

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS – APMA

EDGARD COSTA DA SILVA JÚNIOR

MEIO AMBIENTE, CLIMATIZAÇÃO E CONFORTO

RIO DE JANEIRO

2014

EDGARD COSTA DA SILVA JÚNIOR

MEIO AMBIENTE, CLIMATIZAÇÃO E CONFORTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Orientador: Aristoteles de Mello.

RIO DE JANEIRO

2014

EDGARD COSTA DA SILVA JUNIOR

MEIO AMBIENTE, CLIMATIZAÇÃO E CONFORTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Aristoteles de Mello.

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Dedico este trabalho a minha esposa e filho, July Anne e Antônio, que fazem tudo ser possível na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus companheiros de empresa que acreditaram no meu trabalho. A minha mãe, cujo tempo dedicado na minha criação foi primordial para meu sucesso. Aos mestres e companheiros de APMA. A minha esposa, July Anne, pelo suporte imensurável mesmo com nosso Antônio crescendo em seu ventre. Agradeço também ao meu orientador, Aristoteles de Mello, pelo conhecimento passado e o tempo dedicado.

“Sua tarefa é descobrir o seu trabalho e, então, com todo o coração, dedicar-se a ele.”

Buda

RESUMO

A refrigeração, nada mais é do que o processo de remoção do calor de um meio, reduzindo a sua temperatura e mantendo essa condição seja por meios mecânicos ou naturais. Ao longo dos anos foram introduzidos padrões nacionais e internacionais que dizem respeito a desenvolvimento, instalação, operação e manutenção de sistemas de ar condicionado, tal como parâmetros que devem ser seguidos em relação ao conforto dentro do ambiente. As regulamentações tornaram-se ainda mais rígidas nas últimas décadas devido ao alarmante problema do Aquecimento Global e destruição da camada de ozônio. A indústria de modo geral inevitavelmente pensa no lado financeiro, mas fatores de preservação do meio ambiente e a salvaguarda da vida humana passam a ser indispensáveis para o sucesso do projeto.

Palavras-chave: Refrigeração. Camada de Ozônio. Projeto. Climatização. Conforto.

ABSTRACT

Refrigeration is nothing more than a heat removal process, which reduces the temperature and keeps condition by mechanical or natural means. Over the years national and international standards were introduced concerning the development, installation, operation and maintenance of air conditioning systems, such as parameters to be followed in relation to the comfort within the internal space. The regulations have become more restrict in recent decades due to the alarming problem of global warming and depletion of the ozone layer. The industry, in general, inevitably think of the financial side, but preserving the environment factors and the safety of life become essential to project success.

Keyword: Refrigeration. Ozone Layer. Project. Air conditioning. Comfort.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Navio Mercante, Koan Maru	14
Figura 2 -	Garrafa Freon22	15
Figura 3 -	Sistema de Refrigeração Termoelétrico	19
Figura 4 -	Sistema de Refrigeração Evaporativo	20
Figura 5 -	Típico Sistema de Refrigeração por Compressão de Vapor	21
Figura 6 -	Sistema de Expansão Direta	22
Figura 7 -	Sistema de Expansão Indireta	23
Figura 8 -	Produção de Ozônio	24
Figura 9 -	Cloro Livre na Atmosfera	25
Figura 10 -	Impacto dos CFC's	26
Figura 11 -	Associação Brasileira de Normas Técnicas	27
Figura 12 -	International Organization of Standardization	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Características dos fluidos refrigerantes	17
Tabela 2 -	Agentes Biológicos	33
Tabela 3 -	Agentes Químicos	36
Tabela 4 -	Propriedades do Ar	40
Tabela 5 -	Periodicidade de Manutenção	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. BREVE HISTÓRIA	12
3. REFRIGERAÇÃO.....	15
3.1. Fluido Refrigerante	15
3.2 Tipos de Sistemas de refrigeração	17
3.2.1 Sistema de refrigeração por absorção	17
3.2.2 Sistema de refrigeração termoelétrica	18
3.2.3 Sistema de refrigeração evaporativo.....	19
3.2.4. Sistemas de refrigeração por Compressão Mecânica de Vapor.....	20
3.2.4.1 Componentes básicos	21
3.2.4.2 Sistemas de Expansão Direta e Indireta.....	22
4. IMPACTOS DA REFRIGERAÇÃO NO MEIO AMBIENTE	24
4.1 O Gás Ozônio	24
4.2. CFC e HCFC's na atmosfera.....	25
4.3 Protocolo de Montreal	26
5. DESENVOLVIMENTO DE UMA INSTALAÇÃO DE AR CONDICIONADO	27
5.1. Padronização Nacional e Internacional.....	27
5.1.1. Nacional.....	27
5.1.2. Internacional.....	28
5.2 Iniciando o Projeto.....	29
5.2.1. Carga Térmica	31
5.3. Qualidade do ar para Climatização.....	32
5.4. Conforto Térmico.....	41
6. MANUTENÇÃO.....	42
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

A demanda por padrões de qualidade cresce conforme a tecnologia vai evoluindo. Isso traz a necessidade de padronizar os processos nos quais a indústria de modo geral tem que desenvolver para chegar ao consumidor final. A fim de atender tais níveis de exigência são criadas normatizações para traduzir diretrizes para o desenvolvimento, fabricação, instalação, manutenção.

Enquanto a evolução tecnológica acontece, surgem adventos que podem trazer consigo consequências que necessitam de controle e fiscalização. As leis vêm se adequando as condições apresentadas pelo avanço tecnológico do mundo globalizado atual, sejam elas específicas de um país ou ratificadas através de tratados internacionais.

Os conceitos de salvaguarda da vida humana, a preservação do meio ambiente e a segurança devem sempre ser mantidos.

Uma Instalação de Ar Condicionado pode influenciar em vários aspectos o meio no qual ela pertence, através poluição da atmosfera por vazamento de um gás, um ar interior de péssima qualidade ou até mesmo um equipamento mal projetado.

Desta maneira, a necessidade de um conhecimento amplo das características, normas e leis vigentes, antes, durante e após um Sistema de Ar Condicionado entrar em operação é evidente.

Frequentemente nos encontramos em situações onde somos pressionados a solucionar problemas, responder uma questão e cumprir o que nos é solicitado. Padrões, regras, leis podem ser muito inconvenientes para os indivíduos que não as respeitam ou não as seguem, mas são elas que nos mantêm no curso certo e com nossos sistemas operacionais em funcionamento a todo instante.

O enfoque deste trabalho terá como base os Sistemas de refrigeração por compressão mecânica do vapor. Visto que grande parte das instalações de refrigeração a bordo dos navios mercantes e unidades offshore são projetadas com esse tipo de sistema.

2 BREVE HISTÓRIA

A necessidade de acondicionar alimentos e outras substâncias em temperaturas menores que as encontradas no ambiente ou até se proteger do frio e do calor podem ser observadas desde os homens das cavernas. Algumas evidências de uso da neve para resfriar bebidas vem de 1000 a.C., na China. Como não citar Alexandre, o grande, que servia bebidas geladas conservadas em neve e sal para elevar a moral de seus comandados (XXX).

Em meios da história da refrigeração estavam ainda os estonianos que já detinham o método de produção do frio e congelavam os falecidos imediatamente após sua morte, tudo isso por volta 860 a.C.

A primeira pesquisa para fins científicos, para alguns, foi realizada por Francis Bacon em 1626. Ele recheou um frango com neve, posteriormente mantendo-o na despensa. Porém, sua faceta não deu muito certo, o frango estragou e a exposição ao frio lhe rendeu uma bronquite.

No Hemisfério Norte, onde no inverno e outono encontramos baixas temperaturas, a prática mais comum era a retirada de gelo natural que se formavam nos rios e lagos durante a noite. Ao passar dos anos, o comércio de gelo foi ganhando força. O gelo era comercializado mais em mercado local, pois o conhecimento em relação a sua conservação ainda era baixo.

O primeiro carregamento de gelo embarcado comercialmente aconteceu nos Estados Unidos em 1799, de Nova York Para Carolina do Sul, mas por falta de isolamento térmico pouca quantidade chegou ao destino final.

A refrigeração artificial foi cientificamente demonstrada por William Cullen no laboratório na Universidade de Glasgow em 1748, quando ele deixou éter etílico ferver sob vácuo. Em 1805, Oliver Evans nos Estados Unidos, projetou uma máquina de refrigeração que utilizava vapor ao invés de líquido no processo de resfriamento, mas nunca tentou construir. Utilizando conceito de refrigeração de Evans, Jacob Perkins desenvolveu um líquido volátil, num ciclo fechado de compressão em 1834.

Jonh Gorrie, em 1842, projetou e construiu um aparelho de ar-condicionado para o tratamento de pacientes com febre amarela. Seu princípio básico consistia em comprimir um gás, resfriando-o, enviando-o através de serpentinas radiantes, para depois expandi-lo e diminuir ainda mais a temperatura. Depois de 1845, ele desistiu de medicina para dedicar seu tempo a inventar um modo de arrefecimento artificial do ar. Em 06 de maio de 1851 lhe foi concedida a primeira patente para refrigeração mecânica, pela invenção de uma máquina produtora de gelo.

A grande evolução para o condicionamento de ar aconteceu efetivamente em 1902, por Willis Carrier, engenheiro da The Buffalo Forge Company, no intuito de solucionar problemas na Sackett & Wilhelms Lithography and Printing Company in Brooklyn, New York, onde a humidade causava danos na sua impressão multicolor, pois a tinta aplicada com uma cor por vez apresentaria desalinhamento em razão da expansão e contração do papel.

Willis assumira a posição de chefe três anos depois e passa a supervisionar novas pesquisas e design. Em 1906, ele desenvolveu um catalogo, para vender e educar a indústria, o qual continha a primeira carta psicométrica publicada, juntamente com uma profecia para aplicação do conforto em departamentos públicos.

No ano de 1907 aconteceu o mais desafiante avanço, a venda pioneira no mercado internacional, para the Fuji Silk Spinning Company in Yokohama, Japan, instalado na Fuji's Hodogaya Mill.

Os seus esforços no Japão cresceriam ao longo do século. Em 1933, foi construído um prédio totalmente climatizado.

Já existiam embarcações com sistema de ar condicionado, mas apenas para alguns ambientes, tais como sala de jantar e cabines de luxo. O Koan Maru, construído em 1935, foi o primeiro navio mercante no mundo a apresentar um projeto de ar condicionado contemplando a embarcação como um todo.

Figura 1 – Navio Mercante, Koan Maru



Fonte: www.williscarrier.com.

Dentre as diversas características do sistema desenvolvido por Carrier, um aspecto em si foi o fator diferencial: a função do controle de umidade que constava em seu protótipo. Juntamente com o controle de temperatura, a função de purificação do ar, os controles de ventilação e de circulação proporciona um conforto térmico mais adequado para o ambiente.

As condições climáticas mudaram bastante ao longo dos anos e a utilização de condicionamento de ar passa a ser primordial nas instalações residenciais e industriais.

3 REFRIGERAÇÃO

Refrigeração é um processo termodinâmico em que o calor é retirado de um sistema isolado para o ambiente, através de um fluido denominado refrigerante.

3.1 Fluido Refrigerante

Fluido refrigerante é um produto químico responsável pelas trocas térmicas nos sistemas de refrigeração e climatização. É capaz de retirar calor de um meio de forma controlada enquanto se vaporiza a baixa pressão.

Figura 2 – Garra de Freon22



Fonte: <http://portuguese.mixed-refrigerant.com>.

Não existe um fluido refrigerante que reúna todas as propriedades desejáveis, de modo que, um refrigerante considerado adequado para ser aplicado em determinado tipo de instalação frigorífica nem sempre é recomendado para utilização em outra.

A fim de ser considerado um bom fluido refrigerante, este deve apresentar as seguintes propriedades:

- Condensar-se a pressões moderadas;
- Evaporar-se a pressões acima da atmosférica;
- Ter pequeno volume específico;
- Ter elevado calor latente de vaporização;

- Ser quimicamente estável;
- Não corrosivo;
- Não inflamável;
- Não ser tóxico;
- Inodoro;
- Deve permitir fácil localização de vazamentos;
- Ter miscibilidade com óleo lubrificante e não deve atacá-lo ou ter qualquer efeito indesejável sobre os outros materiais da unidade;
- Em caso de vazamentos, não deve atacar ou deteriorar os alimentos;
- Não deve contribuir para o aquecimento global e não deve atacar a camada de ozônio.

A tabela 1 apresenta características destes fluidos refrigerantes:

Tabela 1 – Características dos fluidos refrigerantes

Cylinder Color	Number	Refrigerant Name	Chemical Composition	General Application
Orange	R-11	Trichlorofluoromethane	CFC	Used in centrifugal chillers for large applications
White	R-12	Dichlorodifluoromethane	CFC	Versatile, widely used in reciprocating and rotary-type equipment; household and industrial applications.
Light blue	R-13	Chlorotrifluoromethane	CFC	Low-temperature refrigerant used in low stage of cascade systems.
Coral	R-13B1	Bromotrifluoromethane	CFC	Medium- to low-temperature applications with one or two stages of compression.
Light green	R-22	Chlorodifluoromethane	HCFC	Residential, commercial, and industrial applications.
Light gray	R-23	Trifluoromethane	HFC	Low-temperature refrigerant to be used as replacement in low stage of cascade system.
Purple	R-113	Trichlorotrifluoroethane	CFC	Low capacity centrifugal chillers.
Dark blue	R-114	Dichlorotetrafluoroethane	CFC	Principally used with chillers for higher capacities.
Light gray	R-123	Dichlorotrifluoroethane	HCFC	Serves as a replacement for R-11 in centrifugal chillers.
Deep green	R-124	Chlorotetrafluoroethane	HCFC	Medium-pressure refrigerant for chiller applications. Used in marine applications.
Medium brown or Tan	R-125	Pentafluoroethane	HFC	Substitute for use in low-temperature refrigeration applications.
Light (sky) blue	R-134a	Tetrafluoroethane	HFC	Medium-temperature refrigerant used in the automobile industry and refrigeration systems in residential, commercial, and industrial applications.
Coral red	R-401A	R-22 + R-152a + R-124	Zeotropic (HCFC)	Substitute for use in most medium-temperature systems.
Mustard yellow	R-401B	R-22 + R-152a + R-124	Zeotropic (HCFC)	Used in transport refrigeration equipment and domestic and commercial refrigerators.
Blue-green (Aqua)	R-401C	R-22 + R-152a + R-124	Zeotropic (HCFC)	Replacement refrigerant in mobile air conditioning.
Pale brown	R-402A	R-22 + R-125 + R-290	Zeotropic (HCFC)	Ice machines, food service, vending, supermarket.
Green-brown	R-402B	R-22 + R-125 + R-290	Zeotropic (HCFC)	Supermarket, transport, food service.
Orange	R-404A	R-125 + R-143a + R-134a	Zeotropic (HCFC)	Medium and low temperature applications.
Light gray-green	R-406A	R-22 + R-142b + R-600a	Zeotropic (HCFC)	Used for R-12 retrofit.
Bright green	R-407A	R-32 + R-125 + R-134a	Zeotropic (HFC)	Used for R-502 retrofit.
Peach	R-407B	R-32 + R-125 + R-134a	Zeotropic (HFC)	Used for R-502 retrofit.
Chocolate brown	R-407C	R-32 + R-125 + R-134a	Zeotropic (HFC)	R-22 replacement
Rose	R-410A	R-32 + R-125	Zeotropic (HFC)	Replacement refrigerant in residential air conditioning applications.
Yellow	R-500	Refrigerants 152a/12	Azeotropic (CFC)	Used with reciprocating compressors in industrial and commercial applications.
Light purple	R-502	Refrigerants 22/115	Azeotropic (CFC)	Supermarket freezers and refrigerated cases.
Aquamarine	R-503	Refrigerants 23/13	Azeotropic (CFC)	Used in low stage of cascade-type systems.
Teal	R-507A	Refrigerants 125/143a	Azeotropic (HFC)	Replacement refrigerant for low-temperature commercial refrigeration applications.
Silver	R-717	Ammonia	Inorganic Compound	Used in large reciprocating compressors and absorption-type systems.

Chlorofluorocarbons = CFC Hydrofluorocarbons = HFCs Hydrochlorofluorocarbons = HCFCs

(Althouse et. al, 2004)

3.2 Tipos de Sistemas de refrigeração

3.2.1 Sistema de refrigeração por absorção

Os sistemas de refrigeração por absorção utilizam uma fonte de calor para produzir o efeito de refrigeração. Nestes sistemas o refrigerante absorve o

calor a uma baixa temperatura e pressão durante a evaporação. O vapor do refrigerante é absorvido a “frio” por uma solução.

Posteriormente, esta solução é aquecida separando novamente o refrigerante, o qual irá liberar o calor a uma alta temperatura e pressão durante sua condensação.

Seus componentes principais são basicamente, um evaporador, onde irá ocorrer a vaporização do refrigerante e um absorvedor onde, ocorrerá a mistura do vapor de refrigerante com a solução, que conterà uma parcela deste refrigerante já diluído.

Esta solução binária, por meio de uma bomba, é transportada até o gerador, onde será aquecida e o fluido mais volátil da solução, no caso o refrigerante, será evaporado. O vapor do refrigerante a alta pressão irá para o condensador, onde retornará a sua fase líquida completando o ciclo de refrigeração. A solução concentrada é retornada para o absorvedor.

Para manter a diferença de pressão entre o gerador e o absorvedor é utilizado um dispositivo de expansão no retorno da solução ao absorvedor.

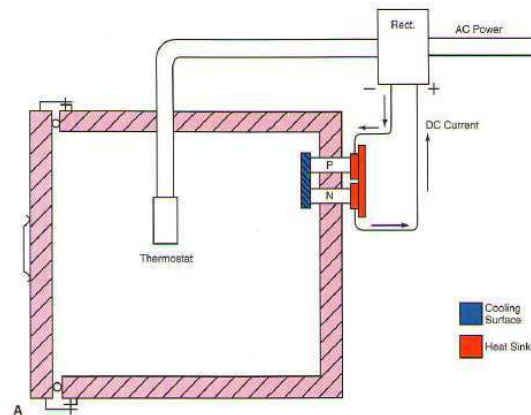
3.2.2 Sistema de refrigeração termoelétrica

A refrigeração termoelétrica é baseada no princípio Peltier, que é conhecido desde 1834. As transferências de energia térmica de um lugar para outro acontecem usando elétrons em vez de refrigerantes.

A Figura abaixo representa um par termoelétrico simples. Um par termoelétrico retira o calor do interior do compartimento isolado para um trocador de calor. O trocador de calor está localizado no lado de fora. E são os elétrons que transportam o calor.

As aletas no evaporador (azul escuro) aumentam o fluxo de calor. Já as aletas do lado de fora do trocador de calor (vermelho escuro) ajudam a dissipar o calor para o meio externo.

Figura 3 – Sistema de Refrigeração Termoelétrico



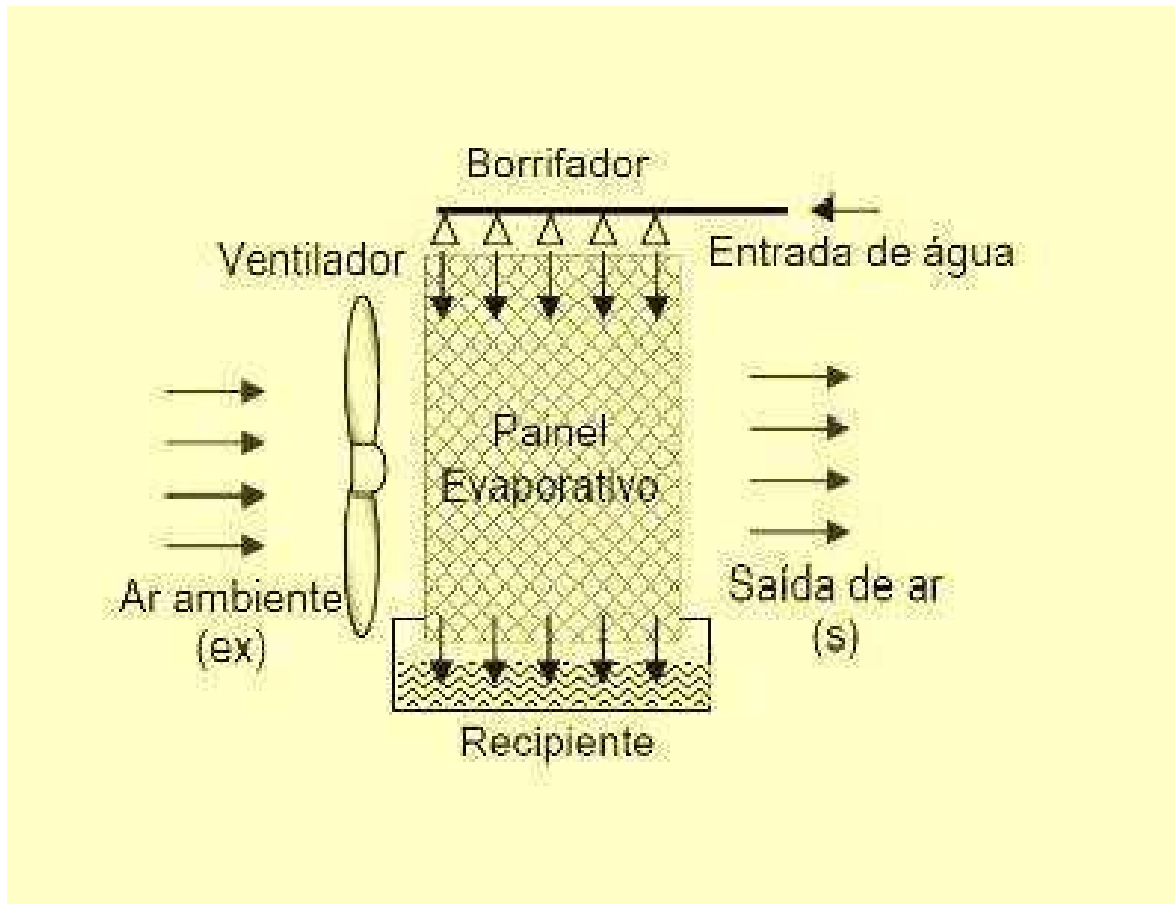
Fonte: Althouse et. Al, 2004.

3.2.3 Sistema de refrigeração evaporativo

Um fluido ao evaporar absorve calor. Um exemplo clássico para o princípio de funcionamento de um sistema evaporativo, seria o caso do nosso suor, que ao evaporar na camada superior da pele, ajuda a manter a temperatura do corpo.

No processo evaporativo da figura abaixo o ar externo é resfriado e umidificado por contato direto com uma superfície sólida molhada (célula evaporativa), ou ainda através de jatos de água. Assim, a água é vaporizada dentro da corrente de ar e o calor e massa são transferidos entre os dois fluidos de forma a reduzir a temperatura de bulbo seco do ar e elevar sua umidade absoluta.

Figura 4 – Sistema de Refrigeração Evaporativo

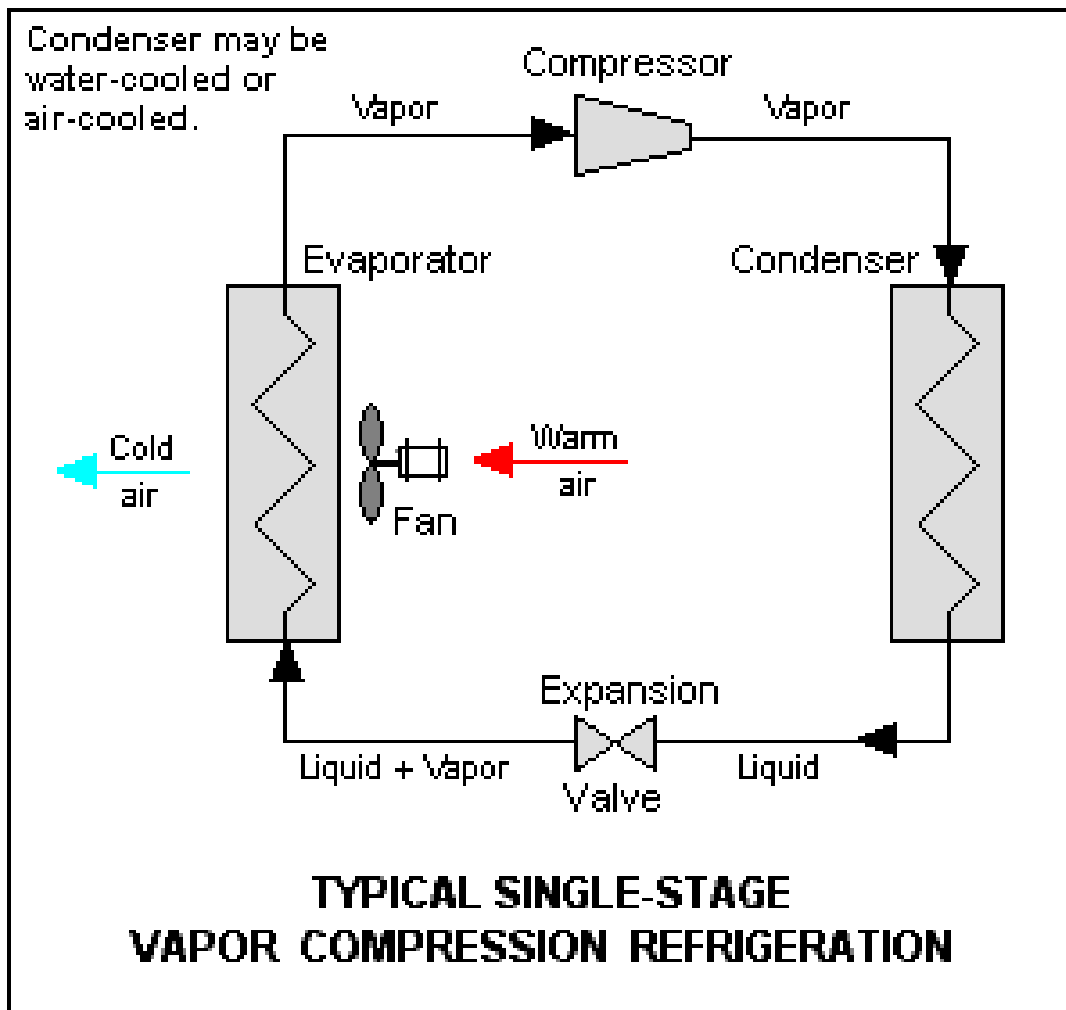


Fonte: Hattori et. al, 2009.

3.2.4. Sistemas de refrigeração por Compressão Mecânica de Vapor

Seu funcionamento se dá a partir da aplicação dos conceitos de calor e trabalho, utilizando-se de um fluido refrigerante. Este fluido entra no evaporador a baixa pressão, na forma de mistura de líquido mais vapor e retira energia do meio interno refrigerado (energia dos alimentos) enquanto passa para o estado de vapor. O vapor entra no compressor onde é comprimido e bombeado, tornando-se vapor superaquecido e deslocando-se para o condensador, que tem a função de liberar a energia retirada do meio interno a ser resfriado e a resultante do trabalho de compressão para o meio exterior. O fluido, ao liberar energia, passa do estado de vapor superaquecido para líquido (condensação) e finalmente entra no dispositivo de expansão, onde tem sua pressão reduzida, para novamente ingressar no evaporador e repetir-se assim o ciclo.

Figura 5 – Típico Sistema de Refrigeração por Compressão de Vapor



Fonte: www.arcondicionadosplit.org.

3.2.4.1 Componentes básicos

Compressor

Sua principal função é a de aspirar fluido refrigerante, a baixa pressão, da linha de sucção e comprimi-lo em direção ao condensador à alta pressão e alta temperatura, vapor superaquecido.

Condensador

No condensador e suas aletas, o fluido refrigerante proveniente do compressor a alta temperatura, efetua a troca térmica com o ambiente externo,

liberando o calor absorvido no evaporador e no processo de compressão. Nesta fase, ocorre uma transformação de vapor superaquecido para líquido sub resfriado.

Dispositivo de expansão

Tem como função receber o fluido refrigerante do condensador e promover a perda de carga do fluido refrigerante separando os lados de alta e de baixa pressão.

Evaporador

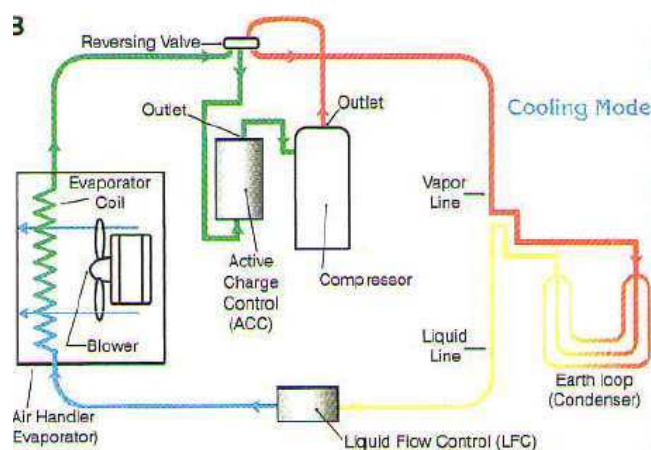
Recebe o fluido refrigerante proveniente dispositivo de expansão, no estado líquido a baixa pressão e baixa temperatura. Nesta condição, o fluido evapora absorvendo o calor da superfície da tubulação do evaporador, ocorrendo à transformação de líquido sub-resfriado para vapor saturado a baixa pressão. É neste momento que o fluido absorve o calor do ambiente que pretendemos resfriar.

3.2.4.2 Sistemas de Expansão Direta e Indireta

Sistema de Expansão Direta

É Sistema fechado o qual circula fluido refrigerante, que realiza o processo de resfriamento final, ou seja, a retirada de calor do meio que se quer resfriar. O ar passa pela serpentina a qual circula o refrigerante e desta forma perdendo calor para a mesma.

Figura 6 – Sistema de Expansão Direta

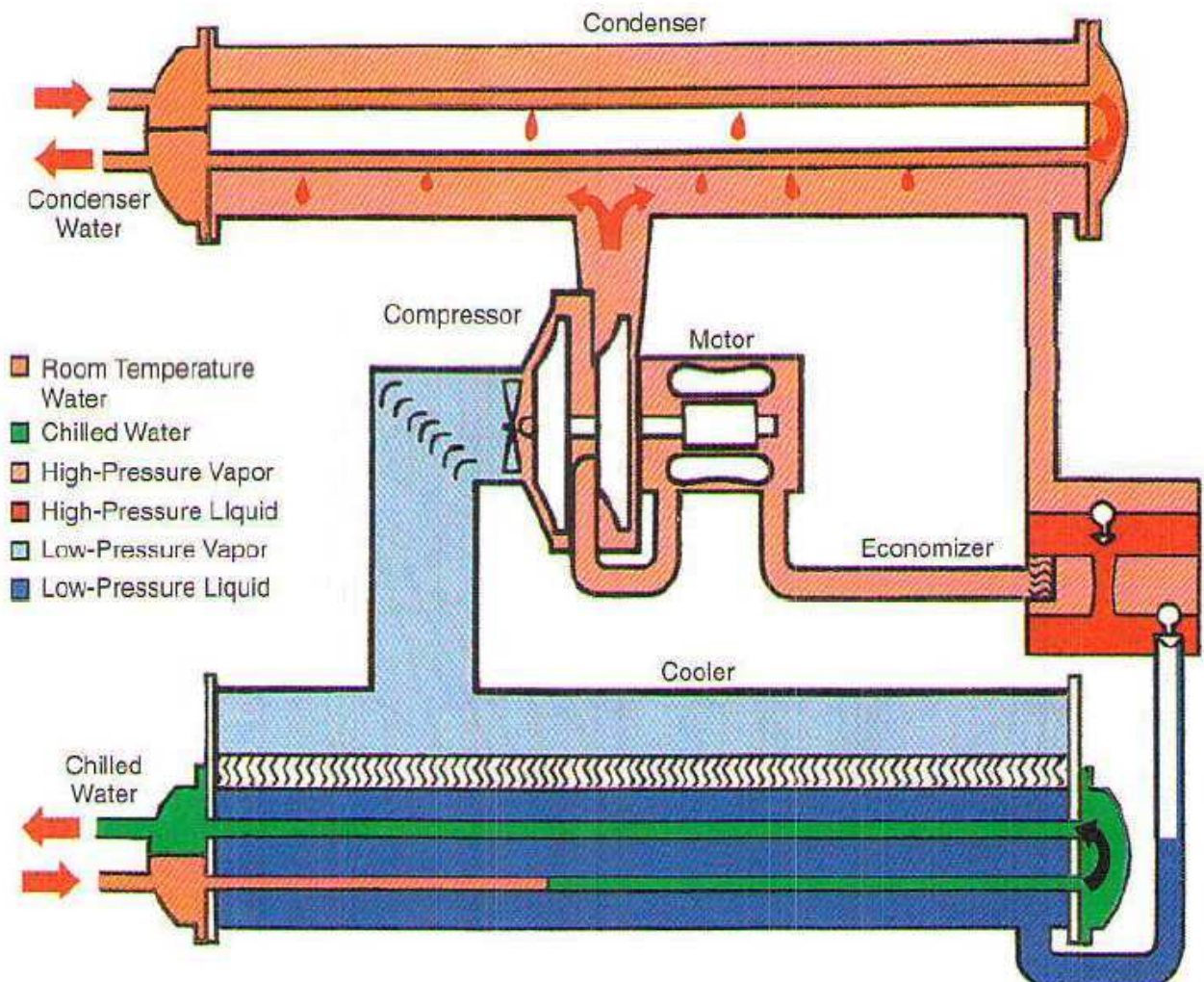


Fonte: Althouse et. al, 2004.

Sistema de Expansão Indireta (Chilled)

Este sistema funciona de forma similar ao de Expansão direta. O processo de compressão de vapor é o mesmo, o que os diferencia é que o fluido que troca calor no evaporador deixa de ser o próprio ar do ambiente a que se quer resfriar, para ser água gelada. Será ela que realizará esta retirada de calor. Esta água é distribuída pelos equipamentos de tratamento do ar como fancoils e fancoletes. Nestes equipamentos, existe uma serpentina - por onde circula a água fria - que é atravessada pelo ar a tratar, que em contato com ela se resfria.

Figura 7 – Sistema de Expansão Indireta



(Althouse et. al, 2004)

4 IMPACTOS DA REFRIGERAÇÃO NO MEIO AMBIENTE

Uma das situações adversas que a evolução da refrigeração trouxe foi o Aquecimento Global, mas especificamente a destruição da camada de Ozônio.

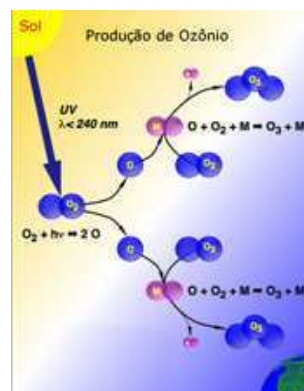
A Camada de Ozônio é uma frágil camada de gás O₃, que protege os seres vivos dos raios ultravioleta emitidos pelo Sol, exercendo uma filtragem destes raios que se incididos diretamente exterminariam todas as formas de vida no planeta.

Existem diversos produtos danosos a camada de ozônio, como óxidos nítricos e nitrosos e o CO₂ produzido pela queima de combustíveis fósseis. Já em termos de refrigeração, os grandes vilões são os CFC's e HCFC's, clorofluorcarbonos e hidroclorofluorcarbonetos respectivamente.

4.1 O Gás Ozônio

O ozônio é formado quando as moléculas de oxigênio absorvem parte da radiação ultravioleta proveniente do sol, ocasionando a separação das moléculas em dois átomos de oxigênio. Estes átomos por sua vez, juntam-se com outras moléculas de oxigênio, formando assim o ozônio (O₃), que contém três átomos de oxigênio. Aproximadamente 90% do ozônio da terra está localizado em uma camada natural, logo acima da superfície terrestre conhecida como estratosfera. Esta camada natural atua como um escudo protetor contra a radiação ultravioleta.

Figura 8 – Produção de Ozônio



Fonte: www.infoescola.com.

4.2. CFC e HCFC's na atmosfera

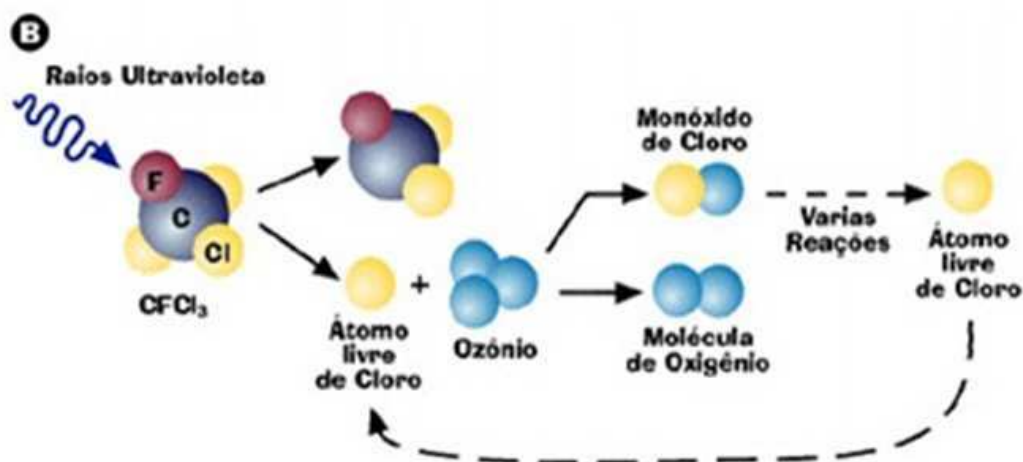
Os CFC's e HCFC's têm um tempo de vida na atmosfera superior a 120 anos, isto é, eles não se dissociam na Troposfera. Como resultado, os CFC's migram vagarosamente para a estratosfera onde são atingidos por maiores níveis de radiação, liberando o cloro, que por sua vez livre, liga-se repetidamente com moléculas de ozônio provocando a separação dos átomos de oxigênio da molécula em questão.

O CFC foi sintetizado em 1928, nos EUA, por Sr. Thomas Midgely. Logo apresentou uma aceitação de crescimento exponencial, já que clorofluorcarbono era barato, versátil e de fácil armazenamento.

Na década de 1970, surgiu a suspeita de que ao escapar para atmosfera, ele estava abrindo um buraco na camada de ozônio. Assim, em meados de 1980, o geofísico Joe Farman convenceu o mundo do potencial destruidor dos CFC, quando descobriu o dano da camada de ozônio em uma expedição realizada na Antártida, onde cerca de 30 milhões km² já haviam sido destruídas.

Ainda que existam algumas linhas de estudos indicando que tal destruição provem muito mais da emissão de HCl pelos vulcões ativos na Antártica, por exemplo, do que necessariamente pela emissão dos CFC's e HCFC's, a característica destruidora da camada de ozônio não deve ser negligenciada.

Figura 9 – Cloro Livre na Atmosfera



4.3 Protocolo de Montreal

O Protocolo de Montreal foi um tratado feito internacionalmente, com o objetivo de fazer com que os países se comprometessem a acabar e substituir o uso do CFCs e de outras substâncias que contribuíssem para a destruição da camada de ozônio.

O tratado ficou aberto para adesão a partir do dia 16 de setembro de 1987, e entrou em vigor no dia 1º de janeiro de 1989, quando mais de 150 países aderiram ao protocolo.

O Brasil adotou a resolução 267 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) no dia 14 de setembro de 2000, a qual proíbe completamente o uso de CFC em novos produtos e permite a importação, porém instituindo cotas apenas para o setor de manutenção de equipamentos e alguns usos essenciais, como a fabricação de medicamentos. Mas essa cota tem sofrido reduções a cada ano.

Na Reunião das Partes do Protocolo de Montreal, realizada em setembro de 2007 foi adotada a Decisão XIX/6 que atesta o comprometimento de todos os países em cumprir o novo cronograma de eliminação dos HCFCs. Em síntese o Brasil, amparado pelo Artigo 5 do Protocolo de Montreal, tem até 2040 para eliminar totalmente essas substâncias potencialmente destruidoras da camada de ozônio.

Figura 10 – Impacto dos CFC's



Fonte: www.mundoeducacao.com.

5 DESENVOLVIMENTO DE UMA INSTALAÇÃO DE AR CONDICIONADO

Desenvolver uma instalação industrial de ar condicionado demanda muito trabalho e dedicação. Fatores ambientais, materiais e até transitórios estão envolvidos no processo de seu desenvolvimento. Atualmente além de conceitos técnicos, ainda é necessário o amplo entendimento das legislações vigentes.

Mesmo um simples equipamento de ar condicionado para um escritório, deve ser colocado em funcionamento de acordo com um projeto, pois seria um total desperdício instalar um equipamento que não desempenhasse a função para qual foi criado. Existem questões importantes que necessitam ser respondidas para a escolha dos equipamentos e materiais a fim de se desenvolver uma perfeita instalação de ar condicionado.

Abordaremos alguns padrões normativos brasileiros e internacionais sobre estas questões buscando um enfoque maior para instalações marítimas.

No Brasil não possuímos nenhuma Norma específica para Projetos de Instalação de Ar condicionado para embarcações em vigor, por esta razão padronizações internacionais neste sentido serão apresentadas e comentadas.

5.1. Padronização Nacional e Internacional

5.1.1. Nacional

Figura 11 – Associação Brasileira de Normas Técnicas



Fonte: www.brazilautomation.com.br.

Muitos livros técnicos nacionais ainda se utilizam da NBR 6401 para demonstrar a padronização dos projetos de Ar condicionado. Esta Norma foi substituída pela NBR 16401 em 2008, que está subdividida em:

16401-1 – Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitárias – Parte 1: Projeto das Instalações

16401-2 - Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitárias – Parte 2: Parâmetros de Conforto Térmico

16401-3 - Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitárias – Parte 3: Qualidade do Ar Interior

As Normatizações NBR são os padrões recomendados e aceitos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

5.1.2. Internacional

Figura 12 – International Organization of Standardization



Fonte: www.iso.org.

A Industrial Naval brasileira está bem aquecida, no entanto, como dito anteriormente, não existe nenhuma norma brasileira específica que padronize os projetos de instalações de ar condicionado seja em embarcações ou unidades offshore. Por isso recomendasse utilizar as normas da ISO, International Organization of Standardization, desta forma assegurando que aquele projeto terá qualidade, segurança e confiabilidade.

As Normas da ISO relativas a Instalações de Ar Condicionado para embarcações e unidades offshore são:

ISO 7547 - Ships and marine technology — Air-conditioning and ventilation of accommodation spaces — Design conditions and basis of calculations

ISO 15138 - Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Heating, ventilation and air-conditioning, respectivamente.

Essas padronizações muitas vezes são alteradas de forma a ser mais restritivas em alguns países ou fazer parte de regulamentações locais, já em outros, elas são apenas transcritas e tornam-se também padrões de outra organização padronizadora, porém com nomenclatura modificada, como é o caso da Standardization Organization for the Cooperation Council for the Arab States of the Gulf, cuja denominação da ISO 15138:2007 passou a ser GSO ISO 15138:2010.

5.2 Iniciando o Projeto

Segundo a NBR 16401-1, inicialmente o projetista obterá as seguintes informações do contratante para dar início ao projeto:

- Plantas de situação do terreno
- Dados gerais do empreendimento
- Projeto legal ou estudos de arquitetura.

Na etapa seguinte são apresentadas informações técnicas provisórias de detalhamento das instalações no intuito de permitir a interação das diversas modalidades técnicas do processo. Cálculos preliminares de carga térmica, vazão de ar e seleção preliminar de equipamentos, etc. devem ser incluídos neste momento.

Em relação Unidades Offshore, de acordo com a ISO 15138 os sistemas de climatização fazem parte dos serviços de segurança da instalação. Neste caso, os requisitos funcionais fundamentais para sistemas de climatização aplicáveis a todas as áreas da instalação devem ser os seguintes:

- a) ventilação suficiente, aquecimento e capacidade de resfriamento em todas as condições climáticas adversas;

b) a qualidade do ar aceitável em todas as condições climáticas adversas;

c) desempenho confiável através da seleção conceito, o projeto com as seguintes características em ordem decrescente de importância:

- Simplicidade, com uma preferência por sistemas passivos;
- Robustez inerente, fornecendo margens de design para sistemas e equipamentos;
- Falhas / indicação de status e autodiagnóstico;
- Poupanças de sistemas e equipamentos e
- Manutenção através de testes, inspeção e facilidade de acesso.

A ventilação pode ser natural (isto é, o vento) ou mecânica ou uma combinação de ambos. Deve ser tomado o uso do termo "ventilação" para incluir a ventilação natural ou mecânica, conforme apropriado.

A ventilação natural é preferível à ventilação mecânica, sempre que possível, uma vez que está disponível em todo o momento, não depende de equipamentos ativos e reduz o esforço necessário para a manutenção de climatização.

Para novos projetos a ISO 15138 diz que o desenvolvimento de uma base de cálculo progrediu utilizando as práticas que são identificadas nas Normas Internacionais, porém deve-se reconhecer que se trata de um processo de iteração. Os processos descritos anteriormente para Unidades Offshore são igualmente aplicáveis a grandes reconstruções de instalações existentes, mas pode ser necessário fazer algum acordo como resultado de decisões históricas relativas layout, a seleção do equipamento e do nível privilegiado de conhecimento na época. Fornecer soluções com baixo custo para projetos de remodelação e um desafio maior comparado com um novo design.

5.2.1. Carga Térmica

A carga térmica pode ser definida como a quantidade de calor sensível e latente, geralmente expressa em BTU/h ou kcal/h que deve ser retirada ou colocada no recinto a fim de proporcionar as condições de conforto desejadas.

Vamos relacionar aqui que parâmetros devem ser observados na definição da Carga Térmica Total. Seguindo o escopo de desenvolvimento do projeto de uma instalação de ar condicionado.

Condução

Está relacionada à transmissão de calor por condução e hora.

Insolação

Transmissão de calor causada pela energia solar. Fatores como coordenadas geográficas, inclinação dos raios solares, tipo de construção cor e rugosidade da superfície, refletância da superfície e também os horários de utilização da dependência.

Dutos

Neste momento existe um impasse, pois para determinar a carga térmica dos dutos precisa-se saber a quantidade de ar a ser insuflada no recinto e conseqüentemente a carga térmica. Desta forma são estimados o traçado e dimensionamento dos dutos, conseqüentemente a quantidade de ar de insuflamento, chegando na carga térmica devido aos dutos.

Pessoas

As pessoas emitem calor sensível e calor latente, que podem variar de acordo com a atividade exercida e até no caso de estarem em repouso.

Equipamentos

Os equipamentos, iluminação e tubulações (redes que fazem parte de outro sistema) que atravessam o ambiente a ser condicionados adicionam carga térmica.

Infiltração

Frestas de portas, janelas ou outras aberturas permitem a penetração de carga térmica no recinto.

Ventilação

A carga térmica devido à ventilação está relacionada a quantidade de ar exterior que deve ser adicionado ao sistema para compensar as perdas do sistema.

Em suma após a definição dos parâmetros de estimativa de carga térmica estaríamos aptos a verificar se os equipamentos e acessórios escolhidos para compor o sistema estão dentro do que foi calculado e ainda como medida de segurança, faz-se um acréscimo de 10% aos cálculos.

5.3 Qualidade do ar para Climatização

Dia após dia estamos frequentemente convivendo em ambientes fechados. A sofisticação da indústria com suas máquinas mais automatizadas, com componentes eletrônicos e atividades diversas necessitam de uma condição de temperatura e qualidade do ar adequada para o seu funcionamento.

Apesar de toda a tecnologia, a presença humana ainda é imprescindível para o processo, mesmo que não seja de forma constante ou às vezes até esporádica, esses equipamentos necessitam de verificação, operação, monitoramento e manutenção. O ar “viciado” pode trazer problemas de saúde, causando desde um mal estar de curta duração ou um afastamento das atividades por um longo período. Lembrando então o primeiro caso da Síndrome conhecida como “SBS- Sick Building Syndrome” ou Síndrome do Edifício Doente, diretamente relacionada a renovação do Ar. O caso aconteceu em julho de 1976, em pleno verão americano, no Belevue Stratford Hotel, onde ocorria a convenção anual da Legião Americana de Veteranos da Guerra da Coreia. Os participantes, em sua maioria idosa, começaram a passar mal durante o evento, onde foram acometidas inicialmente 182 pessoas com insuficiência respiratória. A Organização Mundial de

Saúde definiu a SBS como um conjunto de doenças causadas ou estimuladas pela poluição do ar em espaços fechados.

Em relação ao fato ocorrido no Belevue Stratford, a bactéria (*Legionella pneumophila*) causadora da doença era um organismo de difícil diagnóstico laboratorial nas condições da época. Atualmente, sabemos que ele sobrevive na água dos dutos do ar condicionado e dissemina-se pelo ar que é inalado no ambiente.

Uma embarcação ou unidade offshore é um ambiente potencialmente suscetível a Síndrome do Edifício Doente. Nesses ambientes ocorrem atividades simultâneas que se não forem controladas ou até mesmo executadas da forma correta, podem reduzir significativamente a qualidade do ar e trazer grandes malefícios para a tripulação e os demais colaboradores. Atividades como pintura, solda, a liberação dos gases da queima dos motores à combustão, gases liberadas nos processos de perfuração ou produção são apenas alguns exemplos de possíveis agentes causadores de doenças ocupacionais através do ar.

Abaixo podemos ver nas tabelas 2 e 3, as descrições de agentes biológicos e químicos responsáveis pela “contaminação” do ar interior.

Tabela 2 – Agentes Biológicos

Agentes Biológicos	Principais fontes em ambientes interiores	Principais Medidas de correção em ambientes Interiores
Bactérias	Reservatórios com água estagnada, torres de resfriamento, bandejas de condensado, desumificadores, umidificadores, serpentinas de condicionadores de ar e	Realizar a limpeza e a conservação das torres de resfriamento; higienizar os reservatórios e bandejas de condensado ou manter tratamento contínuo para

	superfícies úmidas e quentes.	eliminar as fontes; eliminar as infiltrações; higienizar as superfícies.
Fungos	Ambientes úmidos e demais fontes de multiplicação fúngica, como materiais porosos orgânicos úmidos, forros, paredes e isolamentos úmidos; ar externo, interior de condicionadores e dutos sem manutenção, vasos de terra com plantas.	Corrigir a umidade ambiental; manter sob controle rígido vazamentos, infiltrações e condensação de água; higienizar os ambientes e componentes do sistema de climatização ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes; eliminar materiais porosos contaminados; eliminar ou restringir vasos de plantas com cultivo em terra, ou substituir pelo cultivo em água (hidroponia); utilizar filtros G-1 na renovação do ar externo.
Protozoários	Reservatórios de água	Higienizar o reservatório

	contaminada, bandejas e umidificadores de condicionadores sem manutenção.	ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes.
Vírus	Hospedeiro humano.	Higienizar os reservatórios e bandejas de condensado ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes.
Pólen	Ar externo.	Manter filtragem de acordo com NBR-6401 da ABNT
Artrópodes	Poeira caseira.	Higienizar as superfícies fixas e mobiliário, especialmente os revestidos com tecidos e tapetes; restringir ou eliminar o uso desses revestimentos.
Animais	Roedores, morcegos e aves	Restringir o acesso, controlar os roedores, os morcegos, ninhos de aves e respectivos excrementos.

(Anvisa, 2003)

Tabela 3 – Agentes Químicos

Agentes Químicos	Principais fontes em ambientes interiores	Principais medidas de correção em ambientes interiores
CO	Combustão (cigarros, queimadores de fogões e veículos automotores).	Manter a captação de ar exterior com baixa concentração de poluentes; restringir as fontes de combustão; manter a exaustão em áreas em que ocorre combustão; eliminar a infiltração de CO proveniente de fontes externas; restringir o tabagismo em áreas fechadas.
CO2	Produtos de metabolismo humano e combustão.	Aumentar a renovação de ar externo; restringir as fontes de combustão e o tabagismo em áreas fechadas; eliminar a infiltração de fontes externas.
NO2	Combustão.	Restringir as fontes de combustão; manter a exaustão em áreas em que ocorre combustão;

		impedir a infiltração de NO ₂ proveniente de fontes externas; restringir o tabagismo em áreas fechadas.
O3	Máquinas copiadoras e impressoras a laser .	Adotar medidas específicas para reduzir a contaminação dos ambientes interiores, com exaustão do ambiente ou enclausuramento em locais exclusivos para os equipamentos que apresentem grande capacidade de produção de O ₃ .
Formaldeído	Materiais de acabamento, mobiliário, cola, produtos de limpeza domissanitários	Selecionar os materiais de construção, acabamento e mobiliário que possuam ou emitam menos formaldeído; usar produtos domissanitários que não contenham formaldeído.
Material	Poeira e fibras.	Manter filtragem de

Particulado		<p>acordo com NBR-6402 da ABNT;</p> <p>evitar isolamento termoacústico que possa emitir fibras minerais, orgânicas ou sintéticas para o ambiente climatizado;</p> <p>reduzir as fontes internas e externas; higienizar as superfícies fixas e mobiliários sem o uso de vassouras, escovas ou espanadores; selecionar os materiais de construção e acabamento com menor porosidade; adotar medidas específicas para reduzir a contaminação dos ambientes interiores (vide biológicos); restringir o tabagismo em áreas fechadas.</p>
Fumo de	Queima de cigarro,	Aumentar a quantidade

Tabaco	charuto, cachimbo, etc.	de ar externo admitido para renovação e/ou exaustão dos poluentes; restringir o tabagismo em áreas fechadas
COV - Compostos Orgânicos Voláteis. COS-V Compostos Orgânicos Semi-Voláteis.	Cera, mobiliário, produtos usados em limpeza e domissanitários, solventes, materiais de revestimento, tintas, colas, etc. Queima de combustíveis e utilização de pesticidas.	Selecionar os materiais de construção, acabamento, mobiliário; usar produtos de limpeza e domissanitários que não contenham COV ou que não apresentem alta taxa de volatilização e toxicidade. Eliminar a contaminação por fontes pesticidas, inseticidas e a queima de combustíveis; manter a captação de ar exterior afastada de poluentes.

(Anvisa, 2003)

Existem parâmetros definidos na Parte 3 da NBR 16401 que servem de diretriz para obter uma qualidade de ar aceitável para fins de conforto. Estes são:

- vazões mínimas de ar exterior para ventilação,
- níveis mínimos de filtragem de ar
- requisitos mínimos de sistemas e componentes relativos à qualidade do ar interior.

De forma semelhante podem ser encontrados parâmetros na ISO 7547 relacionados ao mesmo propósito.

Na tabela 4, retirada da Comfort Class – Rules for Ships, de Janeiro 2014, podemos observar os parâmetros de qualidade do ar para navios segundo a Sociedade Classificadora, Det Norske Veritas AS (DNV).

Tabela 4 – Propriedades do Ar

Table B2 Air properties and quality at different localities and comfort standard								
Designated space type	Comfort rating number	Minimum air temperature control span ¹⁾		Maximum air velocity	Minimum fresh air supply quantity per person ²⁾		Vertical air temperature difference	Relative humidity -RH ³⁾
		15°C and below (outside)	40°C and above (outside)		litres/s	m ³ /hour		
	crn	Min/Max limit (°C)	Min/Max limit (°C)	m/s			°C	%
A	1	18 to 24	22 to 28	0.25	10	36.0	2.0	30 to 60
	2	19.5 to 24	23.5 to 28	0.35	9	32.4	2.5	20 to 60
	3	21 to 24	25 to 28	0.40	8	28.8	3.0	< 65
B	1	18 to 24	22 to 28	0.15	12	43.2	2.0	30 to 60
	2	19.5 to 24	23.5 to 28	0.25	10	36.0	2.5	20 to 60
	3	21 to 24	25 to 28	0.35	8	28.8	3.0	< 65
C	1	20 to 24	23 to 28	0.20	10	36.0	2.0	30 to 60
	2	21 to 24	24 to 28	0.25	9	32.4	3.0	20 to 60
	3	22 to 24	25 to 28	0.35	8	28.8	3.5	< 65
D	1	20 to 24	23 to 28	0.25	10	36.0	2.0	30 to 60
	2	21 to 24	24 to 28	0.30	9	32.4	3.0	20 to 60
	3	22 to 24	25 to 28	0.40	8	28.8	3.5	< 65

1) For outside temperatures between 15°C and 40°C, the control span is to comply with the graphs shown in figures 1 and 2.
 2) Unless otherwise specified by owner and yard the number of persons in each designated space will be counted according to ISO7547.
 3) Any relative humidity is to be within the range for all outdoor conditions the HVAC system is designed for. It is not necessary to meet the whole range during the specified design condition.
 4) Vertical air temperature difference is normally tested for the low temperature condition only.

(DNV, 2014)

O projeto deve também apresentar uma taxa de renovação de ar adequada para manter a qualidade do ar interno. Isto está indicado nas padronizações nacionais e internacionais e previsto em lei para que os indivíduos permaneçam em uma condição satisfatória de conforto naquele ambiente.

O padrão mínimo de fluxo de ar exterior por pessoa fornecida a cada espaço ocupado deve ser de 8,4 l/s de ar externo de acordo com a ISO 7547, cujo parâmetro também é aplicado pela ISO 15138.

Segundo a Resolução nº 9 da Anvisa (Janeiro/2003) a “Taxa de Renovação do Ar adequada de ambientes climatizados será, no mínimo, de 27 m³/hora/pessoa, exceto no caso específico de ambientes com alta rotatividade de pessoas. Nestes casos a Taxa de Renovação do Ar mínima será de 17 m³/hora/pessoa.”

5.4 Conforto Térmico

O custo é o fator determinante quando desenvolvemos um projeto de uma instalação de ar condicionado. Mas, na realidade o que desejamos mesmo é atingir um conforto térmico dentro dos limites necessários para aquele ambiente.

Por definição, conforto térmico é a “condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico” (ISO 7730:2005).

A sensação de conforto térmico não é a mesma para todas as pessoas. As variações fisiológicas e psicológicas de cada indivíduo fazem com que tenhamos reações diferentes quando inseridos em um ambiente, seja ele climatizado ou não.

A NBR 16401-2 trata de conforto térmico ideal como a situação onde 80% ou mais das pessoas em um ambiente térmico expressam satisfação, ou seja, se sintam confortáveis termicamente.

A Convenção sobre o Trabalho Marítimo, 2006 diz o seguinte “Ar condicionado para os marítimos nas acomodações, salas de rádio e centro de controle de máquinas. A ventilação e sistema de ar condicionamento devem manter a todo o momento condição de conforto para a tripulação”.

O Conforto térmico é o “produto final” de todo o processo de desenvolvimento do projeto de climatização de um ambiente.

6 MANUTENÇÃO

Os sistemas de Ar Condicionado demandam manutenções periódicas a fim de manter o sistema 100% operacional. Os projetos dessas instalações devem proporcionar ao operador/técnico responsável acesso para que tais procedimentos sejam realizados.

Os sistemas atuais são construídos com níveis de automação cada vez mais sofisticados, o que permite um melhor monitoramento.

De acordo com a legislação brasileira toda instalação de ar condicionado deve possuir PMOC, Plano de Manutenção Operação e Controle, e em casos de instalações cuja carga térmica supere 5 Tr deve-se manter um profissional técnico habilitado, que terá atribuições visando garantir a aplicação do PMOC por intermédio da execução contínua direta ou indireta deste serviço. Este profissional tem por obrigação:

- Implantar e manter disponível no imóvel um Plano de Manutenção
- Operar e Controlar - PMOC, adotado para o sistema de climatização,
- Registrar tais atividades e
- Divulgar os procedimentos e resultados das atividades que envolvam manutenção, operação e controle de ocupantes.

A Tabela 5 mostra periodicidade dos procedimentos de limpeza e manutenção dos componentes do sistema de climatização.

Tabela 5 – Periodicidade de Manutenção

Componente	Periodicidade
Tomada de ar externo	Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração (máximo 3 meses)
Unidades filtrantes	Limpeza mensal ou quando descartável até sua obliteração máximo 3 meses)
Bandeja de condensado	Mensal*

Serpentina de aquecimento	Desencrustação semestral e limpeza trimestral
Serpentina de resfriamento	Desencrustação semestral Limpeza trimestral
Umidificador	Desencrustação semestral Limpeza trimestral
Ventilador	Semestral
Plenum de mistura/casa de máquinas	Mensal

(Anvisa, 2003)

Na maioria das embarcações existe um Software de Gerenciamento de Manutenção. Nele estão compreendidas as manutenções necessárias de cada sistema ou equipamento, onde a periodicidade dos procedimentos, os quais devem ser realizados nas Instalações de Ar Condicionado, podem ou não estar inclusas no software. Por isso é necessário um entrosamento entre a Gerência da Empresa em terra e o Supervisor de bordo responsável diretamente na organização e execução de tais tarefas.

A implantação e cumprimento do PMOC é lei, descrita na Portaria 3.523/98 da Anvisa, por isso para que a Empresa não sofra penalidades, é obrigatório o seu cumprimento.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer deste trabalho foi possível observar os princípios básicos dos Sistemas de Refrigeração e qual o tipo de sistema mais encontrado nas instalações marítimas em geral.

Uma exposição de normatização e leis relativas a essas instalações foi apresentada, a fim de demonstrar a importância da integração de conceitos técnicos, normativos e jurídicos para o desenvolvimento do projeto.

É difícil encontrar uma condição ideal de conforto térmico que consiga agradar cada indivíduo. Em muitas situações um determinado equipamento precisa estar exposto a baixas temperaturas ou outro a temperaturas mais altas para que seu rendimento seja mantido. Geralmente o ser humano tem que permanecer naquele ambiente, constante ou temporariamente.

Por isso, devemos seguir as recomendações, normas e leis quando desempenhamos nossas funções, seja projetando, operando ou executando as manutenções devidas.

Salvaguarda da vida humana, proteção do meio ambiente e segurança foram, são e serão os princípios que regem a atividade marítima mundial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTHOUSE, Andrew Daniel. Modern Refrigeration and Air Conditioning. 18. ed. ILLINOIS: THE GOODHEART-WILLCOX COMPANY, INC., 2004

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RE nº 9 de 16 de Janeiro de 2003. Orientação técnica revisada contendo padrões referenciais de qualidade de ar interior em ambientes de uso público e coletivo, climatizados artificialmente.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16401-2:2008: Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários Parte 2: Parâmetros de Conforto Térmico. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16401-3:2008: Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários Parte 3: Qualidade do Ar Anterior. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. 28 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO. Conheça sobre a aplicação E destinação de fluidos refrigerantes. Disponível em: <<http://www.protocolodemontreal.org.br/eficiente/repositorio/publicacoes/cartilha/998.pdf/>>. Acesso em: 23 set. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO. Conheça as legislações que você precisa seguir... <<http://www.protocolodemontreal.org.br/eficiente/repositorio/publicacoes/cartilha/995.pdf/>>. Acesso: 23 set. 2014.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria nº 3.523, de 28 de agosto de 1998.

CREDER, Hélio. Instalação de Ar Condicionado. Rio de Janeiro: LTC 2013.

DET NORSKE VERITAS. Rules for Classification of ships, part 6 chapter 33. Disponível em: <<https://exchange.dnv.com/publishing/rulesship/2014-01/>>. Acesso em: 22 set. 2014.

Folha da Manhã. Um punhado de curiosidades <almanaque.folha.uol.com.br/ciencia_19jul1940.htm/>. Acesso em 22 set. 2014

HATTORI, Marcos Akira. Determinação e análise do perfil anual de redução de temperatura promovido pela central de resfriamento evaporativo da usina hidrelétrica de Itaipu. Monografia (Curso de Engenharia Mecânica). Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Paraná, 2009.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. Ozone-depleting substances (ODS) – Regulation 12

.<[http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Ozone-depleting-substances-\(ODS\)-%E2%80%93Regulation-1.aspx/](http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Ozone-depleting-substances-(ODS)-%E2%80%93Regulation-1.aspx/)>. Acesso em: 20 set. 2014

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7547: Ships and marine technology — Air-conditioning and ventilation of accommodation spaces — Design conditions and basis of calculations, 2002. 13p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 15138: Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Heating, ventilation and air-conditioning, 2007. 110p.

MESQUITA, Hugo Renato Amorim. Refrigeração com sustentabilidade: disponibilidade, confiabilidade e meio ambiente. Monografia (APMA - Curso de Aperfeiçoamento de Oficial de Máquinas). Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro, 2012.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 30 - Segurança e saúde no trabalho aquaviário. Disponível em:<[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A3C3A6C39013C4D6EE94D13BC/NR-30%20\(atualizada%202013\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A3C3A6C39013C4D6EE94D13BC/NR-30%20(atualizada%202013).pdf)>. Acesso em 26 set. 2014.

PORTAL DA REFRIGERAÇÃO. PMOC, o que é e sua importância. Disponível em:<www.refrigeracao.net/Topicos/PMOC.htm/>. Acesso em: 25 set. 2014

U.S. Navy, Bureau of Naval Personnel. Refrigeration and Air Conditioning, Washington D.C.: Hemus, 1980.

UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION. The Launch of Carrier Air Conditioning Company. Disponível: <www.williscarrier.com/1903-1914.php/>. Acesso em: 22 set. 2014

UNITED TECHNOLOGY CORPORATION. The Invention That Changed the World. Disponível em: <<http://www.williscarrier.com/1876-1902.php/>>. Acesso em: 22 set. 2014.