

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE

LUCAS DE ARAUJO SOARES

LOGÍSTICA DO CONTÊINER

RIO DE JANEIRO

2014

LUCAS DE ARAUJO SOARES

LOGÍSTICA DO CONTÊINER

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: Professor Henrique Vaicberg

RIO DE JANEIRO

2014

LUCAS DE ARAUJO SOARES

LOGÍSTICA DO CONTÊINER

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Professor Henrique Vaicberg

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Aos meus amigos, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas. Com vocês, as pausas entre um parágrafo e outro de produção melhora tudo o que tenho produzido na vida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Escolhe um trabalho de que gostes, e não terás
que trabalhar nem um dia na tua vida.
(CONFÚCIO)

RESUMO

Com a expansão do transporte marítimo, passou a ser adotado o uso de contêineres para o transporte de cargas, e o grande crescimento dessa área fez com que o uso de ferramentas de logística se tornassem indispensáveis para uma melhor aproveitamento do espaço do porto e do tempo de embarque e desembarque dos contêineres. São também abordados os tipos de contêineres, os equipamentos de movimentação e os navios porta-contêineres, enfatizando a melhor forma de interação necessária entre eles para uma máxima eficiência.

Palavras-chave: Logística. Contêiner. Operação portuária. Porto. Equipamento portuário. Plano de carga.

ABSTRACT

With the expansion of shipping, came to be adopted the use of containers for the transport of loads, and the great growth of this area has made the use of logistics become indispensable tools for better use of space and time in the port loading and unloading of containers. Are also addressed the types of containers, handling equipment and container ships, emphasizing the best form of interaction required between them for maximum efficiency.

Keywords: Logistics. Container. Port operation. Port. Port equipment. Load plan.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tonéis no porto	14
Figura 2 - Conex	16
Figura 3 - Dry box	21
Figura 4 - High cube	22
Figura 5 - Open top	23
Figura 6 - Flat rack	23
Figura 7 - Plataform	24
Figura 8 - Bulk container	25
Figura 9 - Reefer	25
Figura 10 - Tank	26
Figura 11 - Navio mercante Alferrare	28
Figura 12 - Navio celular	29
Figura 13 - Navio Panamax	30
Figura 14 - Feeder	31
Figura 15 - Deck e porão	32
Figura 16 - Castanhas	33
Figura 17 - Castanhas e varão	34
Figura 18 - Peação do contêiner	35
Figura 19 - Plano de perfil	36
Figura 20 - Guindaste no porto de Santos, 1904	38
Figura 21 - Guindaste	39
Figura 22 - Portêiner	40
Figura 23 - Portêiner de perfil	41
Figura 24 - Hoist e trolley	42
Figura 25 - Spreader	44
Figura 26 - Double hoist	45
Figura 27 -Guindaste movél sobre pneus	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	O CONTÊINER	14
2.1	A história do contêiner	14
2.2	Padronização	16
2.2.1	Material empregado na fabricação	18
2.2.2	Medidas e espaços dos contêineres	18
2.2.2.1	Adequabilidade do contêiner	19
2.2.3	Identificação	19
2.2.4	Dimensões e capacidade	20
2.3	Peso líquido, peso bruto e tara	20
2.4	Tipos de contêineres	21
3	EQUIPAMENTOS PORTUÁRIOS	27
3.1	Navios de carga	28
3.2	Navios celulares	29
3.3	Caminhões	38
3.4	Trens	38
3.5	Guindastes	38
3.6	Portêiner (Ship to Shore Crane – STS)	40
3.6.1	Características do portêiner	41
3.6.1.1	Classificação por altura, alcance da lança (outreach) e SWL	42
3.6.2	Características operacionais do Portêiner	45
3.7	Guindaste móvel sobre pneus (Mobile Harbours Crane – MHC)	46
3.7.1	Características do MHC	46
3.7.2	Características operacionais do MHC	47
3.8	Empilhadeira	48
4	LOGÍSTICA DO CONTÊINER	49
4.1	Sistemas de um terminal de contêineres	49
4.1.1	Funções	49
4.1.2	Subsistemas do terminal	50
4.1.3	Subsistema navio-terra	51
4.1.3.1	Veículos de transporte horizontal	52

4.1.4	Sistema de armazenamento	53
4.1.5	Subsistema porto-interior	55
4.2	Planejamento da estiva	56
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1 INTRODUÇÃO

O ramo da logística de contêineres se iniciou com uma frota de antigos navios petroleiros, que foram comprados em 1956 pelo transportador Malcolm McLean. No dia 26 de abril de 1956, o petroleiro modificado McLean “Ideal-X” deixou o porto de Newark (New Jersey) em direção de Houston (Texas), com 56 contêineres a bordo. Posteriormente, ele estabeleceu os primeiros serviços de transporte marítimo entre as costas leste e oeste dos Estados Unidos. O grande sucesso induziu a instalação de serviços de transporte internacional na década de 1960. Até o final da década, os primeiros navios porta contêineres originais tinham capacidades de até 700 contêineres. O sucesso da logística de contêineres continuou devido à padronização dos tamanhos de contêineres pela ISO, o que permite um transbordo entre as linhas internacionais de transporte de contêineres e outros modos de transporte. Nos próximos anos, instalações portuárias com equipamentos especializados para a movimentação de contêineres foram construídas ao redor do mundo (Kemme, 2013).

Em 2013 cerca de 5.706.982 de contêineres foram movimentados nos portos e terminais brasileiros (ANTAQ, 2013), e nesse mesmo ano a Maersk line lançou o maior navio porta contêineres do mundo, da classe Triple-E o navio possui uma capacidade de 18.000 TEUs. Com tudo isso torna-se evidente a importância de uso de logística na movimentação de contêineres. O principal objetivo do planejamento é a minimização dos custos no remanejamento destes. A eficiência com a qual o terminal executa sua função tem um impacto muito significativo na velocidade, uniformidade e custo do transporte de carga do exportador para o importador.

2 O CONTÊINER

2.1 A história do contêiner

Figura 1-Tonéis no porto



Fonte: Internet

Nos primórdios da navegação marítima, toda mercadoria era transportada em tonéis. O tonel, por ser uma embalagem resistente e de fácil manuseio, foi o sistema ideal que nossos antepassados encontraram para enfrentar as grandes dificuldades existentes nas operações de embarque e desembarque.

Dificuldades facilmente imagináveis, se levando em conta que não existia a eletricidade e a máquina a vapor e, por conseqüente, não se conheciam os guindastes elétricos, nem as empilhadeiras mecânicas.

Os embarques eram feitos através de pranchas colocadas entres os convés dos navios e o ancoradouros, formando assim planos inclinados onde os tonéis eram facilmente rolados, evitando ou contornando o problema do processo de içamento praticado atualmente. Esta é a razão pela qual, ainda hoje, ouvimos nos meios marítimos a expressão prancha de embarque, como tradução do termo “loading rate”.

Além disso, o tonel, por ser uma embalagem segura e hermética, facilitava o transporte de quase toda mercadoria conhecida naquela época: o vinho, por exemplo, ainda hoje tem sido transportado em tonéis, devido as vantagens oferecidas por essa embalagem.

Por esse motivo, podemos dizer que o mundo antigo, conheceu por muitos séculos um “sistema uniforme de embalagem”. Todavia, esse sistema era uniforme apenas em sua concepção volumétrica, pois os tonéis tinham diferentes capacidades, dependendo do país ou região em que eram utilizados.

Com o decorrer do tempo, as melhorias da engenharia naval e a consequente construção de navios com maiores capacidades gravimétricas, fez com que o problema de peso específico passasse para o um segundo plano, principalmente com o advento do navio de casco de ferro, de aço etc.

Nessa época, o que mais interessava aos armadores passou a ser o espaço, e não mais o peso, e o tonel, como embalagem de alto índice de estiva -isto é, que ocupava muito espaço no navio- foi paulatinamente sendo esquecido e substituído por outros tipos de embalagens.

Outro fator preponderante na abolição do uso de tonel, como embalagem ideal, foi o aumento do transporte de mercadorias de dimensões diversas e impossíveis de serem embaladas em tonel. Essas mercadorias passaram então a ser chamadas de carga fracionária.

Embora em 1901 o inglês James Anderson tenha divulgado o seu famoso tratado sobre a possibilidade do emprego de “receptáculos” uniformes no transporte internacional, somente em 1950 começar a ser ditas normas para essa padronização.

Após muitas sugestões e debates de âmbito internacional, apenas uma norma ficou definida: a proposta “embalagem” deveria ser metálica, suficientemente forte para resistir ao uso constante, e de dimensões modulares.

Entretanto, com referência às suas medidas, a “briga” continuou por mais tempo, levando quase todos os países envolvidos a dividirem-se em duas facções distintas: na Europa International Standards Organization (ISO) e nos Estados Unidos a American Standards Association (ASA). A fim de resumir a história dessa padronização, serão citadas algumas datas com seus respectivos eventos:

Figura 2- Conex



Fonte: Internet

1950- O exército americano desenvolveu o seu recipiente chamando Conex, ou Container Express Service, nas medidas 6x6x8 pés.

1955- Malcom McLean, americano, fundou a Sea Land Service, mediante a aquisição de 37 navios adaptados para o transporte de contêineres e estabeleceu as seguintes dimensões para “embalagem”: 35x8x8 ½ pés, ou contêiner, como ficou sendo conhecida.

1958- O mundo começou a sentir a necessidade de padronização das medidas desses containeres. Somente então que na América a ASA e na Europa a ISSO formaram seus respectivos comitês para estudar, normalizar e padronizar a fabricação desses receptáculos.

1968- Finalmente, apesar de muitas ressalvas e controvérsias, parece que atualmente o mundo todo esta adotando, como padrão, as especificações e dimensões propostas pelo ISSO, embora em alguns países as dimensões ASA ainda sejam aceitas.

2.2 Padronização

Após o grande desenvolvimento do uso do contêiner, surgiu então a necessidade da padronização de contêineres, isso porque o sistema mundial de containerização não podia se desenvolver economicamente e tecnicamente com a divergência de dimensões dos contêineres.

A estrutura celular dos navios especializados em transportes de contêineres, conhecidos com “Full Containers Ship”, não podiam atender ao uso de diferentes dimensões de contêineres, deixando de usufruir dos benefícios da economia de gerada pela padronização, bem como seu uso nos seguimentos rodoviários de transportes.

Para essa padronização apresentam-se as seguintes instituições:

- ISSO - International Standard Organization
- ASA- American Standard Association

O Brasil adotou o sistema ditado pela ISSO, seguindo todas as especificações e normas técnicas. O Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Industrial – INMETRO, de acordo com a normativa N.B.R. 5978780 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT adotou o sistema ISSO.

A recomendação ISSO – R-668 de janeiro de 1968, referente a terminologia do contêiner deu as seguintes definições:

- O contêiner é um artigo do equipamento de transporte;
- Ter caráter permanente a ser resistente para suportar o seu uso repetitivo;
- Ser protegido de forma a facilitar sua movimentação em uma ou mais modalidades de transporte, sem necessidade de descarregar a mercadoria em pontos intermediários;
- Ser provido de dispositivo que assegurem facilidade na sua movimentação (castanha de canto) particularmente, durante a transferência de um veículo para o outro, em uma ou mais modalidades de transporte;
- Ser projetado de modo a permitir seu fácil enchimento e esvaziamento, e Ter o seu interior facilmente acessível à inspeção aduaneira, sem a existência de locais onde se possam ocultar mercadorias;

O comitê NR. 104 de 1965 também faz recomendações quanto a terminologia, classificação, dimensão, especificações, métodos de testes ou marcas. Cerca de 80% dos contêineres em operações no Atlântico Norte são de dimensões padronizadas pela ISSO.

Com o objetivo de se definir a ortografia da palavra “Container”, o INMETRO / CONMETRO, através do registro interno de contêineres, oficializou em janeiro de 1980 “Contêiner” no singular e “Contêineres”, no plural, publicada posteriormente pela ABNT em 25/07/1980 da N.B.R. 5943 até 5979.

2.2.1 Material empregado na fabricação

Para efeito de estudo do material empregado na construção do contêiner, podemos dividi-lo em três partes: estrutura, paredes e piso.

A estrutura é a parte responsável pela resistência, é feita de aço-liga especial e as demais partes são construídas de alumínio, material sintético, aço, madeira antifungo, aplicado por meio de autoclaves apropriadas para aplicação da madeira.

As tintas usadas nos contêineres são de qualidade especial, com garantia para um determinado tempo de exposição, as mais severas condições e trabalho.

A fabricação do contêiner esta sujeita a aprovação das sociedades classificadoras internacionais de acordo com as normas ISSO – INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION.

2.2.2 Medidas e espaços dos contêineres

As unidades de medidas utilizadas na padronização dos contêineres são as inglesas pés (feet) e sua subdivisão de base 12, a polegada (inch), representadas respectivamente por uma haspa (‘) e duas (”). O pé equivalente a 30,48 cm e, portanto, a polegada representa 2,54 cm.

Embora tenham diversas medidas padronizadas, as unidades normalmente utilizadas são as de 20’ e 40’, respectivamente com pouco mais de seis e 12 metros de comprimento não havendo maior interesse pelas demais medidas. Isso ocorre, em especial, em face da padronização de navios com suas baias para ambas unidades, sendo que na baia de 40’ pode-se transportar duas unidades de 20’. O mesmo ocorre com os veículos terrestres que também se apresentam com plataformas nessas medidas para seu transporte. Além disso, são unidades consideradas de bom tamanho para a acomodação de carga, movimentação, empilhamento e etc.

As unidades de 20’ foram estabelecidas como uma unidade padrão, representando em TEU – Twenty Feet or Equivalent Unit (unidade de vinte pés ou equivalente). A sua criação foi ditada pela necessidade de medição da capacidade de navios e pátios, o que não seria prático se feito em quantidade de contêineres, em face de seus tamanhos diferentes.

Os pesos máximos normais de cada contêiner de 20’ e 40’ quando com a carga, devem seguir o permitido e marcado em sua porta, e de acordo com as unidades atualmente

existentes são de aproximadamente 30 e 48 toneladas, respectivamente. Os tipos Flat Rack e o Plataforma podem comportar mais cargas e pesar algumas toneladas a mais por serem reforçados.

Embora os contêineres suportem um peso bastante alto, ressalta-se que muitos países costumam ter regras que limitam o peso de transporte em suas estradas, a chamada “road limitaton”, o que impede a utilização do equipamento em toda a sua capacidade.

Os seus próprios pesos, chamados de tara, são aproximadamente 2,3 toneladas e 4 toneladas para os chamados contêineres Dry, sendo a diferença entre peso bruto e a tara, peso líquido, a capacidade efetiva de carga. Os demais tipos apresentam taras diferentes em face de suas características, sendo, por exemplo, de cerca de 3 a 4 toneladas os contêineres frigoríficos de 20’ a 40’ por conta de suas paredes revestidas e apropriadas para a retenção de frio, bem como de seus equipamentos.

2.2.2.1 Adequabilidade do contêiner

Contêineres de 20’ adequam-se às cargas densas, em face de seu pequeno espaço e grande capacidade de peso, como minério de ferro, os de 40’ à mais volumosas, pelo motivo inverso, grande espaço e pouca capacidade de peso, como placas ou caixas de poliestireno expandido.

É preciso considerar os custos envolvidos, em especial os de transporte, armazenagem e embarque, principalmente quando se opta por dois contêineres de 20’ quando o ideal é a utilização de uma unidade de 40’. Sendo assim, sempre dependendo da carga, seu peso e volume, deve-se dar preferência à unidade de 40’, cujos fretes e custos finais são mais baixos.

2.2.3 Identificação

Todo Contêiner tem identificação para ser reconhecida. São:

- A sigla de quatro letras do proprietário;
- Um número de sete dígitos;
- País de seu registro composto de duas letras;
- Identificação de tamanho e tipo composto de quatro caracteres podendo ser números ou número e letras;
- Pesos máximos e espaço para a carga.

As suas portas mencionam também fabricantes, ano de fabricação, peso máximo de empilhamento, vistoria e etc.

A sigla de quatro letras define o proprietário, sendo as três primeiras relativas à empresa e a quarta sempre o ‘U’ de unidade. O número de sete dígitos, sendo o sétimo dígito o de controle, é o do equipamento desse proprietário. Assim, o código do proprietário e o seu respectivo número são únicos, o que permite a perfeita identificação de uma unidade. O tamanho e tipo do contêiner são identificados pelos seus quatro caracteres. Os dois primeiros são números de identificação, comprimento e altura, enquanto os dois últimos números ou letras identificam seu tipo e finalidade.

2.2.4 Dimensões e capacidade

As dimensões do contêiner são de acordo com as recomendações da ISSO – International Standard Organization.

Com os respectivos volumes úteis de capacidade de carga máxima, estas dimensões, mais precisamente a largura, visam atender as principais entradas de ferro e rodovias dos diversos países e para também facilitar o transporte nos navios especializados, os quais possuem células guias com dimensões apropriadas para receber os contêineres sem a necessidade de peça, transportando com segurança e oferecendo rapidez durante as operações de manuseio das unidades de cargas.

Os mais usados são os contêineres de 20’ (6 m) pés e 40’ (12 m) pés de comprimento com volume útil médio de 30 a 33 metros cúbicos e 60 a 67 metros cúbicos respectivamente, enquanto a carga útil média é a ordem de 28.000 quilogramas.

Um ponto de grande importância, que não devemos deixar de mencionar, é a diferença entre os espaços útil do contêiner e o volume efetivamente ocupado pela carga acondicionada dentro do contêiner, provocada pela incompatibilidade de dimensão das embalagens com o espaço disponível no interior do contêiner.

2.3 Peso líquido, peso bruto e tara

Existem muitas diferenças entre o que é peso líquido, bruto e tara, que precisam ser bem conhecidos já que influenciam no transporte e no frete. A diferenciação desses pesos é importante para o cálculo do frete cotado por peso, já que ele é calculado sobre o peso bruto.

No caso de carga unitizada em pallets ou qualquer outra unidade, exceto contêiner, essa unidade fará parte da embalagem, portanto, o peso bruto.

A tara é a diferença entre peso líquido e o bruto em qualquer situação. No caso de mercadorias apenas embaladas e não unitizadas, é o peso da embalagem unitizada para seu acondicionamento. No caso de unitização ou uso de qualquer objeto para sua proteção que não seja o contêiner, o equipamento utilizado para isso também será considerado embalagem e fazendo parte da tara.

No caso de utilização de contêiner, o peso deste equipamento é a tara. O peso bruto total (Gross weight) do contêiner é a sua tara mais o peso da carga. Isso significa que o peso da sua carga, que é a mercadoria mais a embalagem, ou seja, seu peso bruto passa a ser, para o contêiner, o peso líquido (net weinght) a ser ovado nele.

A intenção do agrupamento de carga, em especial a carga geral, é trazer vantagens como sua segurança, armazenagem, agilidade na movimentação, redução de custo através da utilização de modernos equipamentos de movimentação, dentre outros.

2.4 Tipos de contêineres

Figura 3- Dry box



Fonte: Internet

- DRY BOX – Contêiner para carga não perecível. É o mais usado devido a sua versatilidade para cargas secas, granéis e mesmo cargas úmidas ou líquidas desde que estejam devidamente embaladas. Quanto ao Tamanho, os dry podem ser:

20' – Por suas dimensões reduzidas e forte estrutura, é recomendado para cargas pesadas e menos volume.

40' – ideal para cargas cujo volume é maior que o peso (moveis, geladeiras...).

Figura 4- High cube



Fonte: Internet

40' High cube (alta cubagem) – indicado para cargas ainda mais volumosas e menos pesadas (fumo, cigarros, brinquedos...).

Figura 5- Open top



Fonte: Internet

- OPEN TOP – Destinados a transportar cargas irregulares ou que devam ser carregadas por cima. A proteção da carga é feita por uma lona fixada ao topo do contêiner, exemplo: maquinário para construção e agricultura, toras de madeira blocos de granito.

Figura 6- Flat rack



Fonte: Internet

- FLAT RACK – Indicados também para o transporte de cargas irregulares ou que excedem na largura e/ou altura das dimensões do contêiner “Dry” ou “Open Top”, exemplo: Barcos, tubos, bobinas de papel ou aço, caminhões, tratores.

Figura 7- Plataform



Fonte: Internet

- PLATAFORM – São, como o nome diz, Plataformas simples, resistentes, utilizadas para carregar cargas mais “complicadas” e que têm problema de acondicionamento, exemplo: tratores, peças de máquinas pesadas, grupo de geradores.

Figura 8- Bulk container



Fonte: Internet

- BULK CONTAINER – Foram especialmente projetados para transportar carga seca a granel. Eliminam custos com ensacamento e pode ser carregado por escotilhas, localizadas no topo, e descarregadas por gravidade, através de portinholas, colocadas na parte interior das portas.

Figura 9- Reefer



Fonte: Internet

- REEFER – Equipamento desenvolvido para o transporte de cargas perecíveis que requerem controle de temperatura, exemplo: carne, peixes, frutas e sucos.
- CONAIR – São, semelhantes aos Containers Reefers e têm a mesma finalidade mas não têm a máquina de refrigeração integrada à estrutura. Esta é separada do equipamento e é chamada de Clip-On. É acoplada ao contêiner Conair.

Figura 10- Tank



Fonte: Internet

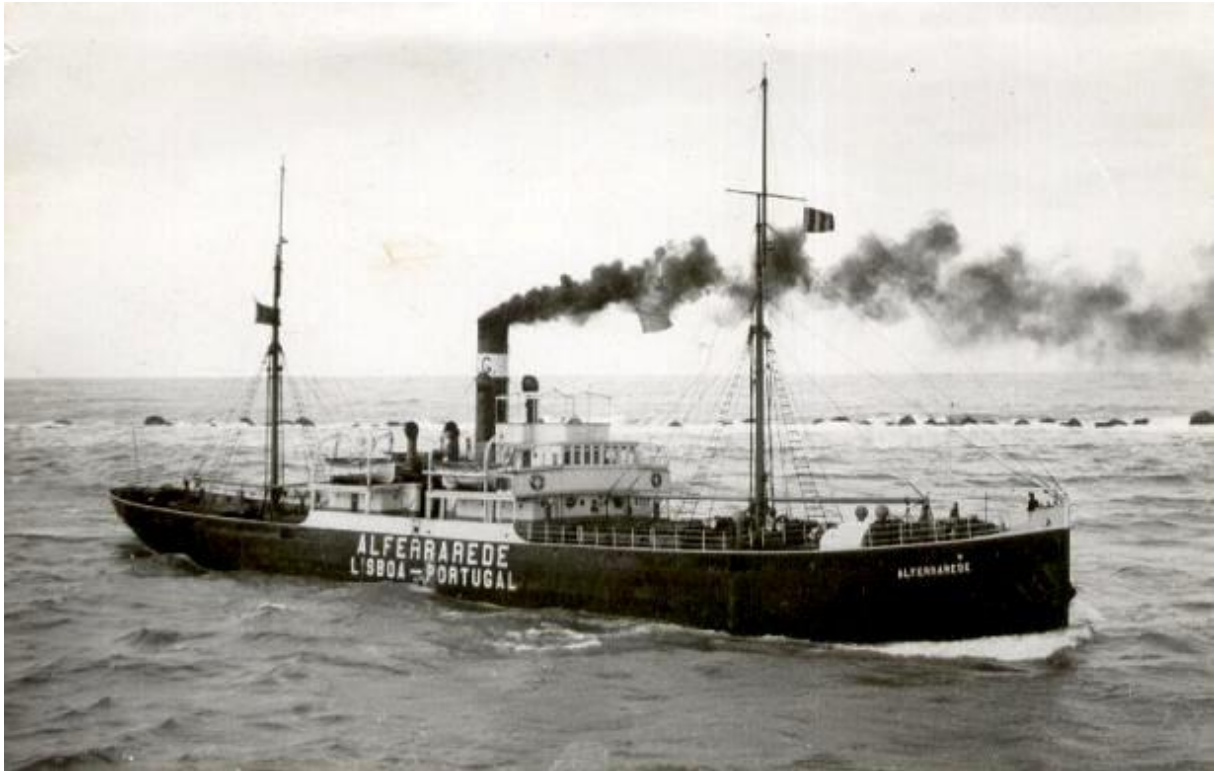
- TANK – Desenvolvido para transportar líquidos tóxicos, inflamável, vinho, cachaça, gases, etc. Apesar de poder ser de 20' ou de 40', este último é muito raro.

3 EQUIPAMENTOS PORTUÁRIOS

Existem muitos equipamentos disponíveis para a execução de tarefas de organização de grandes pátios ou armazéns e movimentação de navios. Podem ser máquinas de pequeno, médio ou grande porte, utilizadas nas interfaces de movimentação entre modais ou na armazenagem de cargas em pátios, depósitos ou armazéns nos diversos terminais especializados nas áreas do Porto Organizado (FEMAR, 2001). Nas áreas denominadas de retaguarda, onde são realizadas operações de armazenagem, remoção e entrega de contêineres nos grandes pátios, são empregados maquinários de grande porte que efetuam as atividades de acordo com o tamanho das instalações do terminal ou capacidade produtiva. Podem ser empilhadeiras de grande porte, guindastes pórticos sobre trilhos ou sobre pneus. Nas operações dos navios, são utilizados grandes guindastes nas movimentações de embarque ou descarga de mercadorias, bem como em remoções a bordo das embarcações. Esses guindastes são escolhidos de acordo com seu tipo operacional, capacidade de carga e planejamento da operação. Podem ser guindastes em estrutura de pórtico sobre trilhos ou guindastes com lança móvel sobre pneus. Um também porto está ligado a outros portos ultramarinos por navios de longo curso, de curta distância e de alimentação e está ligado ao interior por XTS, trens e barcas. Dependendo da direção do fluxo de um contêiner, ele é importado, exportado ou a espera de transbordo em um terminal. Todos esses elementos são de grande valia para o porto e devem ser cuidadosamente pensados a fim de se ter o máximo proveito de suas características.

3.1 Navio de carga

Figura 11- Navio mercante Alferrare



Fonte: Internet

Navios são embarcações empregadas no comércio marítimo do transporte de cargas, realizando navegação de longo curso, cabotagem ou interior. É dotado de meios de habitação permanente para a tripulação e são classificados de acordo com sua atividade ou com o tipo de carga que transportam (FEMAR, 2001). Podem ser navios para carga geral unitizada, graneis líquidos e sólidos, veículos e navios para cargas especiais (equipamentos, plataformas e cargas de projeto).

3.2 Navios celulares

Figura 12- Navio celular



Fonte: Internet

Navios destinados para a movimentação de contêineres, toda a estrutura do navio celular é construída para a armazenagem de contêineres padrões de 20 e 40 pés de todos os tipo e mercadorias (CAMPOS, 2005). O nome celular é oriundo do tipo de armazenagem efetuado pelo navio, cada slot do navio ou célula, representa um local de estivagem para um contêiner de 20 pés. Neste caso, a capacidade de carga desse tipo de navio é contada a partir da quantidade de contêineres de 20 pés que o navio comporta, ou seja, a unidade de capacidade do navio celular é contada em TEU (twenty-foot or equivalent unit).

Figura 13- Navio Panamax

Fonte: Internet

Podem ser classificados de acordo com suas dimensões. Os navios de menor porte servem de abastecedores ou alimentadores dos portos maiores, como os navios de classe Feeder, Feedermax e Handy. Montando uma rede de distribuição entre os portos, num sistema de cabotagem. Já os navios maiores operam em viagem de longo curso, atravessando os oceanos no transporte internacional de mercadorias. É o caso dos navios de classe Sub Panamax, Panamax e Post-Panamax. Os dois primeiros possuem até 32 metros de largura, o que os possibilita atravessarem do Pacífico para o Atlântico ou vice-versa pelo Canal do Panamá. Os navios Post-Panamax são de capacidade de carga superior, com largura acima de 32 metros. Esses navios não atravessam o Canal do Panamá e só realizam as rotas do Atlântico ou Pacífico, são os navios que realizam as operações dos grandes portos concentradores de carga (CAMPOS, 2004).

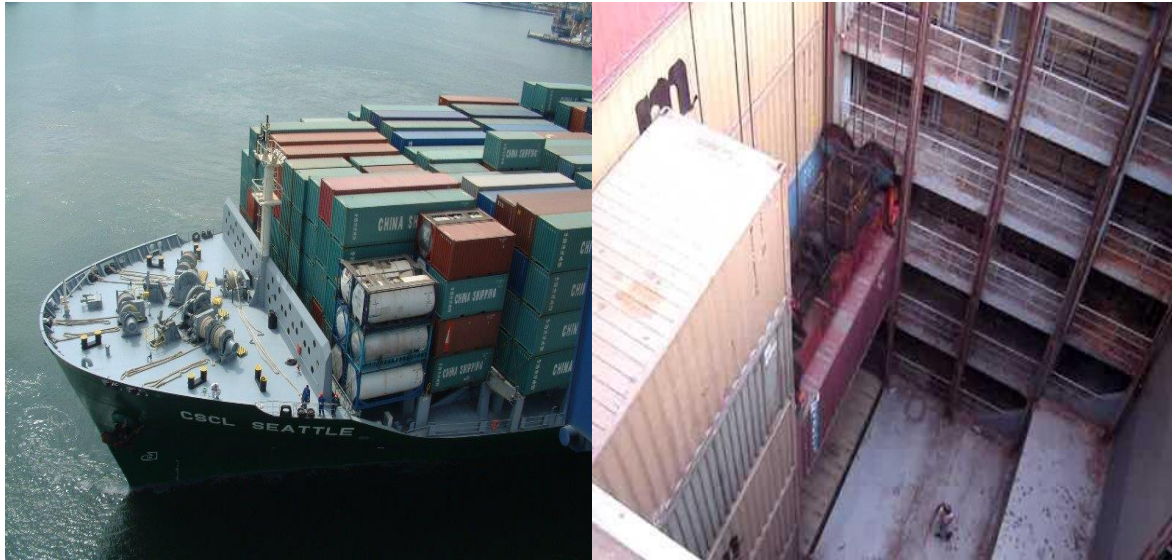
Figura 14- Feeder

Fonte: Internet

De acordo com o serviço que prestam podem ser navios de longo curso que viajam distâncias longas entre os diferentes continentes e áreas maiores. Normalmente, navios de longo curso têm enormes capacidades e eles são usados principalmente para interligar a Europa, América do Norte, América do Sul, no Extremo Oriente e no Oriente Médio. Hoje, um navio de geralmente chega em vários portos numa rota cíclica e em cada porto são carregados e descarregados contêineres. Os contêineres que são carregados no navio são destinados para portos subsequentes na sua rota. Navios de curta distância viajam distâncias mais curtas através dos pequenos mares, principalmente entre os países do mesmo continente. Normalmente, a capacidade de carga de navios de curta distância são muito menores do que para navios de longo curso. Navios feeder viajam distâncias comparáveis e têm capacidade de carga e porte semelhante com os de curta distância. Mas em contraste com embarcações marítimas de curta distância, eles carregam contêineres que vêm principalmente de ou destinados a navios de longo curso. As barcas são pequenos navios que não costumam viajar

para o exterior, em vez disso, eles servem principalmente o interior de um porto através dos rios e canais.

Figura 15- Deck e porão



Fonte: Internet

Também podem ser identificados pelo tipo de operação que executa: Self Sustainer ou Non Self Sustainer. Os navios Self Sustainer possuem recurso próprio de operação, ou seja, guindastes de bordo que realizam a sua própria movimentação. Já os navios Non Self Sustainer não possuem equipamentos de bordo e por isso tem a dependência dos equipamentos de costado denominados shore cranes.

Figura 16- Castanhas

Fonte: Internet

Os atuais navios celulares ou full contêineres possuem estrutura adequada ao acondicionamento de contêineres e dispositivos de armazenagem que possibilitam uma operação rápida e segura das unidades. Os contêineres podem ser armazenados em dois locais específicos: estivagem no porão (under deck) e estivagem no convés (on deck). A estivagem no porão é efetuada com o auxílio de guias de canto, denominadas cell guides. Estas guias auxiliam no posicionamento adequado do contêiner, mantendo-o estabilizado e seguro quanto aos movimentos do navio quando este está em viagem. Para a estivagem de contêineres no convés, as unidades são empilhadas e presas por meio de travas de canto denominadas twistlocks ou castanhas. Com o movimento do navio, os contêineres posicionados e travados pelos twistlocks, devem ser unidos por varões tensionados que tem a função de reduzir o movimento da pilha, para que esta não venha a tombar durante a viagem. Além da tecnologia no processo de estivagem, os navios celulares possuem um sistema de endereçamento de cargas bem definido e eficiente, possibilitando que a operação de movimentação de contêineres seja ágil e precisa.

Figura 17- Castanhas e varão



Fonte: Internet

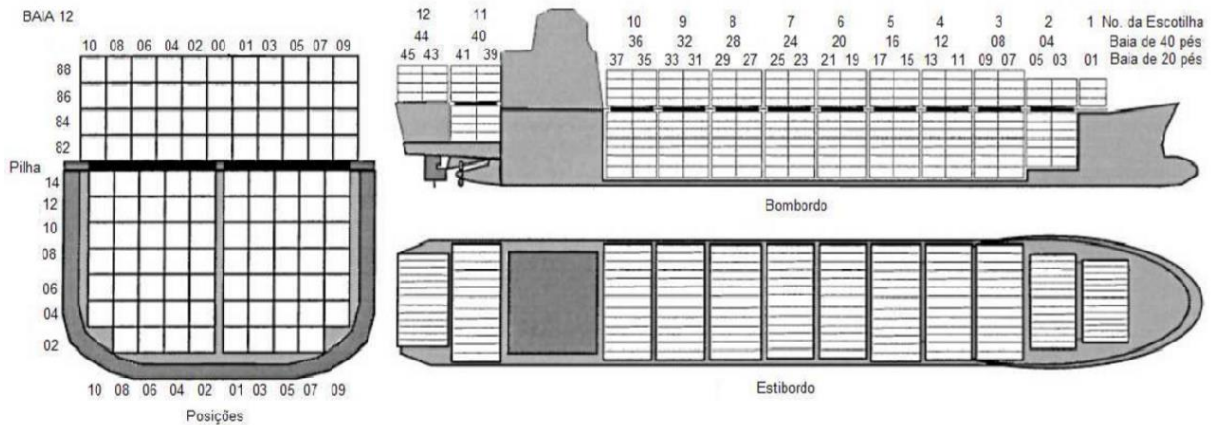
Muitos navios possuem uma estrutura celular, e os contêineres devem ser carregados de modo a formarem pilhas verticais, o que acarreta, em muitos casos, a necessidade de movimentar contêineres na parte superior da pilha a fim de se descarregar os contêineres que estão posicionados na parte inferior. A este tipo de movimentação dá-se o nome de remanejamento. Os remanejamentos são necessários porque os contêineres que estão numa pilha só podem ser acessados pelo topo (RIBEIRO e AZEVEDO, 2009).

Figura 18- Peação do contêiner



Fonte: Internet

Figura 19- Plano de perfil



Fonte: Internet

O Plano de Carga dos Navios Porta Contêineres é elaborado para facilitar as operações de carregamento e descarregamento destes navios, a fim de reduzir o tempo necessário para estas operações, diminuindo ao máximo o número de remanejamentos de contêineres nos portos posteriores, com o objetivo de reduzir os custos referentes a estas operações, onde serão retirados ou adicionados novos contêineres, também outro motivo para a elaboração deste plano, é garantir a estabilidade do navio ao longo da viagem, pois os contêineres são carregados com diversos tipos de mercadorias com fatores de estiva divergentes, para que a viagem possa ser feita de maneira segura, é necessário garantir o equilíbrio entre o peso das cargas distribuídas ao longo do navio. Esse documento consiste numa representação gráfica da distribuição dos contêineres nas bays, rows e tiers do navio (FERMINO e BONDEZAN, 2012).

Normalmente este plano segue o sistema bays-row-tier para determinar as coordenadas em que cada contêiner deverá ser alocado, estas coordenadas indicam o bloco na direção transversal do navio (bays) iniciando-se o sequenciamento numérico a partir da proa, sendo as células para contêineres de 20 pés números ímpares e para contêineres de 40 pés números pares, as fileiras longitudinais (rows) são numeradas a partir do centro, sendo que a bombordo se localizam os números pares e a boreste os números ímpares, as camadas verticais (tiers) são numeradas de baixo para cima somente com números pares, no convés geralmente essa numeração se inicia pelo número da próxima altura de carga contada a partir do piso do porão (FERMINO e BONDEZAN, 2012).

Um plano de carga confiável dá atenção especial a: segurança, produtividade, custo e consumo ideais. Ele deve considerar a segurança da embarcação, tripulação e carga. Também

deve estar adaptado ao porto, serviços e requisitos do navio e suas restrições. Além disso, deve reduzir as ineficiências e assegurar que os recursos sejam utilizados de forma otimizada. Por último, mas não menos importante, é preciso garantir a maior gestão possível de carga com o menor custo de execução operacional.

Os fatores mais relevantes na criação do plano de carga são:

- Portos de destino: Contêineres com destino ao próximo porto na escala do navio devem estar sobre outros;
- Distribuição dos pesos: Durante toda a viagem os contêineres devem ser estivados de modo a manter o navio com boas características de estabilidade transversal e longitudinal, não devendo este adquirir banda ou trim. Deve ser também levado em consideração a possibilidade de alquebramento e contra-alquebramento, além da GM mínima, que deve estar de acordo com as regras da IMO ou outras;
- Tipo de contêiner: Alguns tipos de contêineres (high cube, open top, plataforma, ventilado, refrigerado, transporte de animais vivos) devem ser estivados em posições específicas;
- Segregação de cargas perigosas: O IMDG code da IMO estabelece as normas para segregação de cargas perigosas, que devem ser afastados de acordo com a tabela de segundo o IMDG code da IMO: “Qualquer substância que sob condições normais tenha alguma instabilidade inerente, que sozinha ou combinada com outras cargas, que possa causar incêndio, explosão, corrosão de outros materiais, ou ainda, que seja suficientemente tóxica para ameaçar a vida ou a saúde pública se não for adequadamente controlada”.
- Guindastes: O número e tipo de equipamentos portuários são de valia na confecção do plano (Equipamentos como o spreader “twinlift” e o portêiner podem carregar um mix de dois ou mais contêineres);
- Tamanho do contêiner: Contêineres do mesmo tamanho devem ser carregados juntos. Acima do convés essa medida torna a estivagem mais segura facilitando o uso de twistlocks e a peça da carga;
- Altura de estiva: As alturas de carga no convés e porões devem ser respeitadas, no porão ela se limita pela altura da tampa da escotilha (contêineres High Cube de altura 9'6" dificultam o problema uma vez que não permitem uma altura de carga uniforme), no convés a carga não pode obstruir a visão do passadiço;
- Reposicionamento de contêineres vazios: Nos portos e terminais, o saldo entre a entrada e

saída de contêineres raramente é equilibrado, gerando acúmulo ou falta de contêineres. A solução é o reposicionamento de contêineres vazios, assim o espaço disponível para o transporte das cargas do cliente deve levar em conta essa necessidade para melhor atendimento em demandas futuras (CUOCO, 2008).

3.3 Caminhões

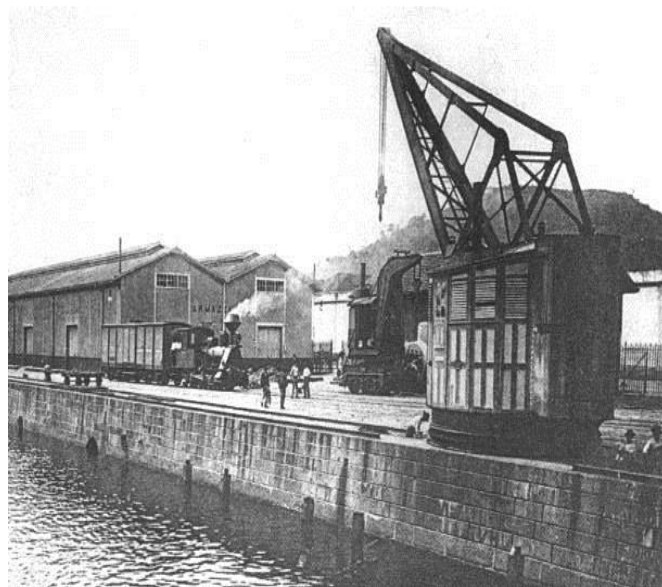
Xts (caminhões) também servem os terminais de contêineres. Eles transportam contêineres por estradas e geralmente têm capacidades de suporte de apenas 2 TEUs. No entanto, de acordo com as normas legais, XTs maiores com capacidades maiores são possíveis

3.4 Trens

Trens transportam contêineres do interior aos terminais. Sua capacidade de carga depende do número de vagões implantado e pode ser de até 90 TEUs.

3.5 Guindastes

Figura 20- Guindaste no porto de Santos, 1904



Fonte: Internet

Equipamentos mecânicos, hidráulicos ou elétricos, utilizados na movimentação de cargas especiais, geralmente de grande volume e peso. Podem ser empregados na movimentação em áreas urbanas, industriais ou portuárias. Atualmente o guindaste é constituído normalmente por torres equipadas com cabos e roldanas que são usadas para elevar e baixar cargas, além de tecnologia superior aos primeiros equipamentos fabricados em

épocas antigas. Existem vários modelos de guindastes disponíveis que podem ser classificados de acordo com sua capacidade de carga, utilização, aparelhagem e sistema operacional. Podem ser guindastes pórticos, automotivos, fixos de torre, flutuantes e etc.

Figura 21- Guindaste



Fonte: Internet

3.6 Portêiner (Ship to Shore Crane – STS)

Figura 22- Portêiner



Fonte: Internet

Guindaste portuário montado sobre uma estrutura de pórtico e responsável pela movimentação de cargas do navio para o cais e vice-versa. Atualmente é o equipamento portuário de maior representatividade na logística operacional dos terminais especializados na movimentação de contêineres.

Possuindo diversos modelos fabricados, o Portêiner é um dos guindastes portuários mais vendidos no mundo. O boletim eletrônico “Cargo News” destaca que em 2010 foram vendidos 235 portêineres ao redor do mundo, de 2006 até 2010 foram 1756 unidades destes grandes equipamentos.

3.6.1 Características do Portêiner

Figura 23- Portêiner de perfil



Fonte: Internet

O Portêiner é formado por uma estrutura em formato de portal, com uma lança levadiça horizontal que se posiciona sobre o navio para a movimentação de contêineres

Esse tipo de guindaste possui diversos modelos e tamanhos, que são construídos de acordo com a solicitação e demanda operacional dos terminais especializados. Possui três funções básicas operacionais: hoist, trolley e translação. Hoist (guincho) é conjunto de tambores e cabos de aço que fazem a movimentação de elevação da carga. A velocidade de hoist é definida pelo tipo de equipamento escolhido no momento de compra, existem variações de velocidades de hoist entre 30 e 180 m/min. O trolley (carro) é responsável pela movimentação da carga no sentido terra-mar e vice-versa. Segundo a revista eletrônica “Cargo News”, a velocidade do trolley pode variar de 80 a 240 m/min. de acordo com cada fabricante ou modelo do Portêiner. O Sistema de translação é o conjunto de trucks com sistema rodante (rodas de aço) e motores hidráulicos, que realizam a movimentação de todo o

conjunto do Portêiner sobre os trilhos posicionados em toda a extensão do cais ou píer operacional. Os Portêineres podem ser classificados de acordo com sua altura, alcance de lança, capacidade de carga (Safety Working Load - SWL) ou modo operacional. Cada classificação de Portêiner atende a um tipo ou tamanho de navio celular, bem como a uma demanda específica do terminal especializado.

Figura 24- Hoist e trolley



Fonte: Internet

3.6.1.1 Classificação por altura, alcance da lança (outreach) e SWL

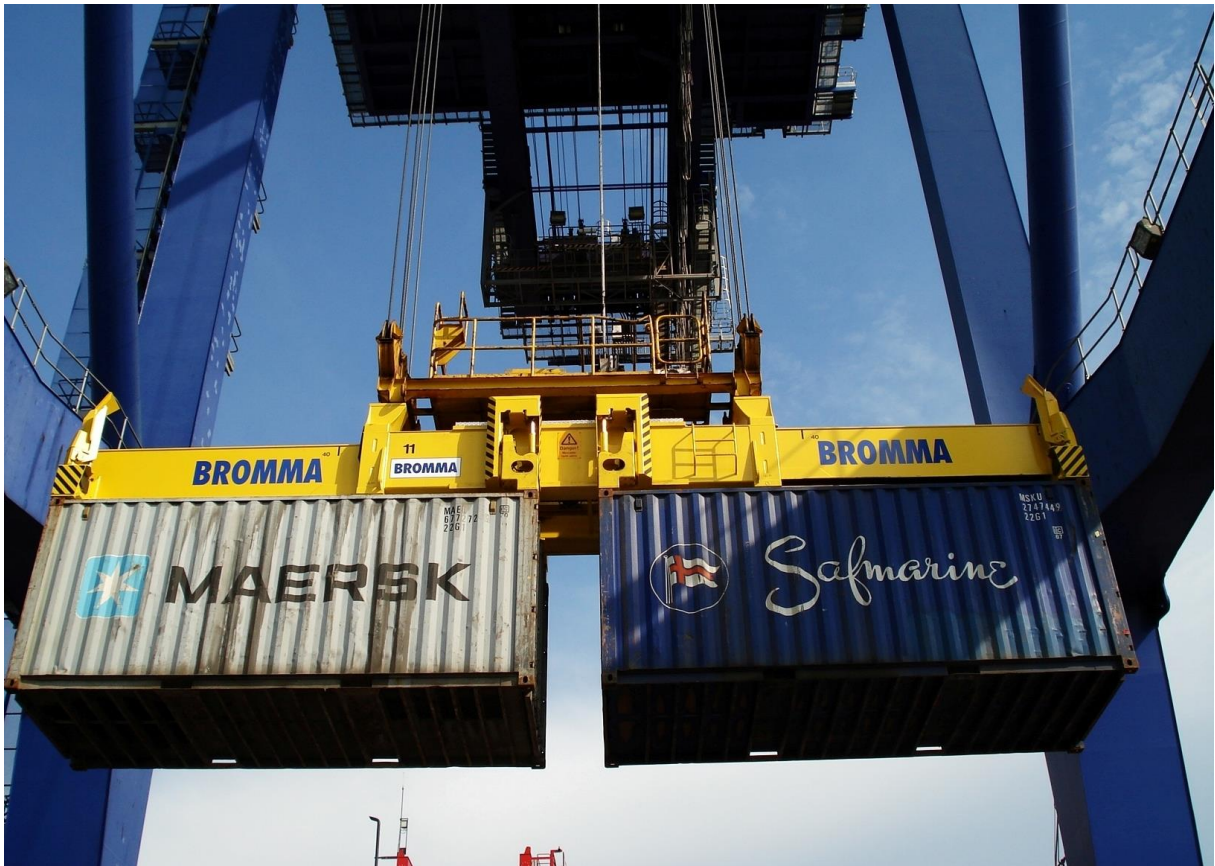
Quanto maior é a estrutura do porto, maior é o SWL e alcance de lança (outreach). O alcance de lança é o limite máximo que um Portêiner consegue posicionar ou retirar um contêiner enfileirado no convés ou porão do navio e a altura da estrutura de pórtico determina o limite máximo de hoist de carga, ou seja, o limite máximo de elevação do contêiner abaixo da estrutura da lança. Cada classe de Portêiner atende a uma necessidade operacional. As quatro principais classes de Portêiner são Feeder, Panamax, Post-Panamax e Super Post-Panamax. Portêineres Feeders são menores e servem para a movimentação de contêineres em navios alimentadores. Portêineres Panamax, Post-Panamax e Super Post Panamax possuem maior porte, com alta tecnologia e capacidade de carga. Os equipamentos do tipo Super Post Panamax possuem comprimento de lança acima de 55 metros com capacidade operacional superior a 20 contêineres enfileirados e altura de hoist acima de 35 metros e SWL acima de 50

ton, são os maiores equipamentos disponíveis no mercado. Além do tamanho, o Portêiner também pode ser classificado de acordo com o tipo de tecnologia embarcada no sistema de hoist, spreader e headblock, podendo realizar a movimentação de 01 até 04 contêineres numa única movimentação operacional do navio. “Headblock” é um conector que faz parte do sistema de acoplamento do Portêiner aos implementos de movimentação de carga. Possui roldanas que passam os cabos de elevação e uma estrutura em forma de cesta para acomodar o cabo umbilical de energia e comunicação entre os comandos da cabine e implemento de movimentação. Atualmente, o Portêiner possui três modelos operacionais diferentes: Single, Double Hoist e Tandem. O Portêiner Single possui um headblock simples e um conjunto de hoist, realiza a movimentação de um contêiner de 20 pés ou um contêiner de 40 ou 45 pés de cada vez. O Portêiner Double Hoist é um equipamento de maior capacidade de carga que possui dois conjuntos de hoist, dois headblocks e dois spreaders para a movimentação dos contêineres. Pode movimentar dois contêineres de 40/45 pés ou quatro contêineres de 20 pés de uma só vez ou combinar um de 40/45 pés num spreader e dois de 20 pés no outro. O Portêiner do tipo Tandem possui a mesma característica operacional de movimentação de contêineres do Portêiner Double Hoist e as mesmas capacidades de carga. O que difere este equipamento do Double Hoist, é que o dispositivo Tandem prevê apenas um conjunto de hoist mais potente e um headblock bipartido que permite o acoplamento de um ou dois spreaders conforme a necessidade operacional.

Figura 25- Spreader



Fonte: Internet

Figura 26- Double hoist

Fonte: Internet

3.6.2 Características operacionais do Portêiner

O posicionamento da lança levadiça sobre a estrutura do navio e o movimento de trolley permite que o operador possa ter toda a visão de posicionamento de carga, o que é uma vantagem operacional desse equipamento. A velocidade de trolley com a disponibilidade de visão operacional do operador são aspectos que favorecem a agilidade no manuseio do contêiner, aumentando a produtividade e reduzindo o tempo de atracação das embarcações no berço do terminal.

3.7 Guindaste Móvel sobre Pneus (Mobile Harbours Crane –MHC)

Figura 27- Guindaste movél sobre pneus



Fonte: Internet

Equipamentos portuários de alta capacidade operacional em formato de grua, utilizado para a elevação e movimentação de cargas dos navios e pátios de armazenagem. De muita flexibilidade, esses equipamentos móveis permitem a adaptação de quase todos os implementos de movimentação de carga: caçambas para granéis, garras para sucata, eletroímã para chapas, gancho para cargas de projeto e spreader para contêineres.

3.7.1 Características do MHC

Apesar de estruturalmente ser menor que o Portêiner, o MHC possui uma gama de dispositivos complexos que garantem a sua movimentação, alimentação do equipamento e estabilidade de carga. É formado basicamente por uma lança móvel, corpo de giro, sistema de translação, sistema de estabilização e contrapeso.

A lança móvel é uma estrutura metálica treliçada ou tubular responsável pela movimentação horizontal da carga. O tempo de oscilação da lança (abaixar e levantar)

depende do tipo de parametrização que foi feita pelo fabricante do guindaste (solicitação do cliente) ou de acordo com a necessidade da operação a ser executada. O corpo de giro é formado por uma cremalheira responsável pelo giro de 360° de todo o guindaste, também realiza o deslocamento da carga do navio ao costado e vice-versa, trabalha em conjunto com o movimento de oscilação da lança para manter a carga em estabilidade de giro (balanço). O sistema de translação possui eixos independentes de rodas que giram em ângulo de até 90°, possibilitando que o guindaste possa realizar manobras com maior facilidade para quaisquer direções operacionais. A estabilização é efetuada por um conjunto de patolas que têm a função de estabilizar a máquina e torná-la segura para o trabalho ou estacionamento. Nesse patolamento o contrapeso mantém o equilíbrio entre o guindaste e o peso de carga e a oscilação da lança. Além desses dispositivos operacionais, o MHC possui uma tecnologia de última geração, com computadores de bordo, displays touch screen e vídeo câmera. Toda essa tecnologia orienta o operador sobre as condições operacionais do guindaste, permitindo que o equipamento realize a movimentação de contêineres de forma segura.

3.7.2 Características operacionais do MHC

Por ter uma lança móvel, o MHC pode ser adaptado às diversas condições operacionais do navio, auxiliando a logística de abastecimento e do posicionamento de contêineres nos diversos porões e conveses do navio. O guindasteiro tem a opção de executar movimentações de contêiner em até três baias operacionais do navio, efetuando operações simultâneas de embarque ou descarga de volumes. A versatilidade do MHC é reconhecidamente uma vantagem competitiva no número de opções que o equipamento apresenta aos profissionais responsáveis pela logística de ordenamento e execução da operação.

3.8 Empilhadeira

Figura 28- Empilhadeira



Fonte: Internet

É uma máquina usada principalmente para carregar e descarregar mercadorias em paletes. Existem diversos tipos e modelos. Os mais comuns, em galpões fechados e centros de distribuição são as empilhadeiras de combustão em gás liquefeito (GLP) e elétricas. Possuem capacidade de carga que vão de 1.000 kg a 16.000 kg, e de 2,00 metros até mais de 14 metros. São disponibilizados também vários acessórios que podem aumentar a capacidade, autonomia e adequação a trabalhos específicos.

4 LOGÍSTICA DO CONTÊINER

4.1 Sistemas de um terminal de contêineres

Em geral, um terminal de contêineres é um sistema aberto de fluxo de material com duas interfaces. Na interface da água é aonde navios e barcaças são carregadas e descarregadas, enquanto no lado da terra os trens e XTs são servidos. Além disso, um terminal de contêineres pode ser considerado como um sistema bastante sofisticado dos quais os principais atributos são suas funções, as suas principais operações e os seus recursos

4.1.1 Funções

O principal papel do terminal de contêineres é o transbordo de um meio de transporte para outro, bem como o armazenamento temporário dos mesmos. O transbordo da carga se refere as operações de descarga e carregamento dos navios, barcaças, XT e trens. O valor acrescentado destes processos é proporcionada pela velocidade com que os navios são tratados e da dissociação do transporte transoceânico e de interior. Todavia, o transbordo direto de uma forma de transporte para outra é quase impossível. Por conseguinte, a função de armazenagem de um terminal é de particular importância para a performance do mesmo. Algumas das razões para a importância essencial da função de armazenamento são:

- A administração do terminal seria muito complicada em caso de transbordo direto, uma vez que todas as XTs teriam de ser controladas individualmente de tal forma que elas chegassem na sequência certa, no momento certo e no lugar certo, a fim de processar a operação de transbordo sem atrasos.
- Para os terminais com mais de dois diferentes modos de transporte, o transbordo direto exigiria um projeto de terminal sofisticado. Todos os modos de transporte deveriam estar localizados muito próximos uns dos outros, o que causaria sérios problemas para os terminais com navios, barcos, caminhões e trens.
- Ambos os meios individuais de transporte têm de estar presentes simultaneamente. Especialmente para transbordo entre dois navios, bem como entre os trens e navios, pois estes podem ter uma longa relação de sequência para carga e descarga que deve ser respeitada.
- Os receptores de um contêiner não precisam, sempre, de sua carga muito rápido. Assim, eles nem sempre estão interessados em transbordo direto, ao contrário, eles podem estar interessados em possibilidades de armazenamento de baixo custo. Além disso, os

contêineres devem ser armazenados no terminal devido às exigências aduaneiras e os requisitos financeiros. Alguns contêineres podem ficar ainda mais do que seis meses no terminal.

Normalmente, terminais de contêineres fornecem área suficiente para armazenamento. Esta área de armazenamento é muitas vezes subdividida em áreas menores para o armazenamento de tipos de contêineres especiais como reefer, vazios e tipo IMO. O tamanho total de um pátio de armazenamento é determinado pela eficiência na transferência dos contêineres e o tempo médio de permanência deles. A maioria dos terminais de contêineres estão interessados em uma alta taxa de transferência e tempo de permanência de contêineres curta, uma vez que seu modelo de negócios original é geralmente baseada no transbordo e não no armazenamento. Por conseguinte, a função de armazenamento de terminais de contentores não podem ser comparadas com a de um armazém típico. O pátio de armazenamento em terminais fornece locais de armazenamento relativamente barato, seguro e de fácil acesso, a partir do qual a entrega podem ocorrer JIT (just in time).

4.1.2 Subsistemas do terminal

O terminal é um sistema bastante complicado, com vários tipos inter-relacionados de operações, numerosos objetos controláveis (equipamentos) e milhares de itens planejáveis (empregos, recipientes). Assim, o terminal é frequentemente dividido em vários subsistemas de acordo com as operações relacionadas e os equipamentos envolvidos.

Centenas de terminais de contêineres com diferentes layouts, diferentes conceitos de movimentação e de diferentes tipos de equipamentos existem em todo o mundo. No entanto, a maioria dos terminais tem um arranjo semelhante de seus subsistemas e instalações.

Naturalmente, o subsistema de navio-terra está localizado na extremidade da orla do terminal aonde guindastes são usados para carregar e descarregar as barcaças e navios. De um modo geral, o subsistema navio-terra é seguido pelo subsistema de transporte horizontal, que é responsável pelo transporte de contêineres cheios e vazios entre o cais e o subsistema de armazenamento. Normalmente, este tipo de transporte horizontal é executado por diferentes tipos de veículos de transporte.

O subsistema de armazenamento é o lugar no terminal onde os contêineres são temporariamente armazenados. Além da área de armazenamento normal, a maioria dos terminais de contêineres apresentam um depósito vazio especial onde os vazios são armazenados de acordo com as necessidades das linhas de transporte. Além disso, a maioria

das instalações para os serviços de valor acrescentado que são oferecidos pelos terminais de contêineres pode ser atribuído ao subsistema de armazenamento. Aqui, a CFS e instalações para manutenção e reparação de contêineres estão ligados com o subsistema de armazenamento. Devido às suas operações à beira da água e de terminais em terra, o subsistema de armazenamento está localizado no centro do terminal. De acordo com a sua função principal, a área de armazenamento normal ocupa a maior parte do espaço do subsistema de armazenamento.

No lado terra, o subsistema de armazenamento é seguido pelo subsistema interior da ligação, que possui a função de ligação entre o terminal e seu interior. Ambas as XTs e trens funcionam como conectores, conectando modos de transporte dos terminais de contêineres. Os trens são carregados e descarregados na estação ferroviária do terminal geralmente por guindastes especiais. Os XTs entram no terminal, onde são verificados e as tarefas administrativas são preenchidas. Em seguida, os Xts se dirigem em ruas dedicadas ou áreas de transferência onde o contêiner é carregado ou descarregado a partir da XT pelo equipamento do terminal.

4.1.3 Subsistema Navio-terra

É a carga e descarga de navios, e frequentemente considerado como o subsistema chave dos terminais. Vários problemas operacionais dos terminais de contêineres estão relacionados com esse sistema. Estes problemas são o planejamento da arrumação da carga para navios de longo curso, bem como berço e alocação de QC para navios que estão chegando.

Antes do processo de carregamento e descarregamento de contêineres começar, o navio deve atracar no cais do terminal. Várias locais de atracação estão disponíveis na maioria dos terminais de contêineres. Normalmente, um navio é atribuído a um local de atracação antes da sua chegada. No caso de o navio prestar um serviço do tipo liner, normalmente o mesmo local de atracação é atribuído a cada navio do referido serviço. Hoje em dia, a maioria dos navios de seguem um padrão periodicamente repetido, que geralmente consiste de chegadas semanais ou duas por semana para cada serviço. Além de locais de atracação, QCs específicos tem que ser atribuídos no carregamento e descarregamento dos navios antes da sua chegada. Enquanto os navios feeder são normalmente servidos por um ou dois QCs, outras embarcações dependendo do seu tamanho, podem usar de 4 a 6 Qcs.

Depois de um navio ser atracado no local de atracação atribuído, o processo de descarga começa. Os contêineres que têm de ser descarregados e carregados no terminal são

na prática geralmente conhecidos pouco antes da chegada do navio. Enquanto um plano de descarga contém informações sobre o que têm que ser descarregado e em que compartimento do navio estão localizados, o plano de carga ou estivagem indica quais contêineres devem ser carregados no navio, em que sequência e em que compartimento deveriam ser empilhados.

Em primeiro lugar, os contêineres que estão listados no plano de descarga são descarregados sucessivamente pelos QCs atribuídos. Normalmente, o operador do guindaste é livre para determinar a sequência em que os contêineres são descarregados de um porão. Como o tempo de descarga de um contêiner depende de sua posição no navio e das habilidades do operador do guindaste, uma grande variação nos tempos de descarga é observada. Depois de um QC ter acabado suas operações de descarga, ele começa a carregar os contêineres que devem ser arrumados.

Como a carga de trabalho pode ser desequilibrada entre diferentes guindastes e devido à variação nos tempos de descarga, pode ocorrer de alguns guindastes já iniciarem as operações de carregamento, enquanto outros ainda estão descarregando. O objetivo principal do subsistema é a minimização dos tempos de rotação (ou seja, os tempos de atracação de navios). Assim, juntamente com o constante crescimento dos navios, os requisitos para o subsistema aumentaram também. Os terminais são confrontados com uma pressão crescente em termos de tamanho e produtividade dos QCs. Como consequência, altos investimentos em novos guindaste são feitas e muito esforço é gasto com o desenvolvimento de métodos de planejamento elaborados.

4.1.3.1 Veículos de transporte horizontal

Atuam como interface entre o subsistema navio-terra e o subsistema de armazenamento. Os contêineres que são descarregadas pelos QCs são transportados por veículos de transporte horizontal do QC para o pátio de estocagem, e antes de serem carregados em um navio eles têm de ser transferidos do pátio de estocagem para os QCs. Os objetivos gerais deste subsistema são eficiência, transferência suave e rápida dos contêineres entre os QCs e o pátio de estocagem. Para atingir estes objetivos, as decisões corretas sobre o tipo e o número de máquinas de transporte aplicados, bem como sobre a programação e roteamento das máquinas têm de ser feitas.

A transferência entre os QCs e pátio de estocagem pode ser executado por diferentes tipos de veículos de transporte, que diferem na capacidade de carga, flexibilidade, velocidade, grau de automação e outras características. No entanto, o processo é grandemente afetado pela

capacidade de elevação dos veículos de transporte. No caso dos veículos não terem capacidade de elevação, eles têm de ser carregados e descarregados com QCs e armazenados no pátio de armazenamento, o que significa que alguns equipamentos adicionais são necessários. Assim, uma transferência coordenada, suave e oportuna entre QCs e equipamentos de empilhamento é de grande importância para a produtividade de todo o sistema de terminais, caso contrário alguns dos equipamentos envolvidos tem que esperar por outros, e valiosos recursos de equipamentos são desperdiçados. No entanto, se o veículo de transferência está equipado com um dispositivo de elevação de contêineres, eles são capazes de carregar e descarregar por si próprio. Consequentemente, os veículos de transporte horizontal com capacidade de elevação não dependem das capacidades de elevação dos QCs e equipamentos de empilhamento.

Diferentes ciclos de transporte e sistemas de QC-alocação tem que ser diferenciados para os veículos de transporte horizontais. Os veículos podem ser atribuídos exclusivamente a um QC ou vários QCs diferentes. Além disso, os veículos podem ser operados no ciclo único ou no modo de ciclo duplo. Dentro do modo de ciclo único, o veículo transporta contêineres somente a partir do pátio de estocagem para o QC ou vice-versa, enquanto que no modo duplo os transporta em ambos os sentidos. Em geral, o modo de ciclo único é conectado com o plano de atribuição dedicado, enquanto que o modo duplo exige um esquema com vários QCs.

Além disso, existem diferenças na direção de transferência dos contêineres. Para transferências do QC para o pátio de estocagem, as sequências não têm de ser respeitadas, o que significa que os contêineres não precisam chegar ao pátio de estocagem de acordo com um determinado horário, enquanto que para o processo de carregamento do navio eles têm de chegar nos QCs de acordo com o plano de carga programado. Portanto, a transferência para os QCs tem que ser planejada de tal forma que diferentes tempos de transporte e os planos de estiva sejam respeitados. Caso contrário, o transporte de contêineres causaria congestionamentos nas QCs, bem como os períodos ociosos, improdutivos para os QCs, equipamentos de empilhamento e veículos de transporte.

4.1.4 Subsistema de Armazenamento

O subsistema de armazenamento é provavelmente o subsistema mais importante, pois é o ponto de dissociação real entre a orla e a terra. Desde sempre, crescentes volumes de contêineres devem ser armazenados nos pátios de estocagem e no mesmo espaço de tempo é

um recurso cada vez mais escasso, a importância do subsistema de armazenamento tem crescido com o aumento do volume de tráfego.

Superficialmente, duas formas de armazenamento de contêineres nos terminais portuários de contêineres podem ser distinguidos. Em primeiro lugar, eles podem ser armazenados em chassis, que permite o acesso direto a cada um. Em segundo lugar, podem ser postos no chão e empilhados. Por isso, nem todo contêiner é diretamente acessível. A fim de obter o acesso aos recipientes que são armazenados sob as outras, as superiores têm que ser remanejadas, o que significa que elas têm de ser reposicionadas para outros locais de armazenamento. Hoje em dia, devido ao espaço limitado de armazenamento, o armazenamento no terreno é mais comum, enquanto que o armazenamento em chassis é apenas parcialmente utilizado.

Quando um XT ou um veículo de transporte interno sem recursos próprios chega carregado no pátio de estocagem, o contêiner é descarregado por algum tipo de equipamento de empilhamento. O contêiner é então transferido pelo equipamento para a sua posição. Se chegar vazio, o equipamento pega o contêiner exigido do bloco e posiciona-o no veículo correspondente. No entanto, no caso dos veículos serem equipados com dispositivos de elevação, nenhum equipamento de empilhamento adicional será necessária. Além disso, podem haver transferências internas entre as diferentes áreas de armazenamento. Enquanto contêineres cheios na área de armazenamento principal podem ser transportados para o CFS para descarga, os vazios podem ser transportados para o CFS para carregamento e depois para a área de armazenamento principal para posterior transbordo. Além disso, devido a desequilíbrios na distribuição dos vazios, pode haver necessidade de transferência por navio, caminhão ou trem e, portanto, eles têm de ser transferidos para as respectivas área do pátio ou de transição.

Como a maioria das operações do terminal, quer tenham origem ou destino no pátio de armazenamento, um empilhamento eficiente é de importância crucial para a efetiva execução das operações do terminal. A eficiência das operações de empilhamento é determinada por decisões estratégicas sobre o equipamento. Essas decisões geralmente devem ser feitas em relação com o espaço disponível, a movimentação planejada dos contêineres, o tempo de permanência esperado, a utilização planejada do pátio, bem como controle de regulamentações externas, proteção ambiental e segurança no trabalho.

4.1.5 Subsistema porto-interior

As ligações com o interior são de grande importância para a competitividade dos terminais. Sem uma conexão rápida e altamente disponível, confiável e regular entre o terminal e seu interior, o fluxo de contêineres de importação e exportação seria prejudicada, o que prejudicaria o desempenho do terminal como um todo.

XTs chegam da estrada no portão do terminal, carregados ou vazios. Enquanto os contêineres carregados de XTs são verificados no portão junto com os dados correspondentes, a recuperação de certos contêineres é declarada por XTs que chegam vazios no portão. Depois, os XTs dirigem-se a áreas dedicadas, onde eles são ou descarregados ou carregados por empilhadeiras.

A maioria dos terminais de contêineres europeus estão conectados com a rede ferroviária pública. Como consequência, esses terminais têm suas próprias estações de trem onde os contêineres são carregados e descarregados para decorrendo transporte para o interior e os destinos ultramarinos, respectivamente. Máquinas terminais são necessárias para o carregamento e descarregamento de contêineres ferroviários, bem como para a transferência destes entre a estação ferroviária e o pátio de armazenamento. A estação ferroviária está conectada com o pátio de estocagem de veículos de transporte interno. Se são usados caminhões e reboques, os contêineres são diretamente colocados em trailers ao lado dos trilhos, ao passo que existem duas possibilidades em veículos com recursos próprios. Em primeiro lugar, os contêineres podem ser empilhados ao lado do trilho. Em segundo lugar, podem ser carregados ou descarregados diretamente do trem pelo veículo que é capaz de passar por cima dos vagões para pegar e largar os mesmos. No caso de serem armazenados ao lado dos trilhos, operações de carga e descarga de trens de carga são executados por guindastes especiais, que é o equipamento mais comum para os terminais ferroviários.

Os trens de carga pode ser de até 700 m de comprimento e transportar até 90 TEUs. As exigências das operações de carga e descarga desses trens são bastante semelhantes aos de navios. Para cada contêiner que tem de ser carregado, a posição específica sobre os vagões do trem são dadas pelo plano de carga relevante. Esta posição é determinada pelo tipo, peso e destino desse contêiner, bem como pela carga máxima suportada pelo vagão e a sua posição na sequência do comboio. Um plano de carga ou é produzido pelo operador de trem ou pelo terminal. Enquanto o primeiro está interessado na minimização dos movimentos no transporte do trem, o terminal está interessado principalmente na minimização dos remanejamentos no pátio de estocagem.

4.2 Planejamento da estiva

Figura 29- Alquebramento por mau planejamento do plano de carga



Fonte: Internet

Desde os anos 1970, o problema de planejamento do plano de carga tem sido estudada por empresas de transporte e pesquisadores. A pesquisa atual está principalmente centrada no problema de carregamento de contêineres, o qual pode ser formulado como um problema de otimização combinatória. Mesmo para um cargueiro de tamanho médio o problema não é trivial devido ao grande número de variáveis. Além disso, o problema tem sido provado ser NP difícil, o que significa que é muito improvável encontrar uma solução ótima em um tempo de processamento razoável. Para problemas NP (não determinísticos em tempo polinomial) não existem algoritmos rápidos que os resolvam, e para medir sua exata dimensão é necessário conhecer a capacidade do navio. Enquanto isso, vários pesquisadores desenvolveram metodologias computadorizadas, baseadas em heurísticas para fornecer soluções viáveis.

O estudo inicial pode ser rastreada até o trabalho por Aslidis em 1989 e 1990, que examinou o problema de empilhamento de recipientes de tamanho pequeno (recipientes do mesmo tipo, mesmo peso etc.) O trabalho de Aslidis criou um conjunto de algoritmos heurísticos que foram utilizadas para resolver o problema de carregamento, sem considerar a estabilidade.

Outro trabalho inicial foi realizado por Imai e Miki (1989) que considera a minimização dos remanejamentos. Eles formularam o problema como um problema de

programação inteira com uma função objetivo que minimiza o número esperado de contêineres para se arrumar. A taxa de contribuição para a altura metacêntrica (GM) é resolvida pelo algoritmo que consiste em dois métodos de solução, com o problema de atribuição clássica resolvido pelo método Húngaro e a programação inteira por branch-and-bound. No entanto, na sua abordagem, eles só consideraram uma métrica, GM, na estabilidade do navio. Não foram considerados outros fatores, como banda e trim.

Esta suposição simplificada torna a sua abordagem não aplicável à resolução de problemas no mundo real. Avriel e Penn (1993) formulou o problema em uma programação linear binária 0-1. Eles descobriram que o algoritmo geral é muito lento, mesmo com algum pré-processamento dos dados. Avriel et al. (1998) desenvolveu um procedimento heurístico chamado “suspensory heuristic procedure” com o objetivo de minimizar o número de remanejamentos. No entanto, eles assumiram que o navio tinha apenas um grande compartimento de carga, e não considerou as questões das tampas da escotilha e estabilidade.

Além disso, Avriel et al. (2000) mostrou que o problema do planejamento do plano de carga é “NP complete” mostrando que o problema de estiva está relacionado com o problema de coloração de grafos que é conhecido por ser NP difícil.

Wilson e Roach (1999, 2000) desenvolveram uma metodologia para computadorizar o planejamento. A sua metodologia incorpora um processo de dois estágios. Em primeiro lugar eles usaram algoritmos do tipo branch-and-bound para atribuir contêineres em blocos nas bays de uma embarcação. Na segunda etapa, eles usaram um algoritmo de busca tabu para atribuir locais específicos.

Wilson et al. (2001) apresentou um sistema de computador para gerar soluções para o problema de planejamento com base em navio com capacidades de mais de 4500 TEUs usando uma abordagem de algoritmo genético. No entanto, a sua abordagem para gerar um plano de estiva ainda requer cerca de 90 minutos, sem a garantia da melhor solução.

Dubrovsky et al. (2002) usou uma técnica de algoritmo genético para minimizar o número de movimentos de contêineres no processo da estiva. Os autores desenvolveram uma compacta e eficiente codificação de soluções para reduzir o espaço de busca de forma significativa. No entanto, os autores só consideraram um navio com uma pequena e simples bay, e eles também ignoraram o problema de estabilidade que é muito crítico no planejamento da arrumação.

Em Ambrosino et al. (1998, 2004 e 2006), o problema de planejamento da estiva é referido como o “Master Bay Plan Problem” (MBPP). Ambrosino e Sciomachen (1998)

relataram a primeira tentativa de derivar as restrições relacionadas à natureza dos contêineres e locais dos navios para determinar bons planos de estiva, onde uma abordagem de satisfação de restrições é usado para definir o espaço de soluções viáveis.

Ambrosino et al. (2004) descreveram um modelo de programação linear 0-1 para MBPP. Eles apresentaram uma abordagem que consiste em procedimentos heurísticos de pré-processamento e pré estivagem que permitem o relaxamento de algumas restrições do modelo exato.

Ambrosino et al. (2006) apresentou um algoritmo de três fases para MBPP, que se baseia em um processo de partição que divide o navio em diferentes porções e os atribui contêineres na base dos seus destinos. No entanto, eles assumiram que o navio inicia a sua viagem em um porto e visita um determinado número de portos onde apenas as operações de descarga são permitidas, o que implica que o problema de estiva só pode ser considerada no primeiro porto.

Xiao et al. (2009) propôs um algoritmo heurístico para resolver um problema de estiva de um cargueiro real para um navio de 5000 TEU com carregamento e descarregamento de contêineres através de uma viagem por 8 portos. Em seu algoritmo, os autores introduziram um fator de tolerância de desequilíbrio da carga para quantificar a distribuição da carga no carregamento/ descarregamento dos contêineres de um plano de estiva a partir da perspectiva dos guindastes nos respectivos portos. Ao definir o fator de tolerância de desequilíbrio da carga de para um valor adequado, o algoritmo pode gerar um plano de estiva que tem um bom equilíbrio entre o número de contêineres remanejados e a taxa de utilização dos guindastes. Ambos são importantes objetivos do MBPP.

Zeng, Low, Hsu, Huang, Liun e Win desenvolveram um plano de estiva automático para navios containeros de grande porte, melhorando o processo de escolha referente a estabilidade, usando algoritmos heurísticos. O peso dos contêineres é razoavelmente distribuído e as estabilidades transversal e longitudinal foram melhoradas, em comparação com estudos anteriores. Foi também considerado uso de água de lastro para compensação do trim e ângulo de banda, porém não levaram em conta o momento de banda, nem problemas de esforços estruturais. Também limitaram a altura de estiva em função da altura do passadiço, a fim de não atrapalhar o campo de visão deste.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo mostra a importância e a exigência de um transporte marítimo moderno e eficiente, isto inclui os terminais, seus equipamentos de manuseio e os navios. Verifica-se que o Brasil ainda está longe de atingir os altos níveis de tecnologia e eficiência dos grandes portos mundiais. A expansão da utilização do contêiner ainda não terminou. Alguns produtos, que há 10 anos não eram considerados passíveis de contêinerização, hoje já cruzam os oceanos devidamente acondicionados nos navios celulares, desenvolvidos exclusivamente para a movimentação dos contêineres. O planejamento das operações em terminais especializados é o ponto de partida para um trabalho eficiente, no menor tempo e custo possíveis, dentro da realidade de cada terminal. É no momento do planejamento que se define que equipamentos serão utilizados, quais as quantidades e capacidades que levem a cumprir os prazos estipulados. Nesse trabalho foi apresentada uma introdução no campo da logística, em particular ao terminal de contêineres e ao problema do plano de carga de contêineres. Hoje em dia muita pesquisa tem sido feita, mas nem todos os problemas de planejamento foram resolvidos. Ainda deve ser levado em conta que a melhoria dos equipamentos cria a necessidade de melhorias ou mesmo a criação de novas formas de planejamento, se tornando imperativo a contínua pesquisa no tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSINO, D., A. SCIOMACHEN, E. TANFANI. **Stowing a Containership: The Master Bay Plan problem**. 2004. 99 p. Departamento de Economia e Método Quantitativo, Universidade de Genova, Genova, Itália.
- ANTAQ. **Análise da Movimentação de Cargas nos Portos Organizados e Terminais de Uso Privativo**. 2009.
- BERTOLANI; LEME. **Carregamento de contêineres em navios**. Universidade Presbiteriana Mackenzie. Higienópolis, São Paulo.
- BOGOSSIAN, M. P. **Entraves Portuários na Movimentação de Contêineres - Plataforma de Análise Comparativa**. 2011. Tese de Doutorado em Transportes, Publicação PPGT.TD-001 A / 2011, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília p.302.
- CARRARO, Luiza Ferronato. **Uma abordagem para o problema de carregamento de navios contêineres através do emprego de metaheurística baseada na codificação por regras**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Rio Grande do Sul.
- CUOCO, Marcello. **Otimização da seleção e alocação de cargas em navios contêineres**. 2008. 83 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politecnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FERMINO; BONDEZAN. **O papel do plano de carga de navios porta contêineres no fluxo logístico do comércio exterior**. 2012. 9 p. Curso de Tecnologia em Logística FATEC-JAHU
- KEMME, N. **Design e operação de sistemas automáticos de armazenamento de contêiner**. 2013. 456 p. Hardcover.
- Marinha do Brasil, Diretoria dos Portos e Costas. **Curso básico de conferência de carga (CBCC)**. 2006.
- NETO; SANTOS; PRADO; LIMA. **Equipamentos portuários de movimentação de contêineres: portêiner e guindaste móvel sobre pneus**. 11 p.

RIBEIRO, C. M.; Azevedo, A. T. **Resolução do problema de carregamento e descarregamento de contêineres em terminais portuários via beam search.** 2009. FEG - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, São Paulo.

WILSON, I.; ROACH, P. **Container stowage planning: a methodology for generating computerised solutions.** 2000. Journal of the Operational Research Society, v. 51, p. 1248-1255.

XIAO X.; M.Y.H. LOW; F. LIU; S.Y. HUANGW.J. HSU; and Z.P. LI; 2009. **An Efficient Block-Based Heuristic Method for Stowage Planning of Large Containerships with Crane Split Consideration.** International Conference on Harbor, Maritime & Multimodal Logistics, Modelling and Simulation. Tenerife, Canary Islands, Spain.