



VI-09 – DESEMPENHO AMBIENTAL DA ESTACAO ANTARTICA COMANDANTE FERRAZ: A QUALIDADE DO AR INTERIOR

Daniel Oliveira Cruz ⁽¹⁾

Arquiteto e Urbanista pela UFES (2002). Especialista em Gestão Ambiental pela UFES (2005). Mestrando em Engenharia Ambiental na UFES (Aluno Ouvinte).

Cristina Engel de Alvarez

Arquitetura e Urbanismo pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (1987), especialização em Gerenciamento Ambiental pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (1989), mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (1996) e doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (2003). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal do Espírito Santo e COLABORADORA da Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar.

Jane Meri dos Santos

Engenheira Mecânica pela Universidade Federal do Espírito Santo (1988), mestrado em Engenharia Mecânica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1992) e doutorado em Engenharia Química pela University of Manchester Institute of Science and Technology (2000). Atualmente é professor adjunto III da Universidade Federal do Espírito Santo.

Neyval Costa Reis Jr.

Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal do Espírito Santo (1995), Mestrado em Engenharia Ambiental - University Of Manchester Institute Of Science And Technology (1997) e Doutorado em Engenharia Ambiental - University Of Manchester Institute Of Science And Technology (2000). Atualmente é Professor Adjunto I da Universidade Federal do Espírito Santo e Bolsista de Produtividade nível 2 do CNPq

Rogério Siveira de Queiroz

Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal do Espírito Santo (1978), especialização em Avaliação de Impactos Ambientais pela Universidade Federal do Amazonas (1988) e mestrado em Engenharia Mecânica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1983). Atualmente é PROFESSOR ADJUNTO IV da Universidade Federal do Espírito Santo.

Endereço⁽¹⁾: End.: Universidade Federal do Espírito Santo. Av. Fernando Ferrari 514 - Laboratório de Planejamento e Projetos - Centro de Artes. Campus Goiabeiras – CEP 29060-900 - Vitória, ES – Brasil
Telefone: (27) 40092581 Fax: (27) 40092581. E-mail: olicruz@hotmail.com

RESUMO

A qualidade do ar de ambientes internos é tema crescente de estudo em regiões densamente ocupadas. Isto se deve, entre outros fatores, à descoberta de que baixas taxas de troca de ar em ambientes internos promovem um considerável acréscimo na concentração de poluentes químicos e biológicos¹. O Programa Antártico Brasileiro – PROANTAR, mantém a estação Antártica Comandante Ferraz – EACF, que abriga aproximadamente 60 pessoas. As características ambientais da Antártica (baixas temperaturas, rajadas de vento, isolamento e preservação do ambiente natural) determinam a sustentabilidade humana e ambiental. A arquitetura enclausurada, longos períodos de permanência e a localização de fontes potenciais em seu interior (geradores, incineradores e fumo), motivam a avaliação da qualidade do ar interior da EACF, objetivo do presente estudo. A metodologia proposta estabelece indicadores internos/externos tais como temperatura (T), umidade relativa (RH), Vento (direção e velocidade), dióxido de carbono (CO₂), Aerossol (PM₁₀) e microbiologia, cujos pontos de coleta obedecem a critérios específicos de adequabilidade técnica. Situações críticas de conforto e (in) sustentabilidade humana são encontradas nos ambientes internos climatizados, com predomínio de baixíssimas taxas de umidade variando de 22% a 30%, como em corredores internos, camarotes e sala de estar, e temperatura variando de 21°C a 43,5°C. A coleta de Aerossol encontra-se em andamento e seu término está previsto para junho/2007, quando se espera computar 30 amostras, sendo dez para a área externa e vinte para os ambientes internos, que serão analisados quantitativamente/qualitativamente.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade do ar interior, Aerossol, Antártica, EACF.

¹ Turiel, I.; Hollowell, C. D.; Miksch, R. R.; Rudy, J. V.; Young, R. A.; Coye, M. J.; *Atmos. Environ.* 1983, 17, 51.



INTRODUÇÃO

A discussão acerca da qualidade do ar de ambientes internos na área de saúde pública e na comunidade científica brasileira e internacional cresceu significativamente há aproximadamente 25 anos, quando do reconhecimento, pela Organização Mundial de Saúde, da Síndrome do Edifício Doente - SED. Porém, estudos específicos da qualidade do ar em ambientes confinados datam de meados do século XX, quando da corrida a conquista do espaço, com fins a possibilitar a manutenção da habitabilidade nas estações espaciais. Atualmente, programas espaciais como o Europeu (ESA) e o Americano (NASA), desenvolvem estudos e tecnologias específicas de monitoramento da qualidade do ar de aeronaves e módulos da Estação Espacial Internacional.

Nas últimas décadas, houve um aumento significativo de queixas relacionadas à qualidade de ar em locais fechados, principalmente em edifícios de micro clima artificial². Tais queixas geraram estudos, que indicam que o ar de locais fechados pode estar mais poluído do que o ar externo das grandes cidades industrializadas³.

De uma forma geral, diversos fatores incentivam a investigação da qualidade do ar interior, tais como:

- Baixas taxas de troca de ar em ambientes internos promovem um considerável aumento na concentração de poluentes químicos e biológicos⁴;
- Proximidades com fontes externas de emissão de poluentes atmosféricos; e
- Presença de fontes nos ambientes internos (materiais de construção, fumo, mobiliário, vestimentas, materiais de limpeza, outros).

A Antártica, região de reconhecida importância na dinâmica do planeta, atrai cientistas de diversas partes do mundo, motivados pelo desenvolvimento de estudos pesquisas (Figura 1).

Figura 1 . Antártica. No detalhe, Ilhas Shetland do Sul, Ilha Rei George. Fonte: Google Earth (2007)



² Brickus, Aquino, Sao Paulo, 1999.

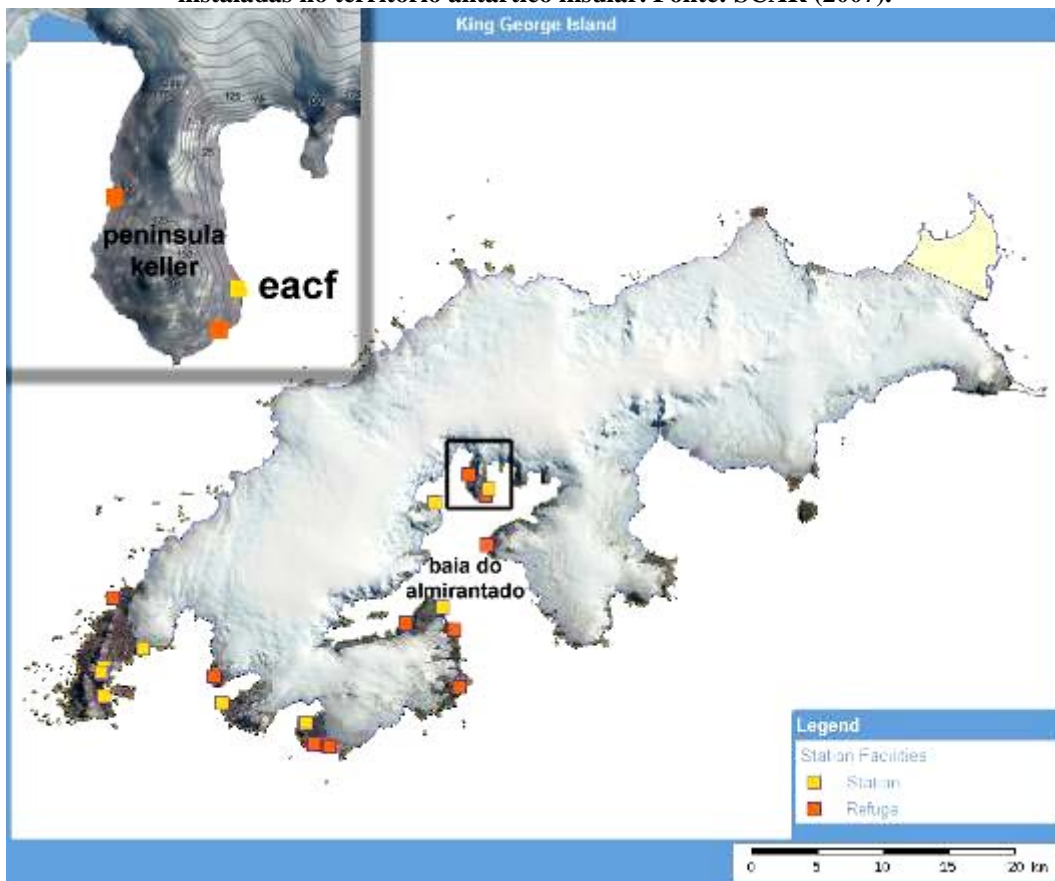
³ a) Höppe, P. R.; *Experientia* 1993, 49, 775.; b) Peterson, F.; Wennerström, J.; *Grana* 1991, 30, 395.; c) Finnegan, M. J. , Pickering, C. A. C. , Burge, P. S.; *Brit. Med. J.* 1984, 289, 1573.; d) Skov, P.; Valbjorn, O.; Pedersen, B. V.; *Scand. J. Work Environ. Health* 1989, 15, 286.; e) Rudnai, P.; Sárkány, E.; Bánhidi, L.; Gereben, Z.; Bácskai, J.; Kertész, M.; Martini, F.; Selmeczy, K. H.; *Proceedings of the 3rd International Conference: Healthy Buildings'94, Budapest* 1994, 1, 487.; f) Walkinshaw, D. S.; *Atmos. Environ.* 1992, 26A, 2137.

⁴ Turiel, I.; Hollowell, C. D.; Miksch, R. R.; Rudy, J. V.; Young, R. A.; Coye, M. J.; *Atmos. Environ.* 1983, 17, 51.



Com este objetivo, aproximadamente 36 estações de 29 países estão instaladas pelo continente antártico e ilhas sub-antártica, totalizando uma população de aproximadamente 4.000 habitantes no verão e 1.100 no inverno. Destas Ilhas, a Ilha Rei George, onde esta implantada a Estação brasileira, configura-se como a região mais povoada da Antártica (Figura 2).

Figura 2 . Ilha Rei George, Península Keller e EACF, com representação das estações científicas instaladas no território antártico insular. Fonte: SCAR (2007).



Programa Antártico Brasileiro – PROANTAR, mantém a Estação Antártica Comandante Ferraz – EACF (Ver Imagem abaixo), onde são desenvolvidos projetos científicos em diversas áreas, como Ciências da Vida, Geociências, Ciências Físicas e Tecnologia (Figura 3). Atualmente, a estação possui aproximadamente 3.000 m² de área construída, entre ambientes internos climatizados (aquecidos) e não climatizados. A estação abriga 20 pessoas no inverno e 60 no verão, com rotatividade trimestral e mensal respectivamente.



Figura 3 . Visão frontal da Estação Antártica Comandante Ferraz. Fonte: Acervo LPP/UFES.



As características ambientais da Antártica (baixas temperaturas, rajadas de vento, isolamento e preservação do ambiente natural) delimitam a sustentabilidade e a ocupação humana. Desta forma, a arquitetura abarca uma função determinante de proteção e manutenção dos índices de conforto humano. A tipologia construtiva adotada na estação brasileira resulta em uma arquitetura enclausurada e o modo de vida local implica em longos períodos de permanência em seu interior. Outro fator refere-se à localização de fontes potenciais em suas dependências, como geradores, incinerador, o fumo, materiais construtivos, obras, veículos, dentre outros (Ver Imagem abaixo). Estes, dentre outros, motivam à avaliação sistemática da qualidade do ar interior da Estação brasileira, temática do presente estudo.

Algumas fontes presentes no interior da EACF: Gerador(a), Incinerador(b), Veículos(c).



(a)



(b)



(c)



OBJETIVO

O objetivo geral do trabalho contempla a Avaliação da contribuição local, antrópica e natural, na qualidade do ar nos ambientes internos da Estação Antártica Comandante Ferraz. Os objetivos específicos contemplam:

- Identificar fontes internas e externas (locais), antropogênicas e naturais, com emissão de compostos (material particulado,...) potenciais a geração de interferências no ar interior, na qualidade ambiental humana e na preservação do entorno;
- Investigar inter-relações possíveis entre fontes antrópicas construídas (internas e externas) de aerossóis e outros compostos (CO₂, CO, VOC,...) e a qualidade do ar interior da EACF (ambientes pré-estabelecidos);
- Estabelecimento de parâmetros de avaliação de desempenho ambiental, humano e construído, e suas inter-relações; e
- Avaliação do desempenho ambiental da estrutura edificada da EACF através da análise da tipologia arquitetônica, forma de implantação, técnica construtiva e o ambiente local, com aplicação, em um primeiro momento, de recursos experimentais e, posteriormente, de técnicas de modelagem (dinâmica dos fluidos assistida por computador);

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia proposta estabelece indicadores internos/externos tais como temperatura (T), umidade relativa (RH), velocidade, direção do vento, Aerossol (PM₁₀), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO₂) e Microbiologia. Os pontos de coleta obedecem a critérios específicos de adequabilidade técnica, contemplando coletas externas e internas, objetivando a caracterização do ar exterior e interior da Estação. A coleta externa de PM₁₀ desenvolveu-se no verão de 2007 (fev./março), com coletor instalado nas proximidades dos sensores meteorológicos do INPE, aplicando-se 10 filtros de quartzo. A coleta interna de PM₁₀ desenvolveu-se no inverno (junho de 2007), computando-se 20 filtros de quartzo utilizados, a serem analisados quantitativamente e qualitativamente.



Equipamento de coleta de PM₁₀ e Sensores Meteorológicos instalados na área Sudoeste/Sul nas proximidades da EACF, durante o verão de 2007.



RESULTADOS OBTIDOS (ESPERADOS)

Situações críticas de conforto e (in) sustentabilidade humana foram encontradas no período de fev./março de 2007, em ambientes internos climatizados da Estação. Em condições ideais de conforto, a temperatura deve permanecer entre 23°C a 25°C e a umidade relativa de 40% a 60%.



(a)



(b)

Equipamentos: Termohigrometro (a) e sensor wireless(b).

O indicador mais preocupante refere-se à umidade relativa do ar (RH), com taxas variando de 22% a 40%, como se pode constatar em corredores internos, camarotes e sala de estar, espaços constantemente ocupados pelos usuários. Dados coletados de temperatura variam de 21°C a 43,5°C.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Em termos gerais, situações críticas como estas advêm da deficiência na renovação de ar nos ambientes internos da EACF, causada tanto pela não abertura como pela ausência de janelas em determinados ambientes. Estas refletem uma cultura dos usuários em reproduzir as condições meteorológicas e vestimentas de seu país de origem, o Brasil, mantendo-se os ambientes com temperaturas elevadas e conseqüentemente, com umidade relativa baixa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6401 – Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto – Parâmetros Básicos de Projeto, 1980.

AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA. RE N°. 9 ANVISA - Padrões referenciais de qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Brasília, 16 de janeiro de 2003.

BRICKUS, Leila S. R. e AQUINO NETO, Francisco R. de. A qualidade do ar de interiores e a química. Quím. Nova. [online]. 1999, vol. 22, no. 1 [citado 2007-04-20], pp. 65-74.

GIODA, Adriana; AQUINO NETO, Francisco Radler de. Chemical pollution related to the indoor air in Brazil. Quím. Nova., São Paulo, v. 26, n. 3, 2003.

STERLING, Theodor D.; COLLETT, Chris; RUMEL, Davi. The epidemiology of "sick buildings". Rev. Saúde Pública., São Paulo, v. 25, n. 1, 1991.