

CONTROLE DE RESÍDUOS NAS EDIFICAÇÕES BRASILEIRAS NA ANTÁRTICA

Arq. Dra. Cristina Engel de Alvarez⁽¹⁾
Eng. Quim. Haynnee Trad Souza⁽²⁾

(1) Laboratório de Planejamento e Projetos da Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil - LPP/UFES, engel@npd.ufes.br.

(2) Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro - AMRJ, Brasil. haynnee@terra.com.br

1 - INTRODUÇÃO

As instituições e organizações brasileiras que atuam na Antártica, conscientes da necessidade de políticas de preservação aliadas ao desenvolvimento das distintas atividades, têm especial interesse na minimização da poluição local oriunda da presença humana, a fim de evitar impactos de difícil e demorada recuperação e garantir o cumprimento de acordos e tratados internacionais para utilização do continente.

Os impactos ambientais relacionados à presença humana na Antártica estão diretamente vinculados ao ordenamento do espaço ocupado pelas bases, estações, refúgios e acampamentos, bem como à realização de atividades de pesquisa e manutenção dos meios disponíveis. Os prejuízos eventualmente causados à fauna e à flora podem tomar proporções maiores quando se avalia a dificuldade em disponibilizar recursos e adotar medidas emergenciais em função da distância, clima inóspito e pouca capacidade de depuração dos ecossistemas ali presentes.

A partir da caracterização dos resíduos, estudo dos materiais construtivos e treinamento de pessoal, são apresentados planos de ordenamento do espaço, estratégias de manutenção/construção e procedimentos para gerenciamento dos resíduos. Com a divulgação de tais resultados pretende-se, além de garantir a integridade do ambiente antártico, contribuir com os processos de gerenciamento ambiental em outras regiões de difícil acesso e instalações portuárias.

2. MEIO AMBIENTE E PRESENÇA BRASILEIRA

O estudo do ambiente antártico é de fundamental importância por ser uma das áreas mais preservadas do planeta, em função da ainda escassa ocupação humana no local. Os ecossistemas terrestres antárticos são caracterizados pela descontinuidade, por condições ambientais inóspitas, pela baixa diversidade de

espécies, por taxas de crescimento lentas e pela pouca capacidade de absorver as mudanças ambientais sem que sejam profundamente alterados. Já os ecossistemas marinhos são contínuos, apresentando condições ambientais menos extremas e maior diversidade específica.

A instalação da Estação Antártica Comandante Ferraz na Baía do Almirantado, em 1984, possibilitou a presença constante do Brasil na Antártica e, conseqüentemente, o desenvolvimento de pesquisas de forma continuada e sistemática (Figuras 1 e 2). A multidisciplinariedade nas abordagens das pesquisas e o envolvimento de várias instituições de ensino e pesquisa do país são fatores relevantes para o alcance de um patamar de excelência nas atividades científicas brasileiras na região antártica.

A condição de manter uma Estação em caráter permanente (Figura 3) e com pesquisas continuadas asseguram ao Brasil o status de membro consultivo do Tratado Antártico¹.

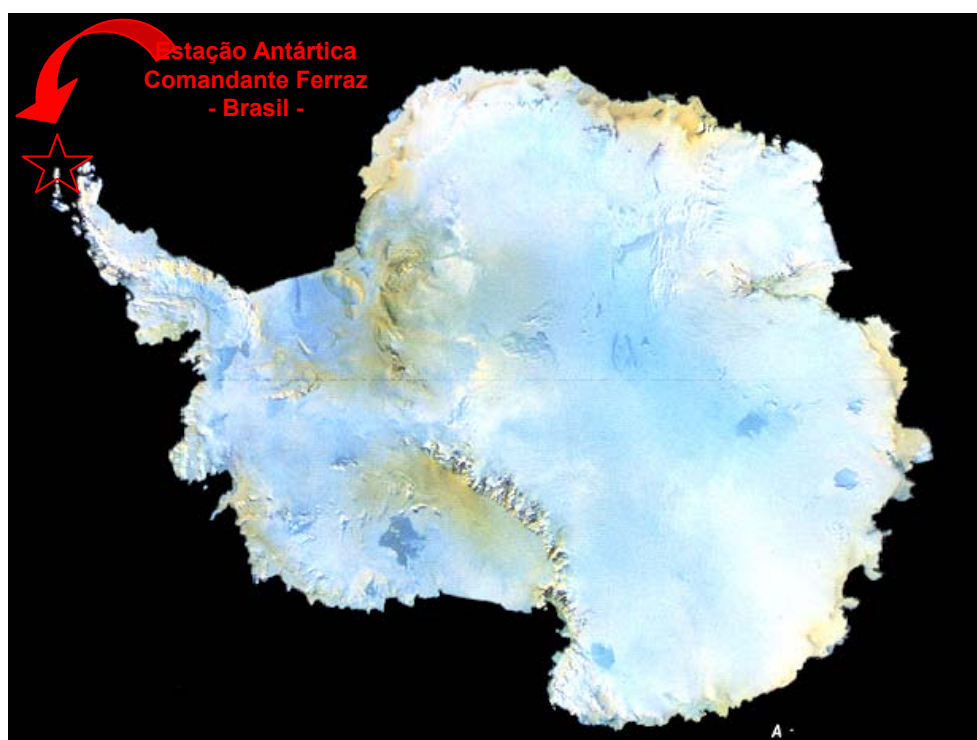


Figura 1 - Localização da Estação Antártica Comandante Ferraz – Brasil. Imagem base: SECIRM.

¹ “Partes Consultivas do Tratado da Antártica significa as Partes Contratantes do Tratado da Antártica com direito a designar representantes para participar das reuniões mencionadas no Artigo IX do referido Tratado” (Ministério do Meio Ambiente, 1995, p. 4).



Figura 2 - A Estação Antártica Comandante Ferraz em fevereiro de 1984, quando contava com apenas oito containers metálicos.
Imagem: Martins, 1988, s/p.



Figura 3 - A Estação Antártica Comandante Ferraz em janeiro de 2004, com capacidade atual de abrigar cerca de 40 pessoas em 64 unidades modulares.

É importante ressaltar que a aprovação, em 1991, do Protocolo ao Tratado da Antártica sobre Proteção ao Meio Ambiente – comumente chamado “Protocolo de Madri”² - foi um marco fundamental na criação de procedimentos conservacionistas, definindo as atividades científicas como prioritárias e proibindo as ações de caráter exploratório. O Brasil ratifica sua adesão em junho de 1995 e, após sete anos de tramitação entre as partes, o Protocolo efetivamente entra em vigor em janeiro de 1998 (ALVAREZ et al, 2004).

“O Brasil tem adaptado suas atividades às regulamentações do Protocolo de Madri, estando na vanguarda dos fatos, pelo exemplar manejo ambiental na Estação Antártica ‘Comandante Ferraz’, que inclui o tratamento de dejetos e a retirada de todo o lixo produzido, e por ter apresentado, em conjunto com a Polônia, a proposta que considera a Baía do Almirantado, onde se localiza a Estação, a primeira Área Antártica Especialmente Gerenciada (AAEG). O propósito da AAEG é assegurar o planejamento e coordenação das atividades em uma área específica, reduzindo possíveis interferências e promovendo a cooperação entre as Partes Consultivas do Tratado da Antártica, minimizando o impacto ambiental” (www.mma.gov.br/port/sbf/dapi/antartica, acessado em 20/03/2004).

O Brasil possui um programa específico de controle de dejetos, cuja abrangência vai desde a Estação Ferraz até os refúgios³, acampamentos e navio em operação. Dentre as várias ações e atividades previstas no programa - tais como treinamento de pessoal, elaboração de relatórios anuais, medições

² O Protocolo de Madri é o documento originado da revisão do Tratado Antártico, cujo principal objetivo é “(...) assegurar a proteção abrangente ao meio ambiente antártico e aos ecossistemas dependentes e associados e, por este Protocolo, designam a Antártica como reserva natural, consagrada à Paz e a Ciência” (Ministério do Meio Ambiente, 1995, p. 4).

³ Refúgios são “pequenas edificações instaladas em locais afastados de bases e/ou estações, em que se tenha interesse científico e/ou político militar, mas que, no entanto, não requer todo o aparato que compõe uma Estação” (Alvarez e Melo, 1989).

e pesagem do lixo -, ressalta-se a separação dos resíduos gerados na Estação em quatro grupos básicos, conforme quadro da Figura 4.

Já para os refúgios e acampamentos provisórios, as medidas são semelhantes, tendo-se por princípio básico a manutenção do local com as mesmas características de antes da ocupação humana, conforme quadro da Figura 5.

ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE FERRAZ	
GRUPOS	ESPECIFICAÇÃO
GRUPO I ESGOTOS LÍQUIDOS E DOMÉSTICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Separação por processo de decantação • Restos orgânicos sofrem processo de maceração • Lançamento no mar pelo Navio de Apoio a mais de 12 km da costa • Parte líquida vai para sistema de fossa
GRUPO II LÍQUIDOS QUÍMICOS LUBRIFICANTES	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os resíduos são armazenados e removidos pelo Navio de Apoio para fora da área do Tratado da Antártica
GRUPO III SÓLIDOS E COMBUSTÍVEIS	<ul style="list-style-type: none"> • Inclui resíduos de papel, madeira, restos de comida, plásticos em geral e borracha • Resíduos orgânicos são queimados uma vez por semana em incineradores com filtro anti-polvente e com monitoramento da emissão de gases • Resíduos de papel, madeira, plásticos e borracha são armazenados e removidos pelo Navio de Apoio para fora da área do Tratado da Antártica
GRUPO IV OUTROS RESÍDUOS SÓLIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Inclui resíduos de vidros, alumínio, baterias, resíduos químicos não líquidos, tambores vazios, resíduos do incinerador e outros sólidos • Os resíduos são compactados numa prensa hidráulica, armazenados e removidos pelo Navio de Apoio para fora da área do Tratado da Antártica

Figura 4 – Quadro síntese dos grupos de resíduos, elaborado a partir de CIRM, 2001, p. 42.

REFÚGIOS E ACAMPAMENTOS

- Todo o lixo produzido retorna para a Estação Antártica Comandante Ferraz ou para o Navio de Apoio, com exceção das águas negras e cinzas oriundas do sanitário e do cozimento de alimentos
- O lixo é armazenado de forma a minimizar a dispersão que possa ser causada pelos fortes ventos
- Não é lançado lixo, de qualquer natureza, em qualquer sistema de água doce
- Os veículos são reabastecidos nas áreas destinadas a esse fim, preferencialmente sobre neve ou gelo. Adotam-se procedimentos específicos de reabastecimento.

Figura 5 – Quadro síntese dos grupos de resíduos, elaborado a partir de CIRM, 2001, p. 43.

Uma outra providencia normalmente adotada, seja na Estação, refúgios ou acampamento, refere-se ao recolhimento de todo o lixo nos arredores do núcleo de ocupação humana. Esse procedimento é costumeiramente denominado "pente fino" e ocorre com a participação de todos os usuários das instalações (Figura 6). Seguindo procedimentos específicos, o lixo coletado é selecionado e pesado separadamente, visando obter dados específicos sobre a poluição oriunda das atividades humanas na região (Figura 7).



Figura 6 – Operação "Pente Fino", realizada minimamente a cada troca de equipe na Estação Ferraz.



Figura 7 – Separação do lixo oriundo da "Operação Pente Fino" para classificação e pesagem.

3 - ASPECTOS ESPECÍFICOS RELACIONADOS À MANUTENÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E INSTALAÇÕES

As condições inóspitas e agressivas do ambiente antártico ocasionam necessidade de manutenção constante das edificações e equipamentos que compõem a Estação Antártica Comandante Ferraz e Refúgios, sendo que tais

atividades envolvem desde aspectos relacionados à segurança como de funcionalidade e conforto dos habitantes.

A realização da manutenção periódica somente é passível de ser executada durante o período de temperaturas mais amenas na região (novembro a março), sendo que antecede às atividades efetivas na Antártica as reuniões de discussões e planejamento da denominada OPERANTAR (Operação Antártica), com a realização de sucessivas reuniões, tanto com os usuários finais (pesquisadores civis e grupo base militar) como com os responsáveis pelo PROANTAR (Programa Antártico Brasileiro), coordenado pela SECIRM (Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar).

A operacionalização efetiva das manutenções de máquinas e equipamentos, bem como a ampliação e modernização das instalações, são realizadas pelo AMRJ - Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro. Tais atividades, especialmente as relacionadas à manutenção das edificações em geral e ao tratamento das superfícies metálicas, geram resíduos diversos, tais como aparas e sobras de material, resíduos de solda, pedaços de redes e cabos elétricos, restos de madeira e isolamento térmico, arames, pregos, embalagens de papelão, plástico, latas, rolos e pincéis, caixas, trapos e estopas, dentre outros. Além dos resíduos, também merece destaque a problemática do impacto acústico que, embora não gere resíduos, ocasiona desconforto aos usuários e provoca mudanças comportamentais nos animais do entorno.

No verão da OPERANTAR XX (2001/2002), foi elaborado pela UFES (Universidade Federal do Espírito Santo), um detalhado levantamento das condições de habitabilidade da Estação Antártica Comandante Ferraz e Refúgios brasileiros (Alvarez, 2002), sendo constatado que os principais problemas diretamente relacionados com a geração de poluição oriunda das atividades brasileiras na Antártica eram:

- Falta de treinamento específico, principalmente para a equipe responsável pelas obras de manutenção;
- Resíduos gerados pelas atividades de manutenção;
- Resíduos gerados pelas atividades científicas;
- Materiais e componentes adotados para as edificações e equipamentos;
- Poluição decorrente da movimentação de veículos e embarcações;
- Impacto na paisagem, especialmente durante as obras de manutenção; e
- Excesso de embalagens e materiais descartáveis.

Objetivando a redução dos impactos causados especificamente pelas atividades de manutenção, a partir da OPERANTAR XX, estão sendo adotadas medidas cuja abrangência vai desde o treinamento de pessoal e planejamento das ações até o monitoramento em campo e destinação final dos resíduos coletados.

Destaca-se que a partir de 2002, também foi criada a denominada "Redes 2" de pesquisa antártica, cujo principal objetivo é a identificação das fontes

poluentes e elaboração de um plano de monitoramento específico para a Baía do Almirantado, Ilha Rei George⁴.

3.1. Formação de recursos humanos e planejamento territorial

Ao treinamento tradicionalmente oferecido à equipe de manutenção do AMRJ com destino à Antártica, foi incorporada aula sobre cuidados ambientais, buscando criar uma mentalidade preservacionista bem como fornecer dados relevantes para a adoção de estratégias de minimização de impactos. Além disso, foram incentivadas as campanhas de conscientização junto aos profissionais de diversas especialidades que trabalham no local.

A partir dos resultados obtidos com a primeira turma com treinamento diferenciado, foram observados os resultados e verificada a necessidade de incorporação de instrumentos adicionais de informação e conscientização, sendo então elaborado um manual de procedimentos, com linguagem acessível a operários, técnicos e profissionais de nível superior (Figura 8).

Junto com o investimento em recursos humanos no AMRJ, foi elaborado pela UFES, o "Plano de Ordenamento Frontal da EACF" visando o estabelecimento de procedimentos adequados e redução do impacto paisagístico (Figuras 9 e 10). Ainda na OPERANTAR XX, os primeiros resultados foram verificados e o Plano otimizado em relação à sua exequibilidade efetiva.



Figura 8 – Capa do manual de procedimentos, produzido em formato "bolso" visando a utilização nas atividades de campo.

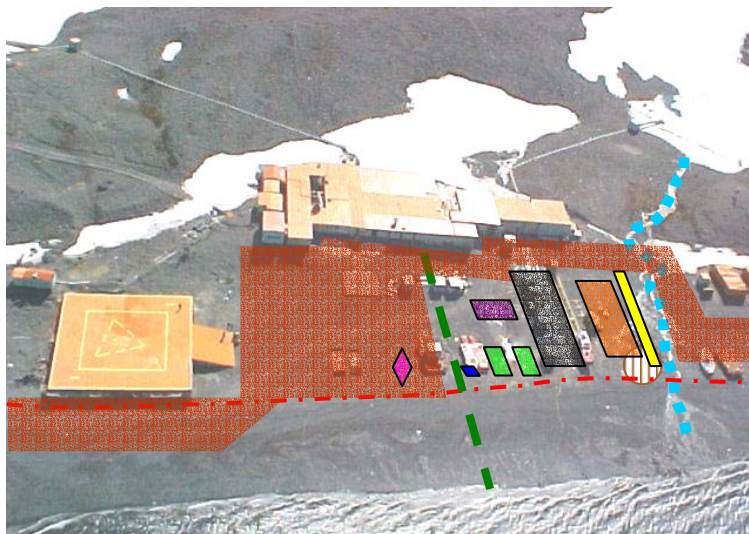


Figura 9 – Plano de Ordenamento Frontal da EACF, com demarcação de áreas por atividade. A representação sobre foto aérea objetiva facilitar a compreensão da proposta e dinamizar a aplicabilidade no campo.

⁴ A "Rede 2" integra o PROANTAR e é formada por 15 projetos oriundos de várias instituições de pesquisa e ensino no país, com recursos oriundos do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e MMA (Ministério do Meio Ambiente).



Figura 10 – Vista geral da EACF após a implementação do Plano de Ordenamento Frontal.

3.2. Medição de resíduos no tratamento de superfícies

Foram efetuadas análise qualitativa do lixo gerado, através da determinação do tipo de resíduo gerado em cada etapa e atividade distintas, e a análise quantitativa, com a coleta e pesagem dos resíduos oriundos das obras de manutenção.

Ressalta-se a grande dificuldade no estabelecimento de uma metodologia de medição que contemple todos os condicionantes envolvidos, tanto em função do grande número de variáveis como pelas condições de trabalho em campo não permitirem as necessárias interrupções para as avaliações.

Diante das dificuldades estabelecidas, optou-se por executar uma medição inicial, abordando a principal questão de interesse do grupo de estudo: a problemática do tratamento nas superfícies expostas à corrosão.

Para o tratamento das anteparas, são normalmente utilizados vários instrumentos de limpeza inicial da camada atingida pelo processo corrosivo, tais como as lixadeiras e agulheiros e, eventualmente, lixamento manual.

Durante os procedimentos de limpeza, ocorre o desprendimento das lascas de revestimento, que podem se configurar desde placas de pequenas e médias dimensões – facilmente retiradas do ambiente – até pequenas partículas ou mesmo poeira rapidamente levada pelo vento quando o tratamento é no exterior.

Após a limpeza das superfícies, são aplicados vários produtos, cujo impacto na forma de resíduos no ambiente, embora de fundamental importância, não

foram quantificados em função da dificuldade no estabelecimento de metodologia de medida e avaliação.

A maior parte das anteparas que compõem a EACF são de aço corrugado. Considerando ser o heliponto a área com melhores condições de avaliação dos resíduos gerados no tratamento dos elementos metálicos, principalmente por se tratar de superfície plana e horizontal (Figura 11), foram adotadas medidas adicionais de controle de dispersão de partículas (Figura 12) visando à coleta e pesagem dos resíduos produzidos (Figura 13).

Foram coletadas 26 caixas de marfinita totalizando 1.156 kg de massa bruta. Considerando o peso próprio da caixa (tara \cong 6,5 kg) e mínimo de 10% de material perdido por aspersão, obteve-se 1.086 kg de resíduos coletados. Sendo a área do heliponto de 877 m², a produção de resíduo por área foi de 1,24 kg/m² e o somatório do volume das caixas foi de 5,2 m³.



Figura 11 – Vista do heliponto após o tratamento da superfície horizontal. A área plana e sem rugosidades permite o estabelecimento de uma relação confiável de área tratada x resíduos produzidos.



Figura 12 – Proteção lateral da área em tratamento. As anteparas auxiliam na contenção das partículas, embora não evitem totalmente a dispersão em função dos fortes e constantes ventos no local.



Figura 13 – Carregamento das caixas de marfinita com os resíduos coletados para quantificação e pesagem e posterior transporte ao Navio de Apoio Oceanográfico Ary Rongel.

3.3. Pesquisas específicas na área de Corrosão

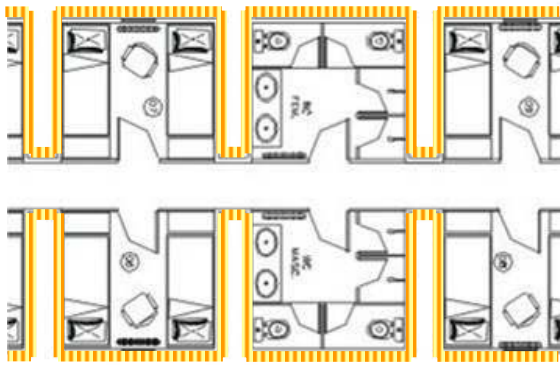
O tratamento das superfícies metálicas é um dos principais aspectos geradores de poluição, tanto na geração de resíduos, como no impacto paisagístico e sonoro. Diante dessa constatação, através da união de esforços do AMRJ e da UFES, foram instalados 88 cupons metálicos, de composição e revestimentos diversificados, visando avaliar de forma comparativa o comportamento dos mesmos em relação à corrosão (Figura 14). A avaliação é efetuada através da observação das superfícies e da medição do avanço do processo corrosivo ao longo do tempo. O experimento está previsto para ocorrer durante cinco anos, com visitas anuais dos responsáveis pelo projeto (AMRJ e UFES). São efetuados registros fotográficos a cada 3 meses, realizados pelo Grupo Base que permanece na Estação durante o inverno e pelos pesquisadores responsáveis pela pesquisa durante o verão. Na metodologia adotada, além das observações e medições efetuadas através de imagens fotográficas, também está previsto o recolhimento de algumas peças para medições e avaliações no Brasil.



Figura 14 – Procedimento de registro fotográfico dos cupons de ensaio de corrosão.

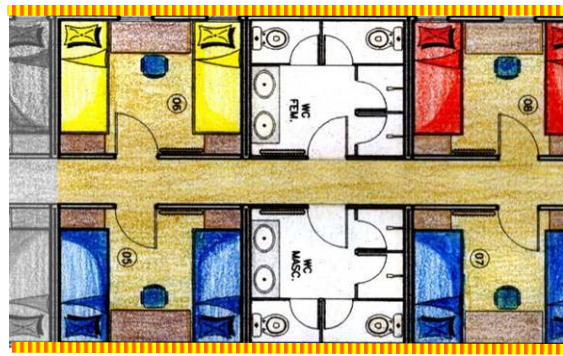
Espera-se que o resultado do experimento permita a adoção de técnicas mais eficientes e duradouras para o tratamento das superfícies, paralelamente ao desenvolvimento de estratégias de minimização e/ou controle dos resíduos produzidos nas atividades de manutenção.

Além dos experimentos efetuados para o tratamento das superfícies, também foram desenvolvidas estratégias de *design* das unidades modulares visando a redução das áreas a serem tratadas e ampliação da eficiência térmica dos containers que compõem a Estação (Figuras 15 e 16).



Superfície de contato com o exterior

Figura 15 – Desenho da união de containers com otimização dos espaços internos e redução de áreas expostas às intempéries. A porção não colorida – nesse exemplo, os sanitários – não sofre alterações de layout.



Superfície de contato com o exterior

Figura 16 – Exemplo de parte da EACF – área de camarotes em sua situação atual – com a estrutura modular na forma de containers unidos por corredores internos. Tal técnica foi adotada em função da dificuldade inicial de construção in loco e como medida de prevenção de incêndio.

Durante a OPERANTAR XX, foi realizada a primeira experiência de união de containers e observados os resultados em relação à eficiência esperada, tanto em relação ao conforto resultante como na eficiência e estanqueidade das partes soldadas. Com o sucesso do empreendimento, foram elaborados estudos de planejamento (OPERANTAR XXI) e implementadas novas melhorias durante a OPERANTAR XXII. Dessa forma, no verão 2003/2004, foi executada a ampliação de mais um camarote e promovida a união das áreas destinadas aos paióis, otimizando o espaço interno e, conseqüentemente, diminuindo as superfícies de contato com o ambiente externo.

A compactação da Estação através do aproveitamento dos espaços residuais entre containers também permite a ampliação da capacidade da Estação sem o uso do solo em novas áreas, concentrando assim o máximo de atividades nas áreas já impactadas anteriormente.

3.4. Otimização das edificações – Plano Diretor da EACF

A elaboração do Plano Diretor da EACF está sendo executada pela UFES como um dos principais resultados previstos para o projeto ARQUIANTAR (Arquitetura na Antártica), inserido na Rede 2.

O Plano Diretor da EACF consiste no desenvolvimento de normas, procedimentos, ações específicas de manutenção, mapeamentos, representações gráficas e diretrizes destinadas a orientar as ações e intervenções idealizadas para a EACF, seja nos casos de otimização da

conformação atual ou, eventualmente, nos casos de ampliação de seu corpo edificado e/ou entorno imediato de uso corrente.

Concomitante ao aspecto logístico, a preocupação com a estrutura física da Estação está diretamente vinculada à questão ambiental, na medida em que cada ação deve estar condicionada aos possíveis impactos no meio ambiente antártico. Nesse sentido, os estudos paralelos desenvolvidos são diretamente rebatidos no Plano, tais como as pesquisas na área de corrosão; a avaliação do nível de conforto do usuário, com ênfase nos aspectos térmico e acústico; a relação das edificações com a paisagem (impacto paisagístico); a questão da otimização energética; o desenvolvimento tecnológico para as novas edificações (MAP - Módulo Antártico Padrão) e os zoneamentos de planejamento ambiental, de intensidade de uso, de planejamento e de ordenamento.

O MAP - Módulo Antártico Padrão está sendo proposto como uma tecnologia alternativa para eventuais novas edificações. A técnica construtiva adotada é o *steel frame*, com vedações em madeira e derivados e esquadrias em vidro duplo de PVC. Objetiva-se o aproveitamento das qualidades e dos conhecimentos adquiridos com os containers metálicos, associando ao esqueleto estrutural, painéis de madeira e derivados, esperando-se obter maior eficiência térmica, menor investimento em manutenção e redução na geração de poluentes.

As atividades de Zoneamento nas áreas do entorno próximo da Estação Ferraz já foram realizados e amplamente discutidos no âmbito do PROANTAR. Atualmente estão sendo elaborados os documentos que definem as restrições e potencialidades de usos, fundamentais para a definição das diretrizes ambientais que nortearão todo o Plano Diretor.

O Plano Diretor em suas diretrizes gerais de planejamento arquitetônico já foi elaborado e apresentado ao PROANTAR na SECIRM, estando atualmente em processo de análise de viabilidade técnica junto ao AMRJ e de detalhamento e elaboração de manuais na UFES.

4. COMENTÁRIOS FINAIS

As soluções encontradas para minimizar a geração de resíduos e prevenir a poluição na Antártica têm como principal objetivo atender ao disposto no Protocolo de Madri, buscando assim assegurar que as atividades sejam executadas evitando ao máximo os impactos ao ambiente antártico e ecossistemas dependentes associados. Não se pode pretender para as áreas ocupadas pelo Brasil na Antártica a utopia do impacto nulo, no entanto, as medidas adotadas de controle e redução de impacto naquela região podem vir a se tornar uma importante fonte multiplicadora de ações em locais semelhantes.

A metodologia adotada que investe esforços concomitantes no trinômio recursos humanos x medições e monitoramento x desenvolvimento

tecnológico, permite a retroalimentação nas três instâncias e a conquista de resultados positivos em curto espaço de tempo.

É possível, ainda, pretender que as práticas mitigadoras possam ser aplicadas a estaleiros e instalações portuárias de todo o país, bem como ser adotadas nos demais locais inóspitos onde a Marinha do Brasil marca a presença brasileira e presta auxílio fundamental à pesquisa, tais como o Posto Oceanográfico da Ilha da Trindade e o Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, C. E. (2002). **Avaliação de Habitabilidade da Estação Antártica Comandante Ferraz**. Vitória, ES: LPP/UFES. 2002.

ALVAREZ, C. E. de; MELO, J. E. de. (1989) Refúgio Antártico. Encontro Brasileiro em Madeira e em Estruturas de Madeira, 3, São Carlos, SP, julho 1989. **Anais**. São Carlos, SP: LaMEM/EESC/USP.

CIRM – COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR (2001). **Tratado da Antártica**: Intercâmbio de Informações Preconizadas no Artigo VII (5). Brasília: CIRM.

MARTINS, E. N. (1998) **Retorno a Ferraz**: histórias de um pioneiro. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (1995). Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Protocolo ao Tratado da Antártida sobre proteção do Meio Ambiente**.

PROANTAR - Programa Antártico Brasileiro (2004): **O Ministério do Meio Ambiente na Antártica**. Em: <www.mma.gov.br/port/sbf/dap/antartica>. Acesso em: 20 mar. 2004.