



SENAI - CIMATEC

MÁRIO JOSÉ MACHADO DE BARROS

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE
VENTILAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO, SEGUNDO NORMAS E
PADRONIZAÇÕES, PARA EMBARCAÇÕES**

Salvador
AGOSTO - 2015

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE
VENTILAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO, SEGUNDO NORMAS E
PADRONIZAÇÕES, PARA EMBARCAÇÕES**

Monografia apresentada como parte integrante das
exigências para a conclusão do Curso de Especialização
em Refrigeração e Ar Condicionado.
Orientador: Professor Antônio José Mendonça Ferreira

Salvador
AGOSTO - 2015

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

B277a Barros, Mário José Machado de

Análise da utilização de sistemas de ventilação e climatização, segundo normas e padronizações, para embarcações. / Mário José Machado de Barros. – Salvador, 2015.

81 f.: il. color.

Orientador: Prof. Esp. Antônio José Mendonça Ferreira

Inclui referências.

Monografia (Especialização em Refrigeração e Ar Condicionado) – Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador, 2015.

1. Sistema de ventilação - Ar-condicionado. 2. Embarcação. 3. Autoridade Marítima. I. Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC. II. Ferreira, Antônio José Mendonça. III. Título.

CDD: 697.93

RESUMO

Após um período de estagnação na indústria naval brasileira que durou aproximadamente 20 anos, o setor vem apresentando uma retomada nos investimentos devido ao crescimento da atividade petrolífera, principalmente, após o descobrimento da camada do pré-sal e o Programa de Modernização e Expansão da Frota da Transpetro, fazendo com que o mercado brasileiro já detenha a quinta maior carteira de encomenda do mundo (Dores *et al*, 2012). Estas embarcações utilizadas para atender a exploração do pré-sal, conhecidas como embarcações de apoio marítimo, possuem características e exigências técnicas diferenciadas. Sendo assim, se faz necessário uma análise das normas e regulamentos técnicos nacionais para que seja garantido que os sistemas de ventilação e condicionamento de ar destas embarcações atendam aos requisitos técnicos e de segurança aplicáveis, e que estas não estejam defasadas tecnologicamente. Desta forma, o presente trabalho visa apresentar os sistemas de ventilação e condicionamento de ar geralmente utilizados nas embarcações e seus componentes, e as exigências das normas regulamentadoras NR-30 e da autoridade marítima NORMAM 01 e 02, além das normas técnicas da ABNT para estes sistemas, avaliando ainda as divergências que possivelmente existam destas normas com as regras de classificação das sociedades classificadoras, e o papel de importância destas entidades para as embarcações atuais.

Palavras-chave: Sistema de Ventilação e Ar-Condicionado, Embarcação, Normas Nacionais, Autoridade Marítima, Regulamentos.

AVALIAÇÃO DA BANCA

Considerando os fundamentos apresentados e as análises realizadas pelo aluno Mário José Machado de Barros, na presente monografia, intitulada **ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE VENTILAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO, SEGUNDO NORMAS E PADRONIZAÇÕES, PARA EMBARCAÇÕES** atribuo nota _____ à mesma.

Professor Antônio José Mendonça Ferreira – Orientador

Professor Carlos Tadeu Coelho Benevides

Professor Paulo Roberto Rego Silva

Salvador, Bahia, 21/07/2015

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	OBJETIVO DA PESQUISA	11
1.2	ESTRUTURA DA MONOGRAFIA.....	11
2	DEFINIÇÃO, TERMOS E NOMENCLATURAS	12
3	SISTEMAS DE VENTILAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO	18
3.1	SISTEMA DE VENTILAÇÃO	19
3.2	SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR	24
4	NORMAS E PADRONIZAÇÕES.....	37
4.1	NORMA REGULAMENTADORA NR-30.....	37
4.2	NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA – NORMAM	40
4.3	NORMAS ABNT	47
5	SOCIEDADE CLASSIFICADORA	56
5.1	ABS – AMERICAN BUREAU OF SHIPPING	57
6	CONCLUSÃO.....	74
7	BIBLIOGRAFIA	79

SUMÁRIO DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da Exploração Petrolífera Offshore (Material PROMINP, 2013).....	10
Figura 2 - Borda-Livre (Wikipedia borda livre, 2015).....	13
Figura 3 - Anteparas (Wikipedia vau, 2015).....	13
Figura 4 – Braçola (Arte Naval, 2006).....	14
Figura 6 – Alboios / Vigias (<i>blogspot mar do Ceará, 2015</i>).	15
Figura 7 – Unidade de Propulsão Azimutal ou Azipod (<i>blogspot salvador-náutico,2015</i>).....	17
Figura 8 – Sistema de Ventilação Natural (Taggart, 1980).....	20
Figura 9 – Sistema de Ventilação com Alimentação Mecânica (Taggart, 1980)	21
Figura 10 – Sistema de Típico para Ventilação da Sala de Bomba (Taggart, 1980).....	22
Figura 11 – Sistema a ar por zona (Carvalho e Morales <i>apud</i> França, 2005)	25
Figura 12 – Sistema a ar com reaquecimento terminal (Carvalho e Morales <i>apud</i> França, 2005)	26
Figura 13 – Sistema a ar de duplo duto (Carvalho e Morales <i>apud</i> França, 2005).....	26
Figura 14 – Climatizador de indução (Pirani).....	27
Figura 15 – Instalação de indução (Pirani).....	28
Figura 16 – <i>Self-Contained</i> (Pirani)	30
Figura 17 – Alimentação de Ar nos Compartimentos de Carga (Taggart, 1980).....	31
Figura 18 – Circuito Aberto da Água do Mar (Silva, 2007)	32
Figura 19 – Circuito Fechado da Água do Mar (Silva, 2007).....	33
Figura 20 – Sistema de Água Condensada (Navio Sonda Pré Sal)	34
Figura 21 – HVAC Acomodações (Navio Sonda Pré Sal).....	35

SUMÁRIO DE TABELAS

Tabela 1 – Demandas do Sistema de HVAC	18
Tabela 2 - Critérios de Projetos dos Sistemas de Ventilação (Taggart, 1980)	23
Tabela 3 – Normas Técnicas ABNT	48
Tabela 4 – Comparação Normas: ABNT-8646 x ABNT-8806.....	50
Tabela 5 – Comparação Normas ABNT 8807 x ABNT 9172 x ABNT 10804.....	54
Tabela 6 – Sociedades Classificadoras que Atuam em nome do Governo Brasileiro.....	56
Tabela 7 – Normas internacional de ventilação e ar condicionado para embarcações.....	76
Tabela 8 – Comparação entre Requisitos das Normas	77

1 INTRODUÇÃO

A história da indústria de construção naval no Brasil iniciou-se na época colonial. Segundo Telles (2015), os portugueses logo perceberam as vantagens de construir navios no Brasil, devido a sua posição estratégica em relação à rota da Índia, a grande disponibilidade de matéria-prima de boa qualidade e a mão-de-obra indígena. Assim o Brasil ofereceu ingredientes necessários para a instalação de estaleiros utilizados na reparação de embarcações e, no projeto e construção de outros navios. As primeiras embarcações de tipo europeu construídas foram dois Bergantis feitos no Rio de Janeiro, em 1531 (Salsa, 2009).

Muitos estaleiros foram fundados em vários pontos do nosso litoral (Telles, 2015), porém o mais importante até meados do século XIX, fundado por Thomé de Souza, ao instalar o Governo Geral em 1549, foi o Arsenal de Marinha da Bahia, onde foram construídas dezenas de navios incluindo os maiores navios de guerra deste período.

Ainda no fim do século XVI, também na Bahia, é organizado o primeiro estaleiro que recebe o nome de Ribeira das Naus, durante o governo de D. Francisco de Souza. Neste período, um benefício importantíssimo para a construção naval brasileira foi à padronização estabelecida pela Junta das Fabricas da Ribeira (Estaleiro de Lisboa). Esta padronização facilitou o projeto de peças, através de proporções e regras simples, para os mais variados tipos de embarcações.

“Segundo o historiador, essas padronizações - diríamos hoje Normas Técnicas - vigoraram até fins do século XVII e chegaram mesmo a ser empregadas no Brasil até meados do século XIX” (Salsa, 2009).

No ano de 1670 é construída a nau Padre Eterno pela Fábrica de Fragatas, situada na ponta do Galeão desde 1666. Esta nau foi considerada, na época, o maior navio do mundo. Assim a indústria naval brasileira crescia com o acréscimo de estaleiros particulares (Salsa, 2009).

Em 1763, após a transferência da capital federal do Brasil para o Estado do Rio de Janeiro, foi construído o Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, sendo a nau São Sebastião, em 1767, a primeira embarcação construída.

O Arsenal da Marinha do Rio Janeiro, que inicialmente era utilizado como principal centro de reparos navais, teve uma contínua e notável ampliação e modernização, a partir do ano de 1840, de forma que nos anos seguintes foram apresentados pioneirismos notáveis:

- Em 1852, foi construído o primeiro navio a hélice;

- Construção do primeiro navio encouraçado em 1865;
- Em 1883, primeiro navio de construção inteiramente metálica;
- Em 1890, foi construído o cruzador Tamandaré, de 4.537 t (O porte deste navio só viria a ser superado após 72 anos).

A partir de 1890, o Arsenal do Rio, que chegou a atingir um adiantamento técnico comparável aos centros mais avançados da Europa, estagnou e entrou em um processo de decadência irreversível ficando obsoleto e quase inútil, em pouco tempo.

Os 47 anos seguintes foram de decadência e quase total paralisação da construção naval brasileira (Telles, 2015). Ainda assim, houve algumas tentativas de reativação, como:

- Construção em 1919/22, de três navios mercantes no estaleiro de Henrique Lage, na Ilha do Viana; dois desses navios tinham 3.500 t.
- Construção, nesse mesmo estaleiro, do pequeno petroleiro 340-B, de 1.500 t, por encomenda do governo argentino, tendo sido assim o primeiro navio construído para exportação.

No ano de 1937, com o lançamento ao mar do Monitor Fluvial Parnaíba, foi retomada a construção naval no Brasil, no novo Arsenal de Marinha da Ilha do Rio de Janeiro, localizado na Ilha das Cobras.

A partir de 1958, com a criação do Fundo de Marinha Mercante e depois a organização do GEICON (Grupo Executivo da Indústria de Construção Naval), e da Comissão de Marinha Mercante, que faziam parte do Plano de Metas do Governo Juscelino Kubitschek, deu-se o renascimento da grande construção naval mercante no Brasil (Telles, 2015). Assim, no ano de 1961, foi construído o primeiro navio deste programa, o cargueiro Ponta d'Areia, no Estaleiro Mauá.

O progresso foi contínuo e notável até o ano de 1979, havendo a construção de um número cada vez maior de navios, incluindo o cargueiro Henrique Lage, de 10.500 t (ultrapassava-se, pela primeira vez, o porte do velho cruzador Tamandaré, de 1890).

Infelizmente, em 1979, teve início uma grave crise em nossa indústria de construção naval, que persistia até final do século XX e início do século XXI, período em que houve o crescimento das atividades petrolíferas *offshore* e a descoberta do pré-sal, gerando um novo aumento na demanda de novas embarcações para o mercado.

Estas embarcações, classificadas como navios-sonda, plataformas de produção e embarcações de apoio marítimo, possuem características e exigências técnicas diferenciadas e serão utilizadas principalmente para a exploração e produção de petróleo em águas profundas e ultras profundas, operando em pontos mais distantes da costa (Dores *et al*, 2012). Verificou-se, também, a necessidade de ampliar e renovar a frota de navios petroleiros e gaseiros do país para escoar a produção de óleo, gás e derivados.

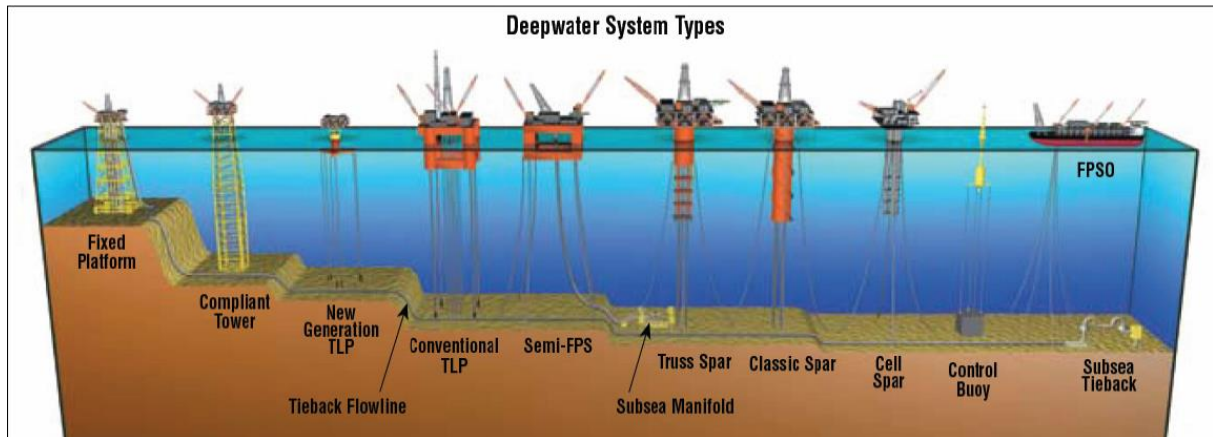


Figura 1 – Evolução da Exploração Petrolífera Offshore (Material PROMINP, 2013)

Desta forma, o mercado brasileiro já detém uma carteira de encomendas considerada a quinta maior do mundo. Plataformas, sondas, petroleiros e embarcações de apoio encomendadas, principalmente, pela Petrobras e Transpetro, acompanhada de medidas de política industrial lançada pelo governo brasileiro, como o mínimo de conteúdo local e os incentivos fiscais, obtiveram êxito na retomada de investimento no setor naval (Dores *et al*, 2012).

Diante deste novo panorama, de uma demanda crescente de navios que possuem características e exigências técnicas diferenciadas e a retomada de investimento após um longo período de estagnação (20 anos sem encomendas), deve ser feita uma análise no contexto das normas e regulamentações brasileiras de forma que sejam avaliados quais os impactos destes neste novo cenário.

1.1 OBJETIVO DA PESQUISA

Objetivo principal desta pesquisa é promover uma análise das normas e regulamentações nacionais referentes aos sistemas de ventilação e ar-condicionado utilizado nas embarcações e unidades Offshore, apresentando também as regras e requisitos solicitados pelas sociedades classificadoras para estes, de forma que possam ser avaliadas as abrangências de cada norma ou regra.

1.2 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

Esta monografia é composta de 7 capítulos, incluindo esta introdução, que situou o tema da pesquisa, definiu seus objetivos e descreve a abordagem dos capítulos subsequentes.

O capítulo 2 traz a definição dos termos e nomenclaturas utilizados para uma melhor abordagem do tema.

O capítulo 3 descreve sobre o sistema de ventilação e condicionamento de ar, apresentando os tipos de sistemas normalmente utilizados em embarcações.

O capítulo 4 apresenta as normas nacionais utilizadas para a regulamentação das embarcações e padronização dos sistemas de ventilação e condicionamento de ar.

O capítulo 5 apresenta as sociedades classificadoras, e apresenta as especificações de uma das Regras de Classificação da ABS.

O capítulo 6 apresenta as conclusões e propostas para trabalhos futuros.

O capítulo 7 apresenta as referências bibliográficas utilizadas para esta pesquisa.

2 DEFINIÇÃO, TERMOS E NOMENCLATURAS

Para o melhor entendimento da aplicação das normas apresentadas no capítulo 4, faz-se necessário primeiramente a explicação de alguns termos aplicados especificamente na área naval, não sendo utilizadas normalmente em áreas industriais e/ou residenciais. Além disso, existem definições específicas das normas da autoridade marítima para a definição de alguns parâmetros para as embarcações.

- **NORMAM (Normas da Autoridade Marítima)**
Normas elaboradas pela Diretoria de Portos e Costas (DPC) cuja finalidade é contribuir para a segurança do tráfego aquaviário, a prevenção da poluição hídrica e a salvaguarda da vida humana no mar.
- **Linha de Centro**
É a interseção do plano diametral por qualquer plano horizontal ou por qualquer plano vertical transversal. É, portanto, uma linha de simetria numa seção horizontal ou numa seção transversal do casco.
- **Plano diametral**
É o plano vertical longitudinal de simetria do casco. É a origem para todas as distâncias transversais horizontais que se chamam afastamentos, ou meias-larguras, ou ainda meias-ordenadas.
- **Borda Livre (BL)**
É a distância vertical da superfície da água ao pavimento principal (geralmente o convés), medida em qualquer ponto do comprimento do navio no costado. A ideia básica de se ter uma borda-livre mínima é a de estabelecer uma reserva de fluuabilidade à embarcação com o objetivo de evitar o carregamento excessivo, garantindo, assim, maior segurança ao navio, à carga, à tripulação e aos passageiros.

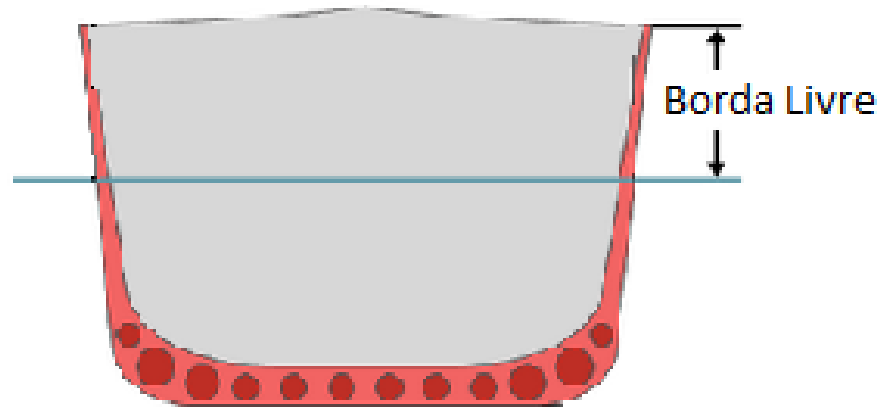


Figura 2 - Borda-Livre (Wikipedia borda livre, 2015)

- Convés principal

Dá-se este nome ao primeiro pavimento, contado de cima para baixo, contínuo da proa a popa, que é descoberto totalmente ou em partes.

- Convés de Borda Livre

É o convés completamente chapeado (normalmente o mais alto exposto ao tempo e ao mar), onde todas as aberturas possuem dispositivos de fechamento permanente estanque, e a partir do qual se mede a borda livre.

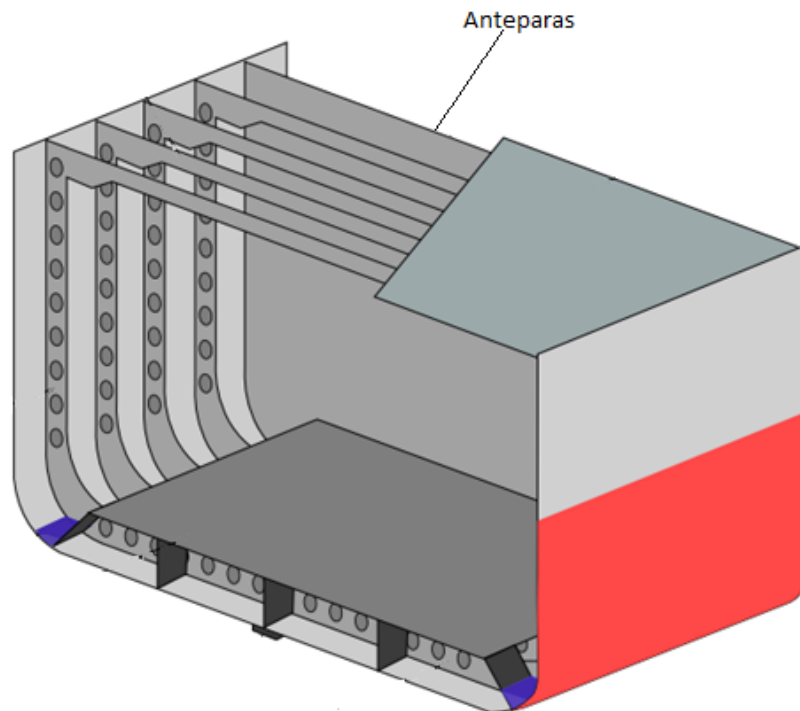


Figura 3 - Anteparas (Wikipedia vau, 2015)

- Anteparas

São as separações verticais que subdividem em compartimentos o espaço interno do casco, em cada pavimento. As anteparas são utilizadas também para manter a forma e aumentar a resistência do casco. Em navios de aço, particularmente as transversais, constituem uma proteção em casos de alagamento; para isto são reforçadas e impermeabilizadas, sendo chamadas de anteparas estanques.

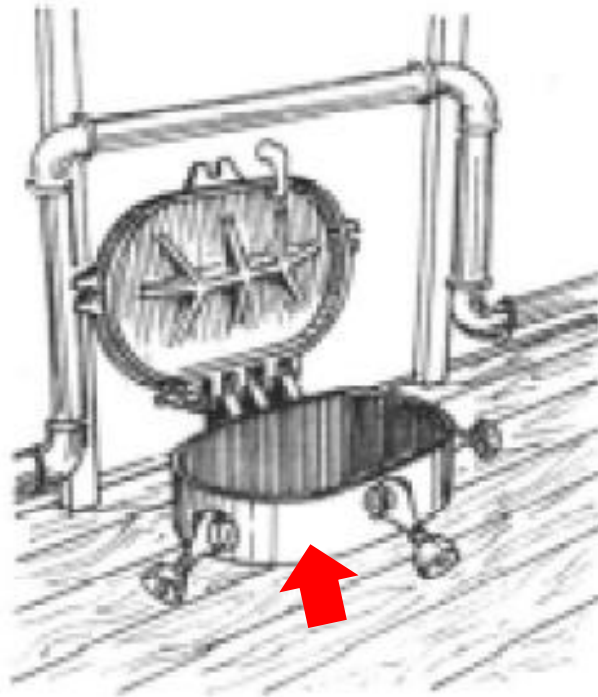


Figura 4 – Braçola (Arte Naval, 2006)

- Braçolas

Chapa vertical colocada no contorno da escotilha acima do convés, a fim de impedir a queda de água ou de objetos no compartimento inferior.

- Alboios

São também chamados no ramo da naval de vigias, que são aberturas no costado ou na antepara de uma estrutura para permitir a entrada de ar (ventilação) e luz a um compartimento. As vigias são guarnecidas de gola de metal na qual se fixam suas tampas.



Figura 5 – Alboios / Vigias (*blogspot mar do Ceará, 2015*).

- Vante, Ré, Proa e Popa

Diz-se que qualquer coisa é de vante ou está a vante (AV), quando está na proa; e que é de ré ou está a ré (AR), quando está na popa.

A Proa é a extremidade anterior do navio no sentido de sua marcha normal. Quase sempre tem a forma exterior adequada para mais facilmente fender o mar.

Popa é a extremidade posterior do navio. Quase sempre, tem a forma exterior adequada para facilitar a passagem dos filetes líquidos que vão encher o vazio produzido pelo navio em seu movimento, a fim de tornar mais eficiente a ação do leme e do hélice.

- Bordos, Bombordo e Boreste (Estibordo)

Os cascos das embarcações são divididos pelo plano diametral em duas partes simétricas, originando os bordos da embarcação. O bordo a direita é o bordo boreste e o bordo a esquerda é o bombordo, considerando o observador no plano diametral e olhando para a proa.

- Posição 1 (NORMAM 1)

Também chamado de Situação da Categoria 1, compreende as zonas de pavimento do bordo livre, do pavimento do castelo de proa e dos pavimentos expostos da

superestruturas que se estenderem para vante de um ponto situado a $\frac{1}{4}$ do comprimento do navio a partir da perpendicular de vante.

- Posição 2 (NORMAM 1)

Também chamado de Situação da Categoria 2, compreende as zonas dos pavimentos expostos da superestruturas que se estenderem para ré de um ponto situado a $\frac{1}{4}$ do comprimento do navio a partir da perpendicular de vante.

- Área 1 (NORMAM 2)

Áreas abrigadas, tais como lagos, lagoas, baías, rios e canais, onde normalmente não sejam verificadas ondas com alturas significativas que não apresentem dificuldades ao tráfego das embarcações.

- Área 2 (NORMAM 2)

Áreas parcialmente abrigadas, onde eventualmente sejam observadas ondas com alturas significativas e ou combinações adversas de agentes ambientais, tais como vento, correnteza ou maré, que dificultem o tráfego das embarcações.

- Tipo Embarcações (NORMAM 2)

Para efeito de aplicação das regras presentes na NORMAM 2, as embarcações serão classificadas nos seguintes tipos:

- Tipo A – São todas as embarcações de casco metálico que não apresentam aberturas de escotilha, sendo o acesso ao interior do casco (ou dos tanques) proporcionado apenas através de pequenas aberturas, tais como escotilhões, agulheiros, portas ou portas de visita, fechadas e tornadas estanques à água (“*watertight*”) por tampas de aço ou material equivalente, caracterizando, dessa forma, alta resistência ao alagamento.
- Tipo B – São todas as embarcações de casco metálico que possuem aberturas de escotilha, as quais podem ser fechadas e tornadas estanques ao tempo (“*weathertight*”), e cujas demais aberturas no costado (abaixo do convés de borda-livre), podem ser fechadas e tornadas estanques à água (“*watertight*”).
- Tipo C – São todas as embarcações de casco metálico que apresentam aberturas no convés principal (incluindo as aberturas de escotilha) ou nos

costados que não podem ser fechadas e tornadas estanques ao tempo (“*weathertight*”).

- Tipo D – São as embarcações de casco não metálico cujas aberturas no convés de borda livre podem ser fechadas e tornadas estanques ao tempo (“*weathertight*”).
- Tipo E – São embarcações de casco não metálico cujas aberturas no convés principal ou nos costados não podem ser fechadas e tornadas estanques ao tempo (“*weathertight*”).

- Topside / Superestrutura / Casaria

Construção feita sobre o convés principal, estendendo-se ou não de um a outro bordo e cuja cobertura é, em geral, ainda um convés.

- Unidade de Propulsão Azimutal ou Azipod

Unidades que combinam ambas as funções de propulsão e direção em um único dispositivo. Este dispositivo tem a capacidade de girar 360°.

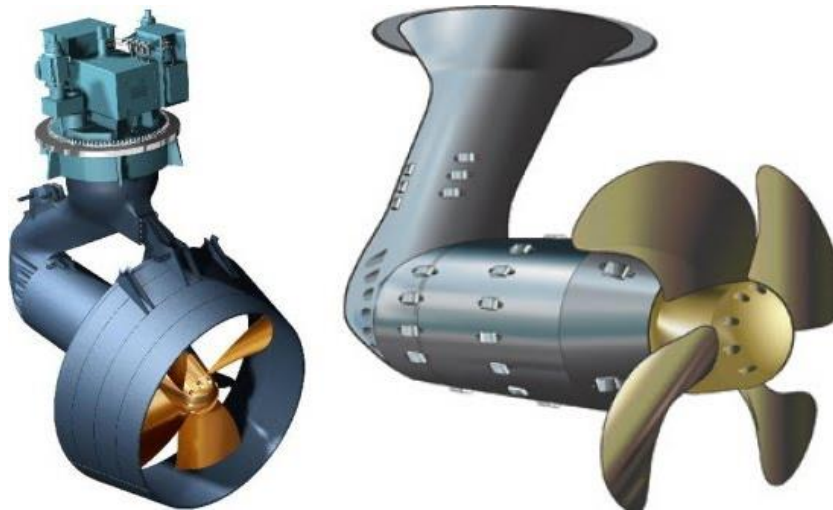


Figura 6 – Unidade de Propulsão Azimutal ou Azipod (*blogspot salvador-náutico,2015*)

3 SISTEMAS DE VENTILAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO

O sistema de ventilação e climatização de uma embarcação é utilizado para manter uma atmosfera suportável em termos de temperatura e qualidade do ar que não prejudique a saúde humana e também para permitir o normal desenvolvimento dos processos de combustão (Baptista, 2013/2014). Ou seja, o sistema é utilizado para resfriar, aquecer, desumidificar, umidificar, distribuir, filtrar e renovar o ar de um ambiente, seja para conforto e saúde ocupacional ou para um determinado processo, mantendo-o sob controle. O sistema deverá ser capaz de insuflar de forma contínua ar externo e extrair o ar viciado de região interna do navio, realizando assim a renovação de ar da embarcação.

As principais demandas de um sistema de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (HVAC, do inglês *Heat, Ventilation and Air Conditioning*) em uma embarcação, segundo Pereira (2015), estão descritas conforme Tabela 1, abaixo.

Tabela 1 – Demandas do Sistema de HVAC

CONFORTO	PROCESSO
Acomodações	Salas de Máquinas
Módulos de Escritórios	Áreas Técnicas e Eletrocentros
Salas de Refeições	Módulos de Compressão de gás
Espaços de Lazer	Módulos portáteis
Ponte de Comando	Ventilação de Cozinhas e Restaurantes Profissionais
	Sala de lama e estocagem de sacarias
	Áreas de estocagem

Na casaria do navio, o sistema deverá ser dimensionado para garantir a dissipação e alimentação de ar para espaços habitáveis seguindo padrões determinados para a segurança e conforto da tripulação. Além disso, poderá ser necessário, de maneira integrada, suprir a ventilação e/ou exaustão de áreas equipadas com máquinas e equipamentos que necessitem de controle térmico.

A unidade de tratamento de ar filtra, resfria ou aquece o ar antes de distribuí-lo através do sistema de duto de ar especial, denominado *Spiro Ducts*, para os espaços.

Na casa de máquinas ou de caldeiras, o ar também é insuflado para alimentar a combustão dos motores a diesel principais e auxiliares, turbinas a gás e/ou caldeiras principais e auxiliares. Desta forma será evitado que o calor emitido pelas máquinas em funcionamento faça com que a temperatura do ambiente atinja valores insuportáveis para a tripulação a serviço na casa de máquinas.

3.1 SISTEMA DE VENTILAÇÃO

Ventilação é o processo usado para fornecer ar externo fresco para vários espaços dentro da embarcação. O ar será distribuído por meios de uma rede de dutos e aberturas adequadas ao entorno do navio. O tipo de ventilação usado irá depender da natureza do espaço e do serviço da embarcação. O ar externo pode ser fornecido através de tiragem natural ou meios mecânicos e ser usado para remoção de calor, vapores nocivos e/ou explosivos, e para assegurar o fornecimento adequado de oxigênio para máquinas, tripulação e/ou passageiros. A quantidade de ar requerido por cada espaço deverá ser determinado através do cálculo de transferência de calor ou cálculos empíricos, por exemplo, cálculo de renovação de ar devido o número pessoas no ambiente (TAGGART, 1980).

3.1.1 Tipos de Sistemas

Existem dois tipos básicos de sistemas de ventilação: natural e mecânico.

No sistema de ventilação natural, o movimento do ar é criado pelo diferencial de temperatura e densidade entre o ar interno e o externo, e devido às aberturas nos compartimentos da embarcação voltadas ao vento. O sistema típico é mostrado na Figura 7. O sistema típico consiste de entradas e/ou saídas devidamente protegidas das intempéries, dutos para as áreas atendidas, e ramais de distribuição com terminais projetados para atender a alimentação ou exaustão do ar necessário.

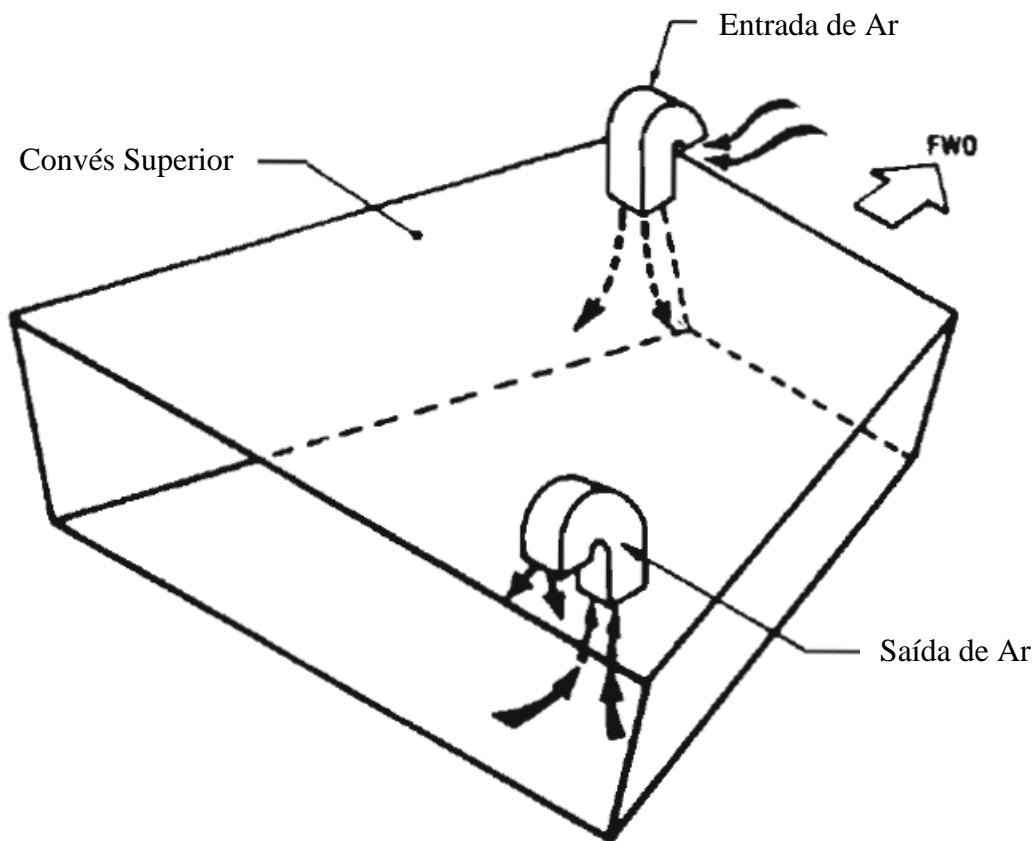


Figura 7 – Sistema de Ventilação Natural (Taggart, 1980)

No sistema de ventilação mecânica, um ventilador ou dispositivo similar é usado para impulsionar o ar através do sistema. O sistema de ventilação mecânica pode ser do tipo Ventilação-Mecânica / Exaustão-Natural, Exaustão-Mecânica / Ventilação-Natural, ou Ventilação-Mecânica / Exaustão-Mecânica, dependendo da localização dos ventiladores do sistema.

Geralmente, o sistema do tipo Ventilação-Mecânica/Exaustão-Natural irá manter uma leve pressão positiva dentro do espaço a ser alimentado, pois o ventilador irá insuflar ar externo dentro do compartimento a ser ventilado, conforme apresentado na Figura 8. Nesta figura, pode ser observado que o ar irá adentrar no sistema através da caixa plenum (1), sendo aspirado pelo ventilador mecânico (2) que descarregará em dutos e grelhas (3) até que seja lançada no ambiente a ser ventilado. O insuflamento deste ar no interior do compartimento irá gerar uma pressão positiva que fará com que o ar interno seja exaurido através da caixa plenum de exaustão (4).

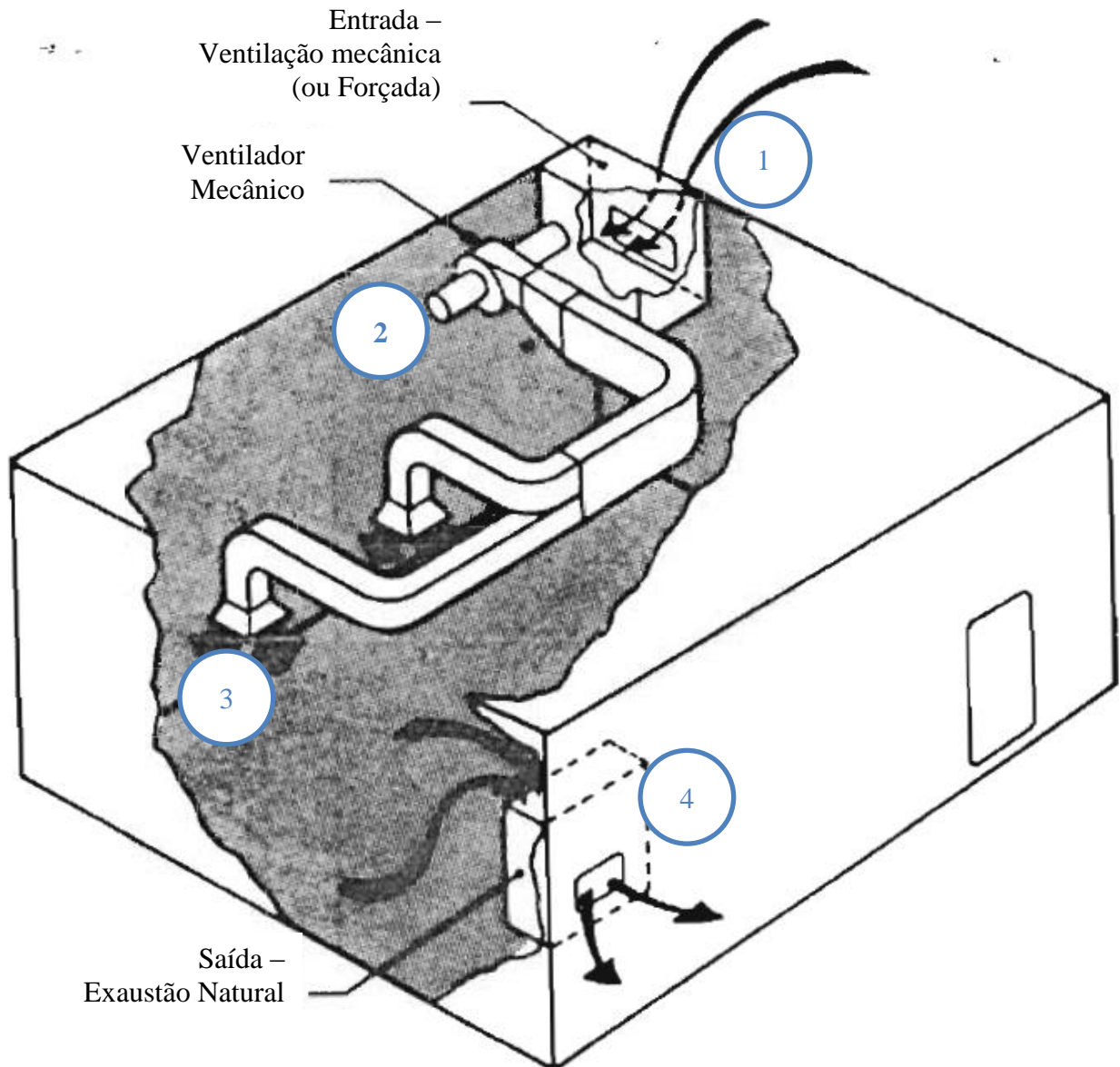


Figura 8 – Sistema de Ventilação com Alimentação Mecânica (Taggart, 1980)

O sistema do tipo Exaustão-Mecânica/Ventilação-Natural irá manter uma leve pressão negativa dentro do espaço a ser alimentado, e este sistema é utilizado em espaços como cozinhas do navio, banheiros, e dispensas onde a pressão positiva poderia dispersar o calor e os odores dentro de compartimentos adjacentes.

Considerações especiais deverão ser dadas para o sistema de ventilação que deverá servir os espaços com o potencial para conter vapores perigosos, como por exemplos, as casas de bombas de cargas em navios tanque e salas de compressores em transportadores de gás liquefeito. A densidade relativa do ar e do vapor a serem manuseados determinam os locais dos terminais de alimentação e exaustão (TAGGART, 1980).

Um sistema típico servindo a casa de bomba de carga em um navio tanque está apresentado na Figura 9. Ou seja, o ar a ser exaurido pelo sistema de exaustão irá entrar no sistema através de terminais próximos ao casco (1), sendo aspirado pelos exaustores (2) e descarregando nos dutos, sendo estes responsáveis pelo encaminhamento do ar para o ambiente externo passando dos terminais (3), neste exemplo, tipo cogumelo. Está exaustão do ar interno, irá gerar uma pressão negativa no interior da casa de bombas, que fará com que o ar interno seja induzido a entrar no interior do compartimento, através dos terminais de entrada (4) de forma natural.

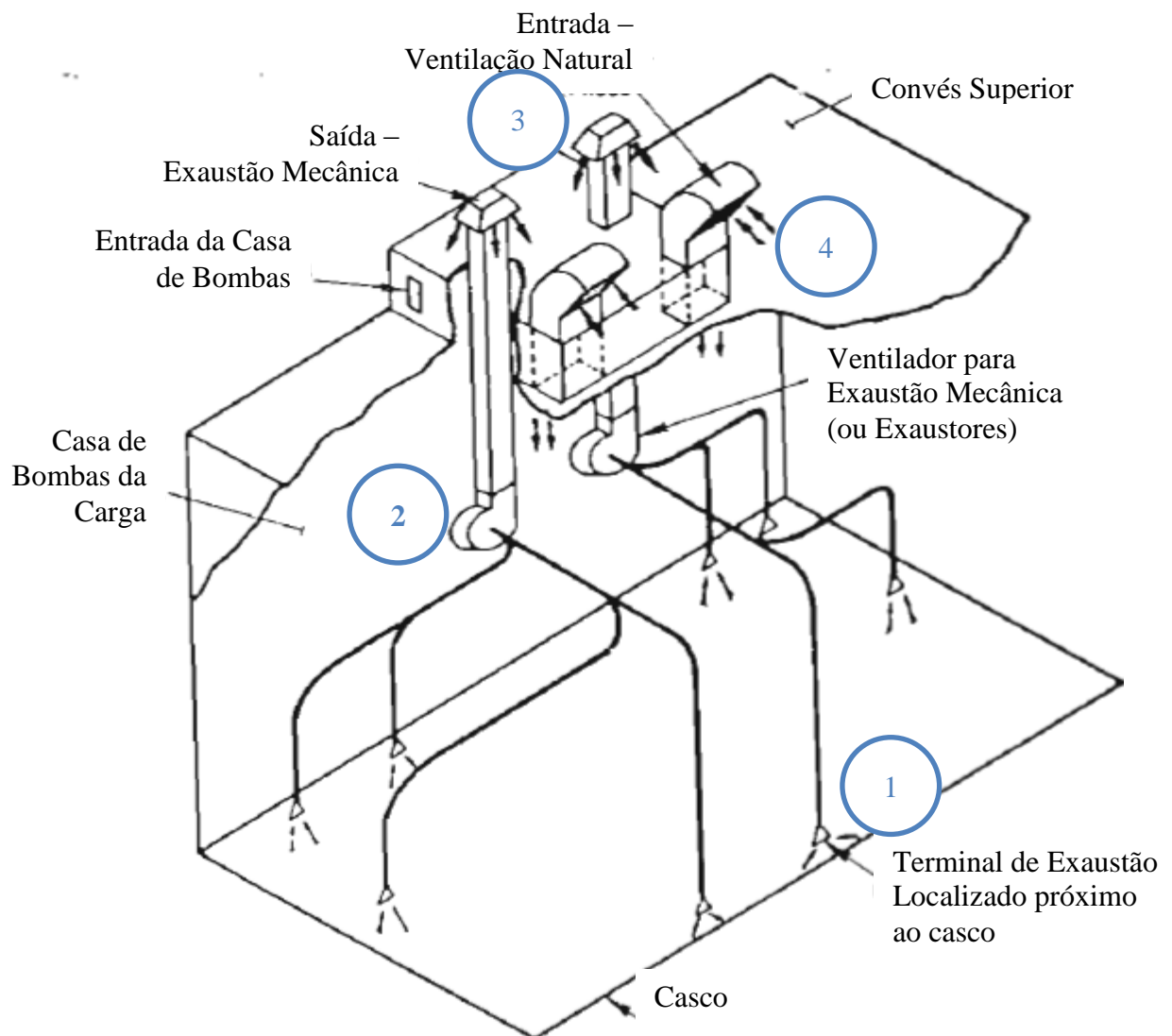


Figura 9 – Sistema de Típico para Ventilação da Sala de Bomba (Taggart, 1980)

O sistema do tipo Ventilação-Mecânica/Exaustão-Mecânica pode produzir tanto uma leve pressão positiva ou negativa no interior dos espaços alimentados dependendo das avaliações relativas as vazões dos ventiladores de alimentação e exaustão.

3.1.2 Critérios de Projeto

Taggart (1980), em seu trabalho, apresenta as aplicações de vários tipos de sistemas de ventilação e os critérios de projetos associados para os espaços representativos a bordo da embarcação. Na Tabela 2 estão apresentados os critérios de aumento de temperatura e o tempo máximo para a renovação de ar. A coluna Aumento de Temperatura (“*Temp. Rise °C (°F)*”) representa a diferença máxima entre a temperatura do ar de entrada e a do ar de exaustão. A coluna Renovação máxima de ar (“*Max. Air Change In Minutes*”) significa que deverá ser fornecido uma quantidade de ar igual ao volume dos espaços no tempo indicado, em minutos, ou seja, deverá ser realizada a renovação de todo o volume de ar do espaço no tempo, em minutos, especificado.

Tabela 2 - Critérios de Projetos dos Sistemas de Ventilação (Taggart, 1980)

Tipo de Espaço	Mecânico		Natural		Temp. Rise °C (°F)	Max. Air Change (In Minutes)
	Ventilação	Exaustão	Ventilação	Exaustão		
Bagageiro (<i>Baggage</i>)		Yes			8 (15)	15
Sala de Baterias (<i>Battery Room</i>)		Yes	Yes			2
Sala de CO2 (<i>CO2 Room</i>)		Yes	Yes		8 (15)	6
Armários do Convés (<i>Deck Lockers</i>)			Yes	Yes	8 (15)	
Carga Seca (<i>Dry Cargo</i>)	Yes			Yes		30
<i>Elec. & Eng. Workshops</i>	Yes				6 (10)	6
<i>Elev. Machy. Room</i>		Yes	Yes		8 (15)	6
<i>Eng. Store</i>	Yes				11 (20)	20
<i>Compartimento do Gerador de Emergência (Emer. Gen. Room)</i>	Yes			Yes	8 (15)	10
Cozinha e Copa (<i>Galley and Galley Pantry</i>)		Yes	Yes		6 (10)	1
Casa de Lixo (<i>Garbage Room</i>)		Yes			6 (10)	
Lavanderia (<i>Laundries – Service</i>)		Yes			6 (10)	4
Oficina Mecânica (<i>Machine Shop</i>)	Yes				6 (10)	6
Sala de Pintura (<i>Paint Room Deck & Engr’s.</i>)		Yes	Yes		6 (10)	6
Carga Refrigerada (<i>Refrigerated Cargo</i>)	Yes			Yes		60
Banheiro e Chuveiros (<i>Toilet & Showers</i>)		Yes			6 (10)	4

3.2 SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

3.2.1 Descrições e definições gerais

Sistema de condicionamento de ar serve para modificar o ar fresco externo melhorando o ambiente interno da embarcação. Isto é conseguido pelo processo de aquecimento, resfriamento, desumidificação e remoção de contaminantes. Estes processos devem ser usados singularmente ou em combinação para atingir as condições ambientais requeridas.

Condicionamento de ar é usado quase que exclusivamente para acomodações como cabines, refeitórios, escritórios, *lounges* e outras áreas públicas. Entretanto, muitos itens de equipamentos eletrônicos devem ser mantidos em uma faixa de temperatura e de umidade controlada. Condicionamento do ar pode ser realizado por um chiller de resfriamento a água ou freon, e um aquecimento por meio de vapor, água quente ou eletricidade, e são projetados para permitir aquecimento e resfriamento simultaneamente como for necessário para satisfazer as condições de projeto especificadas. Desumidificação e controle de umidade devem ser garantidos por resfriamento ou através do uso de secadores de absorção.

O ar condicionado pode ser distribuído pelos espaços através da mesma rede de dutos usada nos espaços pelo sistema de ventilação.

3.2.2 Tipos de Sistema

Sistemas de condicionamento de ar centralizados (ou centrais) devem ser geralmente categorizados pela função como: Sistemas que forneçam a combinação de aquecimento e resfriamento, Sistemas que forneça apenas resfriamento, Sistemas que forneçam apenas aquecimento, e Sistemas que forneçam apenas desumidificação.

- **Sistemas Combinados de Aquecimento e Resfriamento**

O sistema combinado de aquecimento e resfriamento fornece os meios para controlar a temperatura dentro dos espaços durante todo o período. Tais sistemas são também capazes de controlar a umidade por resfriamento e subsequente reaquecimento quando necessário. Sistemas utilizados nos serviços marítimos, em geral, são:

- **Sistema de Resfriamento e Reaquecimento por Zona;**

O sistema de resfriamento e reaquecimento por zona tem todo equipamento de filtragem, pré-aquecimento, e resfriamento localizado na sala de máquinas. Este sistema é projetado para misturar o ar de retorno dos espaços condicionados ao ar externo de reposição, e o ar é

distribuído para as zonas que servem os espaços que tem os requisitos mais ou menos idênticos, através de dutos e difusores. O sistema é controlado por um termostato localizado no ambiente que tiver a maior carga de aquecimento ou de resfriamento. Todos os outros espaços na mesma zona usarão *dampers* de controle para variar o volume de ar e, conseqüentemente, a temperatura do espaço. Este sistema é de instalação do tipo Ar, ou seja, que utilizam unicamente o ar para atender as demandas de cargas.

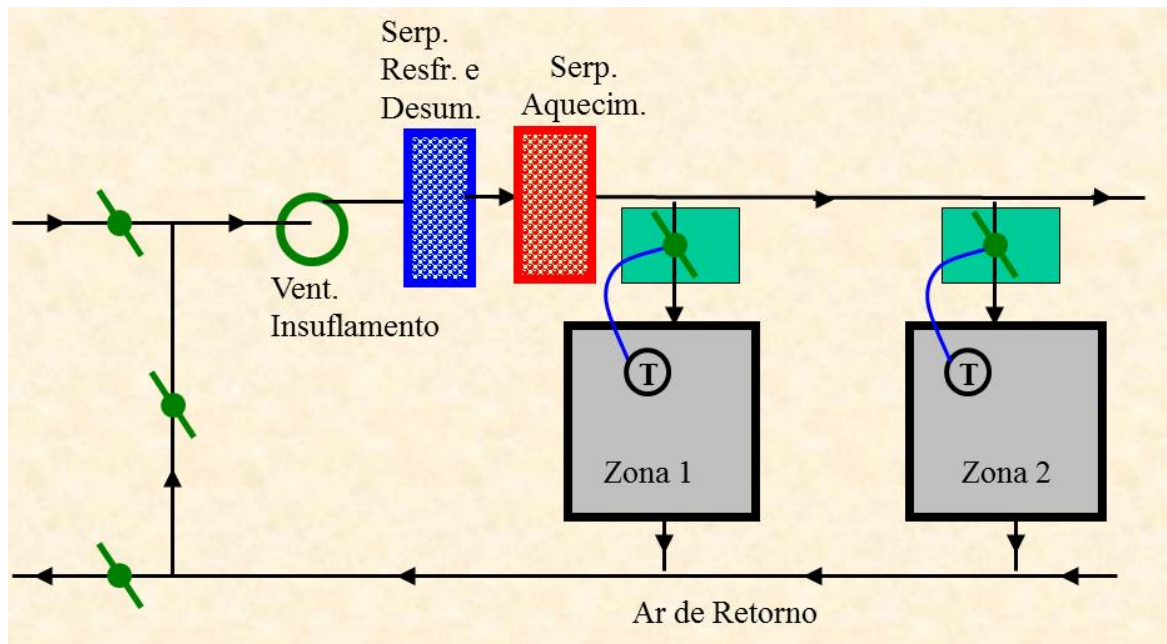


Figura 10 – Sistema a ar por zona (Carvalho e Morales *apud* França, 2005)

○ **Sistema de Resfriamento e Reaquecimento Terminal;**

O sistema de resfriamento e reaquecimento terminal é similar ao sistema de reaquecimento por zona, exceto que o reaquecimento será localizado no terminal do espaço servido. Desta forma, o sistema central será responsável pelo resfriamento do ar até a temperatura requerida para o condicionamento da zona crítica de maior carga térmica, ou da que tenha menor temperatura de projeto, e o termostato ambiente controlará o reaquecimento proporcionando assim o controle individual da temperatura ambiente e volume de ar constante para cada compartimento vivo do navio.

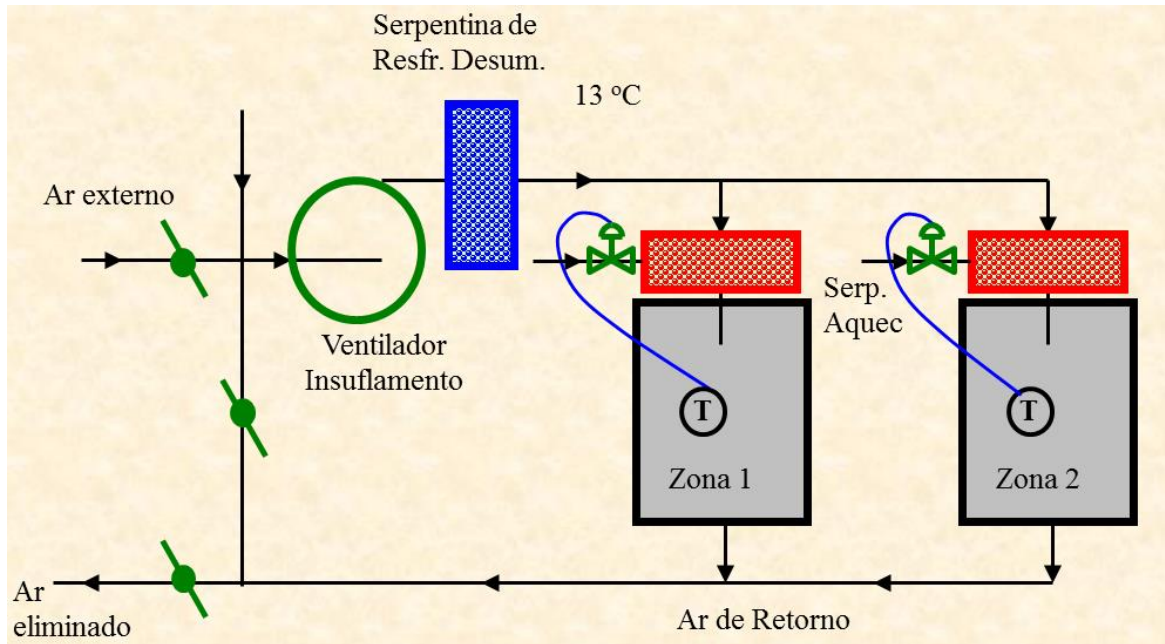


Figura 11 – Sistema a ar com reaquecimento terminal (Carvalho e Morales *apud* França, 2005)

○ **Sistema de Dutos Duplos.**

O sistema de dutos duplos prevê pré-aquecimento na reposição combinada e descarrega este ar para dois sistemas de dutos paralelos de abastecimento. O ar é resfriado em um duto e aquecido no outro. Os dutos de ar frio e de ar quente são encaminhados para o espaço individualmente e terminam em uma caixa de mistura de sobrecarga. A caixa de mistura contém um *damper* que regula a quantidade de ar frio ou quente para satisfazer a carga da sala.

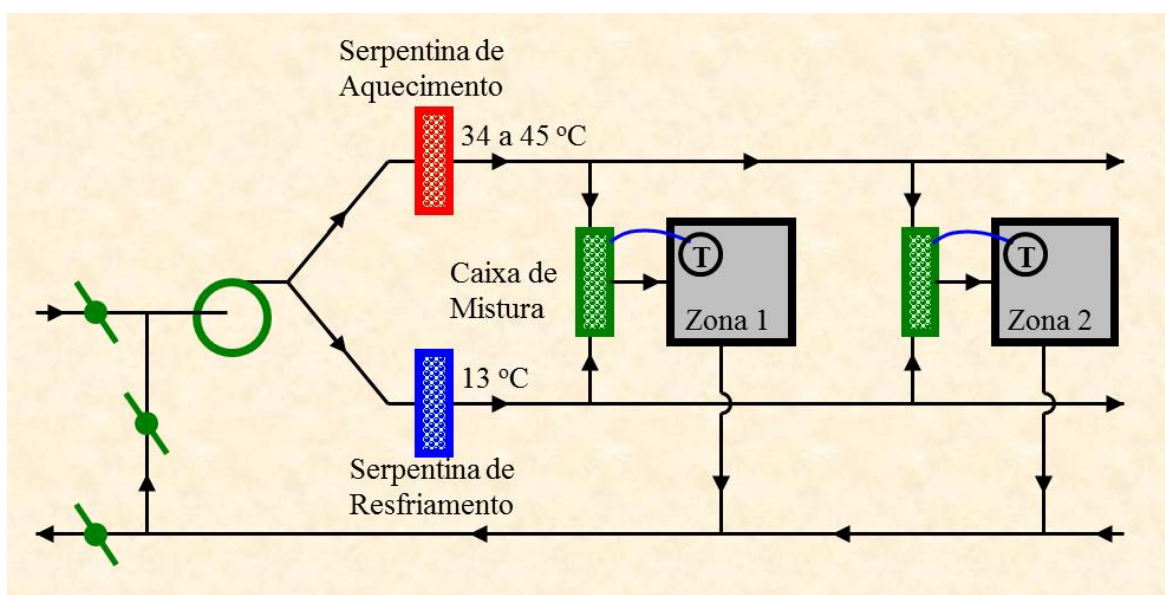


Figura 12 – Sistema a ar de duplo duto (Carvalho e Morales *apud* França, 2005)

○ **Sistema de Indução;**

Neste tipo de instalação o ar primário, tratado em um condicionador central através de filtragem, resfriamento e reaquecimento (quando necessário), é enviado à alta pressão e alta velocidade até os condicionadores de indução instalados nas zonas condicionadas. O ar primário, ao sair à alta velocidade pelos bocais do condicionador, induz certa vazão de ar ambiente (ar secundário), que atravessa uma serpentina, alimentada com água quente ou fria, dependendo da unidade operar no inverno ou no verão. A mistura do ar primário com o ar secundário é então insuflada no ambiente. Desta forma, este é um sistema de instalação do tipo Ar-Água, ou seja, que utilizam estes dois fluidos para atender as cargas.

A figura abaixo apresenta os terminais do climatizador de indução e seus componentes, onde o ar primário é descarregado e induzindo a circulação do ar secundário.

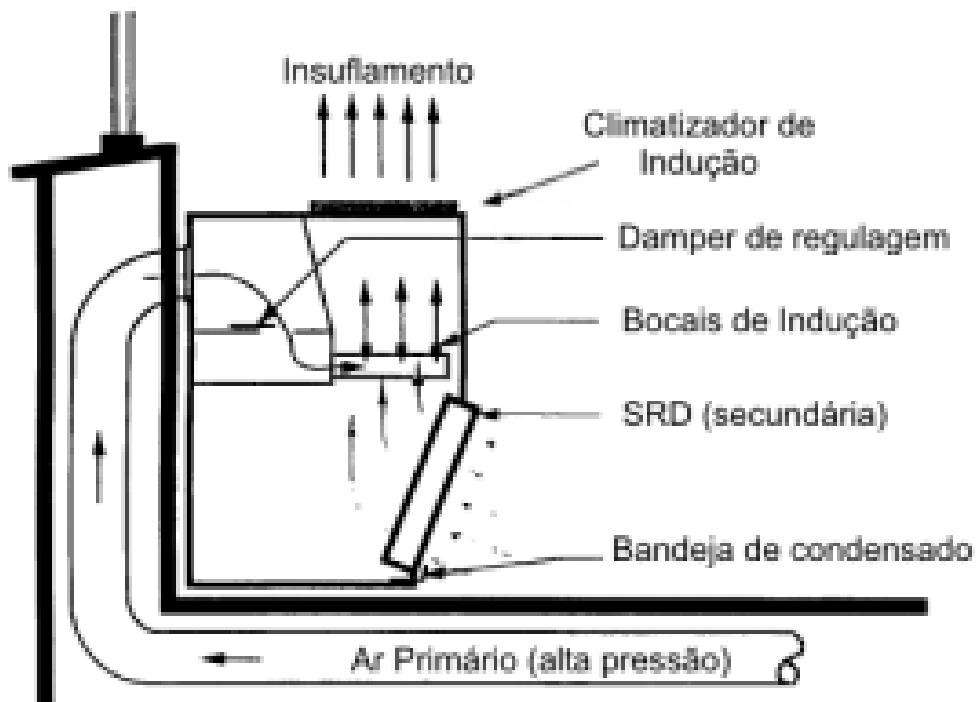


Figura 13 – Climatizador de indução (Pirani)

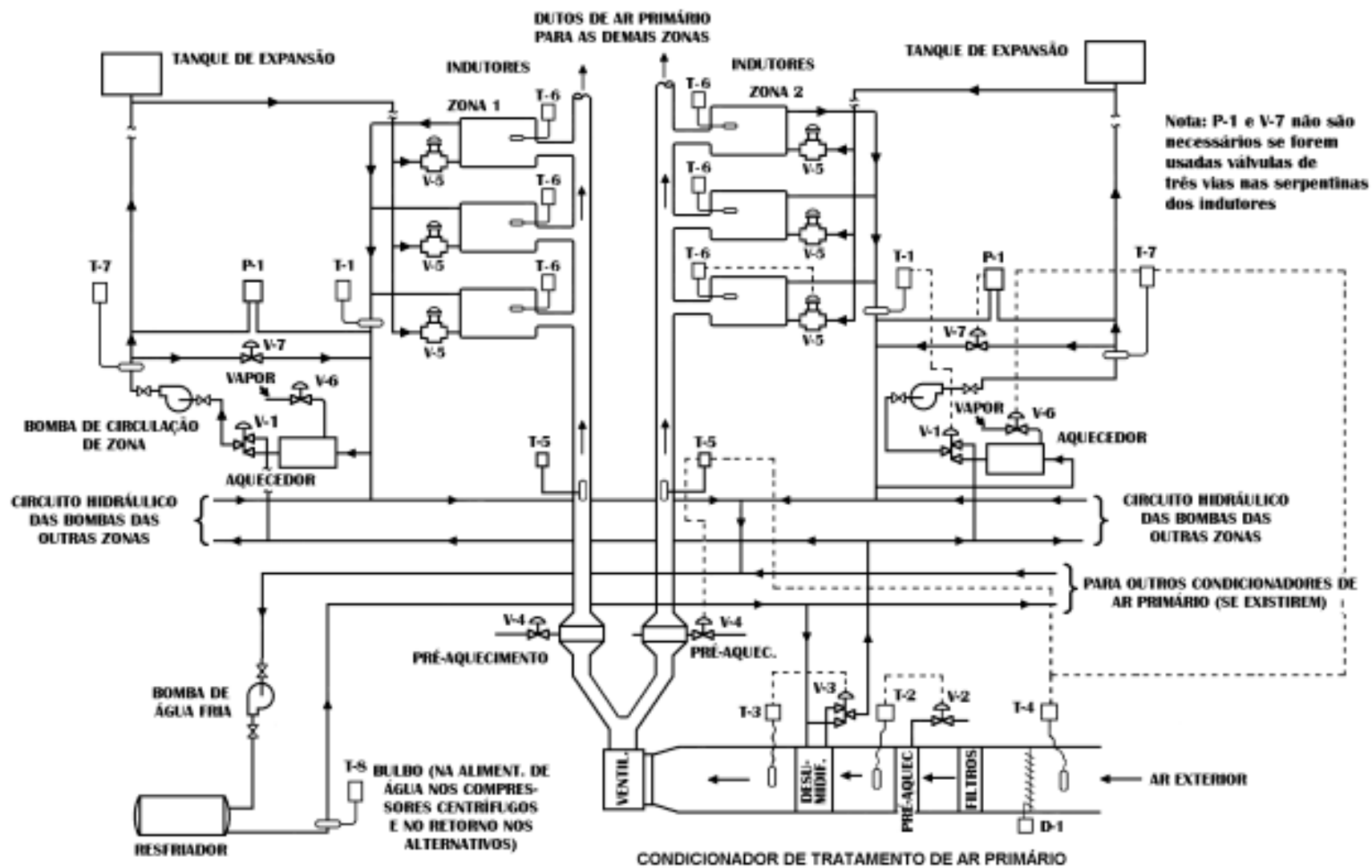


Figura 14 – Instalação de indução (Pirani)

Uma das funções do ar primário é a de promover a renovação do ar dos ambientes condicionados, pois na maioria das instalações ele é composto somente de ar externo, o que também evita a mistura de ar de uma zona com o de outra. A relação entre a vazão de ar primário e a de ar secundário é denominada de relação de indução, e está normalmente compreendida entre 1:3 e 1:6, segundo Pirani. Na Figura 14 é mostrado o esquema de uma instalação de indução.

As características mais representativas das instalações de indução, segundo Pirani, são:

- Redução da vazão de ar, quando comparada com uma instalação todo ar, sendo que a vazão primária é, na maioria dos casos, somente ar externo;
- Evita-se a mistura de ar proveniente de diferentes zonas;
- Os indutores não possuem partes móveis, o que simplifica a sua manutenção;
- Podem ser utilizados para climatizar as zonas com coeficiente de ocupação médio, e caracterizado por possuir cargas latentes relativamente pequenas, com relação às sensíveis;
- **Sistema de Refrigeração**

Os sistemas combinados de aquecimento e refrigeração, apresentados anteriormente, são projetados para permitir a segurança da unidade de refrigeração durante o pico de aquecimento da temporada. Em alguns momentos, certos espaços dentro do navio, que são submetidos a altas cargas de calor interno, como as cozinhas ou as estações de operações fechadas dentro de casas de máquinas, podem requerer refrigeração para manter condições de habitabilidade ou limites para bom funcionamento de equipamento eletrônicos, por exemplo. O ambiente dentro destes espaços devem ser mantidos através do uso de aparelhos de ar condicionado do tipo *self-contained*.

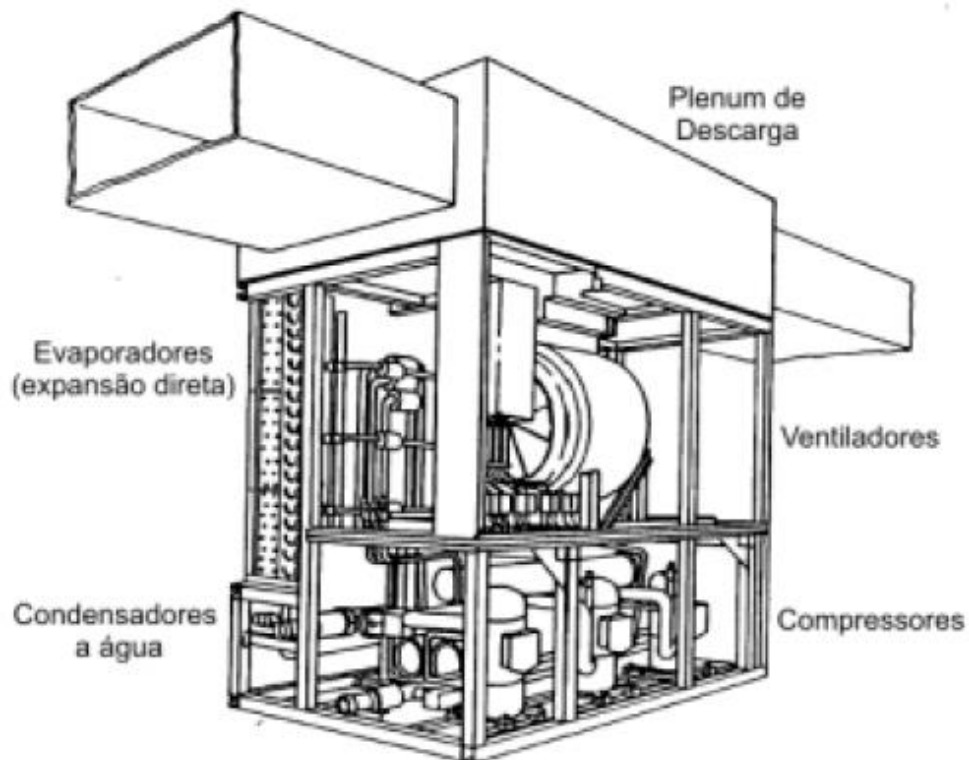


Figura 15 – *Self-Contained* (Pirani)

- **Desumidificação**

Um ou mais sistemas completos de desumidificação operados automaticamente podem ser fornecidos para a prevenção de danos causados pela umidade ou condensação da umidade sobre a carga e estruturas internas de todos aqueles porões com porções adequadas para transporte de carga seca.

Sistemas mecânicos de fornecimento de ar seco ou de exaustão natural são montados nos porões, assim como meios para recircular o ar, conforme mostra a Figura 16. Dampers ou válvulas de recirculação são fornecidas para controlar a alimentação, exaustão, recirculação de ar seco independente para os porões.

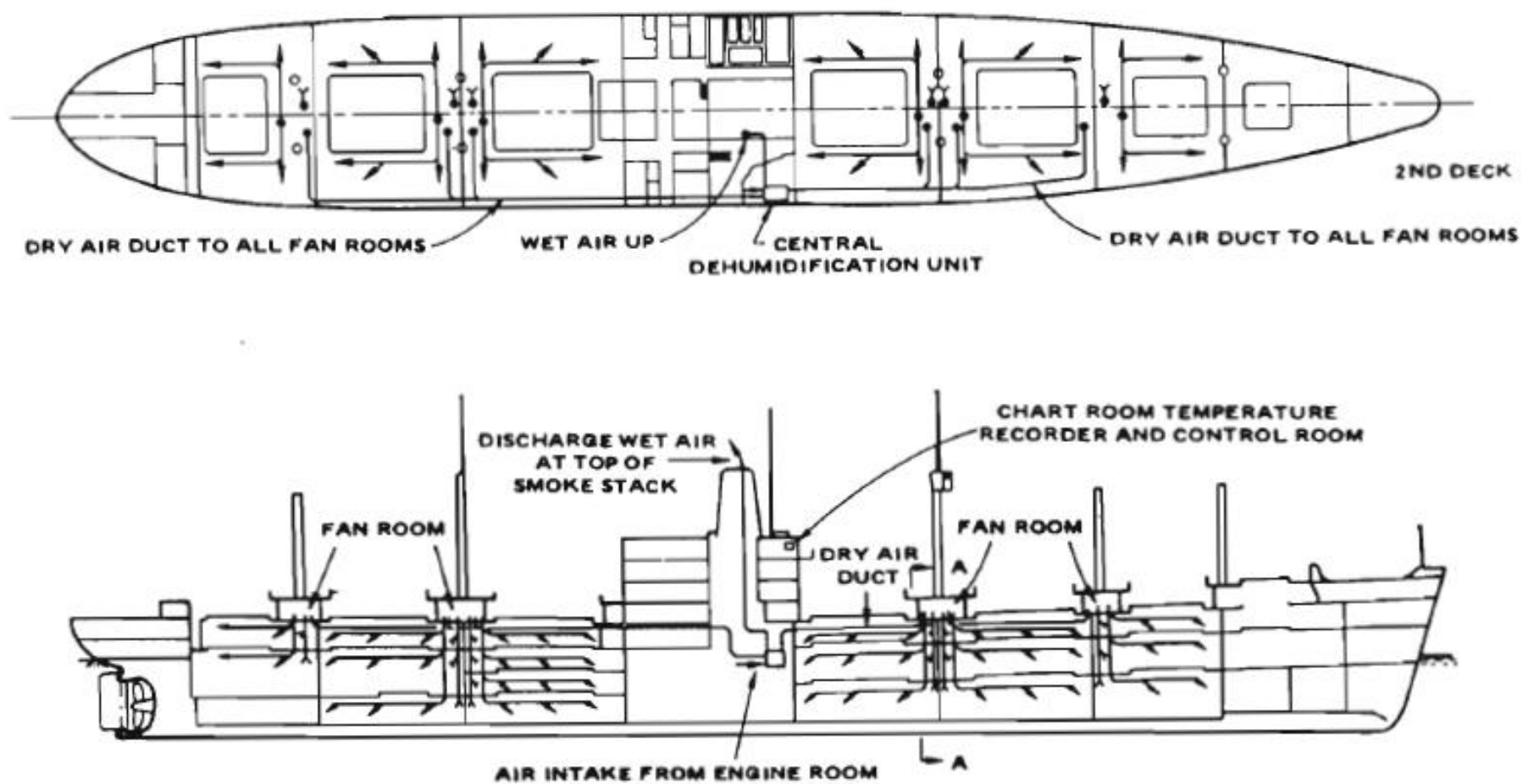
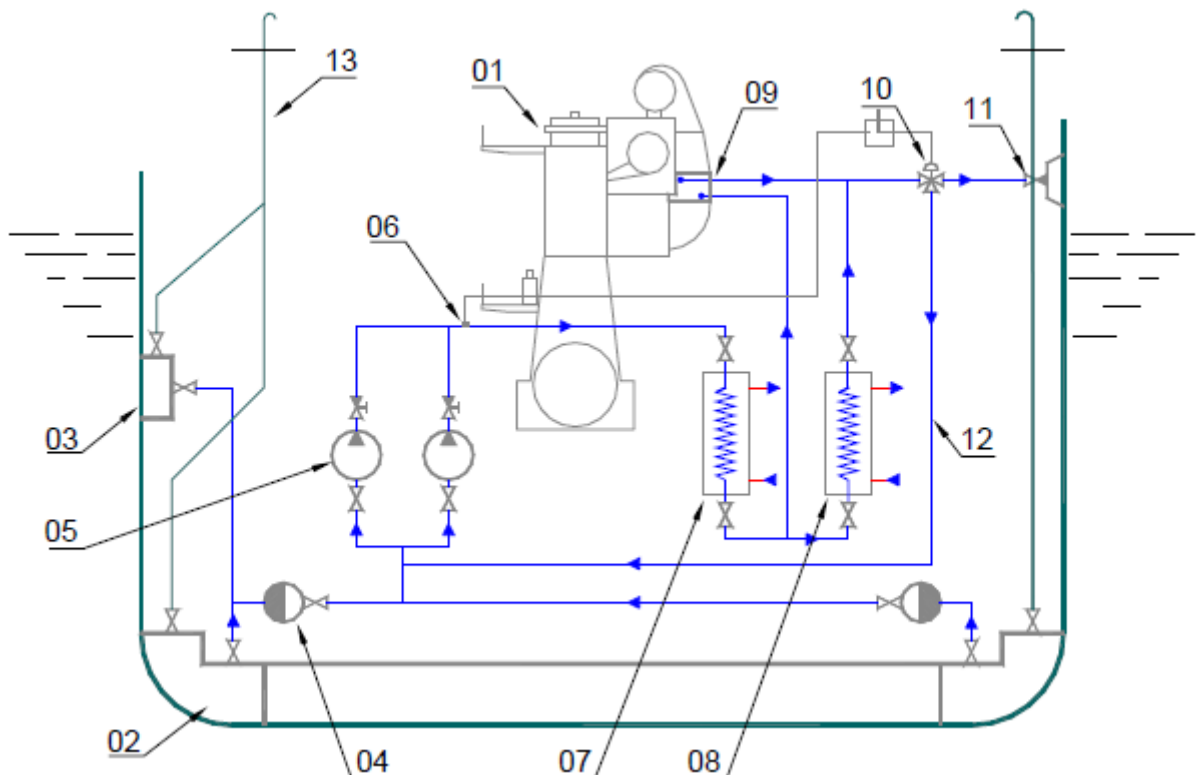


Figura 16 – Alimentação de Ar nos Compartimentos de Carga (Taggart, 1980)

- **Sistema de Arrefecimento**

Segundo Silva (2007), um dos aspectos mais importantes nos sistemas de arrefecimento a bordo é a corrosão. A água do mar devido suas características químicas provoca a corrosão acelerada dos sistemas e tubulações, desta forma, na construção naval moderna, o encaminhamento da água salgada dentro do navio deverá ter o menor percurso possível, sendo o arrefecimento direto dos equipamentos e sistema efetuados através de água doce tratada ou em circuitos fechados.



- | | |
|--|--|
| 01 - Máquina P.P. | 08 - Arrefecedor de água das camisas |
| 02 - Tomada de fundo baixa | 09 - Arrefecedor de ar de lavagem |
| 03 - Tomada de fundo alta ou de costado | 10 - Válvula termostática |
| 04 - Filtro de fundo | 11 - Válvula de descarga p/ borda |
| 05 - Bombas de circulação de água do mar | 12 - Circuito de recirculação de água do mar |
| 06 - Sensor de temperatura | 13 - Purgador de ar do sistema |
| 07 - Arrefecedor de óleo de lubrificação | |

Figura 17 – Circuito Aberto da Água do Mar (Silva, 2007)

No sistema aberto, apresentado na Figura 17, a água do mar entra em contato diretamente com os equipamentos, nesta figura um motor, mas poderia ser o resfriador de um ambiente. Neste sistema, a temperatura máxima de saída da água, deverá ser limitada em 50° (Silva, 2007),

visto que se a temperatura exceder este valor o precipitará no bloco e nas câmaras de circulação. Desta forma, além das tensões térmicas causadas nos equipamentos pela entrada da água fria do mar, causará uma corrosão bastante elevada. Desta forma, este sistema tem caído em desuso.

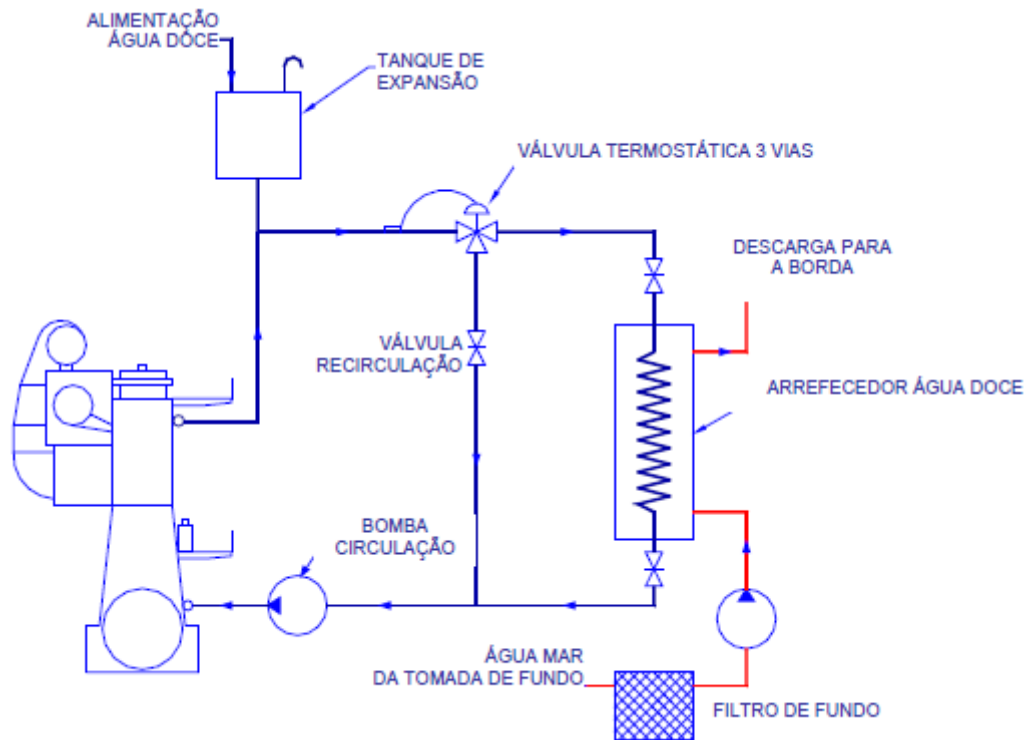


Figura 18 – Circuito Fechado da Água do Mar (Silva, 2007)

Os sistemas fechados estão livres dos problemas causados pela circulação da água do mar nos equipamentos. Neste sistema, a água doce que irá fazer o papel de líquido de resfriamento dos equipamentos. Os arrefecedores de água doce de circulação deverão ser um permutador onde irá circular de um lado a água doce (água de circulação) e, do outro lado, a água do mar, aspirada a partir das tomadas de fundo através de filtros, que tem por função retirar o calor da água de circulação e enviá-lo para o mar.

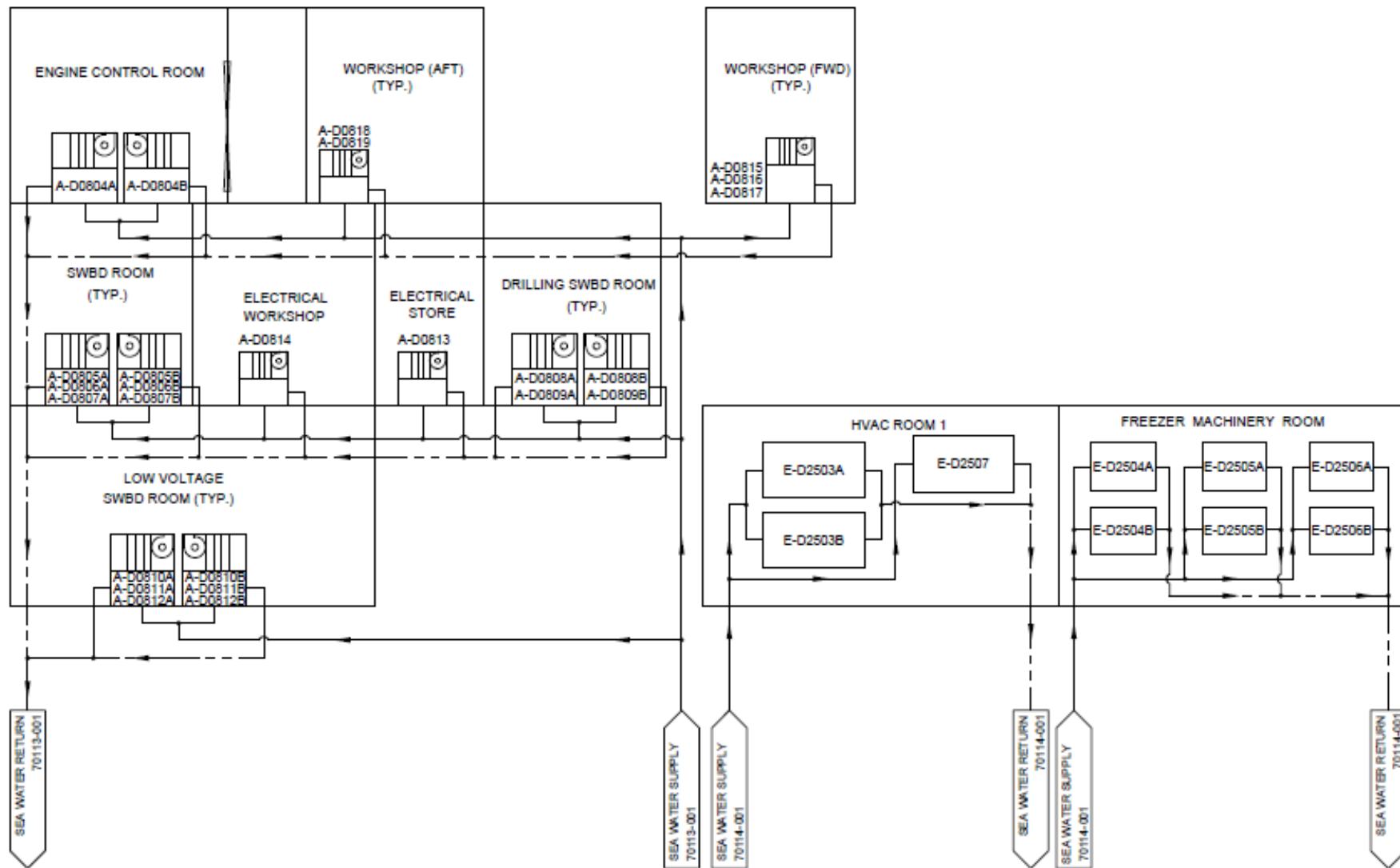


Figura 19 – Sistema de Água Condensada (Navio Sonda Pré Sal)

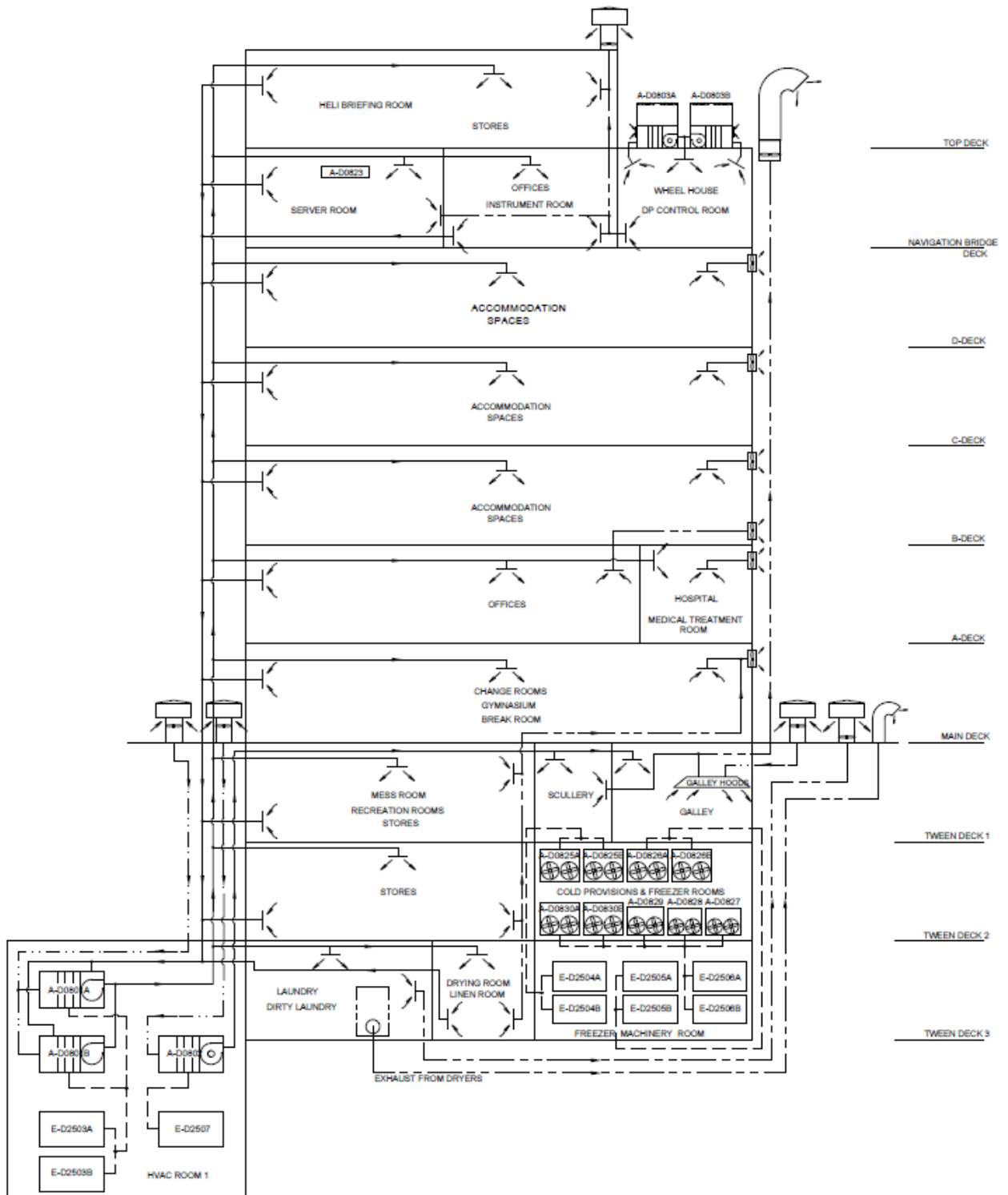


Figura 20 – HVAC Acomodações (Navio Sonda Pré Sal)

3.2.3 Carga Térmica

Assim como em edificações, indústrias, entre outros lugares, o ar condicionado é utilizado para nas embarcações com a função básica de manter as condições de conforto do ser humano, e condições requeridas para algum processo, que seja necessário.

Para atender uma ou outra destas necessidades deve-se instalar um equipamento com capacidade adequada. Esta capacidade é determinada pelos picos instantâneos de carga térmica. Geralmente, é impossível medir o pico real de carga térmica em um dado recinto; por isto normalmente estas cargas são estimadas (PIRANI).

Duas condições são básicas para a estimativa da carga térmica, isto é, as “condições internas e as condições externas. Estas condições apresentam fatores que devem ser analisadas quando se vai estudar a carga térmica de um sistema, como as características do recinto, a insolação que incide no ambiente, a transmissão de calor devido à diferença de temperaturas, as cargas de iluminação e ocupante, e as cargas dos motores e equipamentos eletrônicos.

Como a embarcação, normalmente, estará navegando entre diferentes portos ao redor do mundo e, podendo passar pelas mais diferentes condições climáticas, deverá ser feito uma análise minuciosa para determinar as condições mais extremas das condições externas que a embarcação irá enfrentar.

- **Critério de Projeto**

Segundo Taggart (1980), sistemas de ar condicionado a bordo de navios são normalmente projetados para manter a temperatura de bulbo seco do ar interno variando de 24°C até 29°C, normalmente em 27°C, e a umidade relativa de 50% com a temperatura de bulbo seco do ar externo em 35°C e de bulbo úmido em 28°C durante o verão, e temperatura de bulbo seco do ar interno em 21°C com a temperatura de bulbo seco do ar externo em 18°C durante o inverno.

O critério para a desumidificação do porão de carga, ainda segundo Taggart, é normalmente manter o ponto de orvalho da atmosfera dentro do porão com uma diferença projetada de, no mínimo, 6°C abaixo do ponto de orvalho da temperatura da superfície da carga ou da estrutura do navio. Durante mudanças repentinas das condições externas, uma queda, durante pouco tempo, da diferença do ponto de orvalho para 3°C é aceitável.

4 NORMAS E PADRONIZAÇÕES

As embarcações que serão utilizadas em serviços de cabotagem no Brasil devem obedecer às normas e padrões firmados pelas legislações nacionais e internacionais. Tratando-se de normas brasileiras, deverão ser seguidas as normas regulamentadoras (NRs), normas da ABNT e as Normas das Autoridades Marítimas (NORMAMs). As principais normativas internacionais a serem atendidas serão as normas IMO, ASME/ANSI, e as condições solicitadas pelas sociedades classificadoras.

4.1 NORMA REGULAMENTADORA NR-30

A norma regulamentadora NR-30 cujo título é SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO AQUAVIÁRIO, tem como objetivo a proteção e a regulamentação das condições de segurança e saúde dos trabalhadores aquaviários. Entretanto para outras categorias de trabalhadores que realizam trabalho a bordo de embarcações, como embarcações para pesca comercial e industrial, ou plataformas e instalações de apoio, a regulamentação das condições de segurança e saúde de trabalhadores se dará na forma especificada nos anexos desta norma.

A NR-30 apresenta regulações referentes aos sistemas de ventilação e ar condicionado, e estas regulações devem ser seguidas obrigatoriamente para as embarcações de bandeira nacional, bem como às de bandeiras estrangeiras utilizadas no transporte de mercadorias ou de passageiros (no Brasil).

No item sobre Higiene e Conforto a Bordo (30.7), a norma apresenta que todas as embarcações deverão ser providas com sistemas de ventilação que possa ser regulado de forma a manter o ar em condições satisfatórias, atendendo a qualquer condição atmosférica.

Além disso, toda embarcação deverá ser provida de sistema de calefação para o alojamento da tripulação, exceto para as embarcações que realizam as navegações exclusivamente na região dos trópicos, onde as temperaturas são consideradas mais altas. Os radiadores deverão ser instalados de forma a evitar o perigo ou desconforto para os ocupantes dos alojamentos.

Ainda no item 30.7, é vedada a sobreposição de camas ao longo do costado da embarcação, caso esta sobreposição impeça que uma vigia proporcione a ventilação neste compartimento.

No item 30.9, que trata dos espaços da cozinha, a norma solicita que haja um sistema de exaustão que possa realizar toda a captação de fumaça, vapores e odores, para que sejam retirando estes produtos do recinto. As garrafas de gás liquefeito do petróleo (GLP) deverão

ser armazenadas fora da cozinha e em local sinalizado, protegido e ventilado, para que caso haja algum vazamento, o gás possa ser dispersado, não ficando concentrado de forma que possa atingir o limite de explosividade.

Na limpeza de tanques de carga, óleo, lastro e/ou espaços confinados se faz necessário o uso de ventiladores, exaustor ou ambos para a eliminação de gases e vapores, antes de permitir a entrada de pessoas, a fim de manter uma atmosfera segura durante a realização dos trabalhos, conforme item 30.13.1(b) da norma.

No anexo I, a norma trata dos navios de pesca e industrial, e no item 6.1, apresenta os requisitos de ventilação para os ambientes de trabalho. Nos locais de trabalho fechado, a embarcação deverá dispor de ventilação suficiente conforme o método de trabalho e as exigências físicas impostas aos trabalhadores.

No capítulo 8, que apresenta as condições de habitabilidade e áreas de vivência a bordo, o item 8.2, faz referência ao conforto térmico e acústico.

A ventilação nas áreas de vivência, considerando as condições climáticas da região de operação prevista no projeto do barco, deverá proporcionar uma contínua renovação de ar em quantidade satisfatória e adequada ao número máximo de trabalhadores a bordo da embarcação. Assim, embarcações com o comprimento total igual ou maior que 26,5m ou com arqueação bruta 100T deverão ser equipadas com sistema de ventilação artificial nas áreas de vivência que seja capaz de regular a circulação de ar continuamente.

Para embarcações, cujo sua área de operação esteja situada fora das zonas tropicais ou sujeitas a temperaturas inferiores a 15°C, deverá ser projetado um sistema de calefação que seja capaz de garantir nível de aquecimento adequado para a tripulação. Os espaços, nas embarcações com o comprimento total igual ou maior que 26,5m ou com arqueação bruta 100T, destinados a área de vivência, ponte de comando, sala de rádio, salas de controle central de máquinas e nos locais de trabalho devem ter instalado um sistema de ar condicionado onde seja necessário, exceto nas que operam com regularidade nas zonas cujas medidas de controle térmico seja desnecessário.

Nos requisitos para instalações sanitárias (item 8.4), a norma regulamenta que estas instalações deverão ter um sistema de ventilação independente das demais áreas de vivência.

Os requisitos para as cozinhas, das embarcações do anexo I (item 8.6) da norma, solicitam que as cozinhas destinadas à preparação da alimentação deverão ser bem ventiladas, havendo

um local adequado para o armazenamento dos mantimentos, devidamente ventilado e seco. Os barcos que não forem dotados de refrigeradores deverão possuir outros dispositivos que possam manter os alimentos armazenados a baixa temperatura, evitando sua deterioração durante a viagem. Os barcos de comprimento total igual ou superior a 26,5m ou com arqueação bruta de, no mínimo, 100T devem dispor de despensa e refrigerador ou outro tipo de lugar específico para o armazenamento de alimentos a baixa temperatura.

O anexo II da norma trata das plataformas e instalações de apoio, onde no item 10.3 apresenta os requisitos de ventilação para os Ambientes de Trabalho.

Neste item descreve que os refeitórios devem ser providos de ventilação, exaustão e/ou ar condicionado, garantido o conforto térmico e mantendo as condições higiênico-sanitárias satisfatórias. Caso a plataforma esteja desabitada, ainda assim devem ser asseguradas aos trabalhadores condições suficientes de conforto para a ocasião das refeições, sendo preenchidos os requisitos mínimos de ventilação.

A cozinha destas embarcações (item 10.4) deverá dispor de sistemas de exaustão para a captação de fumaça, odores e vapores através de coifa em aço inoxidável, mantendo o ambiente em condições satisfatórias.

O item 10.5, que apresenta os requisitos para os camarotes, camarotes provisórios e módulos de acomodação temporária, define que estes espaços devem ser providos de ventilação, exaustão e/ou ar condicionado para que seja garantido o conforto térmico e as condições higiênico-sanitárias satisfatórias.

O item 14 apresenta as especificações para a instalação de caldeiras e vasos de pressão nas plataformas e embarcações de apoio. As instalações das caldeiras deverão ter ventilação permanente, entretanto esta deverá ser de forma tal que possa ser bloqueada. No caso das caldeiras e vasos de pressão serem instalados em ambiente fechado, não serão aceitáveis as exigências de dispor de ventilação permanente com as entradas de ar que não possam ser bloqueadas.

No quadro II são especificados os módulos de acomodação temporária, onde o item 3.8 apresenta os requisitos para as portas dos compartimentos. Estas portas das instalações e dos gabinetes sanitários deverão ser inteiriças, com larguras mínimas de 0,60 m (sessenta centímetros), sendo dotadas de venezianas no terço inferior, de forma a permitir a ventilação desses compartimentos.

O item 4.3 apresenta os requisitos para o ar condicionado destas embarcações. O item especifica que a captação de ar exterior deve ser monitorada por meio de detectores de gás e com isolamento por meio de *dampers*. O projeto de ventilação dos compartimentos de instalações sanitárias e gabinetes sanitários devem considerar que a exaustão será feita para o exterior do módulo de forma que não contamine os ambientes adjacentes, e as grelhas de insuflamento de ar devem possuir aletas direcionais ajustáveis.

4.2 NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA – NORMAM

É com a abertura dos portos do Brasil, por decreto de D. João VI, datado de 28 de janeiro de 1808, que surge no país a noção de controle de navegação marítima.

Mais tarde o Governo do Império resolveu estabelecer uma Capitania em cada Província Marítima, com as atribuições específicas de polícia naval, conservação de portos, inspeção e administração dos faróis, balizamento, matrícula do pessoal marítimo, praticagem, etc. Essas primeiras Capitanias eram subordinadas diretamente ao Ministério da Marinha do Império e foram criadas sucessivamente por diversos decretos.

A Diretoria de Portos e Costas (DCP) foi criada com o nome de Inspeção de Portos e Costas, subordinando todas as Capitanias existentes no país a mencionada Inspeção. Entre outras atribuições, finalmente em 1968, foi mantida a denominação de Diretoria de Portos e Costas, porém a mesma passou a ser subordinada, juntamente com a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), à Diretoria Geral de Navegação.

A DCP tem como missão elaborar normas no âmbito das suas atribuições como representante da Autoridade Marítima Brasileira (AMB), administrar o Sistema do Ensino Profissional Marítimo (SEPM) e suas atividades correlatas a realizar atividades técnicas normativas e de supervisão relativas à gestão ambiental das Organizações Militares (OM) da Marinha do Brasil (MB), a fim de contribuir para a segurança do tráfego aquaviário, a prevenção da poluição hídrica e a salvaguarda da vida humana no mar.

Dentre este conjunto de Normas da Autoridade Marítima, as NORMAM 1 e 2 são de extrema importância no estabelecimento de procedimentos para enquadrar navio e embarcações, construídas no Brasil ou no exterior para a bandeira brasileira, nos diversos processos de legalização de projetos.

NORMAM	DESCRIÇÃO	PRÓPOSITO DA NORMA
01 / DPC	Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação em Mar Aberto	Estabelecer normas da Autoridade Marítima para embarcações destinadas à operação em mar aberto.
02 / DPC	Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação Interior	Estabelecer normas da Autoridade Marítima para embarcações destinadas à navegação interior

Embora estas normas tenham propósitos diferentes, para os itens relacionados aos sistemas de ventilação e ar condicionado, estas apresentam regulamentações semelhantes conforme apresentado nos itens abaixo:

4.2.1 NORMAM 01 – Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação em Mar Aberto

A Norma de Autoridade Marítima 1, ou NORMAM-01, tem como propósito estabelecer normas da Autoridade Marítima para embarcações destinadas à navegação em Mar Aberto. Entende-se como Navegação em Mar Aberto, a navegação realizada em águas marítimas consideradas desabrigadas.

- **Transporte de Cargas**

No capítulo referente ao transporte de carga, para as embarcações de operação em mar aberto, a norma apresenta como requisito que as cargas sobre o convés do navio não poderá obstruir as bocas dos ventiladores e sistemas de ventilação. Em casos especiais, para as embarcações tanque que transportem cargas no convés, a disposição da carga deve permitir o acesso aos elementos de carga e descarga posicionados no convés e às válvulas dos sistemas de esgoto e ventilação dos tanques. Estes requisitos não se aplicam para as embarcações que transportem substâncias inflamáveis, gases liquefeitos ou substâncias líquidas nocivas, pois é vedado o transporte de carga no convés.

Para embarcações que realizem o transporte de álcool, petróleo e seus derivados, com volume superior a 200 m³, deverão conter um Plano de Prevenção e Combate à Poluição. Dentre os requisitos necessários para este plano é necessário que haja um conjunto moto-bomba, instalado fora da área de carga, para realização das operações de emergência, devendo este motor estar abrigado em casaria que permita ventilação natural, e um tanque de carga, que por segurança operacional deve ter um sistema de ventilação dotado de dispositivo destinado a assegurar que nem a pressão ou vácuo nos tanques exceda os parâmetros de projeto (válvulas Pressão/ Vácuo - PV).

Nas casas de bombas das embarcações de transporte de álcool, petróleo e seus derivados cujos espaços sejam classificados como Espaço Confinado, a ventilação deve ser por exaustão forçada com, no mínimo, 20 renovações por hora.

- **Borda-Livre e Estabilidade Intacta**

No capítulo 7, esta norma trata da borda livre e da estabilidade intacta e tem como propósito estabelecer regras e instruções específicas para a determinação da borda-livre e compartimentagem das embarcações nacionais empregadas na navegação em mar aberto, estabelecendo também os critérios e procedimentos para verificação da estabilidade intacta.

No item 0706 – Requisitos Técnicos para Embarcações “Não Solas”, a norma apresenta um subitem específico para os dispositivos de ventilação e/ou exaustão, de forma que estes sistemas sejam considerados estanques ao tempo para que o convés principal possa ser considerado o convés de borda livre.

Os dutos de ventilação e exaustão que forem destinados a atender compartimentos situados abaixo do convés de borda-livre deverão apresentar sua extremidade superior externa dotada de meio de fechamento estanques ao tempo, através de fixações permanentes.

A norma informa também que estes dispositivos de fechamento poderão ser dispensados caso a distância vertical entre a borda superior da abertura exposta e o convés de borda-livre (h_1) seja, no mínimo, igual ao valor obtido por intermédio da seguinte expressão:

$$h_1 \geq 1,20 + 0,56 y$$

onde:

h_1 = distância vertical entre a borda inferior da abertura exposta do duto de ventilação/exaustão e o convés de borda-livre, em metros; e

y = distância do local de instalação do duto de ventilação/exaustão até a Linha de Centro da embarcação, em metros.

As venezianas instaladas em anteparas ou portas externas, destinadas à ventilação de compartimentos situados sob o convés de borda-livre ou superestruturas (casaria) fechadas, e que não possuam meios efetivos de fechamento que se tornem estanques ao tempo, segundo a norma, deverão atender aos requisitos de altura mínima dos dutos de ventilação especificados na fórmula acima.

Os alboios, que são dispositivos de iluminação e/ou ventilação natural, situados imediatamente acima do convés de borda-livre e que se destinem a compartimentos sob o referido convés deverão:

- a) ser estanques, ou dispor de meios de fechamento estanques ao tempo;
- b) ser dotados de vidros com espessura compatível com sua área e máxima dimensão linear, sem necessitar de serem providos de tampas de combate; e
- c) apresentarem braçolas com, pelo menos, 380 mm de altura.

Assim pode-se ver que os sistemas de ventilação e exaustão, caso não tenham a altura mínima determinada pela fórmula, deverão ser estanques ao tempo de forma que numa eventual entrada de água na embarcação, os conveses abaixo do convés de borda livre não sejam inundados por esta água, afetando assim a estabilidade da embarcação, e sujeitando cargas e equipamentos a danos.

- **Requisitos de Habitabilidade**

No Anexo 3-L da norma, são apresentados os requisitos de habitabilidade para as embarcações de navegação em mar aberto, de forma a estabelecer os requisitos mínimos necessários para que as embarcações possam ser habitadas pelas tripulações e, possivelmente, passageiros.

No item de Compartimentos Sanitários, a norma determina que todos os banheiros devem ser dotados de ventilação natural, através de janela ou cachimbo, ou ventilação forçada.

O espaço para redes, quando existente, e para cadeiras deverão apresentar ventilação natural permanente para o exterior da embarcação, tendo como meio de fechamento sanefas ou janelas móveis. No caso de janela móvel, a área mínima de ventilação deve ser 40% do vão da abertura.

Nos camarotes deve ser prevista a ventilação natural por janela ou albio, dando para o exterior da embarcação, com uma abertura mínima de 0,1 m² por janela ou albio. A ventilação natural pode ser substituída por ventilação forçada através de ventilador e/ou ar condicionado.

- **Requisitos de Máquinas**

A norma no seu anexo 3-P estabelece requisitos mínimos de instalações de máquinas para as embarcações empregadas na navegação em mar aberto.

Nos Requisitos dos Espaços e Equipamentos de Máquinas, a norma especifica que todo espaço de máquinas deverá ter uma ventilação apropriada ao funcionamento dos equipamentos, devendo, inclusive, quando for guarnecida, apresentar condições satisfatórias à permanência do aquaviário encarregado do quarto de serviço de máquinas. A ventilação empregada poderá ser forçada ou natural, dependendo das instalações.

Os equipamentos cujos motores tenham sistema de arrefecimento constituído por ventiladores deverão ter os mesmos providos de uma proteção, a fim de evitar danos aos tripulantes.

- **Lista de Verificação para Execução de Vistorias De Renovação e Inspeções Anuais Referentes ao Certificado Internacional de Borda-Livre**

No anexo 7-J está apresentado uma lista de verificação cujo proposito é que na execução das vistorias de renovação e inspeções anuais de certificação Internacional de Borda-Livre seja verificada as conformidades dos itens nas embarcações. Neste anexo, estão as regras 19 e 20, que listam, respectivamente, as especificações dos dutos de ventilação e das canalizações do ar.

A regra 19, dos dutos de ventilação, define que deverá ser verificado se as alturas das braçolas dos dutos de ventilação têm os valores mínimos de 900 mm quando na posição 1 e de 760mm quando posicionados na posição 2, se estas aberturas possuem dispositivos de fechamento estanques, e que aberturas com altura superior a 4,5m e 2,3m, respectivamente nas posições 1 e 2, não necessitam de fechamento.

A regra 20, que trata da canalização de ar, define que deverá ser verificado se os suspiros dos tanques de lastro ou outros tanques, situados abaixo do convés de borda-livre, possuem altura superior a 760 mm acima do convés, se os tanques situados nas superestruturas (casaria) tem altura superior a 450 mm do convés e se estes suspiros têm fechamentos permanentes.

4.2.2 NORMAM 02 - Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação Interior

A Norma de Autoridade Marítima 2, ou NORMAM-02, tem como proposito estabelecer normas da Autoridade Marítima para embarcações destinadas à navegação interior. Entendem-se como Navegação Interior, realizada em hidrovias interiores, assim considerados rios, lagos, canais, lagoas, baías, angras, enseadas e áreas marítimas consideradas abrigadas.

- **Transporte de Cargas**

No capítulo referente ao transporte de carga, a norma apresenta como requisito para o transporte de carga no convés que as cargas sobre o convés do navio não poderá obstruir as bocas dos ventiladores e os sistemas de ventilação. Em casos especiais, as embarcações tanque que transportem cargas no convés, a disposição da carga deve permitir o acesso aos elementos de carga e descarga posicionados no convés e às válvulas dos sistemas de esgoto e ventilação dos tanques, exceto quando estas embarcações transportem substâncias inflamáveis, gases liquefeitos ou substâncias líquidas nocivas, visto que é vedado o transporte de carga no convés.

Assim como nas embarcações para navegação em mar aberto, as embarcações para navegação interior que realizem o transporte de álcool, petróleo e seus derivados, com volume superior a 200 m³, deverão conter um Plano de Prevenção e Combate à Poluição. Dentre os requisitos necessários para este plano é necessário que haja um conjunto moto-bomba, para realização das operações de emergência, devendo este motor estar instalado fora da área de carga e devendo estar abrigado em casario que permita ventilação natural, e um tanque de carga, que por segurança operacional deve ter um sistema de ventilação dotado de dispositivo destinado a assegurar que nem a pressão ou vácuo nos tanques exceda os parâmetros de projeto (válvulas Pressão/ Vácuo - PV).

Nas casas de bombas das embarcações de transporte de álcool, petróleo e seus derivados cujos espaços sejam classificados como Espaço Confinado, a ventilação deve ser por exaustão forçada com, no mínimo, 20 renovações por hora.

- **Borda-Livre, Estabilidade Intacta e Compartimentagem**

No capítulo 6, esta norma trata de borda livre, estabilidade intacta e compartimentagem. Este capítulo tem, entre outros propósitos, o de estabelecer os requisitos para o cálculo, verificação e certificação da borda livre mínima para embarcações empregadas na navegação interior

No item referente aos Requisitos Técnicos para as Embarcações deste capítulo, apresenta-se divisão em duas áreas:

O item 0611 trata dos Requisitos Técnicos para as Embarcações na Área 1, e apresenta as especificações para os dispositivos de ventilação e/ou exaustão de forma que estes sistemas sejam considerados estanques ao tempo.

Os dutos de ventilação ou exaustão destinados a compartimentos abaixo do convés de borda-livre deverão apresentar altura da borda na extremidade externa superior a 450 mm acima do referido convés. Para embarcações do tipo “C” e “D”, os dutos de ventilação e exaustão dos espaços abertos poderão ter atendimento aos requisitos dispensados, a critério da DPC.

Os alboios situados imediatamente acima do convés de borda-livre e que se destinem a compartimentos sob o referido convés deverão:

- a) ser estanques ao tempo (ou dispor de meios que possibilitem seu fechamento estanque ao tempo);
- b) ser dotados de vidros de espessura compatível com sua área e máxima dimensão linear; e
- c) apresentar braçolas com, pelo menos, 150 mm de altura.”

As embarcações do tipo C e E têm permissões para navegação na Área 1.

O item 0612 trata dos Requisitos Técnicos para as Embarcações na Área 2, e também apresenta as especificações para os dispositivos de ventilação e/ou exaustão entretanto este é diferente do apresentado para a área 1.

Os dutos de ventilação e exaustão destinados a atender compartimentos situados abaixo do convés de borda-livre deverão apresentar borda superior com altura superior a 760 mm em relação ao referido convés.

As venezianas instaladas na anteparas ou portas externas, destinadas à ventilação de compartimentos situados sob o convés de borda-livre ou superestruturas (casaria) fechadas, e que não possuam meios efetivos de fechamento que os tornem estanques, deverão atender aos requisitos de altura mínima dos dutos de ventilação especificados anteriormente (760 mm).

Os alboios situados imediatamente acima do convés de borda-livre e que se destinem a compartimentos sob o referido convés deverão:

- a) ser estanques ao tempo (ou dispor de meios que possibilitem seu fechamento estanque ao tempo);
- b) ser dotados de vidros de espessura compatível com sua área e máxima dimensão linear; e
- c) apresentar braçolas com, pelo menos, 260 mm de altura.”

As embarcações do tipo A, B e D têm permissões para navegação na Área 2.

- **Requisitos de Habitabilidade**

No Anexo 3-M da norma, são apresentados os requisitos de habitabilidade para as embarcações na navegação interior, de forma a estabelecer os requisitos mínimos necessários para que as embarcações possam ser habitadas por tripulações e, possivelmente, passageiros, assim como também é apresentado para as embarcações para navegação em mar aberto.

Nos Compartimentos Sanitários, a norma determina que todos os banheiros devem ser dotados de ventilação natural, através de janela ou cachimbo, ou ventilação forçada.

O espaço para redes, quando existente, e para cadeiras deverão apresentar ventilação natural permanente para o exterior da embarcação, tendo como meio de fechamento sanefas ou janelas móveis. No caso de janela móvel, a área mínima de ventilação deve ser 40% do vão da abertura.

Nos camarotes deve ser prevista a ventilação natural por janela ou alçóio, dando para o exterior da embarcação, com uma abertura mínima de 0,1 m² por janela ou alçóio. A ventilação natural pode ser substituída por ventilação forçada através de ventilador e/ou ar condicionado.

- **Requisitos de Máquinas**

O anexo 3-O da norma estabelece requisitos mínimos de instalações de máquinas para as embarcações empregadas na navegação interior.

Nos Requisitos dos Espaços e Equipamentos de Máquinas, a norma especifica que todo espaço de máquinas deverá ter uma ventilação apropriada ao funcionamento dos equipamentos, devendo, inclusive, quando for guarnecida, apresentar condições satisfatórias à permanência do aquaviário encarregado do quarto de serviço de máquinas. A ventilação empregada poderá ser forçada ou natural, dependendo das instalações.

Os equipamentos cujos motores tenham sistema de arrefecimento constituído por ventiladores deverão ter os mesmos providos de uma proteção, a fim de evitar danos ao tripulante.

4.3 Normas ABNT

Durante as décadas de 70 a 90, época em que a indústria naval brasileira estava no ápice, o comitê da ABNT/CB-077 (Comitê de Navios, Embarcações e Tecnologia Marítima) elaborou e revisou normas que padronizavam e regularizavam os requisitos no campo de navios, embarcações e tecnologia marítima compreendendo projeto, construção, elementos de

estrutura, equipamentos, acessórios, métodos e tecnologia. Entre estas, havia normas que se regulamentavam os sistemas de ventilação e condicionamento de ar para embarcações, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Normas Técnicas ABNT

Norma	Título	Status / Data	Motivo Cancelamento
ABNT NBR 8646: 1990	Condicionamento de ar e ventilação nas acomodações de navios mercantes - Condições básicas de projeto - Procedimento	Cancelada em 10/12/2012	Esta Norma não é mais utilizada pelo setor.
ABNT NBR 8807: 1985	Cálculo de ventilação para praça de máquinas de embarcações mercantes de propulsão diesel - Procedimento	Cancelada em 10/12/2012	Esta Norma não é mais utilizada pelo setor.
ABNT NBR 9172: 1985	Cálculo de ventilação para compartimento de diesel gerador de emergência em mercantes - Procedimento	Cancelada em 10/12/2012	Esta Norma não é mais utilizada pelo setor.
ABNT NBR 9404: 1986	Cálculo de ventilação para compartimento de dióxido de carbono de embarcações mercantes - Procedimento	Cancelada em 10/12/2012	Esta Norma não é mais utilizada pelo setor.
ABNT NBR 9716: 1987	Cálculo de ventilação para compartimento de baterias em navios mercantes - Procedimento	Cancelada em 10/12/2012	Esta Norma não é mais utilizada pelo setor.
ABNT NBR 10804: 1989	Cálculo de ventilação para paiol de tintas em navios mercantes - Procedimento	Cancelada em 10/12/2012	Esta Norma não é mais utilizada pelo setor.
ABNT NBR 11106: 1989	Cálculo de ventilação para compartimento de baterias em plataformas marítimas de produção de petróleo - Procedimento	Cancelada em 10/12/2012	Esta Norma não é mais utilizada pelo setor.
ABNT NBR 11226: 1990	Cálculo do sistema de ventilação para casa de bombas em embarcações - Procedimento	Cancelada em 10/12/2012	Esta Norma não é mais utilizada pelo setor.
ABNT NBR 11227: 1990	Cálculo do sistema de ventilação mecânica no compartimento de gás inerte - Procedimento	Cancelada em 10/12/2012	Esta Norma não é mais utilizada pelo setor.
ABNT NBR 8806: 1985	Condições básicas para projeto de ar condicionado para sala de controle da praça de máquinas de navios mercantes	Cancelada em 10/12/2012	Esta Norma não é mais utilizada pelo setor.

Entretanto atualmente estas normas foram canceladas pela ABNT, conforme status apresentado na tabela acima.

4.3.1 ABNT NBR 8646: 1990

Esta Norma fixa as condições exigíveis para projetos e os métodos adequados de cálculo para condicionamento de ar e ventilação nas acomodações de navios mercantes, que operam em todos os mares, exceto no ártico ou antártico no inverno, e para as acomodações de navios de passageiro.

4.3.2 ABNT NBR 8806: 1985

Esta Norma fixa as condições exigíveis para projetos e os métodos adequados de cálculo para ar condicionado na sala de controle da praça de máquinas de navios mercantes, para serviço irrestrito.

4.3.3 ABNT NBR 8807: 1985

Esta Norma fixa as condições exigíveis para a execução de cálculo e projeto de ventilação para praça de máquinas de embarcações mercantes de propulsão diesel.

4.3.4 ABNT NBR 9172: 1985

Esta Norma fixa as condições exigíveis para execução de cálculo de ventilação mecânica e natural para compartimento do diesel gerador de emergência em navios mercantes, que operam em todos os mares.

4.3.5 ABNT NBR 9404: 1986

Esta Norma fixa as condições exigíveis para a execução de cálculos e projetos de ventilação para evitar vazamento no compartimento de dióxido de carbono, em embarcações mercantes.

4.3.6 ABNT NBR 9716: 1987

Esta Norma fixa as condições exigíveis para projeto e os métodos adequados de cálculo de ventilação para compartimento de baterias em navios mercantes, que operam em todos os mares. Esta norma indica o número de renovações que deveram ser realizadas para que o contaminante da bateria seja diluído, além da quantidade de calor gerada no carregamento da bateria.

4.3.7 ABNT NBR 10804: 1989

Esta Norma fixa as condições exigíveis para projeto e os métodos adequados de cálculo de ventilação para paiol de tintas em navios mercantes.

4.3.8 ABNT NBR 11106: 1989

Esta Norma fixa as condições exigíveis para projeto e os métodos adequados de cálculo de ventilação para compartimento de baterias em plataformas marítimas de produção de petróleo. Esta norma indica o número de renovações que deveram ser realizadas para que o contaminante da bateria seja diluído, além da quantidade de calor gerada no carregamento da bateria.

4.3.9 ABNT NBR 11226: 1990

Esta Norma fixa as condições exigíveis do método de cálculo para o sistema de ventilação da casa de bombas em embarcações transportadoras de óleo cru ou produtos de petróleo, não se aplicando a embarcações transportadoras de produtos químicos, gás natural ou gás liquefeito de petróleo.

4.3.10 ABNT NBR 11227: 1990

Esta Norma fixa as condições exigíveis para a execução de cálculos do sistema de ventilação mecânica no compartimento de gás inerte, em embarcações mercantes.

4.3.11 Comparação entre as normas ABNT para sistemas de condicionamento de ar em compartimentos da embarcação

Tabela 4 – Comparação Normas: ABNT-8646 x ABNT-8806

Critério de Projeto	ABNT 8646	ABNT 8806
<p>1. Condições gerais</p>	<p>A diferença entre as temperaturas do termômetro de bulbo seco, simultâneas, entre dois pontos quaisquer do recinto, ao nível de 1,5m, não devem ser superior a 2°C, não devendo ser realizadas medições próximas às vigas e partes sujeitas a radiação.</p> <p>A velocidade do ar, na altura de 1,5m, não deve ser inferior a 0,025m/s e nem superior a 0,25m/s.</p> <p>O ar insuflado deve ser totalmente filtrado e parcialmente renovado.</p> <p>O sistema deverá ser projetado para, em caso de falha do sistema, poder insuflar 100% de ar exterior nas acomodações.</p>	<p>A distribuição do ar na sala de controle deverá ser feita através de difusores de distribuição e unidades “<i>self contained</i>”.</p> <p>No suprimento de ar fresco e no retorno de ar deverão ser previstos filtros.</p>

Critério de Projeto	ABNT 8646	ABNT 8806
2. Condições específicas	-	-
<p>2.1. Elementos para a base de cálculo</p>	<p>Apresenta as condições externas e internas, para o verão e inverno, para o cálculo da carga térmica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condições Externas: TBS +35°C / UR 70% (Verão) e TBS -20°C / - (Inverno); • Condições Internas: TBS +27°C / UR 50% (Verão) e TBS +22°C / UR 50% (Inverno); <p>Apresenta também a fórmula para o coeficiente total de transmissão de calor, que dependerá do coeficiente de transmissão de calor entre o ar e superfície, da condutividade térmica dos materiais usados na construção do compartimento, da espessura deste material, dos coeficientes de resistividade térmica da camada de ar e o fator de correção para as estruturas.</p> <p>Apresenta ainda os valores mínimos a serem considerados para a quantidade de pessoas existente nos compartimentos, a carga dissipada pela iluminação artificial e por outras fontes de energia.</p>	<p>Apresenta as condições que devem ser observadas para os equipamentos de refrigeração, como as condições de temperatura para entrada e saída no resfriamento usando água do mar e usando água doce.</p> <p>Apresenta, também, as condições de projeto para cálculo da carga térmica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condições Externas: +35°C / UR 70%; • Praça de Máquinas: +45°C; • Sala de Controle: +27°C / UR 50%; • Número mínimo de pessoas: 2 • Vazão mínima de ar exterior de insuflamento por pessoa: 0,02 m³/s; • Número mínimo de trocas, efetuadas com ar de insuflamento: 6 trocas/h. <p>Esta norma apresenta ainda que, caso necessário, demais temperaturas e carga dissipadas, deverá ser consultada a norma NBR 8646.</p>

Critério de Projeto	ABNT 8646	ABNT 8806
2.2. Cálculo da Carga Térmica	<p>As cargas térmicas deverão ser calculadas para cada acomodação.</p> <p>A carga térmica de verão será calculada considerando o calor sensível decorrente da transmissão de calor, calor sensível e latente decorrente das pessoas, o calor sensível da radiação solar, calor sensível da energia elétrica dissipada, carga térmica devido ao ar exterior e o calor sensível e latente provenientes de outras fontes.</p> <p>A carga térmica de inverno deverá ser calculada levando em consideração o calor sensível decorrente da transmissão de calor e demais fontes de calor sensível e latente que permaneçam no ambiente durante o inverno, como a carga térmica do ar externo, por exemplo.</p>	<p>As cargas térmicas serão calculadas considerando o calor liberado pelos aparelhos, iluminação e cabos elétricos, carga térmica devido às pessoas e calor liberado por transmissão.</p>
2.3. Cálculo da vazão de ar	<p>Será feito para todas as acomodações que apresentem ar condicionado e ventilação, e o volume será considerado como se o compartimento estivesse vazio.</p> <p>A vazão utilizada deverá ser a mais crítica entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condição geral de verão e de inverno; • Vazão mínima de ar de insuflamento e de exaustão por pessoa; • Vazão mínima de ar devido ao número mínimo de trocas por hora efetuadas com ar exterior e com o ar de exaustão. 	-
2.4. Temperatura do ar	<p>A norma determina que a temperatura do ar nos recintos será medida no centro do fluxo de ar, a uma distância de 300 mm da abertura de suprimento. A diferença entre esta temperatura e a temperatura média não deve exceder a 10°C;</p>	-

Critério de Projeto	ABNT 8646	ABNT 8806
2.5. Equipamento de Refrigeração	Resfriamento com água do mar: temperatura de entrada da água no condensador +32°C e motor do compressor com temperatura de +35°C. Resfriamento com água do doce: temperatura de entrada da água no condensador +36°C e motor do compressor com temperatura de +38°C.	Resfriamento com água do mar: temperatura de entrada da água no condensador +32°C e motor do compressor com temperatura de +35°C. Resfriamento com água do doce: temperatura de entrada da água no condensador +36°C e motor do compressor com temperatura de +38°C.

A tabela acima apresenta a comparação entre as normas ABNT que tratam dos sistemas de climatização para os compartimentos de acomodação e sala de controle dentro da praça de máquinas.

Inclusive pode-se reparar que a norma ABNT 8806, que trata das salas de controle, faz referência à norma ABNT 8646, das acomodações, para que sejam utilizados alguns parâmetros semelhantes, ou algumas tabelas com dados para o cálculo da carga térmica e vazão dos sistemas.

4.3.12 Comparação entre as normas ABNT para sistemas de ventilação em compartimentos da embarcação

A tabela abaixo apresenta a comparação entre as normas ABNT que tratam dos sistemas de ventilação para a casa de máquina das embarcações, os compartimentos do diesel gerador de emergência e no paiol de tintas.

Tabela 5 – Comparação Normas ABNT 8807 x ABNT 9172 x ABNT 10804

Critério de Projeto	ABNT 8807	ABNT 9172	ABNT 10804
<p>1. Condições gerais</p>	<p>A quantidade total de ar deve ser a necessária para atender a mais crítica condição de operação.</p> <p>Deve-se considerar a temperatura de ar exterior em +35°C.</p> <p>A distribuição do volume de ar a ser insuflado na praça de máquinas será realizada pelo sistema de ventilação e atender as condições:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O ar ventilado deve ser insuflado em quantidade igual ao consumo de ar do motor principal na potência máxima contínua; • A ventilação deverá ser suficiente para toda a praça de máquinas; • Nos locais de trabalho será assegurado o suprimento suficiente de ar fresco. <p>A praça de máquina deverá ser provida de aberturas para exaustão, para a dissipação do calor e dimensionada para a queda de pressão de 50Pa, em viagem. Caso o exaustor não possa ser conduzido à chaminé ou aberturas especiais, devem ser instalados exaustores independentes.</p> <p>As regras e regulamentos que dizem respeito à prevenção e combate a incêndio, que se relacionam com ventilação, devem ser considerados.</p>	<p>O tipo de ventilação a ser utilizado no compartimento do diesel gerador de emergência depende das características do navio.</p> <p>A vazão de ar necessária deverá ser calculada sendo observadas as seguintes condições:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ventilação Mecânica: renovação de ar admissível de, no mínimo, 6 trocas/h; • Ventilação Natural: Deverá, no mínimo, atender ao resfriamento do radiador, à combustão e ventilação do compartimento. <p>As velocidades recomendada para entrada e saída são:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ventilação Mecânica: até 10 m/s; • Ventilação Natural: até 2 m/s. <p>A perda de carga no sistema de ventilação não deve ser maior que a recomendada pelo fabricante.</p> <p>As tomadas de ar devem ser localizadas de modo a permitirem a operação do gerador de emergência em qualquer condição do mar.</p>	<p>A ventilação mecânica a ser utilizada no paiol de tintas deverá garantir pressão negativa no interior do mesmo, evitando o acúmulo de gases explosivos e tóxicos que se desprendam durante o manuseio das tintas.</p> <p>A vazão de ar necessária deverá ser calculada considerando o valor admissível de, no mínimo, 10 trocas/h.</p> <p>As velocidades de entrada e saída de ar devem ser, no mínimo, 4 m/s.</p> <p>O ventilador deverá possuir mecanismo que permita desligá-lo fora do paiol de tintas. Caso o paiol seja protegido por instalações fixas de combate a incêndio, o sistema de ventilação deverá ser automaticamente desligado quando for acionado o referido sistema.</p>

Critério de Projeto	ABNT 8807	ABNT 9172	ABNT 10804
<p>2. Condições específicas</p>	<p>A quantidade total de ar necessário será baseada na quantidade de ar necessária para o consumo dos equipamentos e para à dissipação de calor.</p> <p>A quantidade de ar necessário para o consumo será igual ao somatório do consumo do motor diesel, das caldeiras e outros equipamentos.</p> <p>A quantidade de ar necessário para dissipação de calor da praça de máquinas será baseado no calor emitido pela mesma.</p>	<p>Apresenta a fórmula para o cálculo da vazão necessária para o compartimento com ventilação mecânica.</p> <p>Apresenta também as fórmulas para o cálculo da vazão necessária para o compartimento com ventilação natural, informando o tamanho ideal da área das aberturas para entrada e saída de ar.</p>	<p>Apresenta a característica e posição de instalação das aberturas de ventilação e exaustão do sistema.</p> <p>Apresenta as características para os motores elétricos do sistema de ventilação mecânica, que não deverá ser instalado no fluxo de ar ou no paiol a ser ventilado, exceto os que forem a prova de explosão. Os exaustores deverão ter construção anti-centelhante.</p> <p>Apresenta a fórmula para o cálculo da vazão de ar necessária para o paiol, do tamanho das áreas livres e totais para entrada e saída de ar.</p> <p>Os materiais utilizados na construção dos dutos deverão ser resistentes a corrosão, ou assim tornados através de tratamento superficial adequado.</p>

As normas apresentam fórmulas para o cálculo dos valores de vazão que será necessário para suprir as necessidades dos equipamentos, seja para consumo em operação, ou seja para diluir as quantidades de gases tóxicos e explosivos, além do necessário para a dissipação de calor gerada pelos equipamentos utilizados em cada compartimento. As normas ainda apresentam que deverá ser disponibilizada vazão de ar suficiente para que sejam mantidos os operados dentro dos próprios compartimentos.

5 SOCIEDADE CLASSIFICADORA

Segundo a definição da Associação Internacional das Sociedades Classificadoras (IACS, do inglês *International Association of Classification Society*), as Sociedades Classificadoras são entidades internacionais, de caráter privado, com reconhecida competência técnica, que possuem normas próprias, conhecidas como “REGRAS DE CLASSIFICAÇÃO” e que se propõem a aprovar projetos, fiscalizar a construção e, durante a vida operacional, manter uma determinada embarcação “CLASSIFICADA”, mediante auditorias periódicas (DANTAS *apud* NETO, 2006).

As normas da Marinha/DCP, NORMAMs 01 e 02, são normas mais voltadas para facilitar a fiscalização das embarcações que atracam nos portos brasileiros e suas áreas de atuação (em águas brasileiras). Desta forma, a autoridade marítima, através da NORMAM 06, estabelece requisitos e procedimentos para o reconhecimento das Sociedades Classificadoras para atuarem em nome do Governo Brasileiro na implantação, regularização, controle, certificação e fiscalização das embarcações na correta aplicação dos requisitos das Convenções e Códigos Internacionais.

A tabela abaixo apresenta as Sociedades e Entidades Classificadoras com Delegação de Competências para atuarem em nome da autoridade marítima brasileira.

Tabela 6 – Sociedades Classificadoras que Atuam em nome do Governo Brasileiro

NOME	TIPO
American Bureau of Shipping	Sociedade Classificadora
Bureau Veritas Ltda.	Sociedade Classificadora
Bureau Colombo Ltda.	Sociedade Classificadora
Det Norske Veritas Ltda.	Sociedade Classificadora
Germanischer Lloyd do Brasil Ltda.	Sociedade Classificadora
Lloyd's Register do Brasil	Sociedade Classificadora
Nippon Kaiji Kiokai do Brasil	Sociedade Classificadora
Registro Italiano Navale	Sociedade Classificadora
Registro Brasileiro de Navios e Aeronaves	Sociedade Classificadora
Certificadora Brasileira de Embarcações e Sist.	Entidade Certificadora
Autoship	Entidade Certificadora
ABS Group Services do Brasil	Entidade Certificadora
Record Certificação Naval Ltda.	Entidade Certificadora

5.1 ABS – American Bureau of Shipping

A ABS é uma das sociedades classificadoras que possuem a delegação de competência para atuar em nome da Autoridade Marítima Brasileira. A ABS possui conjuntos de regras para uma gama de embarcações, como embarcações de aço, para módulos de perfuração offshore, entre outros.

Desta forma, serão analisadas as regras, normas e padrões definidos pela ABS de forma que possa ser feita uma comparação entre os requisitos das normas da autoridade marítima e os requisitos das regras desta sociedade classificadora.

Neste trabalho será abordado o conjunto de regras para construção e classificação de navios de aço. Este conjunto de regras é dividido em 7 (sete) partes, sendo a parte 5 (cinco) dividida em 4 (quatro) subpartes: 5A, 5B, 5C1 e 5C2.

5.1.1 PARTE 03 – Construção e Equipamentos do Casco

A parte 3 desta regra para embarcações de aço especifica os requisitos para a construção e equipamentos do casco das embarcações.

- **Anteparas e Portas Estanques (ou impermeáveis à água) – 3-2-9**

A seção 9 da regra se refere às anteparas e portas estanques, ou seja, que não permitem a entrada de água nos compartimentos, e está descrito dentro do capítulo 2 desta parte 03, que compreende todas as Estruturas e Arranjos do Casco de uma embarcação.

- **Aberturas e Penetrações – 3-2-9/1.3**

A seção 9 da regra se refere às anteparas e portas estanques, ou seja, que não permitem a entrada de água nos compartimentos, e está descrito dentro do capítulo 2 desta parte 03, que compreende todas as Estruturas e Arranjos do Casco de uma embarcação. O item 1.3 da parte 3, capítulo 2 e seção 9 apresenta as especificações das aberturas e penetrações para anteparas e portas estanques.

Penetrações de ventilações através de anteparas estanques deverão ser evitadas. Quando não for possível evitar, o duto de ventilação deverá satisfazer os requisitos das anteparas estanques ou aplicações de fechamento/bloqueio estanque serão instaladas na penetração da antepara. Para penetrações de ventilação abaixo do convés da antepara ou abaixo da linha d'água de equilíbrio avariado, os dispositivos de bloqueio deverão ser operáveis pela ponte de comando. Quando a penetração for localizada acima do convés de anteparas e da linha d'água avariada,

controles locais manuais podem ser usados para fechar os dispositivos, em um ou ambos os lados das anteparas, para que o controle esteja acessível nas condições de inundações prescritas.

- **Proteção das Aberturas dos Conveses – 3-2-15**

A seção 15 da regra se refere às proteções que são utilizadas para proteger as aberturas feitas nos conveses das embarcações, estando descrito dentro do capítulo 2 da parte 03, capítulo que compreende todas as Estruturas e Arranjos do Casco de uma embarcação.

- Caixa de Fumaça, Chaminés e Ventiladores – 3-2-15/19.3

O item 19 da parte 3, capítulo 2 e seção 15 apresenta as especificações dos invólucros/revestimentos das máquinas, e neste são especificadas as braçolas da caixa de fumaça, chaminés e ventiladores.

As braçolas das chaminés e das casas de máquinas dos ventiladores, em posições visíveis no convés de borda-livre ou na superestrutura/casario, deverão ser tão altas quanto for possível acima do convés.

- **Bordas falsas, guarda-corpo, aberturas para escoamento, vigias, ventiladores, bocal de respiros e transbordamento do tanque – 3-2-17**

A seção 17 da regra se trata das aberturas utilizadas nos conveses das embarcações, estando descrito dentro do capítulo 2 da parte 03, capítulo que compreende todas as Estruturas e Arranjos do Casco de uma embarcação.

- Ventiladores – 3-2-17/9.3

O item 9.3 da parte 3, capítulo 2 e seção 17 apresenta os requisitos dos ventiladores utilizados nas Estruturas do Casco das embarcações.

- Construção das Braçolas – 9.3.1

Os ventiladores expostos no convés de borda-livre ou da superestrutura (casario) destinados a compartimentos situados abaixo do convés de borda livre ou em convés da superestrutura fechado devem ter braçolas em aço ou outro material equivalente. A espessura da chapa das braçolas não deve ser menor que 7,5 mm para ventiladores de até 200 mm de diâmetro, e 10 mm para diâmetros de 457 mm ou acima; a espessura para diâmetros intermediários pode ser obtida através de interpolação.

As braçolas deverão ser efetivamente seguras de forma a enrijecer adequadamente o chapeamento do convés. As braçolas que tem mais que 900 mm de altura e não são suportadas por estruturas adjacentes deverão ter reforços e acessórios adicionais. Ventiladores que passam através da superestrutura, com exceção das superestruturas fechadas, devem ter braçolas construídas essencialmente de aço no convés de borda-livre.

Quando um damper corta-fogo estiver localizado numa braçola de ventilação, uma porta ou abertura de inspeção de, no mínimo, 150 mm de diâmetro deverá ser fornecida para facilitar a inspeção do damper sem a necessidade de desmontar a braçola ou o ventilador. O fechamento necessário para a porta ou abertura de inspeção é para manter a estanqueidade e, se for o caso, a integridade ao fogo da braçola.

Altura da Braçola – 9.3.2

Ventiladores na posição 01 terão braçolas de, no mínimo, 900 mm acima do convés. Ventiladores na posição 02 terão braçolas de, no mínimo 760 mm, acima do convés. Em posições expostas, a altura das braçolas poderá ser aumentada, caso necessário.

Meios de Fechamento das Aberturas – 9.3.3

As aberturas de ventilação devem ser fornecidas com eficientes dispositivos de fechamento permanentemente conectados, exceto se tiverem instalados com a configuração a seguir. Ventilador na Posição 01, cujas braçolas se estendam acima de 4,8 m do convés, e na Posição 02, cujas braçolas se estendam acima de 2,3 m do convés, não necessitará ser equipado com dispositivos de fechamento, a menos que características incomuns do projeto assim o exigem. A norma aconselha também que seja consultado os item 4-7-2/1.9.5 e 4-7-2/1.9.6, que são descrito em item posteriores mais abaixo.

- Ventiladores nos Conveses de Vante (proa) – 3-2-17/9.7

O item 9.7 da parte 3, capítulo 2 e seção 17, da Regra para Embarcações de Aço, apresenta as especificações para ventiladores utilizados nos conveses de vante (na proa).

Aplicação – 9.7.1

Os requisitos deste item serão aplicados em toda ventilação localizada nos conveses expostos de vante dentro do limite de $0,25L$ e onde a altura do convés exposto nesta direção seja inferior a $0,1L$ ou 22 metros acima da linha d'água de verão, o que for menor.

Cargas Aplicadas aos Dutos de Ar e Ventiladores – 9.7.2

A pressão aplicada na tubulação de ar, nos tubos de ventilação e nos dispositivos de fechamento poderá ser calculada através da expressão:

$$P = f \rho V^2 C_d C_s C_p$$

Onde: P é a pressão em kN/m^2 ;

$$f = 0,5;$$

$$\rho = \text{densidade da água do mar, } 1,025 \text{ t/m}^3;$$

V = velocidade da água além do convés de vante:

$$= 13,5 \text{ m/s} \quad \text{para } d \leq 0,5d_1$$

$$= 13,5 \sqrt{2 \left(1 - \frac{d}{d_1}\right)} \text{ m/s} \quad \text{para } 0,5d_1 < d \leq 0,5d_1$$

d = distância da linha d'água da carga de verão até o convés exposto;

d_1 = $0,1L$ ou 22 m , o que for menor;

C_d = coeficiente de forma

= $0,5$ para tubulação;

= $1,3$ para tubulação e ventiladores com terminais em geral;

= $0,8$ para tubulação e ventiladores com terminais de forma cilíndrica com seus eixos na direção vertical;

C_s = coeficiente de batida (*slamming*), $3,2$;

C_p = coeficiente de proteção:

= $0,7$ para tubulação e ventiladores com terminais localizados imediatamente atrás do castelo de proa ou do quebra-mar;

= $1,0$ para o outros, incluindo imediatamente após a borda falsa.

A força atuante na direção horizontal da tubulação e seus acessórios de fechamento podem ser calculados através da pressão usando a maior área projetada de cada componente.

Requisitos de Resistência de Ventiladores e Dispositivos de Fechamento –

9.7.3

O item 9.7.3 desta norma apresenta os requisitos de resistência dos ventiladores. O momento e a tensão de flexão nos tubos de ar e de ventilação devem ser calculados nas posições críticas: em peças de penetração, em conexões soldadas e flangeadas, e nas pontas dos suportes de apoio. As tensões de flexão na seção não deverão exceder $0,8Y$, onde o Y é a tensão de escoamento mínima especificada ou 0,2% do alongamento do aço na temperatura ambiente. Independente da proteção contra a corrosão utilizada, um acréscimo de 2,0 mm deve ser aplicado na seção da rede.

Para ventiladores padrões de 900 mm de altura fechados por terminais com áreas projetadas não maiores que as tabuladas, a espessura dos tubos e a altura dos suportes estão especificadas na tabela abaixo.

Tamanho Nominal da Tubulação		Espessura Bruta Mínima dos Tubos		Área Projetada Máxima dos Terminais		Altura ⁽¹⁾ do Suporte	
A	B						
mm	in.	mm	in.	mm ²	in ² .	mm	in.
80	3	6,3	0,25	-	-	460	18,1
100	4	7,0	0,28	-	-	380	15,0
150	6	8,5	0,33	-	-	300	11,8
200	8	8,5	0,33	550	85	-	-
250	10	8,5	0,33	880	136	-	-
300	12	8,5	0,33	1200	186	-	-
350	14	8,5	0,33	2000	310	-	-
400	16	8,5	0,33	2700	419	-	-
450	18	8,5	0,33	3300	511	-	-
500	20	8,5	0,33	4000	620	-	-

Para ventiladores com tamanho maior que 900 mm, os suportes e meios alternativos de apoio deverão ser fornecidos. As braçolas não devem ser menores que os indicados na tabela abaixo ou item 3-2-17/9.3.

Tamanho Nominal da Tubulação		Espessura Bruta Mínima dos Tubos		Área Projetada Máxima dos Terminais		Altura ⁽¹⁾ do Suporte	
A	B						
mm	in.	mm	in.	mm ²	in ² .	mm	in.
65	2 ½	6,0	-	-	-	480	18,9
80	3	6,3	0,25	-	-	460	18,1
100	4	7,0	0,28	-	-	380	15,0
125	5	7,8	0,31	-	-	300	11,8
150	6	8,5	0,33	-	-	300	11,8
175	7	8,5	0,33	-	-	300	11,8
200	8	8,5 ⁽²⁾	0,33 ⁽²⁾	1900	295	300 ⁽²⁾	11,8 ⁽²⁾

Tamanho Nominal da Tubulação		Espessura Bruta Mínima dos Tubos		Área Projetada Máxima dos Terminais		Altura ⁽¹⁾ do Suporte	
A	B						
250	10	8,5 ⁽²⁾	0,33 ⁽²⁾	2500	388	300 ⁽²⁾	11,8 ⁽²⁾
300	12	8,5 ⁽²⁾	0,33 ⁽²⁾	3200	496	300 ⁽²⁾	11,8 ⁽²⁾
350	14	8,5 ⁽²⁾	0,33 ⁽²⁾	3800	589	300 ⁽²⁾	11,8 ⁽²⁾
400	16	8,5 ⁽²⁾	0,33 ⁽²⁾	4500	698	300 ⁽²⁾	11,8 ⁽²⁾

(1) Suportes não necessitam se estender sobre a junção do flange com o head.

(2) Suportes são obrigatórios quando a espessura bruta é inferior a 10,5 mm, ou quando a área do head projetada tabulada é excedido.

Todos os componentes e conexões de ventiladores terão capacidade de suportar a carga definida em 3-2-17/9.7.2.

Os terminais dos ventiladores rotativos do tipo cogumelo não serão utilizados para aplicações nestes locais.

5.1.2 PARTE 04 – Sistemas e Máquinas do Navio

A parte 4 da regra para embarcações de aço especifica os requisitos para as Máquinas e Sistemas das Embarcações.

- **Classificação das Máquinas – 4-1-1**

A seção 1 do capítulo 1, capítulo que compreende todas as Especificações Gerais das Máquinas de uma embarcação, se refere à classificação das máquinas.

- Ventilação da Casa de Máquinas – 4-1-1/7.13

O item 7.13, do capítulo 1 e seção 1 da parte 4, apresenta as especificações da ventilação na casa de máquinas. A ventilação adequada será fornecida a casa de máquina para atender simultaneamente a tripulação e para os motores, aquecedores ou qualquer outra máquina possam operar na sua potência nominal em todas as condições climáticas, incluindo mau tempo e chuvas extremas. A casa de máquinas do propulsor principal deve ser alimentada por ventilação mecânica.

Em geral, ventiladores, para alimentar continuamente a casa de máquinas do propulsor principal e de forma imediata a sala do gerador de emergência, deverão ter braçolas de tamanho suficiente para eliminar a necessidade de ter dispositivos de fechamento.

Entretanto, quando, devido ao tamanho ou arranjo da embarcação, isto não for possível, as braçolas dos ventiladores da casa de máquinas e do gerador de emergência com tamanhos menores podem ser aceitáveis desde que haja a previsão de instalação de dispositivos de

fechamento estanques de acordo com o item 3-2-17/9.3.3 combinado com outros dispositivos adequados para assegurar uma alimentação ininterrupta e adequada do ar. A norma aconselha também que seja consultado os item 4-7-2/1.9.5 e 4-7-2/1.9.7, que são descrito em item posteriores mais abaixo.

- ***Thrusters/Propulsores de Manobra – 4-3-5***

A seção 5 se refere aos *thrusters* ou propulsores de manobra, e está incorporado no capítulo 3, o qual compreende Máquinas de Propulsão e Manobra de uma embarcação.

- Ventilação da Casa de Máquinas – 4-3-5/11.1

O item 11.1 da parte 4, capítulo 3 e seção 5 apresenta as regras de ventilação para as salas dos *thrusters*. As salas dos *thrusters* devem ser equipadas com ventilação adequada que permitirá simultaneamente o atendimento a tripulação e a operação das máquinas do *thruster* na potência nominal em todas as condições metereológicas.

- **Unidade de Propulsão Azimutal ou Azipod – 4-3-7**

A seção 7 do capítulo 3, também dentro do capítulo das Máquinas de Propulsão e Manobra de uma embarcação, se refere às unidades de propulsão azipod ou azimutal.

- Ventilação e Refrigeração – 4-3-7/11.11

O item 11.11 da parte 4, capítulo 3 e seção 7 apresenta as regras de ventilação e resfriamento das unidades de propulsão azimutal. Um sistema de ventilação efetivo será fornecido para o espaço interno do propulsor azimutal. O sistema de ventilação conterà, no mínimo, dois ventiladores, sendo que um ventilador será reserva do outro.

Quando for utilizado o arrefecimento com água, o refrigerador deverá ter um arranjo que evite a entrada de água dentro da máquina, seja por meio de vazamento ou condensação no trocador de calor.

O sistema de ventilação e resfriamento manterá as máquinas e os equipamentos instalados dentro unidade dentro da temperatura que foi projetada para operar.

- **Caldeiras, Vasos de Pressão e Equipamentos com Chamas – 4-4-1**

A seção 1 do capítulo 4 se refere às Caldeiras, Vasos de Pressão e Equipamento com Chamas de uma embarcação.

- Ventilação – 4-4-1/19.3.6

O item 19.3.6 da parte 4, capítulo 4 e seção 1 apresenta as regras de ventilação nas instalações das caldeiras. O local em que os queimadores de óleo combustível estão montados deve ser bem ventilado.

- **Sistemas de Tubulação para Motores de Combustão Interna – 4-6-5**

A seção 5 se refere às tubulações utilizadas para a alimentação dos motores de combustão interna, estando descrito dentro do capítulo 6, o qual compreende **Tubulação dos Sistemas** de uma embarcação.

- Ventilação e Drenagem do Carter – 4-6-5/13

O item 13 da parte 4, capítulo 6 e seção 5 especifica requisitos para a drenagem e ventilação do cárter.

Geral – 13.1

A ventilação do cárter será fornecida de acordo com as recomendações do fabricante do motor. A ventilação do cárter ou qualquer mecanismo que possa produzir um fluxo de ar externo para dentro do cárter deve, em geral, ser evitado. Tubos de ventilação, quando previsto, devem ser tão pequenos quanto possível para minimizar a influxo de ar depois de uma explosão do cárter. Se uma extração forçada da atmosfera de névoa de óleo no cárter for fornecida (para fins de detecção de vapor de óleo, por exemplo), o vácuo no cárter não deve exceder 2,5 mbar.

Arranjo das Tubulações de Vent do Carter – 13.2

A tubulação de ventilação do cárter não deve ser diretamente conectada com qualquer outro sistema de tubulação. O tubo de ventilação do carter de cada motor deve ser conduzido de forma independentemente ao tempo (ar livre). No entanto, também podem ser aceitos arranjos com *manifold*, conforme os itens abaixo:

- i) O tubo de ventilação de cada motor deverá ser:
 - Encaminhado de forma independente para o *manifold*, e;
 - Estar equipado com uma tela anti-chama resistente à corrosão dentro do *manifold*.

- ii) O *manifold* estará localizado tão alto quanto possível, de modo a permitir que um comprimento considerável da tubulação separe os cárteres. Ele não deve estar localizado na parte inferior do que um pavimento acima do convés principal;
- iii) O *manifold* deve estar acessível para inspeção e manutenção das telas de chama;
- iv) O *manifold* será ventilado para o tempo, de tal modo que a área transversal da saída de ventilação não seja inferior à área total dos tubos de ventilação de cada cárter que entram no *manifold*;
- v) O *manifold* deve ser dotado de dispositivos de drenagem.

- **Outros Sistemas – 4-6-7**

A seção 7 especifica as tubulações dos sistemas que não foram contemplados nas seções anteriores do capítulo 6.

- Armazenamento de Cilindro de Gás Oxiacetileno – 4-6-7/7.3

Devido a estas salas armazenarem gás, cada sala deverá ser equipada com um sistema de ventilação capaz de fornecer seis renovações de ar por hora, no mínimo, baseado no volume total da sala. O sistema de ventilação será independente do sistema de ventilação dos outros compartimentos. O espaço dentro do raio de 3 m do exaustor mecânico de ventilação, ou a 1 m do sistema de exaustão natural, visto que nesta região haverá um acúmulo do gás. O ventilador deverá ser de construção não-centelhante e sua instalação elétrica deverá ter certificado de segurança. Espaços pequenos de armazenamento fornecidos com aberturas suficientemente largas para a ventilação natural não necessitam serem equipados com ventilação mecânica.

- **Disposições de Espaços Específicos – 4-7-2**

A seção 2 especifica as disposições do sistema de combate a incêndio para espaços específicos da embarcação, sendo capítulo 7 responsável pela especificação do **Sistema de Combate a Incêndio** de uma embarcação.

- Aberturas das Casas de Máquinas – 4-7-2/1.9

O item 1.9 da parte 4, capítulo 7 e seção 2 especifica as regras para as aberturas de ventilação das casas de máquinas da embarcação. As principais entradas e saídas de todo o sistema de ventilação deverão ser capazes de serem fechadas pelo lado de fora da casa de máquinas, assim como todo o sistema de ventilação deverá ser capaz de ser interrompido de fora da casa

de máquinas. Os dispositivos de fechamento deverão estar facilmente acessíveis, assim como devem estar permanentemente visíveis e marcados, e devem possuir indicação se o bloqueio *shut-off* está aberto ou fechado. Os controles fornecidos para ventilação mecânica que alimentam a casa de máquinas devem ser agrupados de forma a serem operáveis a partir de dois locais, sendo um deste fora da casa de máquinas. Os meios fornecidos para interromper a ventilação mecânica da casa de máquinas deverão estar inteiramente separados dos meios fornecidos para interromper a ventilação dos outros espaços.

- Sistema de Ventilação das Acomodações, Áreas de Serviço e Estações de Controle – 4-7-2/3.7

O item 3.7 da parte 4, capítulo 7 e seção 2 especifica os requisitos para acomodações, áreas de serviço e estações de controle. Este sistema de combate a incêndio requer um sistema de ventilação com as seguintes características:

Dutos de Ventilação – 3.7.1

Os dutos de ventilação serão construídos e instalados de acordo com a seção 3-4-1 desta norma e a Regulação II-2/9.7 da SOLAS.

Entradas e Saídas Principais – 3.7.2

As entradas e saídas principais do todo o sistema de ventilação serão capazes de serem fechados pelo lado de fora da sala a ser ventilada. Os dispositivos de fechamento deverão estar facilmente acessíveis, assim como devem estar permanentemente visíveis e marcados, e devem possuir indicação se o bloqueio *shut-off* está aberto ou fechado.

Parada da Ventilação Mecânica – 3.7.3

A Ventilação forçada nas acomodações, áreas de serviços e estações de controle deverá poder ser interrompida a partir de um local facilmente acessível do lado de fora do espaço a ser ventilado. Esta posição não deve ficar facilmente inacessível em caso de incêndio na casa de máquinas. Os dispositivos fornecidos para interromper a ventilação mecânica da casa de máquinas serão inteiramente separados dos meios fornecidos para interromper a ventilação dos outros espaços.

Dutos de Exaustão da Cozinha – 3.7.3

Quando os dutos de exaustão da cozinha passarem através das acomodações ou espaços contendo materiais combustíveis, os dutos de exaustão serão construídos na divisão de classe “A”. Cada duto de exaustão será montado com:

- i) um filtro de gorduras facilmente desmontável para limpeza;
 - ii) um regulador (*dampner*) de tiragem localizado na extremidade inferior do duto;
 - iii) dispositivos operados do interior da cozinha, para desligar o ventilador de exaustão; e
 - iv) meios fixos de extinção de incêndios no interior do duto.
- o Compartimentos de Carga Seca Destinados ao Transporte de Mercadorias Perigosas – 4-7-2/7.3

O item 7.3 da parte 4, capítulo 7 e seção 2 especifica os requisitos dos compartimentos de carga seca destinados ao transporte de mercadorias perigosas. Dentro destes requisitos, estão os requisitos do sistema de ventilação deste compartimento (item 7.3.4).

Número de Renovações de Ar – 7.3.4(a)

Para os compartimentos que sejam fechados, um sistema de ventilação forçada adequado deverá ser fornecido. O arranjo será tal que fornecerá, no mínimo, seis renovações de ar por hora ao espaço da carga, baseado no espaço do porão de carga vazio e na remoção de vapor da parte superior ou inferior do porão de cargas. Se os compartimentos adjacentes não forem separados dos compartimentos de carga por uma antepara ou convés estanque ao vazamento de gás, os requisitos de ventilação para tais espaços serão aplicadas como se ainda fossem o próprio compartimento de carga.

Ventiladores – 7.3.4(b)

O ventilador deverá ser do tipo não-centelhante de forma que seja evitada a possibilidade de ignição da mistura de gás inflamável. Telas com malhas de arame adequadas, com malha quadrada de no máximo 13 mm, devem ser montado sobre as aberturas de entrada e de saída de ventilação.

Parada da Ventilação Mecânica – 7.3.4(c)

A ventilação forçada do compartimento de carga deverá poder ser interrompida a partir de um local facilmente acessível do lado de fora do espaço a ser ventilado. Este local não deve ficar inacessível facilmente em caso de incêndio no espaço alimentado.

Ventilação Natural – 7.3.4(d)

A ventilação natural será fornecida em compartimentos de carga fechados destinados ao carregamento de mercadorias perigosas sólidas no casco, onde não há previsão de ventilação mecânica.

- Bombas do Esgoto – 4-7-2/7.3.5

Espaços fechados fora das casas de máquinas que contenham bombas de esgoto utilizadas nos compartimentos de carga destinados ao transporte de líquidos inflamáveis ou tóxicos devem ser equipados com um sistema de ventilação separado que dê pelo menos seis renovações de ar por hora. Se o compartimento tiver acesso a partir de outro compartimento fechado, a porta deverá fechar-se automaticamente.

- **Projeto do Sistema Elétrico – 4-8-2**

A seção 2 desta parte 04 da regra apresenta as especificações do projeto do sistema elétrico, estando descrito dentro do capítulo 8, o qual compreende o **Sistema Elétrico** de uma embarcação.

- Circuitos Elétricos do Sistema de Ventilação – 4-8-2/7.15

O item 7.15 da parte 4, capítulo 8 e seção 2 especifica os requisitos dos circuitos elétricos do sistema de ventilação. Os ventiladores para os compartimentos de carga devem ter alimentações elétricas separadas dos sistemas de ventilação utilizados para as acomodações e as casas de máquinas. Em geral, a ventilação mecânica deve ser capaz de ser interrompida a partir de um local fora do espaço ventilado, com indicado em 4-8-2/11.9.

- Desligamento de Emergência dos Sistemas – 4-8-2/11.9

O item 11.9 da parte 4, capítulo 8 e seção 2 apresenta os requisitos referentes para o desligamento de emergência dos sistemas. Dentro deste item, têm-se os requisitos para desligamento dos sistemas de ventilação.

Casa de Máquinas dos Propulsores – 11.9.1(a)

Os sistemas de ventilação forçada que alimentam as casas de máquinas dos propulsores devem estar equipados com meios para desligar os motores dos ventiladores em caso de incêndio. Os meios de interrupção da ventilação mecânica devem ser inteiramente separados dos meios de interrupção da ventilação das outras casas de máquinas, compartimentos e espaços.

Casa de Máquinas, exceto Casa de Máquinas dos Propulsores – 11.9.1(b)

Assim como os sistemas de ventilação das casas de máquinas dos propulsores, os sistemas de ventilação forçada que alimentam as outras casas de máquinas, exceto a dos propulsores, devem estar equipados com meios para desligar os motores dos ventiladores em caso de incêndio. Os meios de interrupção da ventilação mecânica destes compartimentos devem ser inteiramente separados dos meios de desligamento da ventilação dos outros compartimentos e espaços.

Compartimento de Carga – 11.9.1(c)

Os sistemas elétricos de ventilação instalados nos compartimentos de carga devem ser equipados com dispositivos remotos de controle para que os motores dos ventiladores do sistema de ventilação possam ser desligados em caso de um incêndio no compartimento de carga. Estes dispositivos devem estar do lado de fora dos compartimentos de carga e em uma localização que não seja provável de ficar inacessível, em caso de um incêndio nos compartimentos de carga.

Acomodações, Áreas de Serviços, Estações de Controle e Outros Compartimentos – 11.9.1(d)

A estação de controle de todos os outros sistemas de ventilação mecânica deve estar localizada na ponte de comando, na estação de combate a incêndios, se instalada, ou em uma posição acessível, entretanto ao lado de fora do espaço ventilado.

- **Equipamentos Elétricos – 4-8-3**

A seção 3 apresenta as especificações dos equipamentos elétricos, estando descrito dentro do capítulo 8, o qual compreende o **Sistema Elétrico** de uma embarcação.

- Sistema de Baterias e Sistema de Potência Ininterrupto (UPS) – 4-8-3/5.9

O item 5.9 da parte 4, capítulo 8 e seção 3 apresenta os requisitos referentes ao sistema de baterias e sistema de potência ininterrupto (do inglês UPS, *Uninterruptible Power System*).

Ventilação – 5.9.5(b)

As unidades UPS que utilizam bateria selada regulada por válvula poderão estar localizadas em compartimentos com equipamentos elétricos normais, desde que os dispositivos de ventilação possam estar em conformidade com os requisitos do 4-8-4 / 5.3 e 4-8-4 / 5.5. Uma vez que baterias seladas reguladas por válvula são consideradas baterias com baixa emissão

de hidrogênio, os cálculos devem ser apresentados em conformidade com o 4-8-4 / 5.5 para estabelecer o desempenho de emissão de gases das baterias regulada por válvula em comparação com as baterias de chumbo-ácido convencionais. Os arranjos devem ser fornecidos para permitir que qualquer possível emissão de gás seja levada para fora do ambiente, a menos que o desempenho das emissões de gases das baterias de válvula regulada não exceda o das baterias de chumbo-ácido convencionais conectados a um dispositivo de carregamento de 0,2 kW.

- Ventiladores Não-Centelhante (ou Anti-Faíscas) (UPS) – 4-8-3/11

O item 11 da parte 4, capítulo 8 e seção 3 apresenta os requisitos referentes ventiladores não-centelhante (ou anti-faíscas).

Projeto – 11.1

No projeto destes ventiladores deverá ser considerado que o valor da folga entre o impelidor e a carcaça deverá ser de, pelo menos, 10% do diâmetro do eixo na direção de rolamento do rotor, mas não deve ser inferior a 2 mm e nem precisa ser superior a 13 mm.

Deverão ser montadas telas de proteção com malha quadrada, não superior, a 13 mm na entrada e na saída das aberturas de ventilação do convés aberto para prevenir a entrada de objetos na carcaça do ventilador.

Materiais – 11.3

O impelidor e sua carcaça devem ser feitos de ligas que são reconhecidas como sendo à prova de faísca (ou anti-centelhante) por meio de procedimentos de ensaios adequados, exceto quando os ventiladores tiverem as seguintes configurações de materiais listadas abaixo. As cargas eletrostáticas no corpo rotativo e na carcaça também devem ser evitados através da utilização de materiais anti-estáticos.

- i) Impelidores e/ou carcaças de material não metálico, levando em consideração a eliminação da eletricidade estática;
- ii) Impelidores e carcaças de materiais não ferrosos;
- iii) Impelidores de ligas de alumínio ou ligas de magnésio e carcaças de ferro (incluindo o de aço inoxidável austenítico) em que um anel com espessura adequada de materiais não ferrosos é montado na direção do impelidor;

iv) Qualquer combinação de rotores e carcaças de metais ferrosos (incluindo o aço inoxidável austeníticos) com, pelo menos, 13 mm folga de projeto nas extremidades.

As seguintes combinações de rotores e carcaças são consideradas produtoras de faíscas e não são permitidas:

- i) Impelidores de ligas de alumínio ou de magnésio e carcaças de ferro, independentemente da folga nas extremidades;
- ii) Carcaça feita de liga de alumínio ou liga de magnésio e impelidor de ferro, independentemente da folga nas extremidades;
- iii) Qualquer combinação de rotores e carcaças de ferro com menos de 13 mm de folga de projeto nas extremidades.

- **Instalação e Testes a Bordo do Navio – 4-8-4**

A seção 4 desta parte 04 da regra apresenta os requisitos para instalação e teste de equipamentos elétricos a bordo do navio, estando descrito dentro do capítulo 8, o qual compreende o **Sistema Elétrico** de uma embarcação.

- Locais para Armazenamento de Baterias de Chumbo-Ácido ou Alcalinas – 4-8-4/5.3

O item 5.3 da parte 4, capítulo 8 e seção 4 apresenta as regras referentes aos locais para armazenamento de baterias de chumbo-ácido ou alcalinas.

Sala de Baterias – 5.3.1

Os locais que armazenam baterias devem ser ventilados para evitar o acúmulo de gases inflamáveis. A ventilação natural pode ser empregada se os dutos puderem ser direcionados do teto da sala de baterias para o ar aberto acima, com uma abertura para entrada de ar próximo ao solo.

Se a ventilação natural for impraticável, ventilação com exaustão mecânica deverá ser fornecida com a admissão do ventilador no topo da sala. O motor deve ter certificado de segurança, o ventilador terá construção anti-centelhante. O ventilador deve ser capaz de renovar completamente o ar da sala de bateria em não mais do que dois minutos. Um ventilador de capacidade alternativa poderá ser fornecido se for possível manter os gases inflamáveis dentro da sala de baterias em níveis abaixo do limite explosivo inferior (do inglês L.E.L., *Lower Explosivity Limit*) na corrente da carga máxima da bateria. Se a capacidade de

ventilação for baseada em baterias do tipo de baixa emissão de hidrogênio (ver também 4-8-4/5.5), um aviso de alerta para o efeito deve ser exibido em local bem visível na sala de bateria.

Banco de Baterias – 5.3.2

Se um grupo de acumuladores de baterias está ligado a um dispositivo de carregamento com uma potência total de 0,2 kW até 2 kW, inclusive, podem ser instalados na sala de bateria ou, alternativamente, em bancos de baterias. Os bancos de baterias podem estar localizados em casas de máquinas ou outros locais bem ventilados.

Os bancos de baterias serão fornecidos com um duto que saem do teto da caixa finalizando com dispositivos para prevenir a entrada de água, tais como pescoço de ganso ou cabeça de cogumelo. Pelo menos duas entradas de ar devem ser fornecidas na parte inferior e de lados opostos do banco de baterias. Difusores ou equivalentes deverão ser instalados nas entradas de ar na parte inferior da caixa. Quando localizado ao tempo, os bancos de baterias, incluindo as aberturas para ventilação, devem ser estanques.

- Locais de Armazenamento da Bateria com Baixa Emissão de Hidrogênio – 4-8-3/5.5

O item 5.5 da parte 4, capítulo 8 e seção 4 apresenta as regras referentes à localização de armazenamento de baterias com baixa emissão de hidrogênio (L.H.E., do inglês *Low-Hydrogen-Emission*). Uma bateria é considerada do tipo baixa emissão de hidrogênio (LHE) se ele não emitir mais hidrogênio, em condição de carregamento semelhante, do que uma bateria de chumbo-ácido padrão. Baterias LHE conectadas a dispositivos de carregamento com potências superior a 2 kW poderão ser instalados conforme item 4-8-4/5.3.2 desta regra, desde que sejam apresentados cálculos demonstrando que, sob condições de carregamento semelhante, a emissão de hidrogênio não seja superior a emissão das baterias chumbo-ácido conectados ao dispositivo de carregamento de 2 kW.

De forma semelhante, as baterias LHE ligados aos dispositivos de carregamento com potência total de 2 kW ou inferior podem ser instaladas conforme o item 4-8-4/5.3.3 desta regra, desde que sejam submetidos a cálculos que demonstrem que, sob a condição de carregamento similar, a emissão de hidrogênio não exceda a emissão das baterias chumbo-ácido convencionais conectados a dispositivos de carregamento de 0,2 kW.

Para tais instalações, um aviso de alerta deve ser exibida para notificar o pessoal de manutenção que baterias adicionais não devem ser instaladas e que qualquer bateria para substituição deverá ser do tipo LHE.

6 CONCLUSÃO

Diante do novo panorama, onde a demanda é crescente por embarcações, principalmente nos setores da navegação *offshore*, como as embarcações de apoio as plataformas, houve o fim do longo período de estagnação e a retomada de investimento, faz-se necessário um estudo das normas nacionais que regulamentam as embarcações cuja construção e/ou navegação sejam realizadas no Brasil.

As normas técnicas da ABNT encontram-se totalmente defasadas, pois seus textos são originários das décadas de 70 e 80 e estando voltada quase exclusivamente para os navios mercantes (apresentando apenas uma norma para plataformas), sem atualização para abranger as embarcações de apoio marítimo, que possuem características e exigências técnicas diferenciadas. As normas listadas no item 4.3 estão todas canceladas.

Após consulta feita no site da ABNT pode-se constatar a existência do Comitê Brasileiro de Navios, Embarcações e Tecnologia Marítima (ABNT/CB-07), porém este se encontra em recesso o que representa uma grande lacuna nesta retomada de investimento da indústria naval no Brasil.

Pode ser notado também que as normas regulamentadores NR-30 e as normas da autoridade marítima, NORMAM 01 e 02, têm como objetivo a proteção e a fiscalização das condições de segurança das embarcações, incluindo também a saúde dos tripulantes, trabalhadores aquaviários e, possíveis passageiros. Estas normas contêm inclusive atualizações recentes, mostrando que as autoridades responsáveis perceberam o impulso demandado novamente.

Como as NORMAMs 01 e 02 são normas mais voltadas para facilitar a fiscalização da embarcação que atraca nos portos ou atua em águas brasileiras, a autoridade marítima, através da NORMAM 06, estabeleceu requisitos e procedimentos para o reconhecimento das Sociedades Classificadoras que puderam a passar a atuar em nome do Governo Brasileiro na implantação, regularização, controle, certificação e fiscalização das embarcações na correta aplicação dos requisitos das Convenções e Códigos Internacionais, e também das suas próprias “REGRAS DE CLASSIFICAÇÃO”.

As regras de Classificação são desenvolvidas para avaliar a resistência estrutural e integridade das partes essencial do navio, principalmente do casco e seus elementos, e a confiabilidade dos sistemas de propulsão e de governo, produção de energia, e de outros sistemas auxiliares necessários para manter os serviços essenciais a bordo (Silva, 2007). Estas regras possuem um

forte apoio na experiência prática, apesar de evoluírem cautelosamente por influência das novas tecnologias.

Assim as classificadoras irão atuar nas especificações dos sistemas de ventilação e climatização, regulamentando os requisitos mínimos para que estes sistemas não comprometam a resistência estrutural e integridade dos outros sistemas da embarcação, como por exemplo, o número de renovações de ar de compartimentos, ou o tamanho que deverão ter as braçolas dos dutos de ventilação localizadas no convés principal que alimentam outros compartimentos, e a necessidade de certos dutos de ventilação terem a necessidade de ter um dispositivo de fechamento, evitando que estes sejam pontos de inundações de compartimento inferior, ou deixando de atender o requisito de serem estanques.

Desta forma, se apresenta também a ABS, que apresenta requisitos mínimos para manter a integridade dos sistemas, a necessidade de renovação de ar em compartimentos, porém sem apresentar os requisitos utilizados para a carga térmica de uma sala de controle, ou a quantidade de vazão total que deverá ser insuflado nas acomodações para atender aos passageiros e a tripulação, conforme é normalmente apresentado em normas técnicas.

Em decorrência deste fato, os projetistas deverão se basear em normas técnicas de organizações voltadas especificamente para estes sistemas, como deveria ocorrer no Brasil com as normas ABNT, e que deverão ser substituídas pelas normas internacionais da ISO e ASHRAE, que possuem normas voltadas especificamente para a ventilação e climatização em embarcações, conforme normas listadas na Tabela 7 abaixo, entretanto sem esquecer de atender aos requisitos apresentados pelas regras de classificação.

A Tabela 8 apresenta um comparativo das especificações apresentadas nas normas brasileiras (NR-30 e NORMANs) e as especificações apresenta pela sociedade classificadora ABS (utilizada neste estudo). Nesta tabela pode-se verificar que a regra de classificação da ABS, apresenta requisitos mínimos para que sejam atendidas as necessidades dos sistemas de ventilação sem comprometer requisitos estruturais dos compartimentos, onde as normas brasileiras veem corroborar estas exigências e até complementá-las, de modo a facilitar o atendimento aos requisitos numa fiscalização.

Tabela 7 – Normas internacional de ventilação e ar condicionado para embarcações

Norma	Título Original	Título traduzido (português)
ISO 7547:2002	<i>Air conditioning and ventilation of accommodations spaces – Design conditions and basis of calculations</i>	Condicionamento de ar e ventilação nas acomodações - Condições de projeto e bases de cálculo.
ISO 8862:1987	<i>Air conditioning and ventilation of machinery control-rooms – Design conditions and basis of calculations</i>	Condicionamento de ar e ventilação da sala de controle da praça de máquinas – Condições de projeto e bases de cálculo.
ISO 8864:1987	<i>Air conditioning and ventilation of wheelhouse on board ships – Design conditions and basis of calculations</i>	Condicionamento de ar e ventilação do passadiço de embarcações – Condições de projeto e bases de cálculo.
ANSI/ASHRAE Standard 26-2010	<i>Mechanical Refrigeration and Air Conditioning Installations Aboard Ship</i>	Instalações de Refrigeração Mecânica e Ar Condicionado a bordo do navio
ANSI/ASHRAE Standard 151-2010 -	<i>Practices for Measuring, Testing, Adjusting, and Balancing Shipboard HVAC&R Systems</i>	Práticas de medição, verificação, ajuste, e Balanceamento dos Sistemas de HVAC & R a bordo do navio

Desta forma, para trabalhos futuros, seria interessante que houvesse um estudo voltado para as normas internacionais, como as normas IMO (International Maritime Organization), MODU CODE, SOLAS (Safety of Life at Sea), ISO, EN (*Europe Standard*), em relação aos sistemas de ventilação e ar condicionado. Além disso, seria válido um estudo baseado nas regras de classificação das diferentes Sociedades Classificadoras de forma que fosse possível avaliar as divergências entre as suas regras.

Tabela 8 – Comparação entre Requisitos das Normas

COMPARTIMENTO	NR-30	NORMAN 01 e 02	ABS – STEEL VESSEL
Cozinha	A norma apresenta que a captação de vapores, fumaça e odores deverá ser feita por sistema de exaustão e que as garrafas do GLP deverão ser armazenadas em local ventilado fora da cozinha.	A norma solicita que os botijões de gás sejam armazenados em local ventilado e afastado de fontes de calor.	A norma apresenta a configuração mínima que os dutos de exaustão da cozinha deverão apresentar, quando estes dutos necessitarem passar através das acomodações ou outros compartimentos contendo materiais combustíveis. Estes dutos deverão apresentar filtro de gordura, regulador de vazão nos dutos, dispositivos de desligamento da exaustão fora da cozinha e meios fixos de extinção de incêndios.
Requisitos de Habitabilidade – Camarotes / Sanitários	A NR-30 apresenta no item 30.7.11 que é vedado a sobreposição de camas no costado quando este impedir a ventilação natural proporcionada pelas vigias.	As NORMANs apresentam que todos os banheiros deverão conter ventilação, seja natural ou forçada, e que os camarotes devem ter ventilação natural por janelas ou alboios, podendo ser substituída por ventilação forçada ou ar condicionado.	A regra de classificação da ABS apresenta as características requeridas pelo sistema de ventilação, como as especificações para os dutos de ventilação, as necessidades que os pontos de entrada e saída de ar possam ser fechados pelo lado de fora das salas, e que a ventilação mecânica possa ser desligada através de local acessível fora da sala ventilada.
Borda-Livre, Estabilidade Intacta e Compartimentagem	Sem referência	A norma apresenta os requisitos que os dispositivos de ventilação devem possuir para atender a estabilidade intacta e compartimentagem das embarcações, como a dimensão mínima que o duto deverá ter e a necessidade de apresentar dispositivos de fechamento, caso os dutos não tenham este comprimento mínimo apresentado pela norma, assim como para as venezianas e outros dispositivos de ventilação.	A norma apresenta os requisitos mínimos que as braçolas situadas no convés de borda livre deverão ter, seja na espessura de suas chapas, na resistência estrutural ou na altura das braçolas. A norma ainda apresenta a necessidade de haver um dispositivo de fechamento permanentemente conectado às braçolas que atendem a este sistema.

COMPARTIMENTO	NR-30	NORMAN 01 e 02	ABS – STEEL VESSEL
Requisitos de Máquinas	Sem referência	A norma apresenta os requisitos de ventilação das casas de máquinas dos navios, solicitando que a ventilação seja apropriada e atenda tanto aos equipamentos quanto a segurança dos aquaviários.	A norma apresenta a necessidade de que a ventilação na casa de máquinas seja fornecida para atender simultaneamente a tripulação, que possa estar trabalhando no local, e atender as necessidades das máquinas operando em potencia nominal. Os dutos de ventilação que deverão atender este compartimento deverão prioritariamente ter o tamanho suficiente que elimine o uso de dispositivo de fechamento para este compartimento.
Transporte de Cargas	Sem referência	A norma apresenta as condições e requisitos mínimos, que deverão ser atendidos pelas embarcações no transporte de cargas, desde a não obstrução dos sistemas de ventilação quando transportando cargas no convés, como a ventilação natural dos motores de emergência nos navio de transporte de álcool e o numero de renovações de ar que deverá ser realizado nos espaços confinados das casas de bombas das embarcações de transporte de álcool, petróleo e derivados.	A norma da ABS apresenta a necessidade de haver ventilação forçada em compartimentos fechados, o número de renovações de ar do compartimento de carga e o tipo de ventilador, principalmente para o caso de haver gases inflamáveis no compartimento de carga.

7 BIBLIOGRAFIA

ABNT CATÁLOGO, Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/>> Acesso em 15 de fevereiro de 2015.

ABNT/CB-07 - Comitê Brasileiro de Navios, Embarcações e Tecnologia Marítima. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/cb-07>> Acesso em 15 de fevereiro de 2015.

ABS – *American Bureau of Shipping*, **RULES FOR BUILDING AND CLASSING STEEL VESSELS: Part 03 – Hull Construction And Equipment**, 2013.

ABS – *American Bureau of Shipping*, **RULES FOR BUILDING AND CLASSING STEEL VESSELS: Part 04 – Vessel Systems And Machinery**, 2013.

BAPTISTA, Luis Filipe. **CAPÍTULO VI – SISTEMAS AUXILIARES**, Tecnologia Marítima. Escola Superior Naval Infante Dom Henrique (ENIDH), 2013/2014. Disponível em: <<http://www.enautica.pt/publico/professores/baptista/TecMar/SlidesCap6-SistAuxiliares.pps>> Acesso em 15 de janeiro de 2015.

BLOGSPOT MAR DO CEARÁ, Disponível em: <<http://mardoceara.blogspot.com.br/2015/05/escotilha-e-vigia-voce-sabe-diferenca.html>> Acesso em 24 de agosto de 2015.

BLOGSPOT SALVADOR NÁUTICO, Disponível em: <<http://salvador-nautico.blogspot.com.br/2010/07/azipod.html>> Acesso em 24 de junho de 2015.

CARVALHO, Ricardo de M. e MORALES, Rigoberto *apud* FRANÇA, Fernando A., **SISTEMAS DE AR CONDICIONADO: Carga Térmica E Instalações De Ar Condicionado**. Unicamp, 2005

DANTAS, Luís Adelson *apud* NETO, Leopoldo Amaral, **Planejamento de Condicionamento/Comissionamento**, Apostila da Disciplina do Curso de Especialização de Condicionamento/Comissionamento - PROMINP, 2006.

DORES, Priscila Branquinho das; LAGE, Elisa Salomão; PROCESSI, Lucas Duarte. **A RETOMADA DA INDÚSTRIA NAVAL BRASILEIRA**, 2012. Disponível em <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro60anos_perspectivas_setoriais/Setorial60anos_VOL1ConstrucaoNaval.pdf> Acesso em 15 de fevereiro de 2015.

DPC – Diretoria de Portos e Costas – Marinha do Brasil, **NORMAM-01 - Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação em Mar Aberto**, 2005. Disponível

em: <https://www.dpc.mar.mil.br/sites/default/files/normam01_0.pdf> Acesso em: 20 de dezembro de 2014.

DPC – Diretoria de Portos e Costas – Marinha do Brasil, **NORMAM-02 – Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação Interior**, 2005. Disponível em: <<https://www.dpc.mar.mil.br/sites/default/files/normam02.pdf>> Acesso em: 20 de dezembro de 2014.

FONSECA, Maurílio M., **ARTE NAVAL, Volume 1 e 2**. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha. 6ª edição, 2002, 518p.

Ministério do Trabalho e Emprego, **NR-30 - SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO AQUAVIÁRIO**, 2002. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A4AC03DE1014AE95913121041/NR-30%20\(atualizada%202015\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A4AC03DE1014AE95913121041/NR-30%20(atualizada%202015).pdf)> Acesso em: 15 de fevereiro de 2015

PEREIRA, Juliana de A. **APRESENTAÇÃO DE FORNECEDORES NAGI P&G**. Disponível em: <<http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2013/12/04-Juliana-Termodin-Apresenta%C3%A7%C3%A3o-Fornecedores-NAGI-PG-HVAC-R.pdf>> Acesso em 15 de janeiro de 2015.

PIRANI, Marcelo José, **AR CONDICIONADO, Parte II**, Apostila da Disciplina Refrigeração e Ar Condicionado – ENG176, Departamento de Engenharia Mecânica, UFBA, p208.

SALSA, Carol. **INDÚSTRIA NAVAL BRASILEIRA: PASSADO E FUTURO**, artigo de Carol Salsa, 2009. Disponível em <<http://www.ecodebate.com.br/2009/09/17/industria-naval-brasileira-passado-e-futuro-artigo-de-carol-salsa/>>. Acesso em: 20 dezembro de 2014.

SILVA, João Emilio C. **TECNOLOGIA MARÍTIMA: Equipamentos e Sistemas do Navio**, Escola Náutica Infante D. Henrique, 2007. Disponível em: <http://www.enautica.pt/publico/professores/baptista/TecMar/cap6_tecmaritima.pdf> Acesso em 24 de agosto de 2015.

SILVA, João Emilio C. **REGULAMENTO E DIREITO MARÍTIMO: Classificação dos Navios**, Escola Náutica Infante D. Henrique, 2007. Disponível em: <<http://www.enautica.pt/publico/professores/jemilio/pdf/REG&DIR/Classifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20navios-V2.pdf>> Acesso em 24 de agosto de 2015.

TAGGART, Robert (Editor), **SHIP DESIGN AND CONSTRUCTION**, Nova Iorque. *The Society of Naval Architects and Marine Engineers*, 1980, 733p.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **HISTÓRIA DA ENG. NAVAL NO BRASIL**. Disponível em:
<https://www1.mar.mil.br/cpn/hist_eng_naval> Acesso em 15 de fevereiro de 2015.

WIKIPEDIA BORDA LIVRE. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Borda_livre> Acesso em 25 de agosto de 2015.

_____, **Características de Embarcações e Plataformas**, Apostila da Disciplina do Curso de Especialização em Engenharia Naval e Offshore - PROMINP, 2013.