

**ESCOLA SUPERIOR NÁUTICA INFANTE D. HENRIQUE**

**DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA**



**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DOS PORTOS PORTUGUESES E  
ESPAANHÓIS**

**Trabalho de Projeto para Obtenção do Grau de Mestre em Gestão Portuária**

Lino Miguel Ferreira da Costa

**Orientador: Professor Doutor Abel Simões**

Março de 2016



## Resumo

Num clima de economia global e competitiva, o desempenho de uma empresa no mercado é de fulcral importância na medida que permite determinar se os seus recursos estão a ser corretamente aplicados. E os portos, como elementos das cadeias de fornecimento, não são exceção. O desempenho de um porto na prestação de um serviço de qualidade a um custo aceitável e de uma forma contínua é fundamento para a fidelização dos clientes atuais e captação de novos clientes. Para que o gestor do terminal possa assegurar um alto nível de eficiência, é necessário conhecer o estado atual das operações e, se necessário, aplicar constantes ações corretivas ou de melhoria para que o processo operativo alcance um elevado desempenho.

Este projeto tem como principal objetivo avaliar a eficiência dos terminais de contentores e terminais polivalentes que movimentem contentores nos portos de Portugal e Espanha no período de 2004 a 2014, comparando-os mediante um conjunto de variáveis que caracterizam fisicamente os terminais, recorrendo à técnica de Análise Envoltória de Dados. Concluiu-se que apesar de os valores de eficiência técnica refletirem as variações de carga movimentada, metade da amostra apresenta resultados de eficiência acima de 60%, tanto em portos portugueses como espanhóis. Com a análise por janela, verificam-se os efeitos da crise económica e financeira de 2009 sobre os portos, em particular a queda da eficiência em 2009 e 2010 e a recuperação de alguns portos a partir de 2010/2011. Paralelamente foram feitas análises de correlação entre as variáveis de entrada e as variáveis de saída e confirmou-se a forte relação entre o comprimento de cais, a área dos terminais, o número de terminais e o número de equipamentos em cais, resultados que evidenciam o modelo de dimensionamento dos portos para a quantidade de contentores que movimentam.

**Palavras -Chave:** Eficiência; Portos; Terminais de Contentores; Análise Envoltória de Dados; Investigação Operacional.

## **Abstract**

In a global economic and competitive environment, the company's performance in the market is highly important as it allows to access if its resources are being correctly used. And ports, as elements of supply chains, are no exception. The port's performance in rendering a quality service at an affordable price is reason to strengthen actual customers and attract new customers. For the terminal manager to ensure a high level of efficiency, it is necessary to know the current status of the operations and, if needed, apply corrective or improvement actions in order for the operation process to reach a high level of performance.

This project aims mainly to evaluate the efficiency of the container terminals and multipurpose terminals that handle containers in the ports of Portugal and Spain, in the period from 2004 to 2014, making a comparison by using a set of variables that define the terminals physically, using Data Envelopment Analysis. It was concluded that, although the technical efficiency results reflect the variations in the container cargo volumes, half of the ports in the whole sample present efficiency scores above 60%, where both Spain and Portugal ports are in this group. The window analysis allowed to see the effects the economical and financial crisis of 2009 had over the port's activity, specially the fall in efficiency in 2009 and 2010 and the recovery of some ports from 2010/2011. Simultaneously it were conducted correlation factor analysis over the input and output variables and it was confirmed the strong correlation between the quay length, the terminal surface area, the number of terminals per port, and the number of equipment's on the quay, results which show that ports follow a correctly dimensioned model for the throughput container volume they handle.

**Keywords:** Efficiency; Ports; Container Terminals; Data Envelopment Analysis; Operational Research.

## Agradecimentos

Os meus agradecimentos ao corpo docente envolvido na 5ª edição do Mestrado em Gestão Portuária da Escola Superior Náutica Infante D. Henrique, sem os quais não me teria sido possível obter os conhecimentos base necessários, tanto para a elaboração deste projeto, como para a minha atividade profissional.

Um agradecimento a Matthew Jones e a toda a equipa da *Banxia Software* pelo *software Frontier Analyst* que provou ser uma excelente ferramenta de cálculo de eficiência e pela ajuda proporcionada na utilização do software.

Um agradecimento em particular para o Professor Doutor Abel Simões, por toda a atenção e apoio que me dispensou na orientação deste projeto.

# Índice Geral

Resumo .....	III
Abstract .....	IV
Agradecimentos.....	V
Índice Geral .....	VI
Índice de Tabelas .....	VIII
Índice de Figuras .....	X
Lista de Abreviaturas .....	XII
<b>1 Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Caracterização dos Portos de Portugal e Espanha .....</b>	<b>6</b>
2.1 Breve Caracterização Económica e Portuária de Espanha .....	6
2.2 Breve Caracterização Económica e Portuária de Portugal .....	11
2.3 A Contentorização .....	16
2.3.1 Adesão à Contentorização e sua implementação a nível mundial.....	18
2.3.2 Impacto da Contentorização na Economia Mundial.....	21
2.3.3 Impacto da Contentorização nos Navios .....	27
2.3.4 O Contentor .....	31
2.3.5 Configuração típica de um terminal de contentores. ....	34
2.3.6 Vantagens e Desvantagens da Contentorização .....	38
<b>3 Eficiência nos Portos .....</b>	<b>40</b>
3.1 Conceito de eficiência .....	40
3.2 Ferramentas de Análise de Eficiência .....	44
3.2.1 Análise Estocástica de Fronteira.....	45
3.2.2 Análise Envoltória de Dados .....	46
<b>4 Revisão Bibliográfica .....</b>	<b>55</b>
<b>5 Quantificação e Estruturação dos Terminais Portuários.....</b>	<b>66</b>
5.1 Dados da amostra e respetivas fontes .....	68
5.2 Segmentação do Estudo.....	68
5.2.1 Fase 1 - Eficiência dos Terminais de Contentores em Portugal .....	68
5.2.2 Fase 2 - Eficiência dos Portos com Terminais de Contentores em Portugal .....	70

5.2.3 Fase 3 - Eficiência dos Portos com Terminais de Contentores em Portugal e Espanha .....	72
5.3 Ferramenta de Análise e Suporte de Cálculo Informático.....	73
<b>6 Apresentação e Discussão dos Resultados Obtidos.....</b>	<b>75</b>
6.1 Fase 1 - Eficiência dos Terminais de Contentores e Polivalentes em Portugal.....	75
6.1.1 Níveis de Correlação entre Variáveis .....	79
6.2 Fase 2 - Eficiência dos Portos com Terminais de Contentores e Polivalentes em Portugal.....	82
6.2.1 Níveis de Correlação entre Variáveis .....	85
6.2.2 Comparação entre os Resultados da Fase 1 e da Fase 2 .....	87
6.3 Fase 3 - Eficiência dos Portos com Terminais de Contentores e Polivalentes em Portugal e Espanha .....	88
6.3.1 Níveis de Correlação entre Variáveis .....	101
6.3.2 Análise de Folgas nas Variáveis de Entrada.....	104
6.3.3 Resumo dos resultados obtidos.....	109
<b>7 Conclusões.....</b>	<b>110</b>
Bibliografia.....	118
Anexos.....	122

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Comércio Mercantil Total de Espanha.....	8
Tabela 2 - Indicadores de Transporte Marítimo para Espanha.....	10
Tabela 3 - Comércio Internacional em Portugal.....	12
Tabela 4 - Indicadores de Transporte Marítimo para Portugal.....	15
Tabela 5 - Classificação de Produtos e respetivo Grau de Contentorização. ....	21
Tabela 6 - Dimensões e Capacidades de diversos tipos de Contentores .....	32
Tabela 7 - Os efeitos e os mecanismos de ação.....	42
Tabela 8 - Comparação entre a DEAE a SFA.....	45
Tabela 9 - Modelo DEA - CCR.....	48
Tabela 10 - Modelo matemático para cálculo das folgas na DEA com orientação para as entradas. ...	49
Tabela 11 - Análise de Janela, com base em janela de 3 meses, de 3 das 14 Unidades de Produção. ...	54
Tabela 12 - Revisão Bibliográfica sobre as técnicas analíticas de avaliação de eficiência nos portos. ....	55
Tabela 13 - Amostra de Terminais de Contentores e Polivalentes para Portugal Continental e Ilhas. .	69
Tabela 14 - Categorias para a Segmentação da Amostra da Fase 1 pela variável E2 .....	70
Tabela 15 - Dados das Variáveis de Entrada e Atribuição de Categorias a cada terminal.....	70
Tabela 16 - Categorias para a Segmentação da Amostra da Fase 2 pela variável E2 .....	71
Tabela 17 - Dados das Variáveis de Entrada e Atribuição de Categorias a cada Porto .....	71
Tabela 18 - Categorias para a Segmentação da Amostra da Fase 3 pela variável E2. ....	72
Tabela 19 - Dados das Variáveis de Entrada e Atribuição de Categorias a cada Porto .....	72
Tabela 20 - Dados de entrada e saída referentes ao Terminal do Caniçal, nos anos de 2005, 2006 e 2007, utilizados para a Fase 1 .....	76
Tabela 21 - Coeficientes de Correlação entre variáveis na Fase 1 .....	80
Tabela 22 - Coeficientes de Correlação entre variáveis na Fase 2 .....	85
Tabela 23 - Dados de entrada para a Categoria 1 da fase 3 e a média anual de TEU movimentados nos respetivos portos. ....	90
Tabela 24 - Dados de entrada para a Categoria 2 da fase 3 e a média anual de TEU movimentados nos respetivos portos. ....	91
Tabela 25 - Dados de entrada para a Categoria 3 da fase 3 e a média anual de TEU movimentados nos respetivos portos. ....	93
Tabela 26 - Dados de entrada para a Categoria 4 da fase 3 e a média anual de TEU movimentados nos respetivos portos. ....	94
Tabela 27 - Dados de entrada para a Categoria 5 da fase 3 e a média anual de TEU movimentados nos respetivos portos. ....	96
Tabela 28 - Dados de entrada para a Categoria 6 da fase 3 e a média anual de TEU movimentados nos respetivos portos. ....	99

Tabela 29 - Dados de entrada para a Categoria 7 da fase 3 e a média anual de TEU movimentados nos respectivos portos. ....	101
Tabela 30 - Coeficientes de Correlação entre Variáveis de Entrada e Saída na Fase 3 .....	102
Tabela 31 - Valores Médios da Folga das variáveis de entrada da categoria 1, fase 3.....	105
Tabela 32 - Valores Médios da Folga das variáveis de entrada da categoria 2, fase 3.....	105
Tabela 33 - Valores Médios da Folga das variáveis de entrada da categoria 3, fase 3.....	106
Tabela 34 - Valores Médios da Folga das variáveis de entrada da categoria 4, fase 3.....	106
Tabela 35 - Valores Médios da Folga das variáveis de entrada da categoria 5, fase 3.....	107
Tabela 36 - Valores Médios da Folga das variáveis de entrada da categoria 6, fase 3.....	108
Tabela 37 - Valores Médios da Folga das variáveis de entrada da categoria 7, fase 3.....	108
Tabela 38 - Número de Portos da Fase 3 com eficiência média no período em análise superior e inferior a 60%. ....	109
Tabela 39 - Resultados da Eficiência calculada na Fase 1. ....	122
Tabela 40 - Média das Eficiências obtidas na Fase 1.....	126
Tabela 41 - Resultados da Eficiência obtida na Fase 2 .....	127
Tabela 42 - Média das Eficiências obtidas na Fase 2.....	129
Tabela 43 - Resultados da Eficiência calculada na Fase 3 para a Categoria 1 .....	130
Tabela 44- Resultados da Eficiência calculada na Fase 3 para a Categoria 2 .....	131
Tabela 45 - Resultados da Eficiência calculada na Fase 3 para a Categoria 3 .....	133
Tabela 46- Resultados da Eficiência calculada na Fase 3 para a Categoria 4 .....	134
Tabela 47- Resultados da Eficiência calculada na Fase 3 para a Categoria 5 .....	136
Tabela 48- Resultados da Eficiência calculada na Fase 3 para a Categoria 6 .....	137
Tabela 49 - Resultados da Eficiência calculada na Fase 3 para a Categoria 7 .....	139
Tabela 50 - Média da Eficiência dos Portos Portugueses e Espanhóis. ....	140
Tabela 51 - Valores Médios da folga das variáveis de entrada e saída para a Categoria 1 na Fase 3. ....	142
Tabela 52 - Valores Médios da folga das variáveis de entrada e saída para a Categoria 2 na Fase 3. ....	143
Tabela 53 - Valores Médios da folga das variáveis de entrada e saída para a Categoria 3 na Fase 3. ....	145
Tabela 54 - Valores Médios da folga das variáveis de entrada e saída para a Categoria 4 na Fase 3. ....	146
Tabela 55- Valores Médios da folga das variáveis de entrada e saída para a Categoria 5 na Fase 3. ....	148
Tabela 56 - Valores Médios da folga das variáveis de entrada e saída para a Categoria 6 na Fase 3. ....	149
Tabela 57 - Valores Médios da folga das variáveis de entrada e saída para a Categoria 7 na Fase 3. ....	151

## Índice de Figuras

Figura 1 - Representação gráfica de Indicadores da economia Espanhola em comparação com França, Alemanha e Portugal.....	7
Figura 2 - Estrutura de Exportações e 5 principais parceiros de Espanha em 2014.....	8
Figura 3 - Mapa de Espanha e seus Portos.....	9
Figura 4 - Rede de Corredores Principais em Espanha.....	10
Figura 5 - Indicadores Macroeconómicos de Portugal para 2014.....	11
Figura 6 - Estrutura de Exportação por grupos de produtos e 5 principais parceiros de comércio de Portugal para 2014.....	13
Figura 7 - Localização dos Portos de Portugal.....	15
Figura 8 - Corredor afeto a Portugal no âmbito da Rede Transeuropeia de Transportes.....	16
Figura 9 - Estivadores a Carregar Caixas de Madeira num Navio.....	17
Figura 10 - Adesão à Contentorização.....	18
Figura 11 - Portos com Baixo Grau de Contentorização.....	19
Figura 12 - Portos com Médio Grau de Contentorização.....	19
Figura 13 - Portos com Alto Grau de Contentorização.....	20
Figura 14 - Evolução do Comércio Total.....	23
Figura 15 - Comercio Mundial de Carga Contentorizada desde 1996 até 2014.....	26
Figura 16 - Economias de Escala obtidas com o aumento da capacidade dos Navios até 2006 -.....	28
Figura 17 - Economias vs Deseconomias de Escala na dimensão dos navios.....	29
Figura 18 - As 5 fases dos navios em função da sua dimensão.....	30
Figura 19 - Contentores peados no convés de um navio.....	31
Figura 20 - Tipos de Contentores.....	33
Figura 21 - Contentor tanque (à esquerda) e contentor preparado para o transporte de granel (à direita). .....	34
Figura 22 - Configuração de um terminal marítimo de contentores.....	35
Figura 23 - Relação entre eficiência e eficácia e seus efeitos na rentabilidade de uma organização... ..	41
Figura 24 - Relação da produtividade com a Rentabilidade.....	42
Figura 25 - Exemplo de um modelo DEA-CCR com diferentes orientações.....	49
Figura 26 - Gráfico representando a fronteira de um estudo de DEA em modelo CCR com minimização de input's.....	50
Figura 27 - Gráfico representativo de um estudo de DEA com modelo BCC.....	51
Figura 28 - Rendimentos de escala constantes e variáveis.....	52
Figura 29 - Evolução da Eficiência Média em terminais de categoria 1 na fase 1.....	77
Figura 30 - Evolução da Eficiência Média em terminais de categoria 2 na fase 1.....	78
Figura 31 - Evolução da Eficiência Média em terminais de categoria 3 na fase 1.....	79

Figura 32 - Exemplo de correlação entre duas variáveis.....	80
Figura 33 - Coeficientes de Correlação mais significativos na fase 1.....	81
Figura 34 - Coeficientes de correlação entre as Variáveis de Entrada e Saída.....	82
Figura 35 - Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 1 na Fase 2.....	83
Figura 36 -Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 2 na Fase 2.....	84
Figura 37 - Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 3 na Fase 2.....	84
Figura 38 - Coeficientes de Correlação mais significativos na fase 2.....	85
Figura 39 - Coeficientes de Correlação entre as variáveis de entrada e de saída na fase 2. ....	86
Figura 40 - Comparação entre Fase 1 e Fase 2 para os Portos que resultam da agregação de Terminais. .....	87
Figura 41 - Comparação entre fase 1 e fase 2 para portos não agregados de terminais. ....	88
Figura 42- Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 1 na Fase 3.....	90
Figura 43 - Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 2 na Fase 3.....	92
Figura 44 - Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 3 na Fase 3.....	93
Figura 45- Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 4 na Fase 3.....	95
Figura 46 - Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 5 na Fase 3.....	96
Figura 47 - Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 6 na Fase 3.....	99
Figura 48 - Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 7 na Fase 3.....	101
Figura 49 - Correlações mais fortes ( $\geq 0,65$ ) entre as variáveis de entrada na fase 3. ....	102
Figura 50 - Correlações em valor médio entre as variáveis de entrada e saída na fase 3.....	103

## Lista de Abreviaturas

AMT	Autoridade para a Mobilidade e Transportes
APA	Administração do Porto de Aveiro
APDL	Administração do Porto de Douro e Leixões
APFF	Administração do Porto da Figueira da Foz
APL	Administração do Porto de Lisboa
APS	Administração do Porto de Sines
APSS	Administração do Porto de Setúbal e Sesimbra
APRAM	Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira
APVC	Administração do Porto de Viana do Castelo
BCC	Modelo DEA de Banker, Charnes e Cooper
CCR	Modelo DEA de Charnes, Cooper e Rhodes
DEA	Análise Envoltória de Dados ( <i>Data Envelopment Analysis</i> )
DGPA	Direção Geral de Política do Mar
DGRM	Direção Geral dos Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos
DMU	Unidade de Produção ( <i>Decision Making Unit</i> )
EUA	Estados Unidos da América
EUR	Euro (moeda)
IMT	Instituto para a Mobilidade e Transportes
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
IPTM	Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
PIB	Produto Interno Bruto
PDL	Ponta Delgada (Açores - Ilha São Miguel)
PVT	Praia da Vitória (Açores - Ilha Terceira)
SFA	Análise de Fronteira Estocástica ( <i>Stochastic Frontier Analysis</i> )
TEU	Unidade Equivalente de Contentor de 20 pés ( <i>Twenty-foot Equivalent Unit</i> )
UNCTAD	Conferência para o Comércio e Desenvolvimento das Nações Unidas ( <i>United Nations Conference on Trade and Development</i> )
USD	Dólar Norte-americano (moeda)

# 1 Introdução

A competitividade é um fator primário para a sustentabilidade e continuidade das empresas e organizações e a eficiência dos seus processos é um dos pontos-chave para uma empresa ser competitiva. Os portos, como elos de ligação entre os diferentes modos de transporte nas cadeias de fornecimento globais, são vitais para a eficiência de toda a cadeia (LIU, 2010). Os dias em que os portos eram meros locais de ponto de passagem da carga e cujos tempos de operação eram longos já lá vão há muito. Apesar de existirem diversas variáveis que contribuam para a competitividade de um terminal portuário, a eficiência das operações portuárias é uma das mais importantes.

Os terminais de contentores são exemplos onde a eficiência das operações portuárias é um fator importante. Desde que se concebeu o contentor, com a construção de caixas normalizadas onde se colocam as mercadorias, desenvolveu-se a preocupação pela eficiência, nomeadamente pela redução dos espaços em vazio no porão dos navios. Essa preocupação tem vindo a transladar ao longo do tempo e nos dias de hoje, não é por acaso que os grandes terminais de contentores investem muito em equipamentos de movimentação e em simuladores para determinarem qual o melhor processo produtivo ou qual a melhor combinação de equipamentos e mão-de-obra a utilizar para que a operação seja eficiente.

Existem várias razões pelas quais a eficiência das operações obteve uma importância crescente. A concorrência entre os terminais de contentores é mais intensa do que era no passado. Hoje em dia já não gozam da liberdade gerada pelo monopólio na movimentação de cargas. Pelo contrário, têm de concorrer pela carga com os seus portos vizinhos, ainda que não haja uma relação direta casual entre os diferentes níveis de eficiência nos portos e o grau de concorrência entre estes (CULLINANE, et al., 2007). Os níveis de investimento que os terminais de contentores realizam em equipamentos portuários são muito altos e são habitualmente amortizados em longos períodos de tempo. Por esta razão, os terminais necessitam de avaliar a sua eficiência pois uma baixa utilização dos equipamentos leva a perdas de capital e a custos operacionais elevados. O lado oposto também pode ser um problema, pois equipamentos e instalações inapropriadas resultam em atrasos que levam a perda de capital e clientes (ESMER, 2008). A crise económica e financeira mundial, que se desenvolveu a partir de 2009, veio reforçar a importância da eficiência, pois o acesso ao

financiamento pela banca tornou-se difícil para as empresas e o comércio sofreu fortes reduções, que se refletiram no volume de contentores movimentados e, conseqüentemente nas receitas dos portos e terminais portuários.

Apesar das atividades portuárias serem transversais de porto para porto, os portos não são todos iguais diferenciando-se por características próprias, adaptadas às condições geográficas e de mercado. Os portos de Portugal e de Espanha, localizados a sul da Europa e com acesso ao mar do Mediterrâneo e ao Oceano Atlântico, não são exceção. Estes servem as rotas principais de tráfego de contentores que ligam o Norte da Europa à Ásia, África, América do Sul e América do Norte, para além das suas linhas regulares de cabotagem. Os dois países apresentam o mesmo modelo de gestão portuária - *landlord* - e são geridos por administrações portuárias que reportam a autoridades nacionais. Apesar das semelhanças no modelo de gestão, existem algumas diferenças significativas nestes modelos. Destacamos a implementação pela Espanha de um Fundo de Compensação Interportuário para minimizar os efeitos de escala entre portos de grande dimensão e de pequena dimensão, com o objetivo de compensar financeiramente os pequenos portos de modo a que estes também possam investir em infraestruturas que lhes possibilitem crescer sem perderem carga para os portos de grande dimensão.

Apesar de apresentarem características muito semelhantes, os portos são, por vezes, muito diferentes no que respeita aos fatores de dimensão e economia. Duas importantes variáveis que diferenciam a atividade portuária de Portugal e Espanha são o índice de conectividade com os operadores de linha regular e o volume de contentores movimentado em cada país. Espanha apresentou em 2014 um índice de 70,8% e um volume de 14,7 milhões de TEU. Portugal apresentou um índice de 46,28% e um volume de 2,86 milhões de TEU (O.C.D.E., 2014 a)) (O.C.D.E., 2014 b)). Estes números revelam tanto a dimensão do mercado de cada um dos países como o número de portos que cada país tem, onde Espanha possui muito mais portos do que Portugal, contribuindo para um maior volume de carga contentorizada movimentada. Também no que se refere ao Comércio Internacional as exportações são muito diferentes entre os dois países, sendo largamente superior em Espanha (324.863 Milhões de USD) do que em Portugal (64.003 milhões de USD) (UNCTAD, 2014 b)) (UNCTAD, 2014 c)).

No que respeita a especialização, tanto Portugal como Espanha possuem portos com terminais especializados tanto em carga contentorizada como em carga não contentorizada. Contudo, podem ser diferenciados os portos que movimentam mais de 500.000 TEU/ano e neste aspeto, Espanha possui uma maior quantidade de portos especializados em contentores

que Portugal. À atualidade e nestas circunstâncias, Portugal possui três portos - Sines, Leixões e Lisboa - ao passo que Espanha possui cinco portos - Algeciras, Barcelona, Bilbao, Las Palmas e Valencia.

Uma das tarefas transversais a todos os portos é a elaboração das estatísticas anuais, relacionadas com as atividades desenvolvidas no porto e ao movimento de carga movimentada nos terminais. Normalmente cada porto apresenta os seus indicadores de desempenho (KPI - *Key Performance Indicators*), que quantificam e simplificam a informação para decisores e outros *stakeholders* a qual permite avaliar o modo como as atividades e operações afetam a direção e magnitude da mudança em termos socioeconómicos, governabilidade e condições ambientais (VITSOUNIS, 2014). As KPI têm um papel importante na avaliação da produção porque podem não só definir o estado atual do sistema como também o seu futuro. A avaliação da performance permite mover o sistema para o rumo desejado através do efeito exercido internamente pelas respostas comportamentais alinhadas com as performances medidas (CULLINANE, et al., 2007). A abordagem mais utilizada na avaliação da performance é a utilização de múltiplos indicadores de produtividade parcial, pois permite separar os serviços que têm um nível aceitável daqueles que têm um nível insatisfatório. A título de exemplo, em terminais de contentores, os indicadores mais utilizados são a produtividade no cais (número de contentores por metro, por ano), a produtividade no terminal (número de contentores por metro quadrado, por ano) e a utilização da grua (número de contentores por ano). Do lado do navio também são calculados indicadores como, por exemplo, o número de contentores por hora de produção (VITSOUNIS, 2014). No entanto, a utilização de indicadores de produtividade é limitativa, pois conforme foi constatado por Cullinane e Wang (2007) existe dificuldade em avaliar se a performance de um porto melhorou ou piorou pois quando as alterações efetuadas em alguns indicadores melhoram a performance conduzem a alterações negativas em outros indicadores.

A DEA - Análise Envoltória de Dados - é um método de cálculo não paramétrico que permite calcular a eficiência de várias unidades de produção com múltiplas variáveis de entrada e múltiplas variáveis de saída, dando uma panorâmica geral da eficiência das Unidades de Produção em avaliação. É um método que tem sido utilizado em diversas áreas como a banca, os hospitais e conforme se poderá observar no Capítulo 4, em portos e respetivos terminais. Este método foi inicialmente desenvolvido por Charnes, Cooper and Rhodes no modelo CCR - acrónimo das iniciais dos autores - o qual se define por ser um modelo que determina rendimentos de escala constantes. Mais tarde, Banker, Charnes e Cooper desenvolveram o modelo BCC, que determina rendimentos de escala variáveis, os

quais podem ser crescentes, constantes ou decrescentes. A sua vantagem está na capacidade de calcular a eficiência de várias unidades de produção com múltiplas variáveis de entrada e de saída e também em não limitar os dados da amostra a fronteiras pré-definidas por funções matemáticas, de modo a dar forma à fronteira a partir dos dados da amostra. No entanto, é um método que é sensível a erros ou imprecisões nos dados da amostra, o que pode conduzir a resultados de eficiência menos precisos.

Assim, este projeto foca-se no estudo da eficiência técnica dos terminais de contentores e polivalentes que movimentem contentores nos portos de Portugal e Espanha, no período de 2004 a 2014. Pretende-se conhecer os níveis de eficiência dos terminais de contentores em cada um dos portos e investigar quais as causas que possam caracterizar a que alguns portos tenham um determinado nível de eficiência e em simultâneo a possibilidade de calcular um "*ranking*" dos portos mais eficientes. Para o cálculo da eficiência será utilizada a DEA para obter não só os valores de eficiência mas também valores de correlação de variáveis de entrada e saída e folgas das mesmas variáveis.

A amostra é composta pelos terminais de contentores e polivalentes de Portugal Continental e ilhas (7 portos) e também os portos que movimentem contentores de Espanha e suas ilhas (33 portos). Os dados de cada porto foram obtidos a partir das informações disponibilizadas pelas Administrações Portuárias e Autoridades Portuárias de cada país. Não obstante da elevada dispersão dos dados em diversas fontes e documentos, estes dados serão compilados numa base de dados para posteriormente serem processados em *software* de cálculo DEA. O estudo será realizado em três fases: uma primeira fase para os terminais portugueses, uma segunda fase para os portos portugueses e uma terceira fase para os portos de Portugal e de Espanha, com o objetivo de avaliar como se alteram os valores de eficiência ao mudar de abordagem (fase). Para conferir realidade e sentido ao estudo, em qualquer das fases as unidades de produção são segmentadas em categorias para empregar lógica dimensional à amostra - comparar o que pode ser comparável - sendo a área do terminal/porto segmentada num conjunto de categorias. Os resultados obtidos na eficiência serão apresentados na forma de tabelas e gráficos e com base nestes resultados e na investigação a efetuar em diversas fontes de informação, serão apresentadas as causas para determinados comportamentos da eficiência de alguns portos/terminais, mediante a informação disponível.

Neste projeto, a estrutura do trabalho é composta por 6 capítulos. O capítulo 2, consiste numa breve caracterização dos portos de Portugal e Espanha, explicando a dimensão económica, comercial e portuária de cada país e esclarecendo também o fenómeno da contentorização, seus efeitos, vantagens e desvantagens. O capítulo 3 consiste em

caracterizar conceitos sobre eficiência e apresentar duas das mais influentes ferramentas de análise de eficiência: a DEA e a SFA. O capítulo 4 apresenta uma revisão bibliográfica sobre artigos e trabalhos acadêmicos realizados nos últimos anos, relacionados com a eficiência portuária, utilizando as ferramentas de análise DEA e SFA. O capítulo 5 consiste na estruturação dos dados da amostra e do estudo de DEA. O capítulo 6 consiste na apresentação dos resultados obtidos no *software* DEA, seguindo-se uma análise fundamentada em pesquisa, em cada categoria, das fases do estudo. Finalmente, no capítulo 7 são tecidas conclusões sobre a elaboração deste trabalho.

## **2 Caracterização dos Portos de Portugal e Espanha**

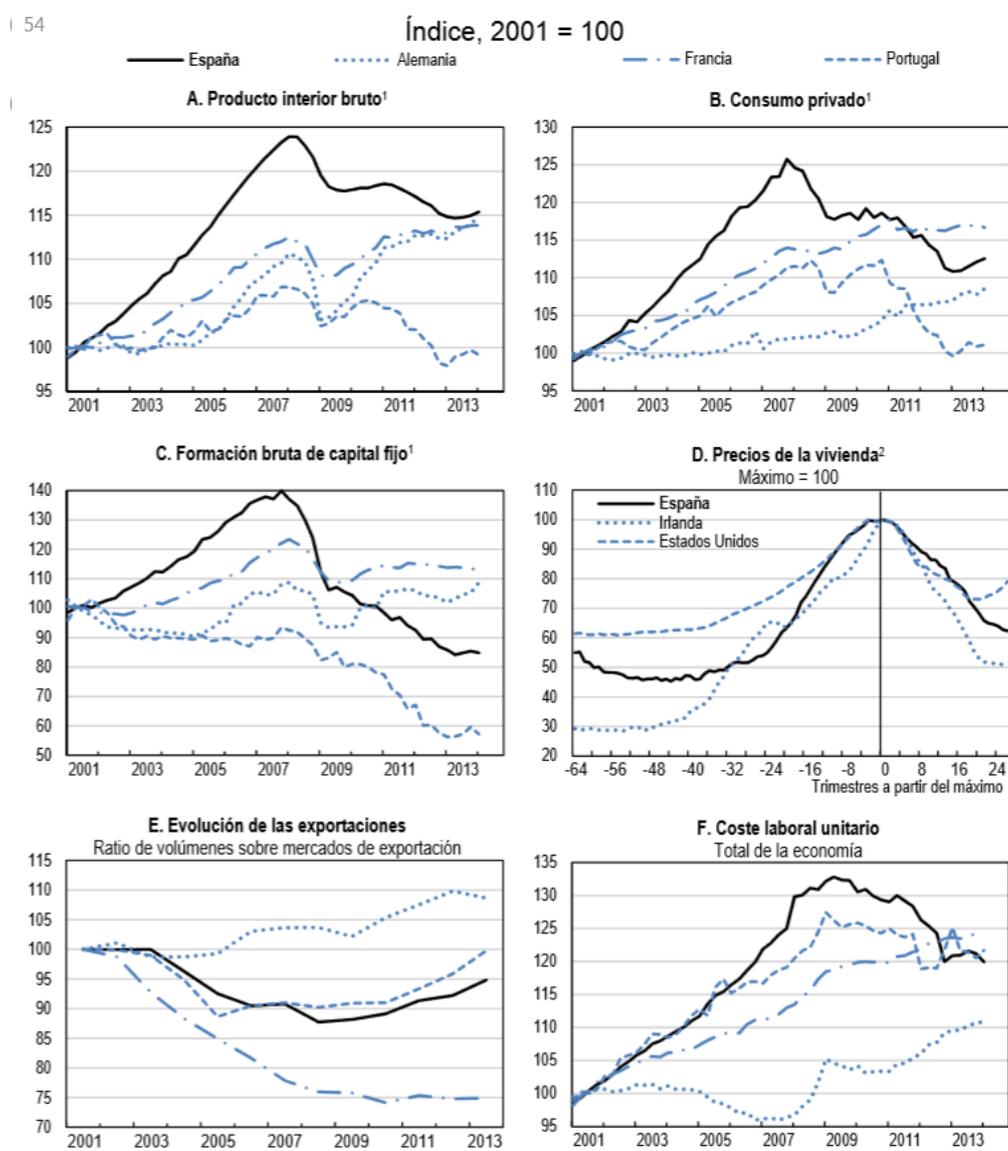
Este capítulo tem como objetivo apresentar Portugal e Espanha, abordando a economia marítimo-portuária dos dois países, destacando as principais diferenças e semelhanças. De seguida, é apresentado o tema da contentorização, abordando a sua importância no transporte marítimo e na economia mundial, as suas características técnicas e económicas e as suas vantagens e inconvenientes na movimentação de mercadorias.

### **2.1 Breve Caracterização Económica e Portuária de Espanha**

Localizada a sudoeste da Europa, Espanha possui uma superfície continental de 498.800 km<sup>2</sup>, os arquipélagos das Ilhas Baleares, localizadas no Mar do Mediterrâneo com uma superfície total de cerca de 5.000 km<sup>2</sup>, as Ilhas Canárias, localizadas no oceano Atlântico próximo da costa noroeste Africana com uma superfície de cerca de 7.500 km<sup>2</sup> e as cidades de Melilla e Ceuta, na costa norte de Marrocos com 32 km<sup>2</sup> (Gobierno de España). O Continente possui um comprimento de costa de 4830km, o arquipélago das ilhas Baleares um comprimento de 1428km e o arquipélago das ilhas Canárias um comprimento de 1583km. Em população, a Espanha tem aproximadamente 47,0 milhões de habitantes dos quais, aproximadamente, 43,7 milhões de habitantes vivem no Continente, 1,13 milhões habitam nas ilhas Baleares, 2,126 milhões habitam nas ilhas Canárias, cerca de 82 mil habitantes residem em Ceuta e 78 mil habitantes residem em Melilla.

Ao nível económico, Espanha teve uma evolução positiva no PIB e na formação bruta de capital fixo desde 2001 até 2007, ano a partir do qual se iniciou a crise económico-financeira na Europa. A partir de 2007, Espanha tal como outros países da Comunidade Europeia registaram quebras acentuadas no PIB, um aumento acentuado no desemprego e face à componente financeira da crise, uma grande retração nos investimentos e uma forte restrição de acesso ao crédito bancário. Face a estes constrangimentos, o governo Espanhol decidiu implementar medidas de correção como a redução das tensões financeiras, devidas ao excessivo endividamento público e privado nas bancas, com operações monetárias de compra e venda de dívida por parte do Presidente do Banco Central Europeu. Também se constatou o aumento da confiança, obtido a partir de 2012, graças à implementação de reformas e medidas chave por parte do Governo Espanhol. Com a implementação destas medidas observa-se um aumento das exportações, um aumento gradual do consumo interno e a estabilização dos

investimentos. Os custos laborais caíram face às altas taxas de desemprego, à moderação salarial e à diminuição da inflação. Segundo a OCDE, prevê-se que a recuperação económica acelere gradualmente nos próximos dois anos, com uma forte contribuição por parte da procura interna. Prevê-se que a melhoria do mercado laboral e do aumento da confiança favoreçam o consumo privado enquanto a melhoria das perspetivas económicas e do reforço das exportações deverão motivar o investimento. No entanto, como se prevê uma recuperação económica gradual, estima-se que a consolidação fiscal, o alavancamento do sector privado e as restritivas condições de financiamento, sendo temas de prioridade para o governo espanhol, venham a abrandar a recuperação económica (O.C.D.E., 2014 a)).



**Figura 1 - Representação gráfica de Indicadores da economia Espanhola em comparação com França, Alemanha e Portugal**  
Fonte: (O.C.D.E., 2014 a))

No que respeita ao comércio internacional, Espanha apresentou uma taxa de crescimento de 2,2% em 2014; contudo apresenta uma balança desequilibrada necessitando de importar mais do que exporta, embora com a evolução do tempo esse desequilíbrio tem vindo a diminuir com o aumento das exportações, conforme de mostra na Tabela 1.

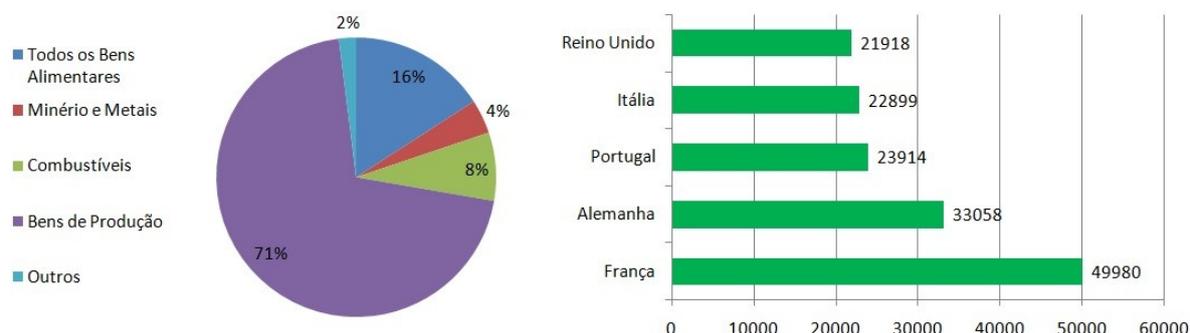
**Tabela 1 - Comércio Mercantil Total de Espanha.**

**Unidade: Milhões de USD**

	2005	2010	2013	2014
Exportações	192.644	254.418	317.833	324.863
Importações	288.786	327.016	340.598	358.498
Balanço	-96.141	-72.598	-22.765	-33.635

Fonte: (UNCTAD, 2014 c))

Dos bens que Espanha exporta, a maioria são bens de produção seguindo-se dos bens alimentares e os combustíveis. Apesar da evolução das exportações apresentadas anteriormente, os parceiros de comércio estão localizados à sua volta, o que demonstra a dependência que Espanha tem com as economias vizinhas.



**Figura 2 - Estrutura de Exportações e 5 principais parceiros de Espanha em 2014.**

Fonte: (UNCTAD, 2014 c)).

Ao nível portuário, Espanha possui um total de 28 administrações portuárias. Existem casos particulares de administrações portuárias que gerem mais do que um porto:

- Os portos de Sagunto, Gandia e Valência são geridos pela administração portuária de Valência;
- Os portos das ilhas Baleares têm uma única administração portuária para os cinco portos;
- Os portos das ilhas Canárias têm duas administrações portuárias: Santa Cruz de Tenerife e Las Palmas;

As cidades autónomas de Ceuta e Melilla, localizadas no Norte de África, contam cada uma com a sua administração portuária.

A autoridade que gere as administrações denomina-se Puertos del Estado, e age como regulador das administrações portuárias e do mercado de transporte marítimo espanhol.

A partir de 1 de Janeiro de 2004 com a entrada em vigor da Ley 48/2003 - *Regime económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general* - que modifica parcialmente a *Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante*, os serviços portuários passaram a funcionar em mercado concorrencial, sem haver qualquer necessidade de intervenção do Estado através das Autoridades Portuárias. Esta lei levou à introdução do modelo de gestão portuária "landlord" no qual as autoridades portuárias são gestoras dos espaços de domínio público e da regulação da atividade económica decorrente da prestação de serviços portuários fundamentalmente na incumbência de privados. Apesar da implementação deste modelo, destaca-se o Fundo de Compensação Interportuário, um fundo económico financiado por cada uma das autoridades portuárias e também pelo Puertos del Estado para compensar financeiramente os pequenos portos, através de investimentos em infraestrutura portuária face aos grandes portos com grandes movimentos de carga.



**Figura 3 - Mapa de Espanha e seus Portos.**

Fonte: Puertos del Estado.

Um indicador importante no transporte marítimo é o índice de conectividade com os operadores de linha regular (*liner shipping connectivity index*). Este índice indica o nível de

integração que um país tem com os operadores mundiais (de larga escala) de linha regular. Os valores apresentados têm com base o ano de 2004. Pela Tabela 2, observa-se uma recuperação na carga contentorizada movimentada pelos portos de Espanha embora o índice de conectividade pouco ultrapasse os 70%.

**Tabela 2 - Indicadores de Transporte Marítimo para Espanha**

	2005	2010	2013	2014
Liner Shipping Connectivity Index (max 2004=100)	58,16	74,32	70,40	70,80
Container Port Throughput (10 <sup>6</sup> TEU)	- - -	12,6	14,0	14,7

Fonte: (UNCTAD, 2014 c))

No que respeita à conectividade dos portos, Espanha tem 2 corredores da rede transeuropeia de transportes que atravessam o país:

- **O Corredor do Mediterrâneo**, que liga os portos de Algeciras, Cartagena, Valência, Tarragona, e Barcelona, atravessa o sul de França, com ligações até Marselha, Lyon, norte de Itália e Eslovénia e um ramal através da Croácia até à Hungria e fronteira da Ucrânia;
- **O Corredor Atlântico**, que liga os portos ibéricos de Algeciras, Sines, Lisboa, Porto (Leixões) e Bilbao, atravessando o Oeste de França e com uma ligação desde Le Havre y Rouen, continua até Paris e Mannheim e Estrasburgo.



**Figura 4 - Rede de Corredores Principais em Espanha.**

Fonte: TENtec

## 2.2 Breve Caracterização Económica e Portuária de Portugal

Localizado a sudoeste da Europa e justaposto a Espanha, Portugal possui uma superfície continental de 91.600km<sup>2</sup> e possui uma população de 10,4 milhões de habitantes.

Ao nível económico, Portugal viveu uma expansão fomentada pelo crédito ao sector não transacionável, dependente de financiamento externo, ao passo que as exportações, o crescimento do PIB e da produtividade eram muito baixas. Após 3 anos de recessão, Portugal registou um crescimento para níveis positivos motivados pela melhoria na competitividade e nos resultados das exportações de bens e serviços o que permitiu transformar o défice da balança comercial e da balança corrente em excedente (ver Figura 5-A). Contudo, prevê-se que a procura interna, em particular o investimento aumente o que leva a uma degradação da atual posição da balança corrente.

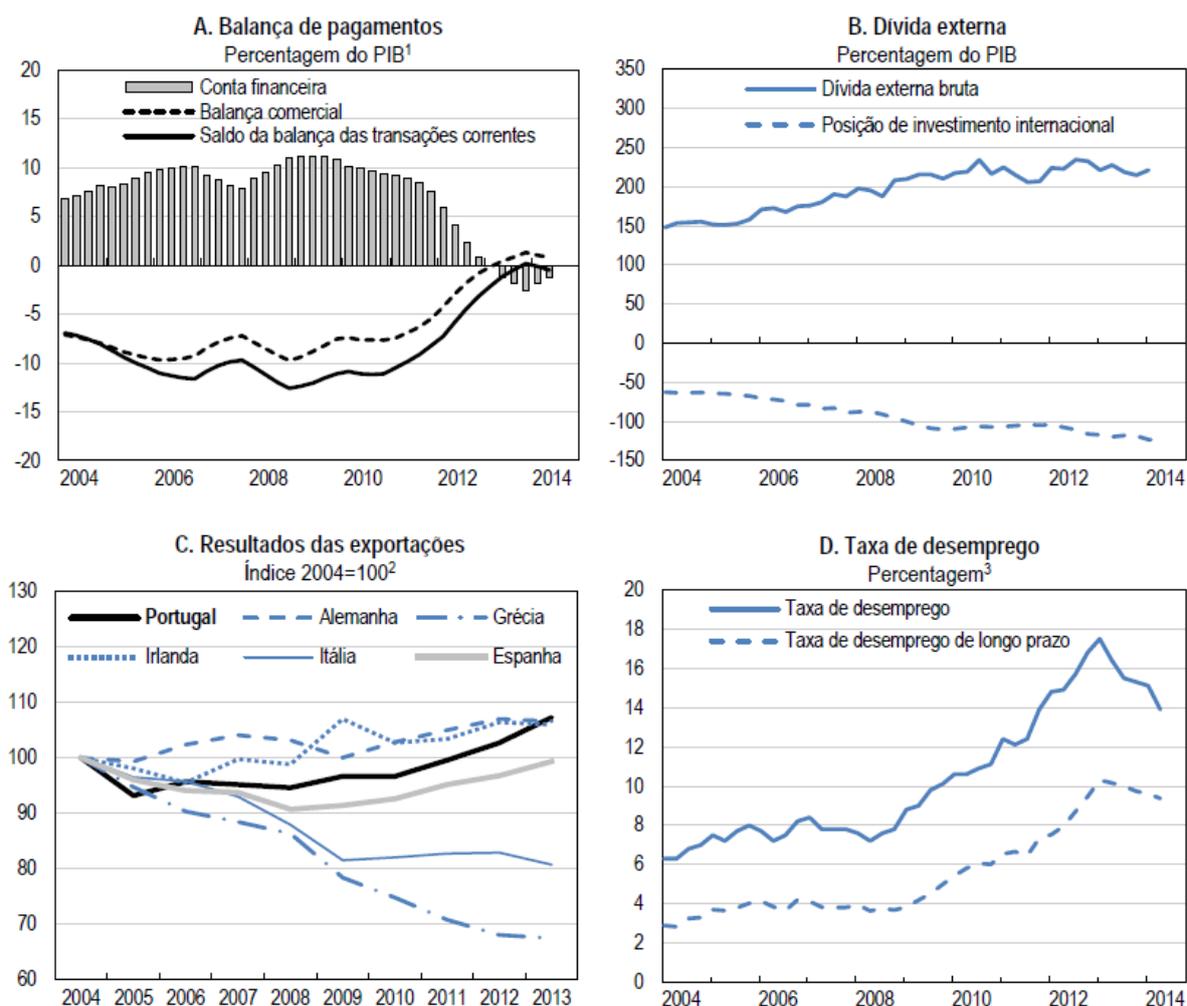


Figura 5 - Indicadores Macroeconómicos de Portugal para 2014.

Fonte: (O.C.D.E., 2014 b))

Será necessário melhorar estruturalmente o saldo da balança de transações correntes, para reduzir a dívida externa a longo prazo e a posição de investimento internacional de Portugal, que se situa nos 221% e -124% respetivamente. O desemprego também foi outro fator problemático com o aumento da taxa para máximos históricos de 17,5% no início de 2013, dos quais 42,5% representa desemprego dos jovens. No entanto, durante 2013 o emprego começou a aumentar e a taxa de desemprego caiu para 13,9%, mantendo-se nestes valores, com a taxa de desemprego de longa duração a descer a um ritmo mais lento. As exportações aumentaram de 27% em 2009 para 39% do PIB em 2013 o que é um resultado positivo pois permite que a economia importe mais no futuro, em particular em bens de investimento. No entanto, as exportações terão que aumentar mais pois, a uma economia de pequena dimensão está normalmente associada a um maior peso do comércio internacional no PIB (O.C.D.E., 2014 b)).

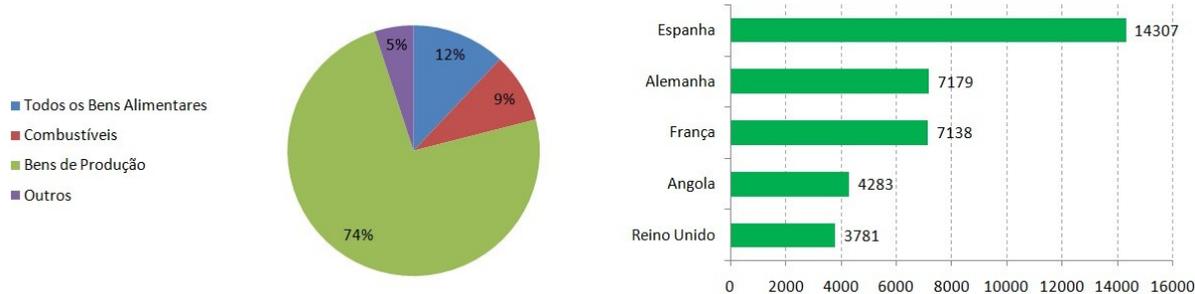
No que respeita ao comércio internacional, Portugal apresentou uma taxa de crescimento das exportações de 1,9% em 2014. Contudo verifica-se um balanço positivo do comércio internacional nos anos 2010 e 2013, com o aumento das exportações em 27% de 2010 para 2013, com as importações a diminuírem 3% entre 2010 e 2013 ainda que em 2014 esse balanço tenha aumentado cerca de 11%.

**Tabela 3 - Comércio Internacional em Portugal**

Unidade: Milhões de USD	2005	2010	2013	2014
Exportações	38.150	49.406	62.823	64.003
Importações	61.184	77.749	75.719	78.187
Balanço	-23.034	-28.343	-12.896	-14.184

Fonte: (UNCTAD, 2014 b))

Relativamente às exportações, Portugal exporta maioritariamente bens de produção seguindo-se os bens alimentares e combustíveis. Os parceiros principais de comércio internacional são Espanha, Alemanha e França, dada a proximidade geográfica destes países e também dado o número de empresas multinacionais oriundas destes parceiros que operam no país. A realçar está Angola, um dos países africanos de língua oficial portuguesa com um valor de comércio exportado superior ao do Reino Unido.



**Figura 6 - Estrutura de Exportação por grupos de produtos e 5 principais parceiros de comércio de Portugal para 2014**

Fonte: (UNCTAD, 2014 b)); Unidade: milhões de USD.

Portugal possui 10 administrações portuárias (AP's) com a seguinte composição:

- A APVC que gere os portos de Viana do Castelo e a APDL que gere os portos de Douro e Leixões. A partir de 01 de Janeiro de 2015, a APVC foi integrada na APDL.
- A APA que gere o porto de Aveiro;
- A APFF que gere o Porto da Figueira da Foz, que a partir de 2015 foi integrada na APA;
- A APL que gere o porto de Lisboa;
- A APSS que gere os portos de Setúbal e Sesimbra;
- A APS que atualmente gere os portos de Sines, Portimão e Faro. Estes últimos dois portos foram geridos pelo Estado, através do IPTM até 2015;
- A Portos dos Açores que gere todos os portos dos Açores, dividindo-se em 3 direções gerais, uma por cada grupo de ilhas;
- AAPRAM (Portos da Madeira), que gere os portos do Funchal, Caniçal e Porto Santo.

Até 2012 a entidade que regulou e fiscalizou a atividades marítimo-portuárias foi o IPTM, ano a partir do qual se deu o fracionamento das atividades desta entidade, conforme a alínea iv) do n.º 3 do art.º34º do Decreto-Lei 7/2012:

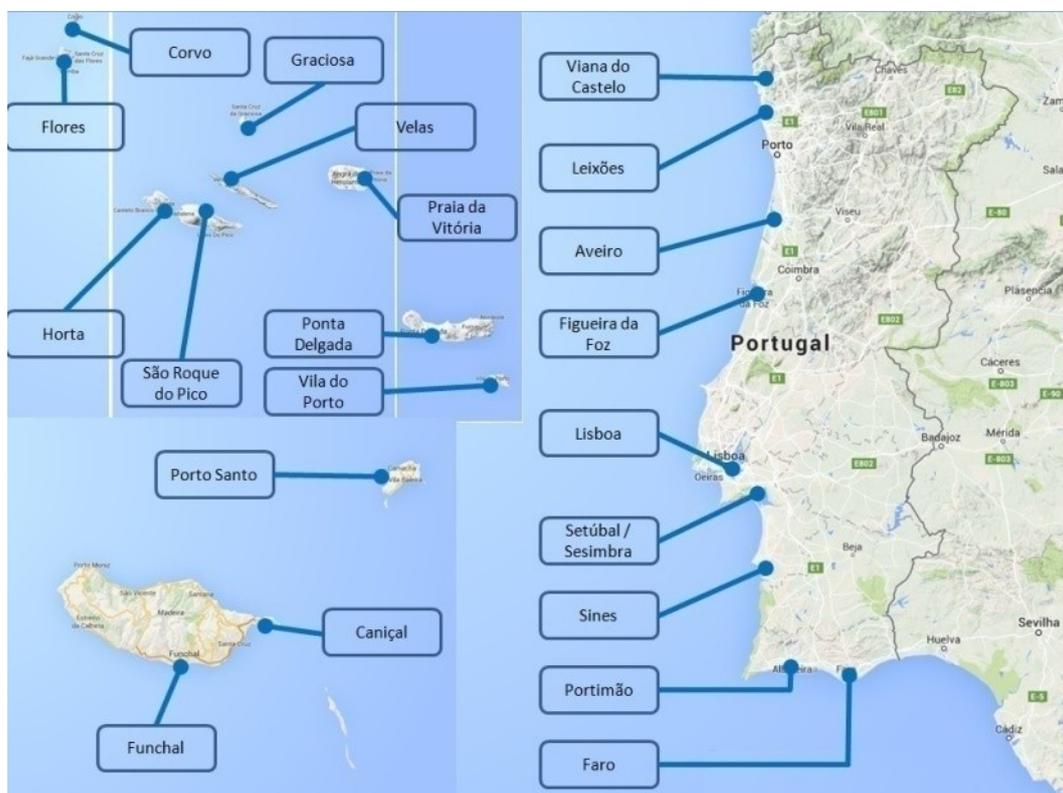
- o Instituto da Mobilidade e dos Transportes - IMT, I.P., cuja orgânica foi aprovada pelo Decreto-Lei n.º 236/2012, de 31 de outubro, alterada pelo Decreto-Lei n.º 77/2014, de 14 de maio, passa a ser o organismo da administração indireta do Estado encarregue das funções de regulamentação técnica, de licenciamento, coordenação, fiscalização e planeamento no setor dos transportes terrestres, fluviais e respetivas infraestruturas e na vertente económica do setor dos portos comerciais e transportes marítimos, bem como

da gestão de contratos de concessão em que o Estado seja concedente nos referidos setores ou em outros setores, nomeadamente relativos a transporte aéreo e infraestruturas aeroportuárias, de modo a satisfazer as necessidades de mobilidade de pessoas e bens;

- a Autoridade da Mobilidade e dos Transportes – AMT, nos termos de Decreto-Lei n.º 78/2014, tem por missão regular e fiscalizar o setor da mobilidade e dos transportes terrestres, fluviais, ferroviários, e respetivas infraestruturas, e da atividade económica no setor dos portos comerciais e transportes marítimos, enquanto serviços de interesse económico geral e atividades baseadas em redes, através dos seus poderes de regulamentação, supervisão, fiscalização e sancionatórios, com atribuições em matéria de proteção dos direitos e interesses dos consumidores e de promoção e defesa da concorrência dos setores privados, público, cooperativo e social;
- a DGRM, com a função de regulamentar, supervisionar e fiscalizar o sector marítimo-portuário e a náutica de recreio;
- a DGPM, com o objetivo de definir orientações estratégicas para as vertentes dos transportes marítimos, navegabilidade, segurança marítima e portuária, náutica de recreio e de ensino e formação no sector marítimo -portuário e pescas integradas;
- o IPMA, cujas funções se focam nos projetos de investigação, desenvolvimento e inovação do sector marítimo.
- ainda de modo indireto, a AdC (Autoridade da Concorrência) que tem por missão a promoção e defesa da concorrência, tendo como principais objetivos o funcionamento eficiente dos mercados, a afetação ótima dos recursos e os interesses dos consumidores. Esta entidade opera em paralelo com a AMT não agindo diretamente sobre determinados conflitos;

Atualmente com a entrada da Lei Orgânica do XXI Governo (Decreto-Lei nº 251-A/2015 de 17 de dezembro) sem prejuízo dos poderes legalmente conferidos ao Conselho de Ministros e ao Ministro das Finanças, a Ministra do Mar exerce a superintendência e tutela sobre as administrações portuárias, em coordenação com o Ministro do Planeamento e das Infraestruturas.

O modelo de gestão atual é, desde 1998, o modelo de "landlord" onde as autoridades são proprietárias da infraestrutura e concessionam estas a operadores privados para a exploração da atividade de movimentação de carga nos respetivos terminais.



**Figura 7 - Localização dos Portos de Portugal**  
 Fonte: Google© Maps 2015; elaboração do autor.

Quanto ao índice de conectividade com os operadores de linha regular, os valores são inferiores aos verificados em Espanha. Uma das razões para tal diferença está no facto de Portugal não ter desenvolvido terminais de grande dimensão que permitam receber os navios porta-contentores de grande porte (> 8000 TEU). No entanto, destaca-se um aumento neste índice e também na carga contentorizada movimentada nos portos, o que reflete a mudança de política de comércio internacional de Portugal, apostando nas exportações.

**Tabela 4 - Indicadores de Transporte Marítimo para Portugal**

	2005	2010	2013	2014
Liner Shipping Connectivity Index (max 2004=100)	16,84	38,06	46,08	46,28
Container Port Throughput (10 <sup>6</sup> TEU)	- - -	1,62	2,48	2,86

Fonte: (UNCTAD, 2014 b))

No que respeita à conectividade dos portos, Portugal tem apenas o Corredor Atlântico da rede transeuropeia de transportes, o qual liga os portos de Leixões, Lisboa, Aveiro e Sines

aos portos de Algeciras e Bilbao, atravessando o Oeste de França e com uma ligação desde Le Havre y Rouen, continuando até Paris, Mannheim e Estrasburgo.



**Figura 8 - Corredor afeto a Portugal no âmbito da Rede Transeuropeia de Transportes.**  
Fonte: TENtec

### 2.3 A Contentorização

A contentorização foi um fenómeno que teve início em meados dos anos 50 e veio revolucionar toda uma linha de pensamento e ação sobre os modos e os meios de transporte de mercadorias. O conceito parte da racionalização do espaço ocupado pela carga em um navio e também pela normalização dos volumes de carga, sempre com o objetivo de reduzir custos e tempos de manuseamento.

Até meados dos anos 50, os portos movimentavam ou carga a granel ou carga fracionada, embalada em paletes, sacos, barris ou outros tipos de acondicionamento. As cargas fracionadas movimentadas variavam em forma e peso desde as sacarias de granel alimentar, às caixas de madeira com mercadoria diversa, até aos barris de líquidos como xaropes. Ainda que muita desta carga fosse movimentada recorrendo à força humana dos estivadores, a tecnologia existente permitia movimentar cargas cujos pesos seriam hoje vistos como consideráveis. As gruas dos navios, conhecidas na gíria náutica como "paus de carga", permitiam auxiliar e aumentar a carga movimentada por hora no cais, trazendo alguma eficiência às operações. Mesmo assim, a quantidade de trabalhadores em torno das operações de estiva era alta, sendo um trabalho manual registavam-se grandes períodos de tempo de estiva e desestiva de um navio. Para aumentar a dimensão do problema, era vulgar a carga sair

do carregador sem ser embalada ou mesmo sem qualquer preparação, o que levava ao aumento do tempo de viagem das mercadorias. A adicionar à problemática, existia a questão da segurança da carga. Alguma da carga que passava nos portos era roubada visto que havia um grande número de trabalhadores e, conseqüentemente, difícil de os controlar. Há uma frase épica que diz "o salário de um estivador eram 20 USD por dia e tantas garrafas de Scotch (Whisky) quantas pudessem levar". (2013)



**Figura 9 - Estivadores a Carregar Caixas de Madeira num Navio**

Fonte: *National Maritime Museum, London*

Tal como acontece em todas as áreas de negócio, num ambiente concorrencial e focado no cliente, a inovação é uma necessidade e um fator de diferenciação no mercado. Em meados dos anos 50, Malcom McLean, que na altura era proprietário da empresa de camionagem McLean Trucking, desenvolveu o conceito da contentorização a partir das caixas de alumínio que vinham equipadas nos veículos pesados. A razão da forma paralelepípedica para o contentor está relacionada com a otimização do espaço de carga do navio. Com a caixa paralelepípedica, os espaços em vazio que anteriormente existiam devido às diferentes formas de embalagem, passam a ser extremamente reduzidos com a utilização dos contentores, o que permite transportar mais carga e rentabilizar as viagens do navio.

Assim, a 26 de Abril de 1956, Malcom McLean fez partir o navio tanque "Ideal X" com 58 contentores de Newark em Nova Jérсия para Houston, no Texas. Após esta viagem, foram realizadas várias outras viagens e a contentorização iniciou o seu desenvolvimento com a normalização e construção dos Contentores. No Inverno de 1956, enquanto a greve da estiva durava, McLean adquiriu navios cargueiros de guerra usados, provenientes da marinha de guerra americana. Após algumas transformações, estes navios ficaram com uma capacidade para transportar até 226 contentores de 35' (cerca de 10 metros de comprimento), isto é, tinham uma capacidade 4 vezes superior à do navio "Ideal X". Apesar do aumento da frota e

da capacidade de carga, em 1962 a contentorização representava apenas 8% dos fretes em Nova Iorque e 2% dos fretes na Costa Oeste Americana.

### 2.3.1 Adesão à Contentorização e sua implementação a nível mundial

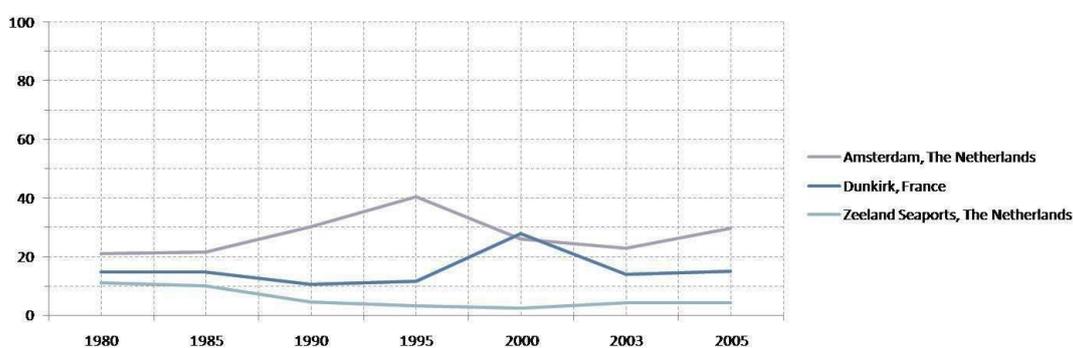
Apesar da fraca adesão inicial, no decorrer do tempo vários países aderiram à contentorização. Tal como constatado, os primeiros países a aderir à contentorização foram os EUA, o Reino Unido, a República Federal da Alemanha e a Holanda. Portugal e Espanha aderiram à Contentorização em 1969. Ainda neste ano, outros países localizados a norte da Europa, o Canadá e a Austrália também aderiram à contentorização.

1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fm German FR</li> <li>Netherlands</li> <li>UK</li> <li>USA</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Belgium</li> <li>Italy</li> <li>Taiwan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Australia</li> <li>Canadá</li> <li>Denmark</li> <li>Finland</li> <li>France</li> <li>Ireland</li> <li>Japan</li> <li>Portugal</li> <li>Spain</li> <li>Sweden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>China HK</li> <li>Fm DDR</li> <li>Greece</li> <li>Israel</li> <li>Singapore</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cote d'Ivoire</li> <li>New Zealand</li> <li>Philippines</li> <li>Poland</li> <li>Trinidad Tbg.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Bahamas</li> <li>Brazil</li> <li>Fm USSR</li> <li>Fm Yugoslavia</li> <li>Iceland</li> <li>Jamaica</li> <li>Malaysia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cameroon</li> <li>Chile</li> <li>Nigeria</li> <li>Norway</li> <li>South Africa</li> </ul>
1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
<ul style="list-style-type: none"> <li>Barbados</li> <li>Honduras</li> <li>India</li> <li>Indonesia</li> <li>Korea Rep.</li> <li>Peru</li> <li>Thailand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Argentina</li> <li>Benin</li> <li>Kenya</li> <li>Mexico</li> <li>N. Caledonia</li> <li>Panama</li> <li>Saudi Arabia</li> <li>UAE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bahrain</li> <li>Colombia</li> <li>Cyprus</li> <li>Ghana</li> <li>Iran</li> <li>Jordan</li> <li>Kuwait</li> <li>Lebanon</li> <li>Morocco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ecuador</li> <li>Egypt</li> <li>Gibraltar</li> <li>Haiti</li> <li>Iraq</li> <li>Mozambique</li> <li>Oman</li> <li>Pap N Guinea</li> <li>Samoa</li> <li>Sierra Leone</li> <li>St. Kitt.</li> <li>Tanzania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Algeria</li> <li>Angola</li> <li>Bulgária</li> <li>China</li> <li>Congo</li> <li>Djibouti</li> <li>El Salvador</li> <li>Fm Yemen Dm</li> <li>Mauritius</li> <li>Neth. Ant.</li> <li>Nicaragua</li> <li>Pakistan</li> <li>Qatar</li> <li>Sri Lanka</li> <li>Syria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guatemala</li> <li>Liberia</li> <li>Lybia</li> <li>Madagascar</li> <li>Sudan</li> <li>Uruguay</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asia NES</li> <li>Bangladesh</li> <li>Belize</li> <li>Costa Rica</li> <li>Dem. Rp. Congo</li> <li>Dominican Rep.</li> <li>Fiji</li> <li>Guadeloupe</li> <li>Romania</li> <li>Seychelles</li> <li>Togo</li> <li>Tunisia</li> <li>Turkey</li> <li>Venezuela</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gambia</li> <li>Kiribati</li> <li>Mauritania</li> <li>St. Helena</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bermuda</li> <li>Ethiopia</li> <li>Guinea</li> <li>Malta</li> <li>Myanmar</li> </ul>

**Figura 10 - Adesão à Contentorização.**  
 Fonte: (BERNHOFEN, et al.). Adaptado pelo autor.

O gráfico temporal apresentado na Figura 10 apenas indica em que ano cada país começou a movimentar o primeiro contentor de carga. No entanto, não significa que a contentorização tenha evoluído progressivamente no tempo de igual forma em todos os portos. Uma métrica bastante utilizada pelos analistas é o Grau de Contentorização de cada porto. Esta métrica representa o rácio entre a Carga Contentorizada e a Carga Geral movimentada pelos portos de cada país, pretendendo avaliar o quanto cada porto utiliza o contentor para importar e exportar as suas cargas. Para o cálculo desta métrica, não entram os granéis sólidos e líquidos. Com base num estudo realizado por Jean Paul Rodrigue, verificou que nem todos os portos estiveram em condições de introduzir a contentorização e que uma

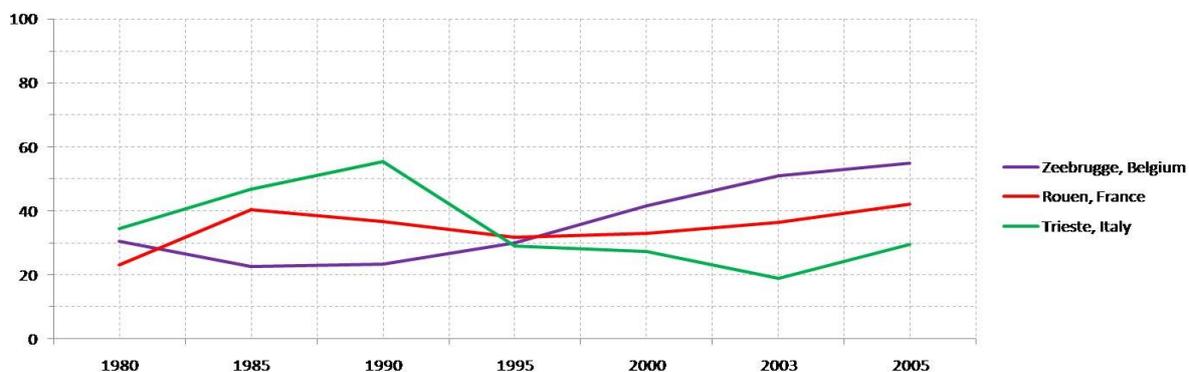
entrada prematura na contentorização não significa que esse porto venha a ser um grande porto de contentores. O gráfico da Figura 11 demonstra que alguns portos decidiram não se especializar na contentorização. Tal como expresso anteriormente, a Holanda e posteriormente a França, foram dos primeiros portos a aderirem à contentorização, nos anos de 1966 e 1969 respetivamente. No entanto, como o seu *hinterland* é composto em grande escala por indústrias petroquímica e petrolífera estes portos especializaram-se mais nestas áreas. Contudo também movimentam carga rolante e alguns contentores mas a contentorização é pouco expressiva quando comparada com os outros tipos de carga movimentada.



**Figura 11 - Portos com Baixo Grau de Contentorização.**

Fonte: (NOTTEBOOM, et al., 2008); elaboração do autor.

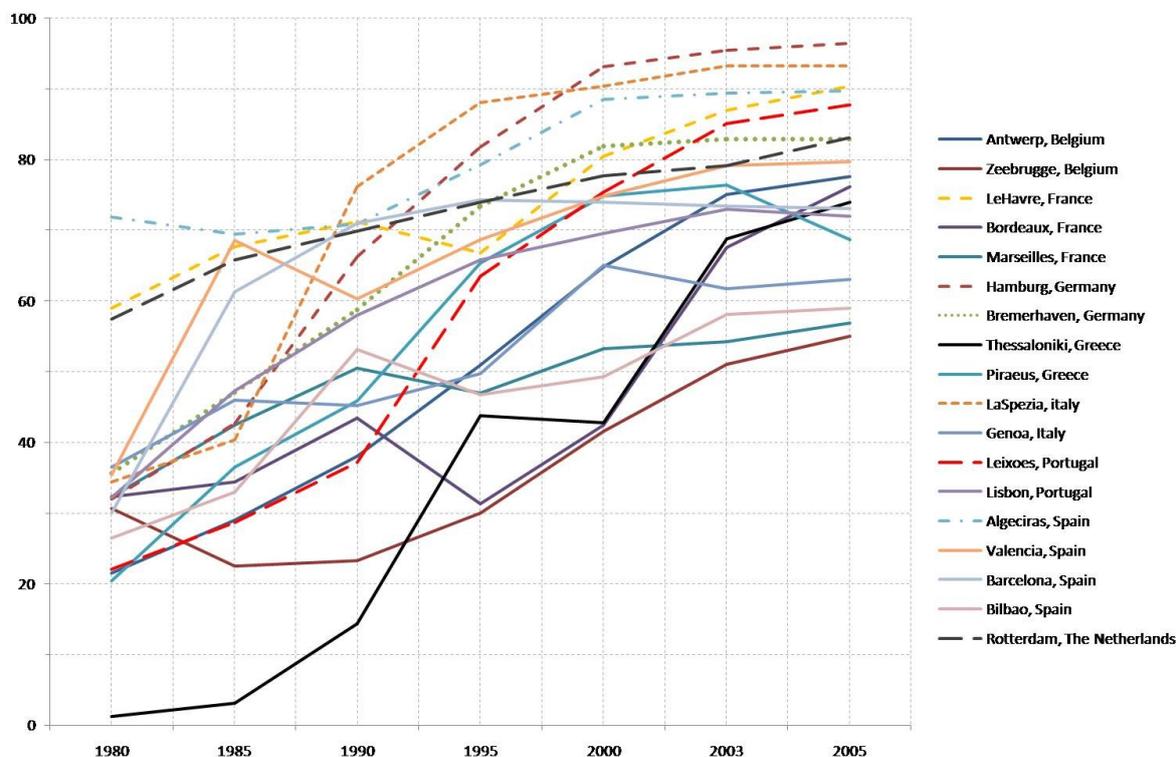
O autor também concluiu que uma adoção prematura à contentorização não significa que os portos se tornem em grandes portos de contentores. A Figura 12 apresenta os portos de Zeebrugge, Rouen e Trieste, que pertencem a países que foram dos primeiros a aderir à contentorização. No entanto, acontece que a concentração de grandes portos de contentores conduz a que os pequenos portos tenham quotas de mercado mais reduzidas e consequentemente menor afinidade para se tornarem grandes portos de contentores.



**Figura 12 - Portos com Médio Grau de Contentorização.**

Fonte: (NOTTEBOOM, et al., 2008); elaboração do autor.

Numa panorâmica geral, a Figura 13 apresenta os portos europeus com alto grau de contentorização onde se destacam portos como La Spezia, Hamburgo, Algeciras, Le Havre, Leixões, Roterdão, entre outros.



**Figura 13 - Portos com Alto Grau de Contentorização**  
 Fonte: (NOTTEBOOM, et al., 2008). Elaboração do Autor.

No entanto, o grau de contentorização também está ligado à maior ou menor propensão da mercadoria ser contentorizável. Com base no SITC - *Standard International Trade Classification* - que classifica os produtos em 10 grupos, apresenta-se na Tabela 5 as categorias de produtos contentorizáveis.

Destacam-se a cerveja e o tabaco, os óleos animais e vegetais, gorduras e ceras e bens manufaturados são classes de produtos que se caracterizam com alto grau de contentorização, isto porque habitualmente são produtos que são embalados, o que possibilita o seu transporte no contentor.

Os alimentos e animais vivos, o crude, os produtos químicos e derivados e as máquinas e equipamentos de transporte apresentam um grau médio de contentorização. No caso dos alimentos, estes são perecíveis e alguns casos são transportados por via aérea dado o muito curto prazo de validade. No entanto, alguns destes produtos são transportados em contentores refrigerados, cujo termo técnico em inglês é *reefer*, que permitem o transporte em

condições térmicas favoráveis à preservação dos produtos durante o transporte. Nestes produtos de grau médio de contentorização verifica-se que atualmente existem contentores concebidos especificamente para o transporte de determinados produtos como os Produtos Químicos, que podem ser transportados em contentores tanque, ou as máquinas e equipamentos que podem, se as suas dimensões e peso o permitirem, ser transportados em plataformas ou em *flat-rack*, ou mesmo o transporte de granel seco em contentores de granel, especialmente desenhados para a descarga de granel por uma pequena porta em um dos topos.

**Tabela 5 - Classificação de Produtos e respetivo Grau de Contentorização.**

SITC	Descrição do Produto	Grau de Contentorização	
0	Alimentos e Animais Vivos	46%	Médio
1	Cerveja e Tabaco	100%	Alto
2	Crude, exceto combustíveis	56%	Médio
3	Combustíveis Minerais, lubrificantes e materiais relacionados	0%	N/A
4	Óleos Animais e Vegetais, gorduras e ceras.	100%	Alto
5	Produtos Químicos e relacionados	60%	Médio
6	Bens manufacturados classificados pelo seu material	95%	Alto
7	Máquinas e equipamento de transporte	50%	Médio
8	Artigos manufacturados diversos	100%	Alto
9	<i>Commodities</i> e transações não classificadas	0%	N/A

Fonte: (BERNHOFEN, et al.)

Os combustíveis minerais e lubrificantes e os *commodities* não são contentorizáveis. Isto não se deve a questões técnicas relacionadas com o contentor; deve-se sim ao facto de que este tipo de produtos ser transportado em grande escala, normalmente em navios ou em porões de navios. Se comparássemos a operação de encher um navio com uma operação paralela de encher os contentores com estes produtos, facilmente chegaríamos à conclusão de que não é economicamente viável a utilização de contentores para o transporte deste tipo de produtos.

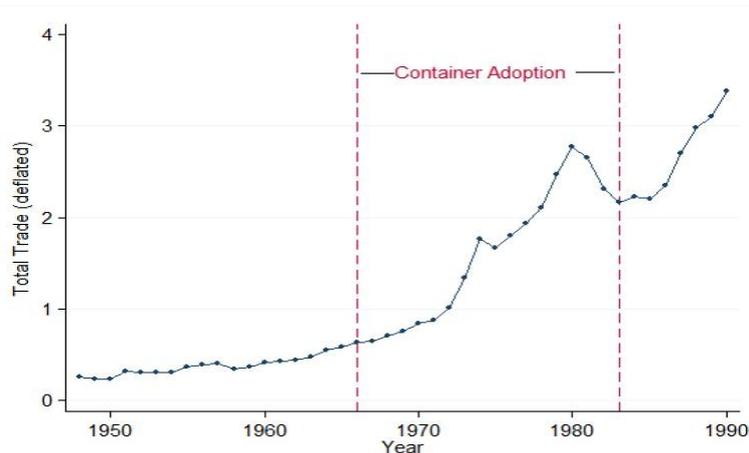
### 2.3.2 Impacto da Contentorização na Economia Mundial

A contentorização também contribuiu para o aumento do comércio internacional. A normalização do contentor, a redução de tempo e de custo de manuseamento da carga tornaram-se fatores primordiais para o desenvolvimento do comércio mundial.

Antes do início da implementação da contentorização, existiam grandes barreiras ao comércio, habitualmente determinadas por restrições aduaneiras à importação de determinados produtos e aos custos de transporte, pelo que os principais produtos comercializados eram *commodities* na forma de granel. Assim, o Comércio Internacional era realizado com base na escassez dos bens, implicando que os países estavam a comercializar produtos que na realidade não estavam imediatamente disponíveis. O transporte internacional caracterizava-se por ser em granel porta-a-porta (RODRIGUE, 2013 b)).

Durante os anos 70, com a adoção da contentorização e através de investimentos diretos externos, os fatores de produção como o trabalho e o capital tornaram-se móveis. A estrutura de comércio internacional que existia anteriormente foi liberalizada, com a consequente redução de taxas aduaneiras e simplificação dos respetivos processos. Como resultado, a eficiência económica aumentou consideravelmente com a redução significativa dos custos laborais e com as economias de escala que se conseguiram obter. Estes resultados são consequência das características da contentorização, contribuindo para que alguns países entrassem nas tendências globais do comércio, como por exemplo, a China. (RODRIGUE, 2013 b)). Também com a adoção da contentorização, entre 1966 e 1980, os países desenvolvidos investiram em infraestruturas e supraestruturas para terminais de contentores e progressivamente aumentou para outros desenvolvimentos como a adaptação dos terminais à receção de outros modos de transporte como o ferroviário e o rodoviário.

A partir dos anos 90, surgiu um novo conceito que veio alterar a forma como se desenvolve a produção e comércio de bens. A gestão de cadeias de abastecimento (*Supply Chain Management*) permitiu a formação de redes de fornecimento de *commodities* para servirem mercados globais. A contentorização, envolvendo vários *players* da logística (por exemplo: terminais portuários, armadores, transitários entre outras entidades) veio ampliar o leque de abastecimento estendendo-se desde o mercado global de *commodities* até ao cliente final. (RODRIGUE, 2013 b))



**Figura 14 - Evolução do Comércio Total**

Fonte: (BERNHOFEN, et al., 2013)

A contentorização apresentou um grande crescimento desde a sua adoção o que permitiu impulsionar o comércio mundial. Desde meados da década de 1990 que o comércio de carga contentorizada tem vindo a aumentar em média 10% ao ano até 2007. Em 2008, a crise financeira mundial levou à redução da carga contentorizada de 5% e uma queda abrupta de 10% em 2009. Em 2010, a carga contentorizada recuperou com um aumento de cerca de 14% mas nos anos seguintes aumentou em média 5% ao ano.

A globalização das economias e dos mercados conduziu a que os padrões de consumo global e de produção fossem alterados, o que levou a alterações nos volumes de contentores movimentados nas rotas marítimas. As principais rotas marítimas em volume são a Transatlântica (que liga a Costa Este dos EUA com a Europa), a Transpácífica (que liga a Costa Oeste dos EUA com a Ásia) e a Ásia-Europa (que liga a Ásia à Europa). Com a globalização e com a formalização de acordos de comércio internacional, como por exemplo os acordos formalizados entre a China e alguns países de África em 2008, levaram ao emergir de rotas marítimas para economias em desenvolvimento como África ou América Latina (UNCTAD, 2008).

Com a crise financeira e com a queda da confiança dos consumidores em 2008, a carga contentorizada caiu em cerca de 5% face a 2007. A contrariar este cenário está a decisão dos armadores em investir em novos navios porta-contentores de maior capacidade e mais sofisticados assim como em investir em novos equipamentos nos terminais portuários e na automatização da operação portuária. Os armadores esperavam um grande crescimento no comércio contentorizado pelo que os estaleiros tinham um grande número de encomendas para novas construções de navios. No entanto, a Drewry recomendaria que, mesmo que as condições de mercado se restaurassem em 2013, seria necessário cancelar ou diferir a

construção de um número de navios equivalente a pelo menos 3 milhões de TEU de volume. O combinar das baixas taxas de frete, volumes de comércio reduzidos e sobredimensionamento da frota marítima de porta-contentores levou a que os armadores repensassem a sua estratégia nomeadamente em rotas mais económicas, como por exemplo a rota do Cabo da Boa Esperança, que apesar da longa distância a percorrer, os custos de combustível eram suficientemente baixos para se tornar numa solução económica (UNCTAD, 2009).

A partir de 2010 o volume de comércio por contentor experienciou uma forte recuperação originada por um aumento na procura, crescendo 12% face a 2009. Este crescimento deve-se essencialmente às rotas marítimas que envolvem a Ásia em particular as rotas América do Norte-Ásia e Europa-Ásia. No entanto a rota entre América do Norte - Europa caiu cerca de 19% perdendo importância face às rotas anteriores. Este ano foi de regulamentação de mercado com os EUA. A falta de contentores - motivada pelo descartar de contentores usados, pelo fraco nível de produção e pela difícil situação financeira de alguns carregadores - e o seu impacto nas taxas de fretes levaram os carregadores a procurar a abolição da imunidade de *anti-trust* dos armadores oceânicos. Havia a preocupação sobre algumas práticas abusivas como a introdução de sobretaxas, a passagem de carga programada de navios e a recusa de transporte de carga em navios de outros carregadores. Apesar de ter sido colocada uma ação para abolir a imunidade esta acabou por morrer mais tarde mas a pressão dos carregadores continua no sentido de alterar a legislação. À parte deste problema, o cenário ainda é positivo com as economias emergentes, em especial como a BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) e com outros países tais como Argentina, Chile, Indonésia Nigéria, Oman, Qatar Arábia Saudita, Tailândia e Vietname, desenvolvendo-se novas artérias de crescimento e um maior número de serviços de valor acrescentados a serem adicionados ao negócio dos contentores. (UNCTAD, 2011).

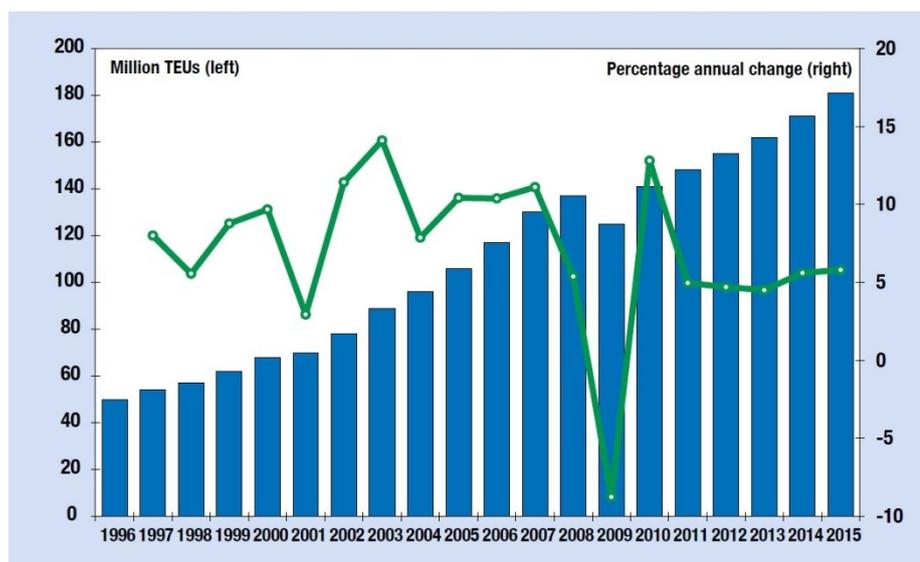
Em 2011 o comércio contentorizado mundial cresceu 7,1%, valor este abaixo do crescimento verificado em 2010 de 12%. A queda do crescimento deve-se ao abrandamento verificado no comércio de Este-Oeste com a rota do transpacífico a cair 0,5%. O fraco crescimento verificado deve-se à necessidade de importação das economias em desenvolvimento com o comércio contentorizado a crescer nas rotas secundárias Este-Oeste, Norte-sul e nos corredores intrarregiões. O impacto é de tal ordem grande que em 2011, as três rotas principais totalizaram um volume de 47,3 milhões de TEU ao passo que as rotas secundárias atingiram 103,0 milhões de TEU. O aumento do grau de contentorização sobre alguns *commodities* pode ser potenciador no aumento do volume de comércio contentorizado,

dadas as novas tecnologias para transportar granel. No entanto ainda surgem dificuldades que terão de ser vencidas para contentorizar essas mercadorias, como a questão das barreiras ao preço e ao custo, a relação custo-benefício, assim como as especificações do navio que teriam de ser avaliadas. Outro aspeto importante está na realocização dos centros de produção das grandes economias. A China que moveu os seus centros de produção de bens de baixo valor para países como Vietname, Bangladesh e Indonésia ou os EUA que possuíam centros de produção na China e que pretendiam faze-los regressar aos EUA ou na análise da *Cost and Capital Partners*, recolocá-los no México face aos baixos custos laborais e às cadeias de fornecimento mais fiáveis. Outra alteração está na China, com o estabelecimento de políticas de consumo interno que levam a que os navios porta-contentores sigam cheios, ao contrário de tendências verificadas em anos anteriores. Com estas alterações o transporte de contentores sofreu significativas reestruturações nomeadamente na forma de alianças e de concorrência oligopolista. Em simultâneo, foram tomadas decisões em manter as isenções dos armadores de linha regular da aplicação das leis de concorrência. Para além das questões económicas este ano também se destacou pela obrigatoriedade na pesagem dos contentores pelos agentes transitários e entidades portuárias. Esta obrigatoriedade viria a ser descrita na Convenção SOLAS para obrigar à pesagem dos contentores antes de ser carregado para o navio (UNCTAD, 2012).

Em 2012 o crescimento do volume de contentores movimentados era muito similar ao verificado no ano anterior com valores a rondar os 5%. Estes valores são vistos por um grande armador como o "novo normal" com a indústria do transporte contentorizado a afastar-se dos 9-10% de crescimento anual verificado nas últimas 3 décadas. A contribuir para este declínio está a Europa onde se verifica uma grande contração, em particular nos países do Mediterrâneo. A adicionar à baixa procura pelo transporte contentorizado, o excesso de capacidade no transporte contentorizado é um dilema onde os armadores estão a tomar decisões de suspender ou cancelar serviços de transporte, desistir de viagens, navegação a baixa velocidade e a imobilização (amarração) de navios. Com a alteração da dinâmica do mercado, as rotas secundárias passaram a ter maior movimento pelo que, auxiliado ao excesso de capacidade, os armadores decidiram também passar alguma da sua frota para estas rotas. Por fim, continua a pressão para aumentar o grau de contentorização para os *commodities*, em particular nas rotas de regresso onde se verificam desequilíbrios comerciais (por exemplo: mais carga à importação do que à exportação) (UNCTAD, 2013).

Em 2013, o comércio contentorizado cresce 4,6% onde o comércio Sul-Sul e Norte-sul continuaram a dominar com quotas de 38% e de 17%. Apesar de 2013 não ter diferido muito

do ano anterior, a destacar nas alianças está a rejeição por parte do Ministério de Comércio da China na aliança P3 (Maersk, MSC e CMA-CGM) ainda que aprovada pela Comissão Federal Marítima. Ainda a destacar neste ano, a recuperação da Economia Europeia com a confiança do consumidor e das empresas melhorada e a contribuir para o aumento das importações e exportações com as duas maiores economias mundiais: EUA e China (UNCTAD, 2014 a)).



**Figura 15 - Comercio Mundial de Carga Contentorizada desde 1996 até 2014.**  
 Fonte: Review of Maritime Transport 2015

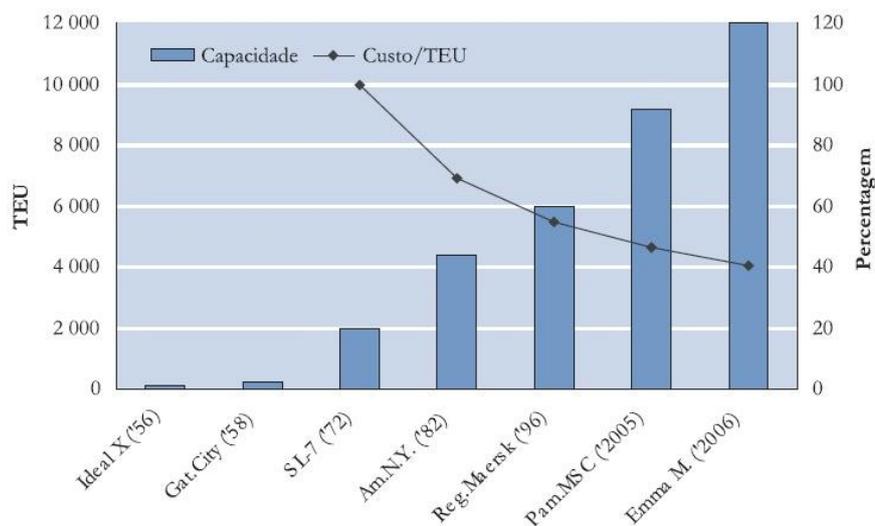
Em 2014 o comércio contentorizado cresce em proporção similar que em 2013 onde se destacam a recuperação de comércio contentorizado nas principais rotas de comércio Este-Oeste - Rotas Transpacífica e Ásia-Europa - com aumentos de 7.5% e 6,3% respetivamente, refletindo a recuperação económica dos EUA e as perspetivas de melhoria na Europa. Apesar de terem destaque positivo não foram os únicos motivos. O sobredimensionamento da oferta de navios porta-contentores continuou a ser um desafio em 2014 com os armadores e operadores marítimos a deslocarem os grandes navios para rotas secundárias na medida em que são encomendados novos navios. Este deslocamento trará consequências para os operadores portuários na medida em que alguns portos não estão tecnicamente preparados para receber navios de grandes dimensões. A estratégia de *slow steaming*, aplicada por alguns operadores para fazer face aos elevados custos de combustível, continua a ser implementada com os novos navios ecológicos (*eco-ship*) com velocidades de navegação baixas, para minimizar o risco de perder lucro e também para controlar a oferta de contentores disponíveis para transporte de carga. No entanto, alguns armadores argumentam que a queda nos preços de combustível e dos custos ambientais podem trazer por terra esta estratégia. As alianças

foram outro fator que contribuiu para o crescimento verificado em 2014. Com o objetivo de obterem baixos custos com a partilha de navios e pelo destacamento de grandes navios porta-contentores os operadores na rota do *Far East* continuam a apostar em alianças estratégicas. À atualidade, estão em pleno 4 alianças: 2M, *Ocean Three*, G6 e CKYHE. No entanto, o impacto que estas alianças têm sobre o mercado da contentorização e do transporte marítimo é algo que continua incerto, (UNCTAD, 2015).

Todavia uma nova mega aliança internacional poderá estar atualmente a ser equacionada: a CMA CGM e o armador Chinês COSCO encontram-se em negociações para dar corpo a uma aliança "CCEO" com as companhias Evergreen e OOCL. Esta mega aliança pondera desafiar o domínio da aliança 2M, consolidada entre a Maersk e a *Mediterranean Shipping Company* (MSC) e assim dinamizar os quatro grupos existentes que cobrem as rotas entre o Ocidente e o Oriente.

### **2.3.3 Impacto da Contentorização nos Navios**

Com o aumento da utilização do contentor como "meio" de transporte de mercadoria, verificou-se a necessidade de aumentar a capacidade de carga dos navios. Desde o navio "Ideal X" a transportar 58 contentores até aos dias de hoje com navios como por exemplo o "Maersk Emma" com capacidade para 15550TEU, que o tamanho e a capacidade de carga dos navios tem vindo a aumentar. Com este aumento, os armadores têm conseguido obter economias de escala pois permite-lhes transportar mais carga com menos tripulação. Se considerarmos um navio de 400TEU que tenha uma tripulação de 10 elementos, conseguem-se grandes economias de escala com um navio de 4000TEU pois os custos fixos mantêm-se e como toda a estiva e desestiva do navio está muito normalizada e de alguma forma automatizada, o custo final por TEU vai sendo cada vez menor.

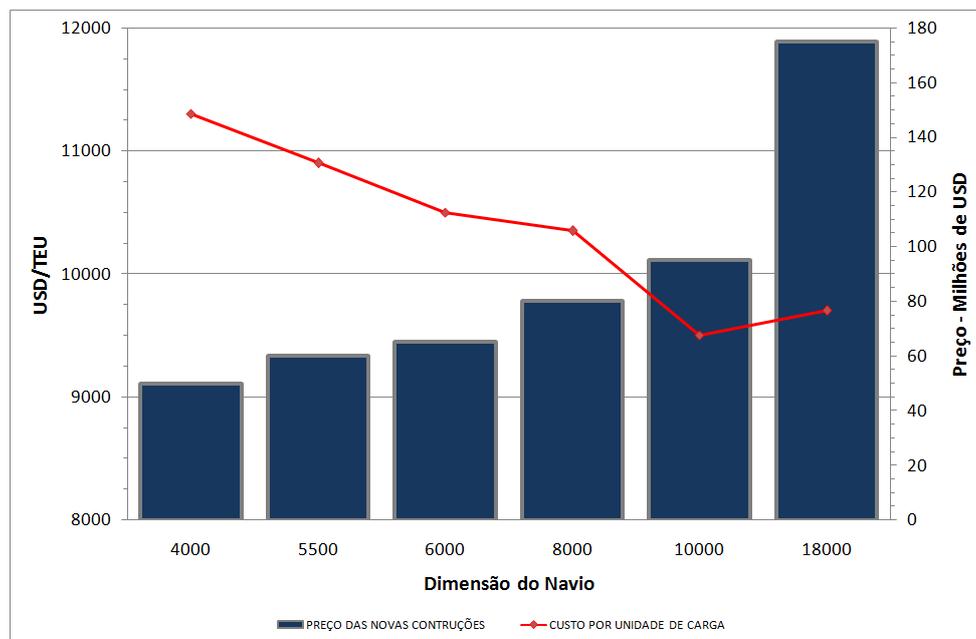


**Figura 16 - Economias de Escala obtidas com o aumento da capacidade dos Navios até 2006 -**  
 Fonte: (D'ALMEIDA, n.d.)

No entanto a ciência da Economia diz que sempre que existem economias de escala existem também deseconomias de escala isto é situações em que o aumento de uma ou mais variáveis de entrada num processo produtivo conduz a um aumento dos custos de produção. Nos navios porta contentores também existe este problema e segundo o artigo "*How Big is Too Big*" da *Drewry Consultants* existe um ponto de inflexão onde se transitam de economias para deseconomias de escala. Apesar da Figura 17 mostrar que esse ponto de inflexão existe nos navios com capacidade para 10000TEU, verificou-se que este estudo estaria subavaliado e que o valor desse ponto seria 18000TEU. Mais do que estarmos perante estudos que não têm qualidade - o que não é aqui discutível - é a dinâmica do mercado que determina a posição deste ponto de inflexão. A sua adaptabilidade a estes novos navios em conjunto com a formação de alianças estratégicas contribui para a maior ocupação dos navios reduzindo assim os custos de operação. (GONÇALVES, 2014)

Como consequência do aumento da capacidade de carga dos navios, as suas dimensões também aumentaram por várias fases. A primeira fase começou nos anos 50 com o navio "Ideal X" que era um navio tanque convertido para o transporte de contentores de alumínio. Esta era uma era em que não existia conhecimento e tecnologia para construir navios porta-contentores e por conseguinte era a solução economicamente viável a conversão de navios. Estes navios apresentavam algumas limitações: o transporte de contentores era efetuado somente no porão e não no convés e a velocidade era baixa: aproximadamente de 20 nós. quando os contentores começaram a ser utilizados em grande escala, foram concebidos os navios totalmente celulares FCC - *Fully Cellular Containerships* - dedicados ao transporte de

contentores. Com uma estrutura celular, era possível o transporte de contentores utilizando todo o espaço de carga do navio, desde o porão ao convés, uma vez que o sistema celular permite auxiliar a estiva dos contentores mantendo-os alinhados durante o transporte. Com a introdução dos sistemas celulares nos navios, começaram a aparecer os primeiros terminais especializados na movimentação de contentores.



**Figura 17 - Economias vs Deseconomias de Escala na dimensão dos navios.**

Fonte: elaborado pelo autor e extraído de GONÇALVES, 2014. Fonte original "How big is too Big" de Drewry Consultants, Junho de 2004.

Uma segunda fase surgiu nos anos 80 motivada pelas economias de escala obtidas com navios de grande dimensão. Provava-se que quanto maior fosse a capacidade de carga em TEU, os custos por TEU eram inferiores e este conceito levou a um aumento na utilização do contentor como meio de transporte. Como referência, a construção naval utilizou as características dimensionais do Canal do Panamá como limite na construção de navios porta-contentores e denominou assim a classe *Panamax*, cujos navios teriam uma capacidade de cerca de 4000 TEU. Pouco tempo depois, atingia-se este limite e como a boca dos navios não podia exceder a largura do canal surgiu uma nova classe de navios - *Panamax Max* - que se caracterizavam por serem mais compridos que os *Panamax*, estendendo a capacidade de carga até aos 4500TEU.

Com a continua necessidade de aumentar a capacidade de carga dos navios porta-contentores, começaram a surgir preocupações quanto à configuração das redes de navegação, quanto aos equipamentos portuários e quando aos calados admissíveis na altura nos portos. Como se observa na Figura 18, à medida que a necessidade de navios com maior capacidade

de carga aumenta, também aumentam a largura e calado necessários à navegação assim como a altura de contentores acima do convés. Estes parâmetros em conjunto colocaram restrições aos portos na medida em que necessitariam de fundos maiores para poderem carregar os navios e necessitariam de guas com maior altura e alcance para poder descarregar contentores na estiva de topo do convés e também na fiada do bordo oposto. Em 1996, foi lançado o primeiro navio *Post Panamax*, com uma capacidade de carga de 6600TEU, e com uma superior à permitida à navegação pelo canal do Panamá. Face a esta restrição este tipo de navios teria que ter uma quantidade significativa de contentores para poder ser compensado o aumento da distância percorrida na rota marítima. Perto do final dos anos 90, surgiu uma nova classe de navios com capacidades até 8000TEU - *Post Panamax Plus* - que requerem profundidades de cais de pelo menos 13 metros e pórticos de cais eficientes.

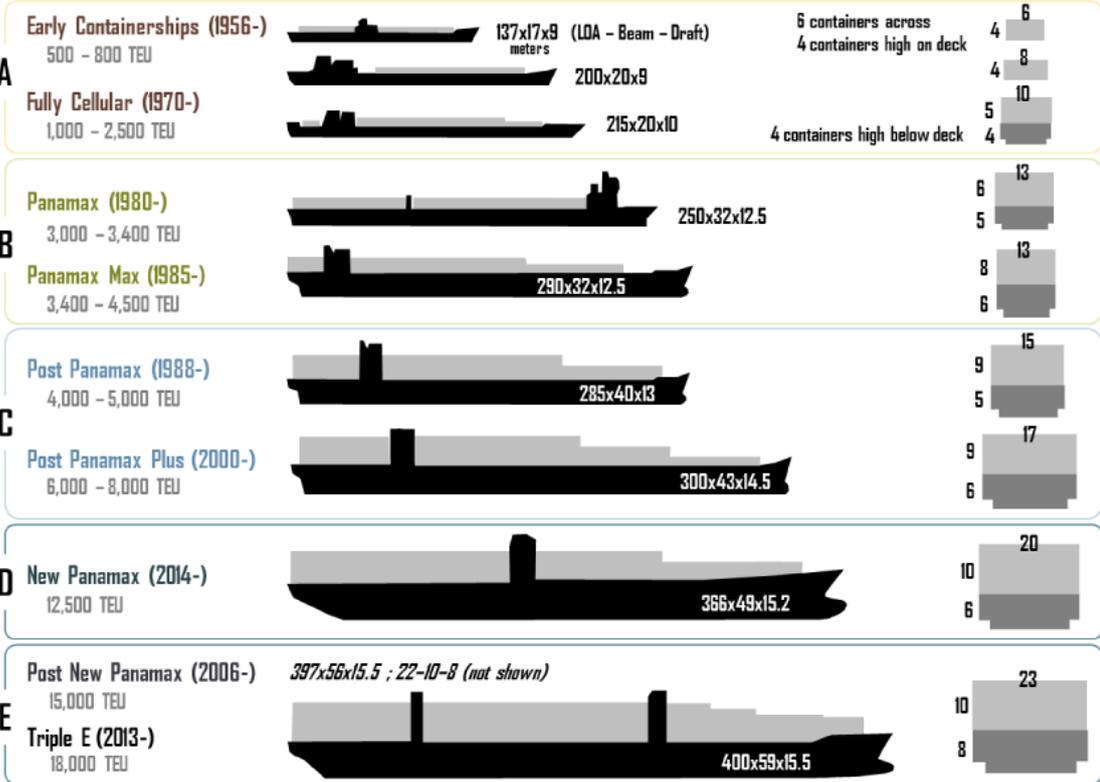


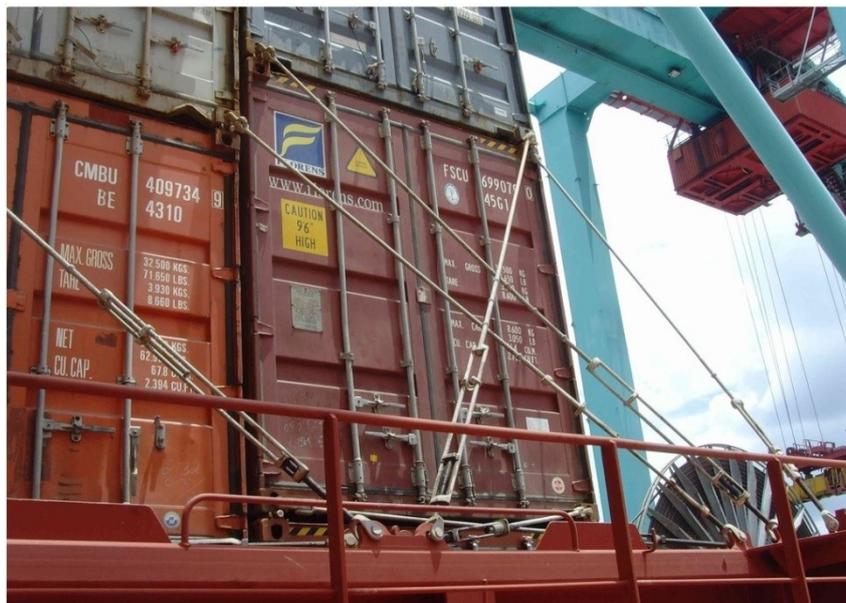
Figura 18 - As 5 fases dos navios em função da sua dimensão.  
 Fonte: (RODRIGUE, 2013 d))

Com a expansão do Canal do Panamá prevista para 2015, foi criada uma nova classe de navios - *New Panamax* - com boca de 49m e cuja capacidade atinge os 12500TEU. Esta classe foi criada para servir com eficiência os portos da América e das Caraíbas, tanto pela Europa como pela Ásia.

Em 2006, a Maersk aumentou a capacidade da sua frota de navios com capacidades até 14500TEU designando a classe por *Post New Panamax*. Estes navios apresentam dimensões superiores e relação à classe *New Panamax*, que os impede de passar nas novas eclusas do Canal do Panamá, o que se pensa que estes navios apenas navegarão nas rotas Ásia-Europa.

#### 2.3.4 O Contentor

O contentor é uma caixa metálica de dimensões normalizadas na qual a carga é colocada no seu interior para posteriormente ser expedida em modos de transporte com configuração específica. O contentor está concebido para ser movido com equipamento de movimentação de carga, permitindo transferências de carga entre diferentes modos de uma forma rápida em unidades de grande dimensão como navios, comboios, reboques de camiões, e barças, com a vantagem de empregar pouca mão-de-obra. A sua estrutura em caixa é composta por um piso preparado para receber grandes esforços, painéis de topo ou laterais para conter a carga no seu interior, duas portas com mecanismo de bloqueio preparado para receber selo de segurança e, tão ou mais importante que os restantes componentes, 4 pilares nos quais estão montados 2 cantos de contentor em cada pilar. São estes cantos nos quais se ligam os *spreaders* para movimentar o contentor ou onde se ligam os acessórios de peamento, como os *twistlocks*, as varas de peamento, entre outros.



**Figura 19 - Contentores peados no convés de um navio.**  
Fonte: PortStrategy.com; Créditos da imagem para: Ole Tange

O contentor é assim uma unidade a movimentar, mais do que a carga que está no seu interior, daí a razão de alguns autores afirmarem que a carga contentorizada é carga unitizada.

O contentor existe habitualmente nas dimensões de vinte, quarenta e quarenta e cinco pés (20', 40' e 45'), sendo as duas primeiras as mais utilizadas e a sua construção, dimensões e capacidade de carga e de volume encontram-se especificadas na norma ISO 668. Existem duas unidades normalizadas para contabilizar um contentor: o TEU (*Twenty-foot Equivalent Unit*) que representa um contentor de 20' com uma carga equivalente de 14Ton ou o FEU (*Forty-foot Equivalent Unit*) que representa um contentor de 40'. Uma unidade de FEU equivale a duas unidades de TEU. As capacidades de carga dos contentores variam entre as 21 Ton e as 30 Ton e os volumes entre 31 a 86 m<sup>3</sup>. A Tabela 6 apresenta as dimensões e capacidades de alguns tipos de contentores.

**Tabela 6 - Dimensões e Capacidades de diversos tipos de Contentores**

EQUIPAMENTO	DIMENSÕES INTERNAS	CAPACIDADE VOLUMÉTRICA	CAPACIDADE DE CARGA
40' High Cube Container	C:12.056m L:2.347m A:2.684m	76.0 m <sup>3</sup> .	29,600 kg
45' Hi Cube Steel Dry Cargo Container	C:13.556m L:2.352m A:2.698m	86.1 m <sup>3</sup> .	25,680 kg
40' Dry Container	C:12.051m L:2.340m A:2.380m	67.3 m <sup>3</sup> .	27,397 kg
20' Dry Container	C:5.919m L:2.340m A:2.380m	33.0 m <sup>3</sup>	22,100 kg
20' Open Top Container	C:5.919m L:2.340m A:2.286m	31.6 m <sup>3</sup>	21,826 kg
40' Open Top Container	C:12.403m L:2.338m A:2.272m	64.0 m <sup>3</sup>	25,181 kg
20' Flat Rack Container	C:5.702m L:2.438m A:2.327m		28,390 kg
40' Flat Rack Container	C:11.820m L:2.184m A:2.095m		25,220 kg

Fonte: freightgate.com e EverGreen Marine

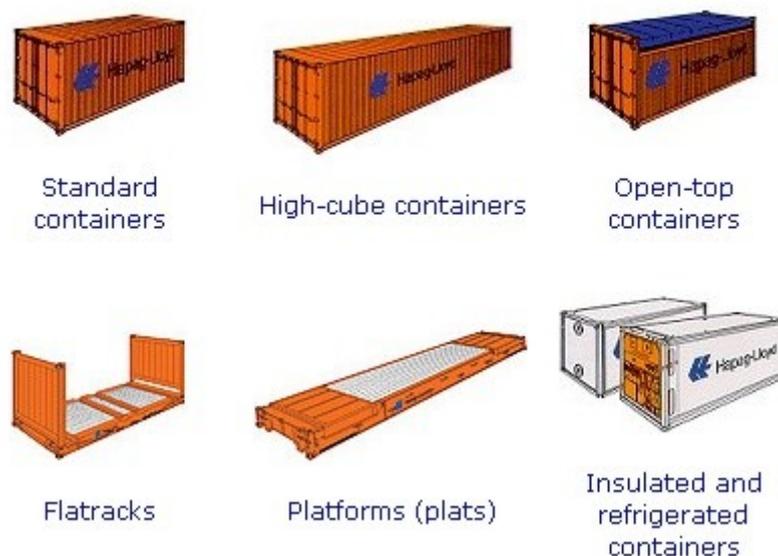
Os contentores mais vulgares são os *Dry Container*. O seu nome evoca a um requisito muito importante no transporte marítimo: a estanquicidade. Este requisito é importante pois uma parte dos contentores segue no convés do navio, exposto aos elementos naturais. No entanto, as cargas contidas no seu interior não podem estar expostas à humidade, pelo que

este tipo de contentor é vocacionado para manter a carga estanque durante o transporte. A altura de contentor mais frequente é de 8' 6" (2590mm); no entanto estão a aparecer com frequência os contentores *high-cube*, com uma altura exterior de 9' 6" (2895mm) permitindo acomodar mais carga no seu interior.

Os contentores *reefer* ou refrigerados são particularmente utilizados para o transporte de bens alimentares que necessitam de ser mantidos a temperatura controlada, como por exemplo, carne e peixe, lacticínios, vegetais, entre outros. A sua estrutura é semelhante em dimensões à de um contentor "dry" mas são isolados nas portas, paredes, teto e piso para manter o ambiente interior climatizado e estão equipados com uma unidade de refrigeração.

Os contentores *open-top* têm uma construção similar aos contentores "dry" mas o seu teto é composto por uma lona atada no exterior às paredes laterais. A vantagem está na capacidade de colocar cargas com altura mais elevada que o contentor ou com uma geometria tal que não seriam possíveis de serem colocadas nos contentores "dry".

As plataformas, ainda que tenham comprimento e largura iguais a um contentor normal, têm uma construção diferente: são compostas por um piso alto e reforçado para acomodar diversos tipos de carga, principalmente carga convencional (exemplo, ferro de construção, maquinaria, peças de dimensões e geometria apreciáveis que não seriam possíveis de ser colocadas num contentor "dry"). As "flat-rack" são similares às plataformas, diferindo no facto de estas últimas terem topos rebatíveis para se converterem em plataformas.



**Figura 20 - Tipos de Contentores**  
Fonte: Hapag-Lloyd.com. Adaptador pelo autor.

Com o aumento do grau de contentorização, surgiram novos tipos de contentores, como os contentores tanque, para transporte de líquidos e gases, e contentores "dry" preparados para o transporte de granel, particularmente úteis para o transporte de "pequenas" quantidades de granel para locais distantes de portos ou instalações industriais que recebam grandes quantidades (navios completos).



**Figura 21 - Contentor tanque (à esquerda) e contentor preparado para o transporte de granel (à direita).**

Fonte: Hooversolutions.com (à esquerda) e Flickr.com, Créditos para: James Roche (à direita)

### **2.3.5 Configuração típica de um terminal de contentores.**

Na componente tecnológica, a contentorização alavancou o desenvolvimento dos equipamentos de movimentação de carga. Com o aumento do grau de contentorização dos produtos e conseqüentemente o aumento da dimensão dos navios, a necessidade em movimentar o maior número de contentores, tanto em navio como em porto de forma eficiente tornou-se cada vez mais necessário.

A configuração e disposição das diversas áreas em um terminal de contentores encontra-se normalizada, havendo algumas diferenças entre terminais devidas à configuração geométrica do terreno, da frente de cais e das acessibilidades rodo e ferroviárias. A Figura 22 apresenta as áreas mais representativas de um terminal de contentores marítimo.



Figura 22 - Configuração de um terminal marítimo de contentores.  
 Fonte: *The Geography of Transport Systems* (RODRIGUE, 2013 c))

A **Área de Atracação** (*docking area*) dos navios consiste no cais onde os navios podem atracar amarrando aos respetivos cabeços. Este cais caracteriza-se pelo seu comprimento e pela profundidade. A título de exemplo, um cais para receber navios porta-contentores *Post-Panamax* necessita de pelo menos 14 metros de profundidade (admite-se uma folga de segurança de 1 metro) para que o navio possa permanecer à carga e descarga sem ficar encalhado no cais. Alguns cais são compostos por linhas de atraque com mais do que uma profundidade para possibilitar a atracação de navios que possuem calados inferiores, por exemplo: navios que efetuam transporte marítimo de curta distância - aos navios de linha regular internacional que servem portos *hub* (RODRIGUE, 2013 c)).

O **Pórtico de Cais** (*container crane*) é a supraestrutura que permite a movimentação dos contentores de e para os navios. O nome pórtico advém da estrutura da máquina que apresenta a configuração de um pórtico (estrutura composta por duas ou mais colunas unidas entre si) e possuem habitualmente *spreaders* automáticos. As especificações principais destes equipamentos são o número de movimentos por hora, capacidade de carga, e alcance do *spreader* em largura do navio. Um pórtico de cais moderno pode alcançar 18 a 20 contentores em largura a uma velocidade de 40 a 60 contentores por hora. É por este motivo que os portos

de grande dimensão necessitam de um grande número de gruas não só para servir várias baías num navio como também para servir vários navios em simultâneo. Outro lado a ter em atenção está na necessidade de existirem equipamentos no lado de terra em quantidade e capacidade suficiente para darem resposta à carga movimentada nestes pórticos (RODRIGUE, 2013 c)).

A **zona de carga e descarga** (*loading / unloading area*) é aquela que está adjacente ao cais, por debaixo dos pórticos e que permite ao pórtico colocar e recolher os contentores na carga e descarga do navio. É a zona onde interagem os equipamentos que trazem e levam os contentores para o parque, como os *straddle carriers* e os *prime-movers* (RODRIGUE, 2013 c)).

O **parque de contentores** (*container storage*) permite o armazenamento temporário dos contentores enquanto o navio não chega ao cais ou enquanto não é entregue para distribuição em terra. A dimensão dos parques é tão grande quando maior for a quantidade de contentores transportados pelos navios que escalam esse terminal. Por norma existem duas zonas: uma zona para os contentores que chegam para seguir o seu destino para terra (também conhecida como zona de importação) e outra zona para aqueles contentores que aguardam pela chegada do navio para serem carregados (também conhecida como zona de exportação). Por norma e por razões técnicas e operacionais, os contentores são geralmente empilhados até 3 níveis. Nos terminais também é definida uma zona para estacionamento de contentores *reefer* (refrigerados) com um conjunto de estruturas metálicas com tomadas elétricas para manter ligados os respetivos sistemas de refrigeração. Existem também zonas específicas para o estacionamento de contentores vazios, que podem ser empilhados até 8 níveis. Para aqueles terminais que são pressionados pela falta de espaço, têm de recorrer a parques exteriores para armazenamento. Nos parques de contentores, os equipamentos que circulam são os Pórticos de Parque ou os *straddle carriers*. Dependendo do equipamento que se escolhe, a configuração deste parque também tem de ser ajustada. Um parque para ser utilizado exclusivamente por *straddle carriers* necessita de ter os contentores em filas com uma altura até 2 níveis, ao passo que os pórticos de parque podem receber contentores até 4 níveis de altura e arrumados em bloco (RODRIGUE, 2013 c)).

A **portaria** (*gate*) é o local de entrada e saída do terminal e onde o camionista entrega a documentação do contentor que transporta. Atualmente, a informação é toda gerida eletronicamente por sistemas de informação pelo que foi reduzida a utilização do papel para tornar o processo de entrada e saída de contentores mais célere. Nos terminais de grande dimensão os camiões ficam numa zona própria para cargas e descargas, pois não autorizam

que os caminhões interfiram com as operações no terminal. No entanto, há terminais de menor dimensão em que o caminhão se desloca para o respectivo parque de contentores para efetuar a respetiva carga ou descarga. A portaria é um ponto fulcral nas operações portuárias pelo que atualmente tem sido desenvolvidos esforços para melhorar o seu desenho e para implementar inovadoras tecnologias de informação. Isto porque quando ocorrem atrasos na carga / descarga de contentores de e para o caminhão, conduzem imediatamente a atrasos. Nos terminais onde escalam grandes navios com grandes volumes de operação, este problema agrava-se rapidamente (RODRIGUE, 2013 c)).

O **parque de reboques** (*chassis storage*) é o local onde são armazenados os reboques (vazios) que transportam contentores pelo parque com auxílio do trator, e que ficam à espera de serem utilizados. A quantidade de espaço necessária para armazenar os chassis depende da quantidade existente em cada terminal. Como estes chassis recebem até contentores de 45', o espaço que ocupam é considerável, mesmo que a sua arrumação seja otimizada (RODRIGUE, 2013 c)).

O **terminal interno de ferrovia** (*on-dock rail terminal*) é o local onde se efetuam as cargas e descargas da ferrovia para o terminal. O terminal para além de ter área consignada para as operações de carga e descarga, possui linha férrea com comprimento suficiente para colocar os vagões. A existência deste terminal permite acelerar a intermodalidade do contentor, evitando quer perdas de tempo quer de aumento de custos no transporte rodoviário até ao terminal ferroviário mais próximo. É também o modo de transporte que melhor permite expandir o *hinterland* do terminal, podendo o comboio transportar grande quantidade de contentores a muitos quilómetros de distância, com o apoio de terminais de contentores secos (*inland terminals*) (RODRIGUE, 2013 c)).

A **área de manutenção** (*repair/maintenance*) é o local onde são realizadas as operações de manutenção e reparação nos equipamentos portuários, não obstante daquelas que não são possíveis de serem realizadas neste local (RODRIGUE, 2013 c)).

Por fim, os **escritórios administrativos** onde estão concentradas as atividades de gestão e administração do terminal e onde são tomadas as decisões operacionais, ainda que hoje em dia, as decisões base sejam efetuadas por sistemas de informação eletrónicos (RODRIGUE, 2013 c)).

### 2.3.6 Vantagens e Desvantagens da Contentorização

A contentorização foi o motor de arranque da economia mundial potenciando o Comércio Internacional a larga escala e isso é visível nas suas vantagens (RODRIGUE, 2013 a)), nomeadamente nos seguintes fatores:

- **Normalização** - o contentor é um equipamento normalizado, com medidas e capacidades definidos em norma ISO e possui um código único permitindo assim maior traceabilidade da carga que foi acondicionada no seu interior, assim como da manutenção a que este esteve sujeito;
- **Flexibilidade** - atualmente existem diversos modelos de contentores o que permite o transporte de diferentes tipos de carga como por exemplo granel líquido, como óleos em contentores-tanque ou componentes de máquinas sobredimensionados ao contentor normal, os quais podem ser transportados em plataformas ou *flat-racks*;
- **Custos** - tal como foi mencionado anteriormente, com o aumento do volume de contentores movimentados, é possível obter economias de escala no transporte de mercadorias, especialmente nos casos de grupagem de mercadoria em contentor;
- **Velocidade** - o movimento de um contentor é feito de forma rápida e eficiente nos terminais atuais, contando estes com tecnologia composta por automação, a qual auxilia as tarefas e decisões do operador. Em consequência, não só a operação portuária é rápida como também as operações de transbordo de contentores - *transshipment* - são realizadas de forma célere;
- **Capacidade de armazenamento** - o contentor pode ser considerado como um armazém envolvendo embalagem mais simples e menos dispendioso;
- **Proteção e segurança** - a segurança do conteúdo do contentor é um fator primordial pois o transportador, em geral, desconhece o seu conteúdo, uma vez que o contentor é aberto na origem, na alfândega, e no destino;

As desvantagens principais da contentorização são as seguintes (RODRIGUE, 2013 a)):

- **Restrições de espaço** - um terminal de contentores requer muito espaço, acima de tudo para armazenamento que na atual realidade de muitos portos é um problema, em particular para aqueles em que a cidade se desenvolveu na

proximidade, sem possibilidade para se expandir. Com o aumento da dimensão dos navios há uma constante necessidade de dragar fundos e ter as gruas configuradas com altura suficiente para receber novos navios com dimensões cada vez maiores;

- **Intensidade de investimentos capitais** - o investimento num terminal de contentores em supraestrutura - gruas de cais, pórticos de parque e outro equipamento auxiliar - é intensivo atingindo facilmente os milhões de euros;
- **Empilhar dos contentores** - a melhor configuração na disposição dos contentores é um problema complexo tanto no terminal como nos diversos modos. O re-empilhar de contentores é uma tarefa adicional inevitável que incorre tanto em custos como em tempo para o operador;
- **Reposicionamento de contentores** - nem sempre é possível enviar e trazer contentores cheios de mercadoria. Devido aos diferentes fluxos de comércio entre continentes, estima-se que cerca de 20% dos contentores são movimentados vazios. Independentemente de estarem cheios ou vazios, estes ocupam o mesmo espaço o que é um custo acrescido;
- **Roubos e perdas** - apesar de o contentor ser selado na origem, registam-se roubos de mercadoria, tanto nos navios como em terra. A acrescentar, a perda de contentores em navegação, normalmente resultante de condições marítimas adversas que dificultam a navegação do navio e a estabilidade da carga;
- **Comércio ilícito** - atualmente o contentor é visto como um instrumento com potencial para o transporte de comércio ilícito de bens, drogas e armas, assim como para o tráfico de seres humanos;

### 3 Eficiência nos Portos

A eficiência das operações num terminal é de fulcral importância, tanto quanto perceber os conceitos conexos à eficiência. Este capítulo apresenta de uma forma abrangente os conceitos de eficiência, eficácia, rentabilidade, produtividade e performance e pretende-se que permita esclarecer dúvidas que o leitor comum possa ter.

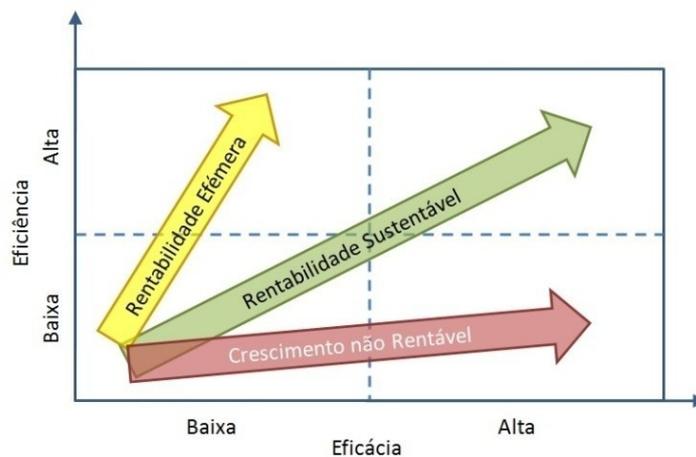
#### 3.1 Conceito de eficiência

Numa organização, existem diversos processos onde as entradas (*input's*) são transformadas para dar origem a saídas (*output's*). Estes processos podem ser encontrados em diversas áreas como a produção, financeira, compras entre outras. Muitos destes processos são colineares nas organizações, isto é, há departamentos por onde uma determinada entrada é sucessivamente convertida em saída, sendo adicionado ou modificado o valor de acordo com a necessidade de cada departamento. Em todas elas existe o interesse em saber se o trabalho que se está a realizar está a ser feito de forma eficiente. Mas no público, há a tendência para confundir os termos eficiência, eficácia, rentabilidade, produtividade e performance.

A **eficácia** trata da forma correta de realizar tarefas, focando-se apenas na sua concretização ao passo que a **eficiência** trata de definir a forma correta de realizar as tarefas de um modo otimizado, isto é, da forma mais económica, rápida, ou da forma que consuma menos recursos, dependendo do objetivo em causa. Pode-se afirmar que a eficiência engloba o conceito da eficácia adicionando-lhe a componente da otimização do processo, sendo fulcral para as empresas seguirem os dois conceitos em simultâneo. No entanto esse equilíbrio é difícil de atingir devido não só a fatores internos (quebras no processo produtivo como por exemplo falta de corrente, avarias de equipamentos, pessoal insuficiente para colocar o processo em pleno funcionamento, etc.) como a fatores externos (queda na procura pelo produto final).

A matriz apresentada na Figura 23, mostra um novo conceito desenvolvido por Mouzas (2006) para um modelo anteriormente proposto por Nathaniel J. Mass, o qual indica que existem três resultados de rentabilidade para uma organização em função do nível de eficiência e de eficácia. Da análise verifica-se que: um maior foco sobre a eficiência, negligenciando a eficácia, pode resultar numa rentabilidade efémera, de muito curta duração; ainda que a empresa seja eficaz a sua rentabilidade é efémera porque outras empresas estão

mais preparadas para criar novas fontes de valor através do intercâmbio entre elas; pelo contrário, um maior foco na eficácia negligenciando a eficiência, pode resultar num crescimento não rentável ou insustentável. Por exemplo, o crescimento de um negócio pode não ser rentável não porque a empresa não tenha quaisquer lucros, mas porque o custo de não investir em outras oportunidades de negócio é superior ao lucro que a atividade da empresa gera. O termo médio, focado numa eficiência e eficácia altas, leva as empresas a empenharem-se muito para atingirem uma rentabilidade sustentável, para criar novas fontes de valor inerentes às redes de negócio e simultaneamente criar níveis superiores de rentabilidade sustentável (MOUZAS, 2006).



**Figura 23 - Relação entre eficiência e eficácia e seus efeitos na rentabilidade de uma organização.**

Fonte: (MOUZAS, 2006), adaptado pelo autor.

O autor propõe também uma tabela de ações de acordo com o nível de rentabilidade atingido pela empresa conforme se mostra na Tabela 7.

Outro conceito aqui abordado é o lucro resultante da sua atividade. O lucro define-se como a diferença entre as receitas e os custos, sendo a **rentabilidade** (*profitability*) definida como a razão entre as receitas e os custos, isto é, entre os lucros e os ativos de uma empresa.

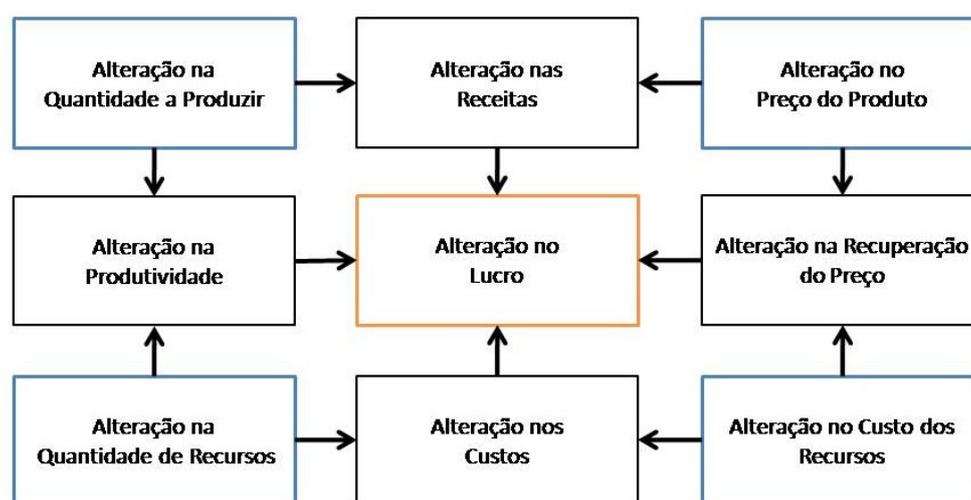
A rentabilidade é apenas uma métrica que interessa somente aos acionistas das empresas pelo que é considerada por alguns investigadores como uma métrica que limita a visão dos gestores e retira o foco no cliente. Por outro lado, a rentabilidade pode por razões diversas à produtividade como a inflação, e efeitos externos à organização, promover alterações no mercado.

**Tabela 7 - Os efeitos e os mecanismos de ação.**

<b>Efeito</b>	<b>Mecanismo</b>
Rentabilidade Efêmera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de Custos</li> <li>• Redução do Orçamento de Marketing</li> <li>• Redução de Investigação e Desenvolvimento</li> <li>• Venda de Ativos existentes</li> <li>• Adiamiento de Investimentos de longo prazo.</li> </ul>
Crescimento ou Rentabilidade Sustentável	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento e Exploração de Novas oportunidades que surgem com a interação com outras empresas.</li> <li>• Construir Equidade de Marca.</li> <li>• Investir em categorias onde a empresa possa controlar as margens.</li> </ul>
Crescimento Não Rentável	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar os incentivos promocionais ao comércio.</li> <li>• Aumentar as promoções ao preço.</li> <li>• Fornecer incentivos e ofertas.</li> <li>• Proliferação de outras marcas.</li> <li>• Dependência em Fornecedores ou Clientes.</li> </ul>

Fonte: (MOUZAS, 2006); adaptado pelo autor.

Apesar de não se notar uma clara ligação, a rentabilidade tem uma componente da produtividade mas influenciada apenas pelo preço de compra das entradas e pelo preço de venda das saídas. Se uma empresa recebe mais pelas suas saídas - devido a um aumento de preço de venda no mercado - do que pagou pelas suas entradas a rentabilidade pode aumentar mas isso não significa que a produtividade tenha aumentado. Em suma, a produtividade é separável da rentabilidade pela recuperação do preço. (TANGEN, 2002)



**Figura 24 - Relação da produtividade com a Rentabilidade**

Fonte: (TANGEN, 2002) - adaptado pelo autor.

Numa abordagem industrial, a **produtividade** determina a relação entre as saídas (o produto acabado) e as entradas (a matéria prima ou o subproduto) de um determinado

processo de fabricação. Assim, este conceito relaciona-se com a utilização e a disponibilidade de recursos para produzir um determinado bem. A variação dos recursos - não necessariamente as matérias-primas - pode determinar uma maior ou menor produtividade em um processo. Outro aspecto importante está no valor acrescentado que o processo confere ao produto. Naqueles processos em que este valor é aumentado estamos também perante um processo com alta produtividade. Contudo há a tendência para o público confundir a quantidade de produção com a produtividade. Um aumento de produção, isto é, um aumento nas saídas do processo por si só não significa que a produtividade aumentou. O conceito de produtividade é relativo e por conseguinte, para se afirmar que a produtividade aumentou é necessário haver uma comparação com um estado anterior de referência ou com valores normalizados que sejam considerados como aceites. De uma forma simples, podemos ter melhorias na produtividade quando:

- As entradas e as saídas aumentam mas o aumento nas entradas é proporcionalmente inferior ao aumento das saídas;
- As saídas aumentam quando as entradas se mantêm inalteradas;
- As saídas aumentam quando as entradas são reduzidas;
- As saídas mantêm-se constantes à medida que as entradas diminuem;
- As saídas diminuem enquanto as entradas ainda diminuem mais.

Na prática, não existe apenas um processo onde se transforma uma entrada em uma saída. Há processos que têm múltiplas entradas e múltiplas saídas. Na análise da produtividade destes processos podemos distinguir a produtividade parcial - que mede a produtividade entre uma saída relacionada com um único tipo de entrada - ou a produtividade total - aquela que mede a produtividade entre uma saída relacionada com múltiplas entradas. Estes conceitos de produtividade total e parcial existem nas organizações em particular quando os gestores têm uma perspetiva global da produtividade de uma empresa ao contrário dos operacionais que têm uma perspetiva mais adstrita à área funcional, sem envolver outras áreas da empresa (TANGEN, 2002).

Ao passo que a produtividade indica a relação entre as saídas e as entradas num processo, a **performance** é uma expressão que foca qualquer objetivo de competição e de excelência de produção numa organização, como por exemplo a flexibilidade, a rapidez, a dependência e a qualidade. Todos estes fatores têm influência sobre a produtividade pois cada um interfere com os recursos ou com o processo para que os objetivos sejam cumpridos.

Existem diversos objetivos de performance que podem ter efeito sobre a produtividade de uma empresa (TANGEN, 2002):

- Operações realizadas com alto nível de qualidade: que não desperdiçam tempo ou esforço em repetir tarefas ou refazê-las;
- Operações Rápidas: que reduzem o nível de inventariação intraprocessos entre micro-operações;
- Operações Confiáveis: para entregar conforme planejado;
- Operações Flexíveis: adaptam-se a circunstâncias que se alteram rapidamente, sem interromper a restante operação.

### 3.2 Ferramentas de Análise de Eficiência

As ferramentas de análise de eficiência por fronteira são diversas e podem ser classificadas segundo 3 critérios (DARAIO, et al., 2007):

1. A especificação da forma da fronteira do modelo;
  - a. **Modelos Paramétricos** - o conjunto de pontos que definem os dados de produção são definidos por meio de uma função matemática que depende de um conjunto "k" de variáveis desconhecidas. Tem as vantagens de ter uma boa interpretação dos parâmetros e as propriedades estatísticas dos estimadores; em contrapartida implica o cálculo de uma função com múltiplas entradas e múltiplas saídas.
  - b. **Modelos Não Paramétricos** - estes modelos não têm uma forma de fronteira predefinida. Tem a vantagem de serem modelos robustos e a facilidade de manusear múltiplas entradas e múltiplos casos de saídas.
2. A presença de "ruído" nos dados;
  - a. **Modelos Determinísticos** - modelos que assumem que todas as observações pertencem ao conjunto de produção. Tem a desvantagem de apresentar *outliers* com supereficiência, o que pode ser ultrapassado com estimadores robustos;
  - b. **Modelos Estocásticos** - modelos nos quais pode haver ruído nos dados, isto é, algumas observações podem estar fora do conjunto de dados de produção. Apresenta a dificuldade de identificar o ruído na ineficiência de várias unidades de produção;

3. O tipo de dados analisados:
  - a. **Modelos de Dados Transversais** - nos quais a amostra de dados é obtida por observações sobre "n" unidades de produção;
  - b. **Modelos de Dados em Painel** - nos quais as observações das "n" unidades de produção estão disponíveis em "T" períodos no tempo.

Apesar de existirem diversas ferramentas para avaliar a eficiência, as ferramentas mais utilizadas, conforme se poderá verificar no capítulo 4, resumem-se essencialmente à DEA e à SFA. De uma forma resumida, a Tabela 8 apresenta uma comparação das características dos dois métodos:

**Tabela 8 - Comparação entre a DEA e a SFA**

<b>DEA- Análise Envoltória de Dados</b>	<b>SFA- Análise Estocástica de Fronteira</b>
Abordagem não paramétrica;	Abordagem paramétrica;
Abordagem determinística;	Abordagem estocástica;
Não considera perturbações (ruído) aleatórias;	Considera perturbações (ruído) aleatórias;
Não permite contrastar hipóteses estatísticas;	Permite contrastar hipóteses estatísticas;
Não leva a cabo pressupostos na distribuição dos termos de ineficiência	Leva a cabo pressupostos na distribuição dos termos de ineficiência;
Não inclui termo(s) de erro;	Inclui um termo de erro composto: um em um lado e o outro simétrico ao anterior (dois <i>queues</i> );
Não requer uma função de forma específica;	Requer uma função de forma específica;
Sensível ao número de variáveis, erros de medição e <i>outliers</i> ;	Pode confundir ineficiência com uma má especificação do modelo;
Método de Estimativa: programação linear.	Método de estimativa: econométrico.

Fonte: (GONZÁLEZ, et al., 2009)

### 3.2.1 Análise Estocástica de Fronteira

A Análise Estocástica de Fronteira é um modelo matemático que determina que existe uma função paramétrica entre as entradas de um processo produtivo e as saídas desse mesmo processo. Este modelo permite avaliar a ineficiência técnica e também reconhece que as perturbações induzidas externamente ao processo produtivo podem afetar as saídas. Assim, o termo associado ao erro é composto por duas componentes: uma componente que captura os efeitos da ineficiência relativa à fronteira estocástica; outra componente simétrica, que permite a variação aleatória entre unidades de produção e captura os efeitos dos erros de medição, outros "ruídos" estatísticos e perturbações externas fora do controlo das unidades de produção (CULLINANE, et al., 2006).

O modelo estocástico de fronteira assenta na equação (1) onde a eficiência técnica da unidade de produção  $k$  é  $U_k$  e deve ser positiva, e a componente associada ao ruído estatístico  $V_k$  pode ser positiva ou negativa (CULLINANE, et al., 2006).

$$y_k = f(x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{Mk}, U_k, V_k) \quad (1)$$

Um dos modelos utilizados na SFA é o modelo log-linear de Cobb-Douglas. Este modelo tem sido aplicado em estudos de eficiência em terminais de contentores e é definido pela equação (2):

$$\ln Y_k = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln TL_k + \beta_2 \cdot \ln TA_k + \beta_3 \cdot \ln QG_k + \beta_4 \cdot \ln YG_k + \beta_5 \cdot \ln SC_k + v_k - u_k \quad (2)$$

A variável " $Y_k$ " representa a quantidade de saída de uma unidade de produção " $k$ ", as variáveis "TL", "TA", "QG", "YG", e "SC" são acrónimos em inglês para as variáveis de entrada, respetivamente comprimento do cais, área do terminal, número de gruas do cais, número de gruas do parque e número de "*straddle carriers*". Já os coeficientes " $\beta$ " são os coeficientes técnicos das variáveis de entrada que vão avaliar para cada unidade de produção, o peso que cada variável tem em conjunto com as restantes unidades. O termo " $v_k$ " representa o ruído estatístico e o termo " $u_k$ " representa a componente associada à ineficiência.

### 3.2.2 Análise Envoltória de Dados

A Análise Envoltória de Dados é das ferramentas com maior utilização no estudo da eficiência e permite avaliar a performance de um conjunto de unidades de produção que transformam as suas entradas (*input's*) em saídas (*output's*). Esta ferramenta tem sido amplamente aplicada no estudo da eficiência em hospitais, universidades, em cidades, tribunais, empresas, entre outras áreas. Uma vez que é um método que requer poucas assunções, a DEA pode ser utilizada em situações onde outras ferramentas não conseguem alcançar, dada a elevada complexidade natural nas relações entre os múltiplos dados de entrada e saída das unidades de produção. Para além das aplicações acima indicadas, a DEA é aplicada em estudos de *Benchmarking* onde esta ferramenta permitiu detetar, em diversos estudos realizados por diferentes autores, pontos de ineficiência em empresas com elevados

lucros, o que serviu como ferramenta base para a identificação de *benchmarks* em muitos estudos. Segundo Charnes, Cooper e Rhodes, a DEA é um modelo de programação matemático aplicável a dados observados, devolvendo uma nova forma de obter estimativas empíricas das relações que são as fundações da economia moderna.

A DEA é uma ferramenta que está muito concentrada em fronteiras mais do que em tendências centrais, permitindo revelar relações entre os dados da entrada e saída que não seriam possíveis de encontrar com outros métodos. Isto é possível graças à forma direta que a DEA tem sem necessitar explicitamente de pressupostos base e variações com outros tipos de modelos como por exemplo a regressão linear e não linear.

Um aspeto importante para alcançar a vantagem anterior está no conceito de eficiência em que a DEA se baseia - a definição ampliada de Pareto-Koopmans: *A eficiência total (100%) só é alcançável por qualquer unidade de produção se e só se nenhuma das suas entradas ou saídas possa ser melhorada sem prejudicar qualquer uma das suas outras entradas e saídas* (COOPER, et al., 2004). Esta definição vem evidenciar que a DEA não assenta em tendências mas sim na maior ou menor propensão para cada unidade de decisão ser eficiente sem colocar restrições iniciais. No entanto, como a DEA parte de um conjunto de dados, a eficiência calculada é sempre relativa aos dados em análise.

*Uma unidade de produção só é totalmente eficiente (100%) na base das evidências disponíveis se e só se as performances das outras unidades de produção não mostrem que alguns dos seus dados de entrada e/ou saída possam ser melhorados sem piorar alguns dos seus dados de entrada e/ou saída* (COOPER, et al., 2004). Esta definição, apesar de parecer similar à anterior, indica que não é necessário definir previamente pesos, no sentido de prevalecer ou prejudicar determinados valores de entrada e/ou saída para que o resultado da eficiência de cada unidade de produção seja máximo.

O modelo matemático para a DEA desenvolvido por Charnes e Cooper em 1962, apresenta-se na Tabela 9 na forma envoltória e na forma de multiplicador.

As variáveis para o modelo multiplicador são descritas por  $v_i$  e por  $\mu_r$  que representam os pesos dos dados de entrada  $x_{ij}$  e de saída  $y_{rj}$  referentes à unidade de produção "j". No modelo envoltório, a variável é única -  $\lambda_j$  - e representa o peso de uma determinada Unidade de Produção.

Apesar dos conceitos anteriormente apresentados, a análise envoltória de dados considera que uma unidade de produção só é 100% eficiente se satisfazer duas condições: a sua função objetivo for igual à unidade e se as suas folgas forem nulas. Caso contrário, a eficiência de uma unidade de produção é considerada de eficiência "fraca" mesmo que se

encontre uma solução ótima para a eficiência. As folgas que são referidas nesta definição representam a quantidade de entradas ou saídas que foram utilizadas a mais ou a menos respectivamente.

**Tabela 9 - Modelo DEA - CCR.**

<b>Orientado para as Entradas</b>	
Modelo Envoltório	Modelo Multiplicador
$\min \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$ <p>Sujeito a</p> $\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta \cdot x_{i0}, \quad i = 1, 2, \dots, m$ $\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^- = y_{r0}, \quad r = 1, 2, \dots, m$ $\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$	$\max z = \sum_{r=1}^s \mu_r \cdot y_{r0}$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{r=1}^s \mu_r \cdot y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij} \leq 0$ $\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij} = 1$ $\mu_r, v_i \geq \varepsilon > 0 \quad i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, s; j = 1, 2, \dots, n$
<b>Orientado para as Saídas</b>	
Modelo Envoltório	Modelo Multiplicador
$\max \theta + \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$ <p>Sujeito a</p> $\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{i0}, \quad i = 1, 2, \dots, m$ $\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^- = \theta \cdot y_{r0}, \quad r = 1, 2, \dots, m$ $\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$	$\min q = \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{i0}$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij} + \sum_{r=1}^s \mu_r \cdot y_{rj} \geq 0$ $\sum_{r=1}^s \mu_r \cdot y_{rj} = 1$ $\mu_r, v_i \geq \varepsilon > 0 \quad i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, s; j = 1, 2, \dots, n$

Fonte: (COOPER, et al., 2004); adaptado pelo autor.

Na Tabela 9, tanto na orientação para as entradas como na orientação para as saídas, a função objetivo de cada modelo envoltório contém um termo onde inclui o cálculo da respectiva folga. A variável  $s_i^-$  representa a folga das entradas, isto é, a quantidade em falta de recursos que não foram utilizados nas entradas da unidade de produção e a variável  $s_j^+$  representa a quantidade produzida em excesso na unidade de produção. O cálculo das folgas é efetuado em duas fases: uma primeira fase para calcular a eficiência e os respectivos pesos; e uma segunda fase para calcular as respectivas folgas, através do modelo apresentado na Tabela 10 e com base nos resultados da eficiência calculados anteriormente.

**Tabela 10 - Modelo matemático para cálculo das folgas na DEA com orientação para as entradas.**

$$\max \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

Sujeito a

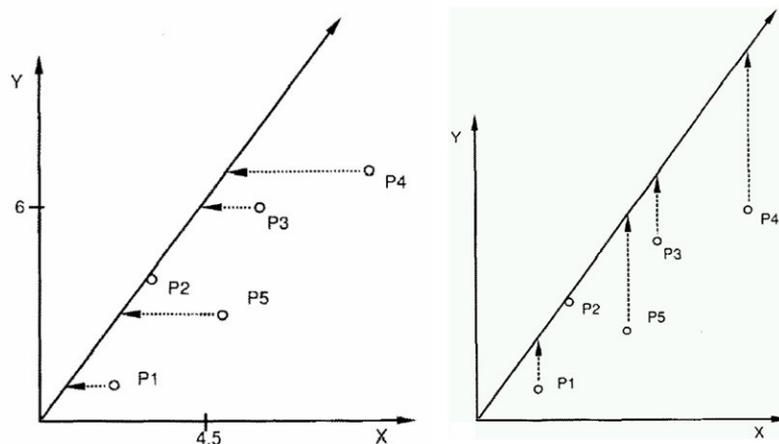
$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta \cdot x_{i0}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^- = y_{r0}, \quad r = 1, 2, \dots, m$$

$$\lambda_j, s_i^+, s_r^- \geq 0, \quad \forall i, j, r$$

Fonte: (COOPER, et al., 2004); adaptado pelo autor.

O conceito de folga pode ser facilmente explicado pelos gráficos apresentados na Figura 25. Os pontos P1 a P5 representam DMU 's e o segmento de reta que une a origem e que intersecta o ponto P2 representa a fronteira desta amostra. Os vetores a tracejado representam graficamente a distância a que cada DMU está da fronteira, indicando assim, o quanto as DMU têm de reduzir as suas entradas ou aumentar as suas saídas - de acordo com a orientação escolhida: para as entradas ou para as saídas - para se posicionarem sobre a fronteira e assim resultarem folgas nulas (COOPER, et al., 2004).



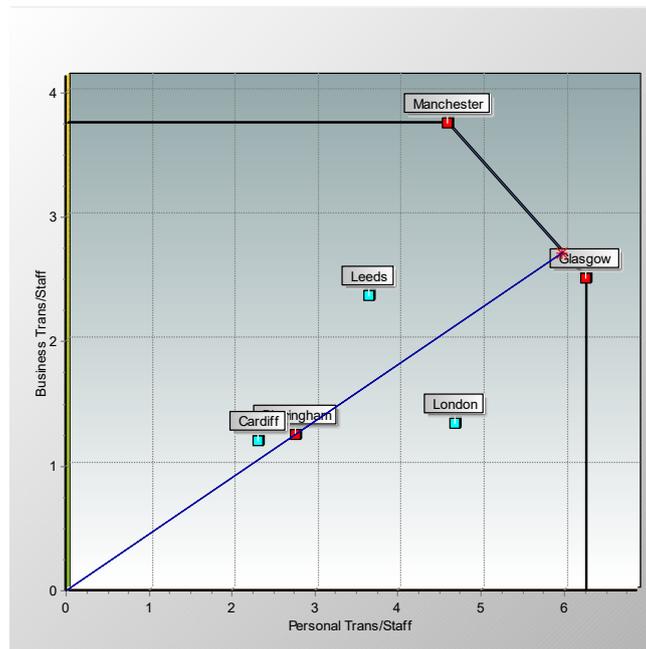
**Figura 25 - Exemplo de um modelo DEA-CCR com diferentes orientações.**

À esquerda: orientação para as variáveis de entrada; à direita: orientação para as variáveis de saída.

Fonte: (COOPER, et al., 2004);

O modelo apresentado na Tabela 9 designa-se por modelo CCR, acrónimo das iniciais dos autores Charnes, Cooper e Rhodes. Este modelo caracteriza-se por apresentar

rendimentos de escala constantes, caracterizados por fronteiras lineares representando onde a eficiência é máxima.



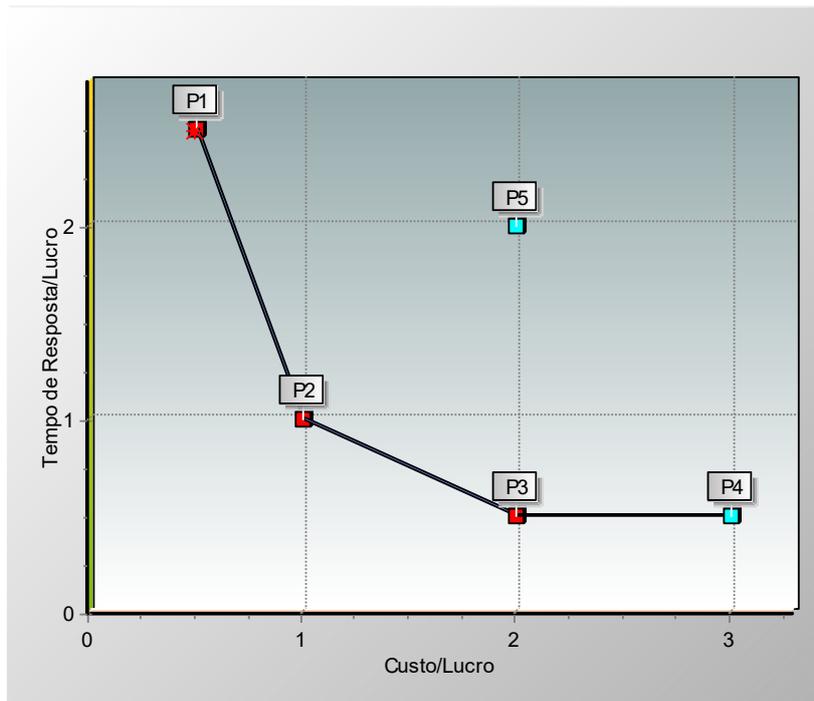
**Figura 26 - Gráfico representando a fronteira de um estudo de DEA em modelo CCR com minimização de input's.**

Fonte: *Frontier Analyst - Banxia Software*

Quando ao modelo CCR adicionamos a restrição apresentada na equação (3) ao seu modelo envoltório, este modelo designa-se por BCC, acrónimo das iniciais dos autores: Banker, Charnes e Cooper.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (3)$$

Ao contrário do modelo CCR, o modelo BCC caracteriza-se por apresentar fronteiras lineares fracionadas representando as linhas pelas quais a eficiência é máxima, dentro da amostra de unidades de produção em estudo. No exemplo da Figura 27, a eficiência máxima encontra-se definida pelos segmentos de reta orientados pelas unidades de produção P1 a P4; a unidade de produção P5, apresenta uma eficiência inferior às restantes unidades.



**Figura 27 - Gráfico representativo de um estudo de DEA com modelo BCC.**

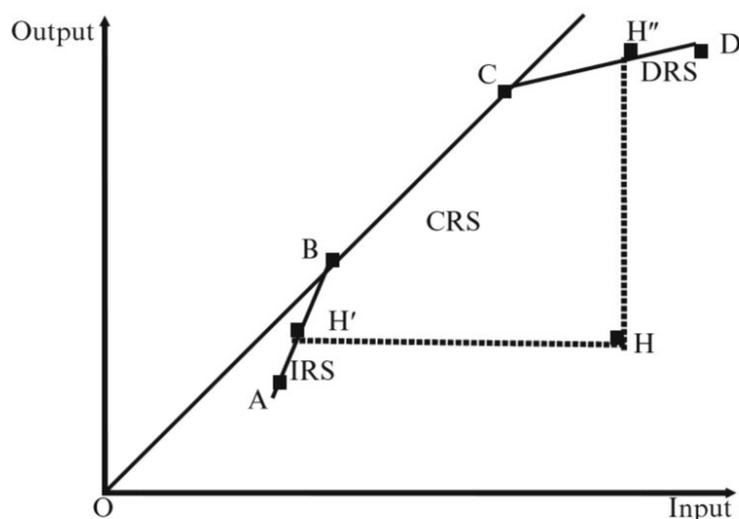
Elaboração: *Frontier Analyst - Banxia Software.*

Fonte: (COOPER, et al., 2004)

A decisão quanto ao modelo a escolher e o modo de otimização são importantes. Tal como observado anteriormente podemos escolher de entre os dois modelos: CCR, com rendimentos de escala constantes ou BCC com rendimentos de escala variáveis. O modo de otimização também é importante na medida em que vai permitir caracterizar o sistema onde o processo produtivo decorre, nomeadamente em definir o que pode ser alterado, se as entradas ou as saídas. Uma orientação para as entradas vai permitir determinar o quanto será possível reduzir da utilização das entradas para alcançar o mesmo nível de saídas, neste caso as entradas são controláveis. Este tipo de orientação é menos relevante na previsão da utilização da capacidade de determinadas unidades de produção, em particular naquelas em que os fatores fixos da produção não podem ser reduzidos. A orientação para as saídas irá determinar o quanto é possível aumentar as saídas de uma determinada Unidade de Produção, com a mesma quantidade de entradas.

Um resultado importante que podemos obter com a DEA são os **rendimentos de escala**. Os rendimentos de escala expressam o resultado das saídas de um processo ou de uma unidade de produção, quando se fazem variar as entradas com vista a avaliar se a proporcionalidade na entrada se mantém ou não na saída. Desta análise, podem resultar os seguintes casos:

- Caso a proporcionalidade se mantenha à entrada e à saída, temos **rendimentos de escala constantes** (*constant returns to scale*) - o que acontece no modelo CCR;
- Caso a proporcionalidade não se mantenha da entrada para a saída, temos **Rendimentos de Escala Variáveis**, onde podemos destacar dois casos:
  - Se as saídas aumentarem em uma quantidade superior em relação às entradas, temos **Rendimentos Crescentes de Escala**;
  - Se as saídas aumentarem numa quantidade inferior em relação às entradas, estamos perante **Rendimentos Decrescentes de Escala**.



**Figura 28 - Rendimentos de escala constantes e variáveis.**

Fonte: (COOPER, et al., 2011)

A Figura 28 apresenta um gráfico com 5 Unidades de Produção: "A", "B", "C", "D" e "H" analisadas segundo o modelo BCC. Deste gráfico pode-se retirar a seguinte interpretações:

- No segmento OBC os rendimentos de escala são constantes pois o aumento da entrada (input) irá traduzir-se num aumento proporcional da respetiva saída. Este segmento representa um caso típico do modelo CCR.
- No troço AB os rendimentos de escala são variáveis pois não há proporcionalidade entre a entrada e a saída e uma pequena variação no aumento da entrada conduz a uma grande variação na saída - designam-se assim por rendimentos de escala crescentes.
- No troço CD os rendimentos de escala são variáveis pelas mesmas razões descritas para o troço AB e, ao contrário deste último caso, acontece que uma

grande variação de entrada irá conduzir a uma pequena variação na saída - designam-se assim por rendimentos de escala decrescentes.

Deste gráfico podemos realçar que o tipo de orientação escolhido interfere com os Rendimentos de Escala calculados. A unidade de produção "H" pode ser projetada para a fronteira definida pelo troço AB definindo o ponto H', o que conduz a uma fronteira com rendimentos de escala crescentes. Esta interpretação resulta de uma orientação para as entradas pois a projeção é feita para o eixo da saída. Se a projeção for feita para o segmento CD, resultando no ponto H'', prevalecem rendimentos de escala decrescentes, resultado de uma orientação para as entradas. Daqui se conclui que os modelos BCC com orientação para as entradas e com orientação para as saídas geram pontos de projeção diferentes e é na fronteira que os rendimentos de escala são avaliados. (COOPER, et al., 2011)

Uma das aplicações que a DEA tem e que revela importância para este estudo é a Análise por Janela (*Window Analysis*). Muitos estudos de análise envoltória são feitos para um conjunto de unidades de produção em um instante de tempo. Nos últimos tempos, têm-se evidenciado interesse em saber de que modo evoluiu a eficiência das unidades de produção para períodos de tempo de meses ou anos. A análise por janela permite calcular a eficiência de uma determinada unidade de produção ao longo do tempo, utilizando uma analogia de média deslocável onde, uma unidade de produção em cada período diferente é tratada como se fosse uma unidade diferente, isto é, a eficiência de uma unidade de produção num determinado período de tempo é contrastada com a performance em outros períodos, em conjunto com a performance de outras unidades. Para a realização de uma análise por janela é necessário conhecermos a quantidade de unidades de produção a analisar e conhecer o período de tempo no qual se pretende realizar a análise (nº de meses ou anos).

Tomando como base o exemplo citado em COOPER, et al., (2004) de um estudo realizado às operações de manutenção de aeronaves (*tactical fighter wings*) na Força Aérea dos Estados Unidos, onde as Unidades de Produção são as aeronaves (*wings*) num total de 14 unidades (n=14), em um período global de 7 meses (p=7) e com uma janela de 3 meses (w=3). Com base no conceito de análise por janela acima descrito, temos assim 42 Unidades de produção em estudo (n.w=3x14) em janelas de 3 meses. Uma primeira análise é feita nos meses M1, M2 e M3, sendo depois a janela deslocada um mês para M2, M3 e M4, e assim sucessivamente até abranger M7 na análise. A Tabela 11, apresenta 7 das 14 unidades deste estudo onde podemos ver os resultados da eficiência e da forma como são apresentados estes dados.

**Tabela 11 - Análise de Janela, com base em janela de 3 meses, de 3 das 14 Unidades de Produção.**

<b>Wing</b>	<b>Month 1</b>	<b>Month 2</b>	<b>Month 3</b>	<b>Month 4</b>	<b>Month 5</b>	<b>Month 6</b>	<b>Month 7</b>
<b>Wing-A</b>	97.89	97.31 97.36	98.14 97.53 96.21	97.04 95.92 95.79	94.54 94.63 94.33	97.64 97.24	97.24
<b>Wing-B</b>	93.90	95.67 96.72	96.14 96.42 95.75	94.63 94.14 94.54	93.26 93.46 93.02	96.02 96.02	94.49
<b>Wing-C</b>	93.77	91.53 91.77	95.26 95.55 93.21	94.29 95.04 93.20	94.83 93.09 93.59	92.21 92.32	92.83

Fonte: (COOPER, et al., 2004)

## 4 Revisão Bibliográfica

O estudo da eficiência nos portos é um tema que tem sido desenvolvido ao longo dos anos, independentemente da técnica analítica aplicada. Sem ser demasiado exaustivo, neste trabalho foram identificados 21 documentos nos últimos 15 anos, que vão desde artigos a trabalhos de dissertação, nos quais se inserem técnicas analíticas paramétricas como a SFA e não paramétricas como a DEA, tendo sido esta última a mais identificada. Estes documentos estão listados na Tabela 12.

Em todos os estudos de eficiência encontrados, a variável de saída mais utilizada é a movimentação anual de contentores, em TEU. Crê-se que pelo facto de ser muito utilizada pelos portos e outras entidades em estudos estatísticos e também por representar volume e peso normalizado de contentores é uma unidade de fácil utilização. Nas variáveis de entrada, as mais utilizadas foram o comprimento de cais, a superfície (ou área) do terminal, a quantidade de equipamentos no cais e a quantidade de equipamentos no parque. De facto, se se observar as operações num terminal de contentores estes são os pontos fulcrais que terão um grande contributo no resultado da sua eficiência, pois por eles passam os contentores.

**Tabela 12 - Revisão Bibliográfica sobre as técnicas analíticas de avaliação de eficiência nos portos.**

<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Método</b>	<b>Portos</b>	<b>Variáveis de Entrada</b>	<b>Variáveis de Saída</b>
Acosta, Silva & Lima	2010	DEA-BCC	27 Portos do Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantidade de Acessos (rodoviários, Ferroviários, outros);</li> <li>• Comprimento dos cais;</li> <li>• Profundidade máxima dos terminais [m];</li> <li>• Profundidade do Canal;</li> <li>• Número de Cabeços;</li> <li>• Superfície Total;</li> <li>• Quantidade de Gruas de Cais e Empilhadores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga movimentada nos portos (soma de granéis sólidos, líquidos, carga geral e contentorizada) [Ton].</li> </ul>
Barros	2005	SFA: <i>Translog</i>	Portos Portugueses entre 1990 e 2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo de Mão-de-obra</li> <li>• Custo Capital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de Navios;</li> <li>• Total de Carga Movimentada [Ton]</li> </ul>
Barros & Managib	2008	DEA: CCR vs BCC + Regressão Truncada tipo <i>Bootstrap</i>	Portos Japoneses entre 2003 e 2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantidade de Gruas no Cais;</li> <li>• Quantidade de Trabalhadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> <li>• Movimento Anual de Granel [Ton];</li> <li>• Quantidade de Navios</li> </ul>

<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Método</b>	<b>Portos</b>	<b>Variáveis de Entrada</b>	<b>Variáveis de Saída</b>
Barros, Felício & Fernandes	2012	DEA	25 Portos do Brasil, entre 2003 e 2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento do cais;</li> <li>• Quantidade de Gruas no Cais;</li> <li>• Quantidade de Trabalhadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> <li>• Movimento Anual de Granel Sólido [Ton];</li> <li>• Movimento Anual de Granel Líquido [Ton];</li> </ul>
Cullinane & Song	2006	SFA Cobb-Douglas	Portos de Contentores Europeus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento do cais;</li> <li>• Área do Terminal;</li> <li>• Quantidade de Equipamentos utilizados nas operações;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> </ul>
Cullinane & Wang	2007	DEA: BCC vs CCR	28 Portos de Contentores líderes mundiais, em 2001.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento do cais;</li> <li>• Área do Terminal;</li> <li>• Quantidade de Gruas de Cais;</li> <li>• Quantidade de Pórticos de Parque;</li> <li>• Quantidade de <i>straddle carriers</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> </ul>
Cullinane & Wang	2010	DEA	25 Portos de Contentores líderes mundiais Desde 1992 até 1999	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento do cais;</li> <li>• Área do Terminal;</li> <li>• Quantidade de Gruas no cais;</li> <li>• Quantidade de Pórticos de Parque;</li> <li>• Quantidade de <i>straddle carriers</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> </ul>
Cullinane, Ji & Wang	2005	DEA CCR + BCC	25 Portos de Contentores líderes mundiais Desde 1992 até 1999	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento do cais;</li> <li>• Área do Terminal;</li> <li>• Quantidade de Gruas no cais;</li> <li>• Quantidade de Pórticos de Parque;</li> <li>• Quantidade de <i>straddle carriers</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> </ul>
Cullinane, Ji, Song & Wang	2006	DEA; SFA;	25 Portos de Contentores líderes mundiais 2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento do cais;</li> <li>• Área do Terminal;</li> <li>• Quantidade de Gruas no cais;</li> <li>• Quantidade de Pórticos de Parque;</li> <li>• Quantidade de <i>straddle carriers</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> </ul>
Gonzales & Trujillo	2005	SFA Função de distância <i>Translog</i>	Portos de Contentores Espanhóis entre 1990 e 2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento do cais;</li> <li>• Área do Terminal;</li> <li>• Quantidade de Trabalhadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> <li>• Movimento Anual de outras cargas [Ton];</li> <li>• Movimento Anual de Granel Líquido [Ton];</li> <li>• Quantidade de Passageiros</li> </ul>

<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Método</b>	<b>Portos</b>	<b>Variáveis de Entrada</b>	<b>Variáveis de Saída</b>
Guedes, Pena & Guerreiro	2008	DEA BCC + CCR	23 Terminais de Contentores do Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento de cais;</li> <li>• Superfície Total;</li> <li>• Número de Pórticos de Cais</li> <li>• Número de Funcionários</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU]</li> <li>• Movimento Anual de Contentores por pórtico [TEU/grua]</li> </ul>
Hung, Lu & Wang	2009	DEA: BCC input + Bootstrap method.	31 Portos de Contentores Asiáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área do Terminal;</li> <li>• Quantidade de Gruas de Cais;</li> <li>• Número de Cabeços;</li> <li>• Comprimento do cais;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> </ul>
Liu	2010	SFA	32 portos no Mediterrâneo Norte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento de cais;</li> <li>• Superfície Total;</li> <li>• Capacidade Estática de Armazenamento de Contentores;</li> <li>• Capacidade de Movimentação de Carga.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU]</li> <li>• Volume de Comércio (USD) (Variável exógena)</li> </ul>
Merk & Dang	2012	DEA	63 maiores portos de contentores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento do cais;</li> <li>• Área do Terminal;</li> <li>• Quantidade de Locais para <i>reefer</i></li> <li>• Quantidade de Gruas de Cais;</li> <li>• Quantidade de Equipamentos no Parque;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> </ul>
Niavis & Tsekeris	2012	DEA BCC vs CCR	30 Portos de Contentores no sudeste Europeu em 2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento do cais;</li> <li>• Quantidade de Cais;</li> <li>• Quantidade de Gruas no Cais;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> </ul>
Nigra	2010	DEA: BCC	21 Portos Ibéricos, em 2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despesas de Capital - CAPEX;</li> <li>• Outras despesas operacionais - OPEX</li> <li>• Número de Funcionários</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Total de Carga Movimentada (Graneis sólidos e líquidos, carga geral, Passageiros)</li> </ul>
Oliveira & Cariou	2014	DEA + FDH; <i>Bootstrap Regression</i>	234 Portos de Contentores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento de cais;</li> <li>• Superfície Total;</li> <li>• Número de Pórticos de Cais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU]</li> </ul>
Sharma & Yu	2009	DEA com modelo de árvore de decisão.	70 Terminais de Contentores, ao nível mundial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento dos cais;</li> <li>• Área do Terminal;</li> <li>• Quantidade de Gruas de Cais;</li> <li>• Quantidade de Pórticos de Parque;</li> <li>• Quantidade de Reachstakers;</li> <li>• Quantidade de Straddle Carriers.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> </ul>

<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Método</b>	<b>Portos</b>	<b>Variáveis de Entrada</b>	<b>Variáveis de Saída</b>
So, Kim, Cho & Kim	2007	DEA: CCR vs BCC, output	19 Portos de Contentores no Nordeste da Ásia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento do cais;</li> <li>• Área do Terminal;</li> <li>• Quantidade de Gruas de Cais;</li> <li>• Quantidade de Equipamentos no Parque;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> </ul>
Sousa Junior, Nobre Junior, Prata & Soares de Mello	2013	DEA-CCR (input vs output)	Portos da Região do Nordeste do Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento dos cais;</li> <li>• Profundidade máxima dos terminais;</li> <li>• Capacidade Estática de armazenamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de Navios;</li> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> <li>• Movimentação Horária [TEU/hora].</li> </ul>
Suaréz-Alemán, Sarriera, Serebrisky & Trujillo	2015	DEA SFA	203 portos de regiões em desenvolvimento entre 2000 a 2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprimento do cais;</li> <li>• Área do Terminal;</li> <li>• Quantidade de Pórticos de cais;</li> <li>• Quantidade de Gruas de Cais;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimento Anual de Contentores [TEU];</li> </ul>

Acosta *et al.* (2010) identificaram *benchmarkings* em 27 portos brasileiros por meio de DEA, com modelo BCC com orientação para as variáveis de saída (output). Concluiu que 5 portos são eficientes e que, analisando a folga das variáveis de entrada, cerca de 52% dos portos podem aumentar a capacidade de carga em 200%. Os portos ineficientes possuem também folgas residuais nas variáveis de entrada Profundidade do Canal, Comprimento de Cais e Superfície Total o que, quando "preenchidas" essas folgas permitem obter condições para obter mais cargas. No entanto, os autores ressaltam também que não é condição suficiente para obterem mais cargas pois o aumento das cargas está relacionado com a posição geográfica do porto e com o aumento e/ou modernização dos equipamentos.

Barros (2005) apresentou um artigo que pretende analisar a eficiência técnica dos portos portugueses entre 1990 e 2000 utilizando a SFA com modelo de fronteira *translog*. Este autor utiliza variáveis de entradas muito diferentes dos restantes autores - variáveis económicas baseadas em custos - conforme se pode observar na Tabela 12. Dos 10 portos em estudo, apenas Sines é eficiente, estando Lisboa em segundo lugar com 0,896 e Leixões em terceiro lugar com 0,688. Neste artigo o autor destacou que os gestores dos portos não estão sobre grande pressão para apresentar resultados financeiros positivos, perdendo-se a intenção em melhorar a produtividade dos portos face à falta de escrutínio do Governo e dos *stakeholders*. Por outro lado, os portos mostram nas suas operações grande resistência à modernização e inovação tornando-os distantes dos portos europeus. Relativamente a um aumento da mudança técnica para redução de custos, a fusão das atividades dos portos, falada

então nos *media*, é um reconhecimento de que este é uma força motriz na gestão portuária. O autor realça também que o ranking dos portos demonstra haver espaço para melhorias na gestão de modo a que os ineficientes melhorem a sua performance através de *benchmarking*.

Barros e Managib (2008) publicaram um artigo que avalia os determinantes da eficiência de uma amostra de portos japoneses onde se aplica a DEA para avaliar a eficiência técnica e posteriormente aplica uma regressão truncada do tipo "*bootstrap*". Apenas 9 dos 39 portos são eficientes pelo modelo DEA-CCR; em contraste e face à configuração da fronteira, todos os 39 portos são eficientes pelo modelo DEA-BCC. Os autores concluem que portos com estratégias diferenciadoras da concorrência são em média mais eficientes que os outros portos que não adotam a diferenciação. Exemplo são os portos que adotam uma estratégia de "hub" - porto que concentra carga de vários portos de pequena dimensão onde os grandes navios não conseguem aceder por motivos técnicos ou estratégicos - que possuem maior pontuação de eficiência que aqueles que não optam por esta estratégia. Os autores sugerem também que os gestores dos portos devem adotar um procedimento de gestão de *benchmark* para avaliar o seu posicionamento relativo no mercado, e os manter na fronteira de eficiência, ainda que esta seja dinâmica e mude de ano para ano. Os gestores devem também adotar uma visão da gestão baseada nos recursos fulcrais em pontos estratégicos.

Barros, Felício e Fernandes (2012) publicaram um artigo no qual avaliaram a eficiência de 25 portos brasileiros, entre 2004 a 2010 com recurso à DEA com índices de Malmquist. Os autores observaram que apesar de terem obtido valores médios há portos na amostra que apresentam melhorias na produtividade e outros que apresentam deterioração o que revela a necessidade de haver uma política portuária comum brasileira relativamente à produtividade. Alguns portos de pequena dimensão são ineficientes face à sua localização não permitir atrair mais carga, onde os autores sugerem uma política de controlo de custos como medida corretiva. Outros portos da amostra, ainda que tenham tecnologia, são ineficientes devido à falta de investimento em novas tecnologias e métodos de trabalho para a melhoria da produtividade.

Cullinane e Wang (2007) publicaram um artigo de análise aos 28 portos de contentores líderes mundiais em 2001 aplicando a DEA com modelo BCC e CCR. Dos 57 terminais de contentores, 13 terminais apresentam rendimentos de escala constantes, 10 terminais apresentam rendimentos de escala crescentes e 34 terminais apresentam rendimentos de escala decrescentes. Os autores destacam alguns pontos nos portos com baixo nível de movimentação de carga. Estes portos têm o objetivo de alcançar ou manter o *status* de porto *hub* e por outro lado têm menor probabilidade de estarem sujeitos a restrições de

espaço para expansão, uma vez que a amostra de pequenos portos deve conter portos nas fases iniciais de evolução. Os autores afirmam que a eficiência pode flutuar no tempo em diferentes graus, por vezes de forma drástica, o que confirmam ser necessário utilizar abordagens alternativas nos dados em painel (multidimensionais). Os resultados obtidos por via da DEA devem ser interpretados como ideais pois podem não ser alcançáveis na realidade, devendo a análise dos resultados ser complementada com investigação sobre cada porto individual, numa base de "caso-a-caso".

Cullinane e Song (2006) publicaram um artigo sobre a eficiência de portos de contentores Europeus recorrendo à SFA com a função de produção de fronteira de Cobb-Douglas. Concluíram que a dimensão do porto está relacionada com os resultados de eficiência. Os portos do Reino Unido possuem a utilização de infra e supraestrutura mais eficiente de toda a amostra, facto que se relaciona também com a escassez de oferta na movimentação de contentores. Os portos escandinavos e do leste europeu apresentaram as pontuações de eficiência mais baixas, sendo que as possíveis causas poderão ser a sua localização geográfica e as suas dimensões abaixo da média. Concluíram que os portos mais eficientes da amostra tinham grandes movimentos de contentores e que este nível estava relacionado com a capacidade estática de cada porto/terminal. Quanto ao método utilizado, os autores sugerem que a SFA apresenta resultados robustos mesmo quando comparada com a DEA.

Cullinane e Wang (2010) publicaram um artigo que pretende avaliar abordagens existentes de DEA aplicadas a uma amostra dos 25 portos de contentores líderes mundiais. Os autores concluíram que a eficiência de portos de contentores diferentes pode flutuar no tempo, por vezes de forma drástica, o que indica que a produção nestes portos deve ser continuamente observada no tempo. A ineficiência existe na produção da maioria dos portos de contentores da amostra e resulta de desperdícios nas operações. Esta ineficiência pode ser evitada se os portos seguirem boas práticas como a identificação de *benchmarks* e manterem-se a par das inovações tecnológicas. A dimensão da produção (movimentação de contentores) não tem uma relação clara com a eficiência. Aqueles portos que são mais eficientes são aqueles que não investem ativamente no tempo.

Cullinane, Ji e Wang (2005) publicaram um artigo com o objetivo de apresentar os prós e contras da privatização portuária e em simultâneo testar a hipótese de que a privatização aumenta a eficiência técnica dos portos. Utiliza a DEA nos dois modelos BCC e CCR e utilizam os mesmos dados do artigo de Cullinane e Wang (2010). Os autores concluem com rejeição a hipótese proposta e apontam para a sensibilidade dos dados a fatores externos

como por exemplo mau tempo, equipamentos com baixo rendimento, entre outros, que podem influenciar positiva ou negativamente os resultados da eficiência de um porto, devendo as unidades serem analisadas em mais do que um único instante no tempo. Os autores propõem que os reguladores devem focar mais atenção sobre outros potenciais fatores que influenciam a eficiência portuária como a competição intra e interportos e as relações e acordos laborais. As decisões associadas à privatização de um porto deverão ter outras considerações como o alcance do bem-estar social e o impacto potencial no valor absoluto e distribuição das externalidades.

Cullinane, Wang, Song e Ji (2006) apresentam um artigo com o objetivo de comparar os dois métodos de DEA e SFA numa amostra dos 30 maiores portos de contentores mundiais em 2001. Os autores concluem que os elevados níveis de eficiência técnica estão associados com a escala, com a maior intervenção do sector privado e com o *transshipment*, ao contrário do que acontece em portos "gateway". Verificaram que a variação das pontuações de eficiência geradas pela SFA é inferior à variação das pontuações da DEA. De entre os modelos DEA, o modelo CCR é o que apresenta as menores pontuações de eficiência e à exceção do modelo baseado na distribuição "half-normal" as estimativas médias de eficiência derivadas da SFA geram pontuações de eficiência superiores do que aquelas geradas pelo modelo DEA-BCC.

González e Trujillo (2008) publicaram um artigo com o objetivo de quantificar a evolução da eficiência técnica da infraestrutura portuária nos maiores portos de contentores de Espanha entre 1990 e 2002, analisando em simultâneo até onde as reformas portuárias levadas a cabo nos anos 90, tiveram impacto nos portos de contentores. Utilizaram como ferramenta de cálculo a SFA com função de forma de Cobb-Douglas e com uma função de distância "translog". Os resultados obtidos em termos de eficiência variam entre 95,3% (Valencia) e 86,8% (Alicante) e variam ao longo do tempo. Expressando os resultados em termos de variação percentual e a título de exemplo, Algeciras diminuiu 10,57% ao passo que Alicante aumentou 23,71% e Valencia teve uma ligeira diminuição de 0,40%. Os autores destacam que as reformas portuárias trouxeram melhorias na mudança tecnológica mas a eficiência técnica mudou pouco em valores médios. Os resultados obtidos mostraram também que os portos insulares e continentais são influenciados de forma diferenciada.

Guedes *et al.* (2008) publicaram um artigo que analisa a eficiência de 23 terminais de contentores do Brasil, recorrendo à DEA nos modelos CCR e BCC. Os autores utilizaram os dois modelos para realizarem uma comparação e verificaram que o modelo BCC apresentou cinco DMU eficientes e o modelo CCR apresentou quatro DMU eficientes, referindo que tal

razão está associada às diferentes formas da fronteira de cada um dos modelos. No que respeita à análise dos dados, 20% dos portos são eficientes e nenhum porto da Argentina ou Uruguai foi considerado eficiente e que mesmo assim, os portos eficientes não podem ser considerados *benchmarks* por apresentarem problemas nas operações, necessitando de mais área nos terminais.

Hung *et al.* (2009) utilizaram a DEA para medir a eficiência técnica e de escala de 31 portos de contentores na Ásia, utilizando o modelo BCC orientado para as variáveis de entrada para posteriormente determinar os rendimentos de escala de cada DMU. Os autores concluíram que 74% dos portos são ineficientes, necessitando de reduzir as variáveis de entrada para se tornarem eficientes. Verificaram que 16% dos portos têm rendimentos de escala constantes, 13% têm retornos de escala decrescentes, o que revela que a percentagem de incremento na variável de saída está a diminuir face às variáveis de entrada e que 71% dos portos têm rendimentos de escala crescentes, estando este fenómeno associado à globalização da economia mundial e ao erguer da China como centro industrial mundial. Neste caso recomendam que estes portos considerem futuras expansões. Na eficiência de escala verificaram que 84% dos portos são ineficientes. Acima de tudo os autores reforçaram a importância de definir em estudos de eficiência de escala, uma análise de valores objetivo para fornecer alguma orientação a quem define políticas portuárias para alavancar os seus recursos e otimizar as economias de escala. Também realçaram a importância de utilizar "*bootstrap*" nos estudos de DEA para detetar a fiabilidade da classificação das eficiências.

Liu (2010) apresenta na sua tese de dissertação um estudo sobre a eficiência de 32 portos e terminais de contentores do Mediterrâneo Norte num período de análise de 9 anos. Aplicou a técnica de SFA para detectar eficiências técnicas de escala e globais por portos e individual por terminais. Realçou que cerca de 90% dos portos de contentores tinham uma eficiência técnica inferior a 80% e cerca de 95% dos terminais de contentores tinham eficiência técnica abaixo dos 80%. No que respeita a eficiência de escala, 40% de todos os portos têm eficiência superior a 80%, mas ao nível do terminal verifica-se uma eficiência de 80% de todos os terminais portuários. Face a estes factos, concluiu que apesar dos terminais terem características técnicas adequadas, não estão a utilizar estes recursos com eficiência. Também concluiu que os terminais de contentores são mais eficientes que os terminais polivalentes, o que é espectável pois estes últimos tendem a movimentar mais carga fraccionada do que contentores. Quando ao tipo de operador, concluiu que os operadores globais de terminais (por exemplo, PSA ou APM Terminals) não provaram ultrapassar em eficiência técnica os operadores locais de terminais.

Merk e Dang (2012) publicaram um artigo para avaliar a eficiência dos portos por tipo de carga. A amostra inclui os 63 maiores portos de contentores mundiais. Os autores concluíram que os terminais mais eficientes na movimentação de carga a granel estão na China e os terminais de contentores mais eficientes estão no Sudeste da Ásia. No que respeita os terminais de granel alimentar e de minérios de ferro, os mais eficientes encontram-se na América Latina. No que se refere aos terminais de trasfega de combustível, os mais eficientes encontram-se na região do Golfo. Os autores destacam também que a dimensão do porto tem grande impacto na pontuação da eficiência, em particular nos terminais de graneis sólidos e líquidos, na medida em que a dimensão do terminal conduz à necessidade de desenvolvimentos tecnológicos como por exemplo, o investimento em equipamentos que aumentem a produtividade nas operações de carga e descarga. Verificaram ainda que os valores de eficiência são sensíveis pois estão relacionados com fatores exógenos como por exemplo os fluxos de carga.

Niavis e Tsekeris (2012) publicaram um artigo que pretende identificar os determinantes da eficiência técnica dos portos de contentores na região do sudeste da Europa recorrendo à mesma estratégia utilizada por Barros e Managib (2008). Os autores verificaram que os resultados de eficiência são baixos (inferiores a 50%) e que podem ser atribuídos à falta de experiência na gestão dos portos e aos efeitos de escala - grandes portos movimentam grandes quantidades de contentores. A performance relativamente limitada destes portos indica a necessidade de serem efetuados investimentos para melhorar os processos associados à movimentação da carga, em que o fator de escala, o posicionamento geográfico e as condições socioeconómicas não são favoráveis. Os autores recomendam também que estes portos sejam sujeitos a reformas regulamentares e a esquemas de concessão a privados dos terminais, em particular a operadores globais de terminais. Com estas medidas os autores esperam que os valores de eficiência aumentem significativamente.

Nigra (2010) apresentou na sua dissertação uma avaliação da eficiência de 21 portos ibéricos, utilizando a DEA com modelo BCC, comparando-os com uma amostra de 57 portos mundiais para o ano de 2008. O autor concluiu que apesar de existirem portos ibéricos com elevada eficiência, estes apresentam resultados relativamente baixos em relação aos restantes portos europeus e mundiais. Com base nos resultados obtidos, os portos de Portugal obtiveram em média resultados mais elevados que os portos de Espanha mas excluindo o tráfego de passageiros das variáveis de saída, os resultados invertem-se. O autor aplicou também a DEA "*bootstrap*", que lhe permitiu obter robustez nos resultados e concluiu que nenhum porto português está nos 10 portos mais eficientes da amostra.

Oliveira e Cariou (2014) apresentam um artigo sobre o impacto da concorrência na eficiência dos portos de contentores, analisando 234 portos de contentores em 2007 em duas etapas: na primeira etapa aplicou a DEA com a técnica *Free Disposal Hull* - que permite comparar cada DMU com DMU eficientes - para avaliar a eficiência; na segunda etapa aplicou uma regressão truncada aos dados obtidos na primeira fase. Concluiu que 17% dos portos são eficientes ou supereficientes, existindo uma grande heterogeneidade na eficiência entre os portos de contentores. Concluiu também que os resultados obtidos indicam que o nível de concorrência interporto reduz a eficiência, o que pode levar ao sobre investimento em infra e supraestruturas portuárias. Entre outras conclusões, os autores verificaram que um porto com bom índice de ligações a rotas marítimas internacionais é um porto eficiente, o que levou a concluir que a competição entre linhas regulares (*shipping lines*) tende a melhorar a eficiência de um porto.

Sharma *et al.* (2010) apresentam um artigo onde pretendem otimizar os benchmarks e definir prioridades nas variáveis das DMU na DEA. Utilizaram a DEA com um algoritmo especial baseado em árvores de decisão para melhorar a capacidade e flexibilidade dos modelos clássicos da DEA. Os autores demonstraram como uma análise DEA baseada em grau de ameaça (DT - *Degree of Threat*) e dependente do contexto a aplicar aos terminais de contentores, permite às autoridades portuárias e decisores identificar concorrentes, deficiências na carga movimentada e definir variáveis prioritárias estratégicas para alcançar e manter vantagens competitivas. Os resultados obtidos permitiram avaliar em que variáveis de entrada cada porto ou terminal teríamos que intervir para minimizar a ameaça.

So *et al.* (2007) publicaram um artigo que pretende avaliar e classificar os 19 maiores portos de contentores do Nordeste Asiático utilizando a DEA nos modelos BCC e CCR. Os autores concluíram que 8 portos de contentores operam com eficiência e que dois portos de contentores coreanos (Busan e Gwangyang) apresentam baixa eficiência operacional quando comparados com os seus portos rivais. Para melhorar a eficiência os autores propõem melhorar a estrutura de *input's* e *output's* através de *benchmarking* com os portos de Shanghai e Xiamen. Outra alternativa que propuseram, foi a reorganização do sistema portuário da Coreia abrangendo dois portos de contentores orientados para objetivos e serviços específicos. Relativamente à DEA, os autores salientaram o facto de terem utilizado 4 variáveis de entrada e uma variável de saída, o que se torna num modelo restritivo e requer a utilização de mais variáveis de entrada e saída necessárias para realizar uma análise por janela, para verificar a variação da eficiência nos portos ao longo dos anos.

Sousa Juniór *et al.* (2013) mediram a eficiência de 6 portos do nordeste do Brasil nas cargas contentorizada e granel sólido, recorrendo à DEA modelo CCR e utilizaram 4 cenários com combinações diferentes entre variáveis de entrada e saída. Apesar de existirem diferenças nos resultados das eficiências, o porto de Salvador foi considerado eficiente nos quatro cenários e o porto de Fortaleza obteve a menor pontuação de eficiência. Os autores destacam pontos de ineficiência concentrados na infraestrutura e equipamentos precários como na falta de fundo do porto e na aquisição de equipamentos mais produtivos para operar navios de maiores dimensões e, nesse sentido, melhorar o desempenho do porto.

Suárez-Alemán, Sarriera, Serebresky e Trujillo (2015) publicaram um artigo que pretende analisar a produtividade e eficiência dos portos de 70 países desenvolvidos entre 2000 e 2010, utilizando técnicas paramétricas (SFA) e não paramétricas (DEA), avaliando a evolução da eficiência e produtividade nestes países. Os autores concluíram que as taxas de crescimento de produtividade variam significativamente e que esta heterogeneidade é explicada por puras variações de eficiência, mais do que variações na eficiência de escala ou eficiência tecnológica. Verificaram também que a eficiência portuária nestes países aumentou 10% em 10 anos, fruto da participação do sector privado nos portos, na redução da corrupção no sector público, na melhoria na conectividade das linhas regulares e na existência de ligações multimodais, fatores que aumentaram o nível de eficiência portuária nestes países.

## 5 Quantificação e Estruturação dos Terminais Portuários

Este capítulo pretende quantificar o desempenho dos Portos que movimentam contentores em Portugal, Espanha e respetivas ilhas.

Para medir a eficiência será utilizada a Análise Envoltória de Dados (DEA), a qual com base num conjunto de entradas (*input's*) e saídas (*output's*) relacionados com as respetivas unidades de produção (DMU), devolve o nível de eficiência de cada terminal.

As variáveis de entrada a utilizar neste trabalho são as seguintes:

- E1. **Número de Terminais de Contentores:** esta variável permite identificar o número de terminais de contentores existente em cada porto e simultaneamente identificar quais os portos com maior atividade na contentorização. Esta variável será utilizada somente nas fases em que se avaliarem portos com terminais de contentores.
- E2. **Área do Terminal de Contentores:** refere-se à área do parque de contentores do terminal (incluindo parque de contentores refrigerados (*reefers*) e zonas de estacionamento de contentores à exportação e importação.
- E3. **Profundidade do Terminal:** esta variável de entrada é importante na medida em que permite diferenciar um terminal de águas profundas - para receber navios de grande dimensão, por exemplo, com capacidades de 14000 a 18000TEU - de um terminal *feeder* - que recebe navios de pequena e média dimensão, por exemplo, com capacidade de 8000TEU, e que alimentam (*feed*) os grandes terminais de contentores que servem de plataforma de distribuição de contentores (*hub*) para os navios de grande dimensão e também para a sua área de influência (*hinterland*).
- E4. **Comprimento de Cais:** esta variável permite determinar a quantidade de navios que um terminal pode receber em simultâneo. É importante pois o correto planeamento na receção dos navios no cais conduz ao aumento da eficiência do terminal. No entanto, nem sempre é possível chegar a uma solução ótima no planeamento da frente de cais, tanto por os navios têm comprimentos diferentes ou porque as datas previstas de chegada (ETA) nem sempre estão de acordo com o planeado nem com o pretendido pelo gestor do terminal.

**E5. Número de Equipamentos no Cais:** esta variável quantifica o número de equipamentos na frente de cais. Dependendo do tipo de terminal, podem ser os seguintes: Pórtico de Contentores (*ship-to-shore crane* ou *portainer*) ou Grua Móvel (*harbour crane*). Esta variável será utilizada somente nas fases em que se avaliarem os terminais de contentores.

A variável de saída a utilizar neste trabalho é a seguinte:

**S1. Contentores Movimentados em TEU:** esta variável indica a quantidade de contentores movimentados pelo terminal ou pelo porto, na unidade de TEU (*Twenty-Foot Equivalent Unit*) e inclui os contentores carregados e descarregados. Do ponto de vista do gestor de terminal, será interessante avaliar separadamente a eficiência à carga e à descarga para determinar possíveis falhas nas operações. No entanto, para este trabalho, não foi feita esta abordagem pois para avaliar a eficiência à carga e à descarga seria necessário criar duas unidades de produção para cada unidade de produção original. A título de exemplo, para um terminal ou porto denominado "A" (que é uma unidade de produção), seria necessário decompor este último em duas unidades de produção: uma unidade que avalie a carga e outra unidade que avalie a descarga. O interesse em avaliar a eficiência entre a carga e descarga é do gestor do terminal e para além das variáveis de entrada apresentadas anteriormente será necessário entrar com outras variáveis operacionais como o número de turnos, o número de trabalhadores afetos ao cais e afetos ao parque, variáveis estas que nem são possíveis de serem obtidas por motivos de sigilo empresarial. Por conseguinte, neste estudo a variável inclui os contentores à carga e descarga.

Nos casos em que as administrações portuárias ou os operadores dos terminais não disponham ou disponibilizem informação ou dados, será utilizado o Google Earth para obter informações como as dimensões e áreas dos seus terminais.

Para este estudo, o período de análise será entre 2004 e 2014 e utiliza a técnica de análise por janela (*window analysis*) em períodos distintos. Esta técnica irá permitir avaliar a eficiência das unidades de produção e apresentar os resultados em diferentes janelas ao longo do tempo. Serão utilizadas 7 janelas de 5 anos por Unidade de Produção sobrepondo-se cada janela na janela subsequente em um ano. Contudo, a especificação da janela não está normalizada pelo que, com base na análise da bibliografia revista, escolheu-se a janela com a especificação anteriormente referida. Se aumentar o número de janelas a solução final de

organização tenderia para uma configuração inoportável para muitos sistemas informáticos como o que será utilizado neste projeto. Pelo contrário, com um número menor de janelas torna-se desnecessário utilizar esta técnica pois os resultados convergiam para a mesma solução sem utilizar esta técnica, isto é, os resultados de eficiência seriam muito similares quer se utilize ou não esta técnica.

## **5.1 Dados da amostra e respetivas fontes**

Os dados para a realização deste estudo foram obtidos principalmente pelas respetivas administrações portuárias de cada porto assim como pelas entidades reguladoras dos portos de cada país (Puertos del Estado (Espanha), I.M.T. - Instituto da Mobilidade e dos Transportes e I.P.T.M. - Instituto Português dos Transportes Marítimos (Portugal)) e pelos operadores portuários dos respetivos terminais.

Essencialmente, os dados obtidos são os necessários para desenvolver a DEA e são eles as unidades de produção, as variáveis de entrada e as variáveis de saída. A informação relativa às unidades de produção (terminais portuários) foi obtida pelos dados fornecidos pelas entidades reguladoras dos portos e também pelas administrações portuárias, disponibilizados nas suas páginas de Internet e também nos seus relatórios anuais. A informação necessária para as variáveis de entrada e saída proveio não só das entidades reguladoras e das administrações portuárias como também dos operadores portuários de terminais de contentores. Estes últimos forneceram informações importantes como o número de equipamentos em cais e em parque e as dimensões do terminal.

## **5.2 Segmentação do Estudo**

Este estudo foi desenvolvido em três fases que caracterizamos seguidamente:

### **5.2.1 Fase 1 - Eficiência dos Terminais de Contentores em Portugal**

Esta fase avalia a eficiência dos terminais de contentores em Portugal Continental e Ilhas. O objetivo consiste em conhecer a evolução da eficiência dos terminais de contentores no tempo em função das suas características técnicas.

A amostra é composta pelos principais terminais de contentores e polivalentes que movimentam contentores, constantes na Tabela 13. As variáveis de entrada selecionadas para esta fase são desde a E2 até à E5 e a variável de saída será a S1.

**Tabela 13 - Amostra de Terminais de Contentores e Polivalentes para Portugal Continental e Ilhas.**

Porto	Designação	Operador	Grupo
Leixões	TCL - Terminal Contentores Norte	T.C.L.	TERTIR - Mota Engil
	TCL - Terminal Contentores Sul	T.C.L.	
Figueira da Foz	Terminal Multipurpose	Liscont	TERTIR - Mota Engil
Lisboa	Terminal de Contentores de Alcântara	Liscont	TERTIR - Mota Engil
	Terminal Contentores de Santa Apolónia	Sotagus	
	Terminal Multipurpose de Lisboa	Operlis	Grupo ETE
Setúbal	Terminal Multipurpose de Setúbal - Zona II	Sadoport	TERTIR - Mota Engil
Sines	Terminal XXI	PSA Sines	PSA International
Açores	Terminal Ponta Delgada	OperPDL	PTL, Açorportos e Portos dos Açores
Açores	Terminal Praia da Vitória	OperTerceira	PTL, Açorportos e Portos dos Açores
Madeira	Terminal Norte - Caniçal	O.P.M.	Grupo Sousa

Como existem grandes diferenças entre os terminais, não só devido às suas dimensões como também na quantidade de carga que movimentam e no tipo de terminal que são (exclusivamente de contentores ou polivalente) torna-se necessário proceder a uma segmentação da amostra pela área do terminal (variável E2). Esta segmentação é necessária pois se forem realizados cálculos com base em todos os terminais em simultâneo, os resultados de eficiência não correspondem com a realidade, visto que a DEA é uma ferramenta de cálculo que não tem sensibilidade para segmentar as unidades de produção. A título de exemplo, é muito provável que um terminal de pequenas dimensões com pouco movimento (exemplo 100.000 TEU) tenha uma eficiência de 90% a 100% quando comparado com um terminal de grandes dimensões com muito movimento (exemplo: 1.000.000 TEU) que tem uma eficiência baixa.

Assim, foram criadas 3 categorias de terminais em função da Área do Terminal e os valores para cada categoria foram determinados com base na amplitude da amostra, dividida em 3 segmentos. A cada segmento foi atribuída uma gama de valores para a variável E2 que foi determinada não só matematicamente como também houve alguma ponderação com base no tipo de terminal (contentores ou polivalente).

**Tabela 14 - Categorias para a Segmentação da Amostra da Fase 1 pela variável E2**

<b>Categoria</b>	<b>Dimensão do Terminal</b>	<b>Nº de Terminais na</b>
<b>Área</b>	<b>Área</b>	<b>Condição Apresentada</b>
1	Inferior a 90.000 m <sup>2</sup>	6
2	De 90.000 m <sup>2</sup> a 190.000 m <sup>2</sup>	3
3	Superior a 190.000 m <sup>2</sup>	2

**Tabela 15 - Dados das Variáveis de Entrada e Atribuição de Categorias a cada terminal**

<b>Porto</b>	<b>Designação</b>	<b>Categoria - Área</b>	<b>Tipo Terminal</b>	<b>E2 [m<sup>2</sup>]</b>	<b>E3 [m]</b>	<b>E4 [m]</b>	<b>E5</b>
Leixões	TCL - Terminal Contentores Norte	1	CTR	60.000	10,0	360	2
	TCL - Terminal Contentores Sul	2	CTR	160.000	12,0	540	4
Figueira da Foz	Terminal Multipurpose	1	TPV	10.600	7,0	240	1
Lisboa	TCA - Terminal Contentores de Alcântara	2	CTR	142.354	13,0	630	4
	TCSA - Terminal Contentores de Santa Apolónia	2	CTR	164.500	10,0	742	5
	TML -Terminal Multipurpose de Lisboa	1	TPV	48.200	6,0	479	2
Setúbal	Terminal Multipurpose de Setúbal - II	3	TPV	200.778	12,0	725	2
Sines	Terminal XXI	3	CTR	364.000	17,5	940	9
Açores	Terminal Ponta Delgada	1	TPV	11.000	10,5	575	1
	Terminal Praia da Vitória	1	TPV	25.000	14,0	547	1
Madeira	Terminal Norte - Caniçal	1	TPV	31.500	8,0	420	6

Legenda:  
 CTR - Terminal de Contentores; TPV- Terminal Polivalente  
 E2 - Área do Terminal; E3 - Profundidade do Cais (em valor absoluto);  
 E4 - Comprimento de Cais Acostável; E5 - Nº de Equipamentos no Cais.

Fonte: administrações portuárias e respetivos operadores.

Face aos dados apresentados na Tabela 15, há a salientar que no terminal TML, ao número de equipamentos no cais foi atribuído duas unidades o que, embora na realidade o terminal nunca teve guias de cais para movimentar contentores, à exceção da recente aquisição (março de 2015) de duas guias de lança com *spreader* automático. No período em análise, este terminal contou com as guias dos navios para proceder à carga e descarga dos contentores. Para poder utilizar este terminal no estudo DEA, esta variável tem de ser diferente de zero e por conseguinte admitiu-se que o terminal operou na maior parte do tempo com dois navios em cais, com uma grua em operações em cada navio.

## 5.2.2 Fase 2 - Eficiência dos Portos com Terminais de Contentores em Portugal

Esta fase avalia a eficiência dos portos com terminais de contentores em Portugal Continental e Ilhas. À semelhança da fase anterior, o objetivo foca-se em conhecer a evolução

da eficiência dos portos com terminais de contentores ou polivalentes, no tempo em função das suas características técnicas.

As variáveis de entrada selecionadas para esta fase são desde a E1 até à E5 e a variável de saída selecionada para esta fase é S1. Como esta fase avalia a eficiência ao nível do porto e não ao nível do terminal, a variável de entrada E1 vai permitir indicar a "dimensão" do porto no que respeita ao número de terminais existentes no porto.

Tal como foi realizado na fase anterior, nesta fase será necessário efetuar uma segmentação em função da Área do Terminal. Nesta fase, os portos que contêm mais do que um terminal de contentores ou polivalente, a área do porto resulta da soma da área de cada um dos terminais. Foram criadas 3 categorias para valores distintos conforme se observa na Tabela 16. Não foram utilizadas as mesmas categorias da fase anterior uma vez que existem portos com mais do que um terminal, o que resulta num aumento do valor máximo de área do terminal na amostra obtida.

**Tabela 16 - Categorias para a Segmentação da Amostra da Fase 2 pela variável E2**

<b>Categoria</b>	<b>Dimensão do Porto</b>	<b>Nº de Portos</b>
<b>Área</b>	<b>Área</b>	<b>na Condição Apresentada</b>
1	Inferior a 117.8000 m <sup>2</sup>	3
2	De 117.800 m <sup>2</sup> a 235.600 m <sup>2</sup>	2
3	Superior a 235.600 m <sup>2</sup>	2

Com base na segmentação proposta, as unidades de produção assim como as variáveis de entrada são as seguintes:

**Tabela 17 - Dados das Variáveis de Entrada e Atribuição de Categorias a cada Porto**

<b>Porto</b>	<b>Categoria - Área</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>
<b>Açores</b>	1	2	36000	14,0	1122	2
<b>Figueira da Foz</b>	1	1	10600	7,0	240	1
<b>Leixões</b>	2	2	220000	12,0	900	6
<b>Lisboa</b>	3	3	355054	13,0	1851	11
<b>Madeira</b>	1	1	31500	8,0	420	6
<b>Setúbal</b>	2	1	200778	12,0	725	2
<b>Sines</b>	3	1	364000	17,5	940	9

Legenda:

E1 - Nº de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de Nº de Equipamentos no Cais.

Fonte: administrações portuárias e respetivos operadores.

### 5.2.3 Fase 3 - Eficiência dos Portos com Terminais de Contentores em Portugal e Espanha

Esta fase pretende avaliar a eficiência dos portos com terminais de contentores em Portugal e Espanha, tanto no Continente como nas respetivas Ilhas. O objetivo desta fase foca-se em conhecer a evolução da eficiência dos portos com terminais de contentores ou polivalentes, no tempo em função das suas características técnicas.

As variáveis de entrada selecionadas para esta fase são desde a E1 até à E5 e a variável de saída selecionada para esta fase é S1.

Para esta fase foi realizada uma segmentação similar à realizada nas fases anteriores mas, face ao elevado número de portos e à grande amplitude da variável E2, foi necessário aumentar o número de categorias, conforme se indica na Tabela 18.

**Tabela 18 - Categorias para a Segmentação da Amostra da Fase 3 pela variável E2.**

<b>Categoria</b>	<b>Dimensão do Porto</b>	<b>Nº de Portos</b>
<b>Área</b>	<b>Área</b>	<b>na Condição Apresentada</b>
1	Inferior a 30.000 m <sup>2</sup>	4
2	De 30.000 m <sup>2</sup> a 50.000 m <sup>2</sup>	7
3	De 50.000 m <sup>2</sup> a 100.000 m <sup>2</sup>	4
4	De 100.000 m <sup>2</sup> a 200.000 m <sup>2</sup>	8
5	De 200.000 m <sup>2</sup> a 300.000 m <sup>2</sup>	5
6	De 300.000 m <sup>2</sup> a 400.000 m <sup>2</sup>	7
7	Superior a 400.000 m <sup>2</sup>	5

Com base na segmentação proposta, as unidades de produção assim como as variáveis de entrada estão apresentadas na Tabela 19. Alguns portos de Espanha foram excluídos da amostra uma vez que a quantidade de contentores que movimentam é muito baixa ou nula.

**Tabela 19 - Dados das Variáveis de Entrada e Atribuição de Categorias a cada Porto**

<b>Porto</b>	<b>Categoria</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>
<b>Ceuta</b>	1	1	4386	9,5	250	1
<b>Figueira da Foz</b>	1	1	10600	7	240	1
<b>Gandia (Valencia)</b>	1	1	25000	9	600	1
<b>Ibiza (Balears)</b>	1	1	6000	7	335	1
<b>A Coruña</b>	2	1	30433	10	316	2
<b>Açores</b>	2	2	36000	14	1122	2
<b>Madeira</b>	2	1	31500	8	420	6
<b>Rosario (Las Palmas)</b>	2	1	33676	12	760	2
<b>Sevilla</b>	2	1	48000	7,5	728	3
<b>Stº Cruz de La Palma (Tenerife)</b>	2	1	40000	10	412	1
<b>Villagarcía</b>	2	1	30000	13	271	2

Porto	Categoria	E1	E2	E3	E4	E5
Avilés	3	1	99555	12	410	2
Mao (Balears)	3	1	58950	6,5	544	1
Marín y Ría de Pontevedra	3	1	70000	14	490	2
Melilla	3	1	63000	12,5	180	2
Alicante	4	2	150000	14	514	3
Almería	4	1	120000	12	300	2
Bahía de Cádiz	4	1	100000	11,5	600	3
Cartagena	4	1	109500	11,25	385	2
Motril	4	1	180000	13,5	607	2
Palma (Balears)	4	1	140000	11	2031	1
Stº Cruz de Tenerife (Tenerife)	4	3	195338	16	1391	11
Vigo	4	1	164700	17	762	4
Arrecife (Las Palmas)	5	1	221830	14	600	3
Castellón	5	2	201300	14	1220	4
Leixões	5	2	220000	12	900	6
Sagundo (Valencia)	5	1	235000	10	1230	2
Setúbal	5	1	200778	12	725	2
Bilbao	6	1	395000	21	1332	8
Ferrol - San Cibrao	6	2	300000	20	1020	2
Lisboa	6	3	355054	13	1851	11
Málaga	6	1	367000	16	720	5
Santander	6	1	300000	13	1671	4
Sines	6	1	364000	17,5	940	9
Tarragona	6	1	300000	14	800	6
Bahía de Algeciras	7	2	970000	18	3528	27
Barcelona	7	4	714442	16,5	3983	31
Gijón	7	1	400000	11,8	350	2
Las Palmas (Las Palmas)	7	3	769000	16	3316	14
Valencia	7	3	1935900	16	4552	36

Legenda:

E1 - Nº de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de Nº de Equipamentos no Cais.

Fonte: administrações portuárias e respetivos operadores.

### 5.3 Ferramenta de Análise e Suporte de Cálculo Informático

Para este estudo será utilizada a Análise Envoltória de Dados como método de cálculo da eficiência técnica. Dentro desta técnica, existem dois modelos conforme descrito em 3.2.2 acima: o modelo BCC e o modelo CCR. Estes diferenciam-se pela forma como os rendimentos de escala se desenvolvem quando se fazem variar as entradas, face aos resultados obtidos nas saídas. Com base na revisão bibliográfica efetuada, verifica-se que o modelo BCC,

com rendimentos de escala variáveis, apresenta maior tendência em atribuir 100% eficiência a unidades que tenham pouca quantidade de entradas para muita quantidade de saídas. O modelo CCR, permite devolver resultados de eficiência técnica e de escala e, ao contrário do modelo BCC, as entradas e saídas são totalmente ponderadas. Por conseguinte, o modelo escolhido para esta análise foi o modelo CCR.

A orientação do modelo escolhida foi a orientação para as saídas por fixar os valores das variáveis de saída. Uma orientação para as entradas significa que as variáveis de entrada são fixas, não havendo a possibilidade de poderem ser ajustadas (se necessário) para diferentes cenários de variáveis de saída.

O período de análise dos dados será de 10 anos, desde 2004 a 2014 e para avaliar a eficiência no tempo será utilizada a técnica de análise por janela da DEA descrita em 3.2.2 acima, onde cada unidade de produção terá 7 janelas de 5 anos cada.

Para realizar os cálculos recorreu-se ao programa informático *Frontier Analyst* da *Banxia Software Ltd*, que apresenta excelentes características técnicas como por exemplo: cálculo de índices de Malmquist, método aditivo, controlo de pesos das variáveis de entrada/saída, entre outras, e permite devolver ao utilizador dados em formato de texto e gráfico para utilização noutros programas informáticos e efetuar comparações de estudos com características de modelo distintas.

## 6 Apresentação e Discussão dos Resultados Obtidos

Este capítulo apresenta os resultados de eficiência obtidos em cada uma das fases e em simultâneo apresenta possíveis argumentos, obtidos a partir de fontes credíveis, para justificar os resultados obtidos. Também são analisados outros parâmetros como a correlação e para a fase 3, a folga entre variáveis para determinar padrões de comportamento nas unidades de produção e nas variáveis.

### 6.1 Fase 1 - Eficiência dos Terminais de Contentores e Polivalentes em Portugal

Os resultados da eficiência dos Terminais em Portugal estão apresentados na Tabela 39 em anexo e dispostos de acordo com o período de tempo para cada janela. Para facilitar a interpretação dos dados, foi elaborada uma nova tabela com os valores médios e respetivos desvios padrão da eficiência anual para cada terminal. Com base nestes dados obtidos, foram elaborados três gráficos, cada um relativo a uma das categorias descritas na Tabela 14.

Pelos resultados apresentados na Figura 29 referentes à categoria 1, podemos identificar dois grupos de terminais com níveis de eficiência distintos:

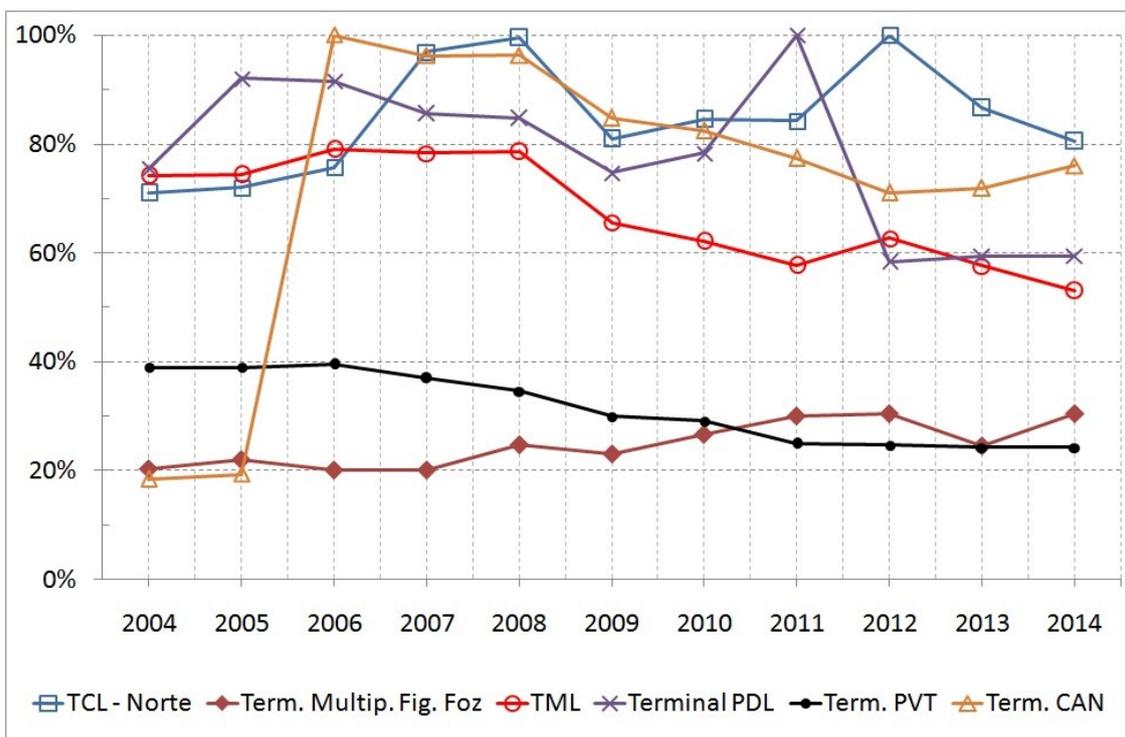
- Um grupo composto pelo Terminal do Caniçal, o terminal TCL - Norte, o TML - Terminal *Multipurpose* de Lisboa e o Terminal de Ponta Delgada, com valores de eficiência acima de 55%. No entanto, todos apresentam uma tendência final negativa, visto que os volumes de carga também caíram a partir de 2009. O início da crise económica e financeira conduziram a que a economia portuguesa, não só nos portos como também no comércio e indústria, fosse reestruturada e as empresas tiveram que adaptar-se a um novo ciclo económico em que o acesso à banca para financiamentos passou a ser altamente exigente e restrito.
- Os terminais de Praia da Vitória e Multipurpose da Figueira da Foz apresentam níveis de eficiência abaixo dos 55%. A razão para estes últimos apresentarem baixos níveis de eficiência está relacionada com a quantidade de carga que movimentam. O terminal Multipurpose da Figueira da Foz é um terminal que recebe carga contentorizada e em muito pequena quantidade, movimentando uma média anual de aproximadamente 14500 TEU e o Terminal da Praia da

Vitória também apresenta pouco volume de tráfego de contentores, embora superior à movimentada pelo terminal anterior, movimentando uma média anual de 33500 TEU. Estes terminais, com infraestruturas semelhantes e nalguns casos inferiores a outros terminais com maior eficiência, movimentaram pouca carga o que leva a uma eficiência técnica consequentemente baixa. Um aspeto importante a realçar neste estudo é que mede a eficiência de terminais polivalentes relativamente à carga contentorizada. Apesar de ineficientes na carga contentorizada, estes terminais complementam a sua oferta com a movimentação de outros tipos de carga como o granel sólido (exemplo: palmiste, ração para animais, pedra, entre outros granéis) ou carga fracionada (cimento paletizado, estruturas metálicas que excedem as dimensões de um TEU ou FEU, veículos ligeiros e pesados, entre outras) de modo a aumentar a sua eficiência técnica global.

Pela observação da Figura 29, em particular a partir do ano de 2006, verifica-se que o Terminal do Caniçal dá um salto na eficiência para 100%, quando nos restantes anos, a eficiência é muito inferior. Este salto resulta da forte variação na movimentação de contentores passando de cerca de 20.000 TEU em 2004 para cerca de 113.000 TEU em 2005. Este salto verifica-se principalmente porque o Terminal do Caniçal iniciou as suas operações em 2005, tendo sido transferido do porto do Funchal para esta nova localização.

**Tabela 20 - Dados de entrada e saída referentes ao Terminal do Caniçal, nos anos de 2005, 2006 e 2007, utilizados para a Fase 1**

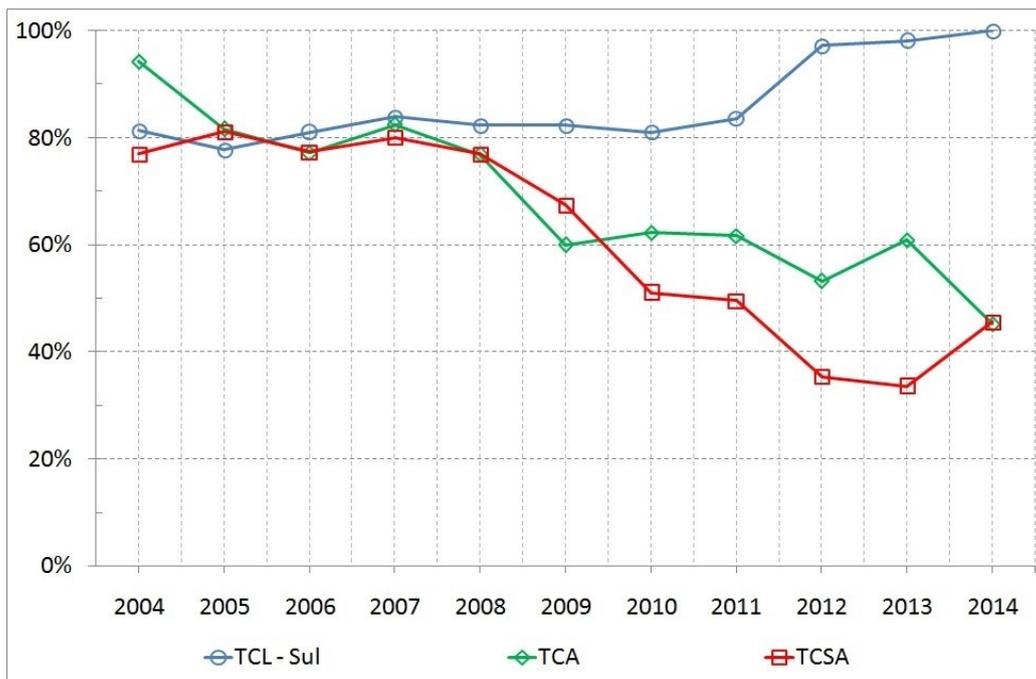
<b>CÓDIGO DMU</b>	<b>Categoria Área</b>	<b>ANO</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>S1</b>
MAD_CAN_05	1	2005	31500	8	420	6	22 055,00
MAD_CAN_06	1	2006	31500	8	420	6	113 918,00
MAD_CAN_07	1	2007	31500	8	420	6	110 799,00



**Figura 29 - Evolução da Eficiência Média em terminais de categoria 1 na fase 1.**

Pelos resultados apresentados na Figura 30, para terminais de categoria 2, verificamos que o terminal mais eficiente é o TCL - Sul onde nos últimos 4 anos a sua eficiência aumentou para valores próximos dos 100%. Em contraste, a eficiência nos terminais do porto de Lisboa como o Terminal de Contentores de Alcântara e o Terminal de Contentores de Santa Apolónia perderam eficiência técnica face ao Terminal TCL - Sul. Este fato reflete aspetos importantes:

- A crise económica que se iniciou em 2009 e que de uma forma geral afetou os terminais supracitados
- A greve de estiva que ocorreu nos Portos de Lisboa, Figueira da Foz e Setúbal, que se prolongou durante muito tempo e em períodos sucessivos, levou a que muita da carga destes portos fosse conduzida para os portos de Leixões e Sines, afetando as exportações destes portos. Por conseguinte, mantendo-se as variáveis de entrada, a variável de saída - a quantidade de contentores movimentados - reduz o que conduz à consequente redução da eficiência técnica destes terminais.
- Ainda que a greve da estiva tenha sido levantada no 2º Trimestre de 2014, os efeitos da greve - a perda de linhas regulares de exportação importantes para o Porto de Lisboa - levam algum tempo até ficarem atenuados.

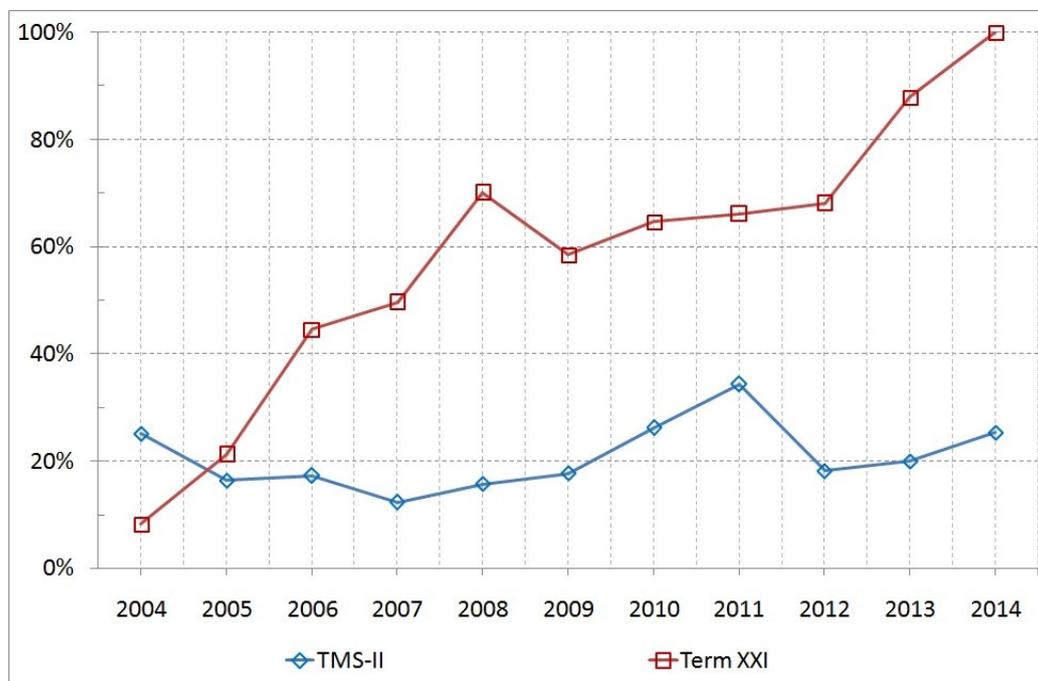


**Figura 30 - Evolução da Eficiência Média em terminais de categoria 2 na fase 1.**

Para a Categoria 3, os resultados de eficiência estão apresentados na Figura 31. Como se pode constatar, tanto a evolução como o nível de eficiência são muito diferentes entre os terminais abordados. Numa primeira instância parece injusto comparar um terminal de contentores com um terminal polivalente mas este estudo não aborda a questão a partir desse ponto de vista. Assim, pretende-se classificar os terminais pela sua área, logo são terminais com dimensões próximas uns dos outros. Explicando os resultados obtidos, o terminal TMS-II é um terminal polivalente e estando na proximidade de Lisboa, o volume de carga contentorizada neste terminal é muito baixo e por outro lado, o porto de Setúbal tem movimentado essencialmente carga fracionada pelo que o volume de carga contentorizada neste porto é relativamente baixo. Quando associado este facto à grande área de terminal e grande comprimento de cais, a eficiência técnica é baixa face ao excesso de recursos.

O terminal XXI apresenta uma eficiência crescente que resulta de uma fase de expansão onde, o aumento da dimensão do terminal e o aumento do número de equipamentos de cais levou ao aumento anual do volume de carga contentorizada. Para além destes fatores, há que considerar que se trata de um terminal *hub* que movimenta muitos contentores em regime de transbordo (*transshipment*), os quais chegam de um navio ao terminal para ficarem por um período de tempo e serem reembarcados em outro navio para outro destino que não a sua origem inicial. Esta característica permite ao terminal XXI assistir navios de linhas regulares internacionais que servem as rotas marítimas principais como por exemplo, a rota

do *Far-East* - Norte Europa ou a rota da América do Norte/Médio Oriente/ Sul da Ásia e obter assim grandes volumes de carga contentorizada.

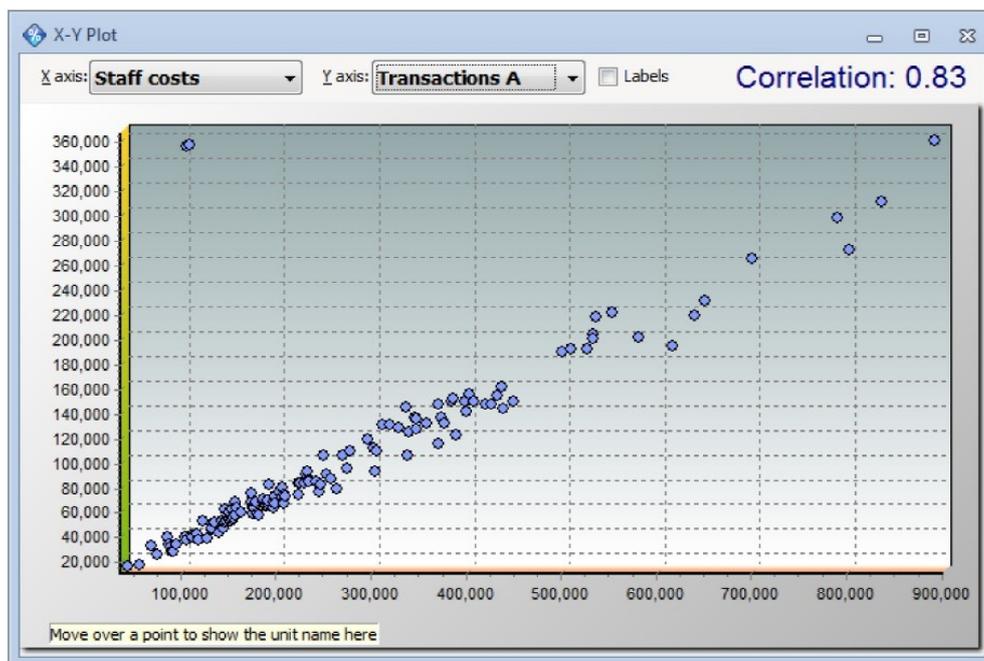


**Figura 31 - Evolução da Eficiência Média em terminais de categoria 3 na fase 1.**

### 6.1.1 Níveis de Correlação entre Variáveis

Em estudos que envolvam a DEA, é necessário quantificar o relacionamento das variáveis entre si. Para isso são calculados os coeficientes de correlação, que indicam o nível de relação entre as variáveis. Este coeficiente varia entre -1 e 1, onde -1 indica que as variáveis têm uma relação totalmente oposta, zero indica que não há qualquer relação entre as variáveis e 1 indica que existe uma relação perfeita entre as variáveis. O termo "relação entre variáveis" refere-se à forma como variam os dados dessas variáveis. Se uma variável aumentar numa determinada proporção e a outra variável em comparação variar na mesma proporção, então estamos perante uma forte relação entre essas variáveis, logo o coeficiente é 1. O contrário também é válido pois uma variável pode aumentar o seu valor quando a variável em comparação diminui o seu valor, sendo o coeficiente de correlação de -1. Esta relação pode ser verificada visualmente por intermédio de um gráfico de pontos bidimensional onde se coloca uma variável num eixo e a outra variável no eixo oposto e, avalia-se se existe tendência para os pontos se concentrarem em uma bissetriz do gráfico.

Quanto mais próximos da bissetriz positiva (com declive positivo) estiverem os pontos, mais tende o coeficiente de correlação das duas variáveis para o valor 1; quanto mais próximos da bissetriz negativa (com declive negativo) estiverem os pontos, mais tende o coeficiente de correlação das duas variáveis para -1; quanto mais dispersos estiverem os pontos maior será a tendência para não haver correlação entre as variáveis, tendendo o coeficiente para zero.



**Figura 32 - Exemplo de correlação entre duas variáveis**  
 Fonte: *Frontier Analyst Manual*

Para não tornar este tema muito exaustivo em figuras, os coeficientes de correlação desta fase foram agrupados na Tabela 21. Como está a ser aplicada a análise por janela, a correlação entre a variável S1 e as restantes variáveis serão analisadas em cada uma das janelas e será calculada a sua média.

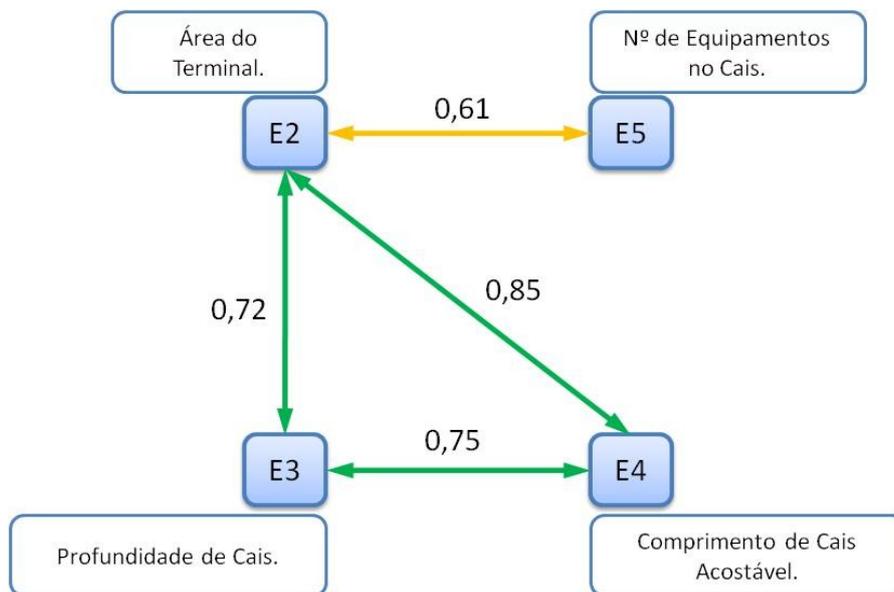
**Tabela 21 - Coeficientes de Correlação entre variáveis na Fase 1**

					J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	MÉDIA
	E2	E3	E4	E5	S1							
E2	1	0,72	0,85	0,61	0,32	0,42	0,54	0,63	0,69	0,73	0,76	0,58
E3		1	0,75	0,30	0,22	0,30	0,40	0,49	0,55	0,59	0,62	0,45
E4			1	0,49	0,25	0,32	0,41	0,48	0,53	0,56	0,58	0,45
E5				1	0,49	0,58	0,65	0,66	0,65	0,61	0,59	0,60
S1					1	1	1	1	1	1	1	1,00

Legenda:

- E2 - Área do Terminal; E3 - Profundidade do Cais (em valor absoluto);
- E4 - Comprimento de Cais Acostável; E5 - N° de Equipamentos no Cais.
- S1 - Contentores Movimentados em TEU
- J1 a J7 - Janelas utilizadas no cálculo da Eficiência

Com base nos resultados apresentados, os maiores valores de correlação entre variáveis de entrada estão apresentados na Figura 33.

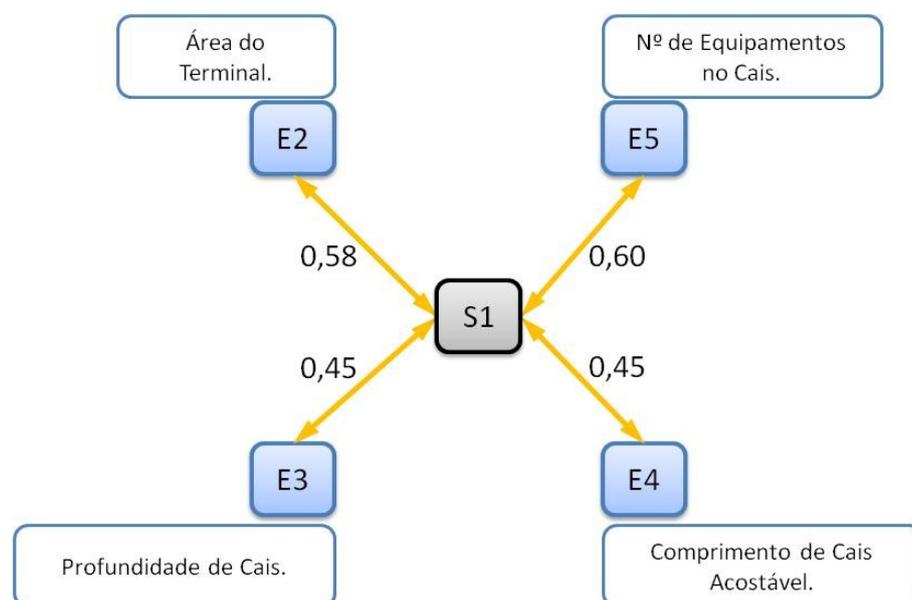


**Figura 33 - Coeficientes de Correlação mais significativos na fase 1.**

Estas relações indicam que as variáveis apresentadas aumentam numa proporção relativamente próxima entre si, demonstrando que a dimensão do terminal não se define apenas por uma variável mas sim pela correta configuração de 3 variáveis em simultâneo: Área do Terminal, Profundidade de Cais, e Comprimento de Cais. Apesar dos coeficientes obtidos estarem em conformidade, é necessário ter em atenção que estes cingem-se apenas à amostra desta fase. Pretende-se salientar que o coeficiente de correlação entre E5 (Número de Gruas no Cais) e as restantes variáveis de entrada, é relativamente baixo. Na prática, o aumento da dimensão de um terminal (em área ou em comprimento) leva à necessidade de colocar gruas de cais adicionais para justificar o referido aumento, caso contrário não será possível aumentar a movimentação de contentores no porto, conduzindo a uma redução da eficiência devida ao aumento das variáveis de entrada.

Foi calculada a correlação entre as variáveis de entrada e a variável de saída S1 e os resultados apresentam-se na Figura 34. Apesar de as correlações serem "medianas", as variáveis de entrada que mais influenciam a variável de saída são E2 e E5 o que revela que para esta amostra a área do terminal e o número de equipamentos no cais têm um forte contributo para a quantidade de contentores que um terminal movimenta, sem detrimento das restantes variáveis. Observa-se na Tabela 21 que aumentando o número de contentores movimentados de janela para janela, as variáveis de entrada vão-se tornando cada vez mais

correlacionadas com a variável de saída. Isto indica que são necessários grandes volumes de contentores movimentados, para que as variáveis de entrada aumentem em proporções iguais.



**Figura 34 - Coeficientes de correlação entre as Variáveis de Entrada e Saída.**

## 6.2 Fase 2 - Eficiência dos Portos com Terminais de Contentores e Polivalentes em Portugal

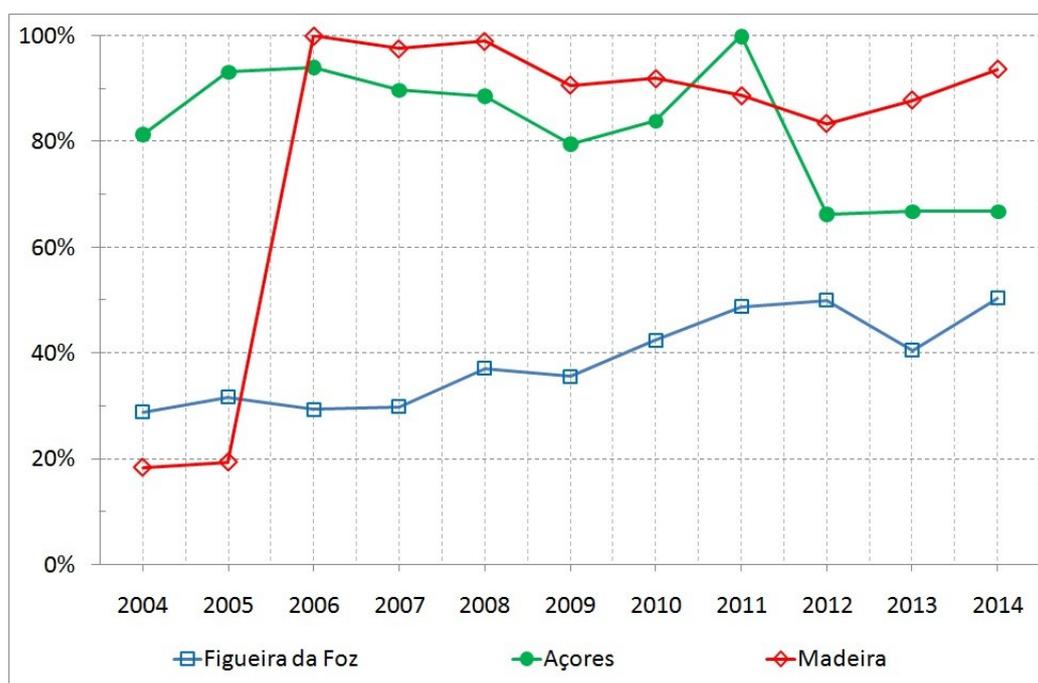
Os resultados da eficiência dos portos com terminais de contentores e polivalentes em Portugal estão apresentados na Tabela 41 e dispostos de acordo com o período de tempo para cada janela. À semelhança do que foi realizado na fase anterior, foi elaborada a Tabela 42 com os valores médios e respetivos desvios padrão da eficiência anual para cada porto, tendo sido elaborados três gráficos, cada um relativo a um dos segmentos descritos na Tabela 16.

De uma forma geral observa-se que, com a mudança da abordagem de terminais para portos, a alteração dos dados das variáveis como por exemplo, a soma da área dos terminais vem alterar os níveis de eficiência de alguns portos.

Pela análise da Figura 35, a eficiência nos portos da Figueira da Foz e na Madeira manteve comportamento similar ao registado na fase 1 mas a eficiência nos Portos dos Açores aumentou consideravelmente onde, anteriormente o Porto de Ponta Delgada tinha maior eficiência do que o Porto da Praia da Vitória. Apesar do aumento na eficiência salienta-se que o seu cálculo em um porto com vários terminais não resulta da soma direta das eficiências parcelares, já que a DEA vai calcular a eficiência para um determinado conjunto de dados de entrada e saída, sem haver discriminação. Isto é, mesmo que se some as entradas e saídas de

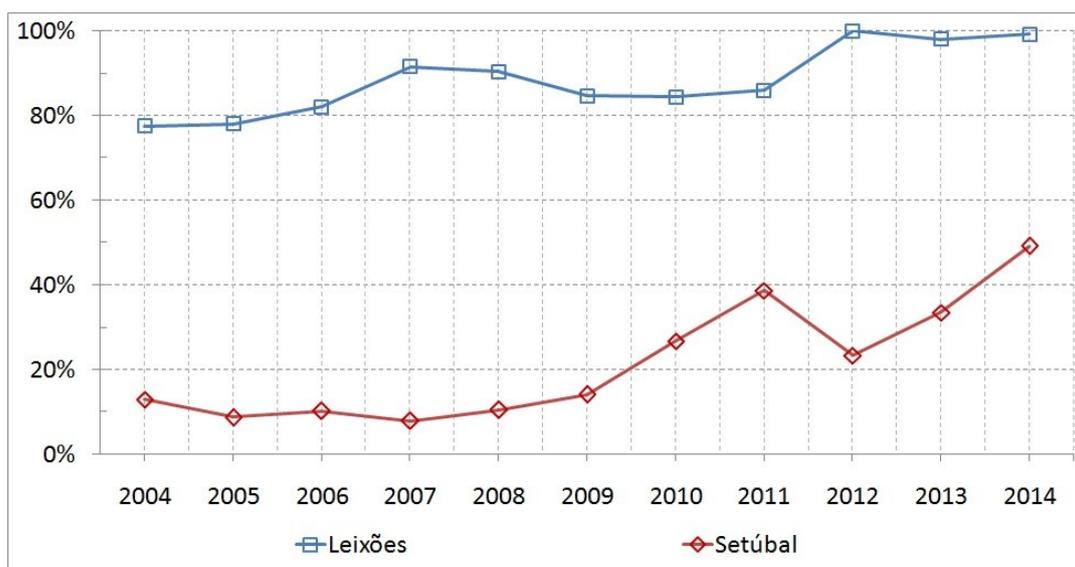
várias unidades de produção, a eficiência não resulta exclusivamente da soma das eficiências de cada uma delas. Nos Açores observa-se uma tendência constante da eficiência. Tal razão está associada com o movimento de contentores. Desconhecendo os valores de carga contentorizada movimentada em 2014, por suposição, determinou-se que os valores no ano de 2014 pelo menos seriam iguais aos valores registados no ano de 2013.

Apesar do Porto da Figueira da Foz ter mantido números semelhantes aos determinados na Fase 1, verifica-se que em 2013 e 2014 há uma tendência crescente superior à revelada na fase 1. Tal justifica-se pelo facto de ter havido alterações nas categorias da fase 1 para a fase 2, pois a categoria 1 contém somente 3 unidades de Produção e a categoria 1 da fase 1 contém 6 unidades de produção. Como o cálculo da eficiência é sempre ponderado com a amostra em estudo, verifica-se que as eficiências das unidades de produção são sensíveis entre si, em função das suas características.



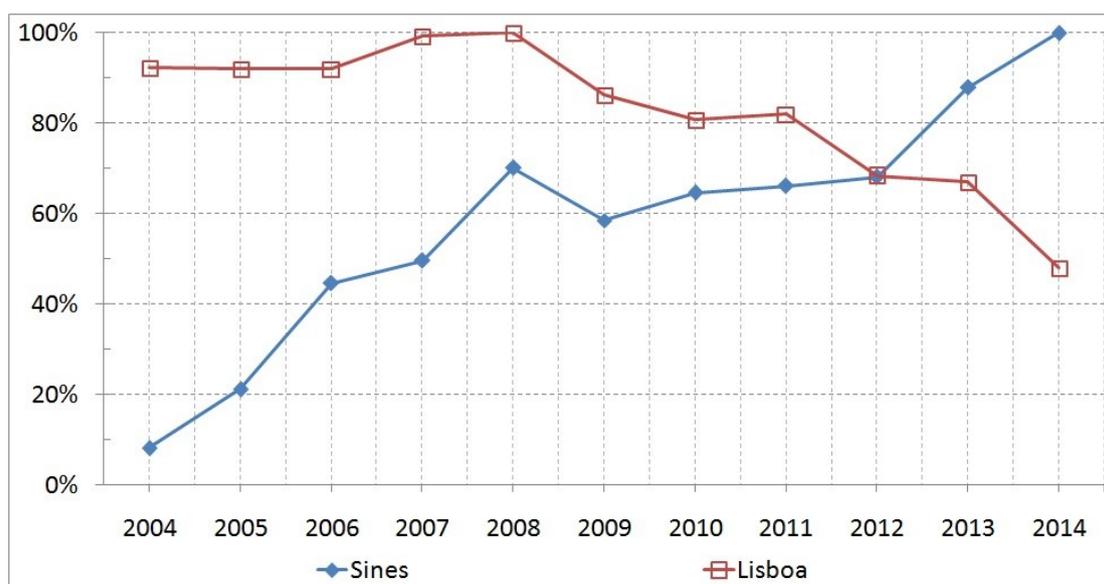
**Figura 35 - Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 1 na Fase 2**

Para a categoria 2, pela observação da Figura 36 verifica-se que o Porto de Leixões (terminais Norte e Sul) assim como o Porto de Setúbal apresentam os mesmos níveis de eficiência verificados na fase 1. O Porto de Setúbal apesar de preparado para movimentar qualquer carga, apresenta maior tendência a movimentar carga fracionada do que carga contentorizada, o que leva a que o volume de contentores movimentados neste porto seja baixo, quando comparado com o Porto de Leixões, com terminais dedicados à movimentação de contentores.



**Figura 36 -Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 2 na Fase 2**

Para a categoria 3, pela observação da Figura 37, a evolução da eficiência do Porto de Lisboa assim como do Porto de Sines seguem a mesma tendência verificada na fase 1. O Porto de Lisboa reflete a redução anual do volume de contentores movimentados, motivada pela greve da estiva e pela crise económica. No porto de Sines, a tendência é positiva pelos motivos anteriormente apresentados: o Terminal XXI é um terminal *hub* que recebe carga contentorizada e serve de ponto para transbordo de contentores com outros destinos.



**Figura 37 - Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 3 na Fase 2.**

## 6.2.1 Níveis de Correlação entre Variáveis

À semelhança do que foi realizado na fase 1, na fase 2 foram também medidos os coeficientes de correlação entre as variáveis e estes apresentam-se na Tabela 22. A necessidade de se medir novamente os coeficientes de correlação está relacionada com o facto da amostra em estudo ser diferente da fase 1. Nesta fase reunimos os terminais daqueles portos que continham mais do que um terminal, o que conduz a variáveis de entrada com valores diferentes.

**Tabela 22 - Coeficientes de Correlação entre variáveis na Fase 2**

					J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	MÉDIA	
	E1	E2	E3	E4	E5	S1							
E1	1	0,38	0,25	0,88	0,49	0,87	0,85	0,79	0,75	0,65	0,5	0,33	0,68
E2		1	0,72	0,67	0,79	0,56	0,61	0,67	0,71	0,75	0,76	0,76	0,69
E3			1	0,61	0,47	0,24	0,31	0,37	0,45	0,51	0,58	0,64	0,44
E4				1	0,66	0,77	0,77	0,75	0,74	0,68	0,59	0,49	0,68
E5					1	0,71	0,74	0,78	0,8	0,79	0,76	0,72	0,76
S1						1	1	1	1	1	1	1	1,00

Legenda:

E1 - Número de Terminais em um Porto; E2 - Soma da Área dos Terminais de um porto;

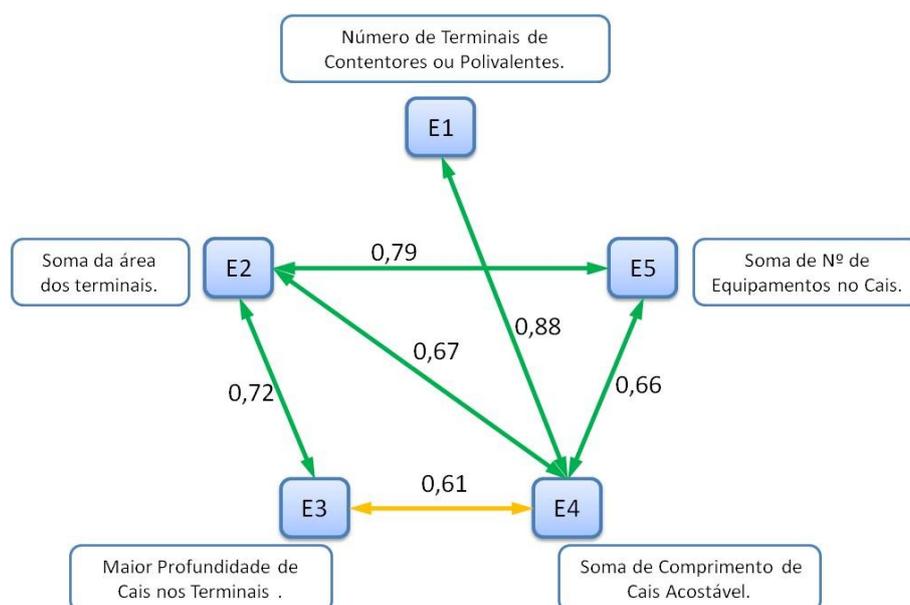
E3 - Maior Profundidade do Cais (em valor absoluto) de um porto;

E4 - Soma do Comprimento de Cais Acostável dos terminais de um porto;

E5 - Nº de Equipamentos no Cais dos terminais de um porto; S1 - Soma de Contentores Movimentados em TEU

J1 a J7 - Janelas utilizadas no cálculo da Eficiência

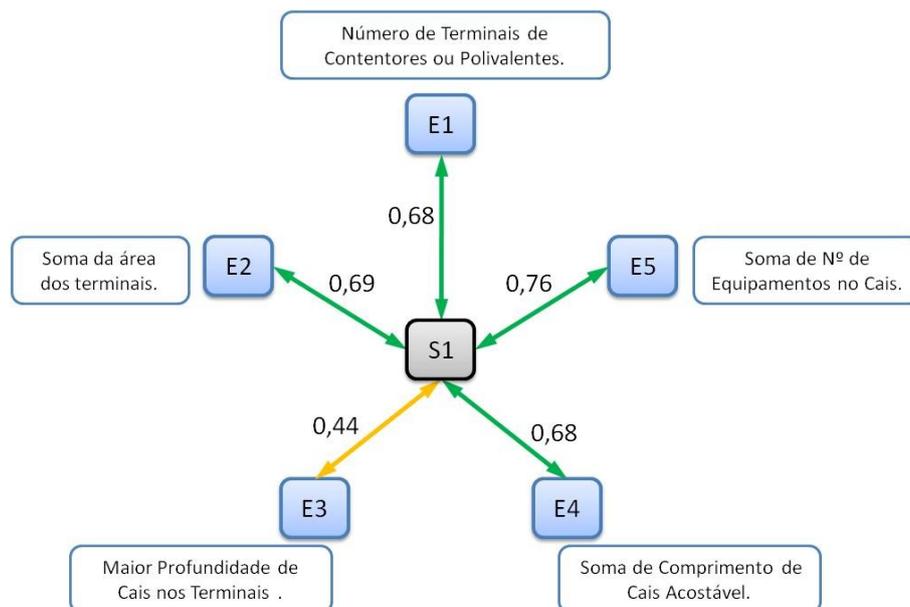
Pela análise da tabela supracitada, as correlações mais fortes ( $\geq 0,65$ ) nas variáveis de entrada são as apresentadas na Figura 38.



**Figura 38 - Coeficientes de Correlação mais significativos na fase 2.**

A correlação entre E1 e E4 é lógica pois para um maior número de terminais resulta um porto com maior comprimento de cais. As correlações entre E2 e E3 e entre E2 e E4 mantêm-se relativamente fortes, ainda que com valor inferior ao verificado na fase 1. A correlação entre E2 e E5 apresenta-se mais forte que a verificada na fase 1 e vem evidenciar que o número de equipamentos está relacionado com a área do terminal. Uma vez mais, estes valores de correlação caracterizam a amostra em estudo pelo que não representam todos os casos para além deste estudo. No entanto, permitem verificar que a construção e planeamento de terminais envolve o estudo das variáveis de entrada na melhor configuração, para se obter um terminal eficiente.

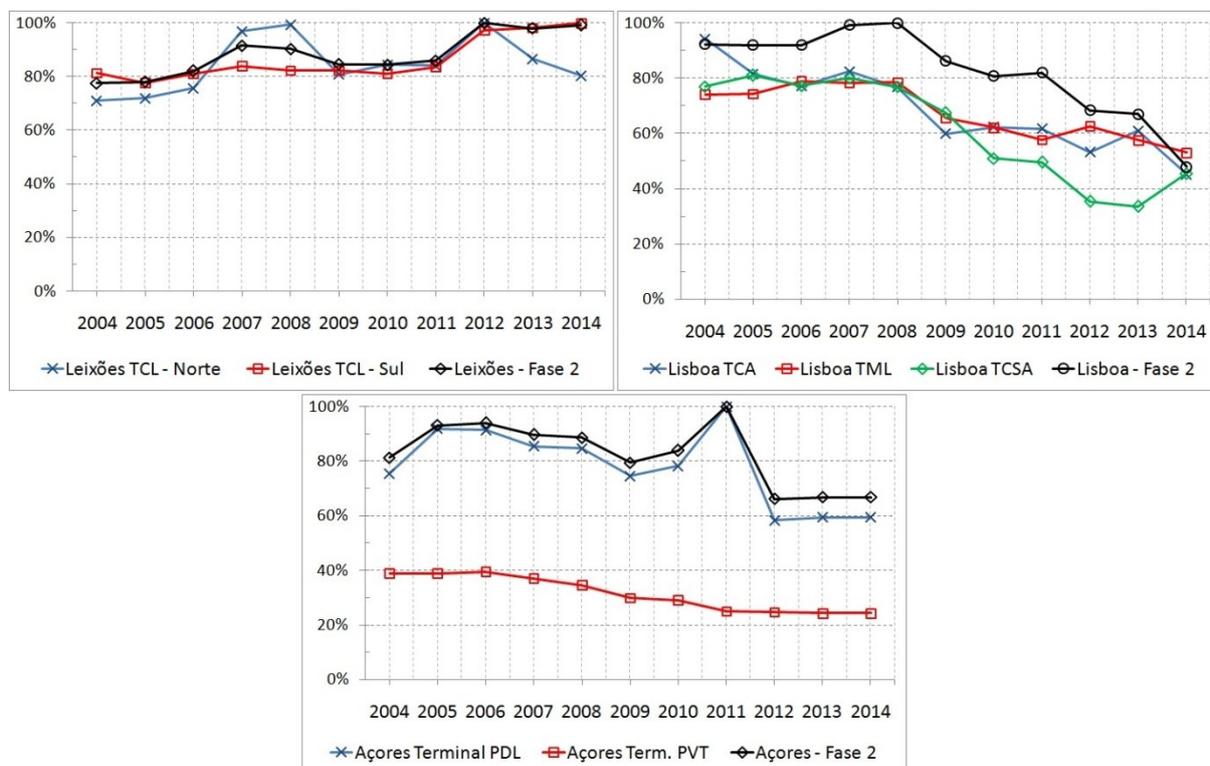
A correlação entre as variáveis de entrada e a variável de saída S1 apresenta-se na Figura 39. Todas as variáveis de entrada, exceto a variável E3, apresentam uma correlação relativamente forte com a variável de saída. Apesar de a variável de entrada E1 apresentar uma correlação minimamente forte, devido aos efeitos de escala que promove na amostra, as restantes correlações indicam a relação positiva entre as variáveis de entrada e a variável de saída. Assim, à medida que as variáveis de entrada aumentam, aumenta também a variável de saída, dentro das resultantes proporções. Na variável E3 - maior profundidade de cais - a relação positiva não é tão forte como nas restantes variáveis. A profundidade de cais não é significativa pois apesar de ser uma característica do terminal que indica a capacidade para receber navios de grande porte, não significa que estes carreguem ou descarreguem um grande volume de contentores.



**Figura 39 - Coeficientes de Correlação entre as variáveis de entrada e de saída na fase 2.**

## 6.2.2 Comparação entre os Resultados da Fase 1 e da Fase 2

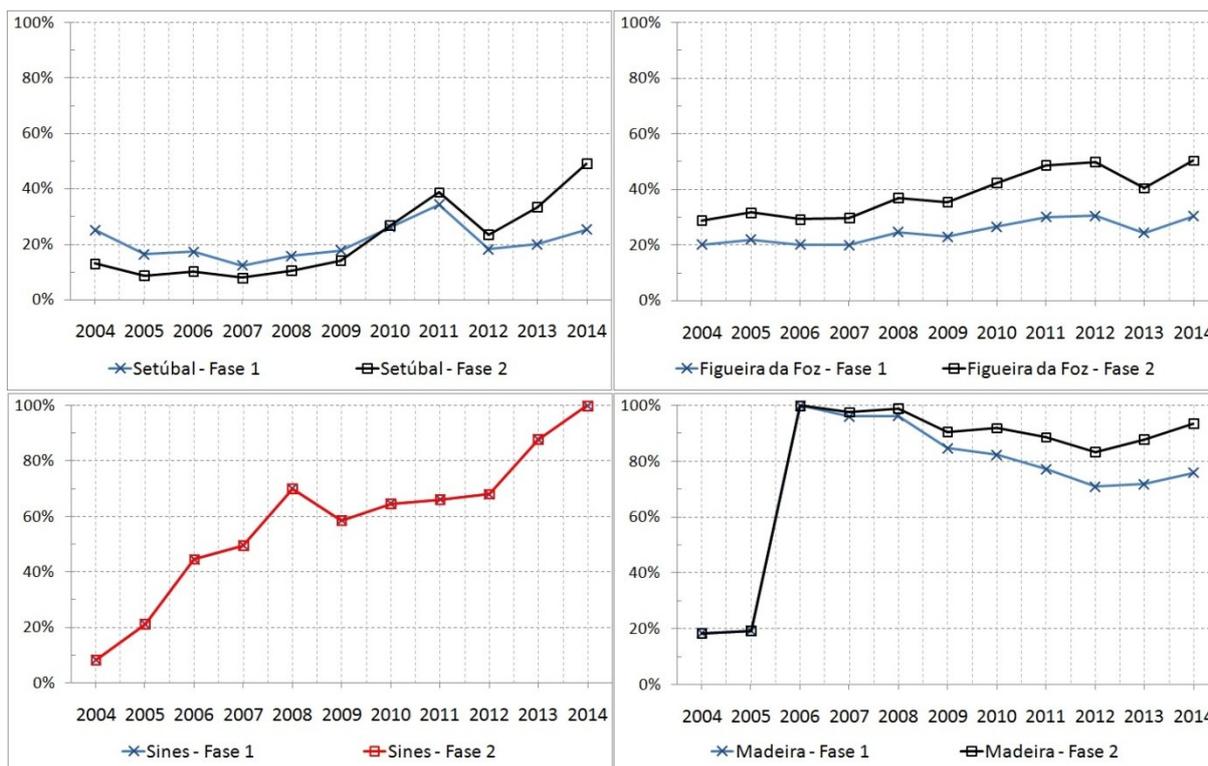
Na Figura 40 apresentam-se 3 gráficos relativos à mudança de abordagem de terminais da fase 1 para portos na fase 2.



**Figura 40 - Comparação entre Fase 1 e Fase 2 para os Portos que resultam da agregação de Terminais.**

Nos casos em que há agregação de terminais em portos, a eficiência aumenta ligeiramente mas segue a mesma tendência, positiva ou negativa dependendo do caso. No entanto não deve ser tomado como garantido que a soma das variáveis de entrada e de saída conduzam à soma parcelar das eficiências calculadas tanto que, para este projeto com a agregação de terminais em portos, alguns portos mudaram de categoria, o que influencia os resultados de eficiência obtidos na fase 2.

Nos casos em que não há agregação de terminais, a eficiência na fase 2 continua a ser diferente daquela calculada na fase 1, ainda que a forma do gráfico seja muito semelhante. Também aqui a mudança de categoria de alguns portos da amostra influencia os resultados obtidos. A exceção é o porto de Sines, pois a variável de saída deste porto apresenta valores muito superiores em relação aos restantes portos portugueses, o que permite manter os valores de eficiência entre as duas fases.



**Figura 41 - Comparação entre fase 1 e fase 2 para portos não agregados de terminais.**

Em suma, a realização de estudos de eficiência com a agregação de dados de terminais em portos não é aconselhável pois não permite diferenciar os resultados entre terminais, não transparecendo os problemas ou as boas práticas operativas do terminal.

### 6.3 Fase 3 - Eficiência dos Portos com Terminais de Contentores e Polivalentes em Portugal e Espanha

Os resultados da eficiência dos Portos com Terminais de Contentores e Polivalentes em Portugal e em Espanha estão apresentados desde a Tabela 43 à Tabela 49 (em anexo) e dispostos de acordo com o período de tempo para cada janela.

Foi elaborada a Tabela 50 com os valores médios da eficiência anual para cada porto, tendo sido elaborados sete gráficos, cada um relativo a uma das categorias descritas na Tabela 18.

Os resultados relativos aos portos da Categoria 1 estão apresentados na Figura 42 e pela análise verifica-se que apesar de serem portos com terminais pequenos, estão dentro da sua escala. O porto da Figueira da Foz apresenta uma tendência positiva na sua eficiência tendo aumentado para 100% em 2014.

O porto de Ceuta apresenta variações na evolução da eficiência média, originada pela variação anual da carga contentorizada que passou pelo porto.

O porto de Ibiza apresentou uma tendência positiva para a eficiência até 2008 mas a partir de 2009 essa tendência inverteu tendo caído face ao número de contentores movimentados neste porto. Poderão existir duas razões para tal queda: os efeitos da crise económica, que levou à redução da carga contentorizada e o facto de este porto (entre outros portos das Ilhas Baleares) movimentar carga rolante e passageiros. Nas ilhas Baleares, o turismo é uma das fortes componentes da economia local, pelo que os portos desta região concentraram-se essencialmente no tráfego de carga rolante (veículos ligeiros e pesados) e passageiros. Por conseguinte, uma parte da carga que entra nas ilhas vem por camião e outra parte vem por contentor, sendo descarregada pelos próprios meios do navio (gruas de bordo). Apesar de este porto não ter gruas, foi necessário atribuir o valor de 1 à variável de entrada E5 para que o cálculo da eficiência fosse realizado. Apesar da descida verifica-se um aumento no nível de eficiência que resulta do aumento de carga contentorizada movimentada neste porto que está associada à reativação do sector da construção civil - por meio de obras de reconstrução de hotéis e moradias - e à reativação de algumas obras públicas. (Diario de Ibiza, 2015).

O porto de Gandia, sob supervisão da Administração Portuária de Valência, apresenta níveis de eficiência baixos ainda que com uma ligeira recuperação a partir de 2011. Este porto sempre foi especializado em carga fracionada como por exemplo, rolos de papel, polpa de papel em fardo, madeira e produtos agrícolas, não tendo surgido a necessidade da carga e descarga de contentores. No entanto, nestes últimos anos, verifica-se um aumento ligeiro da eficiência, relacionado com a movimentação de alguns contentores. Apesar de ser um porto que movimenta carga fracionada, com o aumento do grau de contentorização mundial, é possível que os contentores movidos contivessem carga que habitualmente era descarregada de modo fracionado.

Analisadas as características de cada um dos portos, verifica-se que a Figueira da Foz, Ceuta e Ibiza são portos que apresentam valores de eficiência superiores, dentro da categoria 1, face ao facto de terem poucos recursos e muita movimentação de contentores em comparação com Gandia, que tem a maior área de terminais e o maior comprimento de cais; por sua vez, o número de contentores movimentados é muito baixo face ao facto de ser um porto que movimenta muita carga fracionada.

**Tabela 23 - Dados de entrada para a Categoria 1 da fase 3 e a média anual de TEU movimentados nos respetivos portos.**

Porto	Categoria	E1	E2	E3	E4	E5	Média Anual TEU S1
Ceuta	1	1	4386	9,5	250	1	13380
Figueira da Foz	1	1	10600	7	240	1	14550
Gandia (Valencia)	1	1	25000	9	600	1	1016
Ibiza (Baleares)	1	1	6000	7	335	1	15175

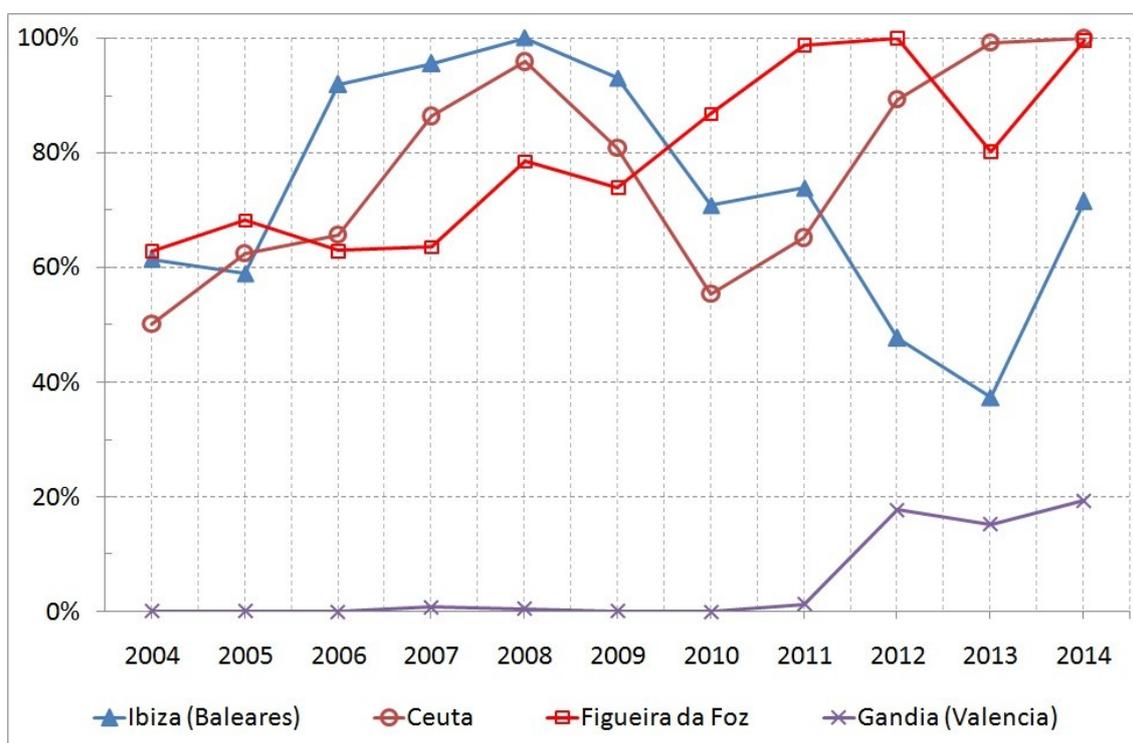
Legenda:

E1 - N° de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de N° de Equipamentos no Cais.

S1 - Número de TEU Movimentados nos Terminais do Porto



**Figura 42- Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 1 na Fase 3.**

Os resultados relativos aos portos da Categoria 2 estão apresentados na Figura 43e pela análise verifica-se que os portos com eficiência acima de 60% são Açores, Madeira, e Sevilha

À parte de serem terminais com média anual entre 85.000 a 140.000TEU, estes possuem área de terminal e comprimento de cais adequado ao volume de contentores movimentado. O porto de Sevilha obteve maior eficiência que, por exemplo os Portos dos Açores, pois possui menos comprimento de cais e fundo mínimo de cais menor.

Verifica-se também que existe um conjunto de portos que possui níveis de eficiência inferiores a 60%. São Santa Cruz de La Palma, Rosário, Villagarcia, e A Coruña. Uma das razões associadas ao baixo valor de eficiência está no facto dos portos mencionados serem

compostos por terminais polivalentes. Tal como observado nos resultados obtidos nas fases 1 e 2, os terminais polivalentes têm baixa eficiência pois recebem tanto carga contentorizada como fracionada e, nesta circunstância têm o terminal preparado para receber os dois tipos de carga, ao contrário do que acontece com terminais de contentores que têm equipamentos concebidos exclusivamente para manusear carga contentorizada (gruas de pórtilco, *reachstackers*, *straddle carriers* entre outros equipamentos especializados). Isto verifica-se nos portos de A Coruña e Villagarcia. Neste último porto, apesar de ter um terminal polivalente, verificou-se um aumento na quantidade de contentores movimentados entre 2010 e 2014 o que conduziu ao aumento de eficiência. A razão associada a este fenómeno está por detrás da deslocalização gradual de carga contentorizada verificada neste período, do Terminal de Marín (a Sul de Villagarcia) para este terminal, carga esta do armador Boluda que possui uma importante quota de atividade nos portos galegos (Faro de Vigo, 2014). Por outro lado, em Outubro de 2015 este armador passou a explorar o terminal de Ferrazo, no porto de Villagarcia. No entanto, verifica-se no final do segundo trimestre de 2015 que esta tendência de crescimento pode vir a inverter durante o ano ou pode vir a ser apenas uma queda pontual durante este ano mas os resultados indicam que este armador terá uma tarefa dura para atingir a quota mínima de contentores movimentados a que se propôs (30.000 TEU) (GONZÁLEZ, 2015).

**Tabela 24 - Dados de entrada para a Categoria 2 da fase 3 e a média anual de TEU movimentados nos respetivos portos.**

Porto	Categoria	E1	E2	E3	E4	E5	Média Anual TEU
							S1
A Coruña	2	1	30433	10	316	2	4420
Açores	2	2	36000	14	1122	2	119640
Madeira	2	1	31500	8	420	6	85095
Rosario (Las Palmas)	2	1	33676	12	760	2	33290
Sevilha	2	1	48000	7,5	728	3	138186
Stª Cruz de La Palma (Tenerife)	2	1	40000	10	412	1	24095
Villagarcía	2	1	30000	13	271	2	12615

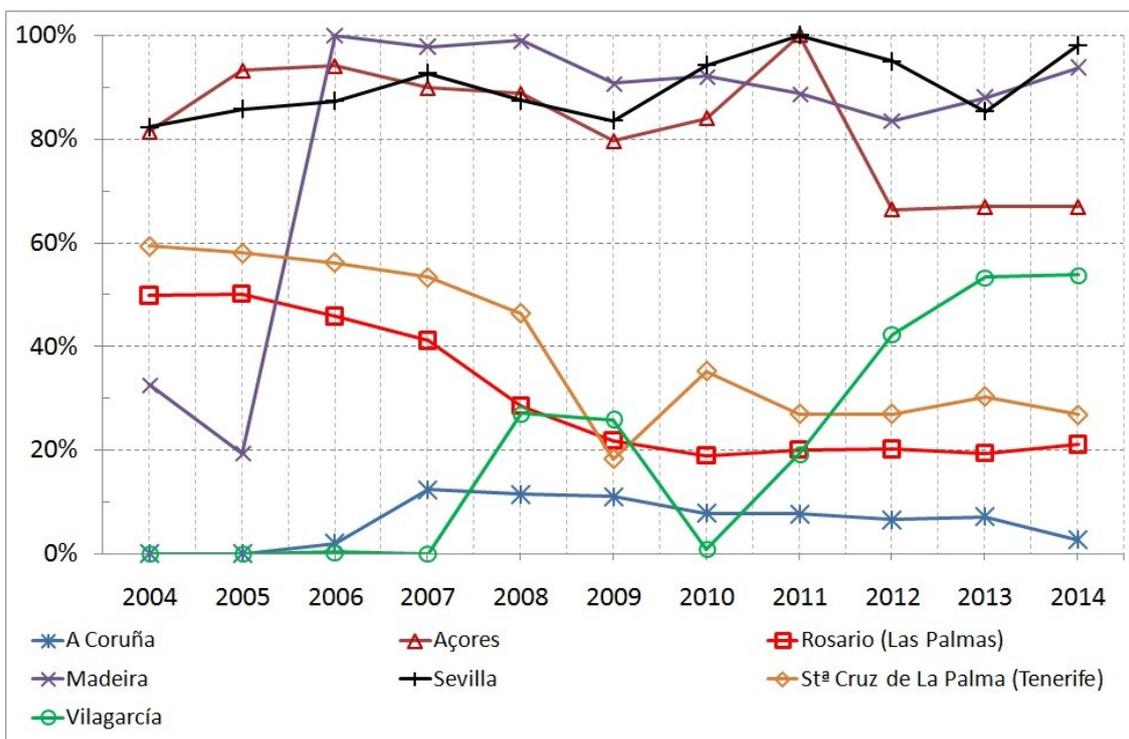
Legenda:

E1 - Nº de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de Nº de Equipamentos no Cais.

S1 - Número de TEU Movimentados nos Terminais do Porto



**Figura 43 - Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 2 na Fase 3.**

Os resultados relativos aos portos da Categoria 3 estão apresentados na Figura 44 e pela análise verifica-se que os portos com eficiência acima de 60% são Marín e Melilla. Mesmo o porto de Mao, nas ilhas Baleares, obteve uma queda na eficiência média relacionada com a redução da carga contentorizada movimentada neste porto, possivelmente motivada pela crise económica em 2009 e também porque os portos das Ilhas Baleares movimentam muita carga rolante onde se incluem contentores em reboques.

A eficiência do porto de Avilés caiu para valores nulos pois a carga contentorizada também caiu para valores muito baixos. A razão associada a esta queda está no facto de a Contenamar, um grupo de empresas com frota de navios e exploração direta de alguns terminais, incluindo o terminal de contentores no Porto de Avilés, apresentou dificuldades financeiras a partir de 2009, o que, entre outras ações, levou a suspender o serviço regular de contentores. Esta ação tem como consequência o desvio do tráfego para o porto de Gijón, o que explica a perda de contentores no porto de Avilés (El Comercio, 2009).

O porto de Melilla, apesar de apresentar um período de queda na eficiência, mostra bons resultados demonstrando que está corretamente dimensionado para a quantidade de carga que movimenta. Para ajudar nos resultados, a MSC passou a efetuar escala neste porto, transportando entre Valencia e Melilla entre 130 a 150 contentores por semana (Cadena de Suministro, 2012).

O porto de Marín, apesar de mostrar alguma irregularidade na eficiência ao longo do tempo, apresenta um nível de eficiência aceitável. De entre os 4 portos desta categoria é o que movimenta maior número de TEU em média anual e é o segundo maior e o mais profundo desta amostra. O porto de Melilla apresenta eficiência perto dos 100% em particular nos anos de 2012 a 2014 porque apesar de a média ser de aproximadamente 25000 TEU, o número de TEU esteve entre 33000 e 36000TEU, o que é um valor próximo ao verificado na média anual do porto de Avilés.

**Tabela 25 - Dados de entrada para a Categoria 3 da fase 3 e a média anual de TEU movimentados nos respetivos portos.**

Porto	Categoria	E1	E2	E3	E4	E5	Média Anual TEU S1
Avilés	3	1	99555	12	410	2	4.408
Mao (Balears)	3	1	58950	6,5	544	1	11.962
Marín y Ría de Pontevedra	3	1	70000	14	490	2	35.684
Melilla	3	1	63000	12,5	180	2	25.341

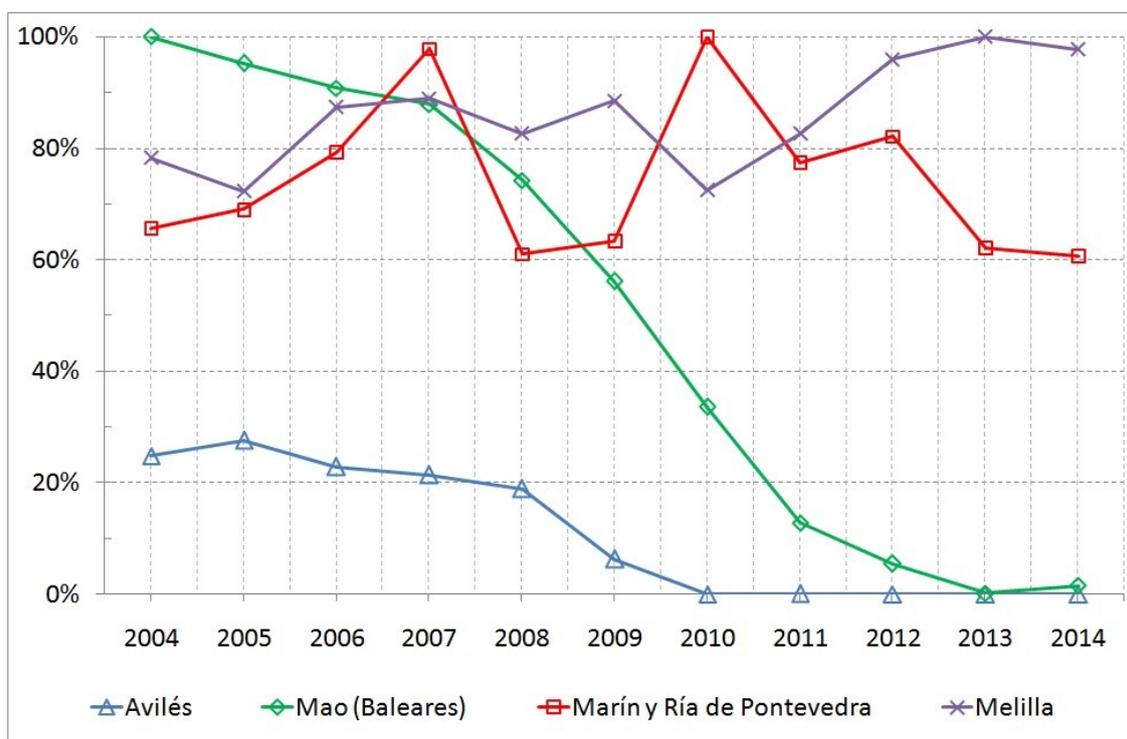
Legenda:

E1 - N° de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de N° de Equipamentos no Cais.

S1 - Número de TEU Movimentados nos Terminais do Porto



**Figura 44 - Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 3 na Fase 3**

Os resultados relativos aos portos da Categoria 4 estão apresentados na Figura 45 e pela análise verifica-se que os portos com eficiência acima de 60% são Alicante, Cartagena Palma, Santa Cruz de Tenerife, e Vigo.

Apesar destes números positivos, o porto de Santa Cruz de Tenerife apresenta uma queda acentuada em 2009, eventualmente pelo início da crise económica mundial. Para recuperar, o porto mudou de estratégia e tornou-se num porto *hub* para transbordo de contentores, em particular para servir os portos da África Ocidental o que lhes permitiu aumentar o volume de carga contentorizada movimentada no porto (Blog de Aduana y Transportes en Canarias , 2009). Já o porto da Baía de Cadiz apresentou de início uma evolução positiva na eficiência até 2006, ano a partir do qual a eficiência caiu gradualmente, ainda que com algumas recuperações graduais, para valores acima dos 60%.

O porto de Cartagena apresenta uma evolução positiva da sua eficiência também associada com o aumento da carga contentorizada. Por outro lado, é dos terminais mais pequenos em área, profundidade máxima de cais e comprimento de cais, o que leva a bons resultados de eficiência, mesmo que o volume de carga contentorizada seja relativamente baixo.

Os portos de Motril e Almeria têm valores de eficiência baixos pois os volumes de carga contentorizada também são muito baixos. A razão deste baixo volume de carga contentorizada está relacionado com o facto de estes portos movimentarem maiores quantidades de carga fracionada do que carga contentorizada. Almeria tem a particularidade de movimentar carga fracionada e carga rolante em maior quantidade que carga contentorizada.

**Tabela 26 - Dados de entrada para a Categoria 4 da fase 3 e a média anual de TEU movimentados nos respetivos portos.**

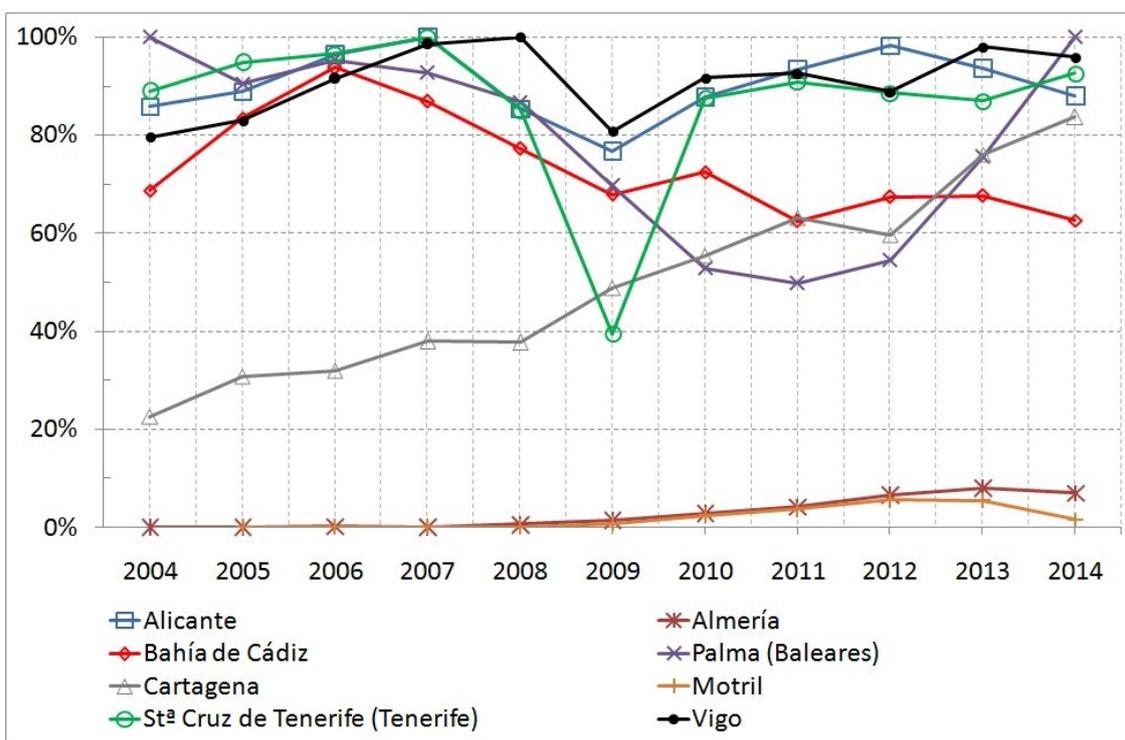
Porto	Categoria	E1	E2	E3	E4	E5	Média Anual TEU - S1
Alicante	4	2	150.000	14	514	3	154.107
Almería	4	1	120.000	12	300	2	2.637
Baía de Cádiz	4	1	100.000	11,5	600	3	114.565
Cartagena	4	1	109.500	11,3	385	2	57.430
Motril	4	1	180.000	13,5	607	2	2.240
Palma (Balears)	4	1	140.000	11	2031	1	103.930
Stº Cruz de Tenerife (Tenerife)	4	3	195.338	16	1391	11	344.986
Vigo	4	1	164.700	17	762	4	213.820

Legenda:

E1 - Nº de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is) (m<sup>2</sup>);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais, em valor absoluto (m);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável (m); E5 - Soma de Nº de Equipamentos no Cais.



**Figura 45- Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 4 na Fase 3**

Os resultados relativos aos portos da Categoria 5 estão apresentados na Figura 46 e pela análise verifica-se que o porto com eficiência acima de 60% é o porto de Leixões. O que caracteriza este nível de eficiência são as dimensões "reduzidas" dos terminais para movimentar contentores, sendo necessária uma grande articulação com os restantes elementos da cadeia logística para minimizar o tempo de permanência do contentor em parque no terminal. Por outro lado, o porto de Leixões recebeu grande parte da carga contentorizada que passaria pelos terminais do porto de Lisboa, devido à prolongada greve de estiva neste último porto que desviou a presença de linhas regulares importantes do porto de Lisboa para o porto de Leixões.

Os restantes portos desta categoria têm eficiência baixa porque as suas infra e supraestruturas estão sobredimensionadas para a movimentação de contentores verificada anualmente. No entanto, os números de eficiência calculados neste projeto são válidos para cada categoria. Se eliminarmos o porto de Leixões desta categoria, os valores de eficiência serão certamente superiores.

O porto de Sagunto tem uma eficiência baixa pois movimenta essencialmente carga rolante, oriunda de fábricas de Automóveis nas proximidades, e carga fracionada, possuindo infra e supraestruturas preparadas essencialmente para estes tipos de carga.

O porto de Setúbal tem baixa eficiência pois à semelhança do porto de Sagunto, movimenta mais carga fracionada do que carga contentorizada. Por outro lado, a proximidade com o porto de Lisboa não tem permitido aumentar consideravelmente o número de contentores movimentados neste porto. No entanto regista-se um aumento desde 2012 a 2014 na carga contentorizada, em parte motivada pelos efeitos da greve de estiva no porto de Lisboa e em parte porque alguma carga fracionada segue em contentor, plataforma ou *flat-rack*.

**Tabela 27 - Dados de entrada para a Categoria 5 da fase 3 e a média anual de TEU movimentados nos respetivos portos.**

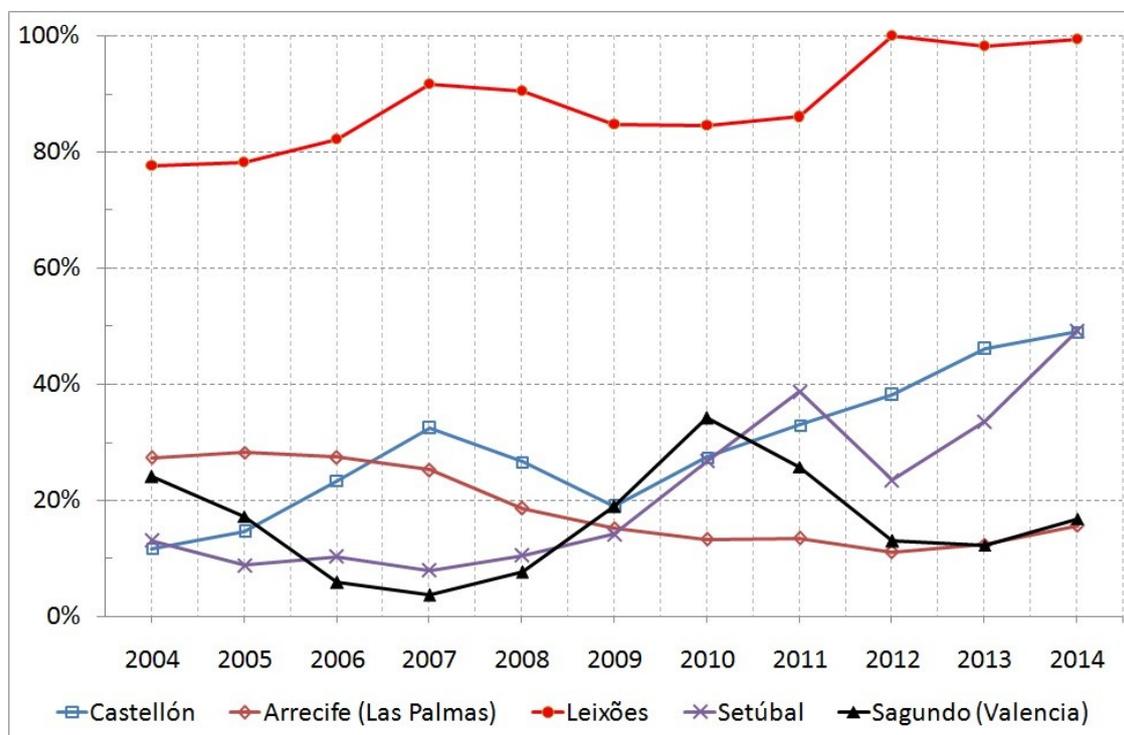
Porto	Categoria	E1	E2	E3	E4	E5	Média Anual TEU - S1
Arrecife (Las Palmas)	5	1	221.830	14	600	3	48.628
Castellón	5	2	201.300	14	1220	4	109.460
Leixões	5	2	220.000	12	900	6	480.108
Sagunto (Valencia)	5	1	235.000	10	1230	2	29.760
Setúbal	5	1	200.778	12	725	2	41.334

Legenda:

E1 - N° de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de N° de Equipamentos no Cais.



**Figura 46 - Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 5 na Fase 3**

Os resultados relativos aos portos da Categoria 6 estão apresentados na Figura 47 e pela análise verifica-se que não é possível delinear assíntotas que possam separar a amostra.

Os resultados, apesar de refletirem muito a carga movimentada, refletem também a evolução positiva ou negativa de cada um dos portos.

O porto de Ferrol apresenta valores muito baixos de eficiência face à dimensão das suas instalações contra a quantidade de contentores movimentados. Este porto possui dois terminais, um deles é um terminal polivalente - explorado pela Perez Torres Marítima - e outro é um terminal de contentores - explorado pela Ferrol Container Terminal (FCT). Este último terminal, pertencente à empresa TCL - Terminal de Contentores de Leixões e está localizado na zona portuária em Punta Langosteira, no exterior de Ferrol, desenvolvida não só para a movimentação de carga contentorizada como também granel líquido e sólido. Neste terminal registou-se pouca carga contentorizada movimentada, com uma média anual de 1287 TEU. A razão para estes números está associada à proximidade de outros portos galegos com maior movimentação de carga como Vigo, que só em 2014 representou 75% do tráfego nos portos da Galiza e também pelo facto de este terminal não estar em pleno funcionamento. Estima-se que entre em pleno funcionamento no início de 2016 (Cadena de Suministro, 2015 a)).

O porto de Santander apresenta eficiência nula pois o terminal onde foram movimentados os contentores é um terminal polivalente que está vocacionado para a carga a granel e carga fracionada. Por outro lado, o modo de transporte por contentor nunca foi fomentado neste porto, registando em média, 983 TEU por ano. No entanto, face ao crescimento industrial local, com o aparecimento de novas empresas, estão vão necessitar do contentor como modo de transporte das suas matérias-primas e produtos. Para evitar o desvio de carga contentorizada para o porto de Bilbao, o porto de Santander está a planear a construção de um terminal de contentores. (Cadena de Suministro, 2015 b)).

O porto de Tarragona apresentou baixos valores de eficiência até 2008, ano a partir do qual aumentou para valores próximos de 50% até 2010, tendendo a cair a partir daí. A razão para a subida em 2008 está relacionada com a aquisição de 60% das ações do operador portuário anterior (Contarsa Sociedad de Estiba) pela Dubai Port World (DP World). Este operador, com presença mundial em 6 continentes e em 11 terminais, permitiu o aumento de contentores movimentados neste porto (Dubai Port Tarragona, 2009). No entanto, pensa-se que a queda na eficiência e na carga movimentada esteja relacionada com o desvio de algumas cargas para outros portos locais como Barcelona ou Bilbao.

O porto de Sines destaca-se dos restantes portos pelo seu crescimento na eficiência e na carga movimentada. Desde o início das operações em Maio de 2004, a PSA Sines converteu-se ao longo destes anos em uma das referências nacionais para a movimentação de

contentores. Passando por duas fases de expansão, o terminal XXI movimentava hoje perto de 1,2 milhões de TEU por ano, estando a aguardar por uma nova fase de expansão. No entanto, o volume de carga contentorizada deste porto contrasta com os restantes portos portugueses pois este é um porto *hub* onde se ligam diversas rotas marítimas mundiais como por exemplo *Far East* - Norte Europa. Segundo o relatório da AMT sobre a performance dos portos durante 015, os contentores assumem cariz preponderante no Porto de Sines, que lidera em termos de volume, detendo 51,6% do total de 2,58 milhões de TEU movimentados no mercado portuário em Portugal. O porto de Sines movimentou 1.332.200 TEU em 2015, uma subida de 8,5% face ao mesmo período de 2014, "com um tráfego maioritariamente de *transshipment*, cerca de 80%".

O porto de Lisboa, apresentou bons resultados de eficiência até 2008, momento a partir do qual, após a crise económica a quantidade de carga contentorizada diminuiu gradualmente e em 2012, com a greve de estiva a prolongar-se por meses, o porto perdeu algumas linhas regulares internacionais de relevância, para outros portos como Leixões. Segundo a AMT, o porto de Lisboa representou 18,6% (481.420 TEU) e o Porto de Leixões 24,2% (624.025 TEU) do movimento total de contentores em Portugal no ano de 2015.

O porto de Bilbao apresentou um comportamento de eficiência similar ao porto de Lisboa, com uma média de TEU movimentado anualmente próxima, ainda que ligeiramente superior. Apesar de este porto ter experimentado um aumento no volume de carga contentorizada, a sua eficiência diminuiu o que está relacionado com o cálculo da média e a influência dos dados dos outros portos, que conduzem a uma redução.

Pela observação da Tabela 48, verifica-se que em cada janela relativa ao porto de Bilbao, a eficiência tende a aumentar mas à medida que a janela se desloca no tempo, essa eficiência diminui quando comparada com outros portos.

O porto de Málaga apresenta dois máximos de eficiência que representam dois instantes: o primeiro a partir de 2007, resulta da crise económica mundial e refletiu-se durante vários anos neste porto (Malaga Port, 2009 b)); o segundo resulta de um conjunto de ações estratégicas que permitiram aumentar a eficiência nomeadamente, o acordo conseguido com a Maersk que permitiu atribuir 320.000 TEU por ano a este porto e a redução das tarifas portuárias e de outros serviços assim como a redução dos salários, dentro das leis vigentes. Com estas ações, o porto de Málaga alcançou melhor performance ainda que pouco depois os resultados tenham caído face à queda da carga contentorizada movimentada (Malaga Port, 2009 a)).

**Tabela 28 - Dados de entrada para a Categoria 6 da fase 3 e a média anual de TEU movimentados nos respetivos portos.**

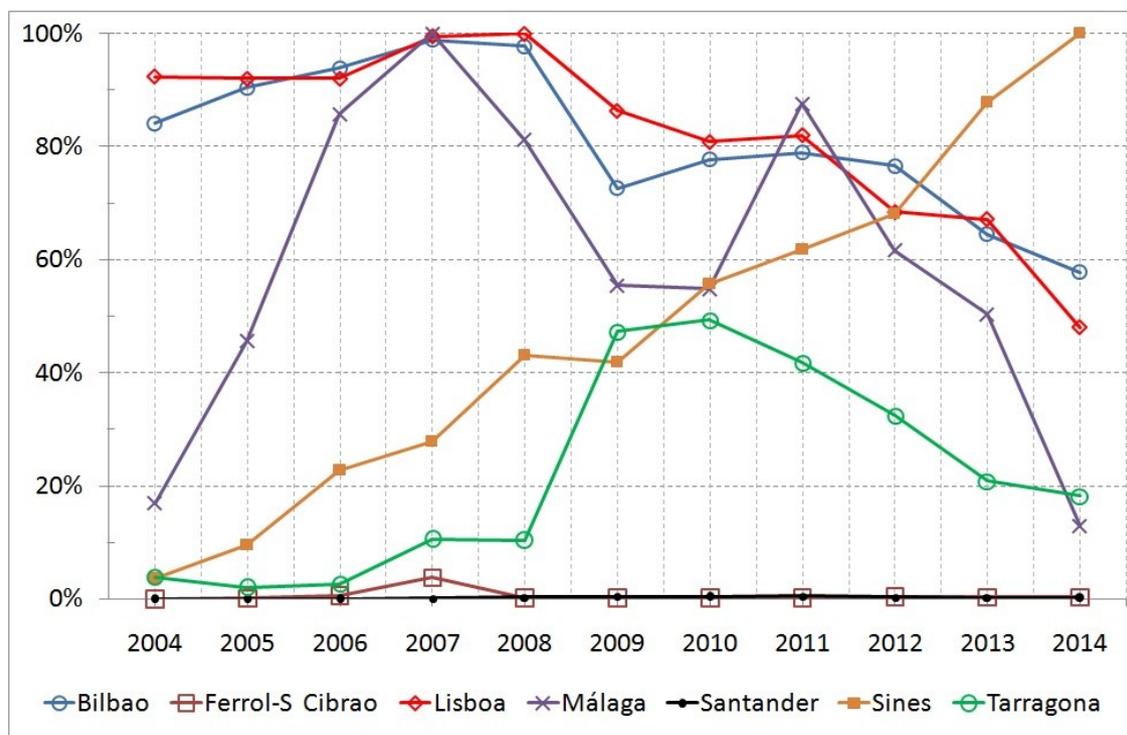
Porto	Categoria	E1	E2	E3	E4	E5	Média Anual TEU - S1
Bilbao	6	1	395.000	21	1332	8	545.757
Ferrol / San Cibrao	6	2	300.000	20	1020	2	1.287
Lisboa	6	3	355.054	13	1851	11	498.090
Málaga	6	1	367.000	16	720	5	323.724
Santander	6	1	300.000	13	1671	4	983
Sines	6	1	364.000	17,5	940	9	395.995
Tarragona	6	1	300.000	14	800	6	119.895

Legenda:

E1 - N° de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de N° de Equipamentos no Cais.



**Figura 47 - Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 6 na Fase 3**

Os resultados relativos aos portos da Categoria 7 estão apresentados na Figura 48. Verifica-se que os portos com eficiência superior a 50% são a Baía de Algeciras, Barcelona e Valência. Apesar das variações demonstradas nos resultados da eficiência, estes são os 3 maiores portos em Espanha na movimentação de contentores e a grande quota provém dos contentores em transbordo (*transshipment*). Os contentores em transbordo conseguem manter a

atividade dos terminais, uma vez que, com o início da crise económica em 2008, os contentores à exportação e importação diminuíram substancialmente.

De acordo com os dados de Puertos del Estado, em 2015 nos portos espanhóis a carga contentorizada aumentou 2,3% para 158,9 milhões de toneladas. Algeciras continua a ser o primeiro porto do país vizinho em tonelagem movimentada, com um total de 98,2 milhões de toneladas no ano findo (mais de 3,4% que em 2014). Valencia ficou ligeiramente mais perto, tendo crescido 4,6% e chegado aos 70 milhões de toneladas.

O porto de Gijón apresenta uma eficiência baixa pois apresenta um volume de contentores movimentados muito baixo, em comparação com os outros portos. Apesar disso, tem conseguido obter bastantes linhas regulares desde 2008, registando-se um crescimento na eficiência ao longo dos anos. No entanto, este porto luta pelo *hinterland* de Madrid e observa-se que há dificuldades no transporte de contentores por via ferroviária. Face à baixa quantidade de contentores para esta zona, não é rentável disponibilizar um comboio para baixos volumes pelo que se debate com este problema. Este porto pretende também estar inserido nas autoestradas do mar, com a presença de grandes armadores, mas atualmente não está a ser possível visto que algumas linhas regulares de grande dimensão foram desviadas para Vigo (El Comercio, 2007), (El Comercio, 2015).

O porto de Las Palmas apresenta uma eficiência que vai dos 40% até 25% com uma tendência negativa. Estes números são inferiores a qualquer outro porto porque, para além de este terminal ser o 3º maior em área e o 4º maior em comprimento de cais, apresenta a 4ª média mais alta da amostra. Os resultados de eficiência apresentados refletem duas situações às quais o porto esteve sujeito: a queda do consumo interno, refletindo-se sobre as importações e consequentemente no movimento de contentores e a prolongada resolução por parte dos operadores portuários em alcançar um acordo para tornar a estiva mais competitiva e assim regressar ao crescimento da carga contentorizada (Canary Ports, 2014). Este porto possui 3 terminais de contentores onde, até 2012 foi retirada a concessão de exploração de um dos terminais de contentores, explorado pela Contenemar e Lineas Maritimas Canarias, por incumprimento no pagamento das suas contribuições fiscais. Em 2014, a Autoridade Portuária atribuiu a concessão deste terminal à sociedade La Luz Market (Canary Ports, 2014). Apesar da tendência descendente, este porto tem uma infraestrutura adequada para ser um grande porto *hub* e servir as rotas que ligam o Oriente ao Ocidente e a Europa à América do Sul.

**Tabela 29 - Dados de entrada para a Categoria 7 da fase 3 e a média anual de TEU movimentados nos respetivos portos.**

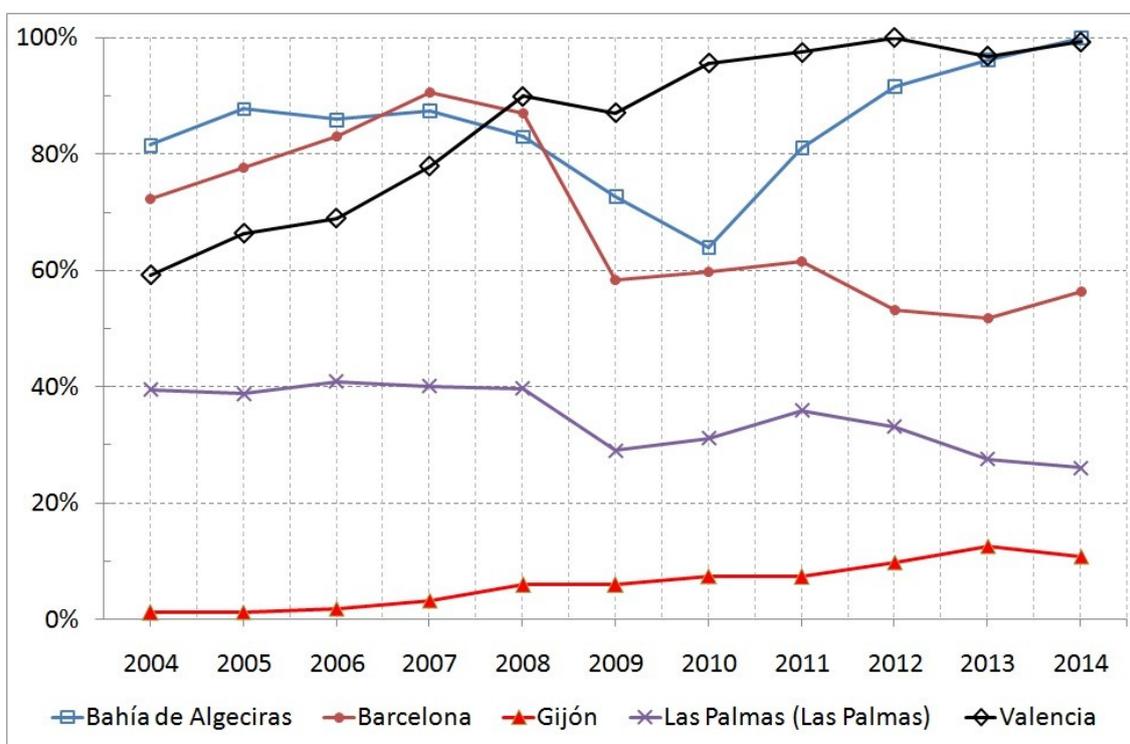
Porto	Categoria	E1	E2	E3	E4	E5	Média Anual TEU - S1
Bahía de Algeciras	7	2	970.000	18	3.528	27	3.507.394
Barcelona	7	4	714.442	16,5	3.983	31	2.054.530
Gijón	7	1	400.000	11,8	350	2	29.148
Las Palmas (Las Palmas)	7	3	769.000	16	3.316	14	1.097.500
Valencia	7	3	1.935.900	16	4.552	36	7.103.700

Legenda:

E1 - N° de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de N° de Equipamentos no Cais.



**Figura 48 - Evolução da Eficiência Média em Portos de Categoria 7 na Fase 3**

### 6.3.1 Níveis de Correlação entre Variáveis

À semelhança do que foi realizado nas fases anteriores, foram também medidos os coeficientes de correlação entre as variáveis e estes apresentam-se na Tabela 30.

**Tabela 30 - Coeficientes de Correlação entre Variáveis de Entrada e Saída na Fase 3**

					J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	MÉDIA	
	E1	E2	E3	E4	E5	S1							
E1	1	0,59	0,43	0,76	0,75	0,60	0,58	0,56	0,55	0,53	0,51	0,51	0,55
E2		1	0,51	0,86	0,89	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
E3			1	0,48	0,48	0,37	0,36	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,34
E4				1	0,91	0,85	0,83	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78	0,81
E5					1	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,86	0,88

Legenda:

E1 - Número de Terminais em um Porto; E2 - Soma da Área dos Terminais de um porto;

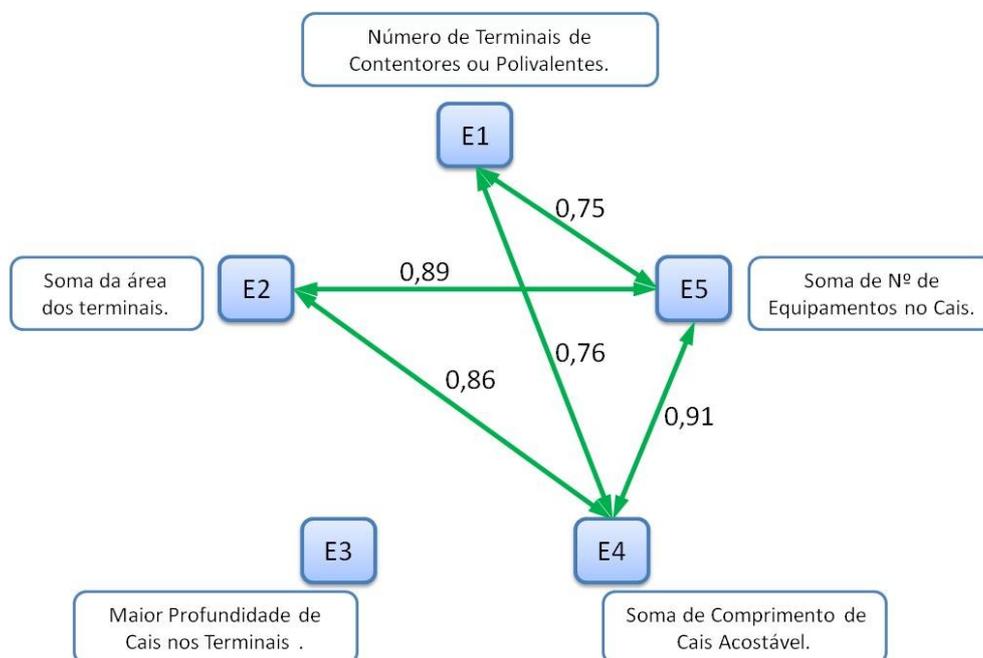
E3 - Maior Profundidade do Cais (em valor absoluto) de um porto;

E4 - Soma do Comprimento de Cais Acostável dos terminais de um porto;

E5 - Nº de Equipamentos no Cais dos terminais de um porto; S1 - Soma de Contentores Movimentados em TEU

J1 a J7 - Janelas utilizadas no cálculo da Eficiência.

Numa primeira análise verifica-se forte correlação ( $\geq 0,65$ ) nas variáveis de entrada, representadas na Figura 49. A correlação mais forte existe entre as variáveis E4 e E5 com o valor de 0,91, o que indica que os recursos dos portos da amostra apresentam uma relação direta próxima de 1 no que concerne à quantidade de equipamentos em cais e o comprimento total de cais em cada porto.



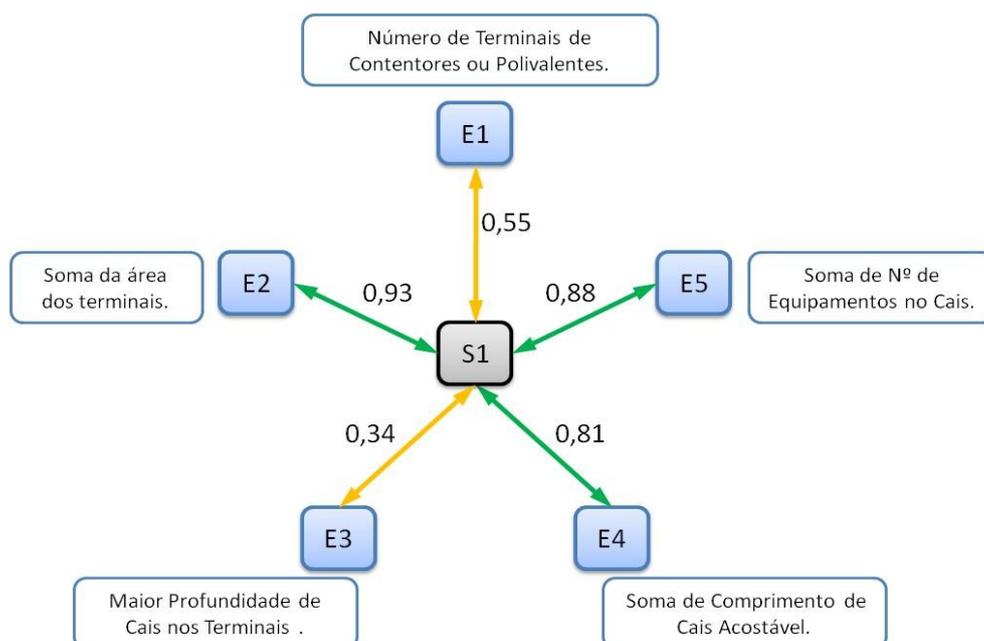
**Figura 49 - Correlações mais fortes ( $\geq 0,65$ ) entre as variáveis de entrada na fase 3.**

Também foram observadas correlações fortes entre E2 e E5, E2 e E4, E1 e E4, E1 e E5. A correlação entre E2 e E4 e E2 e E5 vem indicar que a dimensão do terminal está interligada com o comprimento do cais e o número de equipamentos no cais. Isto significa

que tanto para terminais de pequena dimensão como para terminais de grande dimensão, há forte possibilidade do incremento de uma variável, influenciar o aumento das outras variáveis. Por outro lado, verifica-se que a variável E3 - maior profundidade de cais nos terminais - é a que tem fraca correlação com as restantes variáveis, indicando que para esta amostra a profundidade de cais não tem efeito significativo sobre as outras variáveis.

Fazendo a mesma análise com a variável de saída S1, apresentada na Figura 50, verifica-se que as variáveis de entrada E2, E4 e E5 são aquelas que apresentam maior correlação com a variável de saída S1. À semelhança do que aconteceu na análise anterior, demonstra-se que qualquer variação nas variáveis de entrada também se vai refletir na variável de saída. Isto demonstra a interligação entre o dimensionamento dos terminais e a quantidade de carga contentorizada movimentada. Quanto maior for o terminal, maior será a necessidade de equipamentos e comprimento de cais para atingir resultados considerados como proporcionais com as variáveis de entrada.

A variável E1 tem uma correlação intermédia com a variável de saída, indicando que, para esta amostra, a baixa tendência para influenciar a quantidade de contentores movimentados é pouca. Ainda menor é a tendência para o comprimento de cais influenciar a quantidade de contentores movimentados em cada porto. Esta última correlação é expectável pois apesar de terminais com cais profundo permitirem acostar navios de grandes dimensões, transportando grandes quantidades de contentores, não significa que com cais mais profundo se tenha maior quantidade de contentores movimentados.



**Figura 50 - Correlações em valor médio entre as variáveis de entrada e saída na fase 3**

### 6.3.2 Análise de Folgas nas Variáveis de Entrada

Para determinar se uma unidade de produção é 100% eficiente é necessário que as folgas das suas variáveis de entrada sejam nulas, isto é que a unidade de produção esteja posicionada em cima da fronteira de eficiência. Caso contrário, mesmo que a eficiência medida seja de 100%, a unidade de produção não é totalmente eficiente. Esta análise irá permitir avaliar de uma forma genérica, quais as unidades (portos) que necessitam de reduzir as suas variáveis de entrada para se poderem colocar na fronteira de eficiência. Os resultados do cálculo das folgas estão apresentados na Tabela 31 e podem ser interpretados como a quantidade em percentagem necessária à redução das variáveis de entrada.

Na categoria 1, verifica-se que nenhum porto tem folga nula em todas as variáveis de entrada em simultâneo. O porto de Gandia destaca-se dos restantes portos com a necessidade de reduzir significativamente as variáveis E2 (soma da área dos terminais), E3 (maior profundidade de cais dos terminais) e E4 (soma do comprimento de cais acostável), em 73,37%, 21,05% e 46,43% respetivamente. Esta necessidade está associada ao facto de Gandia ser um porto polivalente, não estando integralmente dedicado à carga contentorizada, pelo que o volume de contentores movimentados seja baixo. Este motivo pode ser contrastado com o porto de Ibiza, com baixo volume de contentores movimentados e com folgas mais reduzidas mas, na realidade, este porto movimenta muita carga rolante, como por exemplo, galeras TIR com contentores e poucos TEU e não necessitando de uma grande frente de cais, mas de um conjunto de guias de cais e de superfície para poder ser eficiente. O porto de Ceuta, necessita de reduzir as variáveis E1, E3 e E5 em 19,21%, 32,95% e 19,21% respetivamente, facto que está associado aos baixos volumes de carga contentorizada movimentada. Os restantes portos desta categoria apenas necessitam de ligeiros ajustes nas variáveis de entrada (<10%) para se colocarem na fronteira de eficiência. Os valores apresentados na Tabela 31 são apenas valores médios pelo que estendendo a análise à Tabela 51 (em anexo), verificamos também que os Portos de Ceuta e Figueira da Foz apresentam melhorias significativas nas folgas, muitas delas já nas últimas janelas da análise, indicando que com o aumento do volume de carga movimentada, as folgas tornaram-se nulas. O porto de Ibiza apresenta folgas nulas nas janelas 1 a 6 e na janela 7 folgas apreciáveis, o que pode resultar da influência de outros portos nesta janela.

**Tabela 31 - Valores Médios da Folga das variáveis de entrada da categoria 1, fase 3.**

Porto	E1		E2		E3		E4		E5	
	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga
<b>Ibiza (Balears)</b>	1	0,0235	<b>6.000</b>	0	7	0	<b>335</b>	0,0309	1	0,0235
<b>Ceuta</b>	1	0,1921	<b>4.386</b>	0	<b>9,5</b>	0,3295	<b>250</b>	0,0061	1	0,1921
<b>Figueira da Foz</b>	1	0,0810	<b>10.600</b>	0,0720	7	0,0597	<b>240</b>	0	1	0,0810
<b>Gandia (Valencia)</b>	1	0	<b>25.000</b>	0,7337	9	0,2105	<b>600</b>	0,4643	1	0

Legenda: VN - Valor Nominal

E1 - N° de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de N° de Equipamentos no Cais.

Na categoria 2, os portos dos Açores e de Sevilha podem ser considerados de eficiência forte, pois têm folga nula em todas as variáveis de entrada. O porto da Madeira também pode ser considerado de eficiência forte face às folgas médias reduzidas apenas observadas na janela 1. Dos portos desta categoria, os portos de A Coruña, Rosario, Santa Cruz de La Palma e Villagarcia necessitam de reduzir as suas variáveis de entrada. Estes portos são compostos por terminais polivalentes que movimentam todo o tipo de carga. Como infraestruturas, a sua utilização para a movimentação de contentores é baixa, resultando folgas de valor significativo, como se observam no porto de Villagarcia, em que a variável E3 tem de reduzir em 67,49% ou no porto de A Coruña em 43,89%.

**Tabela 32 - Valores Médios da Folga das variáveis de entrada da categoria 2, fase 3.**

Porto	E1		E2		E3		E4		E5	
	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga
<b>A Coruña</b>	1	0,2484	<b>30.433</b>	0,1870	<b>10</b>	0,4389	<b>316</b>	0	2	0
<b>Açores</b>	2	0	<b>36.000</b>	0	14	0	<b>1.122</b>	0	2	0
<b>Rosario (Las Palmas)</b>	1	0	<b>33.676</b>	0,0141	12	0,3393	<b>760</b>	0,1029	2	0
<b>Madeira</b>	1	0,0102	<b>31.500</b>	0	8	0,0128	<b>420</b>	0,0068	6	0,0245
<b>Sevilla</b>	1	0	<b>48.000</b>	0	7,5	0	<b>728</b>	0	3	0
<b>Stª Cruz de La Palma (Tenerife)</b>	1	0,1560	<b>40.000</b>	0,4778	10	0,3647	<b>412</b>	0	1	0
<b>Villagarcía</b>	1	0,2701	<b>30.000</b>	0,2363	13	0,6749	<b>271</b>	0	2	0

Legenda: VN - Valor Nominal

E1 - N° de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de N° de Equipamentos no Cais.

Na categoria 3, os portos de Marín e Melilla podem ser considerados de eficiência forte pois como se observa, a sua folga é nula. Em contraste, os portos de Mao e Avilés

possuem folgas grandes nas variáveis o que resulta do facto de serem portos com terminais polivalentes e porque o porto de Avilés em particular perdeu carga contentorizada face a dificuldades financeiras de um operador marítimo portuário, levando à suspensão de linhas regulares de contentores (El Comercio, 2009).

**Tabela 33 - Valores Médios da Folga das variáveis de entrada da categoria 3, fase 3.**

Porto	E1		E2		E3		E4		E5	
	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga
<b>Avilés</b>	1	0,1387	<b>99.555</b>	0,3971	12	0,0000	<b>410</b>	0,0000	2	0,1387
<b>Mao (Balears)</b>	1	0,3827	<b>58.950</b>	0,1898	6,5	0,0000	<b>544</b>	0,4156	1	0,0255
<b>Marín</b>	1	0	<b>70.000</b>	0	14	0	<b>490</b>	0	2	0
<b>Melilla</b>	1	0	<b>63.000</b>	0	12,5	0	<b>180</b>	0	2	0

Legenda: VN - Valor Nominal

E1 - N° de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de N° de Equipamentos no Cais.

Na categoria 4, os portos de Palma, Santa Cruz de Tenerife e Vigo podem ser considerados de eficiência forte. Os restantes portos apresentam folga nas variáveis, resultado dos volumes médios de carga contentorizada movimentada abaixo de 200.000 TEU. Em comparação com os portos de eficiência forte, existe a necessidade de se ajustar as variáveis de entrada para terem o mesmo nível de eficiência.

**Tabela 34 - Valores Médios da Folga das variáveis de entrada da categoria 4, fase 3**

Porto	E1		E2		E3		E4		E5	
	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga
<b>Alicante</b>	2	0,0631	<b>150.000</b>	0,0285	14	0,0213	<b>514</b>	0	3	0,0039
<b>Almería</b>	1	0,0289	<b>120.000</b>	0,2043	12	0,2538	<b>300</b>	0	2	0,0279
<b>Bahía de Cádiz</b>	1	0,0662	<b>100.000</b>	0	11,5	0,1017	<b>600</b>	0,0196	3	0
<b>Palma (Balears)</b>	1	0	<b>140.000</b>	0	11	0	<b>2.031</b>	0	1	0
<b>Cartagena</b>	1	0,1661	<b>109.500</b>	0,1379	11,2	0,1609	<b>385</b>	0	2	0
<b>Motril</b>	1	0,1360	<b>180.000</b>	0,4378	13,5	0,2454	<b>607</b>	0	2	0
<b>Stª Cruz de Tenerife (Tenerife)</b>	3	0	<b>195.338</b>	0	16	0	<b>1.391</b>	0	11	0
<b>Vigo</b>	1	0	<b>164.700</b>	0	17	0	<b>762</b>	0	4	0

Legenda: VN - Valor Nominal

E1 - N° de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de N° de Equipamentos no Cais.

O Porto de Baía de Cadiz apresenta nas últimas janelas da Tabela 54 (em anexo) um aumento da folga das variáveis E1 e E4 e uma redução da folga da variável E3, que está associada à queda no movimento de contentores observando-se que caiu dos 109.000 para 85.000 TEU.

Na categoria 5, o porto de Leixões pode ser considerado de eficiência forte. Os restantes portos possuem elevadas folgas face aos baixos volumes de carga contentorizada que movimentam. O porto de Leixões possui elevados valores de eficiência pois os volumes de carga contentorizada são superiores aos restantes portos desta categoria, o que justifica os elevados valores de folgas dos restantes portos.

**Tabela 35 - Valores Médios da Folga das variáveis de entrada da categoria 5, fase 3**

Porto	E1		E2		E3		E4		E5	
	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga
<b>Castellón</b>	<b>2</b>	0,3333	<b>201.300</b>	0,2325	<b>14</b>	0,4286	<b>1.220</b>	0,5041	<b>4</b>	0
<b>Arrecife (Las Palmas)</b>	<b>1</b>	0	<b>221.830</b>	0,4759	<b>14</b>	0,5714	<b>600</b>	0,1220	<b>3</b>	0
<b>Leixões</b>	<b>2</b>	0	<b>220.000</b>	0	<b>12</b>	0	<b>900</b>	0	<b>6</b>	0
<b>Setúbal</b>	<b>1</b>	0,1667	<b>200.778</b>	0,5423	<b>12</b>	0,5714	<b>725</b>	0,3455	<b>2</b>	0
<b>Sagundo (Valencia)</b>	<b>1</b>	0,1667	<b>235.000</b>	0,6879	<b>10</b>	0,4286	<b>1.230</b>	0,7561	<b>2</b>	0

Legenda: VN - Valor Nominal

E1 - N° de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de N° de Equipamentos no Cais.

Na categoria 6, não existem portos com eficiência forte. Contudo, os portos de Bilbao, Sines e Tarragona são os que mais se aproximam desta realidade, com valores de folga mínimos. Desta categoria, o porto de Ferrol é o que apresenta elevados valores de folga nas variáveis de entrada, associado ao facto de o porto estar a movimentar muito pouca carga contentorizada, ainda que tenha um terminal de contentores dedicado e configurado para navios de grande dimensão. O porto de Lisboa apresenta valores de folga média apreciáveis nas variáveis E1, E4 e E5 evidenciando que poderia reduzir a sua dimensão em um terminal para se aproximar da eficiência total. No entanto, pela análise da Tabela 56 (em anexo), o porto de Lisboa apresenta folga nula nas primeiras cinco janelas, demonstrando que esteve corretamente dimensionado para a quantidade de carga que movimentou. As folgas apareceram nas 2 janelas subsequentes pela queda na carga movimentada neste porto nos anos de 2012 a 2014. O porto de Málaga apresenta uma situação muito similar à descrita para o porto de Lisboa, pois nos últimos quatro anos observa-se uma redução na carga movimentada

que levou ao aparecimento de folgas nas janelas 6 e 7 da Tabela 56 (em anexo). O porto de Santander apresenta uma folga considerável na variável E4 (61,6%) pois revela o facto de ter um terminal polivalente que tem muito pouca expressão na movimentação de contentores (983 TEU/ano).

**Tabela 36 - Valores Médios da Folga das variáveis de entrada da categoria 6, fase 3**

Porto	E1		E2		E3		E4		E5	
	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga
<b>Bilbao</b>	<b>1</b>	0,0106	<b>395.000</b>	0,0517	<b>21</b>	0,0741	<b>1.332</b>	0,0766	<b>8</b>	0
<b>Ferrol</b>	<b>2</b>	0,5503	<b>300.000</b>	0,4355	<b>20</b>	0,6818	<b>1.020</b>	0,4077	<b>2</b>	0
<b>Lisboa</b>	<b>3</b>	0,2150	<b>355.054</b>	0,0612	<b>13</b>	0	<b>1.851</b>	0,1779	<b>11</b>	0,1121
<b>Málaga</b>	<b>1</b>	0,0423	<b>367.000</b>	0,1192	<b>16</b>	0,0854	<b>720</b>	0,0305	<b>5</b>	0
<b>Santander</b>	<b>1</b>	0,1005	<b>300.000</b>	0,1116	<b>13</b>	0,0779	<b>1.671</b>	0,6160	<b>4</b>	0
<b>Sines</b>	<b>1</b>	0	<b>364.000</b>	0	<b>17,5</b>	0,0446	<b>940</b>	0,0683	<b>9</b>	0,2086
<b>Tarragona</b>	<b>1</b>	0,0358	<b>300.000</b>	0,0415	<b>14</b>	0,0629	<b>800</b>	0,0600	<b>6</b>	0,0706

Legenda: VN - Valor Nominal

E1 - Nº de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de Nº de Equipamentos no Cais.

Na categoria 7, o porto de Valencia é o único com eficiência forte pois não apresenta qualquer folga. Os restantes portos apresentam folgas consideráveis, em especial nas variáveis E1, E3, E4 e E5.

**Tabela 37 - Valores Médios da Folga das variáveis de entrada da categoria 7, fase 3**

Porto	E1		E2		E3		E4		E5	
	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga	VN	Folga
<b>Baía de Algeciras</b>	<b>2</b>	0,1065	<b>970.000</b>	0	<b>18</b>	0,4754	<b>3.528</b>	0,2348	<b>27</b>	0,2134
<b>Barcelona</b>	<b>4</b>	0,7101	<b>714.442</b>	0	<b>16,5</b>	0,5303	<b>3.983</b>	0,4771	<b>31</b>	0,4659
<b>Gijón</b>	<b>1</b>	0,2083	<b>400.000</b>	0,1511	<b>11,8</b>	0,6062	<b>350</b>	0,0213	<b>2</b>	0
<b>Las Palmas</b>	<b>3</b>	0,4583	<b>769.000</b>	0,0083	<b>16</b>	0,5432	<b>3.316</b>	0,3396	<b>14</b>	0
<b>Valencia</b>	<b>3</b>	0	<b>1.935.900</b>	0	<b>16</b>	0	<b>4.552</b>	0	<b>36</b>	0

Legenda: VN - Valor Nominal

E1 - Nº de Terminais no Respetivo Porto; E2 - Soma da Área do(s) Terminal(is);

E3 - Maior Profundidade de Cais nos Terminais (em valor absoluto);

E4 - Soma de Comprimento de Cais Acostável; E5 - Soma de Nº de Equipamentos no Cais.

Uma das razões para estas folgas está relacionada com a enorme dimensão do porto de Valencia para a movimentação de contentores quando comparada com portos rivais de Algeciras, Barcelona ou Las Palmas. Outra razão está na inclusão do porto de Gijón nesta

categoria, um porto que tem a menor quantidade de contentores movimentados, leva a que a variável E4 tenha a menor folga dos restantes portos, excluindo Valencia. Apesar destas folgas, observa-se que a variável E2 é nula para os grandes portos de contentores pelo que está dimensionada corretamente para o volume de contentores que movimentam.

### 6.3.3 Resumo dos resultados obtidos

A Tabela 38 refere os portos analisados na Fase 3 que apresentam uma eficiência média no período de 2004 a 2014, superior ou igual a 60% e inferior a 60%. Verifica-se que os portos com eficiência superior a 60% movimentaram carga contentorizada consolidada no período em análise e conseguiram manter a atratividade, funcionalidade e integração nos respetivos mercados. Neles encontramos portos como Algeciras, Valencia, Leixões, Vigo e nas primeiras três categorias, portos como Açores, Madeira, Marín, Ibiza, entre outros.

**Tabela 38 - Número de Portos da Fase 3 com eficiência média no período em análise superior e inferior a 60%.**

		<b>Portos da Fase 3</b>	
<b>Categoria</b>		<b>Eficiência &lt; 60%</b>	<b>Eficiência ≥ 60%</b>
<b>1</b>	1	Gandia	3
<b>2</b>	4	A Coruña; Villagarcia; Stª Cruz de La Palma; Rosário;	3
<b>3</b>	2	Melilla; Mao	2
<b>4</b>	3	Almeria; Motril; Cartagena <sup>(1)</sup>	5
<b>5</b>	4	Castellón; Arrecife; Setúbal; Sagundo.	1
<b>6</b>	4	Ferrol; Santander; Sines <sup>(1)</sup> ; Tarragona	3
<b>7</b>	2	Gijón; Las Palmas	3
<b>Total</b>	<b>20</b>		<b>20</b>

**Nota:**

<sup>(1)</sup> Estes portos apesar de apresentarem um crescimento contínuo no tempo, tem uma eficiência média no período em análise inferior a 60%.

Apesar da amostra de 40 portos se dividir a meio, os portos de Sines e de Cartagena, a manterem o aumento de eficiência registado nos últimos anos, poderão vir a ter uma eficiência média acima de 60%.

Em suma, dos 40 portos da amostra, 2 portos portugueses apresentam uma eficiência média inferior a 60% e 5 portos apresentam uma eficiência média superior a 60%.

## 7 Conclusões

A eficiência dos portos é um tema de extrema importância para o seu desenvolvimento, sustentabilidade e competitividade no mercado. Este projeto permitiu demonstrar esta importância, através da análise da eficiência dos portos de Espanha e Portugal na medida em que estes, após 2009 demonstraram maior interesse sobre a eficiência das operações portuárias, nomeadamente no crescimento da carga movimentada e respetivos requisitos de movimentação. Este tema é de todo importante na medida em que os portos, cada vez mais, são parte integrante das cadeias de fornecimento globais (*Supply Chain*).

A concorrência entre os portos europeus tem vindo a tornar-se cada vez mais forte, assistindo-se a concorrência tanto entre operadores de terminais do mesmo porto, como entre operadores de terminais de portos diferentes próximos ou mesmo distantes. O mercado europeu unificou-se em centros económicos localizados na Europa do Leste, Europa Central, no Triângulo Nórdico e na Península Ibérica levando ao desenvolvimento de novos centros de carga e corredores de transporte terrestres. Apesar de existirem diversos fatores-chave que contribuem para o sucesso dos portos, um nível alto de eficiência portuária e dos seus terminais, um preço competitivo e uma abordagem das diversas Cadeias de Fornecimento são dos fatores mais importantes para superar a concorrência (NOTTEBOOM, et al., 2015).

Neste projeto foram avaliados 40 portos de Portugal e de Espanha com base em cinco variáveis de entrada, que caracterizam os terminais de contentores e polivalentes que movimentem contentores e com base em uma variável de saída - o volume de carga contentorizada em TEU. Esta avaliação foi dividida em três fases e em cada fase, a respetiva amostra foi segmentada em categorias, justificada pela necessidade de comparar os portos por uma característica em comum - a área dos terminais - para que os valores de eficiência sejam coerentes. Também a utilização da unidade TEU, para contabilizar o número de contentores constituiu a unidade mais coerente, na medida em que é irrelevante contabilizar em peso pois estes valores variam muito em função do conteúdo transportado em cada contentor e em função da atratividade do mercado que o porto serve.

A ferramenta de cálculo DEA foi utilizada neste estudo, demonstrou ser relativamente simples de utilizar e apresentou resultados considerados coerentes e eficazes. Mas o mais importante é que permitiu calcular a eficiência das DMU sem necessitar de uma função que defina a forma da fronteira de eficiência, baseando-se somente nos dados da amostra para

definir a fronteira de cada categoria. Esta característica foi importante na medida em que os portos são diferentes em dimensão. Mesmo que se definam fronteiras matematicamente predefinidas é necessário adaptá-las constantemente para fazer face à evolução dos portos. O facto do cálculo da eficiência se basear em programação linear torna a obtenção dos resultados relativamente fácil. Estas duas características tornam a DEA uma das ferramentas mais utilizadas no cálculo de eficiência nas organizações, conforme se demonstra no quarto capítulo. A utilização do *software Frontier Analyst*, permitiu obter os níveis de eficiência de cada porto de uma forma rápida e organizada, revelando-se uma ferramenta poderosa no que respeita aos dados devolvidos pelo software, em particular as correlações entre variáveis e as folgas.

Este projeto foi estruturado em cinco capítulos, abordando diferentes temas relacionados com a eficiência de terminais de contentores em portos, nomeadamente a caracterização dos dois países em estudo, abordando questões económicas e marítimo-portuárias onde se destacam as grandes diferenças. A abordagem do tema da contentorização permitiu perceber a importância da eficiência dos terminais de contentores em particular na razão pela qual foram desenvolvidos os contentores. A abordagem ao conceito de eficiência permitiu esclarecer prováveis dúvidas no âmbito deste trabalho. A apresentação das ferramentas de análise de eficiência, como a DEA e a SFA permitiu evidenciar as potencialidades e as diferenças entre elas e os impactos que geram nos resultados.

A elaboração da estrutura do trabalho mereceu relevo, nomeadamente na definição das variáveis de entrada, na recolha e organização dos dados de amostra para cada uma das fases e nas limitações e dificuldades na obtenção de dados normalizados entre os dois países. A discussão dos resultados destacou importância na sua apresentação em forma de tabela e em gráficos, complementados com uma pesquisa de fundo para justificar os resultados obtidos.

O objetivo do presente projeto foi medir eficiência técnica dos portos com base nas três fases apresentadas em 5.2. Em cada fase verificou-se a necessidade de os portos com terminais de contentores melhorarem a sua eficiência, em particular, naqueles em que é inferior a 60%. Nestes casos, existem duas formas de agir para melhorar os resultados da eficiência: a primeira consiste em agir pelo lado das variáveis de entrada, o que para algumas variáveis é difícil visto serem fixas, sem possibilidade de serem reduzidas face a restrições técnicas e económicas; a segunda consiste em agir do lado das variáveis de saída, pelo aumento da carga movimentada nos portos. Neste último ponto e em comparação com Espanha, Portugal necessita de aumentar os volumes de carga contentorizada naqueles terminais cuja eficiência média seja inferior a 60%, algo que pode ser possível tanto pela

otimização dos recursos como também pelo aumento do volume de contentores movimentados nos portos. Segundo Notteboom *et al* (2015) Portugal está a apostar forte nos contentores em trânsito nos portos de Lisboa, Leixões e Sines (em especial este último) e aposta também no *hinterland* de Madrid através da ferrovia para aumentar o número de contentores movimentados nos seus portos. Este facto é um indicador da dependência dos portos portugueses da carga exterior e também da fraca performance da economia portuguesa para a exportação. Os portos de Espanha destacam-se com eficiência acima de 60% em maior número que os portos portugueses, pois o volume de carga contentorizada movimentada em Espanha é muito superior à carga movimentada em Portugal. É importante destacar que 50 a 55% do total de carga contentorizada movimentada nos portos de Espanha, isto é, entre 7 a 7,5 milhões de TEU por ano, é carga contentorizada em trânsito (*transshipment*) (PUERTOS DEL ESTADO, 2013 a 2015) o que revela que os portos de Espanha estão muito dependentes do contentor em trânsito para obterem grandes volumes de carga contentorizada. Estes volumes surgem pela presença de grandes armadores a gerir grandes terminais de contentores como por exemplo a APM Algeciras ou MSC Valencia que servem navios porta-contentores transatlânticos para transbordo de contentores.

Um aspeto importante verificado na análise dos resultados é o impacto que a crise económica e financeira mundial teve sobre os portos. Verificam-se estes efeitos em todos os gráficos elaborados na Fase 3, com os portos a apresentarem significativas reduções de eficiência nos anos de 2009 e 2010, como consequência das quebras registadas na movimentação de carga movimentada, com alguns portos a conseguirem. Também associado à crise financeira, está a diminuição da eficiência em alguns portos registada não num curto período de tempo, mas sim num período mais longo. Este é o caso do porto de Avilés que conforme se constatou, a eficiência caiu para valores nulos pois conforme se explica em 6.3, a empresa que explorava o terminal encerrou face a dificuldades financeiras da empresa do grupo.

Apesar do impacto da crise económica e financeira sobre a atividade portuária, observou-se o empenho de alguns operadores portuários e das respetivas administrações portuárias para superar estas dificuldades, quer por meio de negociações, quer por outros meios, caracterizando-se num aumento de eficiência. A título de exemplo, refira-se o porto de Málaga que obteve um acordo com um grande operador de linha regular, permitindo um substancial aumento da eficiência. Conclui-se que a cooperação entre *stakeholders* e o alinhamento de uma missão e visão portuária permitem, tanto aos portos como aos respetivos terminais, alcançarem resultados positivos.

O estado da arte do tema da eficiência de portos e terminais de contentores foi apresentado no quarto capítulo e conclui-se que a maioria dos estudos de eficiência portuária utiliza a DEA como ferramenta de análise. Dentro destes, muito utilizam o modelo BCC e CCR em simultâneo para comparar os resultados destes dois modelos. A SFA é pouco utilizada, tendo sido encontrada em 6 de 21 artigos pesquisados. Também se conclui que os estudos de eficiência sobre os portos portugueses são relativamente poucos, ainda que alguns destes sejam relativos à mercadoria que passa pelo porto, englobando todos os tipos de mercadoria, como por exemplo o estudo desenvolvido por Nigra (2010). Mesmo assim, com base na pesquisa efetuada para a elaboração do estado da arte, tanto a DEA como a SFA evoluíram com outros modelos matemáticos que permitem obter resultados mais corretos como por exemplo a DEA com FDH - *Free Disposal Hull*, um método que permite comparar DMU com DMU eficientes (OLIVEIRA, et al., 2014). Quanto às variáveis de entrada e de saída, tal como se previa são idênticas às que foram utilizadas neste projeto e essencialmente são aquelas que definem o processo produtivo nos terminais portuários.

A escolha das variáveis de entrada e saída neste estudo foram as mais adequadas para a análise de eficiência pretendida. Com base na revisão bibliográfica apresentada, são as variáveis mais utilizadas e são também aquelas que podem caracterizar os terminais portuários pois indicam as características técnicas dos meios envolventes onde decorrem as operações de carga e descarga de contentores. No entanto, verificámos que das cinco variáveis de entrada, apenas quatro são adequadas pois apresentam forte correlação com a variável de saída. A variável profundidade de cais é aquela que apresenta baixa correlação com a variável de saída, pelo que poderia ser substituída por outra variável, como por exemplo, pelo número de equipamentos no parque. Todavia, face à escassez de dados disponíveis em alguns portos, esta variável não foi utilizada neste estudo.

Os resultados apresentados neste projeto são rigorosos, dentro do domínio de cálculo da DEA. Contudo, é necessário considerar algumas limitações a que esteve sujeito.

Os dados utilizados nas variáveis de entrada e saída são provenientes de administrações portuárias e alguns operadores portuários, mas houve dados em que foi necessário obter fora deste domínio (por exemplo: *Google Earth*, para obter comprimento de cais ou área do terminal) o que gera sempre algum erro associado à respetiva medição.

Para determinados terminais, foi necessário aplicar valores estimados para que fosse possível realizar o cálculo. Refira-se que a DEA não procede ao cálculo da eficiência com variáveis nulas pelo que alguns terminais foram exemplo disso: o Terminal TML em Lisboa, só em 2015 contou com gruas no seu cais; ou os portos das ilhas Baleares, conhecidos por

movimentarem carga rolante, são casos em que foi necessário atribuir valores a variáveis para dar continuidade ao cálculo.

Os dados utilizados nas variáveis de entrada são constantes no tempo e não refletem as variações nestas variáveis que possam ocorrer no tempo. Um exemplo é o Porto de Sines, que passou por duas fases de expansão no Terminal XXI e que, face à dificuldade em obter dados em cada instante ou período conciso, foram utilizados os dados mais recentes para as variáveis de entrada.

A estrutura de DEA aplicada neste projeto é um dos pontos a destacar, em particular a divisão das amostras de cada fase em categorias distintas, de acordo com a área de cada terminal ou porto. Esta divisão foi necessária para obter resultados mais realistas, dada a grande divergência entre portos da amostra. No caso de se optar por não utilizar categorias na amostra, os resultados de eficiência seriam sempre favoráveis aos portos de pequena dimensão pois apresentam menos recursos nas entradas, independentemente das saídas.

A utilização de 3 fases neste estudo também permitiu avaliar as divergências entre os portos portugueses e os portos espanhóis onde, pela observação da Tabela 38 verificamos que apesar dos portos espanhóis serem em maior número, os portos portugueses encaixam-se nas categorias superiores. A utilização das fases 1 e 2 foi introduzida meramente para avaliar o comportamento da DEA quando o estudo de eficiência passa de terminais para portos, verifica-se que nos casos em que os portos são a soma das variáveis de entrada e saída dos vários terminais que os compõe, a eficiência obtida nos portos não representa a média das eficiências dos terminais (ainda que nalguns casos possa coincidir), conforme se pode observar na Figura 40.

A fase 3 abrange toda a amostra de portos de Portugal e Espanha, metade da amostra apresenta uma eficiência média no período de 2004 a 2014 acima de 60% conforme se apresenta na Tabela 50, e esses portos são Açores; Algeciras; Alicante; Aviles; Barcelona; Bilbao; Cadiz; Ceuta; Figueira da Foz; Ibiza; Leixões; Lisboa; Málaga; Palma; Madeira; Marin, St<sup>a</sup> Cruz de Tenerife; Sevilha, Valencia e Vigo.

Os resultados de eficiência obtidos, quando analisados no tempo conforme se apresentam nas tabelas em anexo, refletem muito as variações na carga contentorizada movimentada nos portos. Como as variáveis de entrada são fixas no período de 10 anos, é a variável de saída que condiciona os resultados de eficiência de cada porto. Contudo, o valor de eficiência não se limita somente à comparação de cargas movimentadas e à atribuição de pontuações de eficiência com base na carga movimentada. Quando se comparam várias DMU, o conjunto de variáveis de entrada e de saída são analisadas simultaneamente e vão

atribuir uma pontuação de eficiência para cada DMU. Estes dois pontos são importantes na análise dos resultados pois podem conduzir a que um leitor comum declare que os portos dos Açores e da Madeira são tão eficientes como um porto de Algeciras ou Valência o que pode não fazer qualquer sentido numa primeira análise.

Em termos de grandes conclusões, salientam-se as seguintes:

- Tanto os portos portugueses como os portos espanhóis necessitam de mais carga contentorizada para aumentar os seus níveis de eficiência. Contudo, a responsabilidade em obter mais carga está nas mãos de todos os *stakeholders* portuários, incluindo as entidades governamentais;
- As ações de melhoria da eficiência de um terminal ou porto não se focam somente em atualizar os equipamentos e a infraestrutura portuária. Focam-se também no empenho comercial dos portos em captar novas linhas regulares, na melhoria das relações laborais através do estabelecimento de acordos que permitam estabilidade laboral e a regulamentação da atividade portuária relativamente à concorrência entre portos de cada país, na concessão da atividade portuária a empresas privadas e no relacionamento com terminais terrestres multimodais para captar carga de zonas de influência mais distantes.
- Os gestores de terminais devem adotar uma gestão através de *benchmarking*, realizando análises de eficiência e comparando com portos não só vizinhos como distantes, para assegurarem o posicionamento do terminal no mercado.
- Independentemente da amostra em estudo, atingir a eficiência total em todos os portos em simultâneo, é praticamente impossível face às diferenças na infraestrutura e supraestrutura e nos mercados que servem. Por isso, numa amostra de portos ou terminais existirão sempre terminais mais eficientes que outros.
- A análise da eficiência deve ser realizada em categorias para comparar portos ou terminais com características comuns. Os terminais polivalentes devem ser analisados de forma separada dos terminais de contentores, em virtude dos diferentes tipos de carga movimentados no primeiro caso.

Os resultados da análise de correlações entre variáveis, realizado nas 3 fases deste projeto, também demonstraram que os portos se apresentam corretamente estruturados no que respeita ao número de terminais por porto (E1), ao comprimento de cais (E2), à área dos terminais (E4) e ao número de equipamentos no cais (E5). Nestas variáveis de entrada verifica-se que os níveis de correlação variam entre 0,86 e 0,91. Quando comparadas com a

variável de saída S1, as variáveis demonstram também forte correlação, com valores a variar entre 0,81 e 0,93. Verificou-se que a variável profundidade de cais (E4) podia ser excluída do estudo uma vez que tem uma baixa correlação com as restantes variáveis de entrada e de saída. A razão está no facto de a profundidade do cais afetar apenas o calado dos navios que nele atracam e não afeta a quantidade de contentores movimentados. Por outro lado, a correlação é baixa com as restantes variáveis de entrada pois as profundidades de cais são muito diferentes entre terminais de áreas muito semelhantes e por outro lado, o calado de um navio não afeta a quantidade de contentores movimentada no terminal.

Apesar dos resultados obtidos, há portos que surgiram no mercado para se tornarem em portos *hub*. Exemplo disso são Sines e Cartagena que, apesar de apresentarem uma eficiência média inferior a 60%, são portos que apresentam um crescimento contínuo no tempo e que estão a surgir no mercado como novos portos *hub*.

Os portos com eficiência média inferior a 60%, ou menos eficientes, são portos que se caracterizam ou por terem um excesso de recursos face à pouca carga movimentada ou são portos com terminais polivalentes em que a carga contentorizada movimentada é muito pouco expressiva. Estes últimos são terminais que não vivem da movimentação de contentores pelo que a eficiência deve ser avaliada pela quantidade de carga em Toneladas e não em Contentores.

Estes resultados, ainda que sujeitos às limitações indicadas anteriormente, são um ponto de partida para a implementação de uma abordagem de gestão eficaz dos recursos nos terminais e nos portos. Estes resultados comprovam a aplicabilidade da DEA no estudo da eficiência de terminais e portos de contentores e, com estudos mais detalhados, é possível otimizar os processos produtivos dos terminais para se maximizar a eficiência destes. Por conseguinte, os resultados obtidos neste estudo e a pesquisa efetuada para determinar as causas dos resultados demonstram a necessidade de se analisara eficiência portuária pelas administrações portuárias, pelos operadores portuários e outros *stakeholders* que participem no processo de produção nomeadamente na carga e descarga de contentores nos portos.

Apesar das limitações encontradas neste projeto académico, existe potencial para dar continuidade ao tema da eficiência de terminais portuários. Este projeto apresenta a eficiência portuária numa perspetiva macro, avaliando as variáveis de entrada mais significativas, mas será de todo interessante o desenvolvimento de trabalhos que permitam avaliar a eficiência de um terminal, com o envolvimento de um ou mais operadores portuários de terminais de contentores, para desenvolver um estudo de eficiência técnica mais completo para terminais de contentores, envolvendo outras variáveis como o número de trabalhadores ao serviço em

determinados períodos de tempo e, no caso de se analisar os dados no tempo, fazer refletir as variações dos dados de entrada no estudo. Será também interessante perspetivar a análise da eficiência dos portos portugueses com outros portos do mundo para avaliar e comparar o nível de eficiência. Neste estudo foi utilizada a ferramenta DEA mas em futuros estudos propõe-se que sejam também usadas outras ferramentas como a SFA, em particular com a função de Cobb-Douglas, para se avaliar a eficiência dos portos e se comparar os resultados obtidos pelos dois métodos.

## Bibliografia

- ACOSTA, Cristina, SILVA, Ana e LIMA, Milton. 2010.** Aplicação de Análise Envoltória de Dados (DEA) para medir eficiência em portos brasileiros. *Revista de Literatura dos Transportes*. 4, 2010, Vol. 5, pp. 88-102.
- APDL - Administração do Porto de Douro e Leixões. 2004-2014 a).** Boletim Estatístico Anual. [Online] 2004-2014 a). [www.apdl.pt](http://www.apdl.pt).
- . **2014 b).** Cais e Terminais. [Online] 2014 b). [Citação: 15 de Julho de 2015.] <http://www.apdl.pt/caracteristicas/caiseterminais>.
- APL - Administração do Porto de Lisboa. 2004 - 2014.** Publicação Estatística. [Online] 2004 - 2014. [Citação: 15 de Julho de 2014.] [www.portodelisboa.pt](http://www.portodelisboa.pt).
- BARROS, Carlos. 2005.** Decomposing growth in portuguese seaports: a frontier cost approach. *Maritime Economics and Logistics*. 7, 2005, pp. 297-315.
- BARROS, Carlos e MANAGIB, Shunsuke. 2008.** Productivity drivers in Japanese Ports. *ISEG - School of Economics and Management*. 2008, pp. 1-33.
- BARROS, Carlos, FELÍCIO, José Augusto e FERNANDES, Renato. 2012.** Productivity Analysis of Brazilian Seaports. [ed.] Taylor and Francis. *Maritime Policy Management*. 2012, Vol. 39, 5, pp. 503-523.
- BERNHOFEN, D., EL-SAHLI, Z. e KNELLER, R.** *Did the Container Increase International Trade? - Initial Explorations*. s.l. : University of Nottingham.
- BERNHOFEN, Daniel, EL-SAHLI, Zouheir e KNELLER, Richard. 2013.** Estimating the effects of the container revolution on world trade . *CESifo Working Paper: Trade Policy*. 2013, Vol. 4136.
- Blog de Aduana y Transportes en Canarias . 2009.** El puerto de S.C. Tenerife inicia en 2009 el tráfico de transbordo que potenciará en sus nuevas instalaciones. *Blog de Aduana y transportes en Canarias - Diário de Logística*. 12 de Janeiro de 2009.
- Cadena de Suministro. 2015 a).** El crecimiento de los contenedores en Leixoes beneficiará el proyecto de FCT en Ferrol. *Cadena de Suministro*. 12 de Fevereiro de 2015 a).
- . **2015 b).** El puerto de Santander contará con una terminal de contenedores. *Cadena de Suministro*. 04 de Maio de 2015 b).
- . **2012.** Nueva línea de contenedores entre Valencia y Melilla operada por MSC. *Cadena de Suministro*. 19 de Novembro de 2012.
- Canary Ports. 2014.** Continúa la fuga de contenedores en Las Palmas. *Canary Ports*. 13 de Outubro de 2014.
- CHARNES, A., COOPER, W. W. e RHODES, E. 1972.** Measuring The Efficiency of Decision Making Units. 1972, Vol. 2, pp. 429-444.
- COOPER, William W., SEIFORD, Lawrence M. e ZHU, Joe. 2004.** Data Envelopment Analysis - History, Models and Interpretations. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. 2004, Vol. 71, pp. 1-39.
- COOPER, William, et al. 2011.** Chapter 2 - Returns to Scale in DEA. [autor do livro] W COOPER. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. s.l. : Springer Science + Business Media, 2011, p. 498.
- CULLINANE, Kevin e SONG, Dong-Wook. 2006.** Estimating the relative efficiency of european container ports: a stochastic frontier analysis. *Port Economics: Research in Transport Economics*. 2006, Vol. 16, pp. 85-115.

- CULLINANE, Kevin e WANG, Teng-Fei. 2007.** DEA and Improving Container Port Efficiency. *Research in Port Economics*. 2007, Vol. 17, pp. 517-556.
- CULLINANE, Kevin e WANG, Tengfei. 2010.** The efficiency analysis of container port production using DEA panel data approaches. *Operations Research Spectrum*. 2010, Vol. 32, pp. 717-738.
- CULLINANE, Kevin, et al. 2006.** The technical efficiency of container ports: comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. *Transportation Research - Part A*. 2006, Vol. 40, pp. 354-374.
- CULLINANE, Kevin, JI, Ping e WANG, Teng-Fei. 2005.** The relationship between privatization and DEA estimates of efficiency in the container port industry. *Journal of Economics and Business*. 2005, Vol. 57, pp. 433-462.
- D'ALMEIDA, Jorge. n.d..** Portos e Transportes Marítimos. n.d. Obtido a 15 de Novembro de 2013 de Infoeuropa: <https://infoeuropa.euroid.pt/files/database/000038001-000039000/000038454.pdf>.
- DARAIO, C. e SIMAR, L. 2007.** Chapter 2: The Measurement of Efficiency. *Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency*. 2007, Vol. 22, p. 248.
- Diario de Ibiza. 2015.** Más toneladas de mercancía y más contenedores. 2015.
- DOWELL, Fernando. 2007.** Uma aplicação do método de Data Envelopment Analysis - DEA para medir a eficiência operacional dos terminais de Contêineres. Set. de 2007, Vol. 3, 3, pp. 105-128.
- Dubai Port Tarragona. 2009.** DP World Tarragona. [Online] 2009. [Citação: 15 de 10 de 2015.] <http://www.dpworldtarragona.com/>.
- El Comercio. 2007.** El Musel atrae nuevas líneas de contenedores. *El Comercio*. 26 de Setembro de 2007.
- . **2015.** El Musel pierde 70 escalas en cuatro meses. *El Comercio*. 28 de Abril de 2015.
- . **2009.** La crisis de Contenermar deja a la ciudad sin tráfico de contenedores en el puerto. *El Comercio*. 03 de 09 de 2009.
- ESMER, Soner. 2008.** Performance Measurements of Container. 2008.
- EUROPEAN COMMISSION. 2015 a).** Country Participation: Portugal. *Trans-European Network of Transport*. 2015 a). disponível em [http://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t-guidelines/doc/ten-t-country-fiches/pt\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t-guidelines/doc/ten-t-country-fiches/pt_en.pdf).
- EUROPEAN COMMISSION. 2015 b).** Country Participation: Spain. *Trans-European Network of Transport*. 2015 b). disponível em [http://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t-guidelines/doc/ten-t-country-fiches/es\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t-guidelines/doc/ten-t-country-fiches/es_en.pdf).
- European Sea Ports Organization. 2010.** *Port Performance Indicators - Selection and Measurement Indicators*. 2010. Relatório Executivo de Projecto.
- Faro de Vigo. 2014.** Vilagarcía se sitúa segunda en tráfico de contenedores en los puertos gallegos. *Faro de Vigo*. 23 de 08 de 2014.
- FONSECA, Bárbara. 2012.** *Reforma e Eficiência Portuária: O Porto de Aveiro*. Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro. Aveiro : s.n., 2012. p. 43, Dissertação para Obtenção de grau de Mestrado.
- Gobierno de España.** La Moncloa - Geografía. [Online] [Citação: 10 de Março de 2015.] <http://www.lamoncloa.gob.es/espana/paishistoriaycultura/geografia/Paginas/index.aspx>.
- GONÇALVES, Fernando Cruz. 2014.** Mercado do Transporte Marítimo de Carga Contentorizada. 2014, Tese para atribuição de grau de especialista, p. 215.
- GONZALEZ, Maria e TRUJILLO, Lourdes. 2008.** Reforms and infrastructure efficiency in Spain's Container ports. *Transportation Research Part A*. 2008, Vol. 42, pp. 243-257.

- GONZÁLEZ, Maria Manuela e TRUJILLO, Lourdes. 2009.** Efficiency Measurement in the Port Industry: a survey of the empirical evidence. *Journal of Transport Economics and Policy*. 2, 2009, Vol. 43, pp. 157-192.
- GONZÁLEZ, Serxio. 2015.** El tráfico de contenedores comienza a retroceder en el Muelle de Ferrazo. *La Voz*. 22 de Setembro de 2015.
- GUEDES, Luis, PENA, Rafael e GUERREIRO, Alexandra. 2008.** Análise de Eficiência dos Terminais Portuários do Mercosul. *ANPET*. 2008.
- HEAVER, Trevor.** Improving Efficiency in Port and Maritime Logistics: the role of collaborative relationships.
- HUNG, Shiu-Wang, LU, Wen-Min e WANG, Tung-Pao. 2009.** Benchmarking the operative efficiency of Asia container ports. *European Journal of Operational Research*. 203, 2009, pp. 706-713.
- Instituto Geográfico Nacional.** Atlas Nacional Geográfico - Datos Geográficos e Toponimia. [Online] [Citação: 11 de Março de 2015.] <http://www.ign.es/ign/layoutIn/anetabladosdatosgeneralesgeneral.do?tipoBusqueda=longCosta>.
- LIN, Lie-Chien e TSENG, Lih-An. 2005.** Application of DEA and SFA on the Measurement of Operating Efficiencies for 27 International container ports. 2005, Vol. 5, pp. 592-607.
- LIU, Qianwen. 2010.** *Efficiency Analysis of Container Ports and Terminals*. Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering, University College London. 2010. p. 206, Tese de Doutoramento.
- Malaga Port. 2009 a).** El tráfico de contenedores resurge en el Puerto de Málaga gracias al esfuerzo del ámbito portuario. *Notas de Prensa*. 09 de Junho de 2009 a).
- , **2009 b).** Resultado tráfico 2008 en el Puerto de Málaga. 03 de Fevereiro de 2009 b).
- MERK, Olaf e DANG, T. 2012.** Efficiency of world ports in container and bulk cargo (oil, coal, ores and grain). *OECD Regional Development Working Papers*. 2012.
- MOUZAS, Stefanos. 2006.** Efficiency versus Effectiveness in Business Networks. *Journal of Business Research*. Outubro de 2006, Vol. 59, pp. 1124-1132.
- Mundiario. 2015.** A Coruña, el peor puerto en contenedores de la euro-región Galicia-Norte de Portugal. *Mundiario*. 29 de Abril de 2015.
- NAIVIS, Spyros e TSEKERIS, Theodore. 2012.** Ranking and Causes of inefficiency of container seaports in South-Eastern Europe. *European Transport Research Review*. 2012, Vol. 4, pp. 235-244.
- NIGRA, Stefano. 2010.** A Eficiência no Sector Portuário: Aplicação de técnicas não-paramétricas. *Instituto Superior Técnico*. 2010, Dissertação de Mestrado.
- NOTTEBOOM, T. e DE LANGEN, P.W. 2015.** Container Port Competition in Europe. [ed.] International Series in Operational Research & Management Science. *Handbook of Ocean Container Transport Logistics - Making Global Supply Chain Effective*. 2015, Vol. 220, pp. 75-95.
- NOTTEBOOM, Theo e RODRIGUE, Jean-Paul. 2008.** Containerisation, Box Logistics and Global Supply Chains: The integration of Ports and Liner Shipping Networks. *Maritime Economics & Logistics*. 2008, Vol. 10, pp. 152-174.
- O.C.D.E. 2014 a).** *Estudios Económicos de la OCDE - España*. s.l. : OCDE Publishing, 2014 a).
- , **2014 b).** *Relatórios Económicos da OCDE - Portugal*. OCDE Publishing, 2014 b).
- OLIVEIRA, G. e CARIU, P. 2014.** The impact of competition on container port (in)efficiency. *Port Economics*. 2014, Paper Presented at IAME2014.
- PUERTOS DEL ESTADO. 2013 a 2015.** Estadísticas Mensuais Tráfico Portuário. 2013 a 2015. Dados analisados entre 2013 a 2015, não estando disponível os dados do mês de Dezembro deste ano..

- RODRIGUE, Jean-Paul. 2013 a).** Advantages and Drawbacks of Containerization. *The Geography of Transport Systems*. 2013 a).
- **2013 b).** Changes in the Global Trade Environment. *The Geography of Transport Systems*. 2013 b).
- **2013 c).** Configuration of a Maritime Container Terminal. *The geography of Transport Systems*. 2013 c).
- **2013 d).** Evolution of Containerships. *The Geography of Transport Systems*. 2013 d).
- SHARMA, Mithun e YU, Song. 2010.** Benchmark optimization and attribute identification for improvement of container terminals. *European Journal of Operational Research*. 201, 2010, pp. 568-580.
- SO, SoonHoo, et al. 2007.** Efficiency analysis and Ranking of major container ports in northeast Asia: an application of Data Envelopment Analysis. *International Review of Business Research Papers*. 2, 2007, Vol. 3, pp. 486-503.
- SOUSA JR., José, et al. 2013.** Avaliação da Eficiência dos portos utilizando Análise Envoltória de Dados: Estudo de caso dos portos da região nordeste do Brasil. *Revista de Transportes*. 4, Outubro de 2013, Vol. 7, pp. 75-106.
- SUÁREZ-ALEMÁN, Ancor, et al. 2015.** When it comes to container port efficiency, are all developing regions equal? *Inter-American Development Bank - Infrastructure and Environment Sector*. 2015.
- TANGEN, Stefan. 2002.** Understanding the Concept of Productivity. *Proceedings of the 7th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference*. 2002.
- TRUJILLO, Lourdes e TOVAR, Beatriz.** *The European Port Industry: An analysis of its Economic Efficiency*. City University of London; Universidad de Las Palmas.
- UNCTAD. 2015.** Developments in International Seaborne Trade. *Review of Maritime Transport*. 2015.
- **2013.** Developments in International Seaborne Trade. *Review of Maritime Transport*. 2013.
- **2011.** Developments in International Seaborne Trade. *Review of Maritime Transport*. 2011.
- **2012.** Developments in International Seaborne Trade. *Review of Maritime Transport*. 2012.
- **2009.** Developments in International Seaborne Trade. *Review of Maritime Transport*. 2009.
- **2008.** Developments in International Seaborne Trade. *Review of Maritime Transport*. 2008.
- **2014 a).** Developments in International Seaborne Trade. *Review of Maritime Transport*. 2014 a).
- **2014 b).** General Profile: Portugal. *UNCTADSTAT*. 2014 b).
- **2014 c).** General Profile: Spain. *UNCTADSTAT*. 2014 c).
- VITSOUNIS, Thomas. 2014.** Port Performance Measurement in Practice. *Port Economics*. 2014.
- 2013.** Why have containers boosted trade so much? *The Economist*. [Online] 21 de Maio de 2013. [Citação: 23 de Maio de 2015.] [http://www.economist.com/blogs/economist-explains/2013/05/economist-explains-14?fsrc=scn%2Fgn\\_ec%2Fwhy\\_have\\_containers\\_boosted\\_trade\\_so\\_much\\_](http://www.economist.com/blogs/economist-explains/2013/05/economist-explains-14?fsrc=scn%2Fgn_ec%2Fwhy_have_containers_boosted_trade_so_much_).
- World Shipping Council. 2011.** *Container Supply Review*. 2011.

## Anexos

Tabela 39 - Resultados da Eficiência calculada na Fase 1.

Porto	Terminal	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
		Leixões	Terminal Contentores Norte	71,05%	71,95%	75,71%	96,90%	100%				
	71,95%			75,71%	96,90%	100%	81,76%					
				75,71%	96,90%	100%	81,76%	85,82%				
					96,90%	100%	81,76%	85,82%	85,77%			
						97,53%	79,74%	83,70%	83,66%	100%		
							79,74%	83,70%	83,66%	100%	86,67%	
								83,70%	83,66%	100%	86,67%	80,50%
Leixões	Terminal Contentores Sul	81,35%	81,77%	88,75%	95,83%	100%						
			73,85%	80,15%	86,54%	90,31%	100%					
				74,30%	80,23%	83,72%	92,70%	100%				
					73,21%	76,40%	84,59%	91,25%	100%			
						61,44%	68,03%	73,38%	80,42%	100%		
							66,51%	71,74%	78,62%	97,76%	100%	
								69,12%	75,75%	94,19%	96,35%	100%
Figueira da Foz	Terminal Multipurpose	20,23%	21,96%	20,53%	21,69%	27,65%						
			21,96%	20,53%	21,69%	27,65%	27,24%					
				19,40%	20,50%	26,13%	25,74%	31,66%				
					16,55%	21,09%	20,78%	25,56%	30,23%			
						20,94%	20,63%	25,37%	30,01%	30,53%		
							20,63%	25,37%	30,01%	30,53%	24,48%	
								25,37%	30,01%	30,53%	24,48%	30,38%

Porto	Terminal	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
		Lisboa	Terminal Contentores Alcântara	94,29%	85,80%	84,55%	94,14%	93,37%					
	77,49%			76,36%	85,02%	84,33%	72,83%						
				70,79%	78,81%	78,17%	67,51%	76,82%					
					71,92%	71,33%	61,60%	70,10%	73,75%				
						57,37%	49,54%	56,38%	59,31%	54,71%			
							48,43%	55,11%	57,99%	53,48%	62,09%		
Lisboa	Terminal Multipurpose de Lisboa							53,10%	55,87%	51,53%	59,82%	45,20%	
		74,21%	74,39%	79,03%	78,31%	78,98%							
			74,39%	79,03%	78,31%	78,98%	66,22%						
				79,03%	78,31%	78,98%	66,22%	63,10%					
					78,31%	78,98%	66,22%	63,10%	58,84%				
						77,03%	64,59%	61,55%	57,39%	62,73%			
Lisboa	Terminal de Contentores de Santa Apolónia												
		77,02%	85,29%	84,68%	91,43%	93,44%							
			77,02%	76,48%	82,58%	84,38%	81,93%						
				70,90%	76,55%	78,23%	75,95%	71,37%					
					69,85%	71,38%	69,31%	65,13%	71,06%				
						57,41%	55,74%	52,38%	57,15%	45,82%			
					54,49%	51,20%	55,87%	44,79%	52,80%				
						15,32%	14,29%	15,62%	14,34%	45,65%			

Porto	Terminal	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
		Setúbal	Terminal Multipurpose de Setúbal - Zona II	25,11%	16,92%	20,25%	15,99%	22,44%				
	15,92%			19,06%	15,05%	21,13%	30,27%					
				12,55%	9,91%	13,91%	19,93%	40,55%				
					8,37%	11,75%	16,84%	34,25%	51,97%			
						9,46%	13,55%	27,57%	41,87%	26,77%		
							8,05%	16,38%	24,85%	15,90%	22,74%	
Sines	Terminal XXI							12,42%	18,85%	12,06%	17,24%	25,31%
		8,24%	21,87%	52,32%	64,36%	100,00%						
			20,59%	49,25%	60,59%	94,14%	100,00%					
				32,43%	39,90%	62,00%	65,86%	100,00%				
					33,70%	52,36%	55,62%	84,46%	100,00%			
						42,15%	44,77%	67,99%	80,49%	100,00%		
Açores	Terminal de Ponta Delgada						26,60%	40,39%	47,82%	59,40%	100,00%	
								30,63%	36,26%	45,05%	75,84%	100,00%
		75,50%	92,01%	94,36%	95,76%	100,00%						
			92,01%	94,36%	95,76%	100,00%	95,73%					
				85,97%	87,25%	91,11%	87,22%	100,00%				
					63,55%	66,36%	63,53%	72,84%	100,00%			
				66,36%	63,53%	72,84%	100,00%	58,33%				
					63,53%	72,84%	100,00%	58,33%	59,46%			
						72,84%	100,00%	58,33%	59,46%	59,46%		

Porto	Terminal	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
		Açores	Terminal de Praia da Vitória	39,00%	39,00%	40,70%	41,19%	40,56%					
	39,00%			40,70%	41,19%	40,56%	37,87%						
				37,30%	37,75%	37,17%	34,71%	36,81%					
					27,96%	27,54%	25,71%	27,27%	25,01%				
						27,51%	25,68%	27,24%	24,98%	24,70%			
							25,68%	27,24%	24,98%	24,70%	24,30%		
								27,24%	24,98%	24,70%	24,30%	24,30%	
Madeira	Terminal do Caniçal	18,43%	19,36%	100,00%	97,26%	98,33%							
			19,36%	100,00%	97,26%	98,33%	87,58%						
				100,00%	97,26%	98,33%	87,58%	86,23%					
					93,02%	94,04%	83,76%	82,47%	78,30%				
						92,52%	82,41%	81,14%	77,03%	71,01%			
							82,41%	81,14%	77,03%	71,01%	71,87%		
								81,14%	77,03%	71,01%	71,87%	76,00%	

**Tabela 40 - Média das Eficiências obtidas na Fase 1.**

<b>Porto</b>	<b>Terminal</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Leixões</b>	<b>TCL - Norte</b>	71,05%	71,95%	75,71%	96,90%	99,51%	80,95%	84,55%	84,19%	100,00%	86,67%	80,50%
	<b>TCL - Sul</b>	81,35%	77,81%	81,07%	83,95%	82,37%	82,37%	81,10%	83,70%	97,32%	98,18%	100,00%
<b>Figueira da Foz</b>	<b>Terminal Multipurpose Figueira da Foz</b>	20,23%	21,96%	20,15%	20,11%	24,69%	23,00%	26,67%	30,07%	30,53%	24,48%	30,38%
<b>Lisboa</b>	<b>Terminal de Contentores de Alcântara</b>	94,29%	81,65%	77,23%	82,47%	76,91%	59,98%	62,30%	61,73%	53,24%	60,96%	45,20%
	<b>Terminal Multipurpose de Lisboa</b>	74,21%	74,39%	79,03%	78,31%	78,59%	65,57%	62,17%	57,75%	62,73%	57,61%	53,11%
	<b>Terminal de Contentores Santa Apolónia</b>	77,02%	81,16%	77,35%	80,10%	76,97%	67,48%	51,08%	49,59%	35,41%	33,57%	45,65%
<b>Setúbal</b>	<b>Terminal Multipurpose Sadoport-II</b>	25,11%	16,42%	17,29%	12,33%	15,74%	17,73%	26,23%	34,39%	18,24%	19,99%	25,31%
<b>Sines</b>	<b>Terminal XXI</b>	8,24%	21,23%	44,67%	49,64%	70,13%	58,57%	64,69%	66,14%	68,15%	87,92%	100,00%
<b>Açores</b>	<b>Terminal P. Delgada</b>	75,50%	92,01%	91,56%	85,58%	84,77%	74,71%	78,27%	100,00%	58,33%	59,46%	59,46%
	<b>Terminal P. Vitória</b>	39,00%	39,00%	39,57%	37,02%	34,67%	29,93%	29,16%	24,99%	24,70%	24,30%	24,30%
<b>Madeira</b>	<b>Terminal Caniçal</b>	18,43%	19,36%	100,00%	96,20%	96,31%	84,75%	82,42%	77,35%	71,01%	71,87%	76,00%

**Tabela 41 - Resultados da Eficiência obtida na Fase 2**

<b>PORTO</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Leixões	77,56%	78,15%	83,95%	96,22%	100,00%						
		78,11%	83,90%	96,16%	99,94%	100,00%					
			78,41%	89,88%	93,40%	93,46%	100,00%				
				84,20%	87,50%	87,55%	93,68%	100,00%			
					71,13%	71,18%	76,16%	81,29%	100,00%		
						71,18%	76,16%	81,29%	100,00%	98,09%	
Figueira da Foz	28,91%	31,39%	29,33%	31,00%	39,51%						
		32,04%	29,95%	31,65%	40,34%	39,74%					
			28,74%	30,37%	38,71%	38,13%	46,91%				
				26,26%	33,47%	32,97%	40,56%	47,98%			
					33,47%	32,97%	40,56%	47,98%	48,81%		
						34,09%	41,94%	49,61%	50,47%	40,47%	
Lisboa	92,30%	91,98%	91,98%	99,35%	100,00%						
		91,98%	91,98%	99,35%	100,00%	90,43%					
			91,98%	99,35%	100,00%	90,43%	92,68%				
				99,35%	100,00%	90,43%	92,68%	97,57%			
					100,00%	90,43%	92,68%	97,57%	86,90%		
						69,98%	71,73%	75,52%	67,26%	76,29%	
Setúbal	13,03%	8,78%	10,51%	8,30%	11,64%						
		8,77%	10,50%	8,29%	11,64%	16,67%					
			9,81%	7,75%	10,88%	15,58%	31,70%				
				7,26%	10,19%	14,60%	29,69%	45,06%			
					8,28%	11,87%	24,14%	36,63%	23,44%		
						11,87%	24,14%	36,63%	23,44%	33,51%	
						24,14%	36,63%	23,44%	33,51%	49,18%	

<b>PORTO</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Sines	8,24%	21,87%	52,32%	64,36%	100,00%						
		20,59%	49,25%	60,59%	94,14%	100,00%					
			32,43%	39,90%	62,00%	65,86%	100,00%				
				33,70%	52,36%	55,62%	84,46%	100,00%			
					42,15%	44,77%	67,99%	80,49%	100,00%		
						26,60%	40,39%	47,82%	59,40%	100,00%	
							30,63%	36,26%	45,05%	75,84%	100,00%
Açores	81,44%	93,20%	96,08%	97,43%	100,00%						
		93,20%	96,08%	97,43%	100,00%	95,05%					
			90,07%	91,33%	93,74%	89,11%	100,00%				
				73,00%	74,93%	71,22%	79,93%	100,00%			
					74,93%	71,22%	79,93%	100,00%	66,27%		
						71,22%	79,93%	100,00%	66,27%	66,86%	
							79,93%	100,00%	66,27%	66,86%	66,86%
Madeira	18,43%	19,36%	100,00%	97,26%	98,33%						
		19,36%	100,00%	97,26%	98,33%	87,58%					
			100,00%	97,26%	98,33%	87,58%	86,23%				
				98,92%	100,00%	89,08%	87,70%	83,26%			
					100,00%	89,08%	87,70%	83,26%	76,76%		
						100,00%	98,45%	93,47%	86,17%	87,21%	
							100,00%	94,94%	87,52%	88,58%	93,67%

**Tabela 42 - Média das Eficiências obtidas na Fase 2.**

<b>Porto</b>	<b>Categoria</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Figueira da Foz</b>	<b>1</b>	28,91%	31,72%	29,34%	29,82%	37,10%	35,58%	42,42%	48,85%	49,99%	40,56%	50,44%
<b>Açores</b>	<b>1</b>	81,44%	93,20%	94,08%	89,80%	88,72%	79,56%	83,94%	100%	66,27%	66,86%	66,86%
<b>Madeira</b>	<b>1</b>	18,43%	19,36%	100%	97,68%	99,00%	90,66%	92,02%	88,73%	83,48%	87,90%	93,67%
<b>Leixões</b>	<b>2</b>	77,56%	78,13%	82,09%	91,62%	90,39%	84,67%	84,43%	85,97%	100%	98,09%	99,28%
<b>Setúbal</b>	<b>2</b>	13,03%	8,78%	10,27%	7,90%	10,53%	14,12%	26,76%	38,74%	23,44%	33,51%	49,18%
<b>Sines</b>	<b>3</b>	8,24%	21,23%	44,67%	49,64%	70,13%	58,57%	64,69%	66,14%	68,15%	87,92%	100%
<b>Lisboa</b>	<b>3</b>	92,30%	91,98%	91,98%	99,35%	100%	86,34%	80,83%	81,98%	68,39%	67,08%	48,02%

**Tabela 43 - Resultados da Eficiência calculada na Fase 3 para a Categoria 1**

Porto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Baleares - Ibiza</b>	61,40%	58,90%	91,90%	95,50%	100,00%						
		58,90%	91,90%	95,50%	100,00%	91,20%					
			91,90%	95,50%	100,00%	91,20%	65,00%				
				95,50%	100,00%	91,20%	65,00%	66,40%			
					100,00%	91,20%	65,00%	66,40%	41,50%		
						100,00%	71,20%	72,90%	45,50%	33,50%	
						87,80%	89,80%	56,00%	41,20%	71,50%	
<b>Ceuta</b>	50,10%	62,40%	65,70%	86,30%	95,80%						
		62,40%	65,70%	86,30%	95,80%	83,30%					
			65,70%	86,30%	95,80%	83,30%	59,10%				
				86,30%	95,80%	83,30%	59,10%	70,70%			
					95,80%	83,30%	59,10%	70,70%	99,80%		
						70,80%	50,20%	60,10%	84,70%	100,00%	
						49,20%	59,00%	83,20%	98,20%	100,00%	
<b>Figueira da Foz</b>	62,80%	68,20%	63,70%	67,40%	85,80%						
		68,20%	63,70%	67,40%	85,80%	84,60%					
			61,30%	64,70%	82,50%	81,30%	100,00%				
				54,70%	69,80%	68,70%	84,50%	100,00%			
					68,60%	67,50%	83,10%	98,30%	100,00%		
						67,50%	83,10%	98,30%	100,00%	80,20%	
						83,10%	98,30%	100,00%	80,20%	99,50%	
<b>Valencia -&gt;Gandia</b>	0,10%	0,10%	0,00%	0,80%	0,50%						
		0,10%	0,00%	0,80%	0,50%	0,10%					
			0,00%	0,80%	0,50%	0,10%	0,00%				
				0,80%	0,50%	0,10%	0,00%	1,20%			
					0,50%	0,10%	0,00%	1,20%	16,60%		
						0,10%	0,00%	1,40%	18,20%	15,10%	
						0,00%	1,40%	18,60%	15,40%	19,40%	

**Tabela 44- Resultados da Eficiência calculada na Fase 3 para a Categoria 2**

Porto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>A Coruña</b>	0,00%	0,00%	2,10%	12,90%	12,10%						
		0,00%	2,10%	13,10%	12,30%	12,10%					
			1,90%	12,00%	11,20%	11,00%	8,00%				
				11,40%	10,70%	10,50%	7,60%	7,50%			
					10,70%	10,50%	7,60%	7,50%	6,40%		
						10,80%	7,80%	7,70%	6,60%	7,10%	
							7,80%	7,80%	6,60%	7,20%	2,70%
<b>Açores</b>	81,40%	93,20%	96,10%	97,40%	100,00%						
		93,20%	96,10%	97,40%	100,00%	95,10%					
			90,10%	91,30%	93,70%	89,10%	100,00%				
				73,00%	74,90%	71,20%	79,90%	100,00%			
					74,90%	71,20%	79,90%	100,00%	66,30%		
						71,20%	79,90%	100,00%	66,30%	66,90%	
							79,90%	100,00%	66,30%	66,90%	66,90%
<b>Rosario (Las Palmas)</b>	49,70%	50,10%	47,30%	44,40%	31,60%						
		50,10%	47,30%	44,40%	31,60%	25,40%					
			42,60%	40,00%	28,50%	22,90%	20,80%				
				35,40%	25,20%	20,30%	18,40%	20,00%			
					25,20%	20,30%	18,40%	20,00%	20,10%		
						20,30%	18,40%	20,00%	20,10%	19,40%	
							18,40%	20,00%	20,10%	19,40%	21,00%
<b>Madeira</b>	100,00%	18,30%	94,60%	92,00%	93,00%						
		19,40%	100,00%	97,30%	98,30%	87,60%					
			100,00%	97,30%	98,30%	87,60%	86,20%				
				98,90%	100,00%	89,10%	87,70%	83,30%			
					100,00%	89,10%	87,70%	83,30%	76,80%		
						100,00%	98,50%	93,50%	86,20%	87,20%	
							100,00%	94,90%	87,50%	88,60%	93,70%

Porto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Sevilla</b>	82,30%	85,70%	90,80%	100,00%	96,60%						
		85,70%	90,80%	100,00%	96,60%	96,10%					
			80,30%	88,50%	85,50%	85,00%	100,00%				
				82,00%	79,20%	78,80%	92,70%	100,00%			
					79,20%	78,80%	92,70%	100,00%	94,90%		
						78,80%	92,70%	100,00%	94,90%	85,30%	
							92,70%	100,00%	94,90%	85,30%	98,10%
<b>Stª Cruz de La Palma - (Tenerife)</b>	59,30%	58,00%	57,70%	57,70%	51,80%						
		58,00%	57,70%	57,70%	51,80%	21,50%					
			52,90%	52,90%	47,40%	19,70%	40,10%				
				44,80%	40,20%	16,70%	33,90%	26,90%			
					40,20%	16,70%	33,90%	26,90%	26,90%		
						16,70%	33,90%	26,90%	26,90%	30,30%	
							33,90%	26,90%	26,90%	30,30%	26,80%
<b>Villagarcía</b>	0,00%	0,00%	0,30%	0,00%	28,20%						
		0,00%	0,30%	0,00%	28,80%	27,80%					
			0,20%	0,00%	26,80%	25,80%	0,90%				
				0,00%	25,70%	24,80%	0,90%	18,90%			
					25,70%	24,80%	0,90%	18,90%	41,10%		
						25,80%	0,90%	19,60%	42,80%	53,20%	
							1,00%	19,70%	43,00%	53,50%	53,70%

**Tabela 45 - Resultados da Eficiência calculada na Fase 3 para a Categoria 3**

Porto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Avilés</b>	24,80%	27,70%	23,30%	21,90%	19,50%						
		27,60%	23,20%	21,90%	19,40%	6,60%					
			22,20%	20,90%	18,60%	6,30%	0,00%				
				20,90%	18,50%	6,30%	0,00%	0,10%			
					18,40%	6,20%	0,00%	0,10%	0,00%		
						6,20%	0,00%	0,10%	0,00%	0,00%	
							0,00%	0,10%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Baleares - Mao</b>	100,00%	90,30%	84,50%	81,10%	68,10%						
		100,00%	93,60%	89,80%	75,40%	55,90%					
			94,10%	90,30%	75,80%	56,20%	33,60%				
				90,30%	75,80%	56,20%	33,60%	12,80%			
					75,80%	56,20%	33,60%	12,80%	5,50%		
						56,20%	33,60%	12,80%	5,50%	0,20%	
<b>Marín e Ria de Pontevedra</b>	65,60%	69,00%	80,40%	100,00%	62,60%						
		69,00%	80,40%	100,00%	62,60%	65,70%					
			76,90%	95,60%	59,90%	62,80%	100,00%				
				95,60%	59,90%	62,80%	100,00%	77,40%			
					59,90%	62,80%	100,00%	77,40%	82,10%		
						62,80%	100,00%	77,40%	82,10%	62,10%	
							100,00%	77,40%	82,10%	62,10%	60,70%
<b>Melilla</b>	78,20%	77,40%	95,80%	100,00%	97,90%						
		67,10%	83,10%	86,70%	84,90%	100,00%					
			83,10%	86,70%	84,90%	100,00%	87,60%				
				82,30%	80,60%	94,90%	83,20%	100,00%			
					64,50%	76,00%	66,60%	80,10%	100,00%		
						71,40%	62,50%	75,20%	93,90%	100,00%	
							62,50%	75,20%	93,90%	100,00%	97,70%

**Tabela 46- Resultados da Eficiência calculada na Fase 3 para a Categoria 4**

Porto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Alicante</b>	85,80%	88,80%	96,40%	100,00%	84,10%						
		88,80%	96,40%	100,00%	84,10%	73,70%					
			96,40%	100,00%	84,10%	73,70%	82,20%				
				100,00%	84,10%	73,70%	82,20%	86,10%			
					90,20%	79,00%	88,10%	92,30%	94,70%		
						83,40%	93,10%	97,50%	100,00%	93,60%	
							93,10%	97,50%	100,00%	93,60%	88,00%
<b>Almería</b>	0,10%	0,10%	0,20%	0,10%	0,60%						
		0,10%	0,20%	0,10%	0,60%	1,40%					
			0,20%	0,10%	0,60%	1,40%	2,70%				
				0,10%	0,60%	1,40%	2,70%	3,90%			
					0,60%	1,50%	2,80%	4,10%	6,30%		
						1,60%	3,10%	4,40%	6,80%	8,00%	
							3,10%	4,40%	6,80%	8,00%	7,00%
<b>Bahía de Cádiz</b>	68,70%	83,00%	93,10%	86,10%	75,80%						
		83,80%	94,00%	86,90%	76,50%	64,40%					
			94,00%	86,90%	76,50%	64,40%	66,10%				
				87,20%	76,70%	64,60%	66,30%	56,00%			
					80,50%	67,70%	69,50%	58,70%	61,30%		
						77,90%	79,90%	67,50%	70,40%	67,60%	
							79,90%	67,50%	70,40%	67,60%	62,60%
<b>Palma (Balears)</b>	100,00%	83,60%	85,90%	81,30%	73,20%						
		97,40%	100,00%	94,70%	85,20%	58,80%					
			100,00%	94,70%	85,20%	58,80%	34,30%				
				100,00%	90,00%	62,10%	36,20%	31,40%			
					100,00%	69,00%	40,30%	34,90%	34,00%		
						100,00%	58,40%	50,60%	49,30%	57,60%	
							94,70%	82,10%	80,10%	93,60%	100,00%
<b>Cartagena</b>	22,60%	30,70%	31,90%	37,90%	37,60%						
		30,70%	31,90%	37,90%	37,70%	47,30%					
			31,90%	37,90%	37,70%	47,30%	51,90%				
				37,90%	37,70%	47,30%	52,00%	58,30%			
					37,70%	47,30%	52,00%	58,30%	53,70%		
						55,00%	60,50%	67,80%	62,40%	75,90%	
							60,50%	67,90%	62,50%	76,00%	83,60%

Porto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Motril</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%						
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,70%					
			0,00%	0,00%	0,00%	0,70%	2,10%				
				0,00%	0,00%	0,70%	2,10%	3,30%			
					0,00%	0,70%	2,20%	3,30%	4,90%		
						0,80%	2,60%	3,90%	5,80%	5,40%	
						2,70%	4,10%	6,00%	5,60%	1,60%	
<b>Stª Cruz de Tenerife (Tenerife)</b>	88,90%	94,80%	96,60%	100,00%	81,30%						
		94,80%	96,60%	100,00%	81,30%	35,30%					
			96,60%	100,00%	81,30%	35,30%	73,60%				
				100,00%	81,30%	35,30%	73,60%	73,40%			
					100,00%	43,50%	90,60%	90,30%	82,80%		
						48,00%	100,00%	99,70%	91,50%	86,90%	
						100,00%	99,70%	91,50%	86,90%	92,60%	
<b>Vigo</b>	79,60%	82,90%	91,50%	98,50%	100,00%						
		82,90%	91,50%	98,50%	100,00%	78,20%					
			91,50%	98,50%	100,00%	78,20%	86,00%				
				98,50%	100,00%	78,20%	86,00%	85,60%			
					100,00%	78,20%	86,00%	85,60%	80,10%		
						91,00%	100,00%	99,50%	93,10%	97,90%	
						100,00%	99,50%	93,10%	97,90%	95,80%	

**Tabela 47- Resultados da Eficiência calculada na Fase 3 para a Categoria 5**

Porto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Castellón</b>	11,70%	14,60%	23,90%	34,00%	29,40%						
		14,60%	23,90%	34,00%	29,40%	22,40%					
			22,30%	31,80%	27,50%	20,90%	32,40%				
				29,80%	25,80%	19,60%	30,40%	38,30%			
					20,90%	15,90%	24,70%	31,10%	38,20%		
						15,90%	24,70%	31,10%	38,20%	46,10%	
						24,70%	31,10%	38,20%	46,10%	49,00%	
<b>Arrecife (Las Palmas)</b>	27,30%	28,20%	28,00%	26,50%	20,60%						
		28,20%	28,00%	26,40%	20,60%	17,80%					
			26,10%	24,70%	19,20%	16,70%	15,70%				
				23,20%	18,00%	15,60%	14,70%	15,60%			
					14,60%	12,70%	12,00%	12,70%	11,10%		
						12,70%	12,00%	12,70%	11,10%	12,40%	
						12,00%	12,70%	11,10%	12,40%	15,60%	
<b>Leixões</b>	77,60%	78,20%	83,90%	96,20%	100,00%						
		78,10%	83,90%	96,20%	99,90%	100,00%					
			78,40%	89,90%	93,40%	93,50%	100,00%				
				84,20%	87,50%	87,60%	93,70%	100,00%			
					71,10%	71,20%	76,20%	81,30%	100,00%		
						71,20%	76,20%	81,30%	100,00%	98,10%	
						76,20%	81,30%	100,00%	98,10%	99,30%	
<b>Setúbal</b>	13,00%	8,80%	10,50%	8,30%	11,60%						
		8,80%	10,50%	8,30%	11,60%	16,70%					
			9,80%	7,70%	10,90%	15,60%	31,70%				
				7,30%	10,20%	14,60%	29,70%	45,10%			
					8,30%	11,90%	24,10%	36,60%	23,40%		
						11,90%	24,10%	36,60%	23,40%	33,50%	
						24,10%	36,60%	23,40%	33,50%	49,20%	
<b>Sagundo (Valencia)</b>	24,00%	17,20%	6,00%	3,90%	8,50%						
		17,20%	6,00%	3,90%	8,50%	22,40%					
			5,60%	3,60%	7,90%	20,90%	40,40%				
				3,40%	7,40%	19,60%	37,90%	29,90%			
					6,00%	15,90%	30,80%	24,30%	12,90%		
						15,90%	30,80%	24,30%	12,90%	12,30%	
						30,80%	24,30%	12,90%	12,30%	16,80%	

**Tabela 48- Resultados da Eficiência calculada na Fase 3 para a Categoria 6**

Porto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Bilbao</b>	84,10%	90,40%	93,90%	99,50%	100,00%						
		90,40%	93,90%	99,50%	100,00%	79,60%					
			93,90%	99,50%	100,00%	79,60%	95,40%				
				96,80%	97,30%	77,40%	92,80%	100,00%			
					91,30%	72,70%	87,10%	93,90%	100,00%		
						53,60%	64,20%	69,20%	73,70%	73,30%	
							48,70%	52,50%	55,90%	55,60%	57,80%
<b>Ferrol-S Cibrao</b>	0,00%	0,10%	0,60%	3,80%	0,20%						
		0,10%	0,60%	3,80%	0,20%	0,20%					
			0,60%	3,80%	0,20%	0,20%	0,20%				
				3,80%	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%			
					0,30%	0,20%	0,20%	0,30%	0,50%		
						0,20%	0,20%	0,30%	0,40%	0,40%	
							0,20%	0,20%	0,30%	0,30%	0,30%
<b>Lisboa</b>	92,30%	92,00%	92,00%	99,40%	100,00%						
		92,00%	92,00%	99,40%	100,00%	90,40%					
			92,00%	99,40%	100,00%	90,40%	92,70%				
				99,40%	100,00%	90,40%	92,70%	97,60%			
					100,00%	90,40%	92,70%	97,60%	86,90%		
						70,00%	71,70%	75,50%	67,30%	76,30%	
						54,40%	57,30%	51,00%	57,90%	48,00%	
<b>Málaga</b>	16,90%	45,60%	85,70%	100,00%	79,00%						
		45,60%	85,70%	100,00%	79,00%	53,40%					
			85,70%	100,00%	79,00%	53,40%	55,00%				
				100,00%	79,00%	53,40%	55,00%	87,90%			
					89,90%	60,80%	62,60%	100,00%	70,50%		
						56,00%	57,70%	92,20%	65,00%	57,30%	
							43,80%	69,90%	49,30%	43,40%	12,90%
<b>Santander</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,30%						
		0,00%	0,00%	0,10%	0,30%	0,40%					
			0,00%	0,10%	0,30%	0,40%	0,40%				
				0,10%	0,30%	0,40%	0,40%	0,50%			
					0,40%	0,50%	0,40%	0,60%	0,30%		
						0,50%	0,40%	0,50%	0,30%	0,30%	
							0,30%	0,40%	0,20%	0,20%	0,20%

Porto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Sines</b>	3,60%	9,50%	22,70%	27,90%	43,30%						
		9,50%	22,70%	27,90%	43,30%	46,00%					
			22,70%	27,90%	43,30%	46,00%	69,90%				
				27,90%	43,30%	46,00%	69,90%	82,70%			
					42,20%	44,80%	68,00%	80,50%	100,00%		
						26,60%	40,40%	47,80%	59,40%	100,00%	
							30,60%	36,30%	45,00%	75,80%	100,00%
<b>Tarragona</b>	3,90%	2,00%	2,70%	10,60%	10,30%						
		2,00%	2,70%	10,60%	10,30%	49,80%					
			2,70%	10,60%	10,30%	49,80%	57,50%				
				10,60%	10,30%	49,80%	57,50%	50,80%			
					10,60%	51,20%	59,10%	52,30%	43,70%		
						35,60%	41,10%	36,40%	30,40%	23,80%	
							31,20%	27,60%	23,10%	18,00%	18,20%

**Tabela 49 - Resultados da Eficiência calculada na Fase 3 para a Categoria 7**

Porto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Bahía de Algeiras</b>	81,50%	88,20%	90,40%	94,90%	92,30%						
		87,20%	89,40%	93,80%	91,30%	83,50%					
			77,90%	81,80%	79,50%	72,70%	67,10%				
				79,30%	77,20%	70,60%	65,10%	83,60%			
					74,50%	68,20%	62,90%	80,70%	92,20%		
						68,20%	62,90%	80,70%	92,20%	97,20%	
							61,60%	79,10%	90,30%	95,20%	100,00%
<b>Barcelona</b>	72,20%	78,10%	87,30%	98,30%	96,80%						
		77,20%	86,40%	97,20%	95,70%	67,10%					
			75,20%	84,70%	83,40%	58,40%	62,70%				
				82,20%	80,90%	56,70%	60,80%	63,40%			
					78,20%	54,80%	58,70%	61,30%	53,40%		
						54,80%	58,70%	61,30%	53,40%	52,30%	
							57,60%	60,00%	52,40%	51,20%	56,40%
<b>Gijón</b>	1,10%	1,30%	1,90%	3,50%	6,50%						
		1,20%	1,90%	3,40%	6,50%	6,80%					
			1,70%	3,00%	5,60%	5,90%	7,70%				
				2,90%	5,50%	5,70%	7,40%	7,50%			
					5,30%	5,50%	7,20%	7,20%	9,80%		
						5,50%	7,20%	7,20%	9,80%	12,60%	
							7,20%	7,20%	9,80%	12,60%	10,80%
<b>Las Palmas (Las Palmas)</b>	39,50%	39,00%	43,00%	43,40%	44,20%						
		38,60%	42,50%	42,90%	43,60%	33,30%					
			37,00%	37,40%	38,00%	29,00%	32,60%				
				36,30%	36,90%	28,20%	31,60%	36,80%			
					35,60%	27,20%	30,50%	35,60%	33,10%		
						27,20%	30,50%	35,60%	33,10%	27,50%	
							30,50%	35,60%	33,10%	27,50%	26,00%
<b>Valência</b>	59,20%	66,70%	72,50%	84,50%	100,00%						
		65,90%	71,70%	83,60%	98,90%	100,00%					
			62,50%	72,80%	86,10%	87,10%	100,00%				
				70,70%	83,60%	84,60%	97,00%	100,00%			
					80,70%	81,70%	93,70%	96,60%	100,00%		
						81,70%	93,70%	96,60%	100,00%	96,80%	
							93,70%	96,60%	100,00%	96,80%	99,30%

**Tabela 50 - Média da Eficiência dos Portos Portugueses e Espanhóis.**

Porto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Categoria 1</b>											
Baleares - Ibiza	61,40%	58,90%	91,90%	95,50%	100,00%	92,96%	70,80%	73,88%	47,67%	37,35%	71,50%
Ceuta	50,10%	62,40%	65,70%	86,30%	95,80%	80,80%	55,34%	65,13%	89,23%	99,10%	100,00%
Figueira da Foz	62,80%	68,20%	62,90%	63,55%	78,50%	73,92%	86,76%	98,73%	100,00%	80,20%	99,50%
Valencia ->Gandia	0,10%	0,10%	0,00%	0,80%	0,50%	0,10%	0,00%	1,30%	17,80%	15,25%	19,40%
<b>Categoria 2</b>											
A Coruña	0,00%	0,00%	2,03%	12,35%	11,40%	10,98%	7,76%	7,63%	6,53%	7,15%	2,70%
Açores	81,40%	93,20%	94,10%	89,78%	88,70%	79,56%	83,92%	100,00%	66,30%	66,90%	66,90%
Rosario (Las Palmas)	49,70%	50,10%	45,73%	41,05%	28,42%	21,84%	18,88%	20,00%	20,10%	19,40%	21,00%
Madeira	100,00%	18,85%	98,20%	96,38%	97,92%	90,68%	92,02%	88,75%	83,50%	87,90%	93,70%
Sevilla	82,30%	85,70%	87,30%	92,63%	87,42%	83,50%	94,16%	100,00%	94,90%	85,30%	98,10%
Stª Cruz de La Palma (Tenerife)	59,30%	58,00%	56,10%	53,28%	46,28%	18,26%	35,14%	26,90%	26,90%	30,30%	26,80%
Villagarcía	0,00%	0,00%	0,27%	0,00%	27,04%	25,80%	0,92%	19,28%	42,30%	53,35%	53,70%
<b>Categoria 3</b>											
Avilés	24,80%	27,65%	22,90%	21,40%	18,88%	6,32%	0,00%	0,10%	0,00%	0,00%	0,00%
Mao (Baleares)	100,00%	95,15%	90,73%	87,88%	74,18%	56,14%	33,60%	12,80%	5,50%	0,20%	1,60%
Marín y Ría de Pontevedra	65,60%	69,00%	79,23%	97,80%	60,98%	63,38%	100,00%	77,40%	82,10%	62,10%	60,70%
Melilla	78,20%	72,25%	87,33%	88,93%	82,56%	88,46%	72,48%	82,63%	95,93%	100,00%	97,70%
<b>Categoria 4</b>											
Alicante	85,80%	88,80%	96,40%	100,00%	85,32%	76,70%	87,74%	93,35%	98,23%	93,60%	88,00%
Almería	0,10%	0,10%	0,20%	0,10%	0,60%	1,46%	2,88%	4,20%	6,63%	8,00%	7,00%
Bahía de Cádiz	68,70%	83,40%	93,70%	86,78%	77,20%	67,80%	72,34%	62,43%	67,37%	67,60%	62,60%
Palma (Baleares)	100,00%	90,50%	95,30%	92,68%	86,72%	69,74%	52,78%	49,75%	54,47%	75,60%	100,00%
Cartagena	22,60%	30,70%	31,90%	37,90%	37,68%	48,84%	55,38%	63,08%	59,53%	75,95%	83,60%
Motril	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,72%	2,34%	3,65%	5,57%	5,50%	1,60%
Stª Cruz de Tenerife (Tenerife)	88,90%	94,80%	96,60%	100,00%	85,04%	39,48%	87,56%	90,78%	88,60%	86,90%	92,60%
Vigo	79,60%	82,90%	91,50%	98,50%	100,00%	80,76%	91,60%	92,55%	88,77%	97,90%	95,80%

Porto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Categoría 5</b>											
<b>Castellón</b>	11,70%	14,60%	23,37%	32,40%	26,60%	18,94%	27,38%	32,90%	38,20%	46,10%	49,00%
<b>Las Palmas - Arrecife</b>	27,30%	28,20%	27,37%	25,20%	18,60%	15,10%	13,28%	13,43%	11,10%	12,40%	15,60%
<b>Leixões</b>	77,60%	78,15%	82,07%	91,63%	90,38%	84,70%	84,46%	85,98%	100,00%	98,10%	99,30%
<b>Setúbal</b>	13,00%	8,80%	10,27%	7,90%	10,52%	14,14%	26,74%	38,73%	23,40%	33,50%	49,20%
<b>Valencia -&gt;Sagundo</b>	24,00%	17,20%	5,87%	3,70%	7,66%	18,94%	34,14%	25,70%	12,90%	12,30%	16,80%
<b>Categoría 6</b>											
<b>Bilbao</b>	84,10%	90,40%	93,90%	98,83%	97,72%	72,58%	77,64%	78,90%	76,53%	64,45%	57,80%
<b>Ferrol-S Cibrao</b>	0,00%	0,10%	0,60%	3,80%	0,22%	0,20%	0,20%	0,25%	0,40%	0,35%	0,30%
<b>Lisboa</b>	92,30%	92,00%	92,00%	99,40%	100,00%	86,32%	80,84%	82,00%	68,40%	67,10%	48,00%
<b>Málaga</b>	16,90%	45,60%	85,70%	100,00%	81,18%	55,40%	54,82%	87,50%	61,60%	50,35%	12,90%
<b>Santander</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,32%	0,44%	0,38%	0,50%	0,27%	0,25%	0,20%
<b>Sines</b>	3,60%	9,50%	22,70%	27,90%	43,08%	41,88%	55,76%	61,83%	68,13%	87,90%	100,00%
<b>Tarragona</b>	3,90%	2,00%	2,70%	10,60%	10,36%	47,24%	49,28%	41,78%	32,40%	20,90%	18,20%
<b>Categoría 7</b>											
<b>Bahía de Algeciras</b>	81,50%	87,70%	85,90%	87,45%	82,96%	72,64%	63,92%	81,03%	91,57%	96,20%	100,00%
<b>Barcelona</b>	72,20%	77,65%	82,97%	90,60%	87,00%	58,36%	59,70%	61,50%	53,07%	51,75%	56,40%
<b>Gijón</b>	1,10%	1,25%	1,83%	3,20%	5,88%	5,88%	7,34%	7,28%	9,80%	12,60%	10,80%
<b>Las Palmas (Las Palmas)</b>	39,50%	38,80%	40,83%	40,00%	39,66%	28,98%	31,14%	35,90%	33,10%	27,50%	26,00%
<b>Valencia</b>	59,20%	66,30%	68,90%	77,90%	89,86%	87,02%	95,62%	97,45%	100,00%	96,80%	99,30%

Tabela 51 - Valores Médios da folga das variáveis de entrada e saída para a Categoria 1 na Fase 3.

Porto	Categoria	Janela	Folga E1	Folga E2	Folga E3	Folga E4	Folga E5
<b>Ibiza (Balears)</b>	1	1	0	0	0	0	0
	1	2	0	0	0	0	0
	1	3	0	0	0	0	0
	1	4	0	0	0	0	0
	1	5	0	0	0	0	0
	1	6	0	0	0	0	0
	1	7	0,1642	0	0	0,2163	0,1642
<b>Ceuta</b>	1	1	0,269	0	0,4613	0,0085	0,269
	1	2	0,269	0	0,4613	0,0085	0,269
	1	3	0,269	0	0,4613	0,0085	0,269
	1	4	0,269	0	0,4613	0,0085	0,269
	1	5	0,269	0	0,4613	0,0085	0,269
	1	6	0	0	0	0	0
	1	7	0	0	0	0	0
<b>Figueira da Foz</b>	1	1	0,2835	0,2520	0,2089	0	0,2835
	1	2	0,2835	0,2520	0,2089	0	0,2835
	1	3	0	0	0	0	0
	1	4	0	0	0	0	0
	1	5	0	0	0	0	0
	1	6	0	0	0	0	0
	1	7	0	0	0	0	0
<b>Gandia (Valencia)</b>	1	1	0	0,76	0,2105	0,4416	0
	1	2	0	0,76	0,2105	0,4416	0
	1	3	0	0,76	0,2105	0,4416	0
	1	4	0	0,76	0,2105	0,4416	0
	1	5	0	0,76	0,2105	0,4416	0
	1	6	0	0,76	0,2105	0,4416	0
	1	7	0	0,576	0,2105	0,6	0

Tabela 52 - Valores Médios da folga das variáveis de entrada e saída para a Categoria 2 na Fase 3.

Porto	Categoria	Janela	Folga E1	Folga E2	Folga E3	Folga E4	Folga E5
A Coruña	2	1	0,2483	0,1869	0,4388	0	0
	2	2	0,2483	0,1869	0,4388	0	0
	2	3	0,2483	0,1869	0,4388	0	0
	2	4	0,2483	0,1869	0,4388	0	0
	2	5	0,2483	0,1869	0,4388	0	0
	2	6	0,2483	0,1869	0,4388	0	0
	2	7	0,2483	0,1869	0,4388	0	0
Açores	2	1	0	0	0	0	0
	2	2	0	0	0	0	0
	2	3	0	0	0	0	0
	2	4	0	0	0	0	0
	2	5	0	0	0	0	0
	2	6	0	0	0	0	0
	2	7	0	0	0	0	0
Rosario (Las Palmas)	2	1	0	0,0140	0,3392	0,1029	0
	2	2	0	0,0140	0,3392	0,1029	0
	2	3	0	0,0140	0,3392	0,1029	0
	2	4	0	0,0140	0,3392	0,1029	0
	2	5	0	0,0140	0,3392	0,1029	0
	2	6	0	0,0140	0,3392	0,1029	0
	2	7	0	0,0140	0,3392	0,1029	0
Madeira	2	1	0,0713	0	0,0897	0,0473	0,1713
	2	2	0	0	0	0	0
	2	3	0	0	0	0	0
	2	4	0	0	0	0	0
	2	5	0	0	0	0	0
	2	6	0	0	0	0	0
	2	7	0	0	0	0	0
Sevilla	2	1	0	0	0	0	0
	2	2	0	0	0	0	0
	2	3	0	0	0	0	0
	2	4	0	0	0	0	0
	2	5	0	0	0	0	0
	2	6	0	0	0	0	0
	2	7	0	0	0	0	0

<b>Porto</b>	<b>Categoria</b>	<b>Janela</b>	<b>Folga E1</b>	<b>Folga E2</b>	<b>Folga E3</b>	<b>Folga E4</b>	<b>Folga E5</b>
<b>Stª Cruz de La Palma (Tenerife)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	0,1560	0,4778	0,3647	0	0
	<b>2</b>	<b>2</b>	0,1560	0,4778	0,3647	0	0
	<b>2</b>	<b>3</b>	0,1560	0,4778	0,3647	0	0
	<b>2</b>	<b>4</b>	0,1560	0,4778	0,3647	0	0
	<b>2</b>	<b>5</b>	0,1560	0,4778	0,3647	0	0
	<b>2</b>	<b>6</b>	0,1560	0,4778	0,3647	0	0
	<b>2</b>	<b>7</b>	0,1560	0,4778	0,3647	0	0
<b>Villagarcía</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	0,2701	0,2363	0,6748	0	0
	<b>2</b>	<b>2</b>	0,2701	0,2363	0,6748	0	0
	<b>2</b>	<b>3</b>	0,2701	0,2363	0,6748	0	0
	<b>2</b>	<b>4</b>	0,2701	0,2363	0,6748	0	0
	<b>2</b>	<b>5</b>	0,2701	0,2363	0,6748	0	0
	<b>2</b>	<b>6</b>	0,2701	0,2363	0,6748	0	0
	<b>2</b>	<b>7</b>	0,2701	0,2363	0,6748	0	0

**Tabela 53 - Valores Médios da folga das variáveis de entrada e saída para a Categoria 3 na Fase 3.**

Porto	Categoria	Janela	Folga E1	Folga E2	Folga E3	Folga E4	Folga E5
Avilés	3	1	0,1386	0,3971	0	0	0,1386
	3	2	0,1386	0,3971	0	0	0,1386
	3	3	0,1386	0,3971	0	0	0,1386
	3	4	0,1386	0,3971	0	0	0,1386
	3	5	0,1386	0,3971	0	0	0,1386
	3	6	0,1386	0,3971	0	0	0,1386
	3	7	0,1386	0,3971	0	0	0,1386
Mao (Baleares)	3	1	0	0	0	0	0
	3	2	0	0	0	0	0
	3	3	0,5357	0,2656	0	0,5818	0,0357
	3	4	0,5357	0,2656	0	0,5818	0,0357
	3	5	0,5357	0,2656	0	0,5818	0,0357
	3	6	0,5357	0,2656	0	0,5818	0,0357
	3	7	0,5357	0,2656	0	0,5818	0,0357
Marín y Ría de Pontevedra	3	1	0	0	0	0	0
	3	2	0	0	0	0	0
	3	3	0	0	0	0	0
	3	4	0	0	0	0	0
	3	5	0	0	0	0	0
	3	6	0	0	0	0	0
	3	7	0	0	0	0	0
Melilla	3	1	0	0	0	0	0
	3	2	0	0	0	0	0
	3	3	0	0	0	0	0
	3	4	0	0	0	0	0
	3	5	0	0	0	0	0
	3	6	0	0	0	0	0
	3	7	0	0	0	0	0

Tabela 54 - Valores Médios da folga das variáveis de entrada e saída para a Categoria 4 na Fase 3.

Porto	Categoria	Janela	Folga E1	Folga E2	Folga E3	Folga E4	Folga E5
Alicante	4	1	0	0	0	0	0
	4	2	0	0	0	0	0
	4	3	0	0	0	0	0
	4	4	0	0	0	0	0
	4	5	0,4418	0,1991	0,1489	0	0,0274
	4	6	0	0	0	0	0
	4	7	0	0	0	0	0
Almería	4	1	0	0,1912	0,2440	0	0,0261
	4	2	0	0,1912	0,2440	0	0,0261
	4	3	0	0,1912	0,2440	0	0,0261
	4	4	0	0,1912	0,2440	0	0,0261
	4	5	0,2021	0,2823	0,3121	0	0,0386
	4	6	0	0,1912	0,2440	0	0,0261
	4	7	0	0,1912	0,2440	0	0,0261
Baía de Cádiz	4	1	0,0590	0	0,1092	0	0
	4	2	0,0590	0	0,1092	0	0
	4	3	0,0590	0	0,1092	0	0
	4	4	0,0590	0	0,1092	0	0
	4	5	0,0757	0	0,0916	0,0457	0
	4	6	0,0757	0	0,0916	0,0457	0
	4	7	0,0757	0	0,0916	0,0457	0
Palma (Balears)	4	1	0	0	0	0	0
	4	2	0	0	0	0	0
	4	3	0	0	0	0	0
	4	4	0	0	0	0	0
	4	5	0	0	0	0	0
	4	6	0	0	0	0	0
	4	7	0	0	0	0	0
Cartagena	4	1	0,1661	0,1378	0,1609	0	0
	4	2	0,1661	0,1378	0,1609	0	0
	4	3	0,1661	0,1378	0,1609	0	0
	4	4	0,1661	0,1378	0,1609	0	0
	4	5	0,1661	0,1378	0,1609	0	0
	4	6	0,1661	0,1378	0,1609	0	0
	4	7	0,1661	0,1378	0,1609	0	0

<b>Porto</b>	<b>Categoria</b>	<b>Janela</b>	<b>Folga E1</b>	<b>Folga E2</b>	<b>Folga E3</b>	<b>Folga E4</b>	<b>Folga E5</b>
<b>Motril</b>	4	1	0,1359	0,4377	0,2453	0	0
	4	2	0,1359	0,4377	0,2453	0	0
	4	3	0,1359	0,4377	0,2453	0	0
	4	4	0,1359	0,4377	0,2453	0	0
	4	5	0,1359	0,4377	0,2453	0	0
	4	6	0,1359	0,4377	0,2453	0	0
	4	7	0,1359	0,4377	0,2453	0	0
<b>Tenerife - St<sup>a</sup> Cruz de Tenerife</b>	4	1	0	0	0	0	0
	4	2	0	0	0	0	0
	4	3	0	0	0	0	0
	4	4	0	0	0	0	0
	4	5	0	0	0	0	0
	4	6	0	0	0	0	0
	4	7	0	0	0	0	0
<b>Vigo</b>	4	1	0	0	0	0	0
	4	2	0	0	0	0	0
	4	3	0	0	0	0	0
	4	4	0	0	0	0	0
	4	5	0	0	0	0	0
	4	6	0	0	0	0	0
	4	7	0	0	0	0	0

**Tabela 55- Valores Médios da folga das variáveis de entrada e saída para a Categoria 5 na Fase 3.**

Porto	Categoria	Janela	Folga E1	Folga E2	Folga E3	Folga E4	Folga E5
<b>Castellón</b>	5	1	0,3333	0,2324	0,4285	0,5040	0
	5	2	0,3333	0,2324	0,4285	0,5040	0
	5	3	0,3333	0,2324	0,4285	0,5040	0
	5	4	0,3333	0,2324	0,4285	0,5040	0
	5	5	0,3333	0,2324	0,4285	0,5040	0
	5	6	0,3333	0,2324	0,4285	0,5040	0
	5	7	0,3333	0,2324	0,4285	0,5040	0
<b>Las Palmas - Arrecife</b>	5	1	0	0,4758	0,5714	0,1219	0
	5	2	0	0,4758	0,5714	0,1219	0
	5	3	0	0,4758	0,5714	0,1219	0
	5	4	0	0,4758	0,5714	0,1219	0
	5	5	0	0,4758	0,5714	0,1219	0
	5	6	0	0,4758	0,5714	0,1219	0
	5	7	0	0,4758	0,5714	0,1219	0
<b>Leixões</b>	5	1	0	0	0	0	0
	5	2	0	0	0	0	0
	5	3	0	0	0	0	0
	5	4	0	0	0	0	0
	5	5	0	0	0	0	0
	5	6	0	0	0	0	0
	5	7	0	0	0	0	0
<b>Setúbal</b>	5	1	0,1667	0,5423	0,5714	0,3455	0
	5	2	0,1667	0,5423	0,5714	0,3455	0
	5	3	0,1667	0,5423	0,5714	0,3455	0
	5	4	0,1667	0,5423	0,5714	0,3455	0
	5	5	0,1667	0,5423	0,5714	0,3455	0
	5	6	0,1667	0,5423	0,5714	0,3455	0
	5	7	0,1667	0,5423	0,5714	0,3455	0
<b>Sagundo (Valencia)</b>	5	1	0,1667	0,6879	0,4285	0,7560	0
	5	2	0,1667	0,6879	0,4285	0,7560	0
	5	3	0,1667	0,6879	0,4285	0,7560	0
	5	4	0,1667	0,6879	0,4285	0,7560	0
	5	5	0,1667	0,6879	0,4285	0,7560	0
	5	6	0,1667	0,6879	0,4285	0,7560	0
	5	7	0,1667	0,6879	0,4285	0,7560	0

Tabela 56 - Valores Médios da folga das variáveis de entrada e saída para a Categoria 6 na Fase 3.

Porto	Categoria	Janela	Folga E1	Folga E2	Folga E3	Folga E4	Folga E5
<b>Bilbao</b>	6	1	0	0	0	0	0
	6	2	0	0	0	0	0
	6	3	0	0	0	0	0
	6	4	0	0	0	0	0
	6	5	0	0	0	0	0
	6	6	0,0370	0,1808	0,2592	0,2682	0
	6	7	0,0370	0,1808	0,2592	0,2682	0
<b>Ferrol-S Cibrao</b>	6	1	0,5333	0,3878	0,6476	0,3954	0
	6	2	0,5333	0,3878	0,6476	0,3954	0
	6	3	0,5333	0,3878	0,6476	0,3954	0
	6	4	0,5333	0,3878	0,6476	0,3954	0
	6	5	0,5333	0,3878	0,6476	0,3954	0
	6	6	0,5333	0,3878	0,6476	0,3954	0
	6	7	0,5333	0,3878	0,6476	0,3954	0
<b>Lisboa</b>	6	1	0	0	0	0	0
	6	2	0	0	0	0	0
	6	3	0	0	0	0	0
	6	4	0	0	0	0	0
	6	5	0	0	0	0	0
	6	6	0,7523	0,2143	0	0,6227	0,3922
	6	7	0,7523	0,2143	0	0,6227	0,3922
<b>Málaga</b>	6	1	0	0	0	0	0
	6	2	0	0	0	0	0
	6	3	0	0	0	0	0
	6	4	0	0	0	0	0
	6	5	0	0	0	0	0
	6	6	0,1481	0,4171	0,2989	0,1068	0
	6	7	0,1481	0,4171	0,2989	0,1068	0
<b>Santander</b>	6	1	0,0667	0,0162	0,0095	0,5915	0
	6	2	0,0667	0,0162	0,0095	0,5915	0
	6	3	0,0667	0,0162	0,0095	0,5915	0
	6	4	0,0667	0,0162	0,0095	0,5915	0
	6	5	0,0667	0,0162	0,0095	0,5915	0
	6	6	0,1851	0,349	0,2486	0,6770	0
	6	7	0,1851	0,349	0,2486	0,6770	0

<b>Porto</b>	<b>Categoria</b>	<b>Janela</b>	<b>Folga E1</b>	<b>Folga E2</b>	<b>Folga E3</b>	<b>Folga E4</b>	<b>Folga E5</b>
<b>Sines</b>	6	1	0	0	0,0781	0,1195	0,3650
	6	2	0	0	0,0781	0,1195	0,3650
	6	3	0	0	0,0781	0,1195	0,3650
	6	4	0	0	0,0781	0,1195	0,3650
	6	5	0	0	0	0	0
	6	6	0	0	0	0	0
	6	7	0	0	0	0	0
<b>Tarragona</b>	6	1	0	0	0,0544	0,0582	0,1235
	6	2	0	0	0,0544	0,0582	0,1235
	6	3	0	0	0,0544	0,0582	0,1235
	6	4	0	0	0,0544	0,0582	0,1235
	6	5	0,0282	0	0	0	0
	6	6	0,1111	0,1451	0,1111	0,0936	0
	6	7	0,1111	0,1451	0,1111	0,0936	0

**Tabela 57 - Valores Médios da folga das variáveis de entrada e saída para a Categoria 7 na Fase 3**

Porto	Categoria	Janela	Folga E1	Folga E2	Folga E3	Folga E4	Folga E5
<b>Baía de Algeciras</b>	7	1	0,1242	0	0,5546	0,2739	0,2489
	7	2	0,1242	0	0,5546	0,2739	0,2489
	7	3	0,1242	0	0,5546	0,2739	0,2489
	7	4	0,1242	0	0,5546	0,2739	0,2489
	7	5	0,1242	0	0,5546	0,2739	0,2489
	7	6	0,1242	0	0,5546	0,2739	0,2489
	7	7	0	0	0	0	0
<b>Barcelona</b>	7	1	0,7232	0	0,5886	0,5059	0,4920
	7	2	0,7232	0	0,5886	0,5059	0,4920
	7	3	0,7232	0	0,5886	0,5059	0,4920
	7	4	0,7232	0	0,5886	0,5059	0,4920
	7	5	0,7232	0	0,5886	0,5059	0,4920
	7	6	0,7232	0	0,5886	0,5059	0,4920
	7	7	0,6317	0	0,1801	0,3041	0,3087
<b>Gijón</b>	7	1	0,2083	0,1510	0,6061	0,0213	0
	7	2	0,2083	0,1510	0,6061	0,0213	0
	7	3	0,2083	0,1510	0,6061	0,0213	0
	7	4	0,2083	0,1510	0,6061	0,0213	0
	7	5	0,2083	0,1510	0,6061	0,0213	0
	7	6	0,2083	0,1510	0,6061	0,0213	0
	7	7	0,2083	0,1510	0,6061	0,0213	0
<b>Las Palmas</b>	7	1	0,4583	0,0083	0,5432	0,3395	0
	7	2	0,4583	0,0083	0,5432	0,3395	0
	7	3	0,4583	0,0083	0,5432	0,3395	0
	7	4	0,4583	0,0083	0,5432	0,3395	0
	7	5	0,4583	0,0083	0,5432	0,3395	0
	7	6	0,4583	0,0083	0,5432	0,3395	0
	7	7	0,4583	0,0083	0,5432	0,3395	0
<b>Valencia</b>	7	1	0	0	0	0	0
	7	2	0	0	0	0	0
	7	3	0	0	0	0	0
	7	4	0	0	0	0	0
	7	5	0	0	0	0	0
	7	6	0	0	0	0	0
	7	7	0	0	0	0	0