Lower bounds for the capacitated facility location problem based on column generation, *Universitat St. Gallen, Technical Report*,

Klose, A., Drexl, A. (2005), Facility location models for distribution system design, European Journal of Operational Research, Elsevier, No 162, pp. 4-29

Laporte, G., Louveaux, F., Hamme, L. (1994), Exact Solution to a Location Problem with Stochastic Demand, Transportation Sci., 28, pp. 95-103

Liebscher, P. (1998), Quantity with quality? Teaching quantitative and qualitative methods in a Lis Master's program, Library Trends, V 46, No 4, pp. 668-680

Lorena, L. (2003), Análise Especial de Redes com Aplicações em Sistemas de informações Geográficas \_ <http://www.lac.inpe.br/~lorena/producao/Analiseredes.pdf>

Louça Jr., C. Barros, C., Rocha, M., Aplicação de uma heurística GRASP Paralela ao problema da p-mediana, \_ <http://www.bibl.ita.br/xencita/Artigos/13.pdf>

Ludke, M., André, M. (1986), Pesquisa em educação: abordagens qualitativas, EPV, São Paulo

MacCarthy, B., Attirawong, W.(2003), "Factors affecting location decisions in internacional operations – a Delphi study", International Journal of Operation & Production Management, V23, No. pp. 794-818

MacNnight, D. (1998), Site selection: you need a plan, warehousing management, V 5, No. 6, pp. 54-57

Malczewshi, J. (1999), GIS and Multicriterio Decision Analysis, John Wiley & Son, New York.

Marriam, S. (1988), Case study research in education: A qualitative approach, CA: Jossey-Bass, San Francisco

Mohamed, Z. (1999), An integrated production-distribution model for a multinational company operating under varying exchanges rates, International Journal of Production Economics, V.58, PP.81-92

Moreira F. (1990), Estudo de Localização de Facilidades Logísticas, Tese de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro

Mousseau, V. (1997), Compensatoriness of Preferences in Matching and Choice, Foundation of Computing and Decisions Sciences, V22, No 1, pp.3-19.

Novaes, A. (2001), Logística e Grenciamento da Cadeia de Suprimentos, Editora Campus, Rio de Janeiro

Owen, S., Daskin, M. (1998), Strategic facility location: A review, European Journal of Operational Research, V. 111, No 3, pp. 423-447

p – medianas , <http://materdei.ceicom.com.br>

Pizzolato, N., Barcelos, F., Lorena, L. (2001), School Location Methodology in Urban Áreas of Developing Countries, submitted

Ponte, J. (1994), O estudo de caso na investigação em educação matemática, Quadrante, V 3, No 1, pp. 3-18

Porter, M., (1980), Estratégia Competitiva: Técnicas de Análise de Industrias e da Concorrência, Editora Campus, Rio de Janeiro

Portugal Logístico (2006) - Rede Nacional de plataformas Logísticas, Ministério das Obras Publicas, Transportes e Comunicações.

Programa Marco Pólo II (2008), Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, I. P. Lisboa

Ramos, R., Mendes, J.(2001), Avaliação da aptidão do Solo para Localização Industrial: O caso Valença, Universidade do Minho, Engenharia Civil, V 1, No. 10, pp. 7-28

Renshaw,F.(2002),Natural Selection,  
[http://opsandfulfillment.com/ar/fulfillment\\_natural\\_selection\\_2/](http://opsandfulfillment.com/ar/fulfillment_natural_selection_2/)

Resende, M., Werneck, R. (2004), A Hybrid Heuristics for the p-Median Problem, Journal of Heuristics, V 10, pp. 59-88

ReVelle, C. , Eiselt, H. (2005), “Location analysis: a synthesis and survey”, European Journal of Operational Research, Elsevier, No 165. pp. 1-19

ReVelle, C., Laporte, G. (1998), The Plant Location Problem,: New Models and Research Prospects, Operations Resaerch, 44, pp. 864-874

Roldão, V., Ribeiro, J. (2007), Gestão das Operações - Uma Abordagem Integrada, Editora Monitor , Lisboa

Shen, Z., Daskin, M. (2003), A Joint location-inventor model, Transportation Sci, V. 37, pp. 40-55.

Shen, Z., Daskin, M., (2005), Trade- Offs Between Customer Service and Cost in Integrated Supply Chain Design, Manufacturing & Services Operations Management, V.7, No. 3, pp. 188-207

Stock, J., Lambert, D. (2001), Supply Chain Management, McGraw-Hill, 4th Edition  
Tan, M. (1993), Learning About Facility Location Models, Distribution, V93, No.5, pp. 47-50

Tavares, L., Oliveira, R., Themido, I. (1996), Investigação Operacional, McGraw Hill, 2ª Edição, Lisboa

Teitz, M., Bart, P.(1968), Heuristic Methods for Estimating the Generalized Vertex Median of a Wheighted Graph, Operations Resaerch, 19, pp. 955-961

Tesch, R. (1990),Types of Qualitative Analysis. In Qualitative Research, Analysis Types and Software Tool, The Flamer Press New York

Thai, V. (2005), Selecting the Location Of Distribution Center in Logistics Oprations: A Conceptual Framework and Case Study, Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics, V 17, No 3, pp. 3-24

Tibes,E.(2008),Ferramentas de apoio á decisão com base em problemas de p – medianas\_  
<http://materdei.ceicom.com.br>

Toregas, C., Swain, R., ReVelle, C., Bergman, L. (1971), The Location of Emergency Services Facilities, Operation Research, 19, pp. 1363-1373

Trunick, P. (2005), 10 Things to Consider when Establishing a Global Distribution Network, Logistics Today, V. 46, No. 9, pp. 26-28

Tuckman, B. (2000), Manual de Investigação em Educação, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa

Ubrig, H. “Modelagem de rede Logística como fonte Potencial de Vantagem Competitiva”  
Projecto Final de Curso de Administração, São Paulo 2005.

Witaker (1983), A fast algorithm for the greedy interchange for large-scale clustering and median location problems. INFOR, V 21, pp. 95-108.

Yin, R. (2003), Estudo de Caso, Planejamento e Métodos, Boockman, 3ª Edição, Porto Alegre

Zambom, K., Carneiro, A. e Negri, J. (2005), Análise de Decisão Multicritério na Localização de Centrais Termoeléctricas Utilizando o SIG, Pesquisa Operacional, V25, No 2, pp. 183-199.

## **Anexos**

**Anexo I - Mapa dos giros de distribuição do CD de Coimbra**

<i>Giro</i>	<i>Localidade</i>	<i>Média/ dia Km</i>	<i>Capacidade viaturas m3</i>	<i>Horario de Chegada ao CD</i>	<i>Quantidade Objectos distribuidos</i>
PBL01	Pombal	200	8	19:50	90
PBL03	Pombal	210	8	19:10	95
ASN01	Ansião	220	6	19:05	50
OCO02	Coimbra	100	6	18:25	90
TMR01	Tomar	190	6	19:15	50
TMR02	Tomar	190	6	19:45	40
TMR03	Tomar	210	6	19:55	55
LSA01	Lousã	180	6	16:50	70
VNP01	Vila Nova de Poiares	170	4	17:30	40
MCV01	Miranda do Corvo	170	6	18:55	40
ARG01	Arganil	250	6	19:35	50
SOR01	Soure	180	4	16:30	45
CDX01	Condeixa	150	4	19:00	45
MDL01	Mealhada	170	6	19:45	50
CNT01	Cantanhede	190	6	19:50	70
CNT02	Cantanhede	210	45	20:45	70
MRA01	Mira	220	6	20:15	35
MMV01	Monte Mor Velho	210	4	18:55	70
CIRC.ESP.	Cantanhede	150	4	19:00	40
FGF03	Figueira da Foz	230	6	17:45	70
FGF02	Figueira da Foz	220	8	19:10	60
FGF01	Figueira da Foz	240	8	19:30	70
FGF04	Figueira da Foz	250	8	18:35	55
CBR01	Coimbra	120	8	20:15	115
CBR02	Coimbra	130	8	20:20	115
CBR03	Coimbra	135	8	19:20	120
CBR04	Coimbra	125	8	19:25	120
CBR05	Coimbra	130	8	19:30	110
CBR06	Coimbra	130	8	19:25	120
CBR07	Coimbra	125	8	19:20	120
OCO01	Coimbra	110	4	18:40	120
<b>31 Giros</b>		<b>6525</b>	<b>418</b>		<b>2290</b>

Anexo II – Mapa dos giros de distribuição do CD de Leiria

<i>Giro</i>	<i>Localidade</i>	<i>Média/ dia Km</i>	<i>Capacidade viaturas m3</i>	<i>Horario de Chegada ao CD</i>	<i>Quantidade Objectos distribuidos</i>
ALC01	Alcobaça	210	6	19:15	180
BAT01	Batalha	160	6	19:00	55
CLD03	Marinha Grande	165	4	15:00	130
CLD03	Caldas da Rainha	260	6	18:55	80
FTM01	Fátima	190	6	19:25	150
LOC01	Leiria	150	6	18:45	90
LOC02	Leiria	160	6	18:05	90
LRA01	Leiria	155	8	19:25	85
LRA02	Leiria	140	8	18:40	100
LR03	Leiria	165	6	17:10	120
LR04	Leiria	150	8	18:45	100
LR05	Leiria	145	8	19:20	90
LR06	Leiria	160	8	19:20	85
MAC01	Maceira	165	8	18:50	70
MGR01	Marinha Grande	175	8	17:55	105
NAZ01	Nazaré	220	6	17:35	70
OUR01	Ourém	230	6	18:50	60
OUR02	Ourém	245	6	18:15	60
PAT01	Pataias	195	6	18:20	50
PMO01	Porto de Mós	180	6	18:35	75
BAT02	Batalha	175	6	19:00	60
CLD04	Caldas da Rainha	270	8	18:40	80
LRA07	Leiria	135	8	19:00	100
MTR01	Monte Real	110	4	18:00	75
<b>24 Giros</b>		<b>4310</b>	<b>158</b>		<b>2160</b>

Anexo III – Mapa dos giros de distribuição do CD de Aveiro

<i>Giro</i>	<i>Localidade</i>	<i>Média/ dia Km</i>	<i>Capacidade viaturas m.3</i>	<i>Horario de Chegada ao CD</i>	<i>Quantidade Objectos distribuidos</i>
AGD01	Águeda	180	6	19:10	80
AGD02	Águeda	190	8	19:05	85
AGD03	Águeda	195	8	19:00	85
AND01	Anadia	175	8	18:40	120
AVR02	Aveiro	140	10	18:55	140
AVR03	Aveiro	130	10	18:35	135
AVR05	Aveiro	135	8	19:55	140
AVR06	Aveiro	130	8	13:25	135
ETR01	Estarreja	210	6	18:40	80
ILV01	Ilhavo	160	6	18:55	60
ILV02	Ilhavo	180	6	18:20	65
OLB01	Oliveira do Bairro	150	6	18:30	50
OLB02	Oliveira do Bairro	140	6	18:35	50
OLB03	Oliveira do Bairro	120	4	19:45	50
VGS01	Vagos	170	6	18:55	85
ALB01	Albergaria	210	6	19:15	70
ALB02	Albergaria	220	6	19:30	70
<b>17 Giros</b>		<b>2895</b>	<b>118</b>		<b>1500</b>

Anexo IV – Mapa dos giros de distribuição do CD de Viseu

<i>Giro</i>	<i>Localidade</i>	<i>Média/ dia Km</i>	<i>Capacidade viaturas m3</i>	<i>Horario de Chegada ao CD</i>	<i>Quantidade Objectos distribuidos</i>
VISO1	Viseu	120	8	17:40	110
VISO2	Viseu	110	8	18:25	95
VISO3	Viseu	125	6	17:30	110
VISO4	Viseu	140	8	18:15	95
VISO5	Viseu	110	8	18:00	130
VISO6	Viseu	120	8	18:20	105
NEL01	Nelas	190	6	18:10	60
SEI01	Seia	240	6	18:20	70
SEI02	Seia	260	6	18:00	60
TDL01	Tondela	210	8	18:30	100
MNG01	Mangualde	190	8	18:15	90
<b>11 Giros</b>		<b>1815</b>	<b>80</b>		<b>1025</b>

