



IBP04004

PANORAMA DOS SISTEMAS DE VAC EM UNIDADES MARÍTIMAS DE PRODUÇÃO

Fernando Pedrosa Guedes¹, Ernani Luis Sztajnbok², Carlos Eduardo Dantas de Pádua³, Alfredo Silveira Passos⁴

IBP04004 – PANORAMA DOS SISTEMAS DE VAC EM UNIDADES MARÍTIMAS DE PRODUÇÃO

Copyright 2004, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico foi preparado para apresentação na *Rio Oil & Gas Expo and Conference 2004*, realizada no período de 4 a 7 de outubro de 2004, no Rio de Janeiro. Este Trabalho Técnico foi selecionado para apresentação pela Comissão Técnica do Evento, seguindo as informações contidas na sinopse submetida pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho Técnico, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho Técnico seja publicado nos Anais da *Rio Oil & Gas Expo and Conference 2004*.

Resumo

Numa Unidade Estacionária de Produção Marítima (UEP), o projeto adequado do sistema de Ventilação e Ar Condicionado (VAC) vai muito além de proporcionar conforto térmico aos seus ocupantes. Ele é parte integrante dos sistemas essenciais de segurança da plataforma e complementa os requisitos de classificação de área em associação aos equipamentos elétricos.

As instalações de VAC são, algumas vezes, objeto de reclamações por parte da equipe de bordo. Desempenho não satisfatório do sistema, níveis de ruído acima do especificado nos ambientes atendidos, bem como desconfortos causados por sistemas desbalanceados, são algumas das reclamações mais frequentes.

Os sistemas de ar condicionado podem ser do tipo Expansão Direta ou Indireta. Sistemas totalmente descentralizados, de expansão indireta, vêm sendo adotados pela Petrobras. Isto é confrontante com a prática de projeto adotada para os sistemas de VAC para plataformas de outras áreas de produção (Mar do Norte) onde o uso de sistemas centralizados de expansão direta é predominante.

Neste trabalho é feita uma comparação entre os sistemas, sendo analisadas as vantagens e desvantagens de cada um. A evolução do projeto dos sistemas de VAC, nas etapas do empreendimento de uma UEP, também faz parte do escopo.

Abstract

In an Offshore Stationary Production Unit (SPU), the adequate project of the Ventilation and Air Conditioning (VAC) System is not only a thermal comfort requirement but part of the essential safety services of the installation and complement for area classification requirements associated with electrical equipment.

The VAC installations are sometimes the object of complaints by onboard team. Problems such as unsatisfactory system performance, high noise levels in the accommodation quarters, offices and other areas and the discomfort caused by unbalanced ventilation and air conditioning systems, are some of the most frequent complaints.

Air Conditioning systems are classified as Direct and Indirect Expansion. Decentralized systems with Indirect Expansion has been adopted in Petrobras projects. This conception is not used in VAC Systems for platforms installed in North Sea, where the use of Centralized Systems with Direct Expansion are more common.

The objective of this work is to compare the VAC conception projects, analyzing their advantages and disadvantages.

The evaluation of VAC System in Petrobras project, and their steps in SPU development, is also scope of this paper.

¹ Engenheiro Mecânico- PETROBRAS

² Engenheiro Mecânico – PETROBRAS

³ Engenheiro Mecânico – DUOVAC ENGENHARIA LTDA.

⁴ Engenheiro Mecânico – DUOVAC ENGENHARIA LTDA.

1. Introdução

Os sistemas de VAC em plataformas offshore devem ser projetados para evitar que misturas gasosas, potencialmente explosivas ou tóxicas, ingressem em áreas seguras tais como, as acomodações e as salas de equipamentos elétricos. Em compartimentos com atmosfera perigosa, a ventilação diluidora é utilizada para manter a concentração das misturas potencialmente explosivas/ tóxicas abaixo dos limites de risco. Os sistemas de VAC não são projetados para o controle de eventos catastróficos, como a maioria dos sistemas de segurança, e sim para evitar que se chegue a eles. Neste sentido, ele é um sistema ativo de segurança da plataforma que funciona antes da ocorrência do sinistro.

Adicionalmente, os sistemas de VAC são também projetados visando: o conforto e a saúde dos ocupantes, bem como a sua produtividade nos ambientes de trabalho; o aumento da confiabilidade dos equipamentos elétricos, diminuindo a frequência de intervenção para manutenção; e a criação de ambientes propícios a operação em diversos outros tipos de compartimentos.

Com relação a estas últimas funções, as instalações de VAC em plataformas da Petrobras são, algumas vezes, objeto de reclamações por parte da equipe de bordo. Desempenho não satisfatório do sistema, níveis de ruído acima do especificado nas acomodações e áreas operacionais, e desconfortos causados por sistemas desbalanceados, são algumas das reclamações mais frequentes. Os problemas relacionados com conforto e funcionamento adequado de equipamentos são mais perceptíveis do que aqueles relacionados aos aspectos de segurança do VAC, embora estes últimos provavelmente sejam os mais importantes. No entanto, a importância do VAC como gerador de conforto e bem estar dos ocupantes de uma plataforma offshore não pode ser minimizada, tendo em vista que, em comparação com outras aplicações de conforto, o sistema é ainda mais fundamental, já que muitos ocupantes permanecem 24 horas por dia dentro de ambientes condicionados durante o período de embarque. Dentro desta ótica, as acomodações de uma plataforma devem ser encaradas como as de um hotel.

Os sistemas de ar condicionado, tanto em instalações prediais como em instalações offshore, dividem-se, basicamente, em dois tipos:

Sistema de Expansão Direta - Estes sistemas compreendem os processos de condicionamento de ar em que a unidade evaporadora do ciclo frigorífico retira calor diretamente do meio a ser resfriado, ou seja, do ar do ambiente condicionado.

Sistema de Expansão Indireta - Este sistema compreende o processo de refrigeração em que a água gelada é o meio de transporte da potência frigorígena, sendo que os equipamentos de geração ("chillers") resfriam a água que será utilizada como fluido térmico intermediário para, posteriormente, realizar a troca térmica com o ar no ambiente a ser condicionado.

Normalmente, opta-se por sistema de condensação a água (doce ou salgada), pois esta já se encontra disponível na unidade.

Conforme o que foi exposto acima, não se trata apenas de uma questão de conforto, mas também de riscos à saúde e segurança dos ocupantes. O mau funcionamento dos sistemas de ar condicionado e ventilação podem trazer desconfortos, problemas de saúde e mesmo prejuízos financeiros com a danificação e perda de equipamentos, que são cada vez mais sensíveis a condições ambientais descontroladas.

Diante disso, um bom projeto dos sistemas de Ventilação e Ar Condicionado em uma UEP é fundamental, já que numa plataforma offshore estão relacionados os aspectos relativos ao ser humano como pessoa e como trabalhador, no tempo em que o indivíduo permanece a bordo.

2. Objetivos

Este trabalho tem como finalidade principal traçar um panorama das bases atuais de desenvolvimento de projeto de sistemas de VAC, para UEPs Marítimas da Petrobras, ressaltando as novas soluções em substituição às tradicionais, e comparando com o que é feito em outras áreas de produção (Mar do Norte). Estudos recentes foram feitos para a utilização de sistemas totalmente descentralizados, com o uso de fan-coils por ambiente, analisando suas vantagens e desvantagens em relação aos parcialmente descentralizados. Foram abordados aspectos de manutenção, Qualidade do Ar Interno (QAI), comissionamento, custo, espaço, peso e facilidade de limpeza.

A evolução do projeto dos sistemas de VAC em cada uma das etapas do empreendimento de uma UEP também faz parte do escopo.

3. O Sistema de Ar Condicionado

Os sistemas de ar condicionado, tanto em instalações prediais como em instalações offshore, dividem-se, basicamente, em dois tipos:

Sistema de Expansão Direta - Estes sistemas compreendem os processos de condicionamento de ar em que a unidade evaporadora do ciclo frigorífico retira calor diretamente do meio a ser resfriado, ou seja, do ar do ambiente condicionado. Normalmente, este tipo de sistema é utilizado em pequenas e médias instalações. São exemplos deste tipo de sistemas os aparelhos de janela (instalados em residências e raramente utilizados em instalações marítimas), os aparelhos chamados de “Self Contained” e as unidades “Split System”. Em instalações de produção marítimas, locais onde o aproveitamento do espaço físico é primordial, as unidades do tipo “Self Contained” acabam por ser pouco utilizadas, principalmente para novas instalações, já que requerem um grande espaço para casa de máquinas. É muito comum em navios mercantes e petroleiros a utilização de sistemas centralizados de expansão direta, nos quais uma única unidade evaporadora de grande capacidade atende a todos os ambientes do casario através de uma grande quantidade de dutos circulares de pequenos diâmetros. A unidade condensadora, via de regra, fica no mesmo compartimento da unidade evaporadora (VAC Room). Esta prática naval foi incorporada à indústria offshore mundo afora, e é muito utilizada, especialmente nas plataformas do Mar do Norte.

Sistema de Expansão Indireta - Este sistema compreende o processo de refrigeração em que a água gelada é o meio de transporte da potência frigorífica, sendo que os equipamentos de geração (“chillers”) resfriam a água que será utilizada como fluido térmico intermediário para, posteriormente, realizar a troca térmica com o ar no ambiente a ser condicionado. Normalmente, este tipo de sistema é adotado em instalações de grandes capacidades.

Uma vez que, para uma mesma capacidade térmica, o transporte de água gelada necessita de um espaço físico muito menor do que o necessário para o ar (dutos), a Petrobras tem adotado este tipo de sistema em plataformas de grande porte.

Quanto ao sistema de condensação dos equipamentos de Ar Condicionado, os equipamentos podem ser divididos em dois tipos principais:

Condensação a Ar - Estes equipamentos, geralmente, não são utilizados em unidades de produção que possuem sistemas centrais de ar condicionado. Porém, pelo seu baixo custo e fácil manutenção, tem-se adotado estes equipamentos para a complementação de carga térmica de refrigeração em instalações, onde o sistema principal torna-se ineficiente e insuficiente. São equipamentos onde a troca de calor necessária no condensador ocorre entre o fluido refrigerante e o ar externo ao ambiente condicionado. Além disso, em instalações onde não existe sistema de água de resfriamento disponível, adota-se também este tipo de solução.

Sistema de Condensação a Água - São os sistemas utilizados preferencialmente em unidades marítimas. Nestes sistemas, a troca de calor necessária no condensador ocorre entre o fluido refrigerante e a água de resfriamento de serviço nas plataformas. Outra possibilidade que tem sido adotada em alguns projetos é a utilização de sistemas de condensação com água salgada, que requer especificações de materiais muito mais rigorosas.

Quanto à concepção de sistema, os mesmos podem ser idealizados de duas formas diferentes, em relação ao número de compartimentos atendidos por um mesmo condicionador:

Sistemas Centralizados - possuem vários ambientes condicionados por um mesmo equipamento, por exemplo: um pavimento inteiro atendido por um condicionador do tipo “fancoil”, através de rede de dutos que percorrem todo o pavimento.

Sistemas Descentralizados - neste sistema, o número de compartimentos atendidos por um condicionador diminui, podendo até existir um condicionador para cada ambiente. Neste caso a rede de dutos é minimizada ou até eliminada totalmente. Em contrapartida, o número de equipamentos (fancoils) aumenta.

4. As Diferentes Concepções do Sistema de VAC

A concepção de projeto atual nos sistemas de VAC offshore da Petrobras, dentre os quais podem-se incluir os das plataformas P-43&P-48, P-50 e P-51&P-52, prevê o uso de sistemas de expansão indireta com um alto nível de descentralização. Cada ambiente possui um condicionador que combate a carga térmica gerada no próprio recinto. No caso dos camarotes, este condicionador é posicionado internamente à sala e no caso de salas elétricas, posicionado em salas de máquinas específicas.

O ar externo requerido para pressurização e higienização dos recintos é tratado em um condicionador central independente e, após ser filtrado, desumidificado e resfriado, é insuflado em todos os ambientes. Este ar não combate a carga térmica interna, mas também não traz nenhuma carga térmica adicional para o ambiente.

Como já mencionado no item 4, o sistema de VAC mais utilizado nas plataformas do Mar do Norte é o de expansão direta, com centralização total para o casario. Unidades condicionadoras do tipo self-contained são utilizadas para complementar o sistema atendendo algumas salas de controle e de equipamentos elétricos espalhadas pela plataforma.

5. O QSMS e as Diferentes Concepções

O conceito adotado atualmente na Petrobras com sistema de água gelada totalmente descentralizado atende aos requisitos de QSMS (Qualidade, Segurança, Meio Ambiente e Saúde). O ar exterior passa por duas baterias de filtros (filtro grosso + filtro fino), é resfriado, desumidificado e distribuído para os ambientes, garantindo a renovação requerida em cada recinto, através de dutos provenientes de fancoils centralizados. Nos camarotes, a exaustão dos sanitários é responsável pela eliminação de ar de renovação. O número de dutos é reduzido significativamente e, o mais importante: não existem dutos recirculando o ar dos ambientes, uma vez que esta recirculação geraria contaminação cruzada e acúmulo de poeira no interior dos dutos. Além disso, a pequena quantidade de dutos facilita o atendimento à Portaria nº 3523 do Ministério da Saúde que exige a limpeza da instalação e a manutenção de padrões de qualidade do ar interno.

As bandejas e serpentinas possuem o acesso facilitado uma vez que são menores e o condicionador está aparente. Por outro lado, existe um número maior de equipamentos que exigem limpeza e higienização periódica.

Os sistemas centralizados de expansão direta têm a grande vantagem de minimizar o número de equipamentos para manutenção, porém se paga um preço muito alto com relação ao espaço ocupado pelos dutos e com as dificuldades em se obter um controle satisfatório de temperatura nos ambientes, devido à dificuldade em se balancear as redes de ar condicionado. Um outro aspecto totalmente desfavorável é o da qualidade do ar interno. Como o retorno de ar de cada ambiente é todo misturado em um único equipamento, há a possibilidade de contaminação cruzada. Outra dificuldade que existe, é garantir que cada ambiente receba a quantidade de ar de renovação necessária, tendo em vista que as necessidades de renovação de ar, em geral, não são proporcionais às vazões de ar para o combate da carga térmica de cada ambiente. Isto acontece, especialmente, quando temos ambientes tão distintos quanto os do casario de uma plataforma atendidos pelo mesmo sistema.

6. Tabela Comparativa

A seguir, é apresentada uma tabela comparativa que tem como objetivo demonstrar as principais vantagens e desvantagens dos sistemas descritos acima:

Tabela 1. Comparação entre Sistemas de Ar Condicionado

Características de C&M / Operação / Manutenção	Tipo de Sistema	
	Centralizado	Descentralizado
Rede de Dutos de Ar Condicionado	Maior	Menor
Quantidade de Tubulações / Isolamento Térmico	Menor	Maior
Espaço para Salas de Máquinas	Maior	Menor ou nenhum
Facilidade no Comissionamento	Menor	Maior
Flexibilidade Operacional	Menor	Maior
Precisão no Controle Ambiental	Menor	Maior
Qualidade do Ar no Ambiente	Pior	Melhor
Controle Individual de Temperatura	Não	Sim
Horas de Manutenção	Menor	Maior
Facilidade de Limpeza e Higienização	Menor	Maior
Consumo de Energia Elétrica	Menor	Maior
Custo da Instalação (“Fan Coil” versus “Fancolete”)	Menor	Maior

7. Sistemas de VAC e suas Aplicações nos Ambientes Offshore

O fluxograma a seguir mostra de forma simplificada os sistemas que estão relacionados com VAC e a aplicação de cada um deles (sistema de ventilação e sistema de ar condicionado), em alguns ambientes das unidades de produção, sendo que nem todos estão representados.

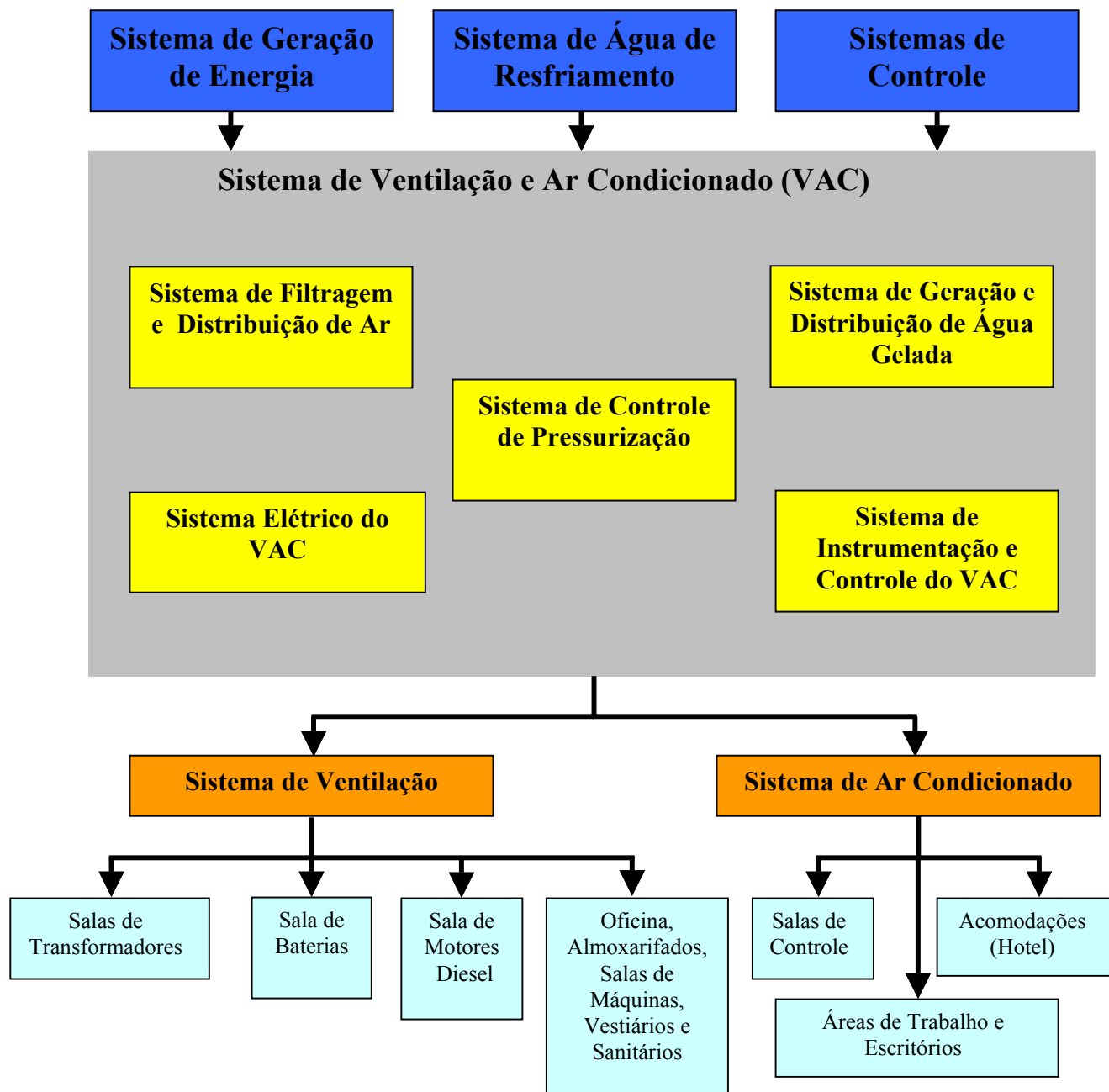


Figura 1. Sistemas Relacionados e Ambientes Atendidos por Sistemas de VAC

8. O Projeto de VAC de uma Unidade de Produção

O Empreendimento da UEP desenvolve-se em diversas etapas, a saber:

- *Estudo de Viabilidade Técnica-Econômica* (EVTE), onde a viabilidade técnica do empreendimento é analisada e confrontada com os recursos disponíveis;
- *Bases de Projeto*;
- *Projeto Básico*;
- *FEED* (Front End Engineering Design), quando houver;
- *Projeto Executivo ou de Detalhamento*, contratado pela ENGENHARIA, geralmente através de uma empresa de EPC (Engineering, Procurement and Construction);
- *Documentação "As Built"*.

A seguir, faz-se uma breve descrição com as informações referentes ao sistema de ventilação e ar condicionado e os respectivos documentos que estão contidos em cada uma das etapas.

8.1. Estudo de Viabilidade Técnica Econômica

Nesta etapa são analisadas as alternativas para desenvolvimento de um campo de produção de petróleo, onde ocorrem as grandes definições em relação ao tipo de unidade a ser utilizada (FPSO, Semi-submersível, etc.), ainda não há a necessidade de participação da equipe de VAC.

8.2. Bases de Projeto

Após a definição da concepção a ser adotada para a unidade de produção, as Bases de Projeto apresentam, basicamente, os dados e as diretrizes mais importantes que devem ser seguidas durante o projeto. Para o sistema de VAC, são apresentadas as preferências básicas para a concepção do sistema (ex: condensação a ar ou água, expansão direta ou indireta, dentre outras).

8.3. Projeto Básico

Em relação ao sistema de VAC, o projeto básico de uma Unidade Marítima, emitido pelo CENPES (Centro de Pesquisas da Petrobras), apresenta as normas e padrões que devem ser seguidos durante a execução do projeto e define o escopo mínimo que deve ser apresentado durante o projeto de detalhamento, ou o FEED, quando aplicável.

Anteriormente, os documentos que constituíam o projeto básico da disciplina de VAC eram:

- "VAC Typical Schemes Diagram";
- "Chilled Water System";
- "Basic Criteria for Design of Partitions";
- "Basic Criteria for VAC Design";
- "Basic Requirements for VAC Equipment and Materials".

Atualmente, existe uma tendência de elevação do escopo do projeto básico para o sistema de VAC. Emissão de Fluxogramas de Engenharia e Folhas de Dados de Equipamentos estão sendo realizadas nos últimos projetos (P-53, P-54), de modo que seja dispensável a etapa do FEED.

Os outros dados que são apresentados no projeto básico referem-se a:

- Parâmetros de Projeto a serem adotados;
- Escopo de fornecimento do Projeto de Detalhamento;
- Requisitos de projeto para os diversos ambientes da UEP;
- Materiais que devem ser utilizados nos diversos equipamentos que fazem parte do sistema.

Os dados apresentados nestes documentos são essenciais para a contratação do projeto de VAC. São importantes por mostrarem, de forma clara e objetiva, os requisitos mínimos exigidos pela Petrobras para a elaboração do projeto do sistema. Com relação ao projeto básico, os dados apresentados são coerentes com o objetivo desta etapa.

É necessário ressaltar, entretanto, que alguns itens das especificações precisam ser constantemente atualizados de modo que, principalmente, os equipamentos e materiais utilizados nas instalações sejam compatíveis com o disponível no mercado e acompanhem as novas normas e legislações em vigor.

8.4. FEED (“Front End Engineering Design”)

Esta etapa, adotada nos projetos da P-50, P-51/P-52 e PRA-1, tem por objetivo antecipar as definições de engenharia e ganhar prazo total no empreendimento. Nesta fase, intermediária entre o projeto básico e o detalhamento, ocorre um estudo mais aprofundado em relação ao projeto básico, com a definição de “layout” de tubulações e equipamentos, por exemplo, uma vez que já é conhecida a unidade que será construída ou convertida.

É uma etapa importante que deve ser consolidada, seja internamente a Petrobras ou como contratação dos serviços de engenharia, em virtude também de se facilitar e acelerar o processo de compra dos suprimentos principais do empreendimento. Como mencionado acima, há a tendência nos últimos projetos de se eliminar esta fase, por meio da execução de um projeto básico mais avançado.

8.5. Projeto Executivo ou Detalhamento

São realizadas nesta etapa todas as definições relativas à unidade offshore, tais como: os sistemas que a compõe, os equipamentos de cada sistema (inclusive com a compra dos mesmos) e a definição do arranjo geral e definitivo da unidade.

A quantidade de documentos gerados no detalhamento é função da complexidade e tamanho da instalação, como em qualquer outra etapa.

8.6. A Atividade de Fiscalização de Projeto

Por se tratar de um sistema importante para o bom funcionamento da unidade, é necessário que todas as etapas do projeto de VAC sejam acompanhadas com o máximo de empenho, de modo que possíveis falhas de projeto sejam detectadas anteriormente à instalação.

Num contexto, onde os prazos para a execução dos empreendimentos devem ser reduzidos ao máximo, a fiscalização do sistema de VAC deve dar atenção especial aos pontos básicos como: cálculo de carga térmica, definição das vazões de sistemas de água gelada e água de resfriamento, dimensionamento da rede de dutos e seleção de equipamentos, ou seja, deve-se ficar atento aos pontos principais do projeto, para que os problemas futuros sejam minimizados.

Dentro dessa nova realidade, o que deve ser objetivo da fiscalização é o acompanhamento de pontos essenciais, dentre os quais pode-se citar:

- A obediência dos critérios de classificação de área;
- Participação na definição do arranjo da unidade com a definição de espaços adequados para o sistema de VAC;
- Verificação do atendimento dos equipamentos de VAC em relação às exigências das especificações técnicas para atmosfera marinha e áreas classificadas;
- A exigência da realização de testes de performance do sistema é fato primordial para que o sistema funcione de maneira adequada.

É importante ressaltar que estes pontos destacados anteriormente não resumem a atividade de fiscalização de projeto para sistemas de Ventilação e Ar Condicionado.

Problemas de mau funcionamento dos sistemas de VAC podem ocorrer devido a projetos mal elaborados e a montagens inadequadas. Como problemas principais em relação ao projeto pode-se especificar:

- Pela não participação da fiscalização de VAC na definição do arranjo, muitas vezes os espaços destinados ao sistema tornam-se insuficientes para a passagem de dutos, tubulações de hidráulica e instalação de equipamentos, fazendo com que sejam feitas adaptações que prejudicam o bom funcionamento do sistema;
- Pelo acréscimo de equipamentos ou pessoas na unidade ou mesmo por uso de informações equivocadas no projeto (dissipação de equipamentos elétricos por exemplo), pode-se ter carga térmica real diferente daquela que foi dimensionada para o sistema de ventilação e ar condicionado, fazendo com que as condições dos ambientes atendidos não sejam satisfatórias;
- Pela limitação de espaço na UEP, muitas vezes, adotam-se tamanhos de dutos menores do que os necessários para que não ocorram problemas de interferência. Isto tende a ser minimizado com a adoção de sistemas descentralizados;

8.7. A Construção e Montagem (C&M)

Segundo as observações feitas durante os últimos empreendimentos, a construção e montagem (C&M) consiste também em um dos problemas dos sistemas de VAC. Isso ocorre em função de que, em alguns casos, são feitas no campo adaptações em relação ao projeto por causa de interferências não previstas, ou mesmo, mudanças de layout. Estas alterações, feitas sob pressão, muitas vezes não levam em consideração as boas técnicas de engenharia, como por exemplo, a previsão de espaços para manutenção dos equipamentos do sistema, ou os limites de velocidade e níveis de ruído aceitáveis no caso das adaptações nas redes de dutos.

A tendência de aumento do conteúdo mínimo nacional para as unidades marítimas de produção acaba por ajudar no desempenho dos sistemas de VAC, já que a fiscalização no Brasil facilita o acompanhamento dos serviços de construção e montagem.

9. Conclusões

Durante todo o decorrer deste trabalho, foram detectados alguns pontos que são relevantes para se ter um posicionamento e panorama atual do projeto de VAC das unidades offshore na Petrobras. Alguns deles, já citados durante o decorrer do texto são:

- A fiscalização da área de VAC no empreendimento deve ser atuante e estar presente em todas as etapas (desde a definição do arranjo);
- O projeto de VAC deve começar juntamente com o arranjo, para que se defina o espaço para a passagem de dutos (quando houver), tubulação de água gelada e salas de máquinas, por exemplo;
- Deve haver uma maior interface entre a disciplina de VAC e as disciplinas de Elétrica, Instrumentação e Segurança, para a definição do arranjo;
- Devem ser exigidos os balanceamentos dos sistemas de distribuição de água gelada, distribuição de ar e a vazão adequada do sistema de resfriamento;
- Deve ser exigida, após a etapa de construção e montagem, a realização dos testes de performance dos sistemas de VAC como um todo e não somente dos equipamentos isoladamente. Isto garante o bom funcionamento do sistema;
- A adoção por parte da Petrobras de sistemas de expansão indireta, para o ar condicionado, tende a diminuir os problemas das instalações, com a redução de ruídos gerados nos dutos de ar, por exemplo, e melhora no atendimento aos requisitos de QSMS;
- As diretrizes e normas devem ser constantemente atualizadas, de modo a se manter a modernidade das novas instalações.

10. Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a todos as pessoas que auxiliaram na execução deste trabalho, dentre as quais podemos destacar os colegas da área de VAC da Petrobras Eng^o. Daniel de Siqueira Rodrigues, Eng^a. Daniela Gomes Schmidt, Eng^o. Marcelo Valadão Gandra e Eng^o. Ricardo de Sá Padilha.

11. Referências

STOECKER W.F., JONES, J.W. Refrigeração e Ar Condicionado, 1985.

PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. Especificações Técnicas de VAC, 2003.

ASHRAE Handbook, Fundamentals Volume, 1997.