Gestão do Parque de Contentores do Porto de Leixões no Terminal de Contentores de Leixões, S.A.

Ricardo João dos Santos Cardoso

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José Fernando Oliveira

Orientador no Terminal de Contentores de Leixões, S.A.: Dr. Nuno David Silva

FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2012-06-29

Aos meus pais

Aos meus avós

A quem é sincero comigo

Resumo

No presente trabalho foi abordada a temática da gestão dos parques de contentores do terminal sul do Porto de Leixões.

Há já alguns anos e particularmente desde o início do século XXI que o transporte contentorizado tem sofrido um crescimento exponencial, motivado essencialmente pelos custos mais reduzidos e pelos menores índices de poluição face às quantidades de carga transportada. Os terminais de contentores enquanto plataformas logísticas fundamentais no processo de transporte marítimo necessitam de especial atenção no que diz respeito às suas prestações operacionais, sendo que um dos pontos fulcrais será uma utilização racional e sistemática dos seus parques de contentores, que em variadíssimos casos possuem limitações espaciais.

O terminal de contentores de Leixões, que em muitas semanas do ano opera mais de 2500 TEU, tem, naturalmente, imensas restrições de parque para armazenar os contentores que recebe, por via marítima e terrestre, pelo que necessita de uma série de coerentes procedimentos para este efeito. Contudo, não só a utilização adequada do espaço disponível interessa, mas também posicionar devidamente os contentores operados, de modo a que se evitem as operações de correção, denominadas *reshuffles*, que acontecem quando não é possível alcançar diretamente um contentor sem que tenham de ser movidos outros. O objetivo primordial deste trabalho passa por desenvolver um modelo de simulação do processo de parqueamento de modo a utilizar racionalmente o espaço disponível e diminuindo o número de operações de *reshuffle*.

Usando dados dos contentores operados durante um intervalo de tempo razoável e assumindo, para além das atuais regras de parqueamento, uma série de novos pressupostos, foi possível desenvolver um modelo de simulação que estabelecesse um novo panorama de parqueamento. Esta nova metodologia permitiu alcançar uma diferente configuração de parque, mais sistemática que, embora não esteja precavida dos constrangimentos diários provocados pelos diferentes protagonistas do setor portuário, permite melhorias vantajosas do ponto de vista da organização de parque e da utilização dos equipamentos de movimentação de contentores.

Em suma, é possível entender que a logística de um terminal de contentores é um assunto muito complexo e difícil de abordar, dada a grande quantidade de variáveis e intervenientes. Contudo, partindo de uma análise cuidada dos dados disponíveis e tendo em atenção algumas das maiores necessidades para a continuidade da cadeia logística, foi possível elaborar um plano operacional mais produtivo para o parque de contentores do Porto de Leixões.

Yard Management of Container Terminal of Port of Leixões

Abstract

The present study addresses the yard management problem, in the south container terminal of the Port of Leixões.

For some years now, and particularly since the beginning of the century, the containerization has undergone an exponential growth, driven primarily by lower costs and its lower indices of pollution, when taken into account the quantities of cargo transported. The container terminal logistics platforms, as fundamental part in the process of shipping, require special attention with regard to its operational benefits, and one of the focal points is the systematic and rational utilization of its container yard, which have, in many different cases, space limitations.

The container terminal of Leixões, in many weeks of the year operates more than 2,500 TEUs, and has lots of yard constraints for storing the containers received, by sea and land, whereby needing a series of consistent procedures for this effect. However not only the proper use of available space is of interest, but also the proper position of the operated containers is critical, in order to avoid correction operations, called reshuffles, which occur when it is not possible to reach directly a container without having to move another one. The primary objective of this work is to develop a simulation model for the process of parking containers, in order to rationally use the available space and decrease the number of operations reshuffle.

Using container's operational data, over a reasonable time period, and assuming new assumptions, in addition to the current parking rules, it was possible to develop a simulation model that has allowed to establish a new parking layout. This new methodology allowed to reach a different configuration of the yard, more systematic. Although not taking into account the daily online unpredictable changes, caused by the different actors in the port sector, it allows for some improvements in the organization of the yard and of on the use of container handling equipment.

In short, it is possible to understand that the logistics of a container terminal is a very complex and difficult subject to address, given the large number of variables and stakeholders. However, with a careful analysis of available data and taking into account some of the most important needs for the continuity of the supply chain, it was possible to develop a more productive operational plan for the Port of Leixões container yard.

Agradecimentos

Esta é provavelmente a secção mais difícil de escrever. Não pelo seu grau de complexidade nem tampouco porque faltem ideias, porém a vontade de agradecer a influência positiva e imprescindível que tantas pessoas tiveram em mim, não só durante a execução deste trabalho, mas também pelo papel determinante que foram tendo no caminho trilhado até ao trabalho em causa.

Desta forma, optarei por uma postura sintética que me impeça de prolongar nas minhas palavras de agradecimento e ao mesmo tempo reduzindo o risco de me esquecer de alguém que fizesse todo o sentido constar em tão imensa lista.

Aos meus pais pelo carinho, apoio, educação, perspicácia e afeto. Esteja onde estiver e faça o que fizer, serão os principais responsáveis pelo sucesso que possa alcançar. Obrigado!

Ao meu orientador na FEUP, Prof. José Fernando Oliveira, pela disponibilidade, conhecimentos e sagacidade, todas elas características imprescindíveis para que eu pudesse saber sempre onde estava e para onde devia ir nesta dissertação. Manifestar também o meu apreço pelo acompanhamento dado que sempre me deixou ainda mais motivado. Obrigado!

Aos meus orientadores no TCL, Dr. Nuno Silva e Dr. Hugo Morais, cuja experiência e sabedoria foram mais que fulcrais no desenvolvimento deste trabalho e na forma como ele se tornou uma ferramenta de valia considerável. Agradecer ainda o companheirismo e simpatia com que me receberam e ajudaram. Obrigado!

A todo o Departamento de Operações do TCL, pela simpatia e conforto que me souberam proporcionar, permitindo que desenvolvesse o meu trabalho num ambiente agradável. Obrigado!

Aos meus amigos, da Faculdade e fora dela, mas só aqueles que são realmente amigos e que num misto de amizade e sinceridade, sempre souberam ser uma mais valia para mim, em toda e qualquer circunstância. Não arriscarei fazer qualquer menção, ciente de que todos os que se incluem neste grupo o sabem reconhecer e sabem o quão grato lhes estou e quanto agradeço o que de bom me dão. Obrigado a todos!

Índice de Conteúdos

1 Introdução ... 1
1.1 Estrutura do Trabalho ... 1
2 Porto Marítimo ... 3
2.1 Conceito e Perspetiva Histórica ... 3
2.2 A Autoridade Portuária ... 7
2.3 Estrutura de um Porto Marítimo ... 8
2.4 Conceitos Importantes relacionados com Portos Marítimos ... 9
2.5 O Porto de Leixões ... 10
3 Transporte Marítimo de Contentores ... 16
3.1 História ... 16
3.2 Mercado e tendências ... 18
3.3 Contentores ... 20
3.3.1 Conceito e informações-chave ... 21
3.3.2 Tipologia ... 23
3.3.3 Códigos ... 25
3.4 Navios Porta-Contentores ... 26
4 Terminais de Contentores ... 29
4.1 Processos Logísticos e Estrutura e Equipamentos de um Terminal ... 29
4.2 Terminal de Contentores de Leixões, S.A. ... 38
4.2.1 A Empresa ... 39
4.2.2 Terminais de Contentores ... 42
4.2.3 Sistemas de Informação ... 43
4.2.4 Equipamentos ... 44
5 Enquadramento do Problema e Estado da Arte ... 45
6 Método Implementado e resultados obtidos ... 52
6.1 O parqueamento de contentores no TCL: Caraterísticas do parque e regras procedimentais ... 52
6.2 Problema a tratar e objetivo do modelo de simulação ... 56
6.3 Dados utilizados e abordagem do modelo de simulação ... 57
6.4 Apresentação e discussão de resultados ... 61
7 Conclusão e Trabalho Futuro ... 65
8 Bibliografia ... 67
Anexo A: Mapa Esquemático do Porto de Leixões ... 74
Anexo B: Atores do Transporte Marítimo ... 75
Anexo C: Estrutura, Processos e fluxos de contentores num Terminal ... 76
Anexo D: Terminal de Contentores Norte do Porto de Leixões ... 77
Anexo E: Terminal de Contentores Sul do Porto de Leixões ... 78
Anexo F: Working Board ... 79

Anexo G: Working Board of Next Days 80
Anexo H: TodayOverview 81
Anexo I: Plano de Carregamento do Navio 82
Anexo J: Plano de Descarregamento do Navio 83
Anexo K: Yard Availability 84
Anexo L: Today Container Moves 85
Anexo M: Plano de Parqueamento do Parque 3 86
Anexo N: Plano de Parqueamento do Parque 4 87
Anexo O: Equipamento disponível no TCL 88
Anexo P: Código VBA do Modelo Implementado 89
Anexo Q: Excerto da Tabela de Eventos (dia 10 de maio de 2012) 104
Anexo R: *Layout* P3 106
Anexo S: *Layout* P4 107
Anexo T: Produtividade dos guindastes do parque 4 e número de movimentos estimados no Terminal Sul 108

Lista de Siglas

ALV – Automated Lifted Vehicles

AGV – Automated Guided Vehicles

APDL – Administração dos Portos do Douro e Leixões

BIC – Bureau International des Containers

CEDEX – Container Equipment Data Exchange

CSC – Container Safety Convention

DEA – Data Envelopment Analysis

EDI – Electronic Data Interchange

FEU – Fourty-Feet equivalent Unit

IMO – International Maritime Organization

ISO – International Organization for Standardization

MIP – Mixed Integer Problem

PALOP – Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa

PdL – Porto de Leixões

TCL – Terminal de Contentores de Leixões, S.A.

TEU – Twenty-Feet equivalent Unit

UECI – Unidades Europeias intermodais de carga

UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development

ZAL – Zona de atividades logísticas

Índice de Figuras

Figura 1. Maiores Portos Marítimos a nível mundial. Fonte: (Maps of World) 3

Figura 2. Constrangimentos dos Portos. Fonte: (Caldeirinha, 2007)..... 4

Figura 3. Dimensão da Cidade vs Tráfego do Porto. Fonte: (Caldeirinha, 2007) 5

Figura 4. Evolução do Comércio Comunitário por Modo de Transporte (UE 15). Fonte: (Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, 2006)..... 5

Figura 5. Os portos marítimos como plataformas intermodais. Fonte: (Caldeirinha, 2007) 6

Figura 6. Conceitos de Hinterland, Foreland e Porto Hub. Fonte: (Costa, 2006) 9

Figura 7. Vista aéra do Porto de Leixões. Fonte: (APDL) 10

Figura 8. Evolução da Carga Movimentada nos Portos Principais (Toneladas). Fonte: (Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, 2006)..... 10

Figura 9. Vista superior do parque do terminal de contentores. Fonte: (Terminal Contentores Leixões, S.A.) 14

Figura 10. Tipo dos navios operados no PdL em junho de 2012. Fonte: (Marine Traffic) 14

Figura 11. Tempo de estadia do navio no Porto de Leixões. Fonte: (Marine Traffic) 15

Figura 12. Vista aérea do Porto de Leixões. Fonte: (APDL) 15

Figura 13. Vagões carregados em veículos puxados por cavalos. Fonte: (Ripley, 1993) 16

Figura 14. Vagão utilizado pelo Exército dos Estados Unidos no final da II Guerra Mundial. Fonte: (OHL International S.A.)..... 17

Figura 15. Imagem de dois contentores, o busílis do transporte marítimo. (Port Pictures Maritime Photography) 18

Figura 16. Volume de Contentores nos maiores terminais de contentores do Mundo entre 1993 e 2002 (ranking 2002) Fonte: (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004)..... 19

Figura 17. Tendência do transporte contentorizado. Fonte: (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004) 20

Figura 18. Medidas habituais dos contentores: TEU's e FEU's. Fonte: (Costa, 2006)..... 21

Figura 19. 'Percurso' dos Contentores de Exportação e de Importação. Fonte: (Braga da Cruz, 2011) 22

Figura 20. Fotografia da placa CSC de um contentor parqueado no Terminal Sul de contentores do PdL 22

Figura 21. Placa CSC com o devido destaque da norma ISO. Fonte: (Lord Container) 25

Figura 22. Navio Gerd Maersk. Fonte: (Maersk fleet).....26

Figura 23. Navio Emma Maersk. Fonte: (Maersk fleet) 26

Figura 24. Crescimento, em TEU, da frota mundial de navios porta-contentores entre 2000 e 2009. Fonte: (Grilo, 2006)..... 27

Figura 25. Fluxos em terminal de um contentor de importação, trânsito e exportação. Fonte: (Laik & Hadjiconstantnou, 2008) 30

Figura 26. Operações em Terminal segundo a área. Fonte: (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004) 31

Figura 27. Fotografia de navio a ser operado por guindaste de cais no Porto de Beirute. Fonte: (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004) 31

Figura 28. Plano de estiva de um navio. Fonte: (Bierwirth & Meisel, 2010) 32

Figura 29. Guindaste parque em processo de estiva de navio. Fonte: (Vis & de Koster, 2003) 33

Figura 30. Exemplo de um *AGV*. Fonte: (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004) 34

Figura 31. Layout parcelar de um Parque de Contentores. Fonte: (Ting, Wang, Kao, & Pitty, 2010) 35

Figura 32. Esquema posicional do parque de contentores. Fonte: (Vis & de Koster, 2003) ... 36

Figura 33. Exemplo de *rail-mounted gantry crane*. Fonte: (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004) 37

Figura 34. Exemplo de *rubber tired gantry crane*. Fonte: (Ting, Wang, Kao, & Pitty, 2010) 37

Figura 35. Rotas dos navios que são operados pelo TCL. Fonte: (Terminal Contentores Leixões, S.A.) 40

Figura 36. Organigrama do TCL. Fonte: (Terminal Contentores Leixões, S.A.) 40

Figura 37. *Layout* descritivo do parque 2..... 52

Figura 38. *Layout* descritivo do parque 3..... 53

Figura 39. Fluxograma de parqueamento segundo as regras utilizadas pelo TCL 55

Figura 40. Fluxograma do parqueamento segundo as regras impostas no modelo 61

Índice de Tabelas

Tabela 1. Os 10 portos marítimos mais movimentados do Mundo. Fonte: (American Association of Port Authorities) 7

Tabela 2. Movimento de Mercadorias nos Portos principais Nacionais em 2005. Fonte: (Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, 2006)..... 11

Tabela 3. Sistema de Informação da APDL referente às caraterísticas dos navios atracados no Porto. Fonte: (APDL)..... 12

Tabela 4. Dimensões e capacidades de alguns tipos de contentores. Fonte: (ABC da Intermodalidade, 2010) 24

Tabela 5. Tabela descritiva dos vários tipos de navios porta-contentores. Fonte: (About: Containerships) 28

Tabela 6. Dimensão média dos navios nas principais rotas do comércio interncional de contentores. Fonte: (Braga da Cruz, 2011) 28

Tabela 7. Caraterísticas dos dois Terminais de Contentores de Leixões 42

Tabela 8. Número de operações segundo o fluxo do contentor..... 57

Tabela 9. Quantidade de contentores de cada fluxo e ação operada durante o período considerado..... 59

Tabela 10. Quadro descritivo dos contentores não-parqueados no modelo 62

Tabela 11. Tabela sobre os movimentos nos parques do Terminal Sul 63

Tabela 12. Resumo dos dados trabalhados e dos indicadores resultantes..... 64

1 Introdução

O Terminal de Contentores de Leixões, S.A. (TCL) é a empresa à qual estão concessionados os terminais de contentores do Porto de Leixões, sendo responsável por todas as operações relacionadas com a movimentação e armazenamento de contentores no porto.

Dada a globalização da nossa economia e o "seu" desaparecimento de barreiras fronteiriças, incorremos num forte aumento de trocas comerciais. Esta consequência promoveu um crescimento exponencial do transporte marítimo, em muito auxiliado pelo desempenho dos terminais de contentores. Estas plataformas assumem, agora, uma posição de relevância e são-lhes exigidas preocupações redobradas com a sua eficiência e produtividade.

O presente trabalho procura incidir, precisamente, sobre a eficiência do TCL, abordando uma das tarefas em torno da qual mais esforços dispende e provavelmente a que mais influência tem sobre o rendimento de qualquer terminal, a gestão do parque de contentores. Entende-se, assim, que esta é uma temática crucial para a normal prossecução da cadeia logística mundial, que permita um adequado armazenamento das mercadorias e promova uma interface de excelência entre os vários meios de transporte que se encontram no terminal de contentores.

Sendo assim, foi feita uma contextualização da envolvência desta atividade, descrevendo-se vários conceitos acerca das atividades portuárias e marítimas, assim como dos terminais, fazendo culminar este estudo nas operações do TCL. Desta forma, foi possível estabelecer o principal objetivo desta tese que passou pela elaboração de um modelo de simulação do parqueamento de contentores, a partir do qual se pudessem retirar conclusões acerca dos fatores mais influentes e obter melhorias através da sua manipulação.

1.1 Estrutura do Trabalho

Apresenta-se, de seguida, a estrutura que foi utilizada para elaborar esta tese.

O *Capítulo 2* expõe alguns conceitos básicos e definidores acerca dos portos marítimos em geral, procurando no fim fazer a devida retrospetiva sobre o Porto de Leixões e as suas potencialidades.

No *Capítulo 3* é feito um enquadramento com o transporte marítimo de contentores, permitindo retirar informações acerca das vicissitudes deste segmento de mercado e descrevendo o papel do contentor no transporte de mercadorias, assim como respetivas caraterísticas e particularidades.

O *Capítulo 4* pretende descrever a estrutura, procedimentos e processos num terminal de contentores, explicitando quais as ações que decorrem neste tipo de estrutura e a forma como operacionalmente são encaradas. Depois disso, a discussão é centralizada no TCL.

No *Capítulo 5* é explicitado o resultado de alguma pesquisa acerca do trabalho científico sobre terminais de contentores e respetivas operações, referenciando-se diferentes artigos acerca de diferentes problemáticas, passíveis de otimizar, nos terminais de contentores.

No Capítulo 6, com a explicitação dos procedimentos de parqueamento no TCL e recorrendo a dados reais acerca dos contentores movimentados, foi possível passar para a elaboração de um modelo de simulação do parqueamento realizado no Terminal Sul do Porto de Leixões. Posteriormente foram analisados os resultados e retiradas algumas ilações que este estudo permitiu.

Por fim, no Capítulo 7 são descritas as conclusões que este trabalho permitiu retirar na generalidade e são dadas algumas sugestões para o desenvolvimento deste estudo e para abordagens futuras sobre as operações do TCL.

2 Porto Marítimo

O presente capítulo presta-se a apresentar uma visão concetual dos portos marítimos e da atividade portuária de uma forma generalizada e fazendo referência a capítulos chaves. Na última seção do mesmo é feita a descrição do Porto de Leixões e o enquadramento dos conceitos anteriormente referidos no capítulo.

2.1 Conceito e Perspetiva Histórica

De uma forma generalizada, o porto marítimo é entendido como o lugar da costa defendido dos ventos e preparado para dar segurança aos navios e respetivas operações de carga, descarga e apetrechamento. A própria União Europeia define um porto como sendo '*uma zona de terra e água dotada de instalações e equipamentos que permitem principalmente a receção de navios, sua carga e descarga, e o armazenamento, receção e entrega de mercadorias, assim como o embarque e desembarque de passageiros*'. Porém, o conceito de Porto Marítimo não é necessariamente estanque e, ao longo da história, foi assumindo diferentes perceções consoante a sua interferência sobre a sociedade adjacente, pelo que surge como pertinente uma breve alusão acerca desta evolução histórica.

Figura 1. Maiores Portos Marítimos a nível mundial. Fonte: (Maps of World)

O termo -porto- vem do latim *portus*, que significa porta ou saída, premissa que ganha relevância atendo à condição do porto de local de convergência entre o transporte marítimo e terrestre. Nos primeiros tempos de navegação marítima a perceção de porto marítimo remetia, simplesmente, para um dado lugar numa praia que funcionava como um lugar seguro, onde os navios podiam atracar, ficando abrigados dos perigos múltiplos que o mar poderia trazer. Com o aumento das trocas comerciais e as crescentes transações por via marítima, o papel dos portos

assumiu uma dimensão crescente, quer pelo impacto económico como pela possível importância militar. Antes da revolução industrial, os portos eram os meios mais eficientes de transporte, chegando a ter a sua localização no interior de rios, o que contribuiu ativamente para o crescimento de cidades como Londres ou Paris. As localizações sujeitas a marés, e dada a necessidade de permanência do navio em cais durante várias semanas, levaram à construção de portos fechados e de cais perpendiculares. A localização dos portos é um dos pontos mais importantes, que é muitas vezes restringida pelas condições geográficas da costa. Os portos mais antigos têm, habitualmente, um bom acesso marítimo, mas estão, muitas vezes, impedidos de crescerem devido à expansão da sociedade em seu redor. Esta questão da expansão e do acesso marítimo, conjuntamente com o acesso-terrestre e a existência de infraestruturas são os mais cruciais aspetos funcionais de um porto marítimo.

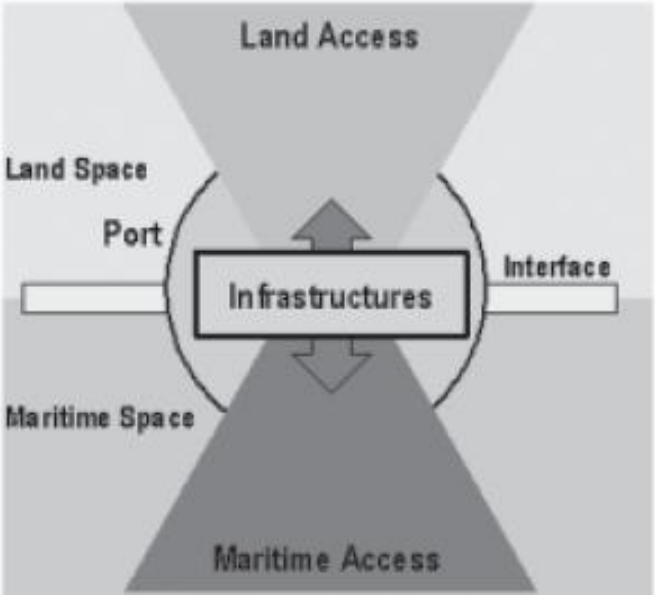


Figura 2. Constrangimentos dos Portos. Fonte: (Caldeirinha, 2007)

Com o crescimento dos portos e sua complexidade, foram criadas no início do século XX as autoridades portuárias, destinadas a uma gestão centralizada da atividade portuária ao invés da soma da gestão dos donos dos vários navios. Com a entrada em cena de equipamento especializado e com os novos terminais de contentores de elevada produtividade, surge um novo modelo de gestão, o *land-lord port*, que passa por uma parceria público-privada, em que os terminais de contentores são concessionados à iniciativa privada, e a autoridade portuária fica encarregue da propriedade da terra e da administração portuária. Este novo modelo assistiu a particular proliferação no final do século XX.

Nitidamente, desde os primórdios da civilização que os portos marítimos têm destacada função para o desenvolvimento da sociedade humana, bastando lembrar-nos dos contornos em que se desenvolveram as civilizações mediterrâneas, ou até mesmo as do Báltico, passando, naturalmente, pelos primeiros promotores da globalização, os navegadores da fase dos Descobrimentos. A função do porto tornou-se de tal forma determinante que se chega a equacionar o que realmente surge primeiro, se a cidade, se o seu porto marítimo, sendo que existe uma relação clara entre a dimensão da cidade e o tráfego do porto.

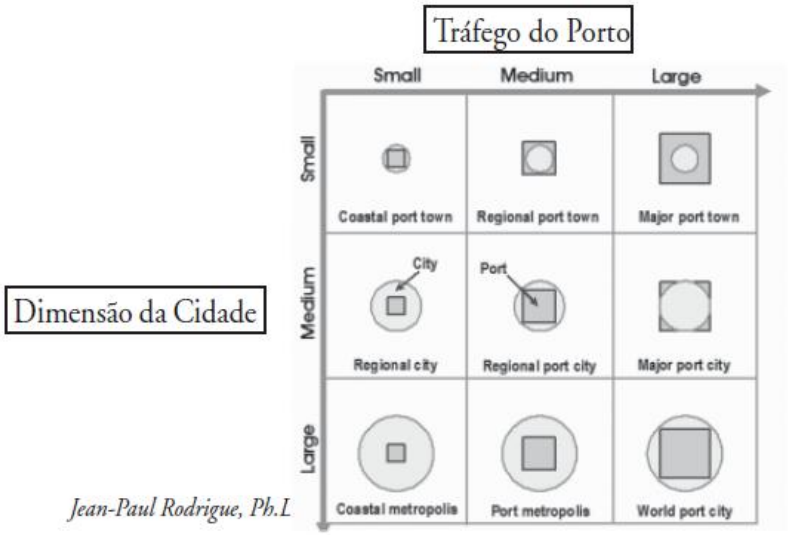


Figura 3. Dimensão da Cidade vs Tráfego do Porto. Fonte: (Caldeirinha, 2007)

A evolução nas trocas comerciais e a expansão da área envolvente aos portos marítimos fez com que houvesse um aumento dos conflitos entre as cidades e os próprios portos, que careciam de novos acessos, equipamentos e espaços. Estes conflitos levaram à necessidade de determinadas medidas que passaram pela relocalização dos portos marítimos para fora das cidades, melhorando e descongestionando os acessos, adquirindo melhores terraplenos e aumentando a integração intermodal da cadeia logística.

Como foi possível constatar o atual conceito e papel dos portos marítimos há muito que se afastaram do simples 'ponto de abrigo para veículos marítimos', continuando a oferecê-lo, mas assumindo-se como a plataforma logística mais determinante e essencial ao crescimento económico de uma região e de um país. Na verdade, a um porto moderno exige-se que gere real valor acrescentado e albergue uma série de atividades industriais. A grande capacidade de transferência de mercadorias é notória através do transporte marítimo, tendo este fator especial relevância no caso dos países da União Europeia, em que o grosso das transações para fora da Europa se processam por via marítima. Aliás, a nível europeu é notória a dependência do transporte marítimo, uma vez que 40% do comércio comunitário é feito através deste meio, o que reflete um grande impacto na economia europeia, que também se reflete na empregabilidade, uma vez que armadores e companhias comunitárias empregam mais de 1 200 000 pessoas.

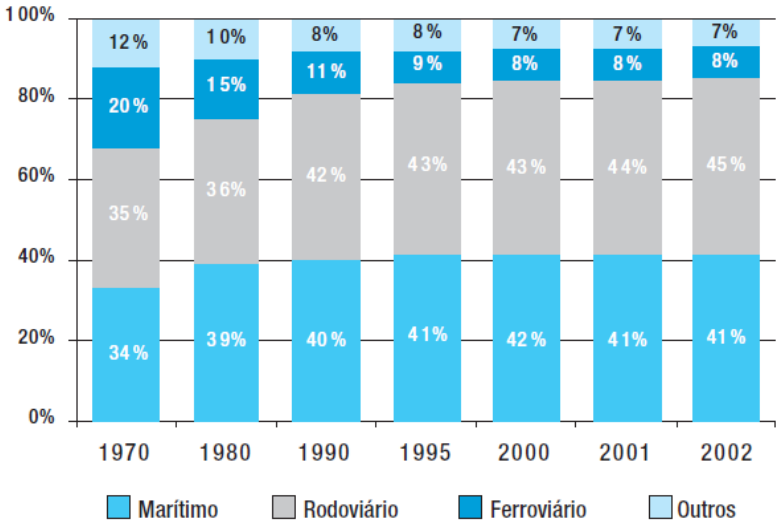


Figura 4. Evolução do Comércio Comunitário por Modo de Transporte (UE 15). Fonte: (Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, 2006)

Por outro lado, a intermodalidade dos portos marítimos é uma das suas linhas mais definidoras, uma vez que há muito que deixaram de operar só navios, oferecendo uma escolha entre vários tipos de transporte conectados, no fundo, 'abrindo as portas' do mar ao transporte rodoviário e ferroviário. Sendo assim, é possível fazer confluir as operações de navios, camiões e comboios.

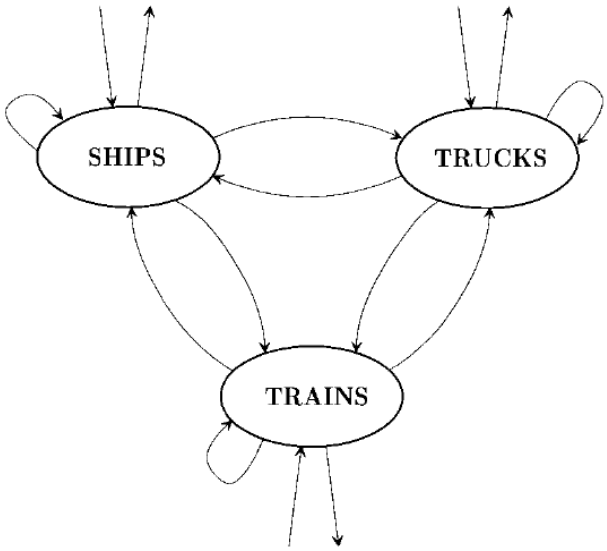


Figura 5. Os portos marítimos como plataformas intermodais. Fonte: (Caldeirinha, 2007)

Esta polivalência e multidisciplinariedade dos portos marítimos, fatores que exigem a dotação de tecnologia e recursos humanos técnicos e especializados, faz juz à definição que nos dá a (UNCTAD): "*os portos são interfaces entre os distintos modelos de transporte e são tipicamente centros de transporte combinado. Em suma, são áreas multifuncionais, comerciais e industriais, onde as mercadorias não estão apenas em trânsito, como também são manipuladas, manufaturadas e distribuídas*". Os portos atuais só funcionam devidamente se integrados convenientemente na cadeia logística, o que implica não só boas infraestruturas e equipamentos adequados, mas também bons canais de comunicação e, fundamentalmente, uma equipa de gestão empenhada e qualificada e uma mão de obra motivada e com a devida formação.

Nos dias que correm, o desaparecimento das barreiras internacionais nas trocas comerciais e o avanço tecnológico, associados ao desenvolvimento dos sistemas de transportes, promoveram fortemente a internacionalização e a globalização de mercados, gerando uma grande interdependência das diferentes economias mundiais. Temos, hoje em dia, melhores canais de comunicação e custos de transporte mais reduzidos, sendo natural que isso facilite as transações. O porto é encarado como o elo da cadeia de transportes e como o responsável pela evolução da intermodalidade e da entrega de mercadorias (porta-a-porta e *just-in-time*). O aumento das trocas comerciais foi igualmente influenciado pelas economias emergentes da China e Índia, fazendo com que os centros produtivos se deslocassem para a Ásia, assim como os portos mais movimentados, o que se revela fácil de julgar ao repararmos nas cargas que operam esses mesmos portos, como se encontra patenteado na Tabela 1.

Tabela 1. Os 10 portos marítimos mais movimentados do Mundo. Fonte: (American Association of Port Authorities)

RANK	PORT	COUNTRY	MEASURE	TONS
1	Shanghai	China	Metric Tons	534,371
2	Singapore	Singapore	Freight Tons	501,566
3	Rotterdam	Netherlands	Metric Tons	429,926
4	Guangzhou	China	Metric Tons	425,600
5	Ningbo	China	Metric Tons	408,150
6	Tianjin	China	Metric Tons	400,000
7	Qingdao	China	Metric Tons	350,120
8	Qinhuangdao	China	Metric Tons	276,282
9	Hong Kong	China	Metric Tons	267,815
10	Busan	South Korea	Revenue Tons	262,963

Este crescimento do tráfego marítimo internacional não foi, contudo, homogéneo para os diferentes tipos de mercadorias, sendo que o maior incremento ocorreu nos produtos manufaturados e no transporte em contentores, em relação a outros produtos, como os combustíveis.

As considerações acima constatadas contribuíram para um aumento da competitividade e consequente melhoria progressiva das operações em cada porto marítimo. Nestas circunstâncias o que passou a distinguir os portos foram os seus terminais de carga e, em especial, os seus terminais de contentores, responsáveis pela maior quantidade de carga movimentada. Nos portos marítimos a intermodalidade obriga a que existam os devidos espaços e equipamentos para armazenagem, movimentação e distribuição de mercadorias. A internacionalização do transporte marítimo junta com uma forte concorrência interportuária, culminou na constituição de um mercado internacional de terminais. Hoje em dia, para fazerem parte, de uma forma ganhadora, da cadeia logística internacional, os portos têm de dar muita atenção à relação com o cliente.Daí a importância dos sistemas de informação, na transmissão de dados *in loco* ao cliente, e dos custos praticados, uma vez que o cliente final procura a mesma qualidade pelo menor preço possível. Ao mesmo tempo, os portos marítimos devem-se preocupar com variados requisitos, uns controláveis e outros não, como o são, respetivamente, as plataformas logísticas de apoio ao porto e os acessos marítimos adequados a todas as marés.

2.2 A Autoridade Portuária

Os portos marítimos e a sua capacidade atual de criar emprego e gerar riqueza, resultam, portanto, num forte incremento económico para uma região e até mesmo para um país, muitas vezes fundamental para a sua sustentabilidade. Desta forma é natural que exerçam uma função pública que carece de intervenção estatal. Na maioria dos países é o Estado que define a política estratégica e de gestão dos portos, definindo o tipo de infraestruturas a construir, as formas de financiamento, quais os serviços públicos que os portos garantem, entre outras tarefas, de modo a assegurar o bom funcionamento do conjunto do sistema portuário.

O nível de intervenção estatal é variável, sendo que encontramos portos totalmente privatizados, como aqueles que fazem parte do Reino Unido e onde o estado estabelece simples linhas gerais de procedimento, até sítios onde o estado gere e executa quase a totalidade da política portuária. Em todo o caso, é necessário uma autoridade local para cada porto, a já

anteriormente citada, autoridade portuária. Esta entidade, por sua vez, terá, consoante a intervenção do Estado, diferentes envolvências nas operações e na prestação de serviços portuários, o que permite classificá-la em três tipologias:

- ***Land-lord Port***: a autoridade portuária concessiona o espaço físico a operadores privados, tomando decisões acerca da utilização e disposição das infraestruturas e espaços, sendo que a execução das operações pertencem ao privado, que se encarrega do desenvolvimento da superestrutura e da posse dos equipamentos adequados à manipulação de carga;
- ***Tool Port***: a autoridade portuária gere a infraestrutura e a superestrutura, num caso em que as empresas simplesmente oferecem os serviços comerciais, ou seja, exploram os terminais mas usando as ferramentas proporcionadas pela autoridade portuária;
- ***Operating Port***: a autoridade portuária realiza as atividades de gestão dos espaços e do território, é proprietária da infra e da superestrutura e ainda está encarregue da exploração das instalações, ficando, no fundo, encarregue da totalidade do funcionamento do sistema portuário.

A maior tendência mundial passa pelo *land-lord port*, como já foi referido antes. Sendo assim, as autoridades gerem o território e as concessões e prestam alguns serviços como pilotagem, sendo objeto da delegação do estado as funções como a segurança, controlo de poluição e aduaneiras.

2.3 Estrutura de um Porto Marítimo

Existem 4 tipos de construções típicas em portos marítimos que interessa destacar: obras exteriores, obras interiores de acostagem, infraestruturas de acesso e instalações complementares.

As obras exteriores correspondem à proteção das águas onde atracam e permanecem os navios, cuja relevância está dependente de se tratar de um porto exposto ou de um porto cujas condições naturais lhe dão a devida e necessária proteção.

As obras interiores de acostagem, comummente denominadas cais, servem de zona de aproximação e atracação dos navios, onde permanecem e efetuam todo o tipo de operações e atividades portuárias.

As infraestruturas de acesso são os canais de navegação (que têm de ser dragados convenientemente) e as ajudas à navegação, no que toca à frente marítima. Na frente terrestre, referimo-nos às estradas e ferrovias que ligam o porto à sua área de influência terrestre.

Considerar, ainda, a superfície marítima do porto, dividida em: anteporto, situado na zona mais próxima de águas livres, corresponde ao espaço onde os navios são manobrados; os canais de navegação, as vias por onde transitam os navios; as docas, que correspondem ao cais e à área de água delimitada pelo mesmo.

2.4 Conceitos Importantes relacionados com Portos Marítimos

De seguida são apresentados alguns conceitos importantes para compreender as funções dos portos marítimos e a respetiva dinâmica da atividade portuária:

- ***Hinterland*** - é a região, nacional ou internacional, de onde provêm as mercadorias que abandonam o porto por via marítima, e a região, nacional ou internacional, de destino das mercadorias que desembarcam no porto, ou seja, é a totalidade da área de influência do porto, em torno de si mesmo.
- ***Foreland*** - é a região, nacional ou internacional, de destino das mercadorias que embarcam no porto, juntamente com a região, nacional ou internacional, de origem das mercadorias desembarcadas, ou seja, é a totalidade da região que é influenciada e influencia o seu *hinterland*.
- ***Porto Hub*** - correspondem a portos de distribuição e receção; neste género de portos existe uma centralização do tráfego de mercadorias para posteriormente serem distribuídos segundo os seus fluxos principais até outros centros; estes são também portos genericamente de transbordo marítimo.

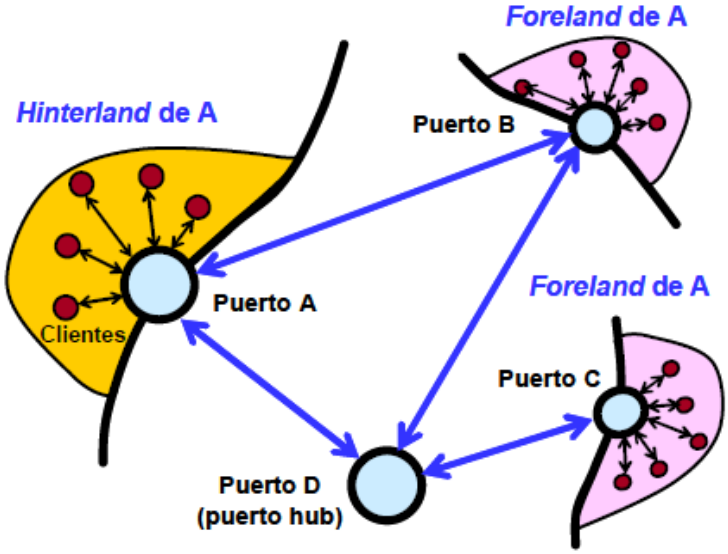


Figura 6. Conceitos de Hinterland, Foreland e Porto Hub. Fonte: (Costa, 2006)

- ***Portos Spoke***- estes são portos de menor dimensão e desenvolvimento que recebem navios mais pequenos, que por sua vez abastecem os navios maiores nos portos *hub*; possuem menor qualidade do equipamento e são essencialmente portos de exportação/importação; atendendo à imagem anterior poderiam ser qualquer um dos portos A, B ou C.
- **Porto seco ou terminal interior**- trata-se de um terminal intermodal de mercadorias localizado no interior de um país (relativamente longe da costa) e diretamente ligado a um ou vários portos marítimos.
- **Zona de Atividades Logística (ZAL)** – são as plataformas logísticas ligadas a portos que albergam atividades de segunda e terceira linha logística, geralmente dedicadas a mercadorias marítimas; trata-se de um aproveitamento dos portos enquanto locais de rotura modal e concentração de tráfegos, permitindo às empresas realizar ações de valores acrescentados.

2.5 O Porto de Leixões

O Porto de Leixões (PdL) é, não só, a maior infra-estrutura portuária do norte de Portugal como o maior porto artificial do País, revelando-se um empreendimento estratégico de aproveitamento do refúgio naturalmente constituído pela enseada. Construído entre os finais do século XIX e a década de 70 do século XX, o PdL tem vindo a sofrer melhoramentos até aos dias de hoje. Pela praticabilidade do seu canal navegável, pela dimensão do cais acostável e dos parques disponíveis é considerado um porto de média dimensão.

Figura 7. Vista aéra do Porto de Leixões. Fonte: (APDL)

O PdL situa-se a 2.5 milhas a norte da foz do Rio Douro, enquadrado a norte pela povoação de Leça da Palmeira e a sul por Matosinhos. Com 5 kms de cais, 60 hectares de terraplenos e 120 hectares de terra molhada (ver Anexo A), o PdL possui excelentes acessibilidades, quer marítimas como rodoviárias, assim como sistemas de informação evoluídos. Neste porto circula todo o tipo de mercadoria, representando cerca de 25% do comércio externo português por via marítima e movimentando 15 milhões de toneladas por ano, fazendo do PdL o porto mais competitivo a nível nacional. A entidade responsável pela autoridade portuária no PdL é a Administração dos Portos do Douro e Leixões (APDL).

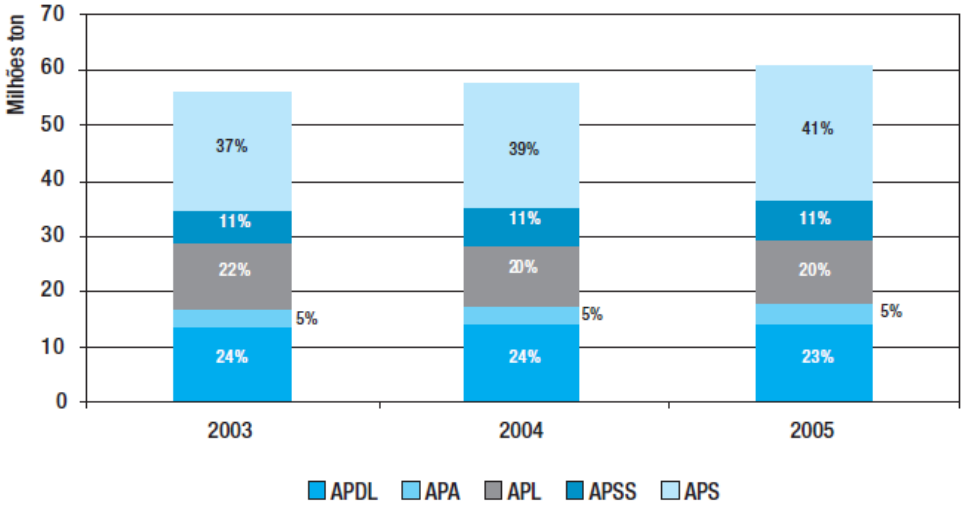


Figura 8. Evolução da Carga Movimentada nos Portos Principais (Toneladas). Fonte: (Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, 2006)

Segundo informação constante no endereço em (APDL) , a "*Administração dos Portos do Douro e Leixões (APDL) é uma Sociedade Anónima de capitais exclusivamente públicos, que tem por objeto a administração dos portos do Douro e Leixões, visando a sua exploração económica, conservação e desenvolvimento abrangendo o exercício das competências e prerrogativas de autoridade portuária que lhe estejam ou venham a estar cometidas.*". O PdL é conhecido por "*ser um dos mais bem organizados portos da faixada atlântica, florescendo em todas as vertentes.(...) É de facto, um porto modelo em Portugal*", segundo as palavras de (Caldeirinha, 2007).

Tabela 2. Movimento de Mercadorias nos Portos principais Nacionais em 2005. Fonte: (Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, 2006)

TIPO DE CARGA		APDL	APA	APL	APSS	APS	TOTAL NACIONAL	PESO
CARGA GERAL		**4 035 265**	**1 376 328**	**5 610 181**	**1 701 331**	**687 257**	**13 410 362**	**22%**
Fraccionada		487 152	1 376 328	438 812	1 212 426	28 774	3 543 492	6%
Contentorizada	Ton	3 539 005	0	5 159 454	113 149	658 483	9 470 091	15%
	TEU	352 002	0	513 061	13 145	50 994	929 202	2%
Ro-Ro		9 108	0	11 915	375 756	0	396 779	1%
GRANÉIS LÍQUIDOS		**7 713 004**	**536 257**	**1 608 827**	**1 716 538**	**18 552 678**	**30 127 304**	**49%**
Combustíveis		7 493 875	0	1 314 173	1 522 211	17 715 434	28 045 693	46%
Outros		219 130	536 257	294 654	194 327	837 244	2 081 612	3%
GRANÉIS SÓLIDOS		**2 302 441**	**1 416 231**	**5 202 884**	**3 224 267**	**5 801 572**	**17 947 395**	**29%**
Agro-alimentares		711 801	598 665	3 634 181	285 829	6 903	5 237 379	9%
Carvão		0	0	25 824	556 165	5 255 584	5 837 573	9%
Cimento		343 565	316 410	427 212	924 775	205 580	2 217 542	4%
Outros		1 247 075	501 156	1 115 667	1 457 499	333 505	4 654 902	8%
Total		14 050 710	3 328 816	12 421 892	6 642 136	25 041 507	61 485 061	
Peso		23%	5%	20%	11%	41%		100%

Fonte: Portos Principais Nacionais

Muita desta organização deve-se à APDL que conseguiu orientar a comunidade portuária para o marketing externo do porto, estar presente em todos os eventos tradicionais, formar parcerias de sucesso como aquelas que tem com a UNCTAD ou com os PALOP, contribuir para a sustentabilidade ambiental das atividades portuárias, alcançar um equilíbrio financeiro e uma redução de despesas que desbloquearam as verbas necessárias para investimentos de futuro e o desenvolvimento dos sistemas de informação que permitem a simplificação de procedimentos e uma menos burocrática entrada de navios e carga. No caso dos sistemas de informação, no site da APDL é possível conhecer, em tempo real, os navios atracados no PdL e as respetivas características. Exemplo disso é a Tabela 3, referente ao dia 19 de junho de 2012.

Para além disso, referir a aplicação 'Siga contentor', uma ferramenta que, segundo o site da APDL, permite a "*qualquer agente com acesso ao número de identificação do contentor, seja carregador ou cliente externo ao porto, poderá verificar o tracing do respetivo contentor. Assim, é agora possível conhecer, em tempo real, onde se encontra e qual o estado da autorização aduaneira de um qualquer contentor que passe por Leixões.*".

Tabela 3. Sistema de Informação da APDL referente às caraterísticas dos navios atracados no Porto. Fonte: (APDL)

Data Prevista partida	Pasta	Nº Imo	Navio	Comp.	GT	Calado		Porto		Local Atracação	Agente Navegação	Mercadoria
						Entrada	Saída	Origem	Destino			
2012/06/22 20:00	ESC201201332	9381275	CORVO	1.8	7064	6.5	.	LISBOA	PONTA DELGADA	D1N15	NAVEX	CONTENTORES 40' CHEIOS, DES, , ; CONTENTORES 20' CHEIOS, DES, , ;
2012/06/20 23:00	ESC201201340	9505285	SCHILLPLATE	97	2415	4.6	.	EMDEN	LIVORNO (LEGHORN)	.	KNUDSEN	MÁQUINAS,APARELHOS E S/PARTES, DES, 321 ton., ;
2012/06/20 18:00	ESC201201303	9145138	AJOS G	45	2061	3.0	.	FIGUEIRA DA FOZ	BREMEN	D2N34	ALPI	PEDRAS DE GRANITO, CAR, 2800 ton., ;
2012/06/20 16:15	ESC201201301	9234410	FRI MOON	88	1599	3.0	.	CADIZ	COPENHAGEN (KOBENHAVN)	VARZE	MARAX	.
2012/06/20 09:00	ESC201201331	9227118	ARRAN	99.97	3818	5.5	.	FAWLEY	STANLOW	PB002	KNUDSEN	GASES LIQUEFEITOS, DES, 1680 ton., ;
2012/06/20 06:00	ESC201201084	9294513	NILEDUTCH DURBAN	210	27100	10.0	.	LE HAVRE	LISBOA	TCS66	MARMEDSA	CONTENTORES 20' VAZIOS, DES, , ; CONTENTORES 40' VAZIOS, DES, , ; CONTENTORES 20' CHEIOS, CAR, , ; CONTENTORES 40' CHEIOS, CAR, , ;
2012/06/20 05:00	ESC201201327	9394519	EMMY SCHULTE	145.15	11233	6.0	.	FUNCHAL	SINES	PAG03	DJPINHO	PRODUTOS REFINADOS DIVERSOS, CAR, 15600 ton., ;
2012/06/19 23:00	ESC201201333	9195638	YVONNE K	88.6	2545	5.0	.	ROUEN	ALTO MAR (AO LARGO)	D4N74	ICC	GRANÉIS AGRO ALIMENTARES, DES, 3300 ton., ;
2012/06/19 23:00	ESC201201325	9213997	FEHN SIRIUS	89.85	2891	4.7	.	BELFAST	FIGUEIRA DA FOZ	D2S43	NAVEX	SUCATA, DES, 3900 ton., ;
2012/06/19 20:00	ESC201201305	8520886	RIZA SONAY	116	5132	3.5	.	CEUTA	SKKDA (EX PHILIPPEVILLE)	D2N41	NAVEX	.
2012/06/19 19:00	ESC201201304	9272216	CHIPOLBROK MOON	199.8	24167	6.8	.	JORF LASFAR	ANTWERPEN	.	MARMEDSA	MÁQUINAS,APARELHOS E S/PARTES, DES, 145 ton., ;
2012/06/19 18:00	ESC201201267	9351115	ELBMARSCH	127	7532	6.3	.	ALGECIRAS	MARIN (PONTEVEDRA)	TCS83	IBESMAR	.
2012/06/19 17:00	ESC201201248	9440576	PANTONIO	129.62	7545	6.7	.	LISBOA	TILBURY	TCS77	MACANDREWS	CONTENTORES 20' CHEIOS, DES, 250 ton., ; CONTENTORES 40' CHEIOS, DES, 250 ton., ; CONTENTORES 20' CHEIOS, CAR, 250 ton., ; CONTENTORES 40' CHEIOS, CAR, 250 ton., ;
2012/06/19 16:00	ESC201201337	9426154	BULK URUGUAY	189.99	32309	11.6	.	SETUBAL	BILBAO	D2N61	NAVEX	.
2012/06/16 22:00	ESC201201247	9433456	SOPHIA	129.6	7464	7.5	.	LISBOA	DUBLIN	TCN15	MACANDREWS	CONTENTORES 20' CHEIOS, DES, 250 ton., ; CONTENTORES 40' CHEIOS, DES, 250 ton., ; CONTENTORES 20' CHEIOS, CAR, 250 ton., ; CONTENTORES 40' CHEIOS, CAR, 250 ton., ;

Informação em Tempo Real

Os fatores anteriormente citados têm vindo a valorizar internacionalmente a marca Leixões, fruto de um trabalho de vários anos, sempre devidamente orientado e que permitem seguir estritamente o Plano Estratégico de Desenvolvimento do Porto de Leixões, aprovado em junho de 2004, onde consta um Plano de Ações, desenhado para providenciar celeremente o aumento da competitividade do porto**.** Com os olhos postos nos maiores portos mundiais e sobre a máxima ***"Fazer do Porto de Leixões uma referência para as cadeias logísticas da fachada atlântica da Península Ibérica",*** foram definidos 4 objetivos:

- Consolidar e promover a marca «Porto de Leixões» de forma integrada e consequente;
- Organizar uma oferta de serviços de qualidade e ajustada à necessidade do mercado;
- Dotar o Porto de Leixões das condições materiais e imateriais de apoio à sua atividade;
- Reforçar as condições de integração urbana e de acessibilidade externa.

Pretende-se atingir estes objetivos até ao ano de 2015, sendo que para isso foram definidas 21 ações, com base em planos sectoriais nos domínios do marketing portuário, do ordenamento logístico e territorial e dos sistemas de informação, destinados a atingir o desempenho máximo do PdL.

Possuindo uma localização estratégica que lhe permite ter um *hinterland* transversal e próspero na indústria e no comércio, o PdL, aproveitou oportunamente o seu desenvolvimento numa área geograficamente concentrada, e conseguiu organizar bem os terminais, a área de acessos e a portaria, apostando fortemente na tecnologia, sem nunca descurar a limpeza,

sinalética e manutenção. Toda a estrutura do PdL é possível de ser percecionada no Anexo A – Mapa Descritivo do Porto de Leixões.

O PdL apresenta boas acessibilidades tanto marítimas como terrestres. A forma como os navios entram em porto varia consoante ser dia ou noite, sendo a largura do canal de entrada no porto de 220 metros, alargando no anteporto até aos 500 metros e voltando a diminuir na entrada das docas 1 e 2 para 113 e 58 metros, respetivamente. Por via terrestre, o PdL conflui com rotas internacionais (uma vez que fica a 5 km do Aeroporto Francisco Sá Carneiro), tem ligação ferroviária à rede geral do país e em termos de ligação rodoviária está ligado a vários itinerários principais e complementares, sendo que neste último domínio a construção relativamente recente da Portaria de entrada de carga para camiões se revelou crucial no descongestionamento de veículos.

O PdL possui 2 tipos de cais, uma doca de recreio, um porto de pesca, uma estação de passageiros e várias instalações especializadas. Os cais são: convencionais de carga geral e granéis sólidos, que compreendem a doca 1, doca 2 e doca 4 norte, onde se movimenta material como algodão, cortiça, alumínio e madeira; ou movimentação de granéis líquidos, destinados a servir a refinaria da Petrogal, a Repsol e a ED & FMAN, não sendo o único lugar onde se movimentam granéis líquidos. A doca de recreio está concessionada à Associação de Clubes Marina Porto Atlântico, o porto de pesca à Docapesca – Portos e Lotas S.A. e a estação de passageiros representa um belo empreendimento arquitetónico da década de 1960, ocupa cerca de 840 m^2 e recebe, anualmente, cerca de 23000 passageiros. Relativamente às instalações especializadas referimo-nos aos: silos portuários, destinados ao armazenamento de cereais, derivados, oleaginosas e outros produtos alimentares; depósito de produtos petrolíferos a granel; depósito de melaços e derivados; e armazém de cimentos.

Quanto a terminais, o PdL possui 4 tipos. O Terminal de Petroleiros, concessionado à Petrogal – Petróleos de Portugal, S.A. -, construído sobre o quebra-mar submerso, com 700 metros de comprimento e uma altura de 15 metros acima do nível do mar, servindo também de proteção à entrada no Porto. O Terminal de *RollOn/RollOff*, dotado de uma plataforma fixa destinada ao tráfego ro-ro (carregamento de navios através de tapetes rolantes). O Terminal Multiusos que serve fundamentalmente para o tráfego ro-ro, potenciando o desenvolvimento das autoestradas do Mar a partir de Leixões. E, por fim, os dois terminais de contentores, Norte e Sul, concessionados à empresa Terminal de Contentores de Leixões (TCL), sobre o qual se centra este trabalho. É nestes dois últimos terminais, os de contentores, que decorrem das operações que mais significado têm para o PdL e para o seu crescimento, uma vez que são neles que é carregada, descarregada e armazenada a carga contentorizada, que dá o significado de nó intermodal, integrante da cadeia logística, a este porto. Apesar de alguma falta de espaço, a forte modernização dos últimos anos aliada a um bom desempenho operacional torna possível aproveitar convenientemente a proximidade do Porto com as grandes empresas exportadoras, sendo que dos 3000 navios que o PdL recebe anualmente, aproximadamente 40% destinam-se ao transporte dos 300 mil contentores que estes dois terminais operam.

Figura 9. Vista superior do parque do terminal de contentores. Fonte: (Terminal Contentores Leixões, S.A.)

Como diz (Caldeirinha, 2007), no que respeita à "*vertente logística, o porto saiu da sua área tradicional de atuação e passou a liderar a componente de acréscimo de valor às cargas, como fator de competitividade de um porto moderno, estando a construir as duas plataformas logísticas adjacentes, que tinha previstas.*". Aliás, se considerarmos o contexto europeu, pelo facto de constituir o porto marítimo da Europa localizado na posição mais ocidental, possui uma posição privilegiada, que acrescenta valor ao facto de operar 365 dias/ano, atingindo elevados números de navios em cais, especialmente navios de carga.

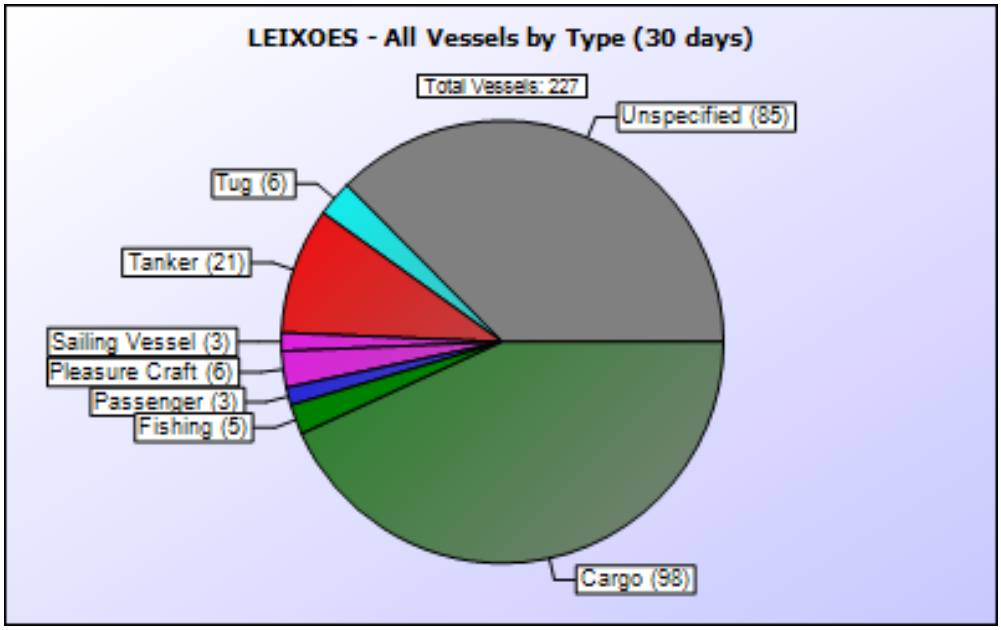


Figura 10. Tipo dos navios operados no PdL em junho de 2012. Fonte: (Marine Traffic)

Ostenta também elevados níveis de produtividade e um reduzido tempo de permanência do navio em cais, que usufruem de uma barra permanentemente aberta ao tráfego portuário, sem restrições de acesso por efeitos das marés.

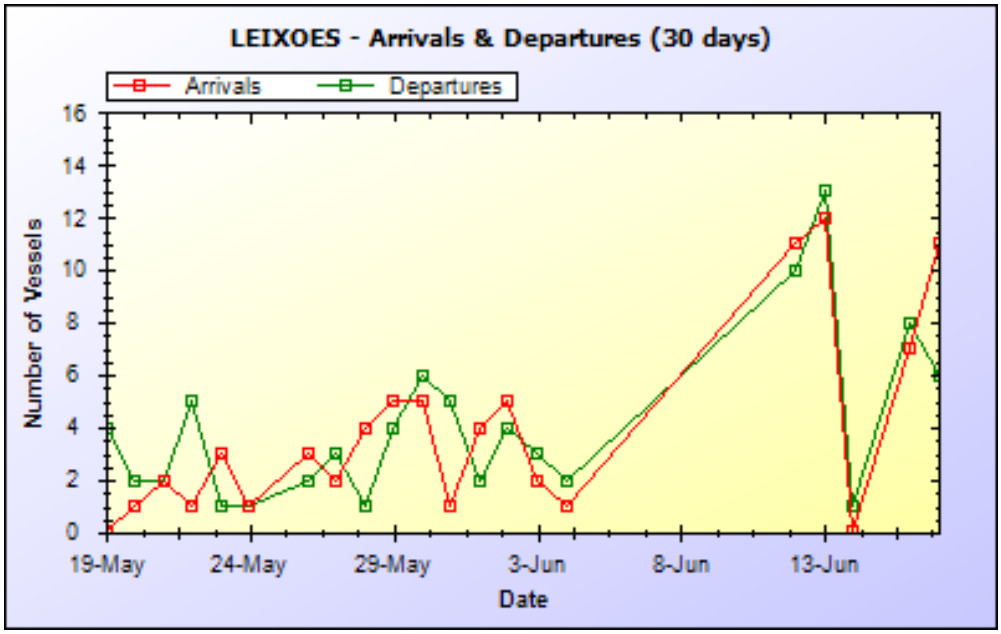


Figura 11. Tempo de estadia do navio no Porto de Leixões. Fonte: (Marine Traffic)

Naturalmente, o PdL, um porto de dimensão média, mas com tão grande tráfego de mercadorias e particularmente de contentores, padece de dificuldades de espaço, o que não o impede de continuar a crescer. Na verdade, revela-se um porto com futuro, que deve especializar-se em determinados mercados e segmentos e continuar com os bons investimentos, essencialmente centrados no transporte de contentores, mas também em grandes apostas como é disso exemplo o Terminal de Cruzeiros, um marco para o turismo da região Norte de Portugal, que contribui certamente para a transmissão de uma imagem de qualidade do nosso País.

Figura 12. Vista aérea do Porto de Leixões. Fonte: (APDL)

3 Transporte Marítimo de Contentores

Neste capítulo serão expostos vários conceitos acerca do transporte contentorizado, desde as suas origens às atuais vantagens que promovem este mercado, passando naturalmente pelo âmago deste segmento, o contentor de transporte.

3.1 História

Apesar de só serem ampla e industrialmente utilizados como meio de transporte há pouco mais de 50 anos, o transporte de carga contentorizada tem as suas verdadeiras origens no século XVIII, em Inglaterra. Em 1795, Benjamin Outram utilizou vagões para o transporte de carvão, carregados em veículos puxados por cavalos e que podiam ser transbordados para barcaças.

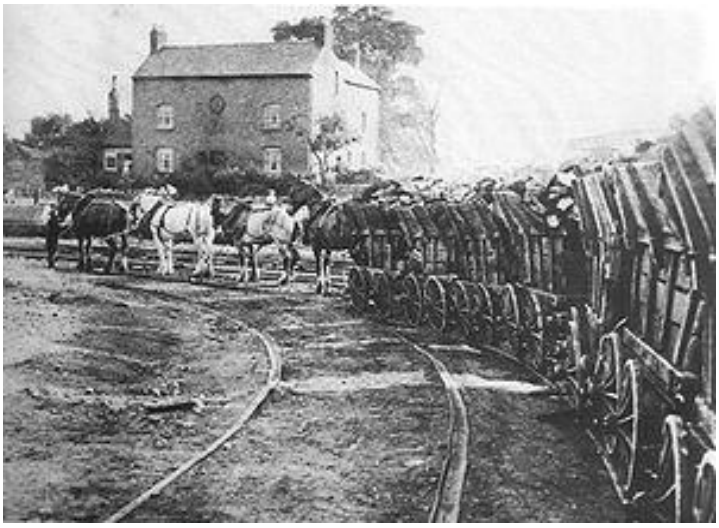


Figura 13. Vagões carregados em veículos puxados por cavalos. Fonte: (Ripley, 1993)

Na década de 1830, mais uma vez em Inglaterra, as linhas ferroviárias estavam a utilizar uma espécie de equipamentos, semelhantes a contentores e que podiam ser transferidos para outros meios de transporte. Segundo (Essery, Rowland, & Steel, 1979) eram utilizadas *'simples caixas de madeira retangulares, quarto para um vagão, utilizadas para transferir carvão da minas de Lancashire para Liverpool, onde era transferidas para carroças, utilizando guindastes'*. Na década seguinte surge a caixa de ferro, que se junta à muito utilizada caixa de madeira, e, já no século seguinte, é adotada a ideia de caixas de contentores fechadas, projetadas para o movimento entre rodovias e ferrovias.

Entre a década de 20 e 40 foram utilizadas, frequentemente, *flatcars* para transporte de automóveis, em diversas zonas dos Estados Unidos. Aliás, a partir de 1929, a companhia *Seatrain Lines* passou a carregar vagões de comboios nos seus navios, para transportar mercadorias entre Nova Iorque e Cuba. Esta iniciativa acabou por se propagar a outras companhias.

Durante a II Guerra Mundial, para lidar com a mudança de bitola da linha ferroviária, o exército australiano, ao fazer a transferência de mercadorias utilizou contentores. Eram feitas essencialmente de madeira, não-empilháveis e de tamanho similar aos atuais contentores de 20 pés. Mais perto do final da grande guerra, também o Exército dos Estados Unidos utilizou contentores especializados que aceleravam o processo de carga e descarga dos navios. Estes equipamentos reutilizáveis eram conhecidos como *transporters* e eram utilizados para transportar os bens essenciais destinados aos militares.

Figura 14. Vagão utilizado pelo Exército dos Estados Unidos no final da II Guerra Mundial. Fonte: (OHL International S.A.)

Porém, é no ano de 1955 que surge a verdadeira revolução no transporte contentorizado, quando Malcom McLean, dono e cofundador de uma empresa transportadora com o mesmo nome, ao trabalhar em cooperação com o Engenheiro Keith Tantlinger, desenvolveu o modelo intermodal do atual contentor de carga. O desafio era projetar um contentor que pudesse ser eficientemente carregado em navios, beneficiando da devida segurança nesta alocação e durante as longas viagens marítimas. O resultado foi um contentor com 8 pés de altura por 8 pés de largura, possuindo uma capacidade de 10 pés e sendo construído em aço enrugado, a partir de 2,5 milímetro de espessura. O desenho incorporava um mecanismo *twistlock*, em cada um dos quatro cantos, permitindo que o contentor fosse facilmente fixado e suspenso por meio de gruas. Em 1958, ao colocar 58 contentores a bordo de um navio, McLean e Tantlinger 'criaram' o primeiro navio porta-contentores e o início do transporte marítimo de carga contentorizada. Os contentores nunca eram abertos durante o transporte, sendo transferidos numa base intermodal. Inicialmente utilizou-se uma metodologia de carga/descarga do navio chamada *rollon-rolloff*, que passava pelo uso de reboques de camião que arrumavam os contentores no porão do navio, uma vez que estes embarcavam com os seus chassis, o que mais tarde entrou em desuso. Depois de ajudar McLean a concretizar, com sucesso, este projeto, Tantlinger convenceu-o a dar os desenhos patenteados para a indústria, o que deu início à padronização internacional dos contentores.

Segundo (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004). *"o primeiro serviço regular de contentores começou sensivelmente em 1961 com um serviço internacional de contentores entre a costa este dos EUA e pontos nas Caraíbas, América Central e América do Sul. O grande avanço, após um início lento, foi conseguido com grandes investimentos especialmente na conceção de navios, na adaptação dos terminais portuários com equipamento e na disponibilidade (compra e leasing) de contentores. Um grande número de contentores transitários levaram a uma eficiência económica e um rápido crescimento das trocas de mercado".*

Em 1965, saíram as primeiras normas internacionais, *standardizando* as dimensões e caraterísticas dos contentores. Contudo, só sensivelmente 20 anos depois foram alcançados os compromissos entre todos os intervenientes que permitiram a real normalização da utilização de contentores.

O transporte de mercadorias e bens utilizando contentores veio revolucionar por completo o comércio internacional, uma vez que levou à redução dos custos de transporte, resultado da movimentação de uma maior quantidade de carga num só transporte, assim como ao

aumento da sua velocidade. Ao mesmo tempo, as cidades portuárias modificaram-se. Por um lado, houve uma alteração radical das instalações portuárias, que deixaram de necessitar de postes de cais utilizados para carga e descarga de mercadoria, ao mesmo tempo que houve urgência em procurar lotes de terreno para o armazenamento de contentores, que embora sistemático necessita de espaço. Por outro lado, entraram em desuso as grandes equipas de estivadores, que antes dos contentores eram constituídas por mais de 20 estivadores, que embalavam e acondicionavam a carga no navio, individualmente. Os contentores provocaram grande impacto nos portos marítimos, fazendo com que alguns deles entrassem em desuso e reforçando as valências de outros, ao mesmo tempo que também influenciava os restantes meios de transporte, que embora tivessem perdas ganhavam no fator intermodalidade.

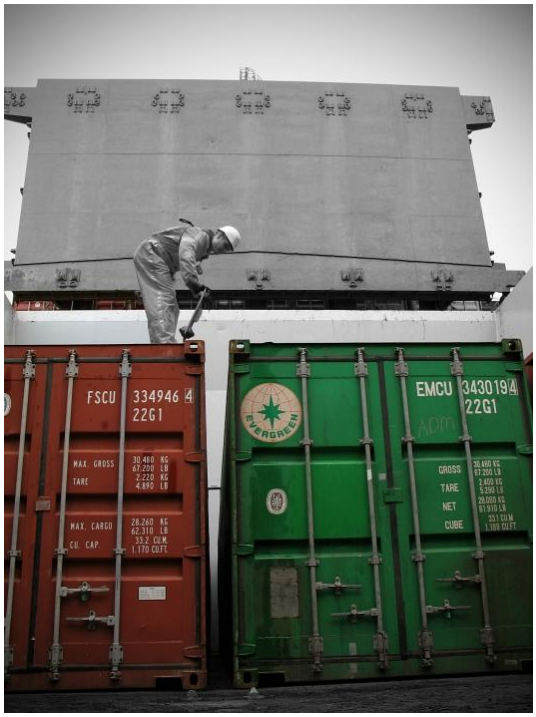


Figura 15. Imagem de dois contentores, o busílis do transporte marítimo. (Port Pictures Maritime Photography)

3.2 Mercado e tendências

Os contentores chegaram à cadeia internacional de transporte marítimo há mais de 50 anos. Desde esse momento que foram aceites e que foram reconhecidas as suas vantagens, sendo que ao longo do tempo têm vindo a ter um papel cada vez maior no mundo da logística e do transporte, já que são a base do conceito de carga unitária.

Em (Monaco, Moccia, & Sammarra, 2009) é precisamente referido que, desde o início do século XXI que se tem assistido *"a um crescimento notável na troca de bens em todo o mundo, graças às políticas de globalização desenvolvidas pelos países, e ainda mais recentemente, o incremento dado ao mundo pela China e Índia, cujas exportações estão contínua e consideravelmente a aumentar"*. Esta circunstância que corresponde a uma grande quantidade de trocas comerciais principalmente entre Europa, Estados Unidos e Ásia, tem grandes implicações no transporte marítimo, muito utilizado, devido às suas valências de grande capacidade de carga e por permitir largas economias de escala, tornando-se o mais internacional de todos os meios de transporte, com um indiscutível papel mundial. As importações e exportações, na sua maioria, são feitas por via marítima, correspondendo a 80% do comércio

internacional, o que envolve 1 250 000 marítimos, 53 000 companhias e organizações nas suas atividades e uma contribuição de 200 mil milhões de euros para a economia mundial.

Em (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004) é referido que "*60% da carga transportada por via marítima é movimentada em contentores, enquanto que o transporte em determinadas rotas, especialmente entre países economicamente fortes e estáveis, são completamente feitas recorrendo a contentores*.". Na verdade, o mercado de carga tem crescido drasticamente e com ele o crescimento do transporte contentorizado, estimando-se que nos últimos 30 anos esse crescimento tenha sido de cerca de 130% (naturalmente e como já foi referido, muito influenciado pelas economias da China e Índia, suportadas na mão de obra pouco qualificada e barata, o que promoveu uma deslocalização dos centros produtivos). Por exemplo, entre os meados da década de 1980 e o início do século XXI, este negócio atingiu valores superiores ao dobro no mercado global, como é evidente na Figura 16, onde figuram os valores movimentados em alguns dos principais portos mundiais.

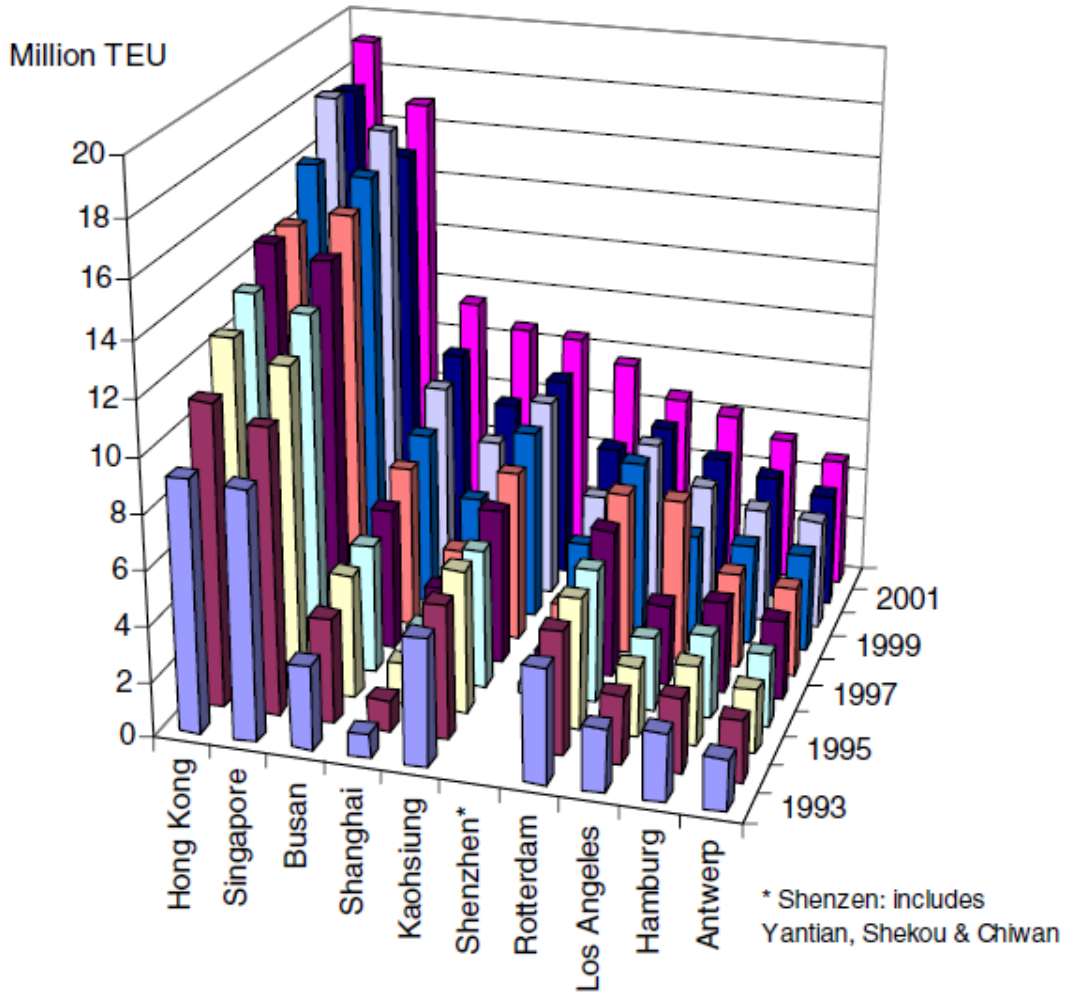


Figura 16. Volume de Contentores nos maiores terminais de contentores do Mundo entre 1993 e 2002 (ranking 2002) Fonte: (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004)

Assistimos atualmente a elevadas movimentações de carga nos maiores portos marítimos do mundo, onde se encontram terminais de contentores, devidamente dimensionados, equipados e dotados de recursos humanos especializados, que operam quantidades de TEUS que há uns anos atrás era impensável. A figura abaixo é baseada nos relatórios de (Boyes, 2000) e (Boyes, 2003), e mostra a tendência do transporte de contentores com rácios de crescimento elevados, particularmente quando comparados com os restantes rácios.

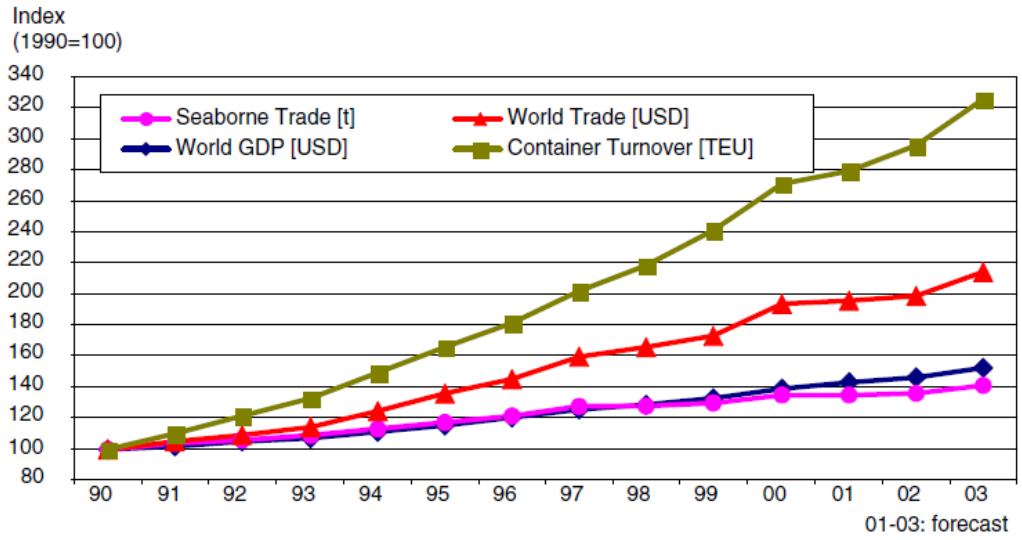


Figura 17. Tendência do transporte contentorizado. Fonte: (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004)

Devido aos grandes volumes de carga contentorizada, o mercado cada vez mais apela à construção de grandes navios porta-contentores, a terminais com grandes infra-estruturas, a equipamentos da mais alta tecnologia e, de uma forma essencial, a um sistema de transporte marítimo que possa reduzir os custos de transporte. Este sistema é conhecido como *hub and spoke*: os navios porta-contentores de maiores capacidades, os *deep-sea*, limitam-se a operar num determinado número de portos, caraterizados pela maior dimensão, os *hubs*, onde, também, recebem carga trazida pelos navios mais pequenos, os *feeders*, que a transportam desde os portos menos desenvolvidos, os *spoke*. Fica assim claro que um terminal *hub* é um nó relevante na rede de transporte mundial, onde se deve garantir a maior eficiência operacional para evitar o congestionamento de navios e operadores.

Todo este processo logístico envolve uma série de intervenientes, com diferentes propósitos e funções, sendo que a denominação e descrição dos mesmos pode ser encontrada no Anexo B.

3.3 Contentores

A peça-chave do transporte marítimo de contentores é, naturalmente, o contentor. É à volta deste objeto/instrumento que se processa toda a sequência de transporte e o desenrolar da cadeia logística, especialmente porque esteve na base da criação desta última. Desta forma, revela-se premente entender a definição de contentor e de todas as suas variáveis.

3.3.1 Conceito e informações-chave

Os contentores são equipamentos normalizados, utilizados no transporte de carga. Correspondem, atualmente, a elementos fundamentais e preponderantes no mercado dos transportes, não só pela sua grande capacidade de carga (resultante das suas grandes dimensões), segurança e potencial de armazenamento, mas igualmente por integrar a cadeia logística no seu todo, ou seja, de uma forma intermodal, uma vez que pode ser transportado por diferentes meios de transporte, como navios, comboios ou camiões, ou seja, permite uma maior interligação com os restantes meios de transporte. O contentor é o instrumento perfeito para o transporte de carga, uma vez que reduz ao mínimo a sua manipulação durante o transporte, resultado de terem sido desenhados para facilitar ao máximo a movimentação da carga.

Normalmente feitos de metal, mas podendo ser, também, de madeira, para além de apresentarem dispositivos de segurança e proteção, que os tornam imunes ao roubo e às variações climáticas, não obrigam a que a carga seja empacotada e têm os mecanismos devidos para que possam ser carregados nos navios de uma forma adequada e consistente.

Atualmente, os contentores constituem uma unidade de carga independente, com dimensões padrão em medidas inglesas (pés), sendo a unidade base utilizada o TEU (*twenty-feet equivalent unit*). Esta medida de carga é a base assumida no mercado do transporte contentorizado, sendo que a produtividade dos terminais de contentores é precisamente medida em TEU, o que permite ter uma noção relativa da quantidade de contentores movimentados em terminal. Remetendo para a capacidade do contentor, entende-se que cada TEU corresponde a 20 pés de comprimento, sendo que as capacidades mais frequentes são 20 e 40 pés, ou seja, 1 e 2 TEU (2 TEU = 1 FEU, ou seja, *fourty-feet equivalent unit*), respetivamente. As capacidades restantes são: 45, 30, 26 e 23.

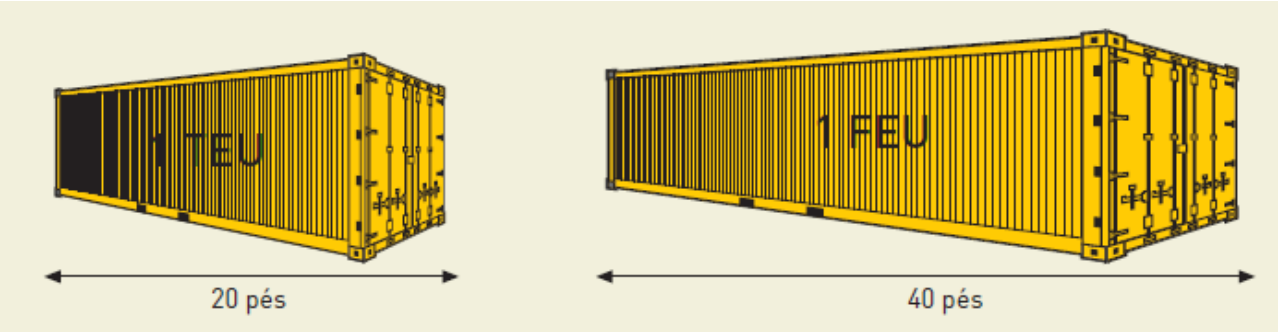


Figura 18. Medidas habituais dos contentores: TEU's e FEU's. Fonte: (Costa, 2006)

Porém, segundo o (ABC da Intermodalidade, 2010) a *'Comissão Europeia está a promover o desenho de unidades europeias intermodais de carga (UECI), na expectativa destas se transformarem numa alternativa aos atuais contentores de 45 pés, que não podem circular nas estradas europeias desde 1 de janeiro de 2007 de acordo com a Diretiva 96/53/CE'*. Também as alturas dos contentores são *standardizadas*, podendo ser de 8 pés, 8 pés e meio ou 9 pés.

A mais importante diferenciação que podemos fazer aos contentores diz respeito ao seu fluxo de transporte, que tem consequências determinantes nos processos do terminal e que se divide em: exportação, importação ou misto/trânsito. Os contentores de exportação são aqueles que entram no terminal de contentores através da portaria, seja por via rodoviária ou ferroviária, permanecendo alguns dias em parque, até que chegue o navio, no qual serão carregados. Os contentores de importação chegam ao terminal por via marítima, onde são descarregados do

navio. Posteriormente são colocados no parque, onde esperam normalmente entre 1 a 10 dias, pela sua ordem de levante e pelo transporte terrestre que o retirará do terminal. Por fim, os contentores trânsitos cujo movimento corresponde a uma mistura dos dois referidos anteriormente, chegam ao terminal por via marítima, permanecendo em parque alguns dias e saindo de parque igualmente por via marítima.

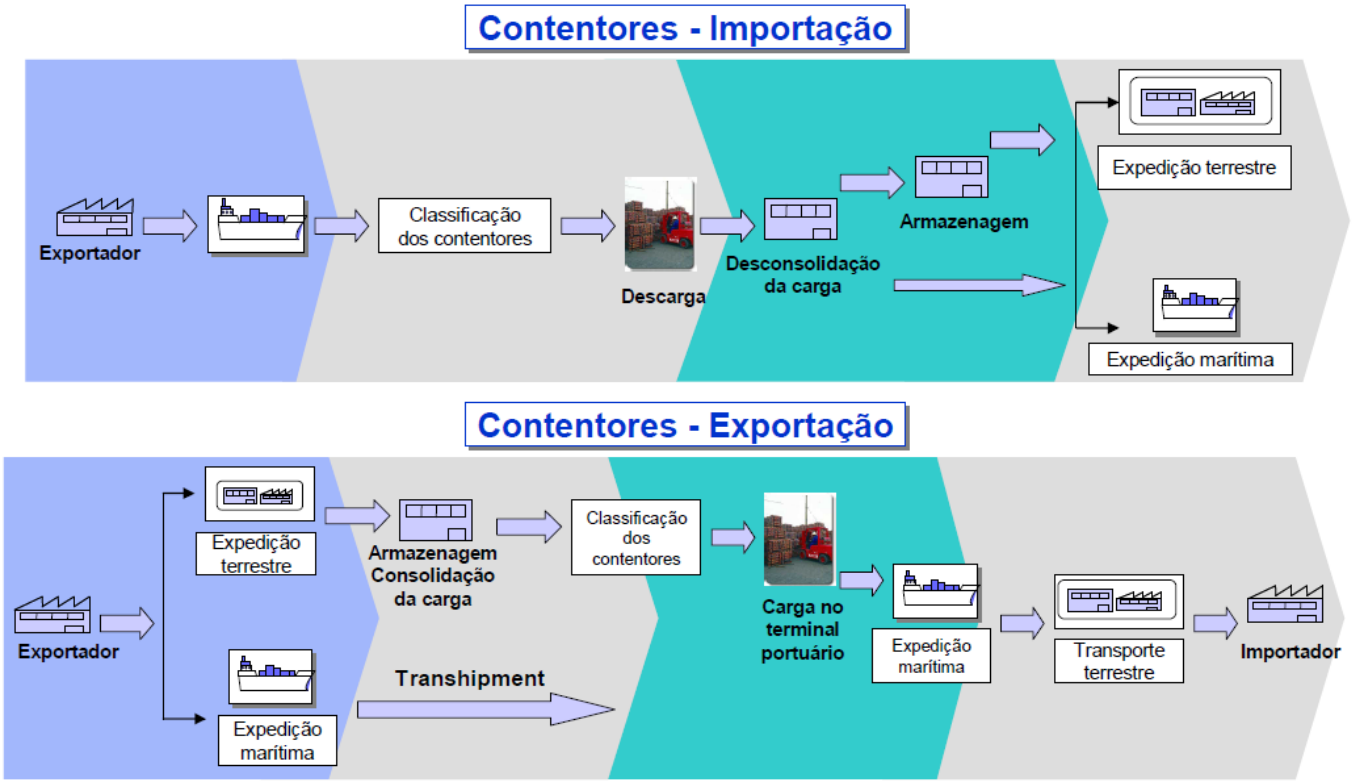


Figura 19. 'Percurso' dos Contentores de Exportação e de Importação. Fonte: (Braga da Cruz, 2011)

Todos os contentores possuem uma placa descritiva denominada placa CSC, que contém as seguintes informações: norma ISO (apontamento devidamente explicado no ponto 2.3.3.), ano de fabrico, validade, peso máximo, tara, peso líquido e cubicagem interior. Os contentores que tanto chegam ao terminal cheios como vazios, possuem variações no seu peso, normalmente, entre 1 tonelada e 32 toneladas, sendo que para *standardizar* a sua capacidade de carga são atribuídas duas taras: 2200 toneladas (20, 23 e 26 pés) e 4200 toneladas (30, 40 e 45 pés).

Figura 20. Fotografia da placa CSC de um contentor parqueado no Terminal Sul de contentores do PdL

3.3.2 Tipologia

Consoante o seu tipo de carga, dimensões e outras especificidades, os contentores podem ser de variados tipos, ostentando diferentes designações. De seguida, são enumeradas essas designações, fazendo a devida referência às caraterísticas e potencialidades que distinguem as diferentes tipologias:

- ***Dry Box* (Carregamento final e inclusão completa)**- contentor básico intermodal com portas no final, acomodáveis para cargas gerais e sem requerer controlo de meio ambiente enquanto em rota. É utilizado para cargas gerais secas, como alimentos ou roupas, podendo ter equipamento de ventilação e defletores para impedir entrada de água. Estes contentores têm 2.59 metros (8.5 *feet*) de altura.
- **Carregamento lateral (inclusão completa)** - equipado com porta lateral, usada quando não é possível o descarregamento por uso de portas finais ou quando o contentor necessita de permanecer nos trilhos.
- ***Open Top* (abertura no topo)** - usado para cargas, onde o carregamento ou descarregamento da carga através das portas finais ou laterais seja impraticável, ou seja, onde a carga ultrapassa o volume interior do contentor. A maioria dos contentores é equipada com uma cobertura superior de tecido.
- **Isolantes** - para cargas que não poderiam ser expostas a mudanças rápidas ou bruscas de temperatura.
- **Frigoríficos** - isolantes e equipados com sistema de refrigeração embutido, gerado por ligações elétricas diretas ou por geradores a gasolina ou diesel. É usado primariamente para alimentos ou outros artigos que requerem temperaturas controladas.
- **Tanques (Volume Líquido)** - contentor tipo tanque para transporte de líquidos e para transporte de certos materiais perigosos; os contentores de capacidade 23, 26 e 30 pés são exclusivamente tanques.
- **Volume Seco** - designado para transporte de cargas como produtos químicos secos e grãos.
- **Prateleiras retas** - disponíveis com vários modelos e tamanhos, as prateleiras retas são usadas para madeira, produtos de moinho pesados, maquinaria e veículos.
- **Automóveis** - usados para o transporte de veículos.
- **Animais vivos** - configurado para o transporte de animais vivos.
- **Cobertura marítima** - contentor de topo aberto, desenvolvido pela "Marad" e a Marinha Americana.
- ***High-Cube*** - estes contentores são usados para cargas de alto-volume, baixo peso e com aumento da área cúbica. Os contentores *High-cube* são de 2.89 metros (9.6 pés) de altura e comprimento máximo de 12 metros.
- **Vestuário** - com dispositivos especiais e encaixes de teto internos, estes contentores podem ser usados para pendurar vestuário.

Tabela 4. Dimensões e capacidades de alguns tipos de contentores. Fonte: (ABC da Intermodalidade, 2010)

DIMENSÕES INTERNAS E CAPACIDADE DOS DIVERSOS CONTENTORES					
Tipo de contentor	Pés	Dimensões (milímetros)			Volume (m^3)
		largura	comprimento	altura	
Fechado (dry van)	20 40	5.209 12.032	2.350 2.350	2.392 2.390	33,2 67,6
Tecto aberto (open top)	20 40	5.894 12.027	2.344 2.344	2.347 2.347	31,5 67,0
Graneleiro (bulk)	20	5.888	2.332	2.338	32,4
Plataforma (flat)	20 40	5.988 12.064	2.398 2.369	2.231 1.943	
Aberto (open side)	20	5.896	2.310	2.255	31,0
Frigorífico (reefer)	20 40	5.460 11.550	2.240 2.250	2.225 2.215	
Cisterna (ISO tank)	20				21.000 (litros)

3.3.3 Códigos

Como referido os contentores são equipamentos de dimensões *standardizadas*, variáveis consoante a sua tipologia. Cada um, consoante as caraterísticas que apresenta e devido ao facto destas serem tipificadas, apresenta a sua norma ISO. Esta é uma norma internacional atribuída por uma entidade chamada *International Organization for Standardization*, que congrega a normalização de 170 países, sendo que as primeiras emitidas sobre contentores datam de 1965. Esta normalização é muito importante do ponto-de-vista do planeamento das ações portuárias, permitindo uma maior produtividade do fluxo. A ISO de um contentor é composta por 3 algarismos e 1 letra, dispostos da seguinte forma -12B3- em que 1 identifica a capacidade, 2 identifica a altura, B a tipologia e 3 a categoria. Naturalmente o caso anterior corresponde a uma mera simulação irreal, sendo que um exemplo concreto será: 22G1, o que corresponde a um contentor de 20 pés (2), com uma altura de 8.5 pés (2), *dry box* (G) e fechado & ventilado (1).

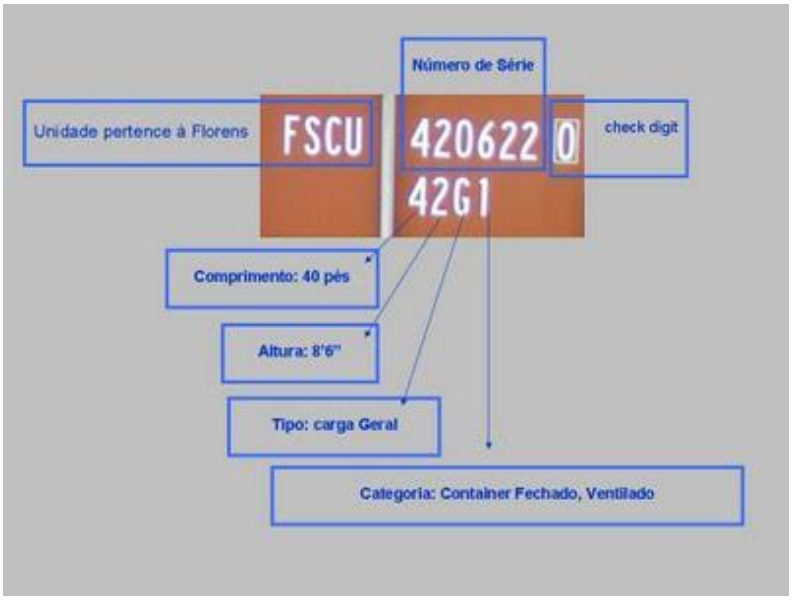


Figura 21. Placa CSC com o devido destaque da norma ISO. Fonte: (Lord Container)

Outra ISO importante e transversal para os contentores é a ISO 9897, uma norma internacional para o intercâmbio eletrónico de contentores de carga. É igualmente conhecida como CEDEX (*Container Equipment Data Exchange*).

Em 1987, o BIC propôs a integração na norma ISO 9897, de um código padronizado de identificação e localização internacional de contentores, muito importantes para a comunicação desenvolvida durante as operações comerciais relacionadas com os contentores. Estes códigos chamam-se BIC LOCODES, ou simplesmente, LOCODES. Este código é composto por: 2 letras que identificam o país (ISO 3166); 3 letras para identificar a localização; 3 letras para identificar o proprietário/operador segundo os códigos BIC ou então uma empresa que atua em nome do proprietário/operador com um código atribuído pela BIC. A última letra será um 'A' para o primeiro endereço físico numa localização, 'B' para o segundo e assim por diante se existir mais do que um local físico por empresa numa localização específica. Empresas com operações de comunicações móveis são identificados pela letra 'M' e empresas de *leasing* de contentores devem requisitar para última letra o ‘L’. Os LOCODES garantem a localização de um contentor identificado é única, permitem a localização do contentor no momento em que é operado e a identificação das partes que trocam o contentor (se proprietário, principal operador ou empresa) e facilita a operação de movimentação de contentores através dos sistemas de informação,

presentes nos pontos das cadeias logísticas onde se fazem as transações. A listagem de códigos é distribuída por todo o Mundo e é utilizada em mais de 70 países, por mais de 1800 empresas.

Outro código importante a ter em conta é o IMOCODE, que identifica os contentores cuja carga seja perigosa e/ou poluente. Estes códigos, atribuídos pela *International Maritime Organization* consoante o tipo e risco da carga em causa, limitam a forma como os contentores são armazenados e colocados no navio, apresentando procedimentos-tipo aquando da sua passagem em terminal.

3.4 Navios Porta-Contentores

Apesar de serem vários os veículos que transportam contentores, como camiões ou comboios, interessa dar particular ênfase aos navios especializados para este transporte, uma vez que a ligação dos contentores ao transporte marítimo é muito relevante e porque são, também, estes navios que reforçam a intermodalidade dos portos marítimos.

Figura 22. Navio Gerd Maersk. Fonte: (Maersk fleet)

Figura 23. Navio Emma Maersk. Fonte: (Maersk fleet)

Como o próprio nome indica, navios porta-contentores são embarcações construídas e desenhadas para o transporte de carga em contentores, constituindo uma parte fulcral da cadeia logística intermodal.

Estes navios são concebidos e apetrechados com guias celulares nos porões para a correta alocação e segurança no transporte dos contentores, e sistemas de ancoragem próprios para assegurar a devida acomodação da carga. Para a descarga do navio, os portos necessitam de pórticos com capacidade de elevar 50 toneladas e com 50 metros de alcance.

Na construção deste tipo de navios há vários pontos-chave. O casco, semelhante aos navios de carga geral, deve ser feito em torno de uma quilha forte, segundo um arranjo complexo de placas e vigas de aço de reforço. Posteriormente, é necessário decidir acerca da construção de um ou mais convés de carga e porões, cisternas e casa das máquinas. Os porões são cobertos por tampas de escotilha, nas quais os contentores são empilhados. Muitos dos navios possuem guindastes de carga instalados, sendo que alguns têm sistemas especializados para garantir a segurança dos contentores a bordo. A casa das máquinas do navio é constituída pelos motores principais e máquinas auxiliares, assim como a água potável e esgoto, geradores elétricos, bombas e condicionadores de ar. Na maioria dos novos navios, a casa das máquinas está localizada na parte traseira do navio. Existe ainda, uma zona reservada para contentores frigoríficos, alocados a uma tomada elétrica individual ou ao próprio sistema de refrigeração do navio.

A proliferação do transporte contentorizado foi, naturalmente, acompanhada pelo fabrico de navios porta-contentores, tal como a melhoria das condições e potencialidades dos mesmos.

Atualmente, os maiores navios ostentam cerca de 350 metros de comprimento e apresentam uma capacidade de, sensivelmente, 9000 TEUS. Apesar da existência de navios porta-contentores com capacidades muito consideráveis, existem já estudos para navios que possam atingir os 18000 TEUS. Naturalmente, esta nova potencialidade de transporte, irá obrigar à criação de motores mais potentes, que possam alcançar velocidades de 23 nós e possuam os necessários 90000 cavalos de potência. Estas evoluções obrigam as administrações portuárias a criar infra-estruturas próprias para operar estes navios, alterando todas as suas instalações.

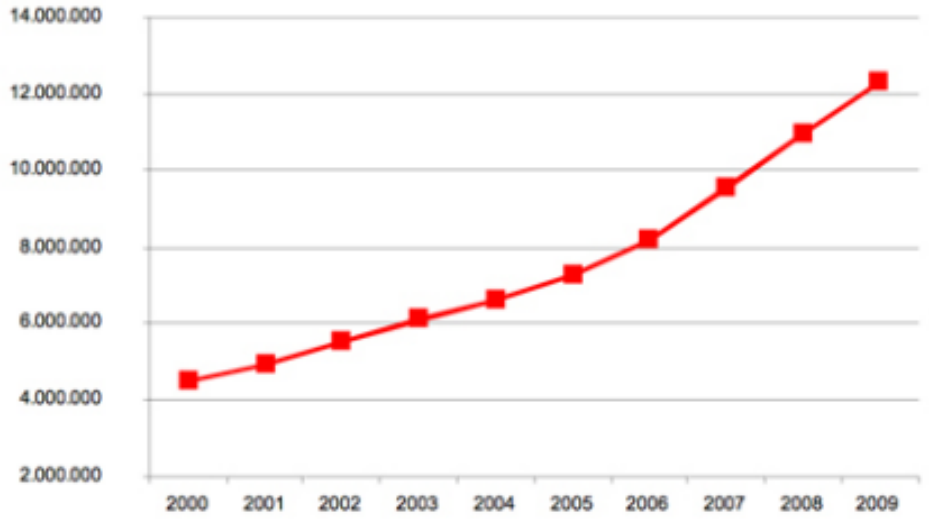


Figura 24. Crescimento, em TEU, da frota mundial de navios porta-contentores entre 2000 e 2009. Fonte: (Grilo, 2006)

Nestes navios podemos fazer menção à sua capacidade de carga de duas maneiras: através do seu porte máximo e através da capacidade máxima de TEU. Raramente, o navio consegue ser carregado com a quantidade máxima de TEU possíveis, uma vez que antes disso atinge o seu porte máximo.

Usualmente, distinguem-se os navios porta-contentores através da sua capacidade carga, referindo-se 7 tipologias: *small feeder*, *feeder*, *feedermax*, *panamax*, *post-panamax*, *new panamax* e *ultra large*. A designação *panamax*, pressupõe navios que conseguem atravessar o canal do Panamá, na América Central. Estes são navios com um raio de até 32.31 metros, um comprimento total de até 294.13 metros e um calado até 12.04 metros. A Tabela 5 descreve as principais caraterísticas das várias tipologias de navios porta-contentores, dando o devido destaque à sua capacidade de transporte.

Tabela 5. Tabela descritiva dos vários tipos de navios porta-contentores. Fonte: (About: Containerships)

Name	Capacity (TEU)[17]	Length	Beam	Draft
Ultra Large Container Vessel (ULCV)	14,501 and higher	1,200 ft (366 m) and longer	160.7 ft (49 m) and wider	49.9 ft (15.2 m) and deeper
New panamax	10,000–14,500	1,200 ft (366 m)	160.7 ft (49 m)	49.9 ft (15.2 m)
Post panamax	5,101–10,000			
Panamax	3,001 – 5,100	965 ft (294.13 m)	106 ft (32.31 m)	39.5 ft (12.04 m)
Feedermax	2,001 – 3,000			
Feeder	1,001 – 2,000			
Small feeder	Up to 1,000			

O grupo de navios que tenham capacidade igual ou inferior a 3000 TEU designam-se por *feeder*, ou, em português, alimentadores. Estes são navios de dimensões mais pequenas e costumam operar em portos mais pequenos, razão pela qual por vezes são auto descarregadores, equipados com gruas que possam servir às operações em portos menos desenvolvidos. Alguns destes navios *feeder* costumam transportar contentores de portos mais pequenos para portos de maiores dimensões, onde transbordam navios maiores, carregando nova carga e levando-a para os portos mais pequenos. Ao restante conjunto de navios, com capacidade superior a 3000 TEU, é dada a denominação de *deep-sea*.

Tabela 6. Dimensão média dos navios nas principais rotas do comércio interncional de contentores. Fonte: (Braga da Cruz, 2011)

	2000	2005	2010	2015	2010 vs 2000	2015 vs 2000
Deepsea este/oeste						
Extremo Oriente - Europa	4 500 - 5 500	5 500 - 7 000	8 000 - 9 000	10500	+70%	+110%
Transpacífico	4 500 - 5 000	5 500 - 6 500	7 000	8 500	+47%	+79%
Transatlântico	3 500	4 000	5 000	6 500	+43%	+86%
Deepsea norte/sul	2 500	3 000	3 000	3 500	+20%	+40%
Feeder	550	650	700	850	+27%	+55%

Fonte: ESPO – Annual Report 2006/2007

4 Terminais de Contentores

A atual economia mundial é drasticamente influenciada pelo mercado de transportes e as empresas são tão mais competitivas quanto maior for a sua rapidez em fazer chegar o seu produto ao cliente final. Neste contexto, o transporte marítimo tem sido bastante reforçado, associado à eficiência dos terminais de contentores, plataformas especializadas e intermodais, as grandes responsáveis pela criação do conceito de cadeia logística. Os terminais de contentores, dada a sua elevada relevância, correspondem a plataformas complexas, com variados processos logísticos, procedimentos-chave e equipamento tecnológico, que devem ser estudados para se perceber o real papel dos terminais. Assim, iremos descrever com algum detalhe a estrutura e funcionamento do Terminal de Contentores de Leixões, empresa onde foi realizado este trabalho e cujos procedimentos foram alvo da temática da dissertação.

4.1 Processos Logísticos e Estrutura e Equipamentos de um Terminal

O terminal de contentores é o ponto-chave de um porto marítimo enquanto plataforma logística intermodal. Como referido por (Petering & Murty, 2008) os terminais de contentores são *"os lugares nos portos marítimos onde os navios porta-contentores são carregados e descarregados e onde a carga contentorizada é temporariamente armazenada enquanto espera pela sua nova viagem"*.

Estruturalmente, segundo (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004) "*os terminais de contentores podem ser descritos como sistemas abertos de circulação de mercadorias, possuindo duas interfaces, a zona de cais e a zona terrestre*". A zona de cais corresponde ao local onde o contentor é carregado/descarregado, ou seja, corresponde à área de operação do navio. A zona terrestre divide-se em duas sub-zonas: o parque e a zona de *hinterland*. O parque é a área de armazenamento dos contentores e a zona de *hinterland* corresponde à interface com os restantes meios de transporte, o que engloba a zona em que o terminal se interliga com esses meios de transporte, ou seja, a portaria.

Algo que interessa constatar antes de descrever qualquer operação é mencionado por (Laik & Hadjiconstantnou, 2008): *"Existem três tipos de contentores a fluírem pelo terminal, nomeadamente, importação, exportação e trânsito. Os contentores de exportação chegam ao terminal através da portaria.(...) são armazenados temporariamente antes de serem carregados no navio de destino. Os contentores de importação são transportados dos navios para o porto onde, depois de serem descarregados do navio, são armazenados temporariamente no parque(...). Similarmente, os contentores trânsitos são descarregados do navio, armazenados no parque, antes de serem transferidos para um novo navio"*. O transporte de contentores entre o cais e o parque, para armazenar contentores após o descarregamento do navio ou para carregar o navio após algum tempo no parque, é feito através de veículos internos do terminal, ao passo que o transporte exterior ao perímetro do terminal é feito por veículos externos, que não se encontram sobre a alçada do operador do terminal. Na Figura 25 são representados os fluxos de cada um dos tipos de contentores citados.

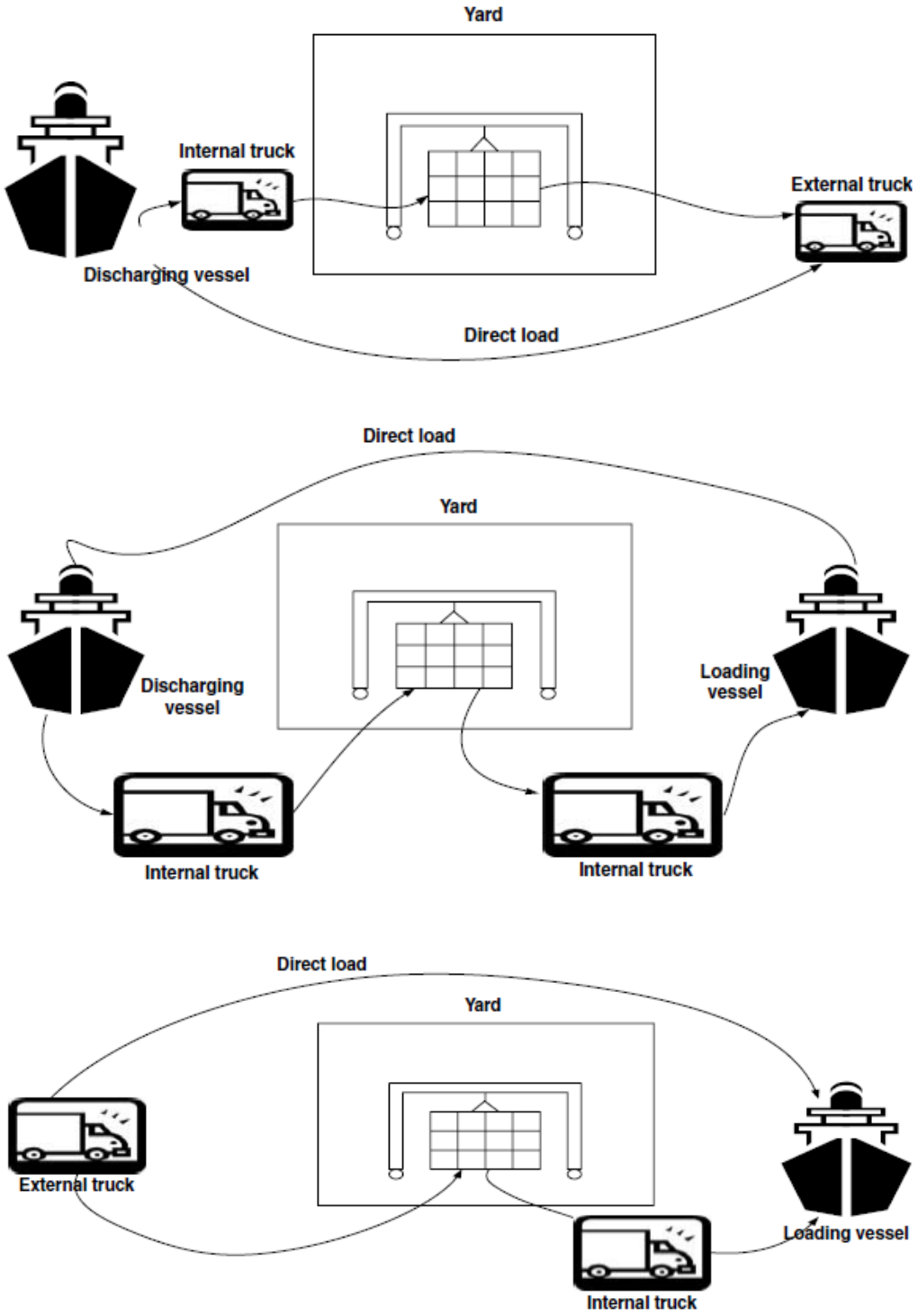


Figura 25. Fluxos em terminal de um contentor de importação, trânsito e exportação. Fonte: (Laik & Hadjiconstantnou, 2008)

Como referido por (Laik & Hadjiconstantnou, 2008) as "*operações em terminal são de 3 tipos: portaria, parque e cais.*". Todas as operações em terminal são realizadas utilizando equipamento especializado, que têm elevados custos de aquisição e de operacionalidade (manutenção e desgaste). Facilmente se conclui que um dos objetivos principais dos gestores dos terminais será obter elevadas produtividades que possam amortizar os custos destes equipamentos. Na Figura 26 são ilustrados os vários processos em terminal.

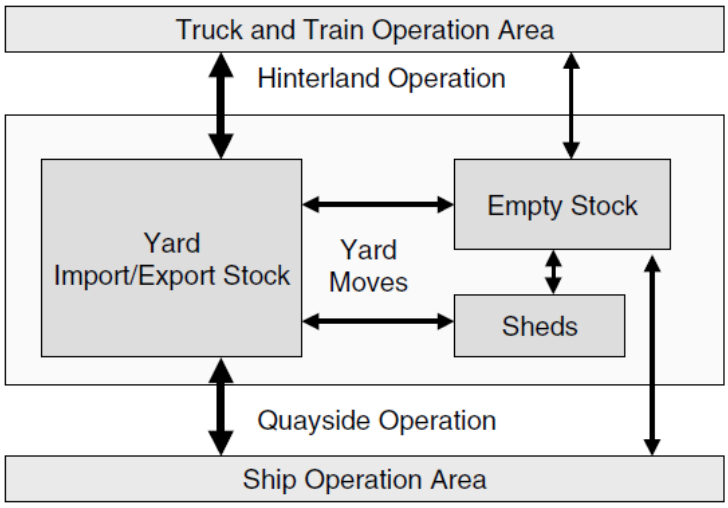


Figura 26. Operações em Terminal segundo a área. Fonte: (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004)

As operações de cais correspondem ao carregamento e descarregamento dos navios. Como diz (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004) assim que "*o navio porta-contentores chega ao porto é alocado a uma zona de atracação, onde existe equipamento destinado ao seu descarregamento*". Nessa zona, o navio é operado por um guindaste de cais, colocado perpendicularmente ao navio e retirando os contentores do convés do navio, dispostos longitudinalmente em relação ao navio. Para conduzir a operação de carga/descarga de um navio é definida uma equipa conhecida por ganga, constituída por cerca de 10 membros, entre guindasteiro, estivador, conferentes e outros.

Figura 27. Fotografia de navio a ser operado por guindaste de cais no Porto de Beirute. Fonte: (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004)

Na operação de cais, mesmo antes do início da operação de carga, surgem de imediato dois problemas. O primeiro é relacionado com a alocação da zona de atracação que pode ser feita de duas formas. Ou é utilizada uma regra *first come first served*, em que os navios são atracados por ordem de chegada e em que o tempo em que o navio se encontra em cais é minimizado, ou então os navios são alocados o mais próximo possível da zona onde os seus contentores sejam parqueados, conseguindo-se, neste caso, a ótima utilização dos guindastes, mas fazendo com que os navios esperem um tempo superior em cais para serem operados, uma vez que este método promove a formação de filas de espera para os navios atracarem na zona específica que lhes é atribuída. Obviamente, uma das restrições às operações de terminal será o comprimento do seu

cais que determinará o tipo de navios que poderão atracar e ser operados, assim como, quais os navios que poderão ser operados conjuntamente.

O problema seguinte é a alocação dos guindastes de cais ao navio. Necessariamente condicionada pela atribuição da zona de atracação, como referindo em (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004) *"dependendo do tamanho do navio podem operar entre três a cinco guindastes num navio deepsea. Os navios feeder são operados com um a dois guindastes".* O desafio está em fazer a devida divisão dos guindastes, alocando-os de modo a não perturbarem a operação uns dos outros e obtendo um bom rendimento dos mesmos e da operação de carga, que possa reduzir os tempos de operação do total dos processos dos navios.

O último dos problemas relativamente à operação de cais é precisamente o planeamento da ação de carga/descarga de contentores do navio. Nenhum destes planos é feito aleatoriamente e está dependente de diferentes fatores conforme se trata de carregamento ou descarregamento. Em ambos os casos os planos são definidos pelo operador do terminal. O plano de carga/descarga do navio é feito em fatias verticais, devidamente sinalizadas consoante o comprimento do contentor, e apresenta um pequeno plano transversal de ocupação dos contentores no navio. A Figura 28 apresenta um exemplo gráfico de um destes planos.

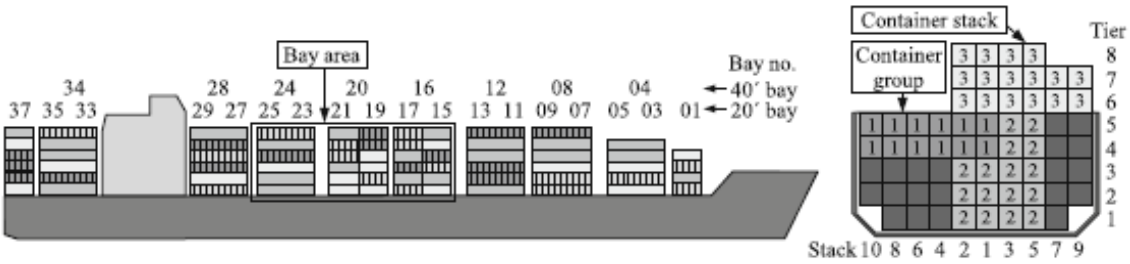


Figura 28. Plano de estiva de um navio. Fonte: (Bierwirth & Meisel, 2010)

No caso do plano de descarga é preciso ter em conta o número de contentores de importação e trânsitos, uma vez que esta informação irá influenciar o parqueamento do mesmo. Pela mesma razão é necessário conhecer o número de contentores vazios e cheios e a capacidade dos mesmos. Por outro lado, tem de se ter em conta a tipologia do contentor e da sua carga, uma vez que esta última poderá implicar a utilização de equipamento especial ou a alocação a zonas específicas (como o caso dos frigoríficos). O operador do terminal desenha este plano com base na informação que o dono do navio (armador) envia ao terminal, sobre o número de contentores transportados e respetivas caraterísticas. Para isso, o armador utiliza um sistema eletrónico de troca estruturada de dados na rede, denominado EDI (*electronic data interchange*).

Relativamente ao plano de carga, o operador elabora-o e envia-o, através de EDI, ao armador, que por sua vez poderá sugerir alterações que, de alguma forma, podem introduzir entropia no sistema. Este plano de carga é feito com base na estabilidade e equilíbrio do navio, pelo que é importante conhecer os pesos dos contentores, de forma a colocar os mais pesados em primeiro lugar. De referir ainda que é necessário conhecer a tipologia do contentor, uma vez que existem limitações na colocação de alguns tipos, como os *High-cube* devido à especificidade da sua altura ou os frigoríficos que necessitam de uma ligação elétrica, que só existe em determinadas zonas do navio. No carregamento do navio são empilhados contentores de diferentes capacidades, sendo que em primeiro lugar são carregados os contentores de 20 pés e acima destes os de 40 pés. Isto acontece porque, devido aos reforços laterais existentes nos contentores de 20 pés, caso estivessem empilhados sobre os contentores de 40 pés iriam forçar a

sua zona central, totalmente desprotegida. Algo que também influencia o plano de carregamento são as rotas do navio em conjunto com o porto de destino do contentor, uma vez que os contentores com porto de destino mais próximo são colocados o mais acima possível.

Os planos de carregamento/descarregamento do navio, também conhecidos como planos de estiva, são cruciais para tornar célere a operação do navio, consumindo o menor tempo possível, rentabilizando as operações do guindaste e conseguindo assegurar a estabilidade do navio ao longo da sua viagem. Ao mesmo tempo, existe a preocupação com o parqueamento, tal e qual como referido por (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004) que diz que de um *"ponto-de-vista prático a minimização dos ações de correção no parque desempenham um papel importante. Estas ações acontecem quando se tem de aceder a um contentor enquanto este tem outros empilhados sobre ele, que terão de ser retirados primeiro"*.

Como foi dito anteriormente, a ação de carga e descarga é executada por guindastes de parque. Existem dois tipos destes guindastes, *single-trolley* e *dual-trolley*, consoante o número de tróleis ('carrinho' que se movimenta ao longo da viga do guindaste). Este trólei é equipado com distribuidores, denominados *spreaders*, destinados a movimentar os contentores. Os guindastes mais comuns são os *single-trolley*, necessitam dum trabalhador para serem operados, ao passo que os de *dual-trolley* somente se encontram nalguns dos maiores portos mundiais e são totalmente automatizados. Um guindaste de parque consegue, em média, movimentar entre 22 a 30 contentores por hora.

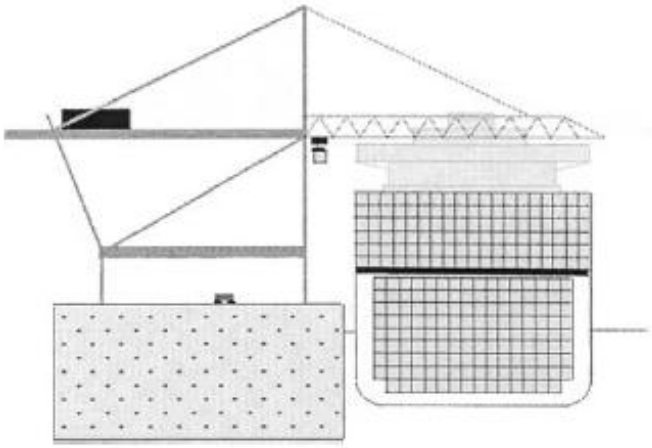


Figura 29. Guindaste parque em processo de estiva de navio. Fonte: (Vis & de Koster, 2003)

Após serem descarregados, os contentores são transportados para o parque, através de veículos internos. Estes veículos podem ser camiões convencionais ou, como acontece nos portos dotados de maior tecnologia, veículos automatizados de dois tipos: AGV (*automated-guided vehicles*) e/ou ALV (*automated-lifted vehicles*). Segundo (Vis & de Koster, 2003) um AGV (ver Figura 30) é *"um veículo robótico que se move ao longo de um caminho pré-definido. O sistema de percurso consiste em cabos elétricos no piso (...) consegue transportar um contentor de 20 pés ou um contentor de 40 pés"*, ao passo que o ALV corresponde a um modelo mais recente, ainda numa fase de desenvolvimento das suas potencialidades, que consegue levantar e transportar um contentor, sem o auxílio de um guindaste.

Figura 30. Exemplo de um *AGV*. Fonte: (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004)

No caso da utilização dos camiões convencionais, estes são conetados a plataformas móveis, onde se colocam os contentores, tendo estas capacidade para transportar dois contentores de 20 pés ou um contentor de 40 pés. A gestão destas plataformas deve ser cuidada, de forma a não serem alocadas à operação de um navio sem serem necessárias.

Nesta fase é importante não só garantir reduzidos tempos de transporte (o que em portos de grandes dimensões pode implicar uma otimização das rotas), mas também a sincronização com a operação de estiva, de modo a evitar congestionamentos (neste ponto é necessário decidir se o veículo irá alimentar um ou mais guindastes, transportando do e para o parque ou somente num sentido).

Quando chegam ao parque os contentores têm de ser armazenados e empilhados, numa ação denominada parqueamento. Esta operação é revestida da maior importância, chegando (Laik & Hadjiconstantnou, 2008) a dizer que *"as operações de parque são o bottleneck de um terminal de contentores, uma vez que a maioria dos fluxos de contentores acontece nesta zona. Assim a eficiência dos sistemas de parqueamento são essenciais para melhorar todo o desempenho do terminal"*. A importância desta operação tornou-se gradualmente maior devido ao aumento do número de contentores que chegavam aos terminais. (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004) constata que a *"utilização média do parque de contentores dos maiores terminais da Europa é de cerca de 15 a 20 mil contentores resultando num total de 15 000 movimentos por dia. Em média, um contentor permanece no parque por um período de 3 a 5 dias"*.

Os parques de contentores estão divididos em blocos, filas, posições e linhas. Os contentores são empilhados nas várias posições, em vários níveis (alturas). Cada bloco possui várias filas, sendo que uma encontra-se destinada à passagem do veículo que traz o contentor. Esse veículo coloca-se por baixo do guindaste de parque, que por sua vez movimenta o contentor até à posição definida. Na figura 31 é representado um esquema de um parque de contentores, com a definição de todas as dimensões.

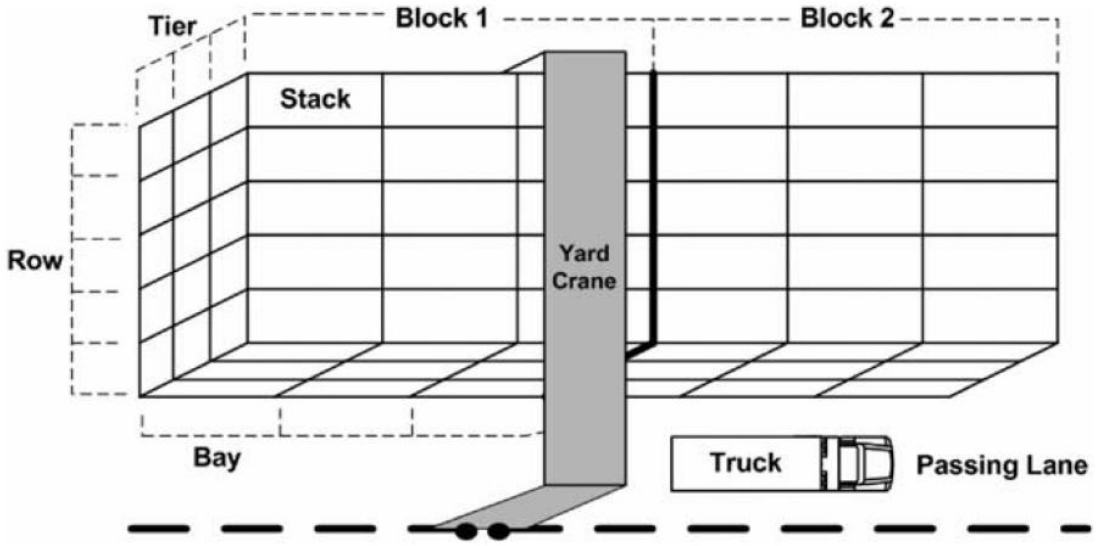


Figura 31. Layout parcelar de um Parque de Contentores. Fonte: (Ting, Wang, Kao, & Pitty, 2010)

Cada posição corresponde, usualmente, a um contentor de 20 pés, sendo que terão de ser ocupadas duas posições para armazenar um contentor de 40 pés. O número de níveis de empilhamento disponíveis depende das restrições operacionais do equipamento de empilhamento utilizado.

O parque é geralmente dividido de forma a conter as seguintes zonas: importação; exportação/trânsitos; frigoríficos; carga perigosa e contentores a inspeccionar (que se encontram imperetrivelmente vazios). Um sistema de parqueamento terá de decidir em que zona, bloco, fila, linha e nível ficará cada contentor, ou seja, a posição concreta do contentor, que posteriormente é digitada no sistema de informação, sabendo-se permanentemente qual a sua posição exata. Para que este planeamento seja feito de uma forma coerente é preciso estipular uma série de regras de parqueamento que minimizem as operações de *reshuffle*, tal como constatado por (Ting, Wang, Kao, & Pitty, 2010)*"os contentores estão empilhados e portanto nem todos estão diretamente acessíveis aos equipamentos de empilhamento. Os contentores colocados no topo têm de ser removidos primeiro. As correções (isto é, os reshuffles) podem ocorrer em ocasiões inesperadas, sendo que os mais críticos resultam nos contentores de importação, cuja data de levantamento é imprevisível"*. Esta coordenação e planeamento são o *target* do presente trabalho que se presta a abordar coerentemente esta questão, um dos pontos-chave para a eficiência de um terminal.

Para além de armazenar em sítios específicos contentores de carga perigosa (locais protegidos) e contentores frigoríficos (zonas de ligação elétrica), convém fazer uma separação bem-definida entre contentores de importação e contentores de exportação/trânsito. Em todos os casos, só são empilhados contentores com a mesma capacidade. No caso da importação, a imprevisibilidade da ordem de levantamento e transferência para o transporte terrestre é bastante grande, pelo que não existe nenhuma regra específica a definir. Relativamente à exportação, embora existam circunstâncias que permitam definir regras, um facto descrito por (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004) dificulta a execução das mesmas: *"Nos terminais europeus 30 a 40 % dos contentores de exportação chegam aos terminais com informação pouco fidedigna acerca do navio de destino, do porto de descarga e do peso do contentor – dados que são necessários para tomar uma boa decisão de parqueamento. Mesmo depois do contentor dar entrada em parque, o agente poderá alterar a informação acerca do navio e do porto de destino".* Para parquear contentores de exportação é usual 'reservar' um número adequado de filas de parque para contentores do mesmo navio e porto de destino, de forma a otimizar a operação de carregamento em navio, porque uma vez que os contentores estão próximos, a ação do guindaste

torna-se muito mais ágil. Por outro lado, é importante ser conhecido o peso devido à estabilidade do navio, sendo que os contentores mais pesados (primeiros a ser carregados) são empilhados nos níveis mais elevados e nas posições mais próximas da fila de passagem do veículo de transporte interno, de modo a diminuir o esforço realizado pelo guindaste. Nalguns casos é interessante agrupar por tipologias semelhantes que possam ter restrições de posicionamento no navio, como é em alguns navios o caso dos contentores *High-cube*.

Por vezes, devido às dificuldades de coerência de informações que foram referidas acima, é feita para os contentores de exportação/trânsitos uma ação de pré-estiva, colocando-os junto à zona de carga, por uma ordem que se adequa à sequência de carga. Esta ação é feita após definido o plano de carga e antes de começar o carregamento do navio, sendo que só é utilizada caso seja necessário um muito veloz processo de carregamento, dado que acarreta custos acrescidos.

O cenário com que o planeamento do parqueamento é realizado raramente coincide com as entregas/levantes reais dos contentores, dado o elevado grau de imprevisibilidade destas. A qualidade do conceito de parque depende muito da capacidade de obter um sistema de empilhamento eficaz e uma previsão aproximada da entrega real. Ambos objetivos são difíceis de alcançar e o resultado é um elevado número de *reshuffles*.

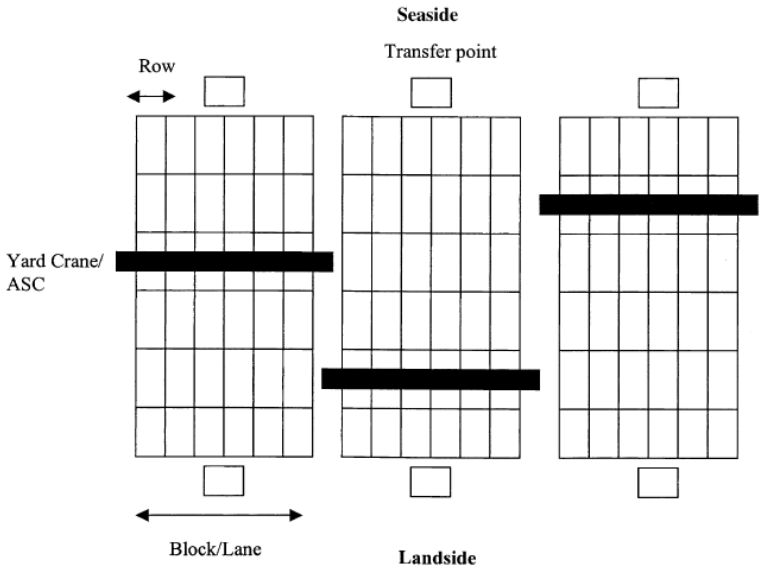


Figura 32. Esquema posicional do parque de contentores. Fonte: (Vis & de Koster, 2003)

Dadas estas grandes desvantagens, alguns terminais adotaram uma técnica de empilhamento diferente, denominada empilhamento disperso. Neste novo conceito, já não existem áreas reservadas para um navio específico, mas sim para uma zona de atracação. Na atracação do navio, o sistema procura uma boa zona de empilhamento dentro da área atribuída a essa zona de atracação. Os contentores com a mesma categoria (navio, capacidade, porto de destino e peso) são empilhados no topo uns dos outros. Sendo assim consegue-se uma maior utilização do parque e obtemos uma redução do número de *reshuffles*, porque o critério de empilhamento ajusta-se ao critério do navio.

Existem ainda outros parâmetros a ter em conta no empilhamento, como a proximidade com a zona de carga, para diminuir o tempo de transporte, e a alocação de guindastes de parque à operação de um dado navio, de forma a melhorar o seu *workload* e a evitar congestionamentos.

Relativamente aos equipamentos utilizados nesta operação, os mais comuns são os guindastes de parque. Existem 3 tipos de guindastes de parque: *rail mounted gantry crane*, mais estáveis e que se movem sobre carris; *rubber tired gantries*, mais flexíveis; e *over-head bridge*

gantries, montados em blocos de concreto ou pilares de ferro. Estes guindastes trabalham entre 8 a 12 filas e empilham entre 4 a 10 níveis, podendo operar em simultâneo desde que se encontrem razoavelmente espaçados, o que normalmente corresponde a um intervalo de 40 pés. Contudo, também são utilizados equipamentos denominados *straddle carriers* que correspondem a pórticos móveis.

Figura 33. Exemplo de *rail-mounted gantry crane*. Fonte: (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004)

Figura 34. Exemplo de *rubber tired gantry crane*. Fonte: (Ting, Wang, Kao, & Pitty, 2010)

Fora da zona de parque e para tarefas menos exigentes são utilizados veículos como empilhadores ou *reach stakers*. Estes últimos são veículos com um 'braço' especializado para movimentação de contentores e apresentam, tal como as empilhadoras, um bom manuseamento, apresentando, porém, uma maior velocidade de execução em relação a este último tipo de equipamentos.

Referir que só os contentores cheios são armazenados no parque, sendo que os vazios vão para uma zona denominada *depot* (*sheds zone*), caso sejam clientes deste serviço do terminal. Nesta zona, onde não se trabalha cargas, sao realizados relatórios de inspeção dos contentores de modo a que estes fiquem devidamente aptos para novas aplicações (através de ações de lavagem e/ou reparação) e obedeçam aos condicionalismos burocráticos.

Por fim, iremos descrever as operações de portaria. Antes de dar entrada no terminal, na portaria, o transportador do contentor recebe a informação de onde deverá colocar o contentor que transporta. Da portaria, o contentor tanto poderá ir para o parque, como para o *depot* ou diretamente para carregar no navio, nos casos excecionais de se tratarem de contentores com IMOCODE. Somente com um sistema de informação integrado é possível conseguir que não existam congestionamentos à entrada da portaria, nem mesmo dentro do terminal, onde o tráfego deve fluir normalmente. Os veículos externos ao terminal que atravessam a portaria são camiões (que têm a capacidade de transportar 2 contentores de 20 pés ou 1 de 40 pés) e comboios (cuja capacidade está limitada pelo tamanho dos seus vagões).

De acordo com a lei portuária, os contentores, para entrarem ou saírem do parque devem cumprir uma série de procedimentos burocráticos e de acordo com a lei portuária, questões estas que são resolvidas através da autoridade portuária.

Para facilitar o tratamento operacional, devem ser apontadas no sistema de informação as caraterísticas de todos os contentores recebidos no terminal, que posteriormente são adicionadas à base de dados.

Os terminais de contentores são os principais nós de interface na rede de transporte e o seu papel passa por executar atividades de transferência da forma mais eficiente. Apesar do enorme sucesso na implementação de inovações tecnológicas para melhorar o desempenho operacional dos terminais, existem variações e incertezas nos valores diários de tráfego de contentores, sendo que é um desafio para os administradores portuários lidar com isso.

A última década foi um período de mudanças revolucionárias, na área logística, no que concerne à introdução de tecnologia, tanto de *hardware* como de equipamentos, e à melhoria dos sistemas de informação e logística. Do ponto de vista operacional, a implementação destes novos avanços permitiu aos terminais de contentores um melhor aproveitamento do seu capital e dos seus recursos tecnológicos, no encalço das exigências que a evolução do mercado de transportes vem trazendo.

No Anexo C encontra-se uma figura esquemática de todos os processos, áreas operacionais e equipamentos utilizados no terminal, assim como a representação dos fluxos dos contentores.

4.2 Terminal de Contentores de Leixões, S.A.

Interessa, naturalmente, descrever a empresa onde se realizou este trabalho, particularizando as suas especificidades procedimentais e operacionais.

4.2.1 A Empresa

O TCL – Terminal de Contentores de Leixões, S.A. (Leixões Container Terminal), tem a concessão da atividade de movimentação de contentores no PdL, desde dezembro de 1999 e por um período de 25 anos, após um processo de concessão conduzido pela APDL. Contudo, a sua atividade operacional, anteriormente entregue a organismos públicos e que compreende os serviços de movimentação de contentores de e para os navios atracados nos cais do terminal, as operações de tráfego, parqueamento, receção e expedição de contentores, as operações respeitantes a mercadorias transportadas em contentores (armazenagem, conferência, assistência a contentores frigoríficos e outras), as diligências necessárias ao seu desembaraço junto das entidades competentes, e as operações respeitantes a carga não contentorizada que constitua complemento da carga dos navios acostados no terminal, só se iniciou em maio de 2000. O TCL nasce, assim, no contexto das concessões portuárias, o último estádio do processo de reorganização dos portos portugueses iniciado no fim da década de 70 do século passado. Esta fase assentou essencialmente na concentração de empresas de estiva que, pela sua pequena dimensão, já não correspondiam aos padrões exigentes de qualidade que armadores e transportadores vinham impondo aos portos portugueses. Em 2006, o TCL foi adquirido pela Tertir S.A., empresa do setor logístico e portuário português, pertencente ao Grupo Mota-Engil.

Como referido no seu site institucional, o TCL tem como compromisso *"assegurar a eficiência e eficácia das operações no terminal, de modo a cumprir os requisitos de fluidez na movimentação das cargas, impostos pelo mercado"*. Para definir como exequível uma prioridade destas houve a necessidade de investir em recursos humanos qualificados e em tecnologias atualizadas, nomeadamente no que diz respeito aos sistemas de informação, essenciais na tomada de decisões operacionais. No desenvolvimento de todo o seu trabalho o TCL apresenta preocupações de sustentabilidade ambiental, vistas como um parâmetro de competitividade no futuro.

Como já foi referido o PdL e, porque nele está integrado, o TCL, são partes integrantes do Sistema Europeu de Portos, uma vez que desempenham um importante papel na fachada Atlântica da Península Ibérica. Constituem a estrutura marítima europeia mais ocidental, revelando-se a infraestrutura inter-regional mais importante, naquilo que é uma referência para as cadeias logísticas da área envolvente e que serve um *hinterland* poderoso (um mercado geográfico de cerca de 400 km), habitado por cerca de 15 milhões de habitantes. Mas o seu mercado geográfico visto pela área geográfica exterior de conexão, o *foreland*, estende-se a 160 países através dos fluxos de carga contentorizada que passam pelo TCL tendo como proveniência/destino esses países. Este último facto fica patenteado pelas rotas que os navios que passam no TCL executam.

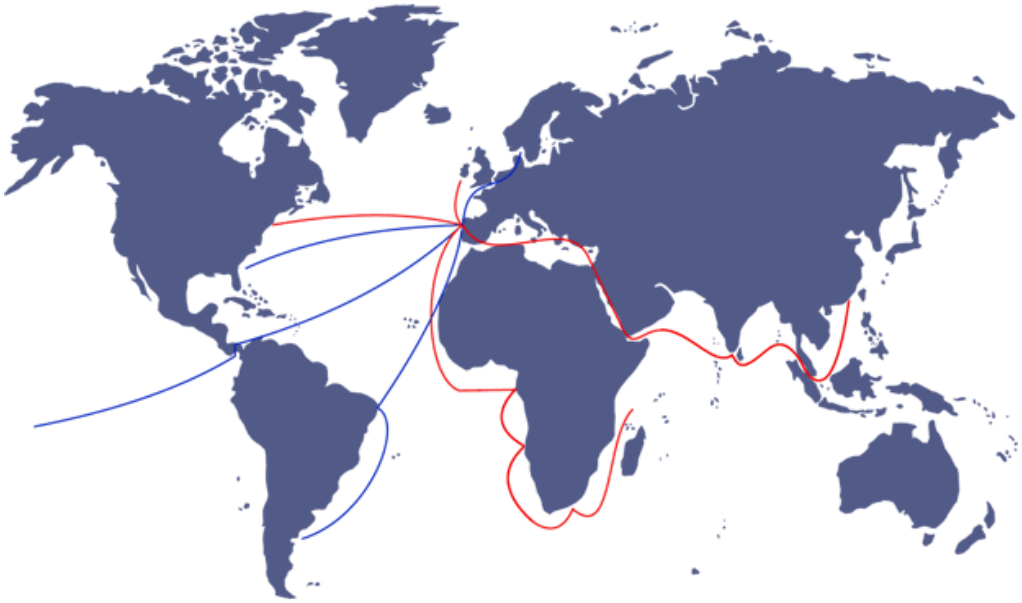


Figura 35. Rotas dos navios que são operados pelo TCL. Fonte: (Terminal Contentores Leixões, S.A.)

Na verdade, o TCL é um dos fatores que faz do PdL um modelo de referência para os portos portugueses e, em geral, para os portos europeus. Também, a gestão dos terminais de contentores se revela ambiciosa e apresenta índices de produtividade bastante elevados, para além de uma significativa capacidade de gestão do espaço disponível. Ao longo do ano, vários são os dias em que o TCL movimenta cerca de 2500 TEU, sendo habitual movimentar numa semana cerca de 9000 TEU, correspondentes a qualquer coisa como 5000 contentores.

Os terminais de contentores de Leixões são, essencialmente, orientados para o *short sea shipping* (transporte marítimo de curta distância), particularmente para a componente *feeder*, servindo de posto de abastecimento de portos maiores.

Relativamente à sua organização estrutural, o TCL apresenta o seguinte organigrama:

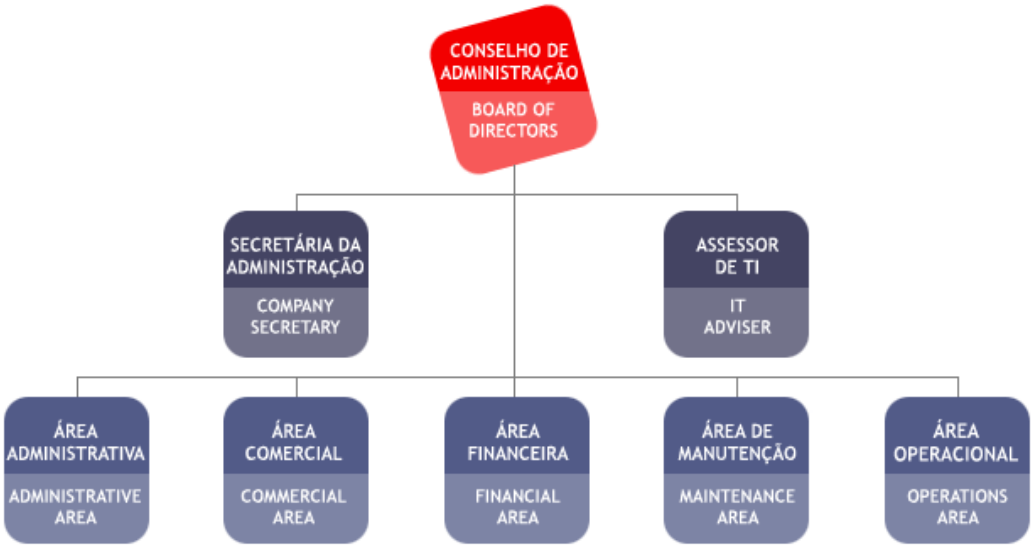


Figura 36. Organigrama do TCL. Fonte: (Terminal Contentores Leixões, S.A.)

O foco do presente trabalho é na área operacional do TCL, responsável por todo o planeamento das ações de estiva e parqueamento, gestão da portaria, distribuição de recursos humanos e tecnológicos e definição do *layout* operacional. No que diz respeito ao planeamento da estiva dos navios o TCL possui 4 elementos responsáveis por executar essa tarefa. Relativamente à gestão de parque existem 2 elementos com responsabilidade sobre essa tarefa e

que podem alterar, a qualquer momento, a disposição dos contentores. Para que seja estabelecida uma comunicação efetiva entre o cliente e o TCL, no que diz respeito à logística de armazenamento dos contentores, o Departamento de Operações possui um outro grupo de 4 pessoas que tratam de todas as questões administrativas, dentro do que é determinado pela política do terminal e o regulamento de exploração do TCL. O regulamento de exploração do TCL define os procedimentos a assumir nos seguintes assuntos: serviço público concessionado, serviços acessórios, horário de funcionamento, atracação de navios, tratamento dado aos contentores e suspensão de operações. Estas questões remetem para: tratamento de e-mail's, faturação, burocracia, alterações de pedidos, etc. Para que exista uma fluente troca de informações entre a portaria e o escritório operacional, este conjunto de 4 pessoas é, também, responsável por verificar se já foi dada ordem de entrada ao transportador e indicando, de imediato, a posição do contentor em parque. Por fim, existe um conjunto de três pessoas responsáveis pela execução das operações no *depot*, com tudo o que isso implica (é neste ponto que se coloca o contentor pronto para o cliente, ou seja, para uma nova atribuição, fazendo-se a coordenação e gestão de *booking*, após o qual o contentor segue para o cliente ou para o terminal).

Será de frisar que ao TCL competem as questões de planeamento e gestão e não a parte física de execução que se encontra a cargo dos estivadores. Estes são funcionários sub-contratados pelo TCL ao Sindicato Portuário e que ficam responsáveis pela 'parte pesada' do parqueamento e da carga/descarga do navio (estiva do navio) assim como o manuseamento de máquinas em terminal, desde maio de 2000. Estes trabalham em três turnos: 8h-12h; 13h-20h; 21h-24h.

4.2.2 Terminais de Contentores

Como foi referido, a gestão dos terminais de contentores do PdL está totalmente entregue ao TCL, responsável pela totalidade operações que neles são executadas. O PdL possui dois terminais de contentores, Norte e Sul, que possuem caraterísticas diferentes, sendo que o maior deles, e que está dotado de melhores equipamentos, é o Terminal Sul. Ambos os terminais possuem dois parques de contentores, sendo que os parques 1 e 2 correspondem ao Terminal Norte, e os parques 3 e 4 ao Terminal Sul. O Terminal Sul, com um cais maior, possui a capacidade de operar um maior número de navios, pelo que, também por isso, é o terminal mais movimentado. Apesar dos terminais estarem especialmente orientados para os navios *feeder*, o maior navio a poder atracar nestes terminais é um navio *Panamax*. Na Tabela 7 é possível observar as caraterísticas de cada terminal. O *layout* de cada terminal podem ser vistos no anexo D e E.

Tabela 7. Caraterísticas dos dois Terminais de Contentores de Leixões

Terminal Norte	Terminal Sul
» Cais acostável	
360 metros de comprimento	540 metros de comprimento
» Fundos	
- 10 metros (Z.H.L.)	- 12 metros (Z.H.L.)
» Equipamentos	
2 pórticos de cais com 35/40 toneladas de capacidade e 5 pórticos de parque com 35 toneladas de capacidade. Dispõe também de 10 semirreboques para o transporte interno de contentores.	3 pórticos de cais com 60/78, 40/65 e 35/42 toneladas de capacidade, 8 pórticos de parque dos quais 4 de 35 toneladas e 3 de 40 toneladas, 4 reach-stackers e 6 empilhadores frontais. Dispõe também de 14 semirreboques para o transporte interno de contentores
» Terraplenos	
6 hectares	16 hectares
» Capacidade de armazenagem	
4.000 TEU's (cerca de 2.600 contentores)	15.000 TEU's (cerca de 10.000 contentores)
» Capacidade de movimentação	
250.000 TEU's /ano (cerca de 172.800 contentores)	350.000 TEU's/ano (cerca de 226.000 contentores)
» Contentores frigoríficos	
dotada de 96 tomadas de alimentação	dotado de 310 tomadas de alimentação

4.2.3 Sistemas de Informação

Nesta fase interessa definir quais as plataformas de transmissão de dados utilizadas no TCL, de forma a organizar e planear devidamente todas as ações que se realizam em terminal.

A partir do escritório da TCL é possível observar uma série de painéis eletrónicos dinâmicos que dão a informação acerca de várias ações, como:

- *Working board* - mapa interativo que atualiza instantaneamente, referindo o número de contentores carregados, sinalizando-os a vermelho, e o número de contentores que falta carregar, sinalizados a azul; mostra, também, quais desses contentores se encontram cheios ou vazios, o nome do navio de proveniência ou destino, a hora de chegada, o terminal, o parque em que se encontram a trabalhar e o guindaste que se encontra a operar; existe um painel semelhante mas estático que perspetiva as ações do dia seguinte. (ver anexos F e G)
- *Today Overview* - trata-se de um mapa interativo que transmite informação, em tempo real, das operações, conforme os contentores dão entrada ou saída nas várias zonas do terminal, incluindo *depot* e portaria. (ver anexo H)
- Plano de estiva dos navios - os contentores são sinalizados a diferentes cores; brancos (não são para descarregar ou no caso do carregamento, já se encontram no navio); laranja (contentores vazios) e outras e variadas cores (cheios e dependendo do porto de destino). (ver anexos I e J)
- *Yard availability* - corresponde a uma base de dados que dá informação acerca da disponibilidade de espaço dos parques de contentores. (ver anexo K)
- *Today container moves* - painel que mostra a movimentação diária de contentores nas várias zonas de terminal. (ver anexo L)
- Plano de parqueamento - simulando os *layouts* dos vários parques dos terminais, reserva uma zona, assinalada a preto, para a importação, e mostra os restantes contentores a variadas cores, conforme o navio de destino; cada posição no planeamento corresponde a um lugar de 20 pés, os contentores de 40 pés ocupam duas posições, sendo que os contentores de 23 e 26 pés são representados como sendo de 20 pés, e os de 30 e 45 pés são representados como sendo de 40 pés; a cada contentor é atribuído um código que tem um número que representa o seu peso em toneladas, seguido de uma abreviatura de 3 letras que representa o porto de destino e no caso de serem *High-cube*, frigorífico *High-cube*, equipamento especial necessário ou terem um IMO, apresentam, no fim, respetivamente, a seguinte letra: h, rh, s, i; nalguns casos surgem células a cor na zona de importação, correspondendo a contentores que deram entrada em terminal como importação, mas cuja condição foi alterada entretanto; por vezes, as células são bloqueadas ou porque têm algum impeditivo operacional ou para influenciar diretamente a escolha do posicionamento de algum contentor (ver anexos M e N).

Convêm fazer algumas notas operacionais que ajudam a compreender os sistemas de informação acima. Os navios têm de avisar o TCL da sua chegada com pelo menos 24 horas de antecedência. Antes de entrar em porto o navio espera a uma distância entre as 3 e as 6 milhas, sendo que após receber ordem da APDL segue para um dos terminais. Uma das condicionantes à operação é o comprimento da zona de cais, que influencia a quantidade de navios que podem estar atracados (para além da alocação dos guindastes à operação). A produtividade do guindaste de cais é muito variável e depende do navio, do tipo de carga e do plano de estiva. Apesar disso, uma estimativa para a movimentação de um contentor de 1,5 minutos é razoável. O contentor,

com todas as burocracias resolvidas, sai da área portuária para ser esvaziado, sendo que volta ao PdL caso seja cliente de *depot*, senão pode ser levado para parques de reparação de contentores existentes nas redondezas, como por exemplo, o Irene Filipa ou o Ferrinha. Na portaria, o condutor do camião recebe a informação de onde serão acondicionados os contentores, segundo a informação transmitida pelo TCL. Caso essa informação não exista, facilmente o camionista poderá comunicar com o agente, que por sua vez dá entrada do camião no sistema informático do TCL, conseguindo desbloquear o problema em cerca de 5 minutos. A portaria, a funcionar das 8h às 24h, funciona como um filtro, sendo que o contentor vai imediatamente para o parque (ou eventualmente para o navio quando se trata de carga específica, definida pelo IMOCODE) ou, caso se encontre vazio e seja cliente de *depot*, irá para a zona de *depot*. O camião desde que dá entrada em terminal, movimenta o contentor e parte para outra função despende cerca de 15 minutos. Todas as questões relacionadas com o parqueamento serão descritas nas secções seguintes.

Ainda nos sistemas de informação, é de referir que qualquer utilizador pode ter acesso aos navios que estão a ser operados em cais através do site do TCL, à semelhança do que acontece no site da APDL, só que neste último são referidos todos os navios em cais e não só os porta-contentores.

4.2.4 Equipamentos

O TCL possui exclusivamente equipamentos não automatizados que necessitam de ser manuseados por operadores. No cais existem guindastes de *single-trolley*, no parque existem diferentes tipos de *rail mounted gantry crane* e para o transporte entre estes locais são utilizados camiões convencionais e plataformas móveis. Para o trabalho fora de parque existem tanto *reach-stakers* como empilhadoras. No anexo O é apresentada a listagem destes equipamentos assim como as respetivas caraterísticas.

5 Enquadramento do Problema e Estado da Arte

Nos últimos anos e particularmente desde o início do século, houve um crescimento elevado das trocas de bens em todo o Mundo, não só devido às políticas de globalização e mercado livre, mas também pela expansão de algumas economias, como a Índia ou a China. Esta tendência obriga, naturalmente, a especiais preocupações nas cadeias logísticas e nas respetivas plataformas de transporte. Neste contexto, o transporte marítimo, beneficiado pela grande capacidade de carga e por ser o transporte menos poluente face às quantidades que transporta, assume particular destaque, assim como, as plataformas onde decorrem as transações de carga, os terminais de contentores.

Os terminais de contentores, devidamente estruturados nos portos marítimos, são palco de variadíssimas operações relacionadas com a movimentação e armazenamento dos contentores, determinantes para o sucesso do fluxo da cadeia logística, cumprindo devidamente as exigências impostas pelos mercados. Apesar de só recentemente terem aparecido, em quantidades relevantes, publicações acerca das operações nos terminais de contentores, convém detalhar e especificar não só o tipo de problemáticas a tratar como também as diferentes abordagens que foram assumidas.

Antes de mais pretende-se apresentar algumas publicações que abordaram os terminais de contentores numa perspetiva mais abrangente e global, refletindo sobre a sua estrutura. Em primeiro lugar, é de referir um artigo, (Steenken, Vob, & Stahlbock, 2004), que descreve com clareza todos os processos e etapas num terminal de contentores passíveis de ser otimizadas, fazendo a respetiva revisão bibliográfica. (Alessandri, Cervellera, Cuneo, Gaggero, & Soncin, 2009) propõe um modelo dinâmico discreto dos fluxos dos contentores que chegam ao terminal de uma forma inter-modal, procurando assim aumentar a eficiência do terminal e reduzir os custos associados às operações. (Vis & de Koster, 2003) descreve, de uma forma exaustiva, os problemas de decisão em terminal e a descrição de todo o seu percurso em terminal, assim como dos movimentos respetivos em cada ponto, seja na operação de carga/descarga em cais, a ação de empilhamento e parqueamento, os movimentos do navio e o transporte inter-terminal. (Kozan, 2000), procura minimizar o tempo em que o contentor é movimentado durante as operações, através da utilização de um modelo de fluxos, representando a estrutura logística do terminal. (Steenken, 2003) apresenta uma descrição da logística e dos sistemas de otimização num terminal e (Murty, Liu, Wan, & Linn, 2003) descreve as várias interligações entre os problemas de decisão diariamente em consideração num terminal. (Konings, 1996) apresenta um levantamento das possibilidades de implementação de um conceito de transporte intermodal de alta qualidade. (Nam, K-C, & Ha, 2001) investigam a utilização, em terminal, de tecnologias avançadas como sistemas de planeamento inteligentes, e (Gambardella, Rizzoli, & Zaffalon, 1998), (Daganzo, 1989)e (Peterkofsky & Daganzo, 1990) discutem a atribuição eficiente de tarefas aos recursos disponíveis. Em (Monaco, Moccia, & Sammarra, 2009), são abordados vários problemas a otimizar num terminal de contentores, atendendo ao caso prático do terminal de Gioia Tauro, em Itália. Uma última referência para (Parola & Sciomachen, 2009), que entende o terminal como uma plataforma multi-modal, dando particular atenção ao fluxo e respetivo desempenho das ligações rodoviárias e ferroviárias.

As análises anteriores são, no entanto, feitas numa perspetiva global, sendo que as diferentes problemáticas e etapas da cadeia logística que se processam num terminal de contentores devem ser analisadas em pormenor e separadamente.

O primeiro processo a considerar nas operações de terminal, realiza-se no cais, e denomina-se planeamento do navio, desdobrando-se em três etapas.

A primeira dessas etapas, anterior à chegada do navio, é a atribuição da zona de atracação ao navio. Esta questão está dependente não só do formato do cais, que, consoante o seu comprimento, permite ou não os navios atracarem, mas também do tipo e da disponibilidade do equipamento existente e do armazenamento a dar aos contentores. Várias formas de abordar este problema foram propostas por diferentes investigadores ao longo dos anos. (Li, Cai, & Lee, 1998) discutem o problema de minimizar o tempo de atribuição de local, através do padrão de programação de múltiplas tarefas num só processo. Já (Lim, 1998) reformulou a questão como um problema de empacotamento a duas dimensões. (Legato & Mazza, 2001) apresentaram um modelo de filas em rede, que permitiu simular os processos logísticos relacionados com a chegada, atracação e partida do navio. Na mesma linha, (Imai, Nishimura, & Papadimitriou, 2001), através de um procedimento heurístico em que utilizou uma formulação MIP (*mixed-integer problem*), estudaram o problema da alocação da atracação e da otimização do uso dessa mesma zona. Com o intuito de minimizar o tempo total no fluxo chegada-atracação-partida do navio, (Guan & Cheung, 2004) propuseram um procedimento, baseado em heurísticas compostas, para problemas de grande dimensão. Tendo em conta a relação entre a atribuição da zona de atracação e a alocação ao guindaste de cais em (Bierwirth & Meisel, 2010), foram desenvolvidos vários modelos e algoritmos de otimização. Para finalizar, é de referir a consideração combinada entre a atribuição da zona de atracação e a capacidade dos guindastes de cais, abordada por (Park & Kim, 2003).

De seguida, o planeamento do navio, tem em consideração aquela que é a sua ação-base, o plano de estiva. O primeiro passo nesta fase é executado pelo agente de navegação do navio que define os portos onde o navio atracará e, em função disso, a distribuição dos contentores dentro do mesmo. Naturalmente que as categorias de contentores (capacidade, altura, peso e tipologia), assim como o seu porto de destino, interferem na definição desta tarefa, que, do ponto de vista do agente, pretende otimizar a utilização do navio e minimizar o intervalo de tempo em que o navio opera no cais de um porto marítimo. O plano, definido pelo agente, é posteriormente enviado para o terminal, servindo de base ao planeador do terminal, que elabora os planos de carga e descarga do navio, tendo em atenção a disposição dos contentores em navio e as condições de parque de que dispõe. Existem diferentes objetivos de otimização possíveis em relação ao plano de estiva, desde a maximização da produção dos guindastes à diminuição do número de ações de correção (os denominados *reshuffles*, que ocorrem quando, para aceder um contentor, é necessário movimentar outro), passando pela necessidade de diminuir o tempo que o navio passa em operação. Obviamente, todos os parâmetros anteriores contribuem para uma minimização de custos, crucial ao sucesso de operação. Neste âmbito, (Imai A. , Nishimura, Papadimitriou, & Sasaki, 2002) descrevem o problema da eficiência do carregamento do navio, assumindo duas condições essenciais para isso: a estabilidade do navio e a minimização do número de ações de correção, os *reshuffles*, sendo que numa publicação posterior, (Imai, Sasaki, Nishimura, & Papadimitriou, 2006), formulam um modelo de programação inteira multi-objetivo, atendendo às condições por eles anteriormente citadas e obtendo variados resultados numéricos experimentais. (Sculli & Hui, 1988) desenvolvem um estudo experimental que tratava os efeitos da distribuição dos contentores, e do número de contentores diferentes, sobre a eficiência da estiva. (Avriel, Penn, Shpirer, & Witteboon, 1998) e (Avriel, Penn, & Shpirer, 2000) focaram-se no planeamento da estiva de forma a reduzir o número de movimentos contra-producentes, ou seja, a descarga temporária de contentores em portos que não correspondem ao seu porto de destino para aceder a contentores que têm aquele porto como destino final. (Wilson & Roach, 1999) e (Wilson & Roach, 2000) dividem o problema da estiva de contentores em dois sub-processos, ao nível do planeamento estratégico e tático, devido à complexidade de uma estiva eficaz ao longo de vários portos. (Haghani & Kaisar, 2001) elaboram um modelo MIP

para desenvolver planos de carregamento no sentido de minimizar o tempo que o navio passa no porto e, consequentemente, reduzindo o preço pelos movimentos realizados ao total da carga. (Ambrosino, Sciomachen, & Tanfani, 2004) descreveram as restrições relativas ao carregamento do navio, definindo posteriormente planos ótimos de carregamento. Foram, ainda, utilizados modelos de simulação e otimização online em planos de estiva por (Winter, 2000), (Winter & Zimmmermann, 1999) e (Steenken, Winter, & Zimmermann, 2001). Estes modelos foram testados no último artigo utilizando informação real e considerando as dificuldades especiais induzidas por atrasos dos contentores ou a falta de dados. São de considerar ainda abordagens heurísticas como as de (Sciomachen & Tanfani, 2007), (Ambrosino, Anghinolfi, & Paolucci, 2009) ou (Ambrosino, Sciomachen, & Tanfani, 2006).

Ainda neste primeiro processo e para o terminar, abordamos a afetação dos guindastes aos navios. Esta afetação está condicionada pelo tamanho do navio e pelas restrições operacionais dos guindastes, sendo que o objetivo é a minimização do tempo em que o navio se encontra a operar em cais. (Daganzo, 1989) apresentou um MIP para uma alocação estática do guindaste sem que cheguem, dentro do horizonte temporal considerado, novos navios. (Peterkofsky & Daganzo, 1990) implementam um método *branch-and-bound* para minimizar os custos de atraso. Já (Gambardella, Mastrolilli, Rizzoli, & Zaffalon, 2001) apresentam uma solução para os problemas hierarquizados da alocação de recursos e da gestão dos equipamentos. A simulação mostra a redução de 'conflitos' entre a utilização dos equipamentos e os tempos de espera dos camiões a carregar. O problema da afetação do guindaste é entendido como parte integrante da estiva e do planeamento dos transportes em publicações como (Steenken, Winter, & Zimmermann, 2001) ou (Winter, 2000). (Bish, 2003) desenvolveu um método heurístico para minimizar o tempo de operação de um dado conjunto de navios, ao passo que (Park & Kim, 2003) discutiram um modelo de programação inteira para alocar as zonas de atracação e os guindastes de cais, propondo um procedimento de solução em duas fases.

O segundo processo que, do ponto de vista do presente trabalho, se revela como o mais importante e determinante, remete para toda a logística de armazenamento dos contentores, não só no que diz respeito à sua arrumação no solo, mas também nas questões relacionadas com o seu empilhamento. Esta questão tornou-se particularmente relevante com o crescimento progressivo deste mercado que faz com que, diariamente, chegue um maior número de contentores aos terminais. Os contentores são colocados numa zona denominada parque, com um *layout* bem-definido, sendo que são empilhados uns sobre os outros em várias alturas. O parque é limitado por zonas, filas, linhas e alturas, que posteriormente definem o posicionamento de cada contentor. O número de alturas de empilhamento está limitado pelo equipamento disponível e respetivas restrições. O parque está 'desenhado' segundo os condicionalismos operacionais, numa divisão bem definida entre contentores de exportação (o destino do contentor é um navio) e importação (o destino do contentor é transporte rodoviário) e com zonas específicas para determinados tipos de contentores, como os frigoríficos ou aqueles que transportam conteúdo perigoso. Atualmente os grandes terminais de contentores da Europa possuem em parque entre 15 a 20 mil contentores, num total de 15000 movimentos por dia, sendo que aí permanecem por um intervalo de 3 a 5 dias. No planeamento da arrumação e empilhamento dos contentores em parque, para além da otimização da utilização do espaço, que permita lidar com o elevado número de contentores que dão entrada em terminal, é necessário ter em atenção a informação relativa aos contentores no que diz respeito ao seu destino. Esta informação é estritamente necessária para que o empilhamento de contentores seja feito de maneira a evitar movimentos de correção, denominados *reshuffles*, que decorrem quando se pretende movimentar um contentor que não se encontra na última altura de uma pilha de contentores. Esta tarefa apresenta a

dificuldade acrescida, pelo facto de a informação acerca dos contentores nem sempre ser fidedigna, como o peso, o porto de destino ou até mesmo ao barco no qual serão carregados. Segundo (Steenken, Winter, & Zimmermann, 2001) estima-se que nos terminais europeus cerca de 30 a 40% dos contentores de exportação que dão entrada nos terminais não o fazem com a informação final acerca do seu destino. Também nos contentores de importação a situação se revela complicada, uma vez que não se conhece o momento e meio pelo qual serão levantados. Sendo assim, torna-se simples de compreender o papel vital que a logística de armazenamento dos contentores em parque assume para o sucesso das operações num terminal de contentores.

Esta logística pode e deve ser dividida em dois tipos: a exportação, em que são 'reservados' um determinado número de espaços e filas para um determinado navio de destino, porto, tipologia e peso do contentor (os fatores relacionados com o carregamento do navio); e a importação, baseada na capacidade dos contentores, uma vez que a data de saída do terminal é desconhecida e os restantes parâmetros são irrelevantes para o transporte rodoviário, contentor a contentor. Se por um lado o plano de armazenamento raramente é o mais adequado para a ordem real pela qual os contentores vêm depois a ser levantados, por outro é necessário otimizar a utilização do espaço feita pelo plano (que por sua vez reserva determinados espaços), sendo que a dificuldade de conseguir estes fatores conjuntamente resulta em vários movimentos de correção do posicionamento dos contentores.

Na globalidade deste processo foram considerados os atributos do contentor como o fator preponderante no parqueamento, contudo existem outros parâmetros, também eles importantes para o sucesso da plataforma logística. São disso exemplo, o rendimento dos guindastes de cais e de parque, a distância para as zonas de carga/descarga e o tempo/trajetoria de transporte entre as várias zonas do terminal.

Abordaremos de seguida a literatura científica sobre estes fatores. Em (Ting, Wang, Kao, & Pitty, 2010) foram descritos vários métodos de empilhamento de contentores e, com base em informação real do porto de Kaohsiung, desenhado um sistema de *booking* para o levantamento de contentores de importação, descrevendo ainda uma série de atributos dos contentores de modo a obter um novo modelo de empilhamento dos mesmos. (Cao & G, 1995) propuseram um algoritmo para resolver problemas de transporte com *non-linear side constraints*. (Kim K. H., 1997) investigou as várias configurações de empilhamento e da sua influência nos esperados movimentos de correção esperados, num cenário de carregamento de camiões exteriores. (Kim & Bae, 1998) propuseram uma metodologia para converter o *layout* de parque, de modo a melhorar o parqueamento de exportação, do ponto de vista do carregamento do navio. Em (Kim & Kim, 1998), (Kim & Kim, 1999) e (Kim & Kim, 2002) discutiu-se a determinação da dimensão ótima do espaço de armazenamento e do número ótimo de transferências nos guindastes para contentores de importação. Também no artigo de (Petering & Murty, 2008) foi feita uma reflexão acerca do efeito do espaço de armazenamento disponível, elaborando um modelo de simulação que combina essa premissa com o sistema de alocação dos guindastes. (Kim, Park, & Ryu, 2000) formularam um modelo de programação dinâmica para determinar o posicionamento no parque dos contentores de exportação de modo a minimizar os movimentos de correção esperados no processo de carregamento do navio. (Kim & Park, 2003) focaram-se nos contentores de exportação, mostrando um método de alocação dinâmico ao parque no sentido de aumentar a eficácia das operações. (Zhang, Liu, Wan, Murty, & Linn, 2003) consideraram o problema de parqueamento num complexo parque de terminal, abrangendo todo o tipo de contentores (exportação, importação e mistos). Nalgumas circunstâncias os contentores vazios são armazenados em locais diferentes dos contentores com carga, muitas vezes devido à possibilidade de sofrerem operações extra ou até serem empilhados em alturas maiores por

equipamentos diferentes. Este problema foi abordado por (Crainic, Gendreau, & Dejax, 1993), (Cheung & Chen, 1998) e (Shen & Khoong, 1995). Foi desenvolvida uma abordagem única entre a atribuição do contentor e a alocação do guindaste por (Laik & Hadjiconstantnou, 2008). Outras referências importantes acerca da logística de armazenamento e empilhamento de contentores são : (Taleb-Ibrahimi, de Castillo, & Daganzo, 1993), (Cao & Uebe, 1993), (de Castillo & Daganzo, 1993), (Chen T. , 1999), (Holguín-Veras & Jara-Díaz, 1999), (Kim & Kim, 1999) ou (Kozan & Preston, 1999), (Murtty, Wan, Liu, Tseng, Leung, & Chiu, 2005).

O processo seguinte está relacionado com a otimização do transporte que ocorre no terminal de contentores. Este transporte divide-se em dois tipos: horizontal, que se subdvide entre o que ocorre no lado de cais e no lado terrestre; e o transporte de empilhamento correspondente ao que é realizado pelos guindastes de parque.

O transporte horizontal realizado em cais é o transporte de contentores realizado entre o parque onde estão/são armazenados e o navio onde são carregados/descarregados. No que diz respeito à otimização é relevante considerar não só a redução dos tempos de transporte, mas também assegurar a sincronização entre a estiva do navio e o transporte em si, o que é dificultado por diversas questões operacionais do equipamento. Se por um lado a redução dos tempos de transporte não pode simplesmente ser conseguida pelo aumento da velocidade com que eles são feitos, uma vez que, nalguns casos, implicaria congestionamentos dos veículos no terminal, por outro a sincronização pode ser conseguida por dois modos de alocar os veículos aos guindastes: modo de ciclo único, em que o veículo 'alimenta' um só guindaste, funcionando num só sentido (ou está envolvido numa operação de carregamento ou numa de descarregamento); modo de ciclo duplo, em que o veículo 'alimenta' mais do que um guindaste, operando em dois sentidos, transportando contentores do parque para o navio e vice-versa. No caso do modo de ciclo único, os movimentos de importação não possuem potencial de otimização, uma vez que a otimização para estes contentores remete para o plano de descarregamento do navio e não existe hipótese de reduzir as viagens 'vazias'. Contudo,no caso dos contentores de exportação, há a considerar que o plano de carregamento do navio não coincide com a sequência de transporte, para além de que temos de ter em atenção as diferentes distâncias a que os contentores se encontram do cais, os movimentos de *reshuffle* para atingir contentores que tenham outros empilhados sobre eles e os contentores com cargas especiais. O modo de ciclo duplo é mais complexo, uma vez que combina os movimentos dos dois tipos, servindo, simultaneamente vários navios. Neste caso, consegue-se diminuir as viagens 'vazias', os tempos de transporte e eventualmente os tempos de espera dos guindastes. Ainda no transporte de cais, reparar nas problemáticas trazidas pelas interrupções da operação dos guindastes, pela mudança das sequências de carga/descarga do navio ou congestionamentos vários. A literatura acerca deste assunto foca-se essencialmente nos meios de transporte, quer sejam os camiões, pórticos ou, como existem nos terminais de contentores mais automatizados, os AGV's (*automated guided vehicles*). (Evers & Koppers, 1996) focaram-se nos movimentos dos AGV's pelas infra-estruturas físicas, enquanto (Bruno, Ghiani, & Improta, 2000) abordaram o problema de alcançar um bom desempenho através da determinação dinâmica das posições de espera para os AGV's parados e (Wallace, 2001) apresentou um modelo de controlo dos AGV's para providenciar um fluxo contínuo em *layout's* complexos. (Reveliotis, 2000) propôs uma estratégia de resolução de conflitos robusta para operações flexíveis em redes de percursos arbitrários. (Hanafi, Jesus, & Semet, 2003) considerando um conjunto de contentores, entendeu o problema da atribuição dos contentores como consistindo em saber quais os veículos em que seriam colocados de modo a minimizar o número total de veículos para satisfazer as restrições existentes. (Hartmann, 2004) desenvolveu um modelo que consistia na atribuição de tarefas aos recursos e num arranjo

temporal das tarefas. (Bose, Reiners, Steenken, & Vob, 2000) investigou diferentes estratégias de expedição de guindastes móveis de modo a reduzir o tempo que o navio opera. (Li & Vairaktarakis, 2003) estudaram o problema de minimizar o tempo de carga/descarga do navio no terminal de contentores com um número fixo de camiões atribuído a cada navio. (Carrascosa, Rebollo, Julian, & Botti, 2001) apresentaram um sistema de agentes múltiplos para resolver o problema de alocação automática nos terminais de contentores de forma a reduzir o tempo de atracação dos navios. Finalmente, (Kim, K H; Kang, J S; Ryu, K R, 2004) discutiram o problema da sequência de carregamento dos navios, atendendo às restrições dos movimentos dos guindastes e dos próprios camiões que os 'alimentam'.

Passando, então, para o transporte que ocorre na zona terrestre, este divide-se na operação ferroviária, rodoviária e de transporte interno (no terminal). Um meio comum de operação é alocar um adequado número de veículos a cada esfera de operação, considerada a carga de trabalho, podendo-se, em alternativa, não considerar a especificidade dos veículos. Os comboios são carregados pelos guindastes de parque, tal como os camiões, sendo que nos primeiros é feito um processo análogo ao carregamento dos navios, indicando-se no plano o vagão onde é colocado o contentor, ao passo que no caso do camião está dependente da sua capacidade. O transporte interno é feito utilizando camiões, *trailers* ou pórticos móveis, sendo que os últimos dois são menos comuns. O potencial de otimização no transporte ferroviário, rodoviário e interno surge: na redução das atividades de desvio (do ponto de vista do operador ferroviário); na diminuição das ações de correção e dos tempos de espera do guindaste (do ponto de vista do terminal); na redução das viagens 'vazias', dos tempos de viagem e do congestionamento de veículos; no evitar o congestionamento e diminuir o tempo das viagens 'vazias' e das 'carregadas'. No sentido de explorar uma forma efetiva de gerir o trânsito de camiões nos terminais chineses, reduzindo os custos de transporte e os tempos do mesmo, (Chen & Yang, 2009), criaram um programa de gestão das janelas de tempo dos camiões em operação/transporte. (Powell & Carvalho, 1998) propuseram um modelo dinâmico para otimização em tempo real do fluxo de plataformas a atribuir aos comboios e onde são carregados os contentores. (Steenken, Henning, Freigang, & Vob, 1993) investigou formas de otimizar a operação dos pórticos móveis na zona de operação dos camiões. (Kim, Lee, & Hwang, 2003) discutiram várias abordagens e regras de decisão da sequência de operações dos guindastes de parques e camiões (externos ao terminal) respetivamente. (Koo, Lee, & Jang, 2004) apresentaram um procedimento de duas fases para dimensionamento de frota e das rotas dos veículos em terminais de contentores com diferentes configurações. Por fim, um modelo de otimização para gerir a operação de portaria, de modo a reduzir os custos da mesma e os tempos de espera dos camiões para entrar em terminal é apresentado em (Guan & Liu, 2009).

Finalmente,é relevante abordar um pouco a otimização no transporte concretizado pelos guindastes. Não tendo muitos requisitos diferentes dos citados anteriormente no transporte horizontal, tendo-se igualmente de calcular uma sequência de operações e considerar a necessidade de evitar operações de correção, o principal objeto de otimização passa pela diminuição dos tempos de espera dos veículos que 'servem' os guindastes e os tempos de viagem do guindaste durante o empilhamento. (Kim & Kim, 1997) apresentaram um algoritmo de rota para um único guindaste a levantar contentores de exportação e a colocá-los em camiões, e mais tarde estenderam este problema a outro tipo de equipamentos como pórticos móveis. (Lin, 2003) lidou com o problema de sequenciar os movimentos dos guindastes de parque por entre várias zonas do parque no sentido de regular a carga de trabalho e minimizar os tempos de operação. (Narasimhan & Palekar, 2002) consideram a minimização do tempo de operação do guindaste através da criação de um plano compartimentado para contentores de exportação. (Zhang, Wan,

Liu, & Linn, 2002) descreveram a alocação dinâmica dos guindastes de parque como uma previsível carga de trabalho dependente da zona do parque por um determinado período de tempo. O último estudo considerado, neste caso, é o de (Kim, Wang, Park, Yang, & Bae, 2002) que trata o problema do sequenciamento de operações para múltiplos guindastes.

Antes de terminar este capítulo gostaríamos de fazer referência a alguns artigos que tratam alguns assuntos que, não recorrendo a técnicas de optimização, contribuem para a reflexão acerca da melhoria da eficiência do terminal de contentores. São exemplo disso, a análise comparativa da produtividade dos portos marítimos de Grécia e Portugal, utilizando uma técnica DEA (*data envelopment analysis*), feita por (Barros & Athanassiou, 2004); a previsão do risco dos atrasos e das consequências económicas para o terminal de contentores e respetivos clientes, tentando retirar conclusões acerca das áreas problemáticas no terminal, em (Mennis, Platis, Lagoudis, & Nikitakos, 2008); a definição das taxas portuárias através de uma lei de preço-máximo que relaciona a taxa com o nível de eficiência do terminal de contentores, em (Ferrari & Basta, 2009); ou, como é estudado em (Lam & Yap, 2011), o papel do contentor enquanto incremento no desenvolvimento da cadeia logística, do transporte marítimo e da progressão das relações entre portos marítimos.

6 Método Implementado e resultados obtidos

No capítulo que agora se inicia pretende-se identificar e descrever detalhadamente o problema concreto que este trabalho aborda. Em primeiro lugar, fazer a descrição do processo da empresa que será alvo de estudo, apontando, posteriormente, para as questões a abordar e o objetivo dessa abordagem. Para tal ir-nos-emos socorrer de dados reais, que serão usados num modelo de simulação. Por fim, serão discutidos os resultados desse modelo e expostas as conclusões retiradas a partir daí.

6.1 O parqueamento de contentores no TCL: Caraterísticas do parque e regras procedimentais

Como foi mencionado no capítulo anterior, o TCL coordena a gestão de dois terminais de contentores, num total de 4 parques, 2 em cada um dos terminais.

Cada parque é constituído por filas e linhas, sendo os contentores empilhados até diferentes alturas máximas, dependendo do parque e do tipo de contentor. Em ambos os terminais, as filas dos parques estão dispostas perpendicularmente em relação ao cais, ao passo que as linhas se encontram paralelamente, o que permite que haja uma sequência na ordenação das linhas entre os parques de cada terminal.

No terminal Norte, o parque 1 é o mais próximo do cais, possuindo 46 filas (numeradas de 1 a 46) e 12 linhas (de A a L); o parque 2 tem 36 filas (numeradas de 1 a 36) e 9 linhas (de M a U).

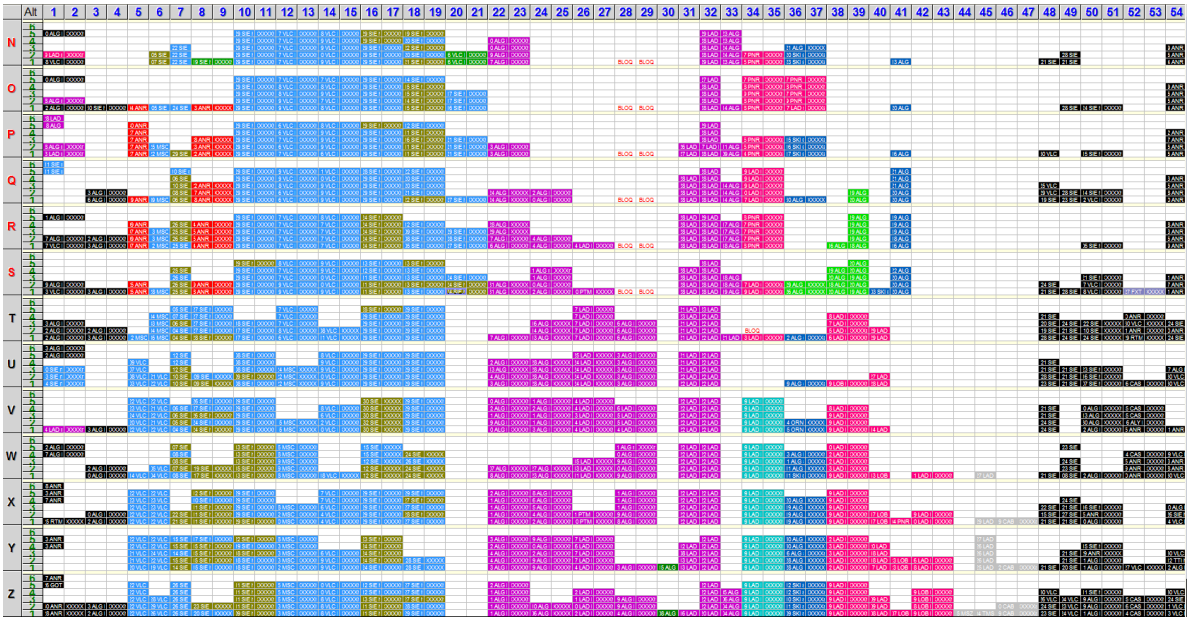


Figura 37. ***Layout*** **descritivo do parque 2**

Já no terminal Sul, o parque 3, mais próximo do cais, tem 74 filas (numeradas de 1 a 74) e 13 linhas (de A a M) e o parque 4 tem 68 filas (numeradas de 1 a 68) e 13 linhas (de N a Z, na sequência das letras do parque anterior).

Figura 38. ***Layout*** **descritivo do parque 3**

Entre cada parque de cada um dos terminais existe um corredor em que não há circulação de contentores. No meio de cada parque existe também uma linha em que não são carregados contentores e que serve de passagem aos camiões que se movimentam entre cais e parque. Os camiões esperam numa posição definida, onde o guindaste recolhe o contentor que transportam e o coloca na posição devida em parque. O tempo que os camiões passam em parque depende muito do tipo de ação em que vão intervir: se levante ou se posicionamento do contentor. Note-se que à ação de parquear um contentor se chama posicionamento e à ação de retirar um contentor de parque se chama levante.

Nos parques 1, 2 e 3 o limite de altura de empilhamento é de 4 níveis, ao passo que, no parque 4 o limite é de 5 níveis. Estes limites são definidos pela altura do guindaste e consequente capacidade de empilhar em determinadas condições. Convém dizer que o TCL só utiliza a altura máxima no parque 4 para parquear contentores de importação, frigoríficos ou tanques.

Passando, agora, para as regras de parqueamento, no terminal, o contentor faz um dado percurso, em que entra por um dado meio (por navio/portaria), permanece algum tempo em parque e sai por um dado meio (navio/portaria). Consoante o conjunto entrada/saída, que tipifica os contentores em importação, exportação ou trânsito, são tomadas as bases das decisões de parqueamento. Para efeitos de parqueamento, o tratamento dado aos contentores em trânsito é o mesmo que é dado aos de exportação.

Em primeiro lugar é feita a escolha do parque de contentores. Como é óbvio, no caso dos contentores de importação, esta escolha é *a priori* condicionada pelo terminal em que o navio atraca, sendo fácil de perceber que caso atraque no Terminal Norte, o contentor ficará no parque 1 ou 2, e caso atraque no Terminal Sul, o contentor ficará no parque 3 ou 4. Escolhido o terminal, escolhe-se o parque, para o contentor, com base na disponibilidade de espaço e do equipamento de empilhamento.

Se o contentor for de exportação o parque é escolhido (e por inerência o terminal) segundo a rotação em porto do navio de destino, ou seja, a frequência com que o navio de destino atraca em Leixões. Esta rotação permite fazer um *layout* de parque com zonas pré-definidas para cada armador (exemplos no anexo R e S), onde também é indicado a capacidade dos contentores a alocar nessa zona. O contentor é, assim, colocado na zona correspondente ao armador do navio em que irá embarcar.

Em todo o caso e independentemente de ser de exportação ou importação, caso o contentor seja frigorífico ou tanque, possui zonas específicas no parque onde deve ser empilhado. Estas zonas possuem ligação elétrica, essencial ao contentor. Também em relação à capacidade é necessário fazer considerações prévias, uma vez que estes, sendo de exportação, também possuem uma zona específica caso sejam de 45 ou 30 pés (tanques). Por outro lado, os

contentores de 23 e 26 pés são passíveis de ser posicionados nas zonas delimitadas para os contentores de 20 pés. Estas zonas correspondem à reserva de duas filas num dos parques.

Os contentores são depois parqueados segundo regras adicionais diferentes consoante sejam de importação ou exportação. De facto, já na sua zona, existem várias decisões a ter relativamente ao agrupamento e empilhamento dos contentores.

Comecemos pelos contentores de importação. No caso destes contentores torna-se mais difícil impor qualquer critério uma vez que a data/hora de levante dos mesmos são desconhecidas e difíceis de estimar. Ainda assim, como em todos os restantes parques, só se empilha contentores com a mesma capacidade, tentando reservar-se filas para cada uma delas. Relativamente à forma como se agrupa os contentores, a única regra que existe, e que é usada de forma bastante flexível, passa pelo navio de origem do contentor. Esta condição só existe porque torna mais fácil a ação de parqueamento dos contentores, uma vez que estes chegam ao guindaste sequencialmente e assim, ao juntá-los, o guindaste está a operar numa pequena área de trabalho. Por fim, existe ainda uma última regra que está relacionada com a inspeção do contentor e com o pedido de levantamento feito pelo agente. Todos os contentores passam por ações de inspeção que, no caso de aprovação, permitem que eles abandonem o terminal. Após isto, o agente transportador poderá solicitar o levante do contentor. Os contentores, por uma questão de organização, são muitas vezes empilhados pela seguinte ordem crescente: contentores por averiguar/inspecionar; contentores com autorização de saída mas sem pedido de levante; contentores com autorização de saída e pedido de levante. Contudo esta é uma regra volátil, uma vez que estes estados são rapidamente mutáveis. Um contentor com autorização mas sem pedido de levante pode estar empilhado sobre um contentor por averiguar e, entretanto, este último pode ser averiguado, obter autorização e ser feito o pedido de levante, sendo que *a priori* será retirado mais cedo que o outro contentor, o que não acontecia anteriormente.

Relativamente aos contentores de exportação, existem uma série de condições a ter em atenção. Em primeiro lugar é usual 'reservar' uma fila completa para contentores do conjunto navio de destino-porto de destino, sendo o fator mais importante o navio. Os critérios navio de destino e porto de destino são importantes do ponto de vista do carregamento do navio, pois estando na mesma zona os contentores que irão ser levantados ao mesmo tempo para o carregamento do navio, o trabalho do guindaste de parque torna-se mais célere, evitando tempos de espera dos camiões que irão alimentar os guindastes de cais. Caso não seja possível concretizar a 'reserva' dessa forma, porque é impossível selecionar uma fila completa, ou caso a fila completa não seja suficiente, é costume selecionar uma fila próxima para continuar a parquear os contentores. As filas 'reservadas' devem estar espaçadas por uma fila de intervalo, que terá de corresponder a, pelo menos, um contentor de 40 pés, pois corresponde à única forma de garantir que a operação dos guindastes não entre em conflito. É neste campo que o agente do contentor tem muita influência no planeamento do parque, uma vez que pode alterar a qualquer momento a informação acerca do navio e porto de destino do contentor, ainda que tenha custos acrescidos com isso. Voltamos a frisar que, no que diz respeito à capacidade, o empilhamento é feito entre aqueles que tenham a mesma capacidade. Por fim considera-se o peso e a tipologia dos contentores, dois fatores, que à semelhança do navio e do porto, não interferem no parqueamento dos contentores de importação, mas que são cruciais para o parqueamento de exportação. É interessante agrupar contentores com a mesma tipologia, uma vez que os barcos possuem posições específicas para dados tipos de contentores, como os *High-cube*. O peso é estritamente importante devido à estabilidade do navio e porque os primeiros contentores a serem carregados no navio, os que ficam situados nos níveis mais altos de empilhamento, devem ser os mais pesados, sendo que uma pilha poderá ter no máximo uma diferença de 3 toneladas

entre o contentor mais leve e o mais pesado. Os contentores mais pesados ficam situados nas filas de parque mais próximas da fila de passagem do camião, de forma a minimizar o esforço do guindaste ao movê-los. No que diz respeito ao empilhamento, normalmente não é utilizado o 5º nível no parqueamento de exportação, exceção feita aos frigoríficos e tanques.

Para descongestionar o parque, a carga líquida é colocada fora do mesmo, devidamente organizada. Ao mesmo tempo, os contentores que exigem equipamento especial (como as *flats* ou as plataformas) e os que transportam carga perigosa são armazenados fora de parque, por questões técnicas e por questões de segurança, respetivamente.

Devido ao grande número de contentores que recebe, demasiados para o espaço disponível em parque, o TCL também armazena contentores fora de parque, numa zona defronte do escritório operacional e no Terminal Multiusos, que se encontra devidamente alugado ao TCL. Os contentores colocados nestas 'zonas de reserva' são devidamente organizados pela tonelagem, que se situa entre as 19 e as 23 toneladas. No Terminal Multiusos só são empilhados contentores vazios que já não são utilizados ou então descargas da MsC e da Maersk. Estas são, realmente, medidas estabelecidas para fazer frente ao aumento drástico, ao longo dos anos, de contentores no terminal, as quais são possíveis em virtude das decisões de parqueamento serem definidas com a possibilidade de distribuir a carga de um navio pela zona de parque e fora dele.

Os guindastes de parque fazem entre 30 a 35 movimentos por hora, sendo que a estrutura do guindaste se move sobre os carris paralelamente ao cais (segundo as linhas de parque) e a cabine de transporte opera perpendicularmente ao cais (segundo as filas de parque). Entre a primeira e a útima linha a diferença de tempo de operação é reduzido e não significativo. Não existe nenhuma regra de utilização dos guindastes, exceção feita ao facto de terem de ter pelo menos uma fila de 40 pés de intervalo enquanto operam.

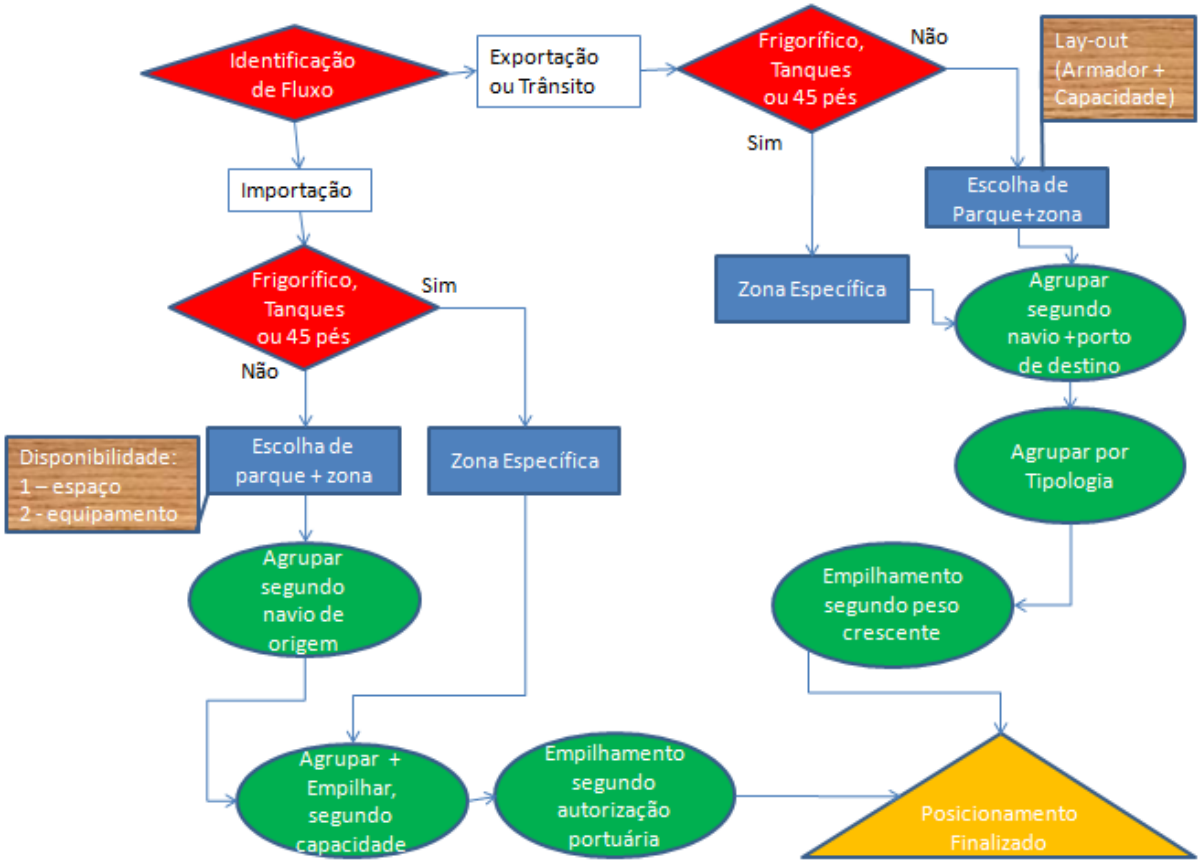


Figura 39. Fluxograma de parqueamento segundo as regras utilizadas pelo TCL

6.2 Problema a tratar e objetivo do modelo de simulação

Como ficou patente na secção anterior, o processo de gestão de parque não se trata de uma tarefa fácil e envolve várias variáveis. O grande volume de contentores que os terminais operam faz com que a única forma de serem competitivos passe por imporem eficiência em todos os movimentos e ações em que os contentores estejam implicados. Neste contexto, o parqueamento de contentores assume particular importância, uma vez que a maior parte dos fluxos de contentores acontece naquele local, onde coexistem todos os contentores que passam no terminal. O parque é não só o local de armazenamento de contentores, como uma peça-chave para o carregamento dos navios, uma vez que um correto parqueamento fará com que os contentores sejam facilmente levantados do parque e transportados para o cais para serem carregados no navio.

Conforme já anteriormente indicado, uma eficaz gestão de parque, ou seja, um adequado parqueamento dos contentores é importante para:

- maximizar a utilização do parque disponível;
- evitar a formação de filas de espera de camiões com contentores para parquear ou de contentores a 'alimentar' guindastes de cais;
- otimizar a produtividade dos guindastes de parque, diminuindo o número de movimentos;
- otimizar a produtividade dos guindastes de cais, na ação de carregamento;
- minimizar o número de ações de correção, *reshuffles*.

A gestão ideal do parque de contentores é conseguida quando atingido um compromisso entre a produtividade das operações e a otimização da ocupação do espaço. Porém, este compromisso é difícil de estabelecer por causa da dificuldade em antever o momento em que as ações de parqueamento têm lugar, principalmente as de levante, que no caso da importação não são previsíveis com um mínimo de fiabilidade.

Para responder a este problema, surgiu na literatura científica um novo sistema de parqueamento e empilhamento de contentores, denominado *scattered stacking*, em que a decisão do posicionamento em parque ignora o fator navio de destino (no que diz respeito à 'reserva' de espaço em parque que isso implica), selecionando em tempo-real e na zona próxima do local onde o navio está acostado, uma posição para o contentor, passando, posteriormente a empilhar contentores com os mesmos atributos (navio, capacidade, porto de destino e peso). Este método aumenta a utilização do parque, assim como resulta numa diminuição das operações de *reshuffle*. Este último ponto é bastante vantajoso, já que o aumento do número de *reshuffles* é um fator extremamente negativo, uma vez que resulta num maior número de movimentos por parte do guindaste, numa deslocação acrescida do contentor e numa considerável variação da posição do contentor, prejudicial do ponto-de-vista do planeamento/gestão do parque e dos respetivos sistemas de informação.

Através das constatações anteriores, torna-se patente que o modelo deve, tanto quanto possível, tentar associar a máxima utilização do parque com a redução do número de *reshuffles*, sendo este, o verdadeiro potencial de otimização de um terminal de contentores.

O presente trabalho pretende elaborar um modelo de simulação, cujos resultados permitam avaliar o impacto e influência sobre o planeamento do parque, no sentido de alcançar uma eficaz utilização do espaço de parque, conjuntamente com um reduzido número de *reshuffles*. Utilizando dados reais e considerando os vários atributos dos contentores (peso, capacidade, navio de destino, armador...), pretende-se manipular as diversas variáveis de decisão

do parqueamento, de modo a obter conclusões acerca da sua influência e chegando a conclusões acerca dos corretos procedimentos de parqueamento, para obter uma eficiente gestão de parque de contentores.

6.3 Dados utilizados e abordagem do modelo de simulação

No contexto anteriormente apresentado, procurou-se construir um modelo de simulação que permitisse visualizar as ações de parqueamento e a medição do número de *reshuffles*. Através destes dois indicadores, torna-se possível concluir acerca da utilidade das regras de parqueamento que foram impostas, no sentido de atingir dois objetivos máximos:

- atribuição da posição a todos os contentores, promovendo uma ordenada gestão de parque;

- minimização do número de *reshuffles*.

Como referido anteriormente, para a elaboração deste modelo foram utilizados dados reais, relativos aos contentores e caraterísticas dos contentores que passaram nos terminais, num dado período de tempo. Esta informação foi solicitada ao TCL.

Os dados fornecidos tinham início no dia 2 de abril de 2012 e terminavam no dia 28 de maio de 2012. Estes dados eram referentes a todos os locais de armazenamento de contentores que o TCL utiliza, contendo a informação sobre as caraterísticas e atributos (navio, porto, agente,...) dos contentores e sobre a totalidade de operações/movimentações que sofreram, dentro do intervalo de tempo em causa. Para aplicar este modelo, e por uma questão de simplificação e agilização, foi assumido que nestes testes piloto só seria tratado o tráfego de contentores do Terminal Sul e consequentemente, dos parques 3 e 4.

A partir do tratamento dos dados foi criada, no Microsoft Excel e a partir dos dados em bruto fornecidos pelo TCL, uma tabela de eventos, que permitia destacar quais as operações no parque, se posicionamento ou se levante, associadas ao tipo de fluxo do contentor (importação, exportação e trânsito). Sendo assim, foram considerados os seguintes eventos: PI – posicionamento de contentor de importação; PE – posicionamento de contentor de exportação; PT – posicionamento de contentor em trânsito; LI – levante de contentor de importação; LE – levante de contentor de exportação; e LT - levante de contentor em trânsito.

A tabela construída, (ver anexo Q), possuía, para além da coluna de eventos, mais 9 colunas com as seguintes informações: número do contentor, data de evento, hora de evento, tipo do contentor, capacidade do contentor, peso do contentor, navio (de origem, se o evento for PI, PT ou LI; de destino, se o evento for PE, LE ou LT), porto de destino e armador do navio.

Tabela 8. Número de operações segundo o fluxo do contentor

	Contentor			
Operação	Exportação	Trânsito	Importação	Total
Posicionamento	1638	190	805	2633
Levante	2896	243	1117	4256
			Total	6889

O número do contentor foi necessário para identificar o mesmo. A data e hora, relacionadas com a entrada e a saída dos contentores do parque, foram utilizadas para ordenar os eventos. O tipo, capacidade, peso, navio e porto de destino são necessários para tomar as decisões de parqueamento. O tipo e capacidade podem também ter influência na atribuição da zona específica a parquear o contentor, ação para qual, no caso do parqueamento de exportação, a informação sobre o armador é estritamente necessária.

Nos dados fornecidos existiam *missing values*, faltando algumas informações relativamente a datas e horas, assim como em relação ao peso dos contentores.

Relativamente às datas e horas, uma vez que também foram fornecidas informações relativas à data e hora de carregamento do navio, descarregamento do navio, entrada na portaria e saída na portaria, foi possível estimar os valores em falta. No caso da importação, as datas de posicionamento em parque naturalmente coincidiam com as datas de descarregamento do navio, sendo que foram somados 10 minutos à hora de descarregamento para obter a hora de posicionamento. Relativamente aos levantes foram subtraídos 10 minutos à hora de saída na portaria para obter a hora de levante, sendo que as datas de saída na portaria coincidiam com as datas de levante de parque. Foi realizado um raciocínio semelhante em relação aos contentores de exportação: as datas de posicionamento e levante de parque passaram a coincidir, respetivamente, com as datas de entrada na portaria e carregamento no navio; as horas de posicionamento em parque foram obtidas somando 10 minutos à hora de entrada na portaria, ao passo que as horas de levante de parque foram obtidas subtraindo 10 minutos à hora de carregamento no navio. Por fim, para os contentores trânsitos foram necessários cuidados adicionais. As datas estimadas de posicionamento e levante tornaram-se as mesmas que as datas de descarregamento e carregamento no navio, respetivamente. A hora de posicionamento foi obtida somando 10 minutos à hora de descarregamento, sendo que a hora de levante foi obtida subtraindo 10 minutos à hora de carregamento. O uso do fator 10 minutos foi aconselhado pelo Departamento Operacional do TCL.

No caso dos contentores sem informação sobre o peso, foi atribuído um valor de peso igual à tara do contentor, segundo a regra, estipulada no TCL: para contentores de 20 pés a tara é de 2200 quilogramas; para contentores de 30, 40 e 45 pés a tara é de 4200 quilogramas.

Na tabela de eventos seguem, detalhadamente, todas as caraterísticas consideradas anteriormente. Por uma questão de coerência convém associar os nomes dados aos tipos de contentores, aos nomes dados em capítulos anteriores. Sendo assim, os tipos considerados foram: *Bulk Container* (volume seco); *High-cube*; *High-cube Reefer* (frigorífico de tamanho *high-cube*); *Normal Box* (*dry box*); *Open Top*; *Open Top/High-cube* (carregamento de topo de tamanho *high-cube*); *Pallet* (prateleiras retas); *Pallet High-cube* (prateleiras retas de tamanho *high-cube*); *Reefer* (frigorífico); *Tank* (tanque); *Tank Overwidth* (tanque de largura superior); *Ventilated* (*dry box* ventilado).

Com os dados devidamente tratados foi possível avançar para o modelo de simulação. Este modelo foi implementado recorrendo à aplicação do Visual Basic, integrada no Microsoft Excel (ver Anexo P).

Para o período de simulação foi escolhido um intervalo de um mês, compreendido entre 26 de abril e 26 de maio. Os dados dos contentores, anteriores ao período referente ao início da simulação, foram necessários para definir uma ocupação inicial do parque para o momento que se definiu como o início da simulação. O modelo percorreu assim os dados até ao dia 26 de abril, considerando todos os contentores que foram posicionados sem terem sido levantados, atribuindo-lhes a posição em parque segundo as regras implementadas. A Tabela 9 dá a conhecer

a quantidade total de contentores trabalhados, separando-os pelo fluxo e descrevendo as ações que ocorreram na realidade, considerado o período de simulação.

Tabela 9. Quantidade de contentores de cada fluxo e ação operada durante o período considerado

	Contentores			
Ações	Exportação	Importação	Trânsitos	Total
Posicionamento e Levante	1622	801	112	2535
Só Levante	1269	316	131	1721
Só Posicionamento	11	4	78	98
Total	2912	1121	321	4345

Antes de implementar o modelo foi necessário ainda estruturar/desenhar os parques de contentores. No modelo elaborado não foi feita distinção entre parque 3 e 4, pelo contrário, foi desenhado um parque único de 26 linhas e 74 filas, sendo que para efeitos de identificação da posição do contentor, considera-se que está no parque 3 se situado entre a fila 1 e 13, e que está no parque 4 se situado entre a fila 14 e 26. Com este desenho de parque é desenhada uma zona de parque que não existe no caso real, referente às colunas 69 a 74, entre as filas 14 e 26. Como esta é uma zona em que não há parqueamento, o modelo restringiu-a, não havendo posicionamento de contentores na mesma, à semelhança do que acontece na realidade. Referir que as células de parque, ou seja, as várias posições correspondem a contentores de 20 pés, sendo que um contentor de 23 ou de 26 pés ocuparão uma posição, e os restantes (30, 40 e 45) ocuparão duas posições em parque.

Depois de definidas as dimensões do parque, foi necessário especificar e situar todas as suas zonas específicas. Sendo assim, foram indicadas a localização das zonas de importação, das zonas de exportação segundo o nome do armador, as zonas específicas para tanques e contentores e as zonas específicas para contentores de 45 pés. À exceção da zona de importação, todas as zonas definidas tinham indicadas as capacidades dos contentores que ali seriam parqueados, o que impede o parqueamento de contentores com capacidades diferentes. A delimitação das zonas foi também acompanhada pela delimitação dos níveis de empilhamento das mesmas, em que foi atribuído o valor de 4 níveis para todas as zonas, à exceção das zonas de importação, frigoríficos e tanques, da linha 14 à 26 (zona referente ao parque 4), que ficaram com um máximo de 5 níveis. Esta definição resultou na demarcação de 33 zonas. Os *layout* de parque considerados para desenhar o 'parque de simulação' podem ser observados no anexo R e S (parque 3 e 4, respetivamente), tendo sido fornecidos pelo TCL e sofrido pequenas alterações, referidas posteriormente.

Com os dados devidamente tratados, o parque totalmente definido e uma real ocupação inicial de parque conseguida, é possível modelar-se a parte concreta da simulação, o parqueamento, através da definição de algumas regras.

Em primeiro lugar, é atribuída um conjunto parque-zona ao contentor, consoante ele seja de importação, exportação ou trânsito, devidamente definido pelo evento PI, PE e PT, respetivamente. No caso dos contentores de importação, a zona está devidamente definida no *layout*, sendo que o contentor é alocado na primeira posição disponível na zona. Os de exportação/trânsitos (doravante, sempre que referidos os contentores e parqueamento de exportação, estão a ser implicados igualmente os contentores e parqueamento de trânsitos) são

colocados na primeira posição disponível da zona referente ao seu armador, sendo denominados no modelo como contentores VIP. Os contentores cujo armador não tem zona pré-definida (serão todos de exportação) serão colocados na primeira posição livre do parque, independentemente do armador da zona a que pertença essa posição, e garantindo, sempre, o empilhamento entre contentores da mesma capacidade. Exceção feita aos procedimentos referidos, quer se trate de importação como exportação, são os contentores frigoríficos, tanques e de 45 pés, os quais possuem zonas específicas, devidamente definidas no *layout*, ocupando a primeira posição livre nessas mesmas zonas.

Continuando o descrever o processo de parqueamento, centremo-nos agora na importação. Neste caso, como já foi referido, torna-se sempre complicado definir regras uma vez que existe grande incerteza quanto ao momento de levante do contentor. Porém foram impostas, seguindo de perto a prática atual, com base no navio de origem e na capacidade do contentor. Segundo a simulação implementada, o contentor de importação é colocado num lugar onde existam outros contentores do mesmo navio de origem e, naturalmente, da mesma capacidade, uma vez que não se empilham contentores de capacidades distintas. Caso, o simulador não encontre nenhum contentor com estes requisitos, o contentor é parqueado na primeira posição vazia disponível, a partir da qual os seguintes contentores com o mesmo conjunto de atributos (capacidade e navio de origem) serão parqueados, respeitando o limite máximo de empilhamento. A diferença no parqueamento de importação do simulador para a realidade, passa pela rigidez do fator navio de origem.

Quanto ao parqueamento de exportação, os fatores utilizados foram os mesmos do caso real: navio de destino, porto de destino, capacidade, peso e tipo. O simulador procura em primeiro lugar um ou um conjunto de contentores que tenham o atributo: navio de destino + porto de destino. Caso não encontre, o contentor parqueia na primeira posição livre dentro da zona que lhe foi atribuída. Aplicado este procedimento, passou-se para a definição da regra do peso. Esta regra consiste em empilhar os contentores por ordem crescente de peso, sem que haja uma variação superior a 3 toneladas entre o contentor mais leve e o contentor mais pesado. Posto isto, utilizou-se o fator 'tipo', tentando-se parquear contentores do mesmo tipo, respeitando os procedimentos anteriores. Este fator é claramente menos importante, tendo uma simples relação com o carregamento de alguns navios, que possuem posições específicas para alguns tipos de contentores (como o *High-cube*), porém isso nunca será um dado muito significativo.

Os contentores com zonas específicas, ou seja, frigoríficos, tanques e contentores de 45 pés, foram parqueados consoante serem de importação ou de exportação, segundo as regras de cada caso, embora sempre dentro da zona específica onde devem ser colocados.

No que diz respeito à implementação da simulação dos levantes dos contentores, estes foram feitos à semelhança dos posicionamentos, ou seja, respeitando a tabela de eventos e a sua indicação de data/hora dos eventos, os contentores foram posicionados ou levantados, respeitando as regras impostas pela simulação (que nada referem quanto aos levantes). É de salientar que é no momento do levante que se verifica, e contabiliza, a necessidade de fazer *reshuffles*, que ocorrem sempre que o contentor a levantar não é o que está no topo da sua coluna. A Figura 40 corresponde a um fluxograma representativo de todo o processo que foi implementado no modelo.

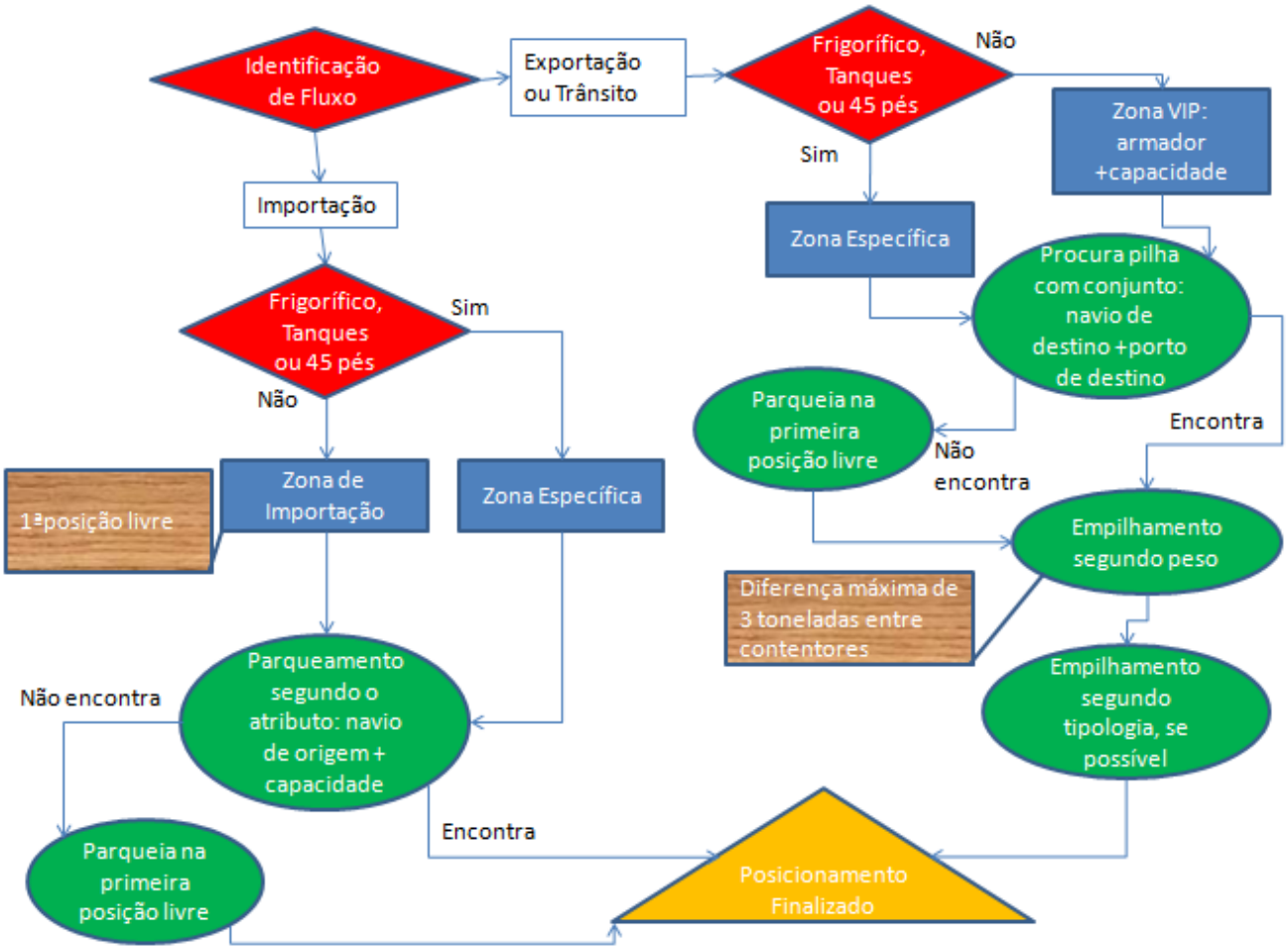


Figura 40. Fluxograma do parqueamento segundo as regras impostas no modelo

6.4 Apresentação e discussão de resultados

Em primeiro lugar, é importante frisar que o presente modelo é um protótipo e deve ser encarado da forma que esse facto pressupõe. Sendo assim, os resultados obtidos com este modelo são meros indicadores de trabalho, que devem suportar e iniciar futuros estudos e desenvolvimentos acerca das práticas de parqueamento do terminal, mas não devem ser entendidos como resultados reais quer no que apontam, quer no que acabam por sugerir.

No Anexo P é possível observar o código VBA construído para implementar o modelo, e no anexo Q, pode ser encontrada uma parcela da tabela de eventos construída.

Iremos de seguida fazer algumas considerações quanto aos resultados obtidos.

Em primeiro lugar, será de refletir acerca da satisfação dos objetivos traçados inicialmente.

Relativamente à atribuição de posição a todos os contentores presentes na base de dados, o simulador não teve um comportamento 100% eficiente, uma vez que não atribuiu lugar a todos. Para isso contribuiu, em larga escala, a definição da regra do peso, que limitava imenso o número de posições disponíveis para colocar os contentores, uma vez que ia criando diversos blocos novos. Na realidade, quando não aplicada a regra do peso, o número de contentores não parqueados é de apenas 90 contentores num total de 4345 contentores processados no período da

simulação. Porém, quando acionada a mesma regra, esse número sobe para 520, o que já é um número bastante considerável. Os contentores não parqueados, com a regra do peso aplicada ou não, respetivamente, correspondem a contentores frigoríficos ou tanques e contentores de exportação ou trânsitos. Com a regra do peso aplicada temos 75 contentores frigoríficos ou tanques e 445 contentores de exportação ou trânsitos por parquear, sendo que com esta regra inativa temos 38 contentores frigoríficos/tanques e 52 contentores de exportação/trânsitos por parquear.

Tabela 10. Quadro descritivo dos contentores não-parqueados no modelo

	Contentores		
Contentores não parqueados	Frigoríficos ou Tanques	Exportação ou Trânsito	Total
Com a regra do Peso	75	445	520
Sem a regra do Peso	38	52	90

Pelos dados anteriores, fica patente que a problemática do 'não-parqueamento' é mais grave nos contentores de exportação ou trânsitos do que nos contentores frigoríficos ou tanques. Seja como for, no caso dos frigoríficos e tanques existe alguma complexidade em sugerir alterações, uma vez que estes necessitam obrigatoriamente de ser parqueados em zonas com ligação elétrica que não existem em todo o parque.

Já no caso da exportação, existem algumas soluções para esta questão, que passariam por um possível aumento na variação de peso entre o contentor mais pesado e o contentor mais leve numa pilha, passar de 3 toneladas para 4 toneladas (sendo que deveriam ser feitos as devidas análises às implicações sobre a resistência material do contentor se este procedimento fosse concretizado), ou a utilização do 5º nível de empilhamento no parqueamento de exportação, passível de ser realizado no parque 4. Para além disso, constatou-se qua ocupação das zonas de importação era reduzida, ou seja, dado o número de contentores com esta caraterística, considera-se a sua zona de parque como sobredimensionada. A alteração de parte desta zona para parquear contentores de exportação, poderia ser uma alternativa válida para diminuir drasticamente o número de contentores não parqueados.

A totalidade dos contentores não-parqueados, quer num caso quer noutro, remontam a contentores que deram entrada em parque no período inicial da simulação, isto é, contentores cujo posicionamento remonta aos primeiros dias considerados na simulação, nomeadamente ao período entre o início da simulação e os dois dias subsequentes, ou seja, até ao dia 28 de abril.

Na problemática da atribuição do lugar a todos os contentores, ocorreu, inicialmente, uma dificuldade de colocação dos contentores de 45 pés. Isto, porque no *layout* inicial, o espaço reservado para os contentores de 45 pés era reduzido, limitando-se a 4 filas. Contudo, o facto de se constatar o excedente de espaço para parqueamento de importação, permitiu 'reservar' parte daquela zona para outro efeito. Sendo assim, as filas 43 e 44, entre a linha 1 e 13, inicialmente destinadas à importação, passaram a ter como finalidade o parqueamento de contentores de 45 pés, o que solucionou a falta de espaço para estes contentores.

Ainda relativamente à organização de parque, referir que, apesar de na importação o parqueamento ter sido mais sistematizado através do atributo –navio de origem+capacidade-, a grande diferença reside no parqueamento de exportação.

Quanto ao outro grande objetivo, que passava pela diminuição do número de *reshuffles*, também é possível tirar algumas conclusões. O número de *reshuffles* ficou dependente da aplicação ou não da regra do peso, sendo que com a regra do peso inativa o número de reshuffles é naturalmente superior, uma vez que a ocupação do parque é superior. Em termos numéricos assistimos a 1490 *reshuffles*, com a regra do peso aplicada, sendo que sem ela observamos apenas 2518 *reshuffles*, ou seja, mais de 1000 *reshuffles* a mais. Para estabelecermos uma base comparativa com a realidade, foi necessário estabelecer um cálculo, uma vez que o TCL não possui estes dados disponíveis. Porém, foram disponibilizados os valores referentes ao número de movimentos dos guindastes de parque do parque 4 no mês de abril (ver anexo T), um intervalo de tempo igual ao que foi considerado na simulação, o que permite estimar o total de movimentos deste terminal (uma vez que os parques 3 e 4 são semelhantes e apresentam o mesmo número de guindastes) que ao ser subtraído ao dobro do número de contentores, permite encontrar o número de *reshuffles* (um movimento corresponde a um contentor e existem dois movimentos por contentor, um para o posicionamento e outro para o levante). Segundo os dados fornecidos e considerando o período de simulação, ocorreram 6889 movimentos entre posicionamentos e levantes. No terminal ocorreram 31430 movimentos por parte dos guindastes de parque, sendo portanto de estimar 24541 *reshuffles*.

Tabela 11. Tabela sobre os movimentos nos parques do Terminal Sul

	Número
Movimentos dos guindastes considerados nos dados	6889
Movimentos reais dos guindastes de parque	31430
Movimentos de *reshuffle* estimados	24541
Movimentos de *reshuffle* obtido com a regra do peso	1490
Movimentos de *reshuffle* obtido sem a regra do peso	2518

Constata-se assim, que o modelo apresentado, com e sem regra do peso aplicada, resulta numa diminuição drástica do número de *reshuffles* e portanto numa ocupação de parque mais eficiente, especialmente sobre a ótica das ordens de levante dos contentores. Este ponto deve ser igualmente realçado devido a um aumento da produtividade dos guindastes que necessitam de realizar um menor número de movimentos, um dado positivo não só do ponto de vista do rendimento mas igualmente por resultar num menor desgaste do equipamento. No entanto, não foram estudados os movimentos na horizontal dos guindates, podendo estar a acontecer que a um menor número de *reshuffles* esteja a corresponder a uma maior movimentação, na horizontal, dos guindastes.

Assim, este modelo não nos permite retirar conclusões definitivas acerca da eficaz prossecução dos fluxos dentro do terminal, uma vez que não existem dados concretos acerca do tempo de espera em parque dos veículos de transporte interno, nem da produtividade dos guindastes de parque. Analisando as zonas específicas, podemos concluir que a zona de importação não comportará problemas, ao passo que as zonas de frigoríficos, tanques e exportação serão mais problemáticas, dado o congestionamento. No entanto, dada a organização

dos contentores segundo o atributo conjunto –navio, porto, capacidade, peso e tipo- obtemos um parqueamento organizado, propício a um trabalho contínuo e sequencial dos guindastes aquando do levantamento de contentores. Ainda assim, o facto do modelo apresentado não reservar filas para conjuntos -navio de destino+porto de destino-, impedindo de reservar filas devidamente espaçadas, tem implicações no trabalho operacional, dado que impede a operação simultânea de dois guindastes de parque.

Relativamente ao modelo de parqueamento imposto convém tecer alguns comentários quanto à sua filosofia. Este modelo de parqueamento é de certa forma semelhante ao modelo de *scattered stacking*. Como já foi referido, o *scattered stacking* carateriza-se por não reservar filas para parqueamento de exportação, segundo o navio de destino, limitando-se a colocar o primeiro contentor próximo das zonas de atracação do navio de destino, passando, depois, ao empilhamento segundo um atributo comum (navio de destino, porto de destino, capacidade e peso). No modelo apresentado, pese embora existam zonas reservadas para o conjunto -armador+capacidade-, não existe 'reserva' de filas segundo o navio de destino, procurando-se a primeira posição livre dentro da zona pré-definida, que é considerada uma posição adequada (não atendendo, igualmente, à zona de atracação do navio de destino, até porque não existem dados acerca dessa ação).

A Tabela 12 pretende resumir de forma concisa os intervenientes considerados no processo de simulação e os indicadores obtidos.

Tabela 12. Resumo dos dados trabalhados e dos indicadores resultantes

	Quantidade
Contentores movimentados	4345
Navios	47
Portos	48
Armadores	32
Reshuffles com regra do peso	2518
Reshuffles sem regra do peso	1490
Contentores não parqueados com a regra do peso	520
Contentores não parqueados sem a regra do peso	90

7 Conclusão e Trabalho Futuro

Nos dias que correm, assistimos ao crescimento de um mundo e de uma sociedade, que se potenciam tecnologicamente a uma velocidade crescente e derradeira, promovendo a criação de um mercado global e ultracompetitivo. Neste contexto, em que as fronteiras são muitas vezes eliminadas e a importância de entregar um produto de qualidade é tão grande quanto a importância de o entregar o mais rápido possível, o mercado dos transportes e da logística assume um papel de destaque e de catalisador económico. Nos últimos anos, a tendência dentro deste segmento de mercado favoreceu o transporte marítimo, capaz de transportar grandes quantidades de mercadorias e com um impacte ambiental mais reduzido.

Este trabalhou prestou-se a analisar uma das mais interessantes e cruciais componentes daquela que é a estrutura base do transporte marítimo e que é, no contexto mundial que hoje vivemos, a mais determinante plataforma logística – o terminal de contentores.

Enquanto nó da cadeia logística, o terminal de contentores ganha especial destaque devido à sua intermodalidade, uma vez que serve como ponto de contato entre vários meios de transporte. Isto pressupõe uma série de operações, que carecem de otimização, e dentro das quais se releva a gestão do parque de contentores.

No parque de contentores, cuja gestão já se revela difícil devido às limitações de espaço se tornarem mais nítidas perante um maior fluxo de contentores, necessita de cuidado atento, uma vez que nele confluem vários intervenientes da atividadade portuária. Pelas razões anteriormente explicitadas, torna-se simples de entender que é crucial estabelecer regras de parqueamento e procurar a sistematização das mesmas através de um modelo semelhante ao que foi elaborado neste trabalho.

Muita da complexidade da cadeia logística pode ser aligeirada através de um eficaz planeamento das operações no terminal portuário, que em grande parte ficarão salvaguardadas através de um modelo de parqueamento racional e bem estruturado.

Relativamente ao modelo elaborado é fácil notar, a partir dos seus resultados, que se trata de um protótipo de uma ferramenta, que desde já evidencia potencial para ser melhorada. Estas melhorias poderão permitir simulações mais próximas da realidade e cujas elações permitam estabelecer medidas concretas na gestão do terminal e, particularmente, na gestão de parque.

No modelo apresentado, podemos verificar que existe espaço para que incorramos numa diminuição dos *reshuffles*, com as tão positivas consequências que isso tem. Este ponto só será alcançado com uma racional distribuição dos contentores pelo parque, baseada em regras que assegurem que as operações no terminal fluem sem *idle times* excessivos. Algumas dessas regras, baseadas nos procedimentos habituais establecidos nos terminais de contentores e na literatura científica que os estudou, foram definidas no modelo, de tal forma que a sua sistematização foi bastante positiva do ponto de vista das ações corretivas. Efetivamente, o parqueamento de importação oferece menos problemas, não só porque os contentores são em menor número, mas também porque foi estabelecido um número inferior de regras, dado que não é fácil de prever o *timing* do levante deste género de contentor. Ter em consideração que o critério com maiores implicações é o peso dos contentores, que traz restrições imensas sobre o empilhamento.

Porém, a questão dos *reshuffles* só terá relevância, no caso de se alcançar uma máxima utilização do espaço de parque, que garanta posicionamento para todos os contentores, algo que não aconteceu no modelo. Se por um lado são as regras de posicionamento, definidas consoante

um conjunto de caraterísticas do contentor (navio de destino/origem, porto de destino, capacidade, peso e tipo) e segundo o fluxo que o contentor apresenta em terminal (exportação, importação e trânsito), que permitem alcançar um razoável número de *reshuffles*, por outro lado são essas mesmas regras que condicionam o parqueamento, sendo que a sua rigidez pode bloquear o parque de forma a não ser encontrada posição para o contentor ao ter que se respeitar semelhantes regras.

Tudo isto, serve para concluir que o perfeito parqueamento está em conseguir um compromisso entre a prossecução das regras definidas e a utilização do parque, que eventualmente poderá exigir alguma flexibilidade à aplicação dessas mesmas regras.

Uma vez que o terminal é uma plataforma integrada, em que as operações são dependentes entre si, a disposição dos contentores tem influência direta na eficácia das restantes operações, nomeadamente nos carregamentos dos navios. Desta forma, as regras de parqueamento devem estar definidas de modo a otimizar a produtividade dos guindastes que operam no parque e que 'alimentam' os guindastes de cais, através dos veículos internos.

No fim deste trabalho e atendendo aos resultados do modelo implementado, que permitem constatar a dificuldade da gestão de parque, é possível corroborar que a prestação e desempenho do TCL são meritórias e dados os volumes de contentores operados é feita uma eficiente gestão de parque. Contudo, existem fatores a otimizar e melhorar, como é o caso dos *reshuffles*, e o modelo implementado deve servir como ponto de partida para o estudo desses fatores e para conclusões coerentes acerca de como melhorá-los.

Relativamente a trabalho futuro, como ficou explícito ao longo do trabalho, é possível abordar uma série de temáticas com potencial de otimização, quando nos referimos a um terminal de contentores. Se existem temáticas, como a otimização das rotas cais-parque-cais dos veículos de transporte interno, que não faz sentido estudar no TCL (no exemplo referido em concreto porque essas rotas são simples e circulares), existem outros estudos que poderão ser desenvolvidos. A título de exemplo, a alocação das zonas de atracação e a atribuição da operação aos guindastes de cais, seriam dois pontos interessantes a abordar. Fora do contexto da otimização, seria particularmente relevante fazer uma análise comparativa com outros terminais de contentores, nomeadamente desta costa da Península Ibérica, de modo a comparar resultados e retirar conclusões acerca das práticas adotadas, assim como, um estudo acerca do equipamento que o TCL utiliza, analisando a possibilidade de introdução de outro tipo de equipamentos de tecnologia mais avançada, como o são os AGV's. Dentro da filosofia de que o terminal de contentores tem as suas operações interligadas e dependentes, seria coerente, depois de melhorada a questão do parqueamento, procurar estabelecer um prolongamento do modelo implementado neste trabalho, para as ações em cais e portaria, de modo a poder simular, num só programa, toda a atividade em terminal, retirando conclusões na generalidade e na especificidade.

8 Bibliografia

(s.d.). Obtido em maio de 2012, de APDL: http://ww.apdl.pt

(s.d.). Obtido em fevereiro de 2012, de Terminal Contentores Leixões, S.A.: www.tcl-leixoes.pt

(s.d.). Obtido em junho de 2012, de Marine Traffic: www.marinetraffic.com

(s.d.). Obtido em maio de 2012, de American Association of Port Authorities: www.aapa-ports.org

(s.d.). Obtido em maio de 2012, de OHL International S.A.: www.tercex.com.br

(s.d.). Obtido em maio de 2012, de Port Pictures Maritime Photography: www.portpictures.nl

(s.d.). Obtido em maio de 2012, de Lord Container: www.lordcontainer.blogspot.pt

(s.d.). Obtido em maio de 2012, de Maersk fleet: www.maerskfleet.com

(s.d.). Obtido em maio de 2012, de UNCTAD: www.unctad.org

(2010). *ABC da Intermodalidade.* Sines: Porto de Sines.

About: Containerships. (s.d.). Obtido em maio de 2012, de Wikipedia: en.wikipedia.org

Alessandri, A., Cervellera, C., Cuneo, M., Gaggero, M., & Soncin, G. (2009). Management of logistics operations in intermodal terminals by using dynamic modelling and nonlinear programming. *Maritime Economics & Logistics* , 58-76.

Ambrosino, D., Anghinolfi, D., & Paolucci, M. (2009). A new three-step heuristic for the Master Bay Plan Problem. *Maritime Economics & Logistics Vol 11* , 98-120.

Ambrosino, D., Sciomachen, A., & Tanfani, E. (2006). A decomposition heuristics for the container ship stowage problem. *J Heuristics* , 211-233.

Ambrosino, D., Sciomachen, A., & Tanfani, E. (2004). Stowing a containership: the master bay plan problem. *Transportation Research A* , 81-99.

Ambrosino, D., Sciomachen, A., & Tanfani, E. (2004). Stowing a containership: the master bay plan problem. *Transportation Research A* , 81-99.

Avriel, M., Penn, M., & Shpirer, N. (2000). Container ship stowage problem: complexity and connection to the coloring of circle graphs. *Discrete Applied Mathemativs* , 271-279.

Avriel, M., Penn, M., Shpirer, N., & Witteboon, S. (1998). Stowage planning for container ships to reduce the number of shifts. *Annals of Operations Research 76* , 55-71.

Barros, C. P., & Athanassiou, M. (2004). Efficiency in European Seaports with DEA: Evidence from Greece and Portugal. *Maritime Economics and Logistics Vol 6* , 122-140.

Bendall, H., & Stent, A. (2001). A scheduling model for a high speed containership service: A hub and spoke short-sea application. *International Journal of Maritime Economics* , 262-277.

Bierwirth, C., & Meisel, F. (2010). A survey of berth allocation and quay crane scheduling problems in container terminals. *European Journal of Operational Research* , 615-627.

Bish, E. K. (2003). A multiple-crane-constrained scheduling problem in a container terminal. *European Journal of Operational Research 144* , 83-107.

Bose, J., Reiners, T., Steenken, D., & Vob, S. (2000). Vehicle dispatching at seaport container terminals using evolutionary algorithms. *Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 1-10). Piscataway: Sprague R H.

Boyes, J. R. (2003). *Containerisation international yearbook, ranking of container ports of the world.* London: National Magazin.

Boyes, J. R. (2000). *Containerisation international yearbook, ranking of containers ports of the world.* Londo: National Magazin.

Braga da Cruz, J. P. (2011). *Gestão e Estratégia Portuária - O planeamento portuário.* Porto.

Bruno, G., Ghiani, G., & Improta, G. (2000). Dynamic positioning of idle automated guided vehicles. *Journal of Intelligent Manufacturing II* , 209-215.

Caldeirinha, V. (2007). *Textos sobre Gestão Portuária 1999-2006.* Cargo Edições, Ltd.

Cao, B., & G, U. (1995). Solving transportation problems with nonlinear side constraints with tabu search. *Computers & Operations Research* , 593-603.

Cao, B., & Uebe, G. (1993). An algortihm for solving capacitated multicommodity p-median transportation problems. *Journal of Operational Research Society 44* , 259-269.

Carrascosa, C., Rebollo, M., Julian, V., & Botti, V. (2001). A MAS approach for port container terminal management: the transtainer agent. *International Institute of Informatics and Systemics* (pp. 1-5). Orlando: SCI'01.

Chen, G., & Yang, Z. (2009). Optimizing time windows for managing export container arrivals at Chinese container terminals. *Maritime Economics & Logistics Vol 12* , 111-126.

Chen, T. (1999). Yard Opertions in the container terminal - a study in the 'unproductive moves'. *Maritime Policy and Management 26* , 27-38.

Cheung, R. K., & Chen, C. Y. (1998). A two-stage stochastic network model and solution methods for the dynamic empty containers allocation problem. *Transport Research 32* , 142-162.

Costa, C. (2006). Los puertos en el transporte marítimo. *Enginyeria d'Organització i Logística Industrial, Universitat Politècnica de Catalunya* .

Crainic, T. G., Gendreau, M., & Dejax, P. (1993). Dynamic and Stochastic models for the allocation of empty containers. *Operations Research 41* , 102-126.

Daganzo, C. F. (1989). The crane scheduling problem. *Transportation Research-B 23 B* , 159-175.

de Castillo, B., & Daganzo, C. F. (1993). Handling strategies for import containers at marine terminals. *Transportation Research-B 27* , 151-166.

Essery, R. J., Rowland, D. P., & Steel, W. O. (1979). *British Goods Wagons from 1887 to the Present Day.* New York: Augustus M. Kelly Publishers.

Evers, J. J., & Koppers, S. A. (1996). Automated guided vehicle traffic control at a container terminal. *Transportation Research-A 30* , 21-34.

Ferrari, C., & Basta, M. (2009). Port concession fees based on the price-cap regulation: a DEA approach. *Maritime Economics & Logistics Vol 11* , 121-135.

Gambardella, A. J., Mastrolilli, M., Rizzoli, A. E., & Zaffalon, M. (2001). An optimization methodology for intermodal terminal management. *Journal of Intelligent* , 521-534.

Gambardella, A. J., Mastrolilli, M., Rizzoli, A. E., & Zaffalon, M. (2001). An optimization methodology for intermodal terminal management. *Journal of Intelligent* , 521-534.

Gambardella, L. M., Rizzoli, A. E., & Zaffalon, M. (1998). Simulation and planning of an intermodal container terminal. *Simulation 71 (2)* , 107-116.

Grilo, F. (maio de 2006). Mercado de navios porta-contentores: a vertigem do crescimento. *Transportes em Revista* .

Guan, C., & Liu, R. R. (2009). Container terminal gate appointment system optimization. *Maritime Economics & Logistics Vol 11* , 378-398.

Guan, Y., & Cheung, R. K. (2004). The berth allocation problem: models and solution methods. *OR Spectrum 26* , 75-92.

Haghani, A., & Kaisar, E. I. (2001). A model for designing container loading plans for containerships. *Transportation Research Board Anual Meeting.* Maryland.

Hanafi, S., Jesus, J., & Semet, F. (2003). The container assignment problem: a case study on the port of Lille. Valenciennes: ODYSSEUS.

Hartmann, S. (2004). A general framework for scheduling equipment and manpower on container terminals. *OR Spectrum 26* , 51-74.

Holguín-Veras, J., & Jara-Díaz, S. (1999). Optimal pricing for priority service and space allocation in container ports. *Transportation Research-B 33* , 81-106.

Imai, A., Nishimura, E., & Papadimitriou, S. (2001). The dynamic berth allocation problem for a container port. *Transportation Research-B 35* , 401-417.

Imai, A., Nishimura, E., Papadimitriou, S., & Sasaki, K. (2002). The Containership Loading Problem. *International Journal of Maritime Economics* , 126-148.

Imai, A., Sasaki, K., Nishimura, E., & Papadimitriou, S. (2006). Multi-objective simultaneous stowage and load planning for a container ship with container rehandle in yard stacks. *European Journal of Operational Research 171* , 373-389.

Kim, K H; Kang, J S; Ryu, K R. (2004). A beam search algorithm for the load sequencing of outbound containers in port container terminals. *OR Spectrum 26* , 93-116.

Kim, K. H. (1997). Computers & Industrial Engineering. *Evaluation of the number of rehandles in container yards* , 701-711.

Kim, K. H., & Bae, J. W. (1998). Re-marshaling export containers in port container terminals. *Computers & Industrial Engineering* , 655-658.

Kim, K. H., & Kim, H. B. (1999). Segregating space allocation models for container inventories in port container terminals. *International Journal of Production Economics 59* , 415-423.

Kim, K. H., & Kim, H. B. (1998). The optimal determination of the space requirement and the number of transfer cranes for import containers. *Computers & Industrial Engineering* , 427-430.

Kim, K. H., & Kim, H. B. (2002). The optimal sizing of the storage space and handling facilities for import containers. *Transportation Research-B 36* , 821-835.

Kim, K. H., & Kim, K. Y. (1999). An optimal routing algorithm for a transfer crane in port container terminals. *Transportatio Science 33* , 17-33.

Kim, K. H., & Park, K. T. (2003). A note on a dynamic space-allocation method for outbound containers. *European Journal of Operational Research 148* , 92-101.

Kim, K. H., Lee, K. M., & Hwang, H. (2003). Sequencing delivery and receiving operations for yard cranes in port container terminals. *International Journal of Production Economics 84* , 283-292.

Kim, K. H., Park, Y. M., & Ryu, K.-R. (2000). Deriving decision rules to locate export containers in container yards. *European Journal of Operations Research 124* , 89-101.

Kim, K. H., Wang, S. J., Park, Y.-M., Yang, C.-H., & Bae, J. W. (2002). A simulation study on operation rules for automated container yards. *7th Annual International Conference on Industrial Engineering.*

Kim, K. Y., & Kim, K. H. (1997). A routing algorithm for a single transfer crane to load export containers onto a containership. *Computers & Industrial Engineering 33* , 673-676.

Konings, J. W. (1996). Integrated centres for the transshipment, storage, collection and distrbution of goods: a survey of the possibilities for a high-quality intermodal transport concept. *Transport Policy 3* , 3-11.

Koo, P.-H., Lee, W. S., & Jang, D. W. (2004). Fleet sizing and vehicle routing for container transportation in a static environment. *OR Spectrum 26* .

Kozan, E. (2000). Optimising container transfers at a multimodal terminal. *Mathematic and Computer Modelling* , 235-243.

Kozan, E., & Preston, P. (1999). Genetic algorithms to schedule container transfers at multi-modal terminals. *International Transactions of Operational Research 6* , 311-329.

Laik, N., & Hadjiconstantnou, E. (2008). Container Assignment and Yard Crane Deployment in a Container Terminal: A case study. *Maritime Economics & Logistics Vol 10* , 90-107.

Lam, J. S., & Yap, W. Y. (2011). Container port competition and complementarity in supply chain systems: evidence from the pearl river delta. *Maritime Economics & Logistics Vol 13* , 102-120.

Legato, P., & Mazza, R. M. (2001). Berth Planning and resources optimization at a container terminal via discrete event simulation. *European Journal of Operational Research 133* , 537-547.

Li, C.-L., & Vairaktarakis, G. L. (2003). Loading and unloading operations in container terminals. Weatherhead: Case Western Reserve University.

Li, C.-L., Cai, X., & Lee, C.-Y. (1998). Scheduling with multiple-job-on-one-processor pattern. *IIE Transactions 30* , 433-445.

Lim, A. (1998). The berth planning problem. *Operations Research Letters 22* , 105-110.

Lin, W. (2003). *On dynamic crane deployment in container terminals.* University of Science and Technology.

Maps of World. (s.d.). Obtido em maio de 2012, de www.mapsofworld.com

Mennis, E., Platis, A., Lagoudis, I., & Nikitakos, N. (2008). Improving Port Container Terminal Efficiency with the use of Markov Theory. *Maritime Economics & Logistics Vol 10* , 243-257.

Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. (2006). *Orientações Estratégicas para o sector marítimo portuário.*

Monaco, F. M., Moccia, L., & Sammarra, M. (2009). Operations research for the management of a transhipment container terminal: The Gioia Tauro case. *Maritime Economics & Logistics Vol.11* , 7-35.

Murtty, K. G., Wan, Y.-w., Liu, J., Tseng, M. M., Leung, E., & Chiu, H. W. (2005). Hongkong International Terminals Gains Elastic Capacity using a Data-Intensive Decision-Support System. *Interfaces Vol 35* , 61-75.

Murty, K. G., Liu, J., Wan, Y.-w., & Linn, R. (2003). *A DSS (Decision Support System) for operations in a container terminal.* Michigan, USA: http://www-personal.engin.umich.edu/~murty/terminal-10.pdf.

Nam, K-C, & Ha, W.-I. (2001). Evaluation of handling systems for container terminals. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering* , 171-175.

Narasimhan, A., & Palekar, U. S. (2002). Analysis and algorithms for the transtainer routing problem in container port operations. *Transportation Science 36* , 63-78.

Nishimura E, I. A. (2001). Berth allocation planning in the pubic berth system by genetic algorithms. *European Journal of Operational Research* , 282-292.

Park, Y.-M., & Kim, K. H. (2003). A scheduling method for berth and quay cranes. *OR Spectrum 25* , 1-23.

Parola, F., & Sciomachen, A. (2009). Modal split evaluation of a maritime container terminal. *Maritime Economics & Logistics Vol 11* , 77-97.

Petering, M. E., & Murty, K. G. (2008). Effect of block length and yard crane deployment systems on overall performance at a seaport container transshipment terminal . *Computers & Operations Research* .

Peterkofsky, R. I., & Daganzo, C. F. (1990). A branch and bound solution method for the crane scheduling problem. *Transportation Research-B 24B* , 159-172.

Powell, W. B., & Carvalho, T. A. (1998). Real-time optimization of containers and flatcars for intermodal operations. *Transport Science 32* , 110-126.

Reveliotis, S. A. (2000). Conflict resolution in AGV systems. *IIE Transactions 32* , 647-659.

Ripley, D. (1993). *The Little Eaton Gangway and Derby Canal.* Oakwood Press.

Sciomachen, A., & Tanfani, E. (2007). A 3D-BPP approach for optimising stowage plans and terminal productivity. *Journal of Operational Research* , 1433-1446.

Sculli, D., & Hui, C. F. (1988). Three dimensional stacking of containers. *Omega 16 (6)* , 585-594.

Shen, W. S., & Khoong, C. M. (1995). A DSS for empty container distribution planning. *Decision Support Systems* , 75-82.

Steenken, D. (2003). Optimised vehicle routing at a seaport container terminal. *ORbit 4* , 8-14.

Steenken, D., Henning, A., Freigang, S., & Vob, S. (1993). Routing of straddle carriers at a container terminal with the special aspect of internal moves. *OR Spectrum 15* , 167-172.

Steenken, D., Vob, S., & Stahlbock, R. (2004). Container terminal operation and operations research - a classification and literature review. *OR Spectrum 26* , 3-49.

Steenken, D., Winter, T., & Zimmermann, U. (2001). Stowage and transport optimization in ship planning. *Grotschel M, Krumke S O, Rambau J (eds) Online optimization of large scale systems* (pp. 731-745). Berlin: Springer.

Taleb-Ibrahimi, M., de Castillo, B., & Daganzo, C. F. (1993). Storage space vs handling work in container terminals. *Transportation Research- B 27B* , 13-32.

Ting, S.-C., Wang, J.-S., Kao, S.-L., & Pitty, F. M. (2010). Categorized stackong models for import containers in port container terminals. *Maritime Economics & Logistics Vol 12* , 162-177.

Vis, I. F., & de Koster, R. (2003). Transshipment of containers at a container terminal. *European Journal of Operational Research 147* , 1-16.

Wallace, A. (2001). Application of AI to AGV control - agent control of AGV's. *International Journal of Production Research 39* , 709-726.

Wilson, I. D., & Roach, P. A. (2000). Container stowage planning: a methodology for generating computerised solutions. *Journal of Operational Research Society 51* , 1248-1255.

Wilson, I. D., & Roach, P. A. (1999). Principles of combinatorial optimization applied to container-ship stowage planning. *Journal of Heuristics 5* , 403-418.

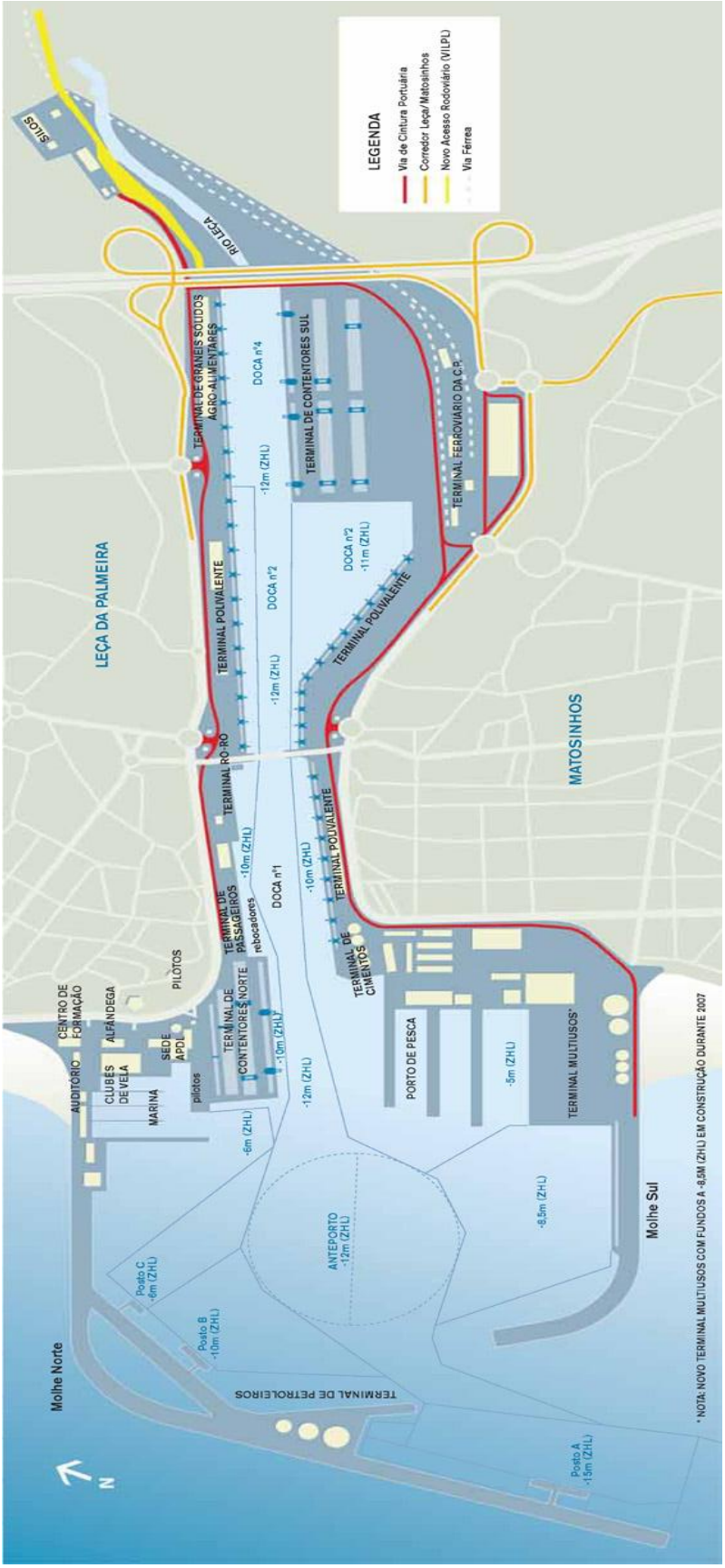
Winter, T. (2000). Online and real-time dispatching problems. *GCA Verlag.* Herdecke.

Winter, T., & Zimmmermann, U. (1999). Combinatorial online and real-time optimization. *Fundamentals - foundations of computer science. Proceedings of 15th IFIP World Computer Congress* (pp. 31-48). Vienna: Osterreichische Computer Gesellschaft.

Zhang, C., Liu, J., Wan, Y.-w., Murty, K. G., & Linn, R. J. (2003). Storage space allocation in container terminals. *Transportation Research-B 37* , 883-903.

Zhang, C., Wan, Y., Liu, J., & Linn, R. J. (2002). Dynamic crane deployment in container storage yards. *Transportation Research-B 36* , 537-555.

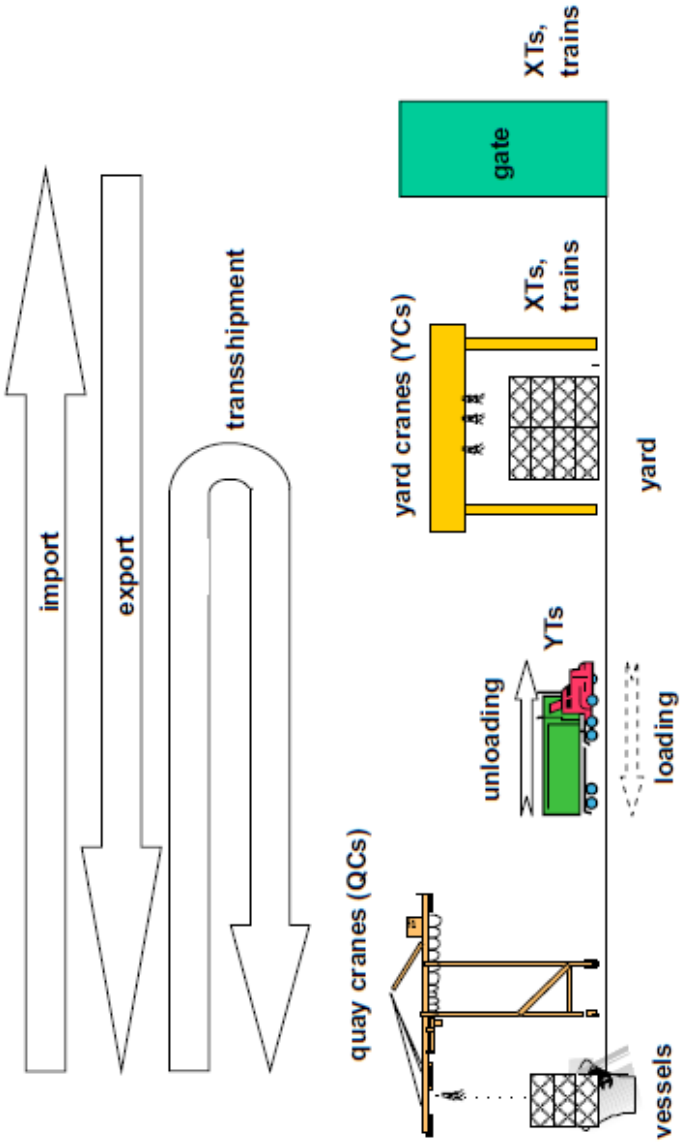
Anexo A: Mapa Esquemático do Porto de Leixões



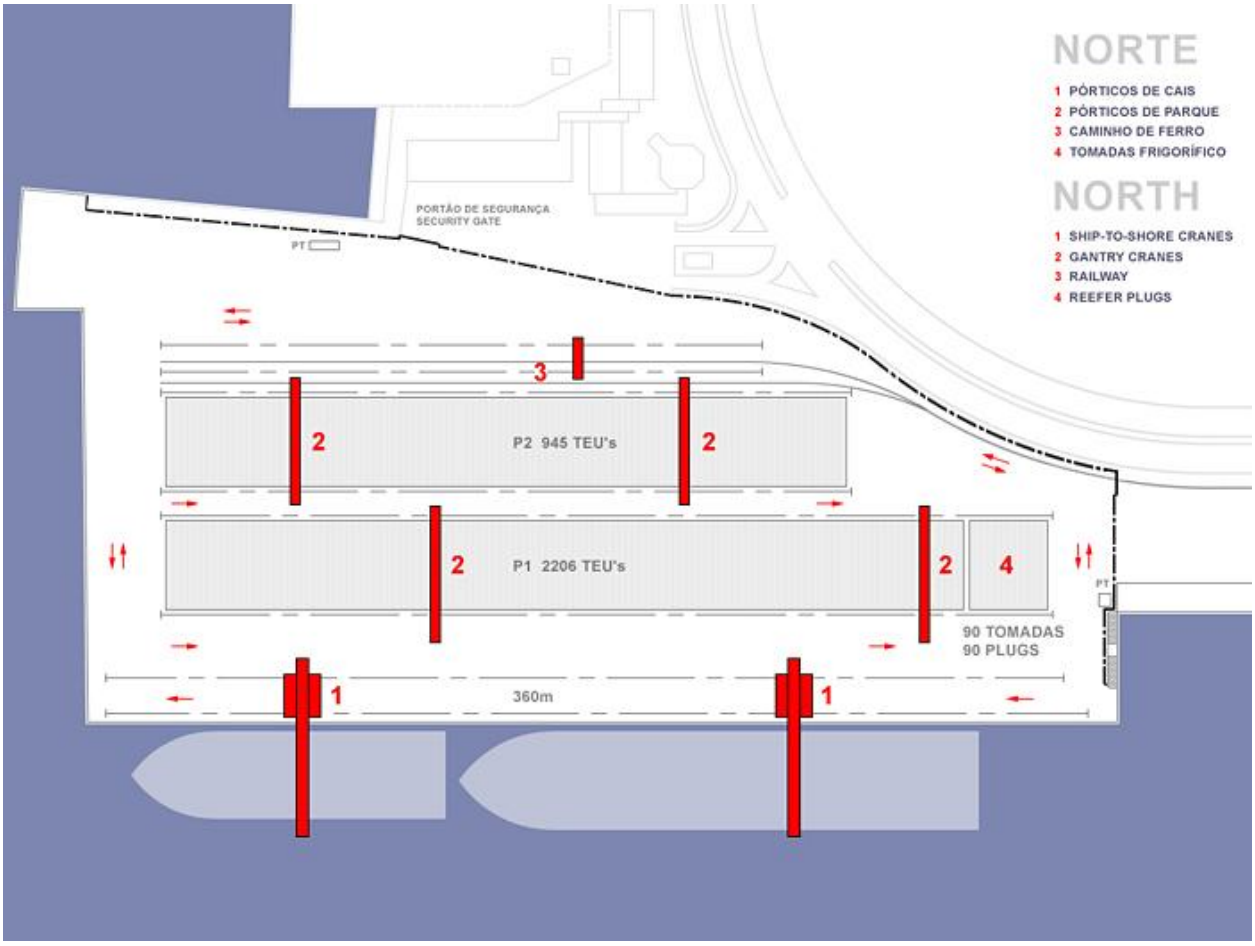
Anexo B: Atores do Transporte Marítimo

AGENTE DE NAVEGAÇÃO	Os Agentes de Navegação exercem um conjunto de actividades em nome e por conta dos armadores ou transportadores marítimos, designadamente: o cumprimento de disposições legais ou contratuais junto das autoridades portuárias e outras entidades, a celebração de contratos de transporte marítimo, nomeadamente dos que resultam da actividade de angariação de carga por eles desenvolvida e prestação, protecção, apoio e assistência aos armadores ou transportadores marítimos de que sejam representantes.
OPERADORES PORTUÁRIOS	Entidades responsável pelas operações de carga, descarga e transbordo das mercadorias nos portos. Esta actividade denomina-se por estiva e desestiva.
EMPRESAS DE TRABALHO PORTUÁRIO	Fornecem a mão-de-obra qualificada para as empresas de estiva que operam nos portos.
TRANSITÁRIO	Operador logístico do transporte internacional multimodal, que coordena o transporte de uma mercadoria quando envolve vários modos de transporte. Na qualidade de intermediário, procede ao despacho / envio da mercadoria de / para um cliente. Poderá intervir desde a saída da mercadoria da fábrica até ao ponto da sua aquisição por parte do consumidor.
AGENTE DO TRANSPORTE	Também denominados por "Brokers" (Correctores marítimos), têm como função de intermediário entre aquele que quer afretar um navio (o afretador) e o proprietário ou armador de um navio que deseja fretá-lo (o fretador).
DESPACHANTE ALFANDEGÁRIO	Os despachantes oficiais intervêm como representantes por conta de outrem, em qualquer parte do território nacional e sob qualquer forma de representação, nos actos e formalidades previstos na legislação aduaneira, incluindo nas declarações e na promoção dos documentos respeitantes a mercadorias sujeitas a impostos especiais sobre o consumo e noutras declarações com implicações aduaneiras.
SEGURADOR	O segurador oferece uma cobertura dos possíveis riscos do negócio marítimo, mediante a realização de um contrato de seguros.

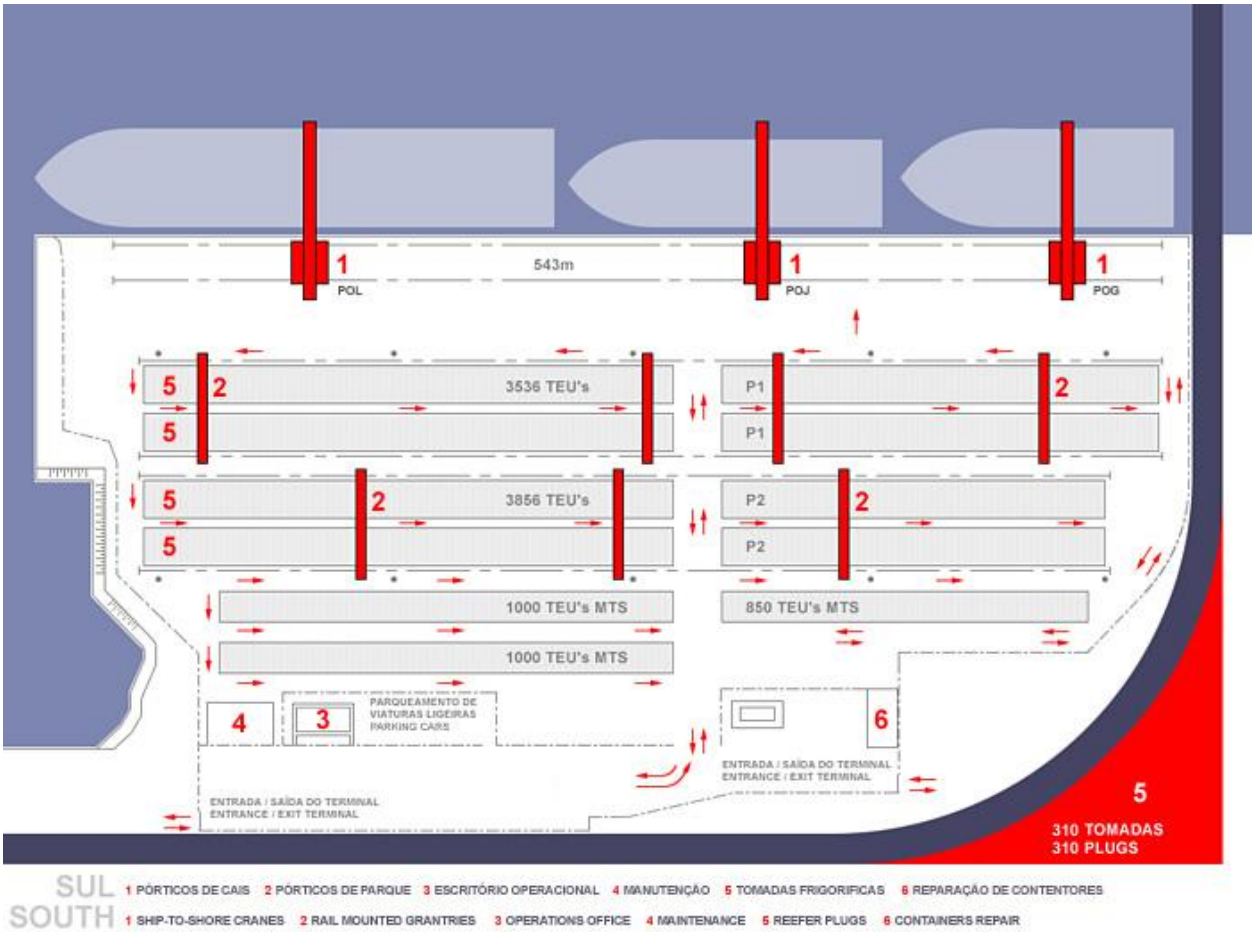
Anexo C: Estrutura, Processos e fluxos de contentores num Terminal



Anexo D: Terminal de Contentores Norte do Porto de Leixões



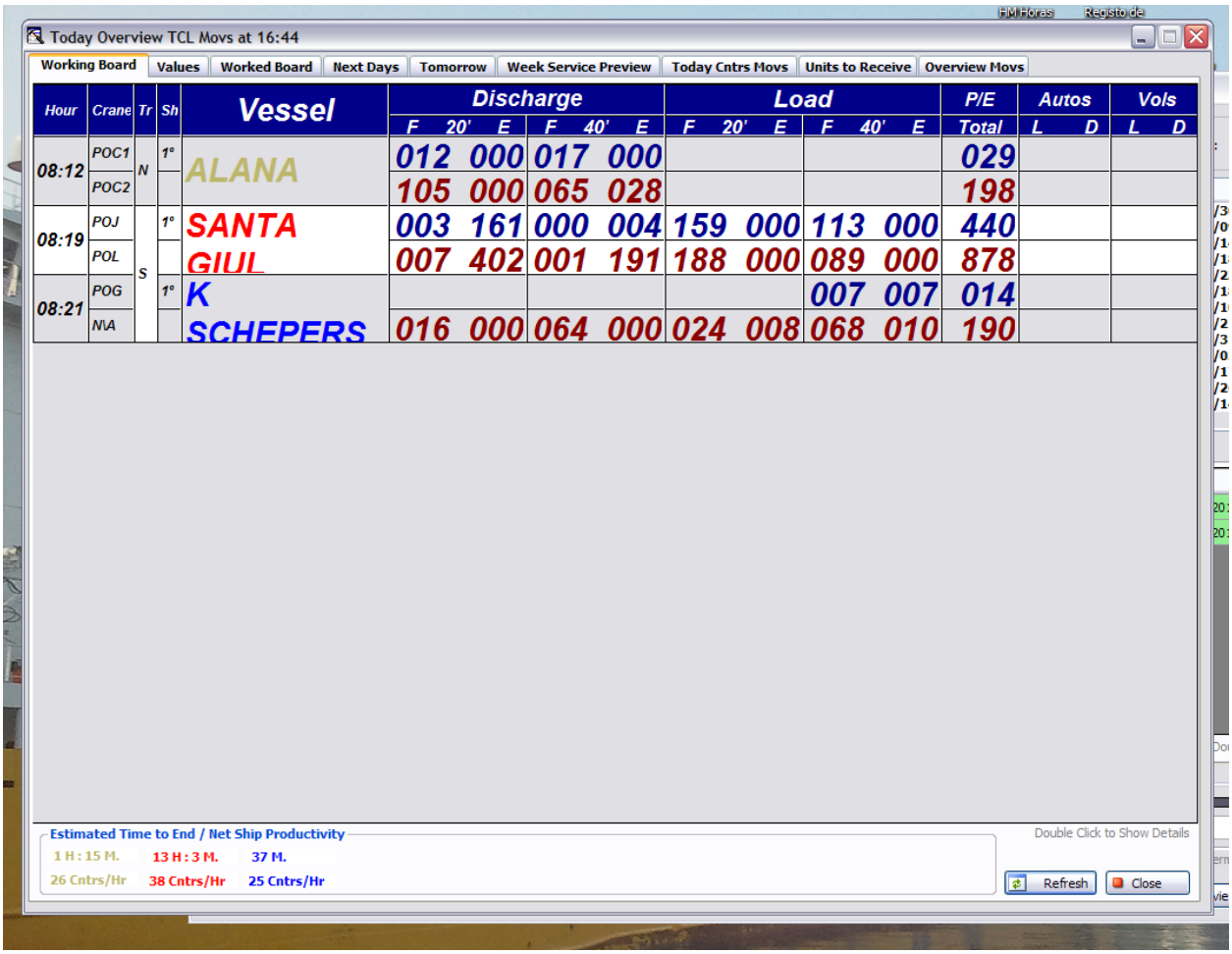
Anexo E: Terminal de Contentores Sul do Porto de Leixões



SUL 1 PÓRTICOS DE CAIS 2 PÓRTICOS DE PARQUE 3 ESCRITÓRIO OPERACIONAL 4 MANUTENÇÃO 5 TOMADAS FRIGORIFICAS 6 REPARAÇÃO DE CONTENTORES

SOUTH 1 SHIP-TO-SHORE CRANES 2 RAIL MOUNTED GRANTRIES 3 OPERATIONS OFFICE 4 MAINTENANCE 5 REEFER PLUGS 6 CONTAINERS REPAIR

Anexo F: Working Board



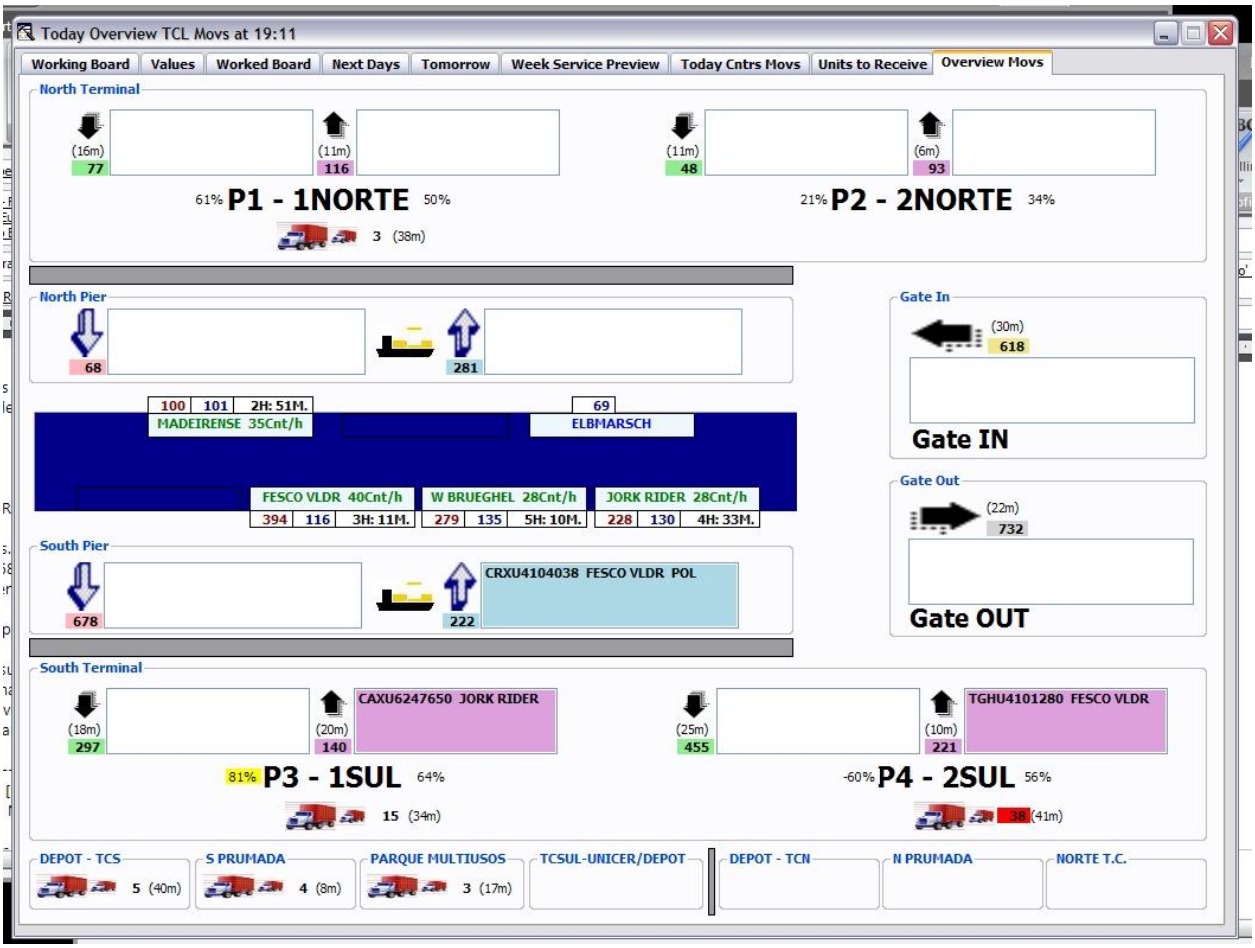
Anexo G: Working Board of Next Days

Today Overview TCL Movs at 16:44

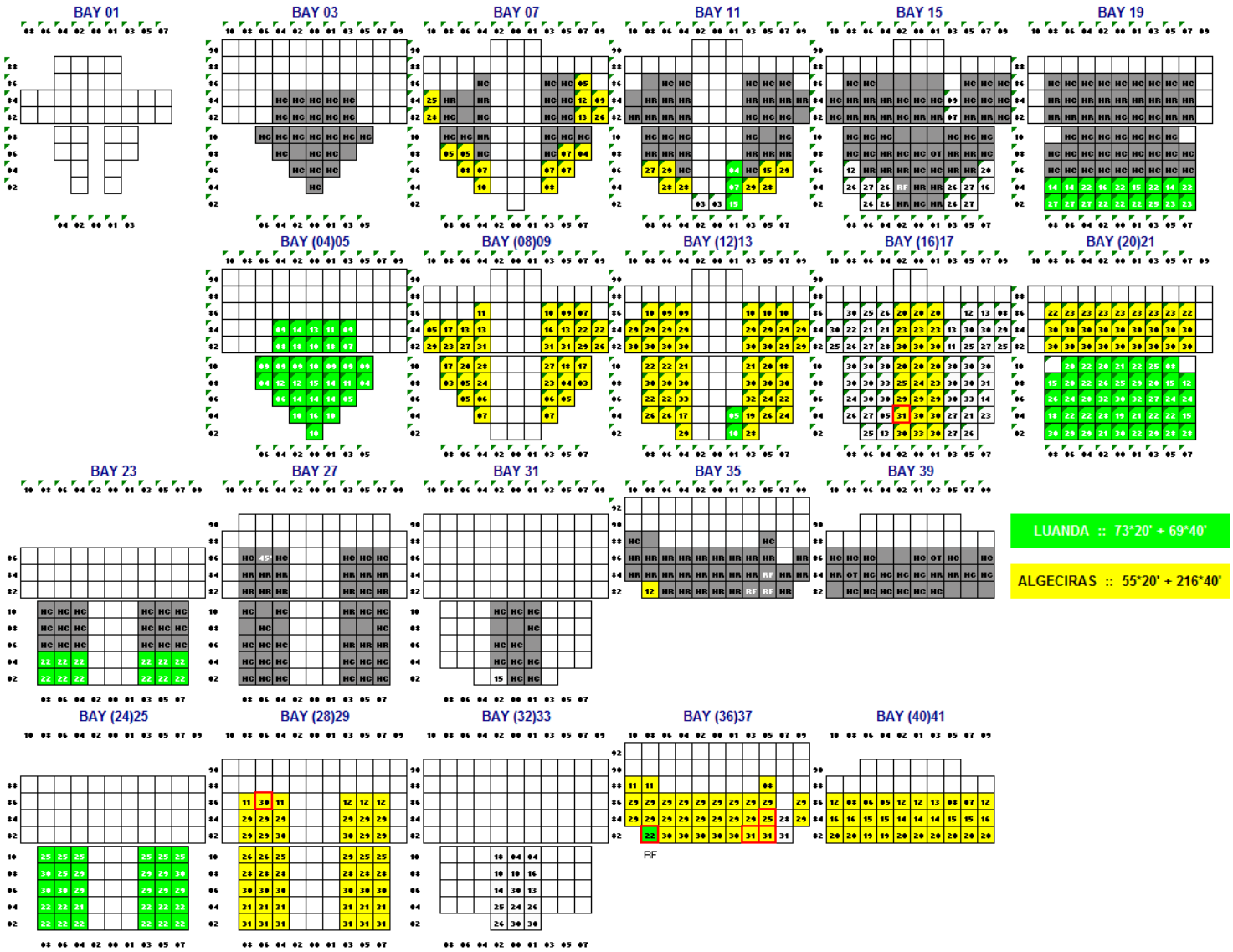
Working Board | Values | Worked Board | Next Days | Tomorrow | Week Service Preview | Today Cntrs Movs | Units to Receive | Overview Movs

Day	Crane	Term	Sh	Vessel	Discharge						Load						P/E	Autos		Vols	
					F	20'	E	F	40'	E	F	20'	E	F	40'	E	Total	L	D	L	D
31		NA		SETE CIDAD	013	073		028		032	024	000		025		000	195				
				MANFRED	035	001		106		000	006	000		052		001	201				
				HARLINGEN	001	000		002		050	010	000		012		000	075				
				FUNCHA 5	016	028		022		095	033	000		034		001	229				
				FESCO VLDR	033	000		128		010	100	005		178		000	454				
01				W BRUEGHEL	002	102		034		001	039	000		043		000	221				
				MADEIRENSE	022	006		009		030	014	000		069		000	150				
				H LIMBURG	000	124		000		182	106	000		129		000	541				
				JORK RIDER	031	000		084		000	052	011		131		009	318				
				TR. MAERSK							036	000		053		000	089				
				ELBMARSCH							014	000		038		000	052				

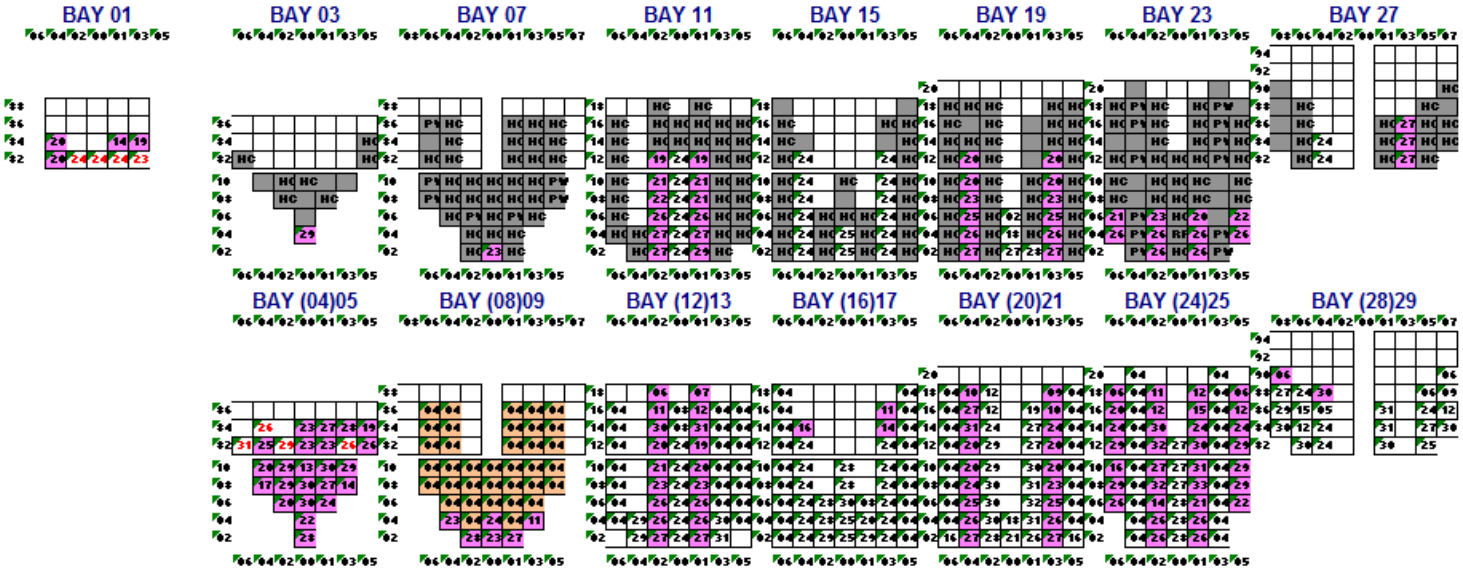
Anexo H: TodayOverview



Anexo I: Plano de Carregamento do Navio



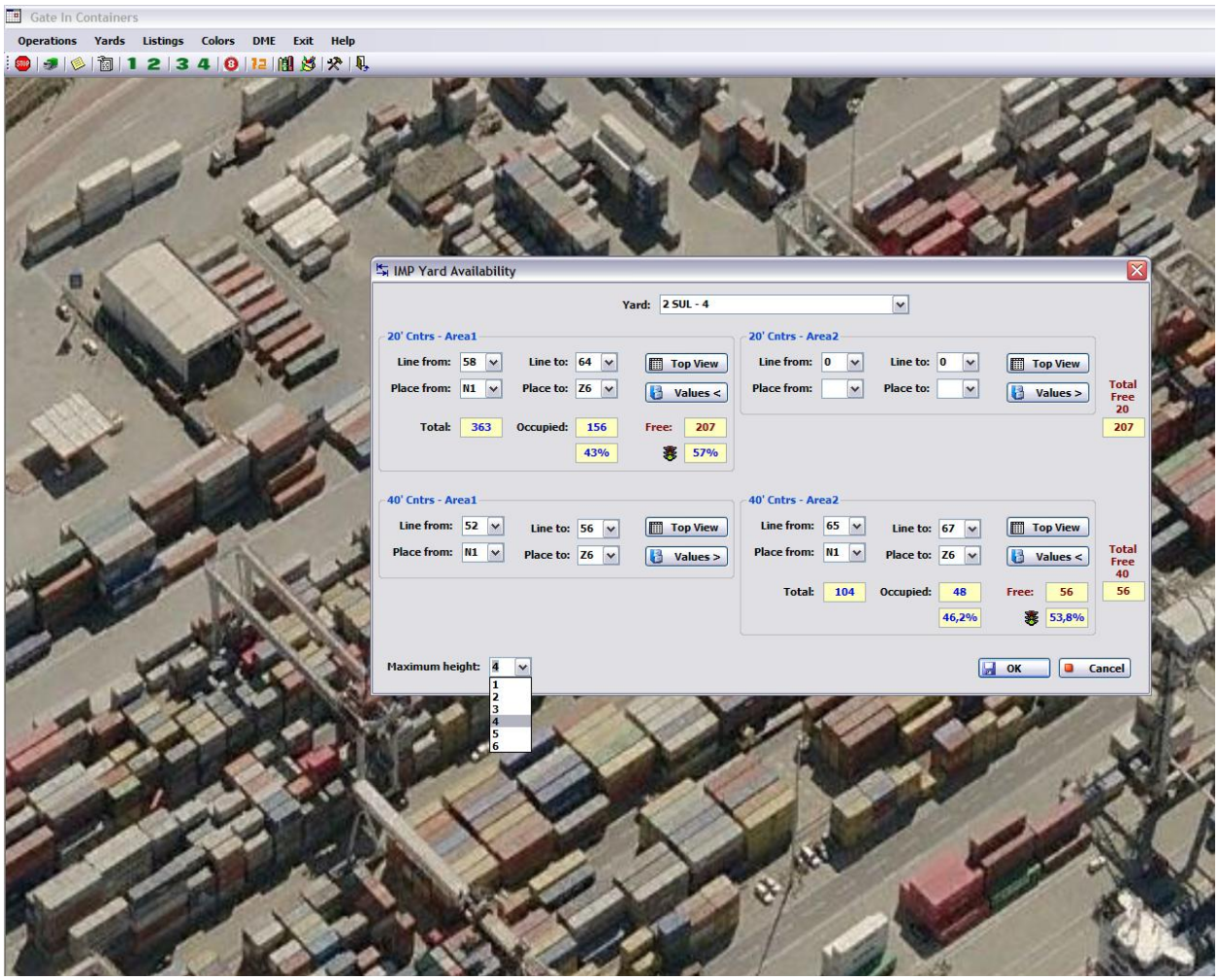
Anexo J: Plano de Descarregamento do Navio



8 * Restowers prev. Pos. **final Pos.**

040682 **080882** NLHME PTLIS **UESU4858716** 31.000 WEC LEG1 HL
050282 **090582** NLHME PTLIS **SHNU0048939** 28.700 WEC 3MB0 HL
010382 **070102** NLEMX PTLIS **CSLU1064620** 22.900 CSC 22G1
010182 **070202** NLEMX PTLIS **GLDU9301304** 24.324 HJS 22G1
010082 **070002** NLEMX PTLIS **FCIU3801889** 24.324 HJS 22G1
010282 **090404** NLEMX PTLIS **FCIU3842379** 24.324 HJS 22G1
050484 **070684** NLRST PTLIS **RCLU1290092** 25.600 RST AMT1 IHL custom restow
050382 **070682** NLUMT PTLIS **EURU8613098** 26.500 WEC AMT1 IHL custom restow

Anexo K: Yard Availability



Anexo L: Today Container Moves

Today Overview TCL Movs at 16:39

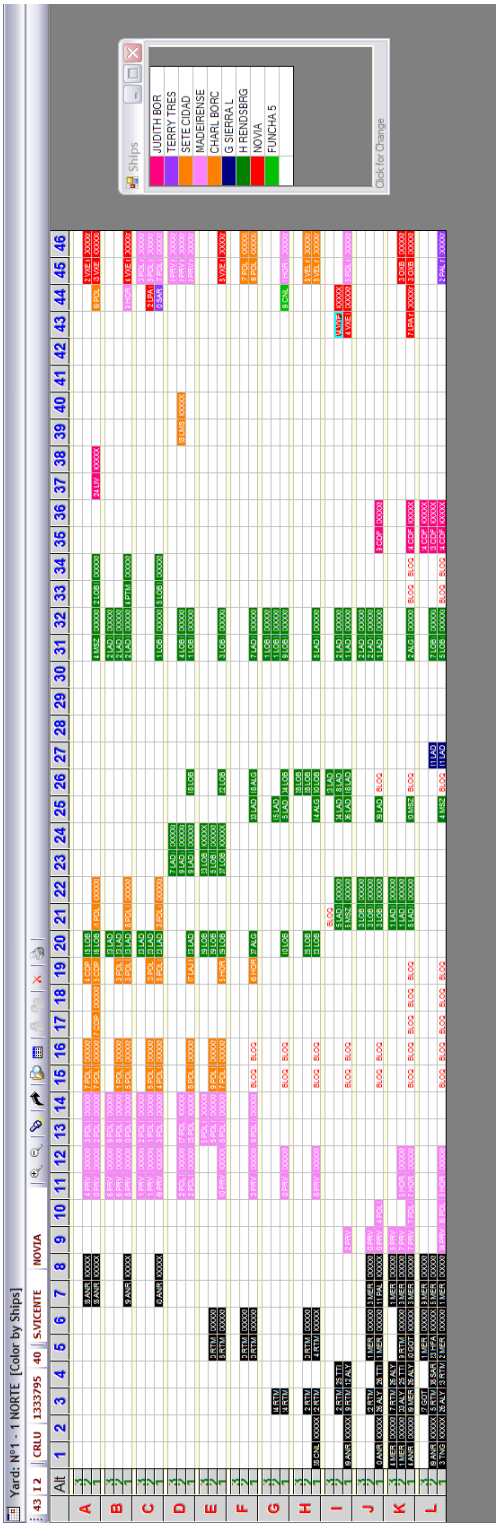
Working Board | Values | Worked Board | Next Days | Tomorrow | Week Service Preview | Today Cntrs Movs | Units to Receive | Overview Movs

Double Click to See History Cntr

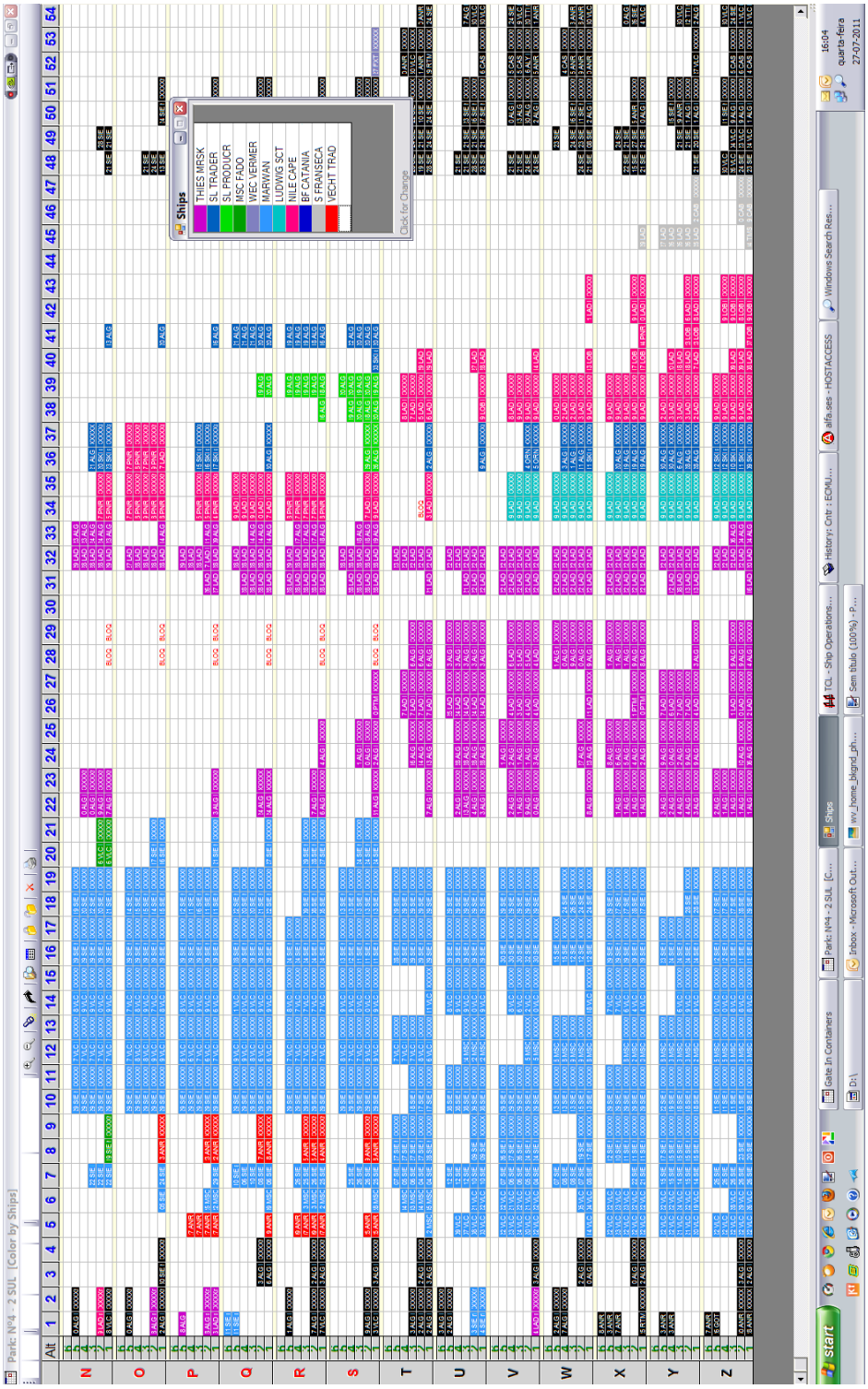
27 | Last 5m | 30-05-2012

Hour	Service	Letters	Num	Year	File	Message	Desc Yard	Vessel	Mov
1642	GATE IN	GLDU	5086749	2012	002564	GATE IN to Yard 2 SUL 8 N5	2 SUL	FESCO VLADIMIRR	EXP
1642	GATE IN	CMAU	5457627	2012	002578	GATE IN to Yard 1 SUL 1718 L4	1 SUL	WMS HARLINGEN	EXP
1642	RECEPTION	MSKU	2487172	2012	002514	RECEPTION to Yard 2 SUL 33 U2	2 SUL	MAXIMILIAN SCHULTE	EXP
1642	GATE OUT	ETVU	0000270	2012	000526	GATE OUT from Yard NORTE T.C.	NORTE T.C.	NOVIA	IMP
1642	GATE OUT	MSKU	1031254	2012	008889	GATE OUT from Yard DEPOT - TCS 2	DEPOT - TCS	DEPOT SUL	IMP
1642	GATE OUT	CRXU	0503092	2012	000543	GATE OUT from Yard S PRUMADA	S PRUMADA	PANTONIO	IMP
1642	DISCHARGE	NAIU	4014371	2012	002458	DISCHARGE with Crane POJ from Vessel SANTA GIULIETTA	PARQUE 7- P/APDL	SANTA GIULIETTA	IMP
1642	LOAD	SUDU	8567242	2012	002557	LOAD with Crane POG to Vessel KARIN SCHEPERS	1 SUL	KARIN SCHEPERS	EXP
1642	LOAD	TCNU	9249725	2012	002557	LOAD with Crane POG to Vessel KARIN SCHEPERS	1 SUL	KARIN SCHEPERS	EXP
1641	RECEPTION	BMOU	2257514	2012	002560	RECEPTION to Yard 1 SUL 69 D2	1 SUL	ALANA	IMP
1641	LIFT UP	DAYU	6100999	2012	002556	LIFT UP from Yard S PRUMADA 0	S PRUMADA	LIBERTAS H	IMP
1641	LIFT UP	TGHU	9644700	2012	002557	LIFT UP from Yard 1 SUL 2324 H1	1 SUL	KARIN SCHEPERS	EXP
1641	GATE OUT	NAIU	6130848	2012	002458	GATE OUT from Yard PARQUE 7- P/APDL	PARQUE 7- P/APDL	SANTA GIULIETTA	IMP
1641	DISCHARGE	NAIU	8553896	2012	002458	DISCHARGE with Crane POJ from Vessel SANTA GIULIETTA	PARQUE 7- P/APDL	SANTA GIULIETTA	IMP
1641	DISCHARGE	TCLU	1094260	2012	002560	DISCHARGE with Crane POC2 from Vessel ALANA	2 SUL	ALANA	IMP
1640	GATE IN	TCNU	9239100	2012	002510	GATE IN to Yard 1 SUL 1920 H2	1 SUL	JORK RIDER	EXP
1640	GATE IN	MWCU	6668034	2012	002514	GATE IN to Yard 2 SUL 3031 Q4	2 SUL	MAXIMILIAN SCHULTE	EXP
1640	GATE IN	EXFU	0517631	2012	002561	GATE IN to Yard 2 SUL 53 W4	2 SUL	ALANA	EXP
1640	GATE IN	MSKU	0953482	2012	002375	GATE IN to Yard 2 SUL 2627 U2	2 SUL	TROENSE MAERSK	EXP
1640	RECEPTION	CRSU	9144160	2012	002518	RECEPTION to Yard 2 SUL 4041 Z3	2 SUL	MARFRET DURANDE	EXP
1640	LIFT UP	HMCU	1048312	2012	002557	LIFT UP from Yard 1 SUL 1314 I1	1 SUL	KARIN SCHEPERS	EXP
1640	GATE OUT	CRXU	0918247	2012	000531	GATE OUT from Yard NORTE T.C.	NORTE T.C.	MONTE DA GUIA	IMP
1640	GATE OUT	MSKU	5686202	2012	008889	GATE OUT from Yard DEPOT - TCS 7 ED	DEPOT - TCS	DEPOT SUL	IMP
1640	GATE OUT	MSKU	3077850	2012	008889	GATE OUT from Yard DEPOT - TCS	DEPOT - TCS	DEPOT SUL	EXP
1639	GATE OUT	GESU	2238179	2012	008889	GATE OUT from Yard DEPOT - TCS 32 AP	DEPOT - TCS	DEPOT SUL	IMP
1639	DISCHARGE	MOFU	0609527	2012	002560	DISCHARGE with Crane POC2 from Vessel ALANA	1 SUL	ALANA	IMP
1639	DISCHARGE	NAIU	4236975	2012	002458	DISCHARGE with Crane POJ from Vessel SANTA GIULIETTA	PARQUE 7- P/APDL	SANTA GIULIETTA	IMP

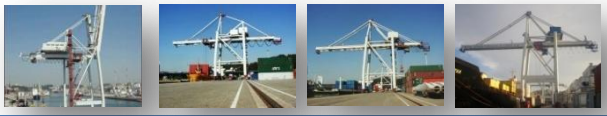
Anexo M: Plano de Parqueamento do Parque 3



Anexo N: Plano de Parqueamento do Parque 4



Anexo O: Equipamento disponível no TCL



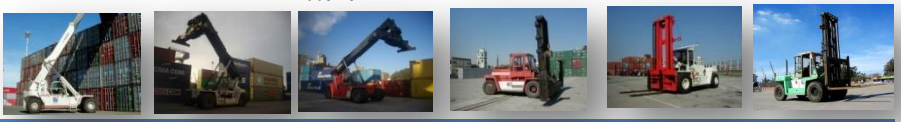
Pórtico de Cais

Referência	POC	POG	POJ	POL	POB
Quantidade	2	1	1	2	1
Localização	Terminal de Contentores Norte	Terminal de Contentores Sul			Doca 2 Sul
Capacidade(Toneladas)	35/40	35/42	40/65	60/78	31,8
Alcance (M)	32	30,2	39,66	40	23
Altura de Elevação (M)	25	20	30	30	18,2
Bítola (M)	14	20	20	20	30,48

Pórtico de Parque

Referência	POD	POE	POF(1)	POH	POI	POK
Quantidade	2	2	1	2	2	4
Localização	Terminal de Contentores Norte			Terminal de Contentores Sul		
Capacidade(Toneladas)	35	35	35	35	35	40
Altura de Elevação (M)	12	12,4	8,5	14,5	15	18
Bítola (M)	35	35	10	45	45	45

(1) parque dos C. de Ferro



Empilhador para Contentores

Tipo	ReachStacker(1)	ReachStacker(1)	ReachStacker(1)	FrontLift(1)	FrontLift(2)	FrontLift(2)
Marca	PPM	Kalmar	Kalmar	Kalmar	Luna	Mitsubishi
Modelo	TFC-45	DFR 450-60 s5	DFR 450-60 s6	DC 13,6 XLEC3	TH 28-1200	FD 150
Quantidade	2	2	2	2	2	2
Capacidade de Carga (Tons)	45	45	15	7	28	15
Altura Empilhamento	4 + 1	5	5	3	3	3
Altura de ElevaçãoMáx. da Carga (m)	14,79	18,1	18,1	9,2	7	9,2

(1) - Com spreader frontal de 20' e 40' (2) – com garfos

Semi Reboque

Quantidade	24
Capacidade(Tons)	65

Anexo P: Código VBA do Modelo Implementado

```
Option Explicit
Const compParque = 74
Const largParque = 26
Const maxAltura = 6
Const maxRegioes = 100
Const inicioSimulacao = 20120426
Type contentor
    ID As Long
    fluxo As String
    tipo As String
    capacidade As Integer
    peso As Integer
    navio As String
    porto As String
    armador As String
    linha As Integer
    coluna As Integer
    altura As Integer
End Type
Type posParque
    tipo1 As String
    tipo2 As String
    tipo3 As String
    tipo4 As String
    maxAltura As Integer
contentores(maxAltura + 1) As Long
End Type
Type regiao
tipo1 As String
    tipo2 As String
    tipo3 As String
    tipo4 As String
    maxAltura As Integer
    esquerda As Integer
    direita As Integer
    cima As Integer
    baixo As Integer
End Type
Dim planoParque(maxRegioes) As regiao
Dim numRegioesParque As Integer
Dim numReshuffles As Long
Dim oEventos, oParque As Range
Dim parque(largParque, compParque) As posParque
Dim contentoresParqueados(10000) As contentor
Dim numContParqueados As Integer
Dim regraPeso As Boolean
Private Sub inicializacao()
Dim i, j, k As Integer
Dim found As Boolean

A numeracao das posicoes cresce da esquerda para a direita e de cima para baixo
    planoParque(1).tipo1 = "REEFER"
    planoParque(1).tipo2 = "TANK"
    planoParque(1).tipo3 = ""
    planoParque(1).tipo4 = ""
    planoParque(1).maxAltura = 4
    planoParque(1).esquerda = 1
    planoParque(1).direita = 4
    planoParque(1).cima = 1
    planoParque(1).baixo = 13

    planoParque(2).tipo1 = "Importacao"
    planoParque(2).tipo2 = ""
    planoParque(2).tipo3 = ""
    planoParque(2).tipo4 = ""
```

```
planoParque(2).maxAltura = 4
planoParque(2).esquerda = 5
planoParque(2).direita = 10
planoParque(2).cima = 1
planoParque(2).baixo = 13

planoParque(3).tipo1 = ""
planoParque(3).tipo2 = ""
planoParque(3).tipo3 = ""
planoParque(3).tipo4 = "45"
planoParque(3).maxAltura = 4
planoParque(3).esquerda = 41
planoParque(3).direita = 46
planoParque(3).cima = 1
planoParque(3).baixo = 13

planoParque(4).tipo1 = "Importacao"
planoParque(4).tipo2 = ""
planoParque(4).tipo3 = ""
planoParque(4).tipo4 = ""
planoParque(4).maxAltura = 5
planoParque(4).esquerda = 60
planoParque(4).direita = 68
planoParque(4).cima = 14
planoParque(4).baixo = 26

planoParque(5).tipo1 = "TANK"
planoParque(5).tipo2 = "TANK OVERWIDTH"
planoParque(5).tipo3 = ""
planoParque(5).tipo4 = "30"
planoParque(5).maxAltura = 5
planoParque(5).esquerda = 3
planoParque(5).direita = 6
planoParque(5).cima = 14
planoParque(5).baixo = 26

planoParque(6).tipo1 = "REEFER"
planoParque(6).tipo2 = "HIGHCUBE REEFER"
planoParque(6).tipo3 = ""
planoParque(6).tipo4 = ""
planoParque(6).maxAltura = 5
planoParque(6).esquerda = 1
planoParque(6).direita = 2
planoParque(6).cima = 14
planoParque(6).baixo = 26

planoParque(7).tipo1 = "TANK"
planoParque(7).tipo2 = "TANK OVERWIDTH"
planoParque(7).tipo3 = ""
planoParque(7).tipo4 = "" ' Estava 30
planoParque(7).maxAltura = 4
planoParque(7).esquerda = 47
planoParque(7).direita = 48
planoParque(7).cima = 1
planoParque(7).baixo = 13

planoParque(8).tipo1 = "X-PRESS CONTAINER LINE"
planoParque(8).tipo2 = ""
planoParque(8).tipo3 = ""
planoParque(8).tipo4 = "40"
planoParque(8).maxAltura = 4
planoParque(8).esquerda = 11
planoParque(8).direita = 22
planoParque(8).cima = 1
planoParque(8).baixo = 13

planoParque(9).tipo1 = "X-PRESS CONTAINER LINE"
planoParque(9).tipo2 = ""
planoParque(9).tipo3 = ""
planoParque(9).tipo4 = "20"
planoParque(9).maxAltura = 4
```

```
planoParque(9).esquerda = 23
planoParque(9).direita = 24
planoParque(9).cima = 1
planoParque(9).baixo = 13

planoParque(10).tipo1 = "X-PRESS CONTAINER LINE"
planoParque(10).tipo2 = ""
planoParque(10).tipo3 = ""
planoParque(10).tipo4 = "20"
planoParque(10).maxAltura = 4
planoParque(10).esquerda = 25
planoParque(10).direita = 26
planoParque(10).cima = 7
planoParque(10).baixo = 13

planoParque(11).tipo1 = "MACANDREWS & CO. LTD"
planoParque(11).tipo2 = "OPDR KAJEN"
planoParque(11).tipo3 = ""
planoParque(11).tipo4 = "20"
planoParque(11).maxAltura = 4
planoParque(11).esquerda = 27
planoParque(11).direita = 28
planoParque(11).cima = 7
planoParque(11).baixo = 13

planoParque(12).tipo1 = "MACANDREWS & CO. LTD"
planoParque(12).tipo2 = "OPDR KAJEN"
planoParque(12).tipo3 = ""
planoParque(12).tipo4 = "40"
planoParque(12).maxAltura = 4
planoParque(12).esquerda = 29
planoParque(12).direita = 34
planoParque(12).cima = 1
planoParque(12).baixo = 13

planoParque(13).tipo1 = "MACANDREWS & CO. LTD"
planoParque(13).tipo2 = ""
planoParque(13).tipo3 = ""
planoParque(13).tipo4 = "40"
planoParque(13).maxAltura = 4
planoParque(13).esquerda = 27
planoParque(13).direita = 28
planoParque(13).cima = 1
planoParque(13).baixo = 6

planoParque(14).tipo1 = "SLOMAN NEPTUN"
planoParque(14).tipo2 = ""
planoParque(14).tipo3 = ""
planoParque(14).tipo4 = "40"
planoParque(14).maxAltura = 4
planoParque(14).esquerda = 35
planoParque(14).direita = 36
planoParque(14).cima = 1
planoParque(14).baixo = 6

planoParque(15).tipo1 = "SLOMAN NEPTUN"
planoParque(15).tipo2 = "OPDR KAJEN"
planoParque(15).tipo3 = ""
planoParque(15).tipo4 = "40"
planoParque(15).maxAltura = 4
planoParque(15).esquerda = 35
planoParque(15).direita = 38
planoParque(15).cima = 7
planoParque(15).baixo = 13

planoParque(16).tipo1 = "SLOMAN NEPTUN"
planoParque(16).tipo2 = ""
planoParque(16).tipo3 = ""
planoParque(16).tipo4 = "20"
planoParque(16).maxAltura = 4
planoParque(16).esquerda = 37
```

```
planoParque(16).direita = 40
planoParque(16).cima = 1
planoParque(16).baixo = 6

planoParque(17).tipo1 = "SLOMAN NEPTUN"
planoParque(17).tipo2 = ""
planoParque(17).tipo3 = ""
planoParque(17).tipo4 = "20"
planoParque(17).maxAltura = 4
planoParque(17).esquerda = 39
planoParque(17).direita = 40
planoParque(17).cima = 7
planoParque(17).baixo = 13

planoParque(18).tipo1 = "MEDITERRANEAN SHIPPING CO."
planoParque(18).tipo2 = ""
planoParque(18).tipo3 = ""
planoParque(18).tipo4 = "20"
planoParque(18).maxAltura = 4
planoParque(18).esquerda = 7
planoParque(18).direita = 9
planoParque(18).cima = 14
planoParque(18).baixo = 26

planoParque(19).tipo1 = "MEDITERRANEAN SHIPPING CO."
planoParque(19).tipo2 = ""
planoParque(19).tipo3 = ""
planoParque(19).tipo4 = "40"
planoParque(19).maxAltura = 4
planoParque(19).esquerda = 10
planoParque(19).direita = 21
planoParque(19).cima = 14
planoParque(19).baixo = 26

planoParque(20).tipo1 = "MAERSK LINE"
planoParque(20).tipo2 = ""
planoParque(20).tipo3 = ""
planoParque(20).tipo4 = "40"
planoParque(20).maxAltura = 4
planoParque(20).esquerda = 24
planoParque(20).direita = 29
planoParque(20).cima = 14
planoParque(20).baixo = 26

planoParque(21).tipo1 = "MAERSK LINE"
planoParque(21).tipo2 = ""
planoParque(21).tipo3 = ""
planoParque(21).tipo4 = "20"
planoParque(21).maxAltura = 4
planoParque(21).esquerda = 30
planoParque(21).direita = 33
planoParque(21).cima = 14
planoParque(21).baixo = 26

planoParque(22).tipo1 = "MAERSK LINE"
planoParque(22).tipo2 = ""
planoParque(22).tipo3 = ""
planoParque(22).tipo4 = "40"
planoParque(22).maxAltura = 4
planoParque(22).esquerda = 34
planoParque(22).direita = 37
planoParque(22).cima = 14
planoParque(22).baixo = 26

planoParque(23).tipo1 = "MAERSK LINE"
planoParque(23).tipo2 = "NILE DUTCH AFRICA LINE"
planoParque(23).tipo3 = ""
planoParque(23).tipo4 = "20"
planoParque(23).maxAltura = 4
planoParque(23).esquerda = 38
planoParque(23).direita = 39
```

```
planoParque(23).cima = 14
planoParque(23).baixo = 26

planoParque(24).tipo1 = "NILE DUTCH AFRICA LINE"
planoParque(24).tipo2 = ""
planoParque(24).tipo3 = ""
planoParque(24).tipo4 = "20"
planoParque(24).maxAltura = 4
planoParque(24).esquerda = 40
planoParque(24).direita = 41
planoParque(24).cima = 14
planoParque(24).baixo = 26

planoParque(25).tipo1 = ""
planoParque(25).tipo2 = ""
planoParque(25).tipo3 = ""
planoParque(25).tipo4 = "40"
planoParque(25).maxAltura = 4
planoParque(25).esquerda = 22
planoParque(25).direita = 23
planoParque(25).cima = 14
planoParque(25).baixo = 26

planoParque(26).tipo1 = "WEC LINES"
planoParque(26).tipo2 = ""
planoParque(26).tipo3 = ""
planoParque(26).tipo4 = "20"
planoParque(26).maxAltura = 4
planoParque(26).esquerda = 42
planoParque(26).direita = 45
planoParque(26).cima = 14
planoParque(26).baixo = 26

planoParque(27).tipo1 = "LIN LINES"
planoParque(27).tipo2 = ""
planoParque(27).tipo3 = ""
planoParque(27).tipo4 = "20"
planoParque(27).maxAltura = 4
planoParque(27).esquerda = 46
planoParque(27).direita = 49
planoParque(27).cima = 14
planoParque(27).baixo = 19

planoParque(28).tipo1 = "LIN LINES"
planoParque(28).tipo2 = ""
planoParque(28).tipo3 = ""
planoParque(28).tipo4 = "20"
planoParque(28).maxAltura = 4
planoParque(28).esquerda = 46
planoParque(28).direita = 51
planoParque(28).cima = 20
planoParque(28).baixo = 26

planoParque(29).tipo1 = "LIN LINES"
planoParque(29).tipo2 = ""
planoParque(29).tipo3 = ""
planoParque(29).tipo4 = "40"
planoParque(29).maxAltura = 4
planoParque(29).esquerda = 52
planoParque(29).direita = 59
planoParque(29).cima = 20
planoParque(29).baixo = 26

planoParque(30).tipo1 = "LIN LINES"
planoParque(30).tipo2 = ""
planoParque(30).tipo3 = ""
planoParque(30).tipo4 = "40"
planoParque(30).maxAltura = 4
planoParque(30).esquerda = 50
planoParque(30).direita = 59
planoParque(30).cima = 14
```

```
    planoParque(30).baixo = 19

    planoParque(31).tipo1 = "RESTRITO"
    planoParque(31).tipo2 = ""
    planoParque(31).tipo3 = ""
    planoParque(31).tipo4 = ""
    planoParque(31).maxAltura = 5
    planoParque(31).esquerda = 69
    planoParque(31).direita = 74
    planoParque(31).cima = 14
    planoParque(31).baixo = 26

    planoParque(32).tipo1 = "Importacao"
    planoParque(32).tipo2 = ""
    planoParque(32).tipo3 = ""
    planoParque(32).tipo4 = ""
    planoParque(32).maxAltura = 4
    planoParque(32).esquerda = 49
    planoParque(32).direita = 74
    planoParque(32).cima = 1
    planoParque(32).baixo = 13

    planoParque(33).tipo1 = "MACANDREWS & CO. LTD"
    planoParque(33).tipo2 = "OPDR KAJEN"
    planoParque(33).tipo3 = ""
    planoParque(33).tipo4 = "20"
    planoParque(33).maxAltura = 4
    planoParque(33).esquerda = 25
    planoParque(33).direita = 26
    planoParque(33).cima = 1
    planoParque(33).baixo = 6

    numRegioesParque = 33
For i = 1 To largParque
For j = 1 To compParque
            found = False
For k = 1 To numRegioesParque
                If i >= planoParque(k).cima And i <= planoParque(k).baixo And j >=
planoParque(k).esquerda And j <= planoParque(k).direita Then
                    parque(i, j).tipo1 = planoParque(k).tipo1
                    parque(i, j).tipo2 = planoParque(k).tipo2
                    parque(i, j).tipo3 = planoParque(k).tipo3
                    parque(i, j).tipo4 = planoParque(k).tipo4
                    parque(i, j).maxAltura = planoParque(k).maxAltura
found = True
                    Exit For
                End If
Next
            If found = False Then
                MsgBox "Posição de parqueamento (" & i & "," & j & ") não pertencente
a nenhuma região do plano do parque!", vbCritical
End If
        Next
    Next

    Set oEventos = ThisWorkbook.Sheets("Dados_contentor").Range("A1")
    Set oParque = ThisWorkbook.Sheets("Parque").Range("A1")
numContParqueados = 0
    numReshuffles = 0

    ThisWorkbook.Sheets("Parque").Activate
Range(oParque.Offset(1, 1), oParque.Offset(6 * largParque, compParque)).ClearContents

End Sub

Sub levantaContentor(ev As Integer)
Dim i, k As Integer
Dim found, duasCelulas As Boolean

    found = False
For i = 1 To numContParqueados
```

```
        If contentoresParqueados(i).ID = oEventos.Offset(ev, 0).Value Then
            found = True
            If contentoresParqueados(i).coluna < compParque Then
                If                                parque(contentoresParqueados(i).linha,
contentoresParqueados(i).coluna  +  1).contentores(contentoresParqueados(i).altura)  =
parque(contentoresParqueados(i).linha,
contentoresParqueados(i).coluna).contentores(contentoresParqueados(i).altura) Then
                    duasCelulas = True Contentor que ocupa duas posições
                Else
                    duasCelulas = False Contentor que ocupa uma só posição
End If
            Else
                duasCelulas = False
            End If
            Exit For
        End If
    Next

    If (found = True) Then
' Liberta a(s) célula(s) do parque
        parque(contentoresParqueados(i).linha,
contentoresParqueados(i).coluna).contentores(contentoresParqueados(i).altura) = 0
        oParque.Offset(contentoresParqueados(i).linha          *          6          -
contentoresParqueados(i).altura + 1, contentoresParqueados(i).coluna).ClearContents
        If duasCelulas = True Then
            parque(contentoresParqueados(i).linha,  contentoresParqueados(i).coluna  +
1).contentores(contentoresParqueados(i).altura) = 0
            oParque.Offset(contentoresParqueados(i).linha         *         6         -
contentoresParqueados(i).altura     +     1,     contentoresParqueados(i).coluna     +
1).ClearContents
        End If
        For      k      =      contentoresParqueados(i).altura      +      1      To
parque(contentoresParqueados(i).linha, contentoresParqueados(i).coluna).maxAltura
            If                                parque(contentoresParqueados(i).linha,
contentoresParqueados(i).coluna).contentores(k) > 0 Then
                parque(contentoresParqueados(i).linha,
contentoresParqueados(i).coluna).contentores(k            -            1)            =
parque(contentoresParqueados(i).linha, contentoresParqueados(i).coluna).contentores(k)
                parque(contentoresParqueados(i).linha,
contentoresParqueados(i).coluna).contentores(k) = 0
                contentoresParqueados(i).altura = k - 1
                oParque.Offset(contentoresParqueados(i).linha   *   6   -   k   +   2,
contentoresParqueados(i).coluna).Value = oParque.Offset(contentoresParqueados(i).linha
* 6 - k + 1, contentoresParqueados(i).coluna).Value
                oParque.Offset(contentoresParqueados(i).linha   *   6   -   k   +   1,
contentoresParqueados(i).coluna).ClearContents
                If duasCelulas = True Then
                    parque(contentoresParqueados(i).linha,
contentoresParqueados(i).coluna      +      1).contentores(k      -      1)      =
parque(contentoresParqueados(i).linha,        contentoresParqueados(i).coluna        +
1).contentores(k)
                    parque(contentoresParqueados(i).linha,
contentoresParqueados(i).coluna + 1).contentores(k) = 0
                    contentoresParqueados(parque(contentoresParqueados(i).linha,
contentoresParqueados(i).coluna + 1).contentores(k - 1)).altura = k - 1
                    oParque.Offset(contentoresParqueados(i).linha  *  6  -  k  +  2,
contentoresParqueados(i).coluna              +              1).Value              =
oParque.Offset(contentoresParqueados(i).linha     *     6     -     k     +     1,
contentoresParqueados(i).coluna + 1).Value
                    oParque.Offset(contentoresParqueados(i).linha  *  6  -  k  +  1,
contentoresParqueados(i).coluna + 1).ClearContents
                End If
                numReshuffles = numReshuffles + 1 'medido em número de contentores
            End If
        Next
    Else
        Print #1, "Contentor " & oEventos.Offset(ev, 0).Value & " (levantamento a " &
oEventos.Offset(ev, 1).Value & ") não encontrado no parque"
    End If

End Sub
```

```
Sub parqueiaContentorImportacao(ev As Integer)
Dim i, j, k, m As Integer
Dim found, duasCelulas As Boolean
Dim linha, coluna, altura As Integer

If oEventos.Offset(ev, 5).Value < 25 Then
duasCelulas = False
    Else
        duasCelulas = True
    End If

Procura célula com a mesma capacidade e do mesmo navio e com altura disponível
found = False
    For m = 1 To 2
For i = 1 To largParque
            For j = 1 To compParque
                If parque(i, j).tipo1 = "Importacao" Then    Zona para contentores de
importação
                    If parque(i, j).contentores(1) > 0 Then  Célula já iniciada
                        If contentoresParqueados(parque(i, j).contentores(1)).navio =
Trim(oEventos.Offset(ev, 7).Value) Then Mesmo navio
                            If parque(i, j).contentores(parque(i, j).maxAltura) = 0
Then Altura disponível
                                If contentoresParqueados(parque(i,
j).contentores(1)).capacidade = oEventos.Offset(ev, 5).Value Then Mesma capacidade
                                    For k = 1 To parque(i, j).maxAltura
If parque(i, j).contentores(k) = 0 Then
                                        found = True
linha = i
                                        coluna = j
                                        altura = k
Exit For
                                    End If
                                Next
                                End If
End If
                        End If
                    Else
                        If m = 2 Then Já está na segunda volta ao parque e não
encontrou uma célula já iniciada para o contentor
If duasCelulas = False Then
                                found = True
linha = i
                                coluna = j
                                altura = 1
                            Else
                                If j < compParque Then
                                    If parque(i, j + 1).contentores(1) = 0 Then Caso
seja de uma capacidade que ocupa duas células tem que ter a célula seguinte livre
                                        found = True
                                        linha = i
                                        coluna = j
                                        altura = 1
End If
                                End If
                            End If
                        End If
                    End If
                End If
                If found = True Then
                    Exit For
                End If
            Next
            If found = True Then
                Exit For
            End If
        Next
        If found = True Then
            Exit For
        End If
```

```
    Next

If found = True Then
numContParqueados = numContParqueados + 1
        contentoresParqueados(numContParqueados).ID = oEventos.Offset(ev, 0).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).fluxo = oEventos.Offset(ev, 3).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).tipo    =    Trim(oEventos.Offset(ev,
4).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).capacidade    =    oEventos.Offset(ev,
5).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).peso = oEventos.Offset(ev, 6).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).navio    =    Trim(oEventos.Offset(ev,
7).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).porto    =    Trim(oEventos.Offset(ev,
8).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).armador   =   Trim(oEventos.Offset(ev,
9).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).linha = linha
        contentoresParqueados(numContParqueados).coluna = coluna
        contentoresParqueados(numContParqueados).altura = altura
        parque(linha, coluna).contentores(altura) = numContParqueados
        oParque.Offset(contentoresParqueados(numContParqueados).linha     *     6     -
contentoresParqueados(numContParqueados).altura                  +                  1,
contentoresParqueados(numContParqueados).coluna).Value                                =
contentoresParqueados(numContParqueados).ID
        If duasCelulas = True Then
            parque(linha, coluna + 1).contentores(altura) = numContParqueados
            oParque.Offset(contentoresParqueados(numContParqueados).linha    *    6    -
contentoresParqueados(numContParqueados).altura                  +                  1,
contentoresParqueados(numContParqueados).coluna          +          1).Value          =
contentoresParqueados(numContParqueados).ID
        End If
    Else
        Print  #1,  "Contentor  de  importação  "  &  oEventos.Offset(ev,  0).Value  &  "
(parqueamento a " & oEventos.Offset(ev, 1).Value & ") não teve lugar no parque"
    End If

End Sub


Sub parqueiaContentorExportacao(ev As Integer)
Dim i, j, k, m As Integer
Dim found, duasCelulas, armadorVIP As Boolean
Dim linha, coluna, altura As Integer

If oEventos.Offset(ev, 5).Value < 25 Then
        duasCelulas = False
    Else
        duasCelulas = True
    End If

    armadorVIP = False
    For i = 1 To largParque
        For j = 1 To compParque
            If  (parque(i,  j).tipo1  =  Trim(oEventos.Offset(ev,  9).Value)  And  parque(i,
j).tipo4   =   Trim(oEventos.Offset(ev,   5).Value))   Or   (parque(i,   j).tipo2   =
Trim(oEventos.Offset(ev,  9).Value)  And  parque(i,  j).tipo4  =  Trim(oEventos.Offset(ev,
5).Value)) Then 'Mesmo armador e capacidade
                armadorVIP = True
                Exit For
            End If
        Next
        If armadorVIP = True Then
            Exit For
End If
    Next

    found = False
Procura célula do mesmo armador, com a mesma capacidade, do mesmo navio, do mesmo
porto, com altura disponível e que cumpra a regra do peso (crescente em altura e a
diferença para o que está na base ser menor ou igiual a 3000 Kg)
```

```
For m = 1 To 3
        If m = 3 Then
            armadorVIP = False
        End If
        For i = 1 To largParque
For j = 1 To compParque
                If  parque(i,  j).tipo1  =  Trim(oEventos.Offset(ev,  9).Value)  Or
parque(i, j).tipo2 = Trim(oEventos.Offset(ev, 9).Value) Or armadorVIP = False Then O
espaço está atribuído a esse armador ou é um armador sem espaço atribuído
                    If (parque(i, j).tipo4 = oEventos.Offset(ev, 5).Value) Then 'Mesma
capacidade (zona do armador)
                        If parque(i, j).contentores(parque(i, j).maxAltura) = 0 Then
'Altura disponível
                            If parque(i, j).contentores(1) > 0 Then Célula já iniciada
                                If                    contentoresParqueados(parque(i,
j).contentores(1)).navio = Trim(oEventos.Offset(ev, 7).Value) Then Mesmo navio
                                    If                contentoresParqueados(parque(i,
j).contentores(1)).porto = Trim(oEventos.Offset(ev, 8).Value) Then Mesmo porto
                                        If            contentoresParqueados(parque(i,
j).contentores(1)).capacidade = oEventos.Offset(ev, 5).Value Then Mesma capacidade
                                            For k = 1 To parque(i, j).maxAltura
If parque(i, j).contentores(k) = 0 Then
                                                Exit For
End If
                                            Next
                                            If      regraPeso      =      False      Or
(oEventos.Offset(ev,  6).Value  >=  contentoresParqueados(parque(i,  j).contentores(k  -
1)).peso And _
                                               oEventos.Offset(ev,      6).Value      -
contentoresParqueados(parque(i, j).contentores(1)).peso <= 3000) Then Regra do peso
                                                If     contentoresParqueados(parque(i,
j).contentores(1)).tipo = Trim(oEventos.Offset(ev, 4).Value) Then Mesmo tipo
                                                    found = True
                                                    linha = i
                                                    coluna = j
                                                    altura = k
End If
                                            End If
                                        End If
End If
                                End If
                            Else
                                If m >= 2 Then Já está na segunda ou terceira voltas
ao parque e não encontrou uma célula já iniciada para o contentor
If duasCelulas = False Then
                                        found = True
linha = i
                                        coluna = j
                                        altura = 1
                                    Else
                                        If j < compParque Then
                                            If  parque(i,  j  +  1).contentores(1)  =  0
Then  Caso seja de uma capacidade que ocupa duas células tem que ter a célula seguinte
livre
                                                found = True
                                                linha = i
                                                coluna = j
altura = 1
End If
                                        End If
                                    End If
                                End If
                            End If
                        End If
                    End If
                End If
                If found = True Then
                    Exit For
                End If
            Next
            If found = True Then
```

```
                Exit For
            End If
        Next
        If found = True Then
            Exit For
        End If
    Next

    If found = True Then
numContParqueados = numContParqueados + 1
        contentoresParqueados(numContParqueados).ID = oEventos.Offset(ev, 0).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).fluxo = oEventos.Offset(ev, 3).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).tipo    =    Trim(oEventos.Offset(ev,
4).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).capacidade    =    oEventos.Offset(ev,
5).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).peso = oEventos.Offset(ev, 6).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).navio    =    Trim(oEventos.Offset(ev,
7).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).porto    =    Trim(oEventos.Offset(ev,
8).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).armador   =   Trim(oEventos.Offset(ev,
9).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).linha = linha
        contentoresParqueados(numContParqueados).coluna = coluna
        contentoresParqueados(numContParqueados).altura = altura
        parque(linha, coluna).contentores(altura) = numContParqueados
        oParque.Offset(contentoresParqueados(numContParqueados).linha     *     6     -
contentoresParqueados(numContParqueados).altura                  +                  1,
contentoresParqueados(numContParqueados).coluna).Value                              =
contentoresParqueados(numContParqueados).ID
        If duasCelulas = True Then
            parque(linha, coluna + 1).contentores(altura) = numContParqueados
            oParque.Offset(contentoresParqueados(numContParqueados).linha    *    6    -
contentoresParqueados(numContParqueados).altura                  +                  1,
contentoresParqueados(numContParqueados).coluna          +          1).Value          =
contentoresParqueados(numContParqueados).ID
        End If
    Else
        Print  #1,  "Contentor  de  exportação/transshipment  "  &  oEventos.Offset(ev,
0).Value & " (parqueamento a " & oEventos.Offset(ev, 1).Value & ") não teve lugar no
parque"
    End If

End Sub

Sub parqueiaContentorFrigorificoOuTanque(ev As Integer)
Dim tipo As String
Dim i, j, k, m As Integer
Dim found, duasCelulas As Boolean
Dim linha, coluna, altura As Integer

If oEventos.Offset(ev, 5).Value < 25 Then
        duasCelulas = False
    Else
        duasCelulas = True
    End If

    If InStr(oEventos.Offset(ev, 4).Value, "REEFER") > 0 Then
        tipo = "REEFER"
    Else
        If InStr(oEventos.Offset(ev, 4).Value, "TANK") > 0 Then
            tipo = "TANK"
        End If
    End If

    For m = 1 To 2
        For i = 1 To largParque
For j = 1 To compParque
                If  InStr(parque(i,  j).tipo1,  tipo)  >  0  Or  InStr(parque(i,  j).tipo2,
tipo) > 0 Then O espaço está atribuído ao tipo certo de contentor
```

```
                    If (oEventos.Offset(ev, 5).Value = 30 And parque(i, j).tipo4 =
"30") Or (oEventos.Offset(ev, 5).Value <> 30 And parque(i, j).tipo4 = "") Then
Capacidade adequada
                        If parque(i, j).contentores(parque(i, j).maxAltura) = 0 Then
Altura disponível
                            If parque(i, j).contentores(1) > 0 Then Célula já iniciada
                                If                    contentoresParqueados(parque(i,
j).contentores(1)).fluxo = oEventos.Offset(ev, 3).Value Then Mesmo fluxo
                                    If                contentoresParqueados(parque(i,
j).contentores(1)).capacidade = oEventos.Offset(ev, 5).Value Then Mesma capacidade
                                        For k = 1 To parque(i, j).maxAltura
If parque(i, j).contentores(k) = 0 Then
                                                Exit For
                                            End If
                                        Next
                                        If oEventos.Offset(ev, 3).Value = "PI" Or
regraPeso = False Or (oEventos.Offset(ev, 6).Value >= contentoresParqueados(parque(i,
j).contentores(k - 1)).peso And _
oEventos.Offset(ev, 6).Value - contentoresParqueados(parque(i, j).contentores(1)).peso
<= 3000) Then Regra do peso apenas para os de exportação
                                            If     contentoresParqueados(parque(i,
j).contentores(1)).tipo = Trim(oEventos.Offset(ev, 4).Value) Then 'Mesmo tipo
                                                found = True
                                                linha = i
                                                coluna = j
                                                altura = k
End If
                                        End If
                                    End If
End If
                            Else
                                If m = 2 Then  Já está na segunda volta ao parque e
não encontrou uma célula já iniciada para o contentor
If duasCelulas = False Then
                                    found = True
linha = i
                                    coluna = j
                                    altura = 1
                                Else
                                    If j < compParque Then
                                        If parque(i, j + 1).contentores(1) = 0
Then  Caso seja de uma capacidade que ocupa duas células tem que ter a célula seguinte
livre
                                            found = True
                                            linha = i
                                            coluna = j
                                            altura = 1
End If
                                    End If
                                End If
                            End If
                        End If
                    End If
                End If
                If found = True Then
                    Exit For
                End If
            Next
            If found = True Then
                Exit For
            End If
        Next
        If found = True Then
            Exit For
        End If
    Next
        If found = True Then
numContParqueados = numContParqueados + 1
        contentoresParqueados(numContParqueados).ID = oEventos.Offset(ev, 0).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).fluxo = oEventos.Offset(ev, 3).Value
```

```
        contentoresParqueados(numContParqueados).tipo    =    Trim(oEventos.Offset(ev,
4).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).capacidade    =    oEventos.Offset(ev,
5).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).peso = oEventos.Offset(ev, 6).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).navio    =    Trim(oEventos.Offset(ev,
7).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).porto    =    Trim(oEventos.Offset(ev,
8).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).armador   =   Trim(oEventos.Offset(ev,
9).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).linha = linha
        contentoresParqueados(numContParqueados).coluna = coluna
        contentoresParqueados(numContParqueados).altura = altura
        parque(linha, coluna).contentores(altura) = numContParqueados
        oParque.Offset(contentoresParqueados(numContParqueados).linha     *     6     -
contentoresParqueados(numContParqueados).altura                  +                  1,
contentoresParqueados(numContParqueados).coluna).Value                              =
contentoresParqueados(numContParqueados).ID
        If duasCelulas = True Then
            parque(linha, coluna + 1).contentores(altura) = numContParqueados
            oParque.Offset(contentoresParqueados(numContParqueados).linha    *    6    -
contentoresParqueados(numContParqueados).altura                  +                  1,
contentoresParqueados(numContParqueados).coluna          +          1).Value          =
contentoresParqueados(numContParqueados).ID
        End If
    Else
        Print #1, "Contentor frigorífico ou tanque " & oEventos.Offset(ev, 0).Value &
" (parqueamento a " & oEventos.Offset(ev, 1).Value & ") não teve lugar no parque"
End If

End Sub

Sub parqueiaContentor45(ev As Integer)
Dim tipo As String
Dim i, j, k, m As Integer
Dim found, duasCelulas As Boolean
Dim linha, coluna, altura As Integer

If oEventos.Offset(ev, 5).Value < 25 Then
        duasCelulas = False
    Else
        duasCelulas = True
    End If

    For m = 1 To 2
For i = 1 To largParque
            For j = 1 To compParque
                If parque(i, j).tipo4 = "45" Then O espaço está atribuído ao tipo
certo de contentor
                    If parque(i, j).contentores(parque(i, j).maxAltura) = 0 Then
Altura disponível
                        If parque(i, j).contentores(1) > 0 Then 'Célula já iniciada
                            If                        contentoresParqueados(parque(i,
j).contentores(1)).fluxo = oEventos.Offset(ev, 3).Value Then 'Mesmo fluxo
                                For k = 1 To parque(i, j).maxAltura
If parque(i, j).contentores(k) = 0 Then
                                        Exit For
                                    End If
                                Next
                                If oEventos.Offset(ev, 3).Value = "PI" Or regraPeso =
False    Or    (oEventos.Offset(ev,    6).Value    >=    contentoresParqueados(parque(i,
j).contentores(k - 1)).peso And _
oEventos.Offset(ev, 6).Value - contentoresParqueados(parque(i, j).contentores(1)).peso
<= 3000) Then Regra do peso apenas para os de exportação
                                        found = True
                                        linha = i
                                        coluna = j
                                        altura = k
                                End If
                            End If
```

```
                        Else
                            If m = 2 Then Já está na segunda volta ao parque e não
encontrou uma célula já iniciada para o contentor
If duasCelulas = False Then
found = True
linha = i
                                    coluna = j
                                    altura = 1
                                Else
                                    If j < compParque Then
                                        If parque(i, j + 1).contentores(1) = 0 Then
Caso seja de uma capacidade que ocupa duas células tem que ter a célula seguinte livre
                                            found = True
                                            linha = i
                                            coluna = j
                                            altura = 1
End If
                                    End If
                                End If
                            End If
                        End If
                    End If
                End If
                If found = True Then
                    Exit For
                End If
            Next
            If found = True Then
                Exit For
            End If
        Next
        If found = True Then
            Exit For
        End If
    Next

    If found = True Then
numContParqueados = numContParqueados + 1
        contentoresParqueados(numContParqueados).ID = oEventos.Offset(ev, 0).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).fluxo = oEventos.Offset(ev, 3).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).tipo    =    Trim(oEventos.Offset(ev,
4).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).capacidade    =    oEventos.Offset(ev,
5).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).peso = oEventos.Offset(ev, 6).Value
        contentoresParqueados(numContParqueados).navio    =    Trim(oEventos.Offset(ev,
7).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).porto    =    Trim(oEventos.Offset(ev,
8).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).armador   =   Trim(oEventos.Offset(ev,
9).Value)
        contentoresParqueados(numContParqueados).linha = linha
        contentoresParqueados(numContParqueados).coluna = coluna
        contentoresParqueados(numContParqueados).altura = altura
        parque(linha, coluna).contentores(altura) = numContParqueados
        oParque.Offset(contentoresParqueados(numContParqueados).linha     *     6     -
contentoresParqueados(numContParqueados).altura                  +                  1,
contentoresParqueados(numContParqueados).coluna).Value                                =
contentoresParqueados(numContParqueados).ID
        If duasCelulas = True Then
            parque(linha, coluna + 1).contentores(altura) = numContParqueados
            oParque.Offset(contentoresParqueados(numContParqueados).linha    *    6    -
contentoresParqueados(numContParqueados).altura                  +                  1,
contentoresParqueados(numContParqueados).coluna          +          1).Value          =
contentoresParqueados(numContParqueados).ID
        End If
    Else
        Print  #1,  "Contentor  de  45  pés  "  &  oEventos.Offset(ev,  0).Value  &  "
(parqueamento a " & oEventos.Offset(ev, 1).Value & ") não teve lugar no parque"
End If
```

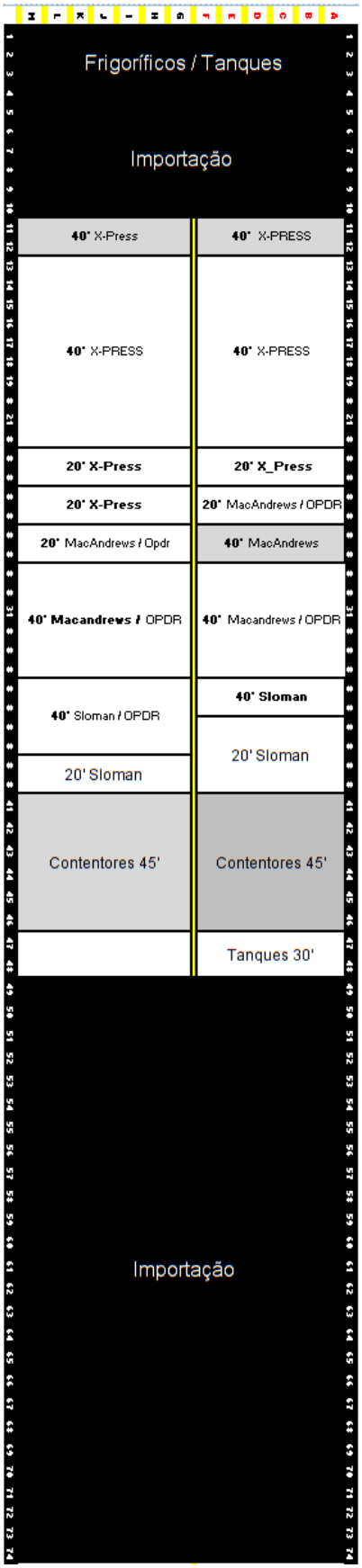
```
End Sub

Sub simulacao()
Dim i As Integer

    Open ThisWorkbook.Path & "\" & "log.txt" For Output As #1

    regraPeso = True

    Call inicializacao

    i = 1
    While oEventos.Offset(i, 0).Value <> ""
            Select Case oEventos.Offset(i, 3).Value
                Case "PE", "PT"
                    If   InStr(oEventos.Offset(i,   4).Value,   "REEFER")   =   0   And
InStr(oEventos.Offset(i, 4).Value, "TANK") = 0 Then
                        If oEventos.Offset(i, 5).Value = 45 Then
Call parqueiaContentor45(i)
                        Else
                            Call parqueiaContentorExportacao(i)
End If
                    Else
                        Call parqueiaContentorFrigorificoOuTanque(i)
                    End If
                Case "PI"
                    If   InStr(oEventos.Offset(i,   4).Value,   "REEFER")   =   0   And
InStr(oEventos.Offset(i, 4).Value, "TANK") = 0 Then
                        If oEventos.Offset(i, 5).Value = 45 Then
Call parqueiaContentor45(i)
                        Else
                            Call parqueiaContentorImportacao(i)
End If
                    Else
                        Call parqueiaContentorFrigorificoOuTanque(i)
                    End If
                Case "LE", "LI", "LT"
                    Call levantaContentor(i)
                Case Else
MsgBox "Evento não suportado!", vbCritical, "Erro"
            End Select
        i = i + 1
    Wend

    Print #1, "Número de movimentações por reshuffle: " & numReshuffles
    Close #
    End
End Sub
```

Anexo Q: Excerto da Tabela de Eventos (dia 10 de maio de 2012)

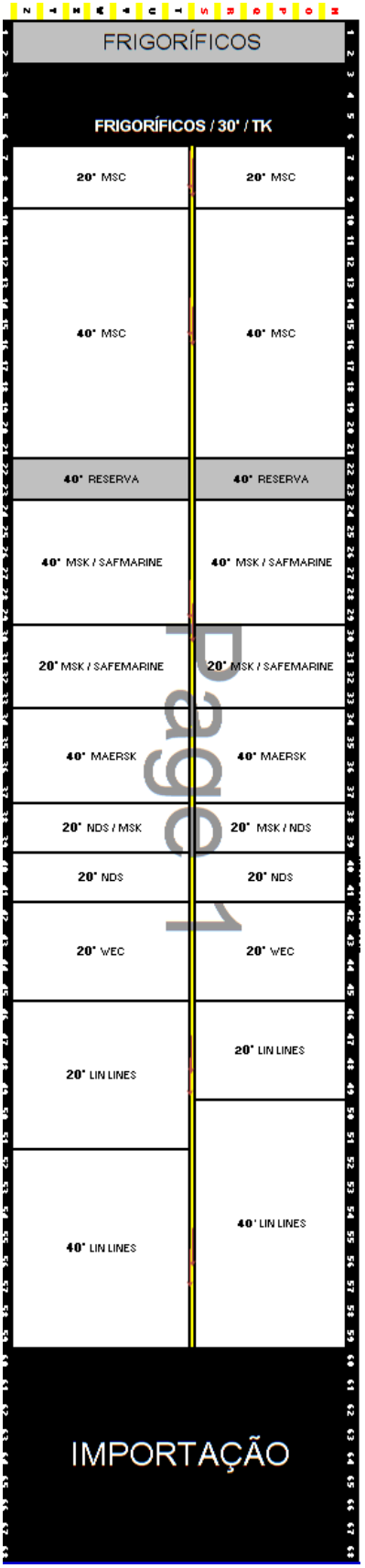
Contentor	Data	Hora	Evento	Tipo	Capacidade	Peso	Navio	Porto de Destino	Nome do Armador
247322	20120510	1023	LI	TANK	20	26990	JORK RIDER		X-PRESS CONTAINER LINE
509193	20120510	1531	LI	HIGH CUBE	45	7840	OPDR TANGER		MACANDREWS & CO. LTD.
740292	20120510	1711	LE	HIGH CUBE	40	13420	NILE DUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
1000293	20120510	853	LE	NORMAL BOX	20	18000	KIRSTEN	VALENCIA	HAPAG LLOYD HAMBURG
1099113	20120510	1824	LI	NORMAL BOX	20	19360	KIRSTEN		ZIM ISRAEL NAVIGATION HAIFA
1281015	20120510	896	LE	NORMAL BOX	20	23239	KIRSTEN	VALENCIA	CMA CGM
1442540	20120510	850	LE	NORMAL BOX	20	21000	KIRSTEN	VALENCIA	CMA CGM
1722454	20120510	1035	LE	NORMAL BOX	20	7680	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
2036210	20120510	904	LE	NORMAL BOX	20	26880	KIRSTEN	VALENCIA	CMA CGM
2088498	20120510	906	LE	NORMAL BOX	20	25800	KIRSTEN	VALENCIA	CMA CGM
2114497	20120510	1094	LE	NORMAL BOX	20	26050	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
2118917	20120510	1634	LI	NORMAL BOX	20	4193	ELBMARSCH		HANJIN SHIPPING
2143680	20120510	1539	LE	NORMAL BOX	20	21160	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
2192325	20120510	1541	LE	NORMAL BOX	20	20022	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
2203899	20120510	1101	LE	NORMAL BOX	20	24570	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
2229806	20120510	835	LI	NORMAL BOX	20	21727	ELBMARSCH		HANJIN SHIPPING
2258314	20120510	1608	LE	NORMAL BOX	20	20022	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
2279066	20120510	1100	LE	NORMAL BOX	20	26070	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
2283930	20120510	1048	LI	NORMAL BOX	20	21620	ELBMARSCH		HANJIN SHIPPING
2286424	20120510	1533	LE	NORMAL BOX	20	21440	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
2531200	20120510	1559	LI	TANK	20	24020	SLIDUR		TEAM LINES
2550411	20120510	935	LE	NORMAL BOX	20	2553	KIRSTEN	TARRAGONA	ZIM ISRAEL NAVIGATION HAIFA
2586323	20120510	903	LE	NORMAL BOX	20	25608	KIRSTEN	VALENCIA	CMA CGM
2854270	20120510	1324	LI	NORMAL BOX	20	19360	ELITE		HAPAG LLOYD HAMBURG
3051750	20120510	1317	LI	NORMAL BOX	20	25493	CHARLOTTE BORCHARD		BORCHARD LINES LTD
3180145	20120510	1330	LI	NORMAL BOX	20	25493	CHARLOTTE BORCHARD		BORCHARD LINES LTD
3382760	20120510	1539	LE	NORMAL BOX	20	21145	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE

3820612	20120510	1059	LE	NORMAL BOX	20	26000	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
4042300	20120510	1753	LI	NORMAL BOX	40	2500	SLIDUR		NORASIA CONTAINER LINES
4609903	20120510	1331	LI	NORMAL BOX	40	25592	MSC ASLI		MEDITERRANEAN SHIPPING CO.
5069090	20120510	1818	LI	NORMAL BOX	20	7930	MSC ASLI		MEDITERRANEAN SHIPPING CO.
5103130	20120510	1612	LE	HIGH CUBE	40	27700	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
5105410	20120510	1316	LE	HIGH CUBE	40	26660	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
5130266	20120510	1314	LE	HIGH CUBE	40	28120	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
5166567	20120510	1315	LE	HIGH CUBE	40	27620	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
5187512	20120510	1612	LE	HIGH CUBE	40	26980	NILEDUTCH NINGBO	LUANDA	NILE DUTCH AFRICA LINE
6261049	20120510	1832	LI	TANK	20	24000	THIES MAERSK		SEAGO LINE
7267343	20120510	934	LI	NORMAL BOX	40	26188	MSC ASLI		MEDITERRANEAN SHIPPING CO.
8003089	20120510	1713	LI	HIGH CUBE	40	5434	KARIN SCHEPERS		EVERGREEN LINE
8010517	20120510	1500	LI	NORMAL BOX	20	22035	ELBMARSCH		HANJIN SHIPPING
8091350	20120510	842	LI	HIGH CUBE	40	4500	ELBMARSCH		
8264105	20120510	1554	LI	NORMAL BOX	20	18270	ELBMARSCH		HANJIN SHIPPING
8695519	20120510	927	LI	REEFER	40	25000	SOPHIA		CMA CGM
8742517	20120510	1011	LI	HIGH CUBE	40	17580	WMS HARLINGEN		X-PRESS CONTAINER LINE
8754236	20120510	910	LE	HIGH CUBE	40	24520	KIRSTEN	VALENCIA	CMA CGM
8826346	20120510	928	LE	HIGH CUBE	40	11766	KIRSTEN	VALENCIA	CMA CGM
8831775	20120510	854	LE	NORMAL BOX	20	26880	KIRSTEN	VALENCIA	CMA CGM
8974887	20120510	1117	LI	HIGH CUBE	40	17244	LIBERTAS H		ZIM ISRAEL NAVIGATION HAIFA
9094858	20120510	1139	LE	HIGH CUBE	40	11680	NILEDUTCH NINGBO	POINTE NOIRE	NILE DUTCH AFRICA LINE

Anexo R: *Layout* P3



Anexo S: *Layout* P4



Anexo T: Produtividade dos guindastes do parque 4 e número de movimentos estimados no Terminal Sul

Guindaste	Nº de Movimentos
POk-1	5284
POk-2	4923
POk-3	3687
POk-4	1821
Total	15715

Terminal Sul	31430