



ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE FERRAZ

RECONSTRUÇÃO DA ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE FERRAZ



Capitão-Tenente (EN) Rafael Nunes Lins do Nascimento

Membro do grupo de gerenciamento dos projetos e de fiscalização das obras civis relativas ao PROSUB

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense (UFF) e Curso de Extensão em Avaliações e Perícias Imobiliárias pela PUC-Rio (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro).



Capitão-Tenente (EN) Christovam Leal Chaves

Encarregado da 2a. Seção de Instalações Mecânicas

Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Programa de Mestrado Integrado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – Portugal (FEUP), MBA em Gestão de Projetos – Universidade Cândido Mendes (UCAM) e Curso de Extensão em Engenharia do Ar Condicionado - Instituto Militar de Engenharia (IME).

1. INTRODUÇÃO

Após a decisão do Brasil em reconstruir a Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), a Marinha do Brasil (MB), por meio da Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, apoiada pela Diretoria de Obras Civas da Marinha, vem enfrentando diversos desafios de caráter técnico e logísticos, e que tornam esse, um dos projetos mais desafiadores para a engenharia da MB.

Desde a contratação da China National Electronics Imp.&Exp. Corporation (CEIEC), vencedora da concorrência internacional para contratação de uma empresa para reconstrução da Nova EACF, até a presente data, os trabalhos no continente antártico ocorreram em três fases distintas.

A primeira tratou das investigações e realização de ensaios geológicos-geotécnicos para o reconhecimento do subsolo do local de implantação da Estação, a fim de se obter o conhecimento do comportamento geomecânico do solo a baixas temperaturas, quando submetido ao calor. As campanhas de investigação e ensaios ocorreram nos Verões Antárticos de 2014/2015, e de 2015/2016, tendo sido conduzidos pelos engenheiros da MB.

A segunda fase foi a locação e implementação das fundações da Estação que ocorreu no Verão Antártico 2016/2017. Previamente, foram fabricados os elementos pré-moldados de concreto e estrutura metálica, que viriam a compor os blocos de fundação implantados durante o mesmo período. Assim como toda a EACF, a fabricação das peças e estruturas ocorreu na China e, posteriormente, foram transportadas por meio de navio para o continente antártico. Também durante a segunda fase, foram executadas as perfurações para instalação de inclinômetros, que serão utilizados para o monitoramento do terreno no entorno da Estação, além dos ensaios de carga em microestacas. Já a terceira e última fase diz respeito à fabricação, pré-montagem, transporte para a Antártica e montagem completa da EACF. O presente artigo discorrerá sobre o início da terceira fase dos trabalhos, que contemplam as etapas de fabricação, montagem e pré-montagem dos elementos da estrutura metálica, dos contêineres, equipamentos, da envoltória da Estação e teste dos equipamentos, antes do envio para o continente antártico.



2. FABRICAÇÃO DE ESTRUTURA METÁLICA

As peças da estrutura metálica da Estação foram fabricadas na cidade de Xangai, China. Um dos desafios enfrentados pela equipe de fiscalização da MB foi garantir o fiel cumprimento das rotinas de controle de qualidade. Ao longo da fabricação das peças foram realizados ensaios não destrutivos (Ultrassom e Líquido Penetrante), rigoroso controle dimensional, controle da galvanização e da pintura epóxi de acabamento.



Fabricação das estruturas

Ademais, a fim de facilitar a logística de desembarque e montagem no continente antártico, foi implementado um sistema individual de catalogação digital das peças, realizado por meio de software, onde cada peça possuirá um código que identificará o número e localização de cada elemento na estrutura.



Fabricação das estruturas

3. FABRICAÇÃO DOS CONTÊINERES

Face às dificuldades logísticas e ambientais existentes em uma construção no continente antártico, a concepção do projeto da Estação teve como alguns de seus princípios a modulação, a simplificação e a pré-fabricação dos elementos construtivos.

Para tanto, todos os compartimentos e ambientes da Estação foram concebidos tomando como base a unidade de um contêiner, sendo que os mesmos deveriam ser totalmente fabricados e pré-montados na China, assim como as peças da estrutura metálica e os elementos pré-moldados de concreto restante para serem executados no continente antártico apenas a montagem, interligação e comissionamento da Estação.

Para a construção dos 4,5 mil metros quadrados da nova EACF, foram fabricados, na cidade de Yangzhou, 226 contêineres, que, após a montagem da estação, se tornarão os laboratórios, alojamentos, biblioteca, áreas técnicas e os demais ambientes da Estação.

A fabricação dos contêineres era composta de 06 (seis) macro fases, conforme mostrado nas figuras abaixo. A primeira consistia na fabricação e pintura da estrutura metálica do contêiner (casco). A segunda, na execução dos revestimentos internos de piso, parede e teto, responsáveis pela garantia do isolamento térmico, isolamento acústico, isolamento de vapores d'água e pela compartimentação corta-fogo da Estação.

Concluída a etapa de revestimento interno, iniciava-se a terceira fase, contemplando a execução das instalações elétricas e de automação, as instalações hidrossanitárias, *Heating, Ventilation and Air Conditioning*, de combate à incêndio e rede de aquecimento.

Na quarta etapa, foram instaladas as esquadrias externas e portas internas e seus respectivos acabamentos. Ao final da quarta etapa, todo o contêiner era limpo e protegido para o início da quinta etapa que consiste na aplicação da camada impermeabilizante e do piso vinílico.

Etapas da fabricação dos contêineres



Contêiner com revestimento interno de barreira de vapor



Contêiner com revestimento interno e instalações

Por fim, na sexta etapa, foram executados os acabamentos, montagem de mobiliário, equipamentos, iluminação e acessórios.

Um dos desafios enfrentados pela equipe de fiscalização da MB foi o controle de qualidade, por parte da contratada, ao longo da linha de fabricação dos contêineres. O controle foi realizado por meio de checklist de qualidade, inspeções dos serviços em cada etapa de execução, ensaios e testes dos equipamentos e materiais aplicados. Um exemplo das dificuldades encontradas para a garantia da qualidade, foi a busca por um método para a verificação da estanqueidade do revestimento impermeabilizante à base de poliuréia, aplicado no piso das áreas molhadas dos contêineres.

Em virtude das características do projeto, não era possível atestar a qualidade do serviço de impermeabilização por meio do já consagrado teste de 72 horas com lâmina d'água (NBR-9575 Impermeabilização – Seleção e Projeto). E sem a garantia desse serviço, não era possível dar prosseguimento na fabricação dos contêineres.

Após a realização de pesquisa no mercado, foi optado pelo uso do Teste de Holiday Detector (ou Teste de Faísca) para verificação da continuidade do revestimento impermeabilizante. O princípio de funcionamento do teste é aplicar uma alta tensão

entre a parte externa do revestimento e o substrato interno por meio de uma escova metálica, mola ou com o acessório adequado.

Caso ocorra um furo, trinca ou poro, a alta tensão encontrará um caminho mais fácil e haverá um fechamento de arco voltaico (faísca) que acionará um alarme sonoro próprio do equipamento indicando assim a descontinuidade. Antes da utilização do sistema no contêineres, foram realizados ensaios em protótipo, em que foi evidenciada sua aplicabilidade no projeto. Além disso era verificada a espessura da camada impermeabilizante, de modo a garantir a espessura mínima de projeto de 3mm.



Utilização do *Holiday Detector* na verificação da impermeabilização do contêiner



Utilização do *Holiday Test* na verificação da impermeabilização do contêiner

4. PRÉ-MONTAGEM

Devido à severidade do ambiente e aos desafios logísticos de transporte de materiais, pessoal e aquisição de sobressalentes, a pré-montagem da Estação fora do ambiente antártico é indispensável para, primeiramente, adestrar o pessoal que trabalhará na montagem, além de possibilitar a solução de interferências, detecção de possíveis falhas, avaliação da sequência construtiva e, se necessário, realizar ajustes. Desta forma, os trabalhos na Antártica deixam de ser uma surpresa, e sim a execução de uma ordem lógica de montagem já estabelecida e conhecida.

A pré-montagem ocorreu na cidade de Xangai, China, onde as estruturas dos blocos oeste, leste e técnico foram erguidas para receber os contêineres. Após a montagem dos contêineres na estrutura, foram montadas as instalações e a infraestrutura, dando-se prioridade àquelas redes que não permitiam ajustes no local, tais como rede de esgoto e dutos de HVAC. Em paralelo, foi executada a pré-montagem dos trechos mais críticos da envoltória.

Ao final de tais serviços, foi possível implementar melhorias voltadas para as especificidades do ambiente antártico, como um sistema de içamento com maior coeficiente de segurança, guindaste com maior capacidade de carga devido a necessidade de abertura de lança e melhorias no processo de galvanização.

Executando-se uma pré-montagem de um projeto concebido em software específico de modelagem, no caso o Revit, as incertezas e riscos de montagem serão, de fato, reduzidos.



Pré-montagem do bloco oeste



5. ESTRATÉGIA DE GERAÇÃO DE ENERGIA

Quando nos referenciamos a uma instalação remota em ambiente antártico, o principal desafio em mente é a geração de energia e a climatização para manter uma temperatura mínima de conforto. Os sistemas de produção de energia (elétrica e térmica) visam dotar a EACF de autonomia e redundância necessárias para funcionar de forma eficiente, segura e com o máximo conforto para os seus usuários.

A concepção dos sistemas privilegiou, dentre outros fatores, a mitigação do impacto ambiental no ecossistema da Antártica e a otimização dos esforços associados ao transporte de materiais e combustíveis.

Em relação exclusivamente à geração de energia térmica para aquecimento, esta é prioritariamente gerada mediante o aproveitamento do calor do fluido de refrigeração e dos gases de exaustão dos motores a óleo diesel, que compõem a matriz de geração elétrica. Este sistema de produção de energia térmica baseado na recuperação de calor e uma caldeira elétrica é complementado por duas caldeiras a diesel, uma das quais servirá de reserva à outra com redundância de 100%, e uma caldeira elétrica.

Além disso, a nova estação será dotada de fontes de energias renováveis, em complemento aos grupos geradores diesel, que são a principal fonte de energia. As tecnologias consistem numa central de produção fotovoltaica, composta por 44 painéis fotovoltaicos, e numa central de produção eólica, composta por aerogeradores.

Os grupos geradores diesel que fornecerão energia elétrica à estação serão dotados de sistema de cogeração (CHP – *Combined Heat and Power*), que será capaz de aproveitar grande parte do calor normalmente dissipado para o ambiente.

De forma a proceder a verificação dimensional dos equipamentos produzidos, qualidade final dos produtos e atestar o desempenho, foram realizados testes de aceitação de fábrica nos equipamentos relacionados à produção de energia elétrica, térmica e fontes renováveis: caldeira elétrica, caldeiras a diesel, geradores, coletores solares térmicos, moto-geradores, dentre outros.

5.1 SISTEMA DE GERAÇÃO E ENERGIA E CALOR COMBINADO (*COMBINED HEAT AND POWER, OU CHP*)

O sistema CHP é o coração da EACF, que visa o aproveitamento da energia térmica dos gases de exaustão do motor, do ar de admissão pressurizado e do líquido de arrefecimento do motor, durante o funcionamento dos motores para produzir energia elétrica.

Tanto o ar pressurizado de admissão, com temperatura elevada, quanto o líquido de arrefecimento do motor, foram interligados a um trocador de calor, chamado de *Intercooler Heat Recovery Equipment* (IHRE). Já os gases de exaustão eram interligados a outro trocador de calor chamado de *Fume Heat Recovery Equipment* (FHRE).

Ambos FHRE e IHRE são equipamentos dimensionados exclusivamente para a solução de geração e cogeração em ambiente antártico. Foram realizados, primeiramente, testes em uma configuração experimental, para assim avaliar o potencial de recuperação de calor do sistema.

Uma vez conhecido o potencial de geração e recuperação, foi montado e testado o contêiner do grupo motor-gerador integrado ao sistema CHP. Em relação ao protótipo inicial, foram realizadas melhorias como o aumento das superfícies de troca de calor do FHRE e IHRE e o aumento da ventilação ao retirar anteparas do contêiner, sem comprometer a segurança.



Teste no protótipo do sistema CHP.



Teste nos conjuntos moto-geradores em sua configuração final

6. CONCLUSÃO

A reconstrução da EACF apresenta importância estratégica vital, não apenas para a Marinha, mas para o Brasil, uma vez que realizar pesquisas contínuas em terras e águas austrais são exigências para garantir uma cadeira com poder de voto no Tratado da Antártica. Entre as normas e acordos internacionais podemos citar o embargo até 2048 da exploração econômica na região. Quando for deliberado o futuro da exploração mineral, o Brasil terá voz ativa.

A nova estação apresenta premissas de sustentabilidade e eficiência energética inovadoras e exclusivas, permitindo a instalação de uma estação maior do que a anterior, sem necessidade de aumento de reserva de combustível, minimizando o impacto ambiental no ecossistema local.

Em relação à obra em si, a montagem e pré-montagem da Estação, bem como os testes dos equipamentos fora do ambiente antártico, foram indispensáveis para treinamento do pessoal, encontrando soluções que poderiam inviabilizar a montagem no local, caso não detectadas, ressaltando as dificuldades de clima, logística e janela de tempo restrita de trabalhos.

Por fim, a reconstrução da EACF conferiu aos engenheiros navais da Marinha do Brasil expertise técnica por meio de soluções desafiadoras e tecnologias mais atuais que, aplicadas à realidade do ambiente antártico, ampliaram ainda mais o leque de conhecimento para consecução da missão da Diretoria de Obras Civis da Marinha, deixando um legado alinhado à política estratégica da Marinha do Brasil.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR9575: Impermeabilizações, 2010 – Projetos e soluções

- DIRETORIA-GERAL DO MATERIAL DA MARINHA. DGMM 0601: Normas, Instruções e Padrões para um Sistema de Manutenção das Instalações Terrestres da Marinha do Brasil. Rio de Janeiro, 1997.

- Defesanet, A importância da presença na Antártica. Disponível em: < <http://www.portaleducacao.com.br/informatica/artigos/48358/google-analytics>>. Acesso em 8 de março de 2018.