

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

CAMILLA RESENDE SOUZA MOREIRA

CARREGAMENTO E ESTABILIDADE DE NAVIOS: Os Navios Roll on Roll off

RIO DE JANEIRO

2014

CAMILLA RESENDE SOUZA MOREIRA

CARREGAMENTO E ESTABILIDADE DE NAVIOS: Os Navios Roll on Roll off

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

CAMILLA RESENDE SOUZA MOREIRA

CARREGAMENTO E ESTABILIDADE DE NAVIOS: Os Navios Roll on Roll off

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: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar ao meu lado todas às vezes que olhei pro lado e me vi sozinha. Agradeço a minha família por apoiar toda e qualquer decisão que eu tenha tomado, o apoio deles sempre foi minha inspiração para não desistir. Em especial, gostaria de agradecer ao mestre CLC Sidnei Esteves pelas aulas que me inspiraram à escolha do tema.

"Se não sou eu quem mais vai decidir o que é bom pra mim? Dispensar a previsão. Se o que eu sou é também o que eu escolhi ser, aceito a condição."

(Los Hermanos)

RESUMO

A definição de carga Ro/Ro é simples e intuitiva: é qualquer tipo de carga que embarque e desembarque a rolar, seja em cima das suas próprias rodas ou lagartas, seja em cima de equipamento concebido especificamente para o efeito, como é o caso de contentores ou carga geral sobre *mafis* ou *trailers*. Os navios Ro/Ro são navios concebidos para o transporte deste tipo de carga. Os navios Ro/Ro incorporam rampas que permitem o máximo de eficiência nas operações, sendo a carga “rolada” para bordo e para terra durante a estada do navio em porto. As rampas podem ser de vários tipos, sendo mais comuns as rampas traseiras (paralelas ao navio ou formando um ângulo de 45% com a popa do mesmo), dianteiras e laterais. Os automóveis novos que são transportados dos locais de produção para os mercados de consumo, a maior parte das vezes usam navios Ro/Ro de grande dimensão e concebidos especificamente para o efeito, chamados de “*Pure Car Carrier*” (PCC) ou “*Pure Car Truck Carrier*” (PCTC). Existem, atualmente, diversas modalidades de navios Ro/Ro’s, e juntamente com a modernidade desse tipo de navios vieram as formas de carregamento mais segura e as regras de estabilidade transversal e longitudinal para cada tipo de carga transportada por essas embarcações.

Palavras-Chave: Navios Ro Ro. Estabilidade. Carregamento.

ABSTRACT

The definition of load Ro / Ro is simple and intuitive: any type of cargo loading and unloading rolling, either on its own wheels or tracks, whether on equipment designed specifically for this purpose, as is the case general cargo or containers or trailers on mafis. The Ro / Ro ships are vessels designed to carry this kind of load. The Ro / Ro vessels incorporate ramps that allow maximum efficiency in operations, and "rolled" cargo aboard and ashore during the ship's stay in port. The ramp may be of various types, the most common being the rear ramp (or parallel to the vessel at an angle of 45% with the stern thereof), front and sides. New automobiles that are transported from production sites to consumer markets, most of the times use Ro / Ro vessels large and designed specifically for this purpose, called "Pure Car Carrier" (PCC) or "Pure Car Truck Carrier "(PCTC). Currently, there are various kinds of Ro / Ro's ships and together with the modernity of such ships came safest forms of loading and the rules of transverse and longitudinal stability for each type of cargo carried by these vessels.

Keywords: Ro Ro ships. Stability. Loading.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ro Ro	Roll on Roll off
PCC	Pure Car Carrier
PCTC	Pure Car Track Carrier
BE	Boreste
BB	Bombordo
CCC	Centro de Controle de Carga
COP	Centro de Operação de Porto
PA	Pressão Admissível
IMO	International Maritime Organization
GM	Altura Metacêntrica
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea
ISM	International Safety Management
STCW	Standards of Training, Certification and Watchkeeping

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Molde dos navios Ro/Ro antigos	12
Figura 2 – Navio Ro/Ro	13
Figura 3 – Cargas rolantes	14
Figura 4 – Interior de um navio Ro/Ro	15
Figura 5 – Navio Ferries Armas	16
Figura 6 – Navio Ro/Ro porta contêiner no porto de Santos	17
Figura 7 – Navio Ro/Ro do tipo multi-purpose	18
Figura 8 – Navio Ro/Ro do tipo PCC	19
Figura 9 – Rampa externa de popa	20
Figura 10 – Rampas internas	21
Figura 11 – Rampa de proa	22
Figura 12 – Rampa de popa	23
Figura 13 – Quarterramp	24
Figura 14 – Rampas laterais	25
Figura 15 – Slewingramp	25
Figura 16 – Elevadores de carga	26
Figura 17 – Heavy lift sendo carregado em um navio Ro/Ro	27
Figura 18 – Peça de um contêiner	29
Figura 19 – Peça das peças	29
Figura 20 – Acidente no porto	33
Figura 21 – Tally of cargo	38
Figura 22 – Mate's receipt	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	CONCEITO DOS NAVIOS RO/RO	13
2.1	Definição	13
2.2	Características	13
3	TIPOS DE NAVIOS RO/RO	16
3.1	Ferries	16
3.2	Ro/Ro Porta Contêineres	17
3.3	Ro/Ro Multi-Purpose	17
3.4	Pure Car Carrier (PCC)	18
4	CARREGAMENTO	20
4.1	Equipamentos Utilizados	20
4.1.1	Rampa Externa de Acesso	20
4.1.2	Rampas Internas	20
4.1.3	Rampa Externa Axial de Proa	22
4.1.4	Rampa Externa Oblíqua de Proa	22
4.1.5	Rampa Externa Axial de Popa	23
4.1.6	Rampa Externa Oblíqua de Popa (<i>Quarterramp</i>)	24
4.1.7	Rampa no Costado (Lateral)	24
4.1.8	Rampa Giratória de Proa ou Popa (<i>Slewingramp</i>)	25
4.1.9	Elevadores de Carga	26
4.2	Formas de Carregamento	26
4.2.1	Peação Das Cargas Nos Navios Roll On Roll Off	28
4.3	Principais Problemas de Estivação	30
5	ESTABILIDADE	32
5.1	Critérios da Estabilidade Transversal	32
5.2	Principais Perigos	32
5.3	Atualização das Convenções	33
5.4	Estabilidade Intacta e Danos dos Navios Ro/Ro	36
5.4.1	Navios de Um Só Compartimento	36
5.4.2	Segunda Linha de Defesa	37
6	DOCUMENTOS UTILIZADOS	38

7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1 INTRODUÇÃO

Os primeiros navios Roll-on Roll-off foram construídos no século XIX, visando realizar o transporte de trens por rios considerados muito largos, nos quais era inviável a construção de pontes. Esses navios eram equipados com trilhos que podiam ser conectados aos que havia em terra e o trem simplesmente rolava para dentro do navio, e depois para fora do mesmo. Com a necessidade de realizar o transporte de passageiros e veículos em geral, os navios Ro/Ro foram sendo aprimorados para oferecer um serviço de mais alta qualidade. Com isso, estas embarcações passaram a representar um transporte mais seguro, sem contaminação da carga por resíduos carregados previamente, com menor tempo de viagem e de carga e descarga, já que antes os carros eram carregados/descarregados por meio de guindastes, o que aumentava o tempo desta operação, além de incorrê-la em um risco maior. Com o crescimento do mercado de exportação e importação de veículos, houve a necessidade da criação de um navio especializado no transporte de carros. O primeiro navio Ro/Ro do tipo *Pure Car Carrier*, o *European Highway*, foi construído em 1973 pela *Japan's K Line* e transportava 4.200 automóveis. Este tipo de navio é caracterizado por um pontal moldado grande e pode ter mais de uma rampa de acesso, como, por exemplo, na popa e na lateral, de modo a se ter um carregamento mais rápido de uma grande quantidade de veículos. A segunda guerra mundial incentivou o desenvolvimento deste tipo de navios para o desembarque de equipamento militar (tanques). O sistema RO/RO começou a ser usado em navios mercantes no final dos anos 40, início dos anos 50. Em 2007 foi lançado o maior navio Ro/Ro do mundo, batizado com o nome de “Fausto”. Foram construídos sete navios dessa classe com 26300tpb. Esses navios faziam parte da classe de navios PCC (*Pure Car Carrier*).

Figura 1 – Molde dos navios Ro/Ro antigos



Fonte: www.portodesetubal.pt/files/Evolucao_dos_navios_ro_ro.pdf

2 CONCEITO DOS NAVIOS RO/RO

2.1 Definição

Os navios do tipo Roll-on Roll-off são os tipos mais bem sucedidos atualmente. A sua flexibilidade e capacidade de integração com outros sistemas de transporte os tornaram os mais populares nas rotas de navegação. Também conhecidos como RO/RO são destinados primordialmente ao carregamento, ao transporte e à descarga de cargas sobre rodas, também chamadas cargas rodantes. Eles são aqueles capazes de transportar quase todos os tipos de carga devido a oferta ser por vezes reduzida, onde a grande parte destas possui rodas ou são apoiadas em uma base rolante. Alguns exemplos de tais cargas são: automóveis, ônibus, caminhões, contêineres, grandes rolos de papel e bobinas de aço apoiadas em veículos (carretas, estrados volantes, etc).

Figura 2 – Navio Ro/Ro



Fonte: www.oceanica.ufrj.br

2.2 Características

A primeira grande diferença desses tipos de navios é, sem dúvida, a visual, já que eles possuem um costado bem maior do que os outros. Os navios Roll-on/Roll-off são navios em que sua carga entra e sai pelos seus próprios meios,

através de rodas (como os automóveis, ônibus, caminhões, trailers,etc) ou, até mesmo sobre outros veículos.

Figura 3 – Cargas rolante



Fonte: metodologiacientifica-rosilda.blogspot.com

Este tipo de navio é composto por grande número de conveses para a acomodação da carga, onde a carga rolante é carregada/descarregada por meio de rampas de acesso, que podem estar localizadas na popa ou proa e/ou à meia nau do navio. Quando a embarcação também for responsável pelo transporte de contêineres, estes podem ser embarcados conforme explicado anteriormente ou por meio de guindastes, quando os mesmos forem armazenados no convés principal. Além disso, esse tipo de navio possui rampas internas, responsáveis por ligar os diversos conveses, permitindo a locomoção e o posicionamento da carga no devido lugar para a viagem. Como o nome Roll-on/Roll-off (rolar para dentro/rolar para fora) sugere, em navios dessa categoria, é possível carregar quase tudo que puder subir a bordo rodando através das rampas de popa, de meia nau e até mesmo, menos comumente encontrado, pela proa. A fim de facilitar e flexibilizar tal operação, alguns navios modernos contam com conveses móveis em sua altura, de forma que eles se adaptem ao que será transportado, ou seja, caso carros estejam sendo transportados a altura entre os conveses será mantida mas já no caso de ônibus, caminhões, etc, essa altura pode ser aumentada para até mais de 6 metros. Essas rampas externas somadas às rampas internas fazem com que a carga vá do porto para o navio e assim para o seu lugar pré-determinado.

Figura 4 – Interior de um navio Ro/Ro



Fonte: site.nykline.com.br

3 TIPOS DE NAVIOS RO/RO

Dependendo da carga a qual transportam, o que leva a um arranjo diferente dos conveses, os navios Ro/Ro são divididos em diversos tipos.

3.1 Ferries

É o navio Ro/Ro mais tradicional, transporta carros principalmente em viagens de turismo, quando os passageiros embarcam em seus automóveis. Em geral são embarcações relativamente pequenas, com dois ou três conveses e são carregados e descarregados por rampas, na popa ou na proa. Esse tipo de navio deu origem aos outros tipos de navios Ro/Ro, eles fazem o trajeto em percursos pequenos, geralmente em áreas abrigadas. É comum o tráfego desse tipo de embarcações entre a Inglaterra e o continente Europeu, no Mar do Norte. No Brasil, os *ferries boats* são utilizados no transporte de passageiros e carros, da cidade de Santos para o bairro de Guarujá.

Figura 5 – Navio *Ferries* Armas



Fonte: newtravelcom.blogspot.com

3.2 Ro/Ro Porta-Contêineres

Projetado para transportar contêineres, pode possuir aparelhos de carga ou operar com *portainers* dos terminais ou então embarcar os contêineres utilizando empilhadeiras próprias. Alguns navios desse tipo, tem na sua estrutura, porões com *cellguides*, que permitem rápidas operações de embarques, desembarque e segura peação conforme também são executadas nos navios *full containers*. Geralmente transporta os contêineres no convés superior e a carga rodada abaixo do convés.

Figura 6 – Navio Ro/Ro porta contêiner no porto de Santos



Fonte: www.canalportodesantos.com

3.3 Ro/Ro Multi-Purpose

É um navio destinado ao transporte de cargas rodantes, mas também é capaz de transportar outros tipos de cargas, pois possuem porões com *cellguides*, destinados ao transporte de contêineres, e porões destinados ao transporte de carga geral fracionada ou

unitizada. Os contêineres podem ser embarcados através da rampa de acesso externa utilizando carretas ou empilhadeiras. Nesse tipo de navio é muito importante que a carga geral seja peada e escorada conforme as técnicas empregadas num navio de carga geral porque devido as rodas ou esteiras, os veículos podem se movimentar devido os balanços da embarcação. A peação exige materiais resistentes, tais como cabos de arame de aço com grande bitola ou correntes de aço. Os contêineres quando estivados nos porões que não possuem *cellguides*, são peados com cabos de arame de aço ou correntes, sobre os *boggies* onde foram transportados até o local de estivagem. Os automóveis também são transportados nesse tipo de navio. A estivagem e peação, são feitas da mesma forma que nos navios destinados exclusivamente ao transporte desses veículos. As peias são fixadas em correntes que são soldadas no piso do compartimento de carga e distendidas de bombordo a boreste. A fixação da peia à corrente pode ser efetuada, utilizando trambelho.

Figura 7 – Navio Ro/Ro do tipo multi-purpose



Fonte: ocontentor.blogspot.com

3.4 Pure Car Carrier (PCC)

Esses navios são projetados exclusivamente para transportar carros e veículos que pesem uma ou duas toneladas. Eles possuem diversos conveses com alturas livres em torno de 1,65m, denominados *car decks*. Navios muito sensíveis ao vento lateral devido às grandes dimensões das obras mortas. Apresentam grande número de ventiladores no convés exposto devido às exigências das SOLAS para a zona de garagem. O maior PCC atualmente em serviço é o MV Mignon (1999), da *Wallenius Lines*, que após alongamento de 28 m (2005)

tem capacidade para cerca de 7200 carros. Existem outros diversos tipos de navios Ro/Ro menos conhecidos mas de grande importância para as especialidades de cada um, como por exemplo: *Pure Car Truck Carrier* (PCTC) e Ro-Pax.

Figura 8 – Navio Ro/Ro do tipo PCC



Fonte: rossfraght.com

4 CARREGAMENTO

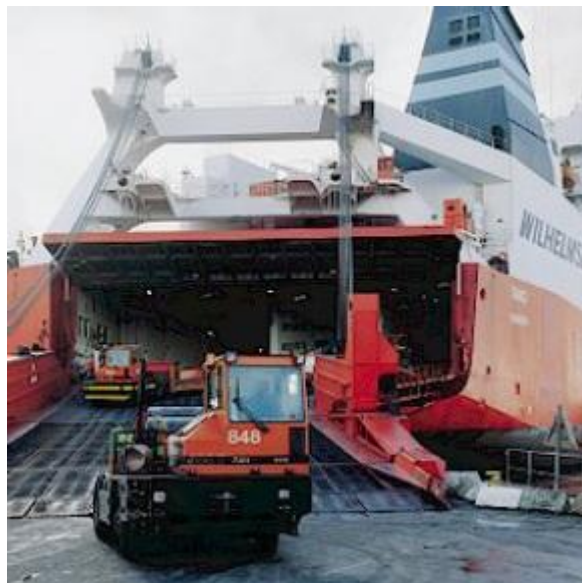
4.1 Equipamentos Utilizados

Os navios Ro/Ro requerem uma série de equipamentos para que o carregamento seja concluído de forma satisfatória como por exemplo: portas e rampas de proa, portas interiores, pavimentos amovíveis para automóveis e rampas móveis para pavimentos de automóveis.

4.1.1 Rampa Externa de Acesso

Ela tem a largura em torno de 7 a 8 metros destinadas ao embarque de contêineres carretas transportando *heavy lifts*. Os conveses e rampas projetadas para a movimentação de cargas rodantes devem ter pisos antiderrapantes para evitar derrapagens dos autos e carretas durante as operações de carga e descarga.

Figura 9 – Rampa Externa de Popa



Fonte: Mestrado em Engenharia e Arquitetura Naval – Manuel Ventura

4.1.2 Rampas Internas

Essas rampas podem ser fixas ou móveis e são destinadas ao acesso das cargas nos diversos conveses. Elas dão acesso aos *car decks* onde são estacionados os carros ou viaturas de pequeno porte. Esses *car decks* podem ser movimentados verticalmente, utilizando

sistemas hidráulicos ou elétricos, para possibilitar a estivagem de viaturas de acordo com as suas alturas.

Uma característica operacional desse navio é a rapidez e flexibilidade de operação no porto. O aumento da velocidade de carregamento e descarregamento deve ser sempre um fator decisivo na escolha de suas características e, arranjos dos porões e rampas. Como já foi visto anteriormente, para que as cargas sejam movimentadas, é indispensável a utilização de rampas, conforme veremos a seguir.

A principal característica do navio Ro/Ro é possuir rampas externas em diferentes pontos de sua estrutura. Essas rampas representam, do ponto de vista do engenheiro naval, uma dificuldade, por serem mais uma abertura no casco sendo, portanto, necessário se obter um reforço na estrutura do local e assegurar uma perfeita estanqueidade. Essas rampas são estruturas de aço bastante reforçadas, com pressão admissível adequada que permite a movimentação de cargas no pátio do terminal destinado aos navios Ro/Ro, para o interior do navio, inclusive *heavy lifts*.

Esses navios tem características especiais com referência às localizações das suas rampas externas. Elas são localizadas num dos seguintes locais na proa, a ré e a meio navio.

Figura 10 – Rampas Internas



Fonte: Mestrado em Engenharia e Arquitetura Naval – Manuel Ventura

4.1.3 Rampa Externa Axial de Proa

É o tipo de rampa, localizada de acordo com o eixo longitudinal do navio, que coincide com o seu plano diametral. É muito utilizada nas embarcações tipo Ferry Boat. Do ponto de vista de segurança é considerada de alto risco, pois, apesar de ser exigida perfeita estanqueidade, ela pode ser afetada quando o navio atravessa região de mau tempo.

O navio Ro/Ro, quando possui rampa de proa, é mais utilizado em regiões interiores, onde não será afetado por caturros e arfagens que já causaram graves sinistros. Esse tipo de dispositivo somente permite a atracação de proa, limitando a escolha do berço de atracação no terminal.

Figura 11 – Rampa de Proa



Fonte: Mestrado em Engenharia e Arquitetura Naval – Manuel Ventura

4.1.4 Rampa Externa Oblíqua de Proa

É uma rampa inclinada localizada na proa fazendo um ângulo de até 45° com o eixo longitudinal do navio, localizada na bochecha de BE. Uma das desvantagens desse tipo de rampa é que, como ela somente pode ser arriada para esse bordo, o navio jamais poderá atracar por BB. Esse tipo de rampa exige perfeita estanqueidade no local do seu recolhimento

no casco do navio, pois oferece os mesmos riscos da rampa axial de proa. Portanto, o comandante deve inspecionar periodicamente as borrachas de vedação e o sistema hidráulico de fechamento da rampa no local de atracação da rampa, ao ser recolhida para viagem. Ao atracar o navio, o comandante deverá também ter o cuidado de deixar a extremidade da rampa livre dos cabeços do cais, no berço de atracação.

4.1.5 Rampa Externa Axial de Popa

Ao ser disparada no terminal acompanha o eixo diametral do navio, e somente permite a atracação de popa. Em alguns navios, as rampas axiais de popa podem ser superpostas. Esse arranjo agiliza a operação de carga e descarga porque possibilita simultaneamente o embarque e desembarque de diferentes conveses. As rampas de popa, não apresentam os mesmos riscos com referência a estanqueidade porque o navio, mesmo quando enfrenta o mar de proa em região de mau tempo, estão menos sujeitos a problemas de embarque de água do mar. É muito importante que seja examinada a atracação da rampa junto da estrutura de ré por ocasião do seu fechamento para não comprometer a estanqueidade e com isso garantir as boas condições de flutuabilidade e estabilidade. As borrachas de vedação deverão estar sempre em boas condições.

Figura 12 – Rampa de Popa



Fonte: Mestrado em Engenharia e Arquitetura Naval – Manuel Ventura

4.1.6 Rampa Externa Oblíqua de Popa (*Quarterramp*)

É uma rampa inclinada localizada na popa, na alheta de BE, formando um ângulo de 45° com o eixo longitudinal do navio. A sua desvantagem é a impossibilidade do navio atracar por BB. O Comandante deverá ficar vigilante com relação à estanqueidade do local de recolhimento da rampa, assim como vistoriar periodicamente o sistema hidráulico de fechamento dessa estrutura.

Ao ser arriada a rampa no cais do terminal, o Comandante deverá evitar a sua extremidade fique em direção a algum cabeço, para evitar avarias irreparáveis.

Em alguns navios Ro/Ro são instaladas duas rampas externas oblíquas de popa o que possibilita a atracação do navio por BE ou por BB.

Figura 13 – *Quarterramp*



Fonte: Mestrado em Engenharia e Arquitetura Naval – Manuel Ventura

4.1.7 Rampa No Costado (lateral)

Ela fica localizada no resbordo ou costado, à Boreste ou a Bombordo.

O navio RoRo, também pode possuir duas rampas, sempre no mesmo bordo. O navio Ro/Ro que possui esse tipo de rampa, quase sempre, tem, também, uma rampa oblíqua de proa ou de popa, para agilizar as operações de carga e descarga.

Figura 14 – Rampas Laterais

Fonte: Mestrado em Engenharia e Arquitetura Naval – Manuel Ventura

4.1.8 Rampa Giratória de Proa ou Popa (*Slewingramp*)

Essa rampa externa localizada na proa ou na popa pode girar para um bordo ou para outro, até um ângulo de 33° a partir do plano diametral, possibilitando a atracação do navio, por BE ou BB e de proa ou de popa. Ela pode, se for necessário, girar até 80° para cada bordo sem interrupções. A grande vantagem da rampa giratória é permitir a atracação do navio por BE, BB, pela proa ou pela popa. A rampa gira em torno de um eixo, tipo *pivot* que permite alcançar até 80° para BB e BE.

Figura 15 – Slewingramp

Fonte: hamptoroads.com

4.1.9 Elevadores de Carga

Os elevadores servem para transportar veículos entre pavimentos, em navios em que o espaço longitudinal é limitado.

Existem configurações em que a própria plataforma funciona como tampa de escotilha estanque quando fixa na sua posição superior.

Os elevadores podem ter vários tipos:

- Tesoura
- Telescópicos
- Cadeias

Figura 16 – Elevador de carga cadeia



Fonte: Mestrado em Engenharia e Arquitetura Naval – Manuel Ventura

4.2 Formas de Carregamento

Os dois principais requisitos para se obter sucesso no carregamento de um navio Ro/Ro deve-se aos cuidados com os equipamentos que compõem esses navios e a peação da carga transportada. As mais importantes ressalvas serão apresentadas a seguir:

- Deve-se ter cuidados com as rampas externas de embarque;
- Manter o navio adriçado utilizando os *anti-heeling tanks* (tanques de compensação); que são tanques de lastro laterais em forma de “U”, que funcionam com transferência automática de lastro de água salgada, para manter o navio sempre sem banda. O controle desse tanque de lastro fica no C.C.C (Centro de Controle de Carga) ou COP (Centro de Operação de Porto).

- Durante as operações de carga e descarregada a inclinação não poderá exceder 5° porque afeta a segurança da rampa externa por ocasião das operações de embarque e desembarque;
- Manter o navio com pequeno compasso, para uma inclinação máxima da rampa de popa, em torno de 8°. A distância do nível da água ao cais deverá estar compreendido entre 1,5m e de 4m;
- O compasso ideal é conseguido efetuando-se transferência de lastro entre tanques localizados no fundo-duplo, no sentido longitudinal;
- Acompanhar o movimento das marés para evitar inclinação da rampa de embarque. O Comandante deverá ao chegar ao terminal, verificar as horas da preamar e baixa mar para controlar a altura da rampa e evitar acidentes caso ela tome alguma inclinação exagerada;
- Deixar a extremidade da rampa livre de qualquer cabeço de amarração existente no berço de atracação, pois o choque dessa estrutura com o cabeço provocará sérias avarias na rampa, impedindo qualquer operação de carga;
- Ao embarcar carga no *car deck*, verificar a pressão admissível desse local, pois a pressão da carga sobre os eixos é pequena. Como a PA dos *car deck* é muito pequena deverá ser evitado o embarque de cargas pesadas nesse local de estivagem;
- Observar a pressão admissível da rampa externa quando efetuar embarque de grandes pesos (HL);

Figura 17 – *Heavy lift* sendo carregado em um navio Ro/Ro



Fonte: oportodagradosa.blogspot.com

4.2.1 Peação das Cargas nos Navios Roll on Roll off

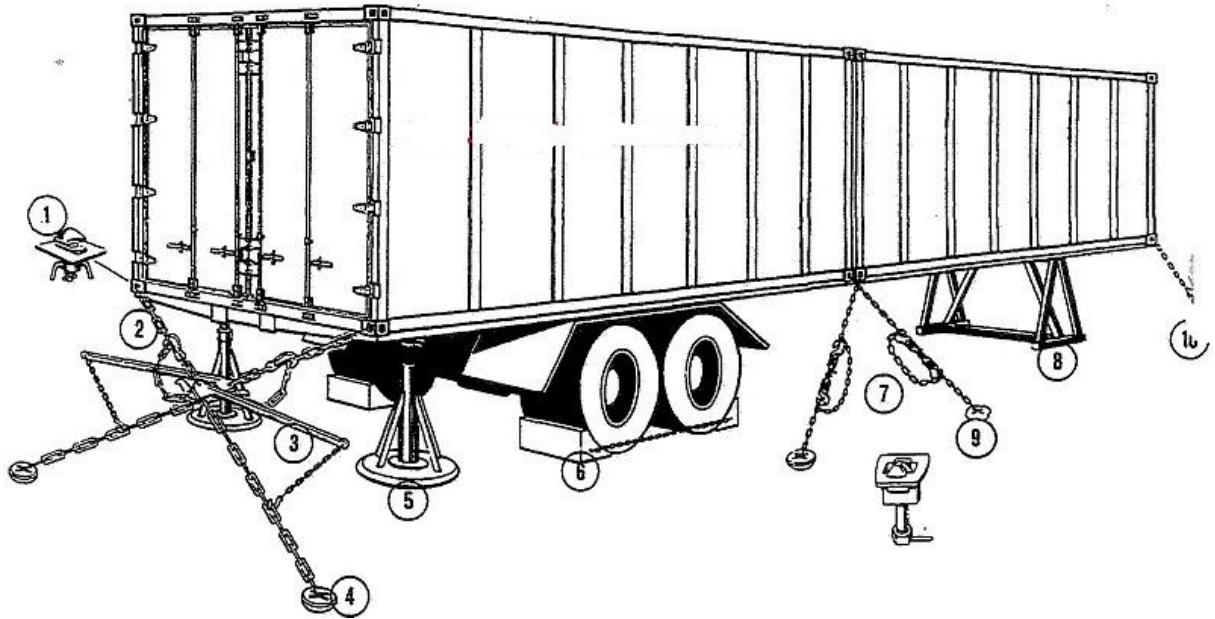
Uma inclinação pode causar o deslocamento da carga devido aos efeitos dinâmicos provocados pelo movimento do navio no mar, caso ela não seja bem peada e escorada. Esse problema pode se agravar porque os tripulantes do navio normalmente não podem ver como a carga está estivada dentro das suas embalagens ou nos contêineres que são transportados nos trailers.

Uma carga pesada ou outro volume, mesmo com pouco peso, ao correr pode provocar avarias em outros volumes que estejam estivados no mesmo compartimento de estivagem. O deslocamento da carga pode criar banda permanente com graves consequências caso algum volume seja uma substância perigosa, além de, em caso extremo, avaria no casco ou estrutura do navio. O tipo de peação deve ser em função da espécie de carga transportada.

As cargas rodantes devem ser muito bem peadas porque existe grande facilidade delas se movimentarem durante a viagem. Elas devem ser peadas com cinta de nylon e guardando uma distância de segurança para evitar colisão durante a viagem. Nos navios Ro/Ro também são transportados ônibus e tratores que devem ser peados também com cintas de nylon.

Os contêineres são peados de acordo com o local de estivagem. Quando eles são estivados no convés a peação utilizada é a mesma adotada no *full container*. No interior dos compartimentos de carga do navio Ro/Ro, geralmente os contêineres são peados no próprio trailer. Já a carga geral pode ser peada com a utilização dos materiais convencionais conhecidos que são: madeira, cabos de fibras natural ou sintética, de arame de aço, manilhas, macaco esticador, correntes de aço, clips e olhais.

Figura 18 – Peação de um contêiner



Fonte: www.blogmercante.com

Figura 19 – Peação de Peças



Estivadores de Aveiro ®

Fonte: estivadoresaveiro.blogspot.com

4.3 Principais Problemas de Estivação

As portas de acesso de carga na popa e na proa do navio representam um potencial ponto fraco, assim como as portas laterais com que alguns navios Ro/Ro são equipados. Ao longo dos anos, estas portas podem se danificar, especialmente quando a porta também serve como rampa. Se a carga não for devidamente estivada, respeitando as regras de peação, pode gerar o derrame de substâncias perigosas, e, em casos extremos, danos ao casco e estrutura do navio. Isso pode ocorrer também porque a tripulação não vê como a carga é embarcada/desembarcada, visto que geralmente, nesse tipo de navio, a carga é rolante e entra por conta própria. Estudos como de *Norske Veritas* e pelo Departamento de Comércio e Indústria do Reino Unido, mostram que 43% das perdas de Ro/Ro poderiam ser atribuídas a mudança de carga, falhas operacionais e má fixação da carga ou dos veículos. Acidentes com muitos danos tanto aos veículos quanto as diversas cargas se tornaram tão frequentes que uma pesquisa mais detalhada foi promovida e algumas dificuldades em relação a estivada da carga foram destacadas:

- a) Estiva de carga no convés: Uma vez que a carga é movida para dentro e fora do navio, após já estar a bordo, arrumadas e bem juntas, é difícil posicionar os cabos e outros arranjos para fixá-las nas melhores localizações possíveis.
- b) A variedade de veículos e carga transportada: Os navios Ro/Ro necessitam ser capazes de transportar diferentes tipos de cargas com rodas, seja de 45 toneladas ou 100 toneladas. É quase impossível conceber um sistema de amarração que seja ideal para todos os casos.
- c) Protegendo a carga dentro da unidade: Recipientes e outras unidades de transporte são frequentemente selados quando eles deixam o lugar onde são carregados e não são abertos novamente até que cheguem ao seu destino final. Isto é feito por razões de segurança e também para satisfazer regulamentos. Mas isso significa que a tripulação do navio e do pessoal do porto responsável por carregar a carga são incapazes de analisá-la para certificar-se de que estão devidamente protegidas. Eles são dependentes da habilidade e da diligência de pessoas que muitas vezes não têm conhecimento das forças que podem ser encontradas a bordo de um navio em mar revolto.
- d) A falta de anteparas transversais a bordo desses navios significa que um incidente relativamente menor, tal como um reboque tombar como resultado de um defeito de amarração, podem rapidamente se transformar em algo mais grave. Unidades

próximas ao rebocador podem se desprender gerando um resultado de efeito dominó. Essas mudanças de carga podem gerar graves problemas de estabilidade para o navio.

- e) É difícil providenciar as melhores condições de carga, uma vez que as unidades chegam ao porto de embarque em uma ordem aleatória e é igualmente difícil para a tripulação obter informações detalhadas sobre os veículos, a carga, peso, etc.

5 ESTABILIDADE

5.1 Critérios da Estabilidade Transversal

O navio Ro/Ro, por suas características especiais de construção não tem muita reserva de fluutuabilidade porque seus compartimentos de carga são amplos e sem anteparas transversais estanques. Apenas uma pequena extensão do casco do navio é estanque ou seja, aquela que coincide com as anteparas do anti-*heeling tank*, onde o navio tem casco duplo. No projeto de construção do navio Ro/Ro os projetistas procuram estabelecer condições seguras de navegação estabelecendo o melhor valor de altura metacêntrica inicial possível. É importante que a curva de estabilidade estática atenda aos critérios da IMO e que além do valor mínimo da GM inicial ser 0,15m, já corrigido o efeito da superfície livre nos tanques de *bunker*, aguada e lastro, também deverá cumprir os requisitos da Resolução da IMO A-167 e os critérios de estabilidade dinâmica do navio sob efeito do vento. As cargas embarcadas nos navios Ro/Ro são sensíveis aos efeitos da aceleração transversal, que aumentam as cargas sobre as peças utilizadas na peça dos contêineres, carros, carretas, ônibus e outras cargas rodantes. Esse efeito das acelerações são maiores quando a GM é grande causando um pequeno período de balanço, em torno de 8 segundos, portanto, o navio se encontra com excesso de estabilidade. O manual de estabilidade e trim do navio também mostra as condições de estabilidade avariada e a curva de estabilidade estática com o navio avariado e alagamento nos compartimentos de carga, inclusive quando o alagamento ocorre por ocasião de combate a incêndio no porão. É muito importante que seja evitada a entrada de água pelas rampas externas e portas de resbordo porque alguns acidentes ocorreram com mortes de passageiros e tripulantes. Os maiores acidentes marítimos com essa classe de navio ocorreram com os *ferries* MS “Salaman” em 2006, quando ocorreram 1000 mortes entre passageiros e tripulantes e, em 28 de setembro de 1994, com o MS “Stonia” quando ocorreram 850 óbitos entre tripulantes e passageiros. Foi constatado em ambos sinistros que a porta localizada a ré da rampa de proa não foi bem atracada, permitindo a entrada de água, causando perda de fluutuabilidade e estabilidade, causando uma exagerada banda e, conseqüentemente, naufrágio.

5.2 Principais Perigos

O movimento de carga sobre a plataforma de veículos pode afetar a estabilidade do navio, fazendo com que ele perca até mesmo estanqueidade. A irrupção repentina de água

após danos ao casco ou falhas das portas estanques pode ser ainda mais grave e rápido. O fato de que os navios Ro/Ro de passageiros têm, geralmente, uma grande superestrutura em comparação com outros tipos significa que eles podem ser mais afetados pelo vento e mau tempo. Portas de acesso de carga instalados em Ro/Ro são frequentemente localizados muito perto da linha d'água. Isto significa que um jogo muito intenso do navio ou principalmente, defeitos na estanqueidade dessas entradas causados pelo movimento da carga, pode levar a perfurações abaixo da linha d'água, resultando em uma irrupção repentina de água, que por sua vez resulta no aumento da banda permanente e um possível emborcamento do navio. A característica que distingue o navio Ro/Ro de outros tipos são as plataformas de veículos que correm todo o comprimento do navio, com uma porta em cada extremidade. É crucial para todo o conceito Ro/Ro e uma de suas características mais controversas, uma vez que levou a preocupação considerável sobre a segurança desses navios em relação a sua estabilidade, tanto no estado intacto quanto no danificado.

Figura 20 – Acidente no porto



Fonte: naviosenavegadores.blogspot.com

5.3 Atualização das Convenções

De acordo com a Convenção Internacional das Linhas de Carga de 1966, os navios são divididos em dois tipos básicos: Navios do tipo A, em que se incluem os petroleiros, que são atribuídas bordas livres mais baixas do que os navios do tipo B. Os do tipo A são melhores protegidos em alto mar, porque eles têm subdivisões mais internas e menos áreas de superfícies para aberturas. Navios de carga seca, incluindo os navios Ro/Ro de passageiros,

são do tipo B, com bordas livres maiores e estão sujeitos a exigências menos rigorosas para subdivisões e estabilidade em avaria. Requisitos de estabilidade, na Convenção SOLAS, referentes a subdivisões e danos para transporte de passageiros por navios estão contidos na parte B do capítulo II da versão 1960 e capítulo II-1 da versão 1974. Em ambos, o padrão de subdivisão varia de acordo com o comprimento dos navios e o número de passageiros a bordo. Os navios de passageiros são definidos como os navios que transportam mais de 12 passageiros. Isto é importante na medida em que alguns navios Ro/Ro's transportam passageiros, incluindo balsas de carros, mas sendo classificados como navios de passageiros.

O resultado mais expressivo seria tornar obrigatório para a linha *Ferries* a construção obrigatória do *deck* de tal forma que os veículos fiquem estacionados acima da linha d'água. A área sob esta plataforma deve ser subdividida por anteparas estanques verticais. A Convenção SOLAS 1960 usou o que é conhecido como método determinístico. Ele estabelece cálculos precisos para a determinação de parâmetros como o comprimento admissível de compartimentos, requisitos especiais sobre subdivisões, a estabilidade em uma condição danificada, e outros fatores. No entanto, muitas autoridades consideraram que o método determinístico estava longe de ser ideal. Em 1973, por isso, a Assembleia da IMO adotou a resolução A.265 (VIII), intitulado regulamentos relativos a estabilidade dos navios de passageiros. Este foi concebido como um equivalente à parte B do capítulo II do SOLAS 60 e quando a Convenção de 1974 foi adotada foi feita uma referência aos requisitos desta resolução, que pode ser usado em vez das contidas na parte B. A resolução A.265 utiliza uma abordagem completamente diferente, conhecida como o método probabilístico. Isto tenta estabelecer a probabilidade do navio sobreviver no caso de certos danos. O grau de subdivisão necessária para cada navio é determinado por uma fórmula conhecida como *required* índice R. Com essa fórmula, calcula-se o grau de segurança exigida conforme o aumento do número de passageiros transportados e o comprimento do navio. Outras disposições contém fórmulas para cálculo do efeito provável sobre a estabilidade no caso de certos danos. Estas fórmulas podem ser utilizadas para calcular o grau A. Notas de orientação emitidas pela IMO para ajudar a aplicação destes requisitos afirma que o índice subdivisão A é baseado no conceito de que há a probabilidade de sobrevivência do navio em caso de colisão. Para desenvolver esse conceito, assume-se que o navio está danificado. Uma vez que a localização e o tamanho da lesão é aleatória, não é possível afirmar que parte do navio torna-se inundada. No entanto, a probabilidade de alagamento de um espaço pode ser determinado se a probabilidade de ocorrência de certos danos é conhecida. A probabilidade de inundar um espaço é igual a probabilidade de ocorrências de outros tais danos considerando um espaço aberto. Deste

modo, um espaço é uma parte do volume do navio, que é delimitada por divisões estruturais estanques. Em seguida, assume-se que um determinado espaço é inundado. Além de algumas invariáveis características do navio, a sobrevivência dele ao alagamento vai depender do projeto inicial e da GM corrigida, a permeabilidade do espaço e as condições climáticas que são todas aleatórias no tempo quando o navio está danificado. Desde que as combinações das variáveis acima mencionadas e da probabilidade de sua ocorrência são conhecidos, a probabilidade de que o navio com o espaço considerado inundado não vire ou aderne pode ser determinada. A probabilidade de sobrevivência é igual a soma dos produtos para cada compartimento ou grupo de compartimentos da probabilidade de que um espaço é inundado multiplicado pela probabilidade de que o navio não vire ou afunde com o espaço considerado inundado. Se eles são construídos de acordo com a parte B do capítulo II da Convenção SOLAS 74 ou resolução A.265, o fato de que eles são classificados como navios de passageiros significa que balsas de carro são construídas de tal maneira que a plataforma do veículo está acima da linha de água. A área abaixo do pavimento do veículo é subdividida. Isto significa que, se o navio está envolvido numa colisão a água que entra vai ser retida permanentemente ou durante algum tempo pelas anteparas verticais. Mesmo que o dano seja tão grande que o navio afunde, ele geralmente vai sofrer essa ação devagar o suficiente para as pessoas a bordo conseguirem evacuá-lo com segurança. No início da década de 1970 cada vez mais Ro-Ros foram sendo construídos para o transporte de veículos de mercadorias e contêineres, em vez de carros particulares e passageiros comuns. Muitos dos envolvidos neste crescente comércio sentiu que os requisitos da IMO existentes eram desnecessariamente rigorosos. Em 1973, algumas delegações mantiveram em uma reunião do Comitê de Segurança Marítima da IMO (MSC) que os condutores de veículos de mercadorias não eram passageiros, mas estavam a bordo do navio, a fim de pilotar carga. Devem, portanto, ser considerados como envolvidos a bordo no negócio do navio. Por consequência desta opinião foi aceito o significado de que os navios Ro-Ros de passageiros concebidos para o transporte de veículos de 12 ou mais motoristas já não fosse classificados como de passageiros de navios. Eles poderiam ter sido construídos de modo que eles poderiam incorporar outra plataforma de veículo abaixo do pavimento das anteparas (e abaixo da linha de água), sem quaisquer anteparas transversais, além de máquinas especiais e anteparas serem exigidas. A estanqueidade então, dos navios, é formada principalmente pelas anteparas longitudinais.

5.4 Estabilidade Intacta e Danos dos Navios Ro/Ro

Uma das propostas mais importantes do relatório do Painel de Peritos diz respeito ao efeito de uma acumulação de água no pavimento Ro/Ro fechado, descrito como “a maior ameaça para um navio Ro/Ro”. Como vimos, desde abril de 1990, todos os novos navios Ro/Ro de passageiros tiveram de ser construídos de acordo com a SOLAS 90, enquanto uma versão ligeiramente modificada foi aplicada aos navios de passageiros Ro/Ro. Testes realizados no Reino Unido mostraram que a SOLAS 90 daria um padrão de proteção logo após um acidente, tal como uma colisão, que ocorreu em alturas de ondas de até 1,5 metros. O painel concluiu que estes requisitos devem ser melhorados para incluir o efeito da água sendo acumulada no pavimento Ro/Ro, a fim de permitir que o navio sobreviva a condições de mar mais graves. Parecia que este não poderia certamente ser excluído quando cenários realistas são considerados. Foi concordado que o Painel teria profundas implicações para a frota Ro/Ro existentes, necessitando de algumas melhorias no projeto e construção, tornando comercialmente inviável algumas alterações para tal mudança. Compreensivelmente houve considerável diferença de opinião entre os delegados sobre as propostas e, em particular, sobre a recomendação de que a SOLAS 90 deveria ser modificada para levar em conta a água no convés de veículos. No entanto, os projetos de textos foram preparados e distribuídos aos Membros da Convenção SOLAS. Isso tinha que ser feito, pelo menos, seis meses antes da Conferência de Novembro por razões legais. Tendo resolvido essa questão, o Comitê voltou sua atenção para outras questões levantadas pelo Painel de relatório de peritos.

5.4.1 Navios de Um Só Compartimento

O Comitê concordou que a norma de um compartimento não deve ser aceita para os novos navios Ro/Ro de passageiros que transportem um número relativamente baixo de passageiros. Este padrão significa que navios devem ser capazes de sobreviver mesmo se um compartimento estanque é inundado. O Comitê concordou que os navios de um só compartimento devem ser modificados para cumprir um padrão de dois compartimentos, ou ter o seu número de certificado de passageiros reduzido ao longo de um período de anos para um número limitado aprovado.

5.4.2 Segunda Linha de Defesa

Foi acordado que deve sempre haver uma porta interior atrás da porta de proa ou viseira para agir como uma segunda linha de defesa. Outras medidas para evitar a entrada de água no pavimento Ro/Ro, por exemplo, através de portas que dão para outras partes do navio, foram acordadas. Estes incluem a proibição da prática de operar os navios Ro/Ro de passageiros com portas estanque abertas. Isso só seria permitido se tais portas fossem controladas a partir do passadiço movido a energia elétrica.

6 DOCUMENTOS UTILIZADOS

Os documentos utilizados nas operações de carregamento são semelhantes aos usados nos navios de carga geral. A relação dos contêineres que serão embarcados deverá ser registrada no *Container Summary* e da carga geral na lista de carga. Após o embarque deverão ser preenchidos o *container breakdown* e o *tally of cargo*. Os *mate's receipts* também deverão ser emitidos, pois eles descrevem as características da carga que serão registradas no manifesto de carga, que servem para a legalização das mercadorias junto à Receita Federal. O conhecimento de carga é então preenchido e enviado para bordo, apenas as cópias não negociadas, que servem como documento de propriedade da carga. Ao ser embarcada carga refrigerada, containerizada, deverá ser enviada ao navio uma carta de ordem com as temperaturas de transporte das mercadorias, sendo alertadas sobre os limites acima e abaixo do *set temperature*. Quando o navio está sob contrato de afretamento, deverá ser preenchido o *Statement of Facts* (registro de ocorrências), que servirá para identificar atrasos ocorridos na programação da viagem. Quando o navio embarcar mercadorias perigosas o Comando do navio deverá receber a lista de carga perigosa e o manifesto de cargas perigosas.

Figura 21 – Tally of cargo

TRANSPORTATION CONTROL AND MOVEMENT DOCUMENT									
TO		FROM		DATE		TIME		PLACE	
TXI		A33RV		733Z4		2DC		KFI	
B CS		AK9521		071		030		3 1205	
						81		4372/881	
2DC		033A-7						HA-LORD	
TALLY NO. DESCRIPTION QUANTITY UNIT WEIGHT VOLUME MARKS REMARKS TOTAL 24 + 30 + 27 = 81									

Fonte: rdl.train.army.mil

Figura 22 - Mate's receipt

AMERILINES, INC. - NEW YORK

(1) SHIPPER/EXPORTER COMPLETE NAME AND ADDRESS: AMB. EDGAR CAMACHO C/O SEPCO-EXPORT MANAGEMENT COMPANY 1 ASCAN AVENUE, PH 74 FOREST HILLS, NY 11375 TEL: 718-268-6233 FAX: 718-268-0505		(4) BOOKING NO. 0766460	(5) BILL OF LADING NO.
(2) CONSIGNEE COMPLETE NAME AND ADDRESS: AMB. EDGAR CAMACHO C/O: EXPRINTER LIFTVANS-BOLIVIA SRL, AVE. MRCAL. SANTA CRUZ, ESQ/LOAYZA TEL: (5912) 365612, 720054 ATTN: BENJAMIN MALDONADO		(6) EXPORT REFERENCE: EX-697/10;	
(3) NOTIFY PARTY COMPLETE NAME AND ADDRESS: SAME AS ABOVE		(7) FORWARDING AGENT'S NO.	
(8) PORT AND COUNTRY OF ORIGIN: NEW YORK USA		(9) ALSO NOTIFY ROUTING & INSTRUCTIONS: FOR CARGO RELEASE PLEASE CONTACT: HANS ZEHLE A. C. ASPIAZU 695 CASTILLA 2346 - LA PAZ, BOLIVIA TEL: 011-591 2-94836	
(10) INITIAL DAMAGE BY MODE:	(11) PLACE OF INITIAL RECEIPT	(12) FINAL DESTINATION OF THE GOODS NOT THE SHIP: LA PAZ, BOLIVIA	
(13) VESSEL: M/V FLAG: MSC NICOLE V.233	(14) PORT OF LOADING: NEW YORK	(15) LOADING PERMIT/TERMINAL: MAHER TERM, PT. ELIZ, NJ	(16) ORIGINALS TO BE RELEASED AT: NEW YORK
(17) PORT OF DISCHARGE: ARICA	(18) PLACE OF DELIVERY BY ON-CARRIER: LA PAZ	(19) TYPE OF MOVE IF MAES USE BLOCK IS AN APPROPRIATE: H/H	

PARTICULARS FURNISHED BY SHIPPER

MAES & NOS CONT NOS	NO OF PKGS	DESCRIPTION OF PACKAGES AND GOODS	GROSS WEIGHT	MEASUREMENT
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
*CAMACHO/ LA PAZ, BOLIVIA	1	TWENTY FT. H/H CONTAINER S.T.C. 146 PCS. USED HOUSEHOLD GOODS & PERSONAL EFFECTS, NOT FOR RESALE FREIGHT PREPAID IN TRANSIT TO LA PAZ, BOLIVIA VIA ARICA	2727-KG	1.000-CF

CONTR.#ITLU-652602/9
SEAL# 2482643

THESE COMMODITIES, TECHNOLOGY OR SOFTWARE WERE EXPORTED FROM THE UNITED STATES IN ACCORDANCE WITH THE EXPORT ADMINISTRATION REGULATIONS. DIVERSION CONTRARY TO U.S. LAW PROHIBITED.

NON-NEGOTIABLE

DECLARED VALUE \$	FREIGHT CHARGES	RATED AS	PER	RATE	PREPAID	COLLECT	CURRENCY/DATE OF EXCHANGE

TOTALS▶

IN WHICH WHOLESALE (3) THREE original bills of lading of the same tenor and date one of which being accomplished the others to remain void, have been issued by AMERILINES, INC. - NEW YORK or its designated agent on behalf of each other participating carrier, the master, the mate and names of charges.

APPLICABLE ONLY WHEN USED FOR MULTIMODAL OR THROUGH TRANSPORTATION. INDICATE IN THE BODY OF THE CARRIER'S MAJOR/PODS MATERIAL UNDER 007. ALSO OTHER REGULATIONS AND INDICATE CORRECT COMMODITY NUMBER IN BOX 22

DATE 07-07-97

NY-1712

AMERILINES, INC. NEW YORK CONDUCTING BUSINESS
BY OF AMERILINES USA, INC. AS AGENTS

Fonte: www.brightubengineering.com

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante os últimos anos, uma grande quantidade de trabalho tem sido feito pela IMO para melhorar a segurança dos navios Ro/Ro e as propostas feitas pelo Painel de Especialistas vão manter o MSC e seus sub-comitês ocupada por um longo tempo. Mas a experiência tem demonstrado que a segurança não pode ser assegurada apenas pela aprovação das regras. Muitos dos acidentes de Ro/Ros que tenham ocorrido ter sido porque os regulamentos não eram devidamente implementados ou por erro humano. Isto é verdade para outros tipos de navios, porém, para os navios Ro/Ros talvez seja mais complexo do que a maioria dos navios pois quaisquer erros podem levar a catastróficas consequências, por causa do grande número de pessoas a bordo. Um novo sub-comitê foi criado para melhorar a forma como as medidas são implementadas pelos países. A criação de sistemas de controle do Estado do porto regionais tem sido incentivada. O ISM code ajuda a elevar os padrões de gestão, enquanto as emendas à Convenção STCW fará o mesmo para a formação e certificação dos marítimos. Mais trabalho está sendo realizado sobre questão como fadiga e outras causas de acidentes. Muitas das medidas adotadas pela IMO no passado foram projetados para minimizar as consequências dos acidentes. A ênfase agora é na tentativa de evitá-los.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DI FARIA, Marcello. **A Evolução dos Navios Ro-Ro**. Edição do autor.

IMO AND RO-RO SAFETY. Disponível em:

<<http://www.imo.org/OurWork/Safety/Regulations/Documents/RORO.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2014.

LUISA, Luana. **PROJETO DE UM NAVIO PURE CAR CARRIER**. Disponível em:

<http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2009/luana_luisa/relat1/Relatorio_1_Luana_Luisa.htm>. Acesso em: 13 jun. 2014.

TIPOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DE NAVIOS. Disponível em:

<http://transportemaritimoglobal.files.wordpress.com/2013/11/tipologia-de-navios_antoniocosta.pdf>. Acesso em: 29 jun.2014

VENTURA, Manuel. **Secção Autônoma de Engenharia Naval**. Instituto Superior Técnico/ Edição do autor, 2006.