

UM BREVE HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO DA NOVA ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE FERRAZ



Vistas gerais dos blocos leste e oeste e da unidade isolada de comunicações.





O PROGRAMA ANTÁRTICO BRASILEIRO (PROANTAR), PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL INTERMEDIADO PELA MARINHA DO BRASIL (MB), É RESPONSÁVEL PELAS ATIVIDADES OPERACIONAIS E LOGÍSTICAS. A MATERIALIZAÇÃO DA PRESENÇA BRASILEIRA EM SOLO ANTÁRTICO É DADA PELA ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE FERRAZ, ESTAÇÃO CIENTÍFICA ORIGINALMENTE INSTALADA EM 6 DE FEVEREIRO DE 1984, REPRESENTANDO UM ÁPICE DO ESFORÇO CONTÍNUO E PROGRESSIVO DA MB EM PROL DA PESQUISA NACIONAL.

Após o ocorrido em 2012, que destruiu 70% da Estação Antártica Brasileira, iniciou-se o processo de construção das novas edificações brasileiras na Antártica. A Marinha do Brasil (MB) enfrentou o desafio de manter a presença brasileira no continente gelado, prosseguindo com as pesquisas e mobilizando novas instalações provisórias antes de erguer a nova Estação.

No polo sul, as condições logísticas e ambientais são extremas. Tratam-se de dificuldades impostas tanto pela geografia, como pela natureza agressiva da atmosfera, além dos fortes ventos, das temperaturas extremas, da sismicidade e dos solos que se apresentam com características de deformabilidade e resistência instáveis. Esses são alguns exemplos dos “ingredientes” que fazem da Antártica um ambiente naturalmente inóspito, e que tornam a missão de construir no local uma empreitada arriscada e desafiadora.

Este artigo faz um breve relato sobre a construção da nova Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), concebida sob a responsabilidade da Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM), representada pela Marinha do Brasil (MB), e inaugurada em 15 de janeiro de 2020.



A NOVA EACF

A nova EACF, que conta com uma área construída de 4.500 m², tem como objetivo principal atender à demanda do país pelo desenvolvimento das pesquisas científicas em áreas de atuação como geociências, engenharia, biologia, química, medicina, sustentabilidade e clima. A nova edificação agora é dividida, basicamente, em Blocos e Unidades Isoladas, sendo composta por 17 laboratórios dedicados ao desenvolvimento das pesquisas antárticas.

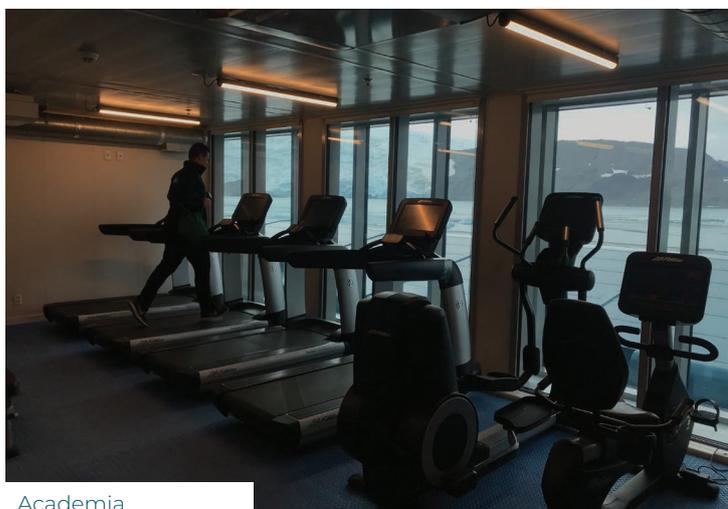
O Bloco Leste conta com laboratórios e ainda com um salão principal/refeitório, cozinha e enfermaria. No Bloco Oeste se encontram os alojamentos (32 quartos com capacidade para duas pessoas cada), as salas de reunião e de vídeo/auditório, a biblioteca e um ginásio (academia). O Bloco Técnico é considerado o coração da Estação, pois nele estão os geradores e os demais equipamentos responsáveis pela maior parte do suprimento de energia.

As edificações externas ao prédio principal, denominadas Unidades Isoladas (UI), são os laboratórios de pesquisas meteorológicas e VLF (*Very Low Frequency*), e aquelas destinadas às comunicações, à guarda de equipamentos de mergulho e garagem de barcos, além do módulo de lavagem de sedimentos.

O projeto da Estação foi concebido observando as premissas para conferir segurança e habitabilidade, atrelados ao conceito de sustentabilidade. Sendo algumas delas:



Cozinha.



Academia.

Bloco técnico.





Novo parque de tanques.

- A estrutura da Estação é elevada e envolvida por materiais isolantes que minimizam as perdas de calor para o meio ambiente;
- O sistema de esgotamento sanitário separa as águas cinzas das águas negras, permitindo reutilização após o devido tratamento;
- A configuração do layout permite reduzir ao mínimo o consumo de energia em determinados períodos do ano;
- A recuperação da energia térmica liberada pelos geradores;
- A utilização de fontes de energias renováveis, eólica e solar, sendo o parque eólico o primeiro da MB;
- A utilização de um Sistema de Gestão Técnica Centralizado (SGTC), responsável pelo gerenciamento da operação integrada dos sistemas instalados;
- Ambientes com resistência ao fogo de até 210 minutos, além de compartimentação que evita a propagação;
- Sistema de detecção e alarme de incêndio;
- Sistema de combate a incêndio por hidrante, água nebulizada, gás inerte e extintores portáteis; e
- Um novo parque de tanques conferindo maior autonomia à Estação, otimizando a rotina de transferência de óleo e melhorando a qualidade do óleo diesel por meio de novo sistema de filtragem.

Todas essas premissas elevaram a nova estação antártica comandante ferraz ao status de moderna, segura e sustentável.

Unidade isolada para a guarda de embarcações e materiais de mergulho (cafangoria).

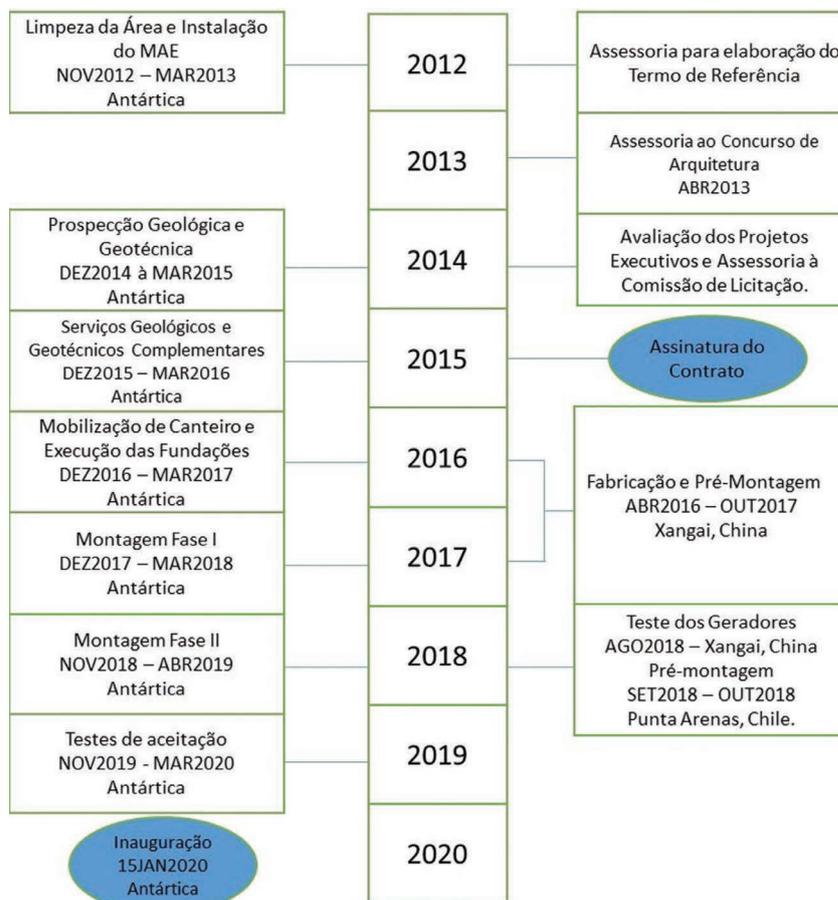


Laboratório de pesquisas em meteorologia.



LINHA DO TEMPO

A atuação da DOCM apoiando as diversas etapas para reconstrução da EACF iniciou em 2012, participando da instalação dos Módulos Antárticos Emergenciais (MAE) e definindo as diretrizes técnicas do Termo de Referência para o projeto da Nova Estação. Com isso, a Diretoria esteve presente em todas as etapas da reconstrução, conforme apresentado na linha do tempo da Figura abaixo.



Linha do tempo com a participação da DOCM.

ETAPAS PRÉVIAS À CONSTRUÇÃO DA NOVA ESTAÇÃO

A MB realizou a maior operação logística da EACF para a remoção dos destroços e instalação do Módulo Antártico Emergencial (MAE) para abrigar o Grupo-Base da Marinha e o pessoal envolvido na construção da nova estação. Essa etapa, concluída em março de 2013, foi acompanhada por representante da DOCM. Já no continente, uma outra equipe multidisciplinar da DOCM, composta por profissionais das especialidades de mecânica, elétrica, civil e arquitetura, assessoraram a elaboração do Termo de Referência para o concurso que definiria o projeto da nova estação. A DOCM também participou da escolha do projeto ganhador.

O projeto foi concebido originalmente no Brasil. As análises e adaptações foram realizadas pelas equipes de engenharia e arquitetura da DOCM, que também prestou assessoria técnica à comissão de licitação para a escolha da empresa construtora.

Foi a partir do verão antártico de 2014-2015 que a MB iniciou os estudos geológicos e geotécnicos no local da futura Estação, com o objetivo principal de conhecer as características do solo de fundação e as reais condições ambientais e hidrogeológicas do terreno. Assim, foi dado início ao primeiro programa de investigações de campo, sob a orientação da DOCM.

O programa foi composto por ensaios *in situ* e laboratoriais, tais como sondagens mistas e caracterização do solo, aplicação de método geofísico de investigação do subsolo (*Multichannel Analysis of Surface Waves – MASW*), ensaios pressiométricos (*Pressiômetro Ménard-PMT*) e execução do monitoramento da temperatura do solo ao longo da profundidade. Este teve por objetivo identificar as camadas típicas/características do solo permanentemente congelado (*permafrost*).

Com os projetos das fundações e da superestrutura definidos, considerando os resultados das investigações de campo e laboratório, e também com os projetos de engenharia completos, relativos

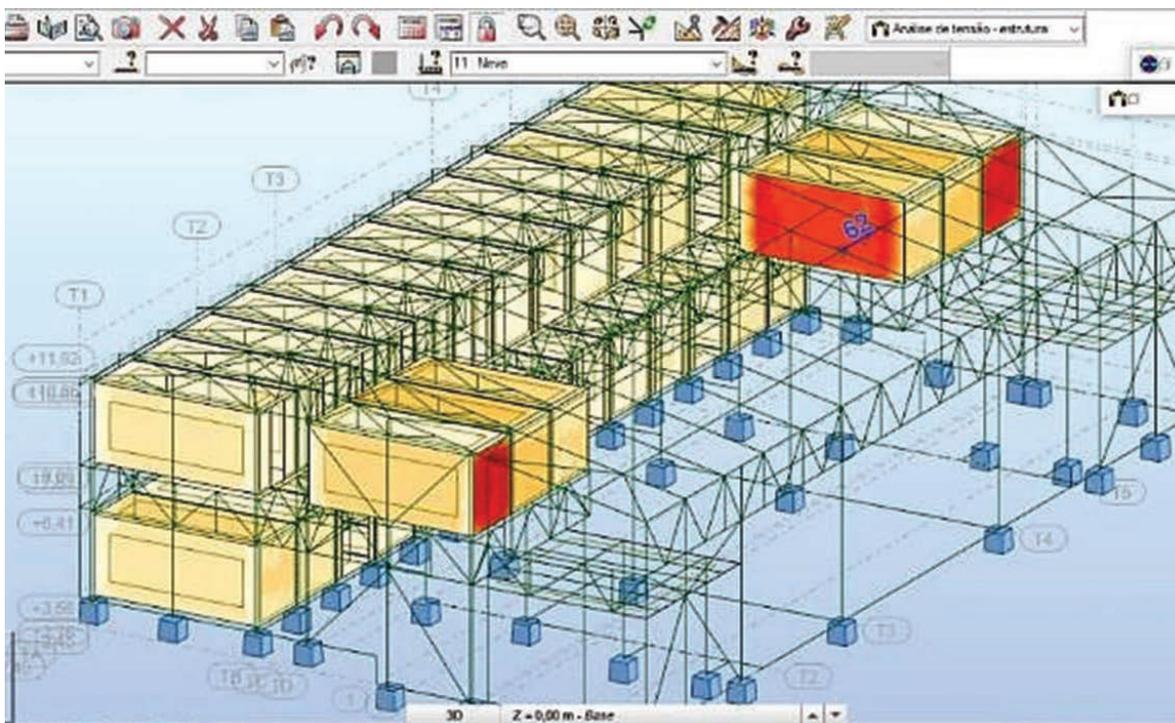
às instalações hidrossanitárias, mecânicas, elétricas e arquitetura, foi realizada a licitação que definiu a construtora chinesa *China National Electronics Import & Export Corporation (CEIEC)*, vencedora do certame.

Assim, finalmente nascia uma cooperação entre dois países geograficamente distantes, e com características culturais distintas, unindo-se a partir desse momento para enfrentar as adversidades do ambiente antártico e construir algo novo e inovador, utilizando os conhecimentos técnicos de engenharia de profissionais com formações nas escolas oriental e ocidental.

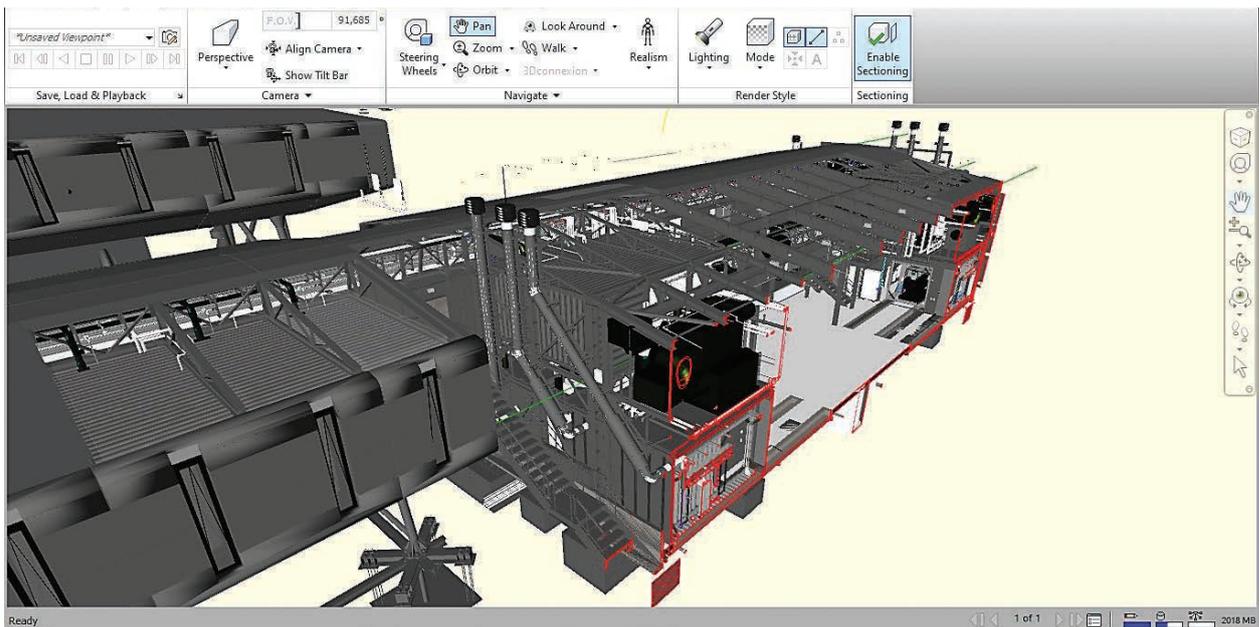
TECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS DE ENGENHARIA E NO ACOMPANHAMENTO DOS TRABALHOS NO CAMPO

As normas técnicas internacionais de engenharia foram amplamente utilizadas no detalhamento dos projetos, permitindo ou facilitando a comunicação e o entendimento, por parte dos profissionais de diferentes países, nas questões técnicas envolvidas no empreendimento. Os programas de computador, utilizados para as devidas verificações, além dos dimensionamentos e das modelagens computacionais de engenharia, eram integrados

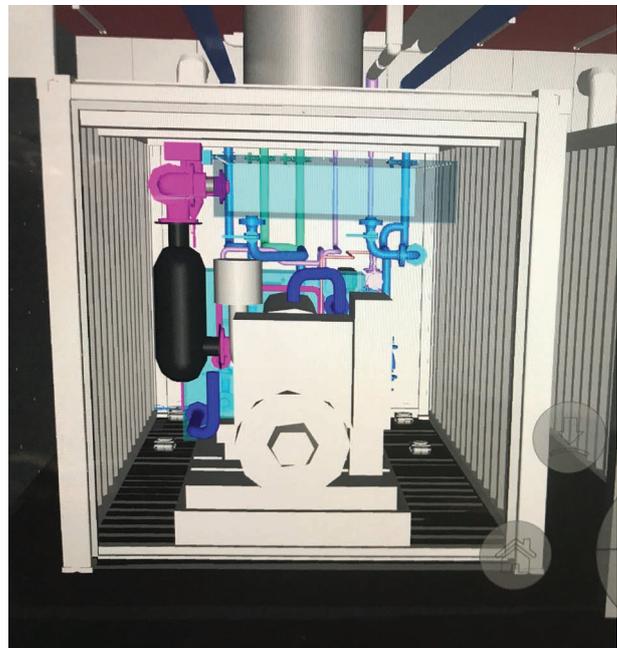
à ferramenta de gerenciamento de informações técnicas BIM (*Building Information Modeling*). Esta, por sua vez, foi imprescindível para o desenvolvimento e a otimização dos trabalhos, tanto para as devidas adaptações e correções dos projetos, como para o acompanhamento da construção no campo, nas suas diversas fases. Com isso, a construção da nova EACF foi o primeiro projeto em que a DOCM participou com a utilização do BIM.



Modelagem estrutural em Autodesk Robot Structural para verificação das solicitações durante a construção, antes da execução/instalação das envoltórias de proteção.



Utilização do modelo em BIM para o acompanhamento da execução das instalações mecânicas.



Vista de um dos geradores principais e modelo BIM.

A CONSTRUÇÃO POR ETAPAS

As etapas construtivas da EACF foram bem definidas, considerando os períodos de inverno e verão antárticos. Nesse caso, os trabalhos no local somente puderam ser realizados no verão, compreendendo o período entre outubro e março. No inverno antártico, por outro lado, a obra permanecia sob o monitoramento e os cuidados de uma

equipe multidisciplinar na Antártica, que efetuava a sua manutenção e enviava os dados técnicos à equipe de engenharia da MB, para a verificação do comportamento das fundações e estruturas, assim como do funcionamento das instalações prediais executadas até o final do verão anterior.

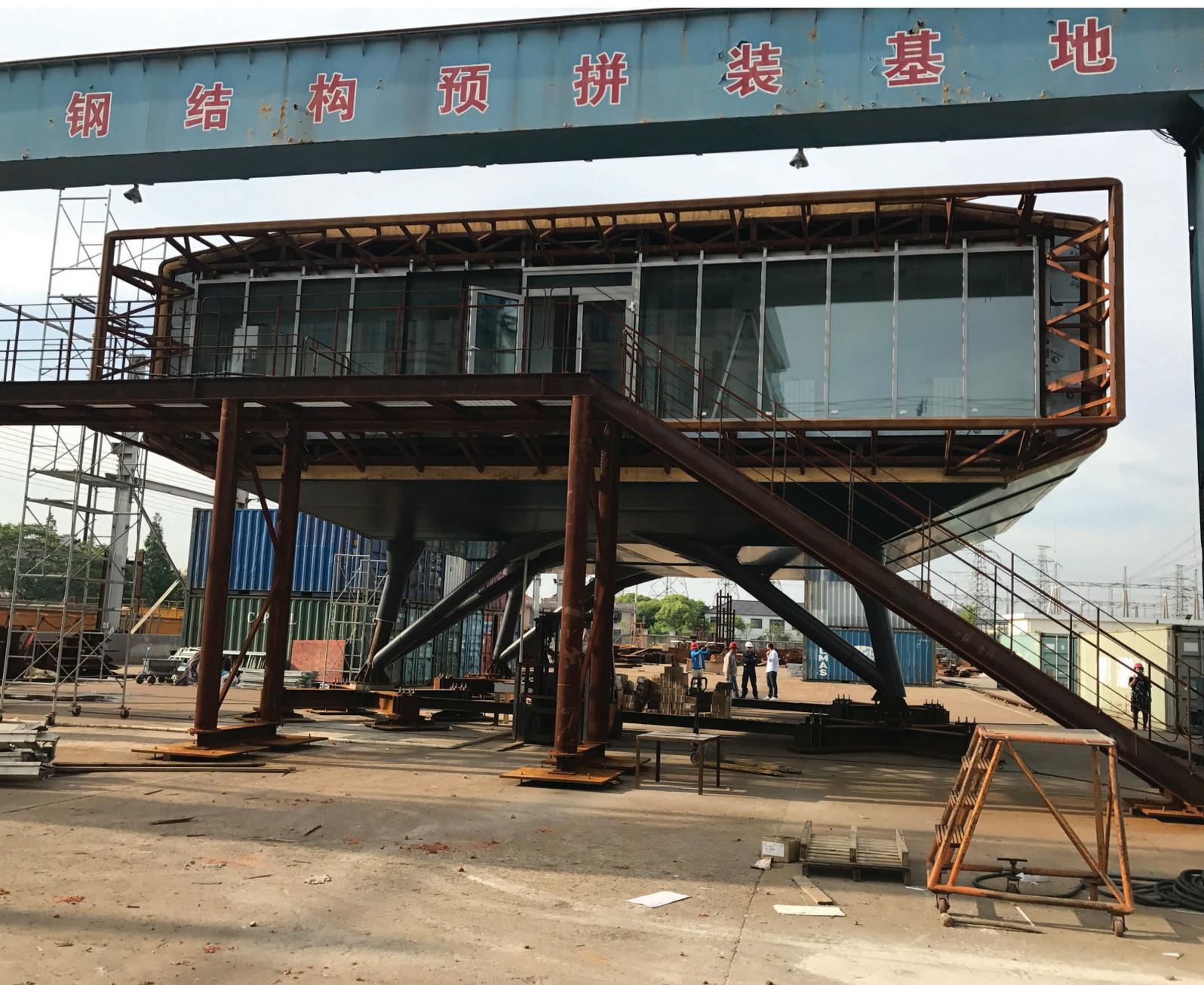
SERVIÇOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

Durante o verão antártico de 2015-2016 foram realizados os estudos de campo para verificar e confirmar a capacidade de carga do solo de fundação. Para tal, foram induzidas variações de temperatura no solo, próximas a 0°C, em complemento aos procedimentos técnicos internacionalmente conhecidos para os ensaios de carga em placa sobre solo. Tal incremento às normas teve como objetivo simular o efeito da mudança de estado físico do solo (descongelamento), uma vez que o ciclo de congelamento e descongelamento influencia sobremaneira as características de deformabilidade e resistência.

FABRICAÇÃO DA ESTAÇÃO, MOCKUP E PRÉ-MONTAGEM

Posteriormente, no período de inverno antártico de 2016, os serviços seguiram na cidade de Tianjin, na China, onde foi produzido o primeiro protótipo da Estação (*mockup*), caracterizando o início da fase de fabricação. O objetivo do *mockup* foi de reproduzir, em escala real, um trecho crítico da estação para detectar possíveis erros e implementar melhorias. Nessa perspectiva, no mesmo ano, o *mockup* original foi substituído por um segundo, executado na cidade de Xangai, no qual foram corrigidas as não conformidades do anterior e testadas as devidas adaptações e melhorias estruturais.

Mockup (execução).





Vista 2 da pré montagem da EACF.



Fabricação dos módulos contêineres.



Montagem das instalações prediais nos módulos contêineres.



Montagem dos painéis nos módulos contêineres.

NA SEQUÊNCIA, AINDA NA CHINA, FORAM PRODUZIDOS OS ELEMENTOS PARA A EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES, QUE VEIO A OCORRER NO VERÃO ANTÁRTICO 2016-2017. OS MATERIAIS FORAM EMBARCADOS EM XANGAI, CHEGANDO NO LOCAL APÓS CERCA DE 50 DIAS DE MAR.

Após a instalação dos elementos de fundação na Antártica, foi iniciada a fabricação dos elementos estruturais e módulos na China. Concluída a fabricação das estruturas e parte das instalações prediais executadas nos módulos contêineres, foi iniciada em Xangai a fase de pré-montagem da EACF, quando parte da Estação foi erguida, em local pré-estabelecido (pátio), a fim de se estudar as melhores metodologias de construção a serem empregadas na Antártica, além de viabilizar os últimos testes antes da sua montagem definitiva no continente gelado.

MONTAGEM DA ESTAÇÃO – FASE I

Já no verão antártico de 2017-2018, os módulos contêineres, com suas instalações pré-montadas, assim como toda a estrutura e demais materiais necessários aos trabalhos de construção, foram por mar para o canteiro de obras, dando continuidade à missão. O navio partiu da China rumo à Antártica, com o seu porão preparado como uma oficina para que, caso necessário, fosse realizado algum reparo das instalações dos módulos durante a viagem.

No verão de 2018, os trabalhos foram iniciados pelo Bloco Oeste da Estação. Ao final do verão,

este bloco foi parcialmente concluído. Além disso, o Bloco Leste teve sua estrutura inferior montada e os Módulos de Comunicações, Meteorologia e Ozônio e o Módulo *Very Low Frequency* (VLF) foram instalados.

Devido às condições extremas e a impossibilidade de trabalho durante o inverno, os módulos que não foram instalados no ambiente antártico naquele verão retornaram para o continente, sendo depositados na cidade de Punta Arenas, no Chile.

TESTE DOS GERADORES E MONTAGEM INTERNA

De forma a otimizar o tempo de instalação no verão antártico seguinte (2018-2019), os serviços relativos à construção prosseguiram no inverno, porém no continente. Nessa perspectiva, a DOCM enviou uma equipe para acompanhar o teste de performance nos geradores, realizado na cidade do

Tianjin, na China, além de enviar uma equipe para fiscalizar a montagem de equipamentos naqueles módulos depositados na cidade de Punta Arenas. Após a conclusão dos serviços de montagem interna, os contêineres foram embarcados rumo à Antártica para o início da Fase II da montagem.



Teste de performance em Tianjin



Sala das bombas de incêndio antes da montagem em Punta Arenas.



Sala das bombas de incêndio após a montagem em Punta Arenas.

MONTAGEM DA ESTAÇÃO – FASE II

Ao longo do verão 2018-2019, os serviços de montagem foram concluídos e os módulos isolados foram montados. Foram concluídas ainda as redes e infraestrutura externa, a instalação dos aerogeradores e a construção da Área de Pouso Administrativa. A Fiscalização da DOCM realizou testes de aceitação, comissionamento dos sistemas e equipamentos e o treinamento do Grupo-Base “FERRAZ”, responsável pela operação e manutenção da EACF durante o inverno de 2020.

Ao final da construção, em 15 de janeiro de 2020, foi inaugurada a nova EACF, com os seus laboratórios equipados e a sua infraestrutura definitivamente preparada para a continuidade das pesquisas antárticas. Além disso, a edificação recebeu tecnologias que permitem o monitoramento em tempo real das suas instalações e equipamentos, permitindo a pronta resposta no caso de possíveis falhas, conferindo, assim, maior segurança para os usuários.

PERSPECTIVAS PARA A MANUTENÇÃO DA EDIFICAÇÃO EM SOLO ANTÁRTICO

A construção em ambientes inóspitos envolve diversas fases, desde as atividades relacionadas às investigações de campo e elaboração dos projetos até sua efetiva materialização no local. Ao longo do processo de implantação da nova EACF, foram estudados e desenvolvidos procedimentos para permitir a execução e manutenção do empreendimento de forma segura, buscando sempre adaptar a edificação às condições reais encontradas no campo.

Nessa perspectiva, o acompanhamento à

distância dos sistemas instalados por meio do Sistema de Gestão Técnica (SGTC), permite ao corpo técnico da DOCM a avaliação dos dados em tempo real, superando as limitações logísticas, principalmente no período de inverno. Ao longo da vida útil da EACF, a DOCM poderá, por meio de tais dados e constante comunicação com o Grupo Base, assessorar tecnicamente a SECIRM nas questões de engenharia para a manutenção predial da estação, por se tratar de uma edificação sob responsabilidade da MB.



Mobilização do canteiro por ocasião da construção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção da nova Estação Antártica Comandante Ferraz constituiu um grande desafio, tanto para a engenharia da Marinha do Brasil, quanto para a engenharia nacional, trazendo variáveis até então desconhecidas perante a realidade de construção em solos tropicais.

A obra, que é considerada de grande importância para a pesquisa nacional, segue todas as normas de proteção ambiental estabelecidas no Protocolo de Madri, assinado em outubro de 1991, que concedeu à Antártica o status de “Reserva Natural Internacional dedicada à Ciência e à Paz”.

A segurança, a disponibilidade, a eficiência e a confiabilidade no fornecimento de energia para estações antárticas são quesitos fundamentais no desenvolvimento de projetos desta natureza, visando à continuidade das pesquisas e prover a sobrevivência e o bem-estar dos militares e pesquisadores.

A DOCM também contribuirá para o treinamento do pessoal responsável pela nobre missão de cuidar da Estação, deixando as instalações sempre prontas para o desenvolvimento das pesquisas de alto nível, mantendo, assim, o Brasil como ator de destaque no cenário científico internacional.

AUTORES



Capitão de Fragata Newton Fagundes de Carvalho

Chefe do Departamento de Obras da DOCM

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense-UFF. Mestre em Engenharia Civil (Geotecnia) pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro-PUC-Rio. Mestre em Engenharia Civil (Patologia, reforço e recuperação de estruturas) pela UFF.



Capitão - Tenente (EN) Christovam Leal Chaves

Encarregado da 2ª Divisão de Obras da DOCM

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. Extensão em Engenharia do Ar Condicionado pelo Instituto Militar de Engenharia (IME).

