



## **XVIII RAPAL**

**REUNIÃO DE ADMINISTRADORES DE PROGRAMAS ANTÁRTICOS LATINOAMERICANOS  
26 A 28 DE SETEMBRO DE 2007 - BRASÍLIA - BRASIL**

<i><b>XVIII RAPAL</b></i>	
<i><b>DI :</b></i>	<i><b>14</b></i>
<i><b>Presentado por:</b></i>	<i><b>BRASIL</b></i>
<i><b>Fecha:</b></i>	<i><b>14 AGO 2007</b></i>
<i><b>Versión:</b></i>	<i><b>-</b></i>
<i><b>Rev. N°:</b></i>	<i><b>-</b></i>
<i><b>Punto de Agenda:</b></i>	<i><b>9</b></i>

**TÍTULO: ESTUDO INTRODUTÓRIO DA QUALIDADE DO AR  
INTERIOR DA ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE  
FERRAZ - BRASIL**

# ESTUDO INTRODUTÓRIO DA QUALIDADE DO AR INTERIOR DA ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE FERRAZ - BRASIL

Daniel Oliveira Cruz (1), Jane Meri dos Santos (2), Cristina Engel de Alvarez (1), Neyval Costa Reis Jr. (2), Rogério Silveira de Queiroz (2)

(1) Laboratório de Planejamento e Projetos da Universidade Federal do Espírito Santo, olicruz@hotmail.com; [labproj@npd.ufes.br](mailto:labproj@npd.ufes.br); [engel@npd.ufes.br](mailto:engel@npd.ufes.br)

(2) Laboratório de Poluição do Ar da Universidade Federal do Espírito Santo, [neyval@gmail.com](mailto:neyval@gmail.com); [jmerisantos@yahoo.com.br](mailto:jmerisantos@yahoo.com.br); [gradiva@terra.com.br](mailto:gradiva@terra.com.br)

## 1. Introdução

Estudos específicos de qualidade do ar de ambientes confinados datam de meados do século XX, quando da corrida a conquista espacial. Há aproximadamente 25 anos a Organização Mundial de Saúde - OMS, reconhece a existência da Síndrome do Edifício Doente – SED, destacando-se que nas últimas décadas, houve um aumento significativo de queixas relacionadas à qualidade de ar em locais fechados, tanto no Brasil como em outras partes do mundo, principalmente em edifícios de micro clima artificial (Brickus, 1999). Tais queixas geraram estudos que indicaram que o ar de locais fechados pode eventualmente estar mais poluído do que o ar externo das grandes cidades industrializadas (Höppe, 1993).

De uma forma geral, diversos fatores incentivam a investigação da qualidade do ar interior (Figura 01), tais como:

- Baixas taxas de troca de ar em ambientes internos promovem um considerável aumento na concentração de poluentes químicos e biológicos (Turiel, 1983);
- Proximidades com fontes externas de emissão de poluentes atmosféricos; e
- Presença de fontes poluidoras nos ambientes internos, tais como materiais de construção, fumo, mobiliário, vestimentas, materiais de limpeza, dentre outros (Brickus, 1999).

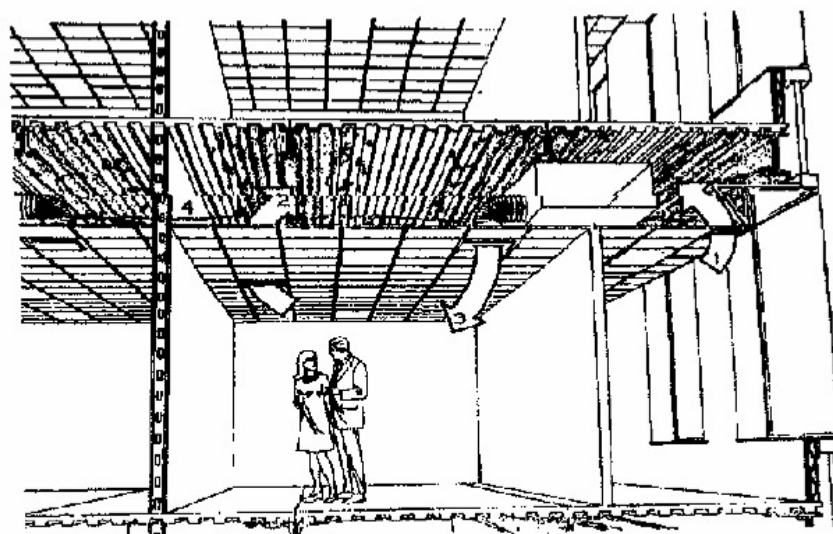
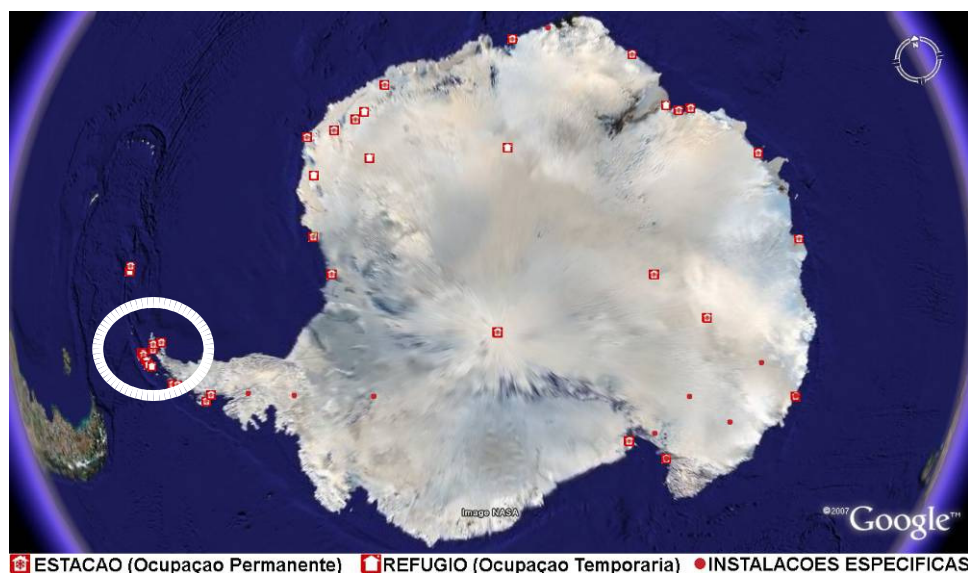


Figura 1 – Croqui esquemático da dinâmica do ar interior de uma edificação. Fonte: (Brickus, 1999)

A Antártica, região de reconhecida importância na dinâmica do planeta, atrai público de diversas partes do mundo, tais como pesquisadores motivados pelo desenvolvimento de estudos variados; de turistas, atraídos pela beleza inerente ao local; bem como de profissionais envolvidos em atividades logísticas de manutenção da ocupação local.

Atualmente vinte e nove (29) países mantêm sessenta e cinco (65) instalações entre estações, bases e outras edificações de apoio à ocupação na Antártica (Figura 02), distribuídas entre 60° e 90° de Latitude Sul (COMNAP, 2007).

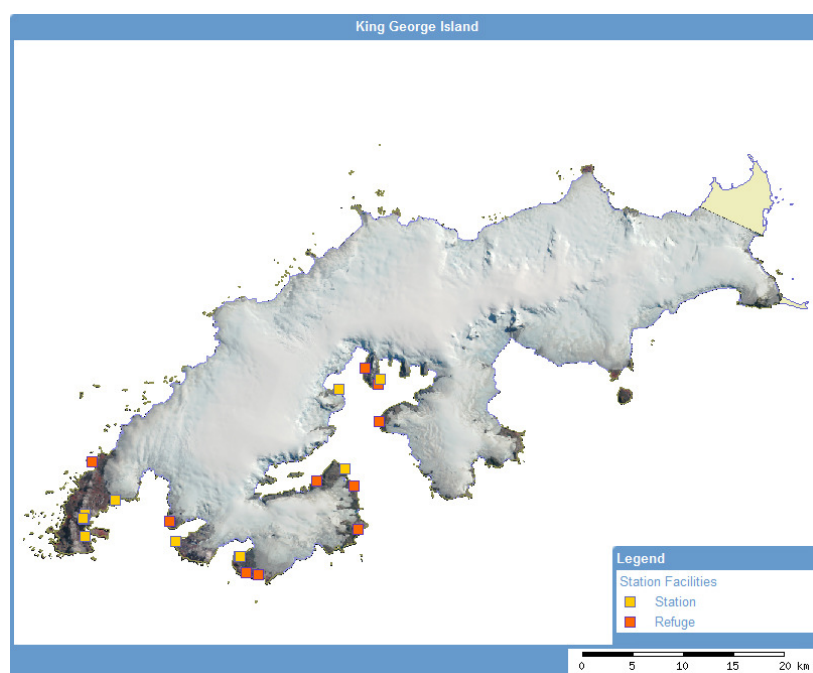


*Figura 2 – Estações, refúgios e outras instalações implantadas na Antártica e, no detalhe, a extremidade da Península Antártica incluindo a Ilha Rei George. Imagem: Google Earth, 2007.*

Das áreas do continente e ilhas sub-antárticas, a Ilha Rei George, situada a 130 km a noroeste da Península, nas Ilhas Shetland's do Sul, configura-se como a região mais povoada da Antártica (Simões, 2007).

Dentre os fatores responsáveis por este adensamento têm-se a proximidade com o continente sul-americano, a facilidade de acesso (marítimo e aéreo), a beleza paisagística, a concentração de vida selvagem, além das diversas enseadas e baías protegidas para ancoragem (Arigony, 2002).

Aproximadamente nove Estações/Bases estão instaladas na Ilha, concentradas em sua porção Sudoeste e na Baía do Almirantado (Figura 03). Esta por sua vez, situada na parte central da Ilha Rei George, abriga duas estações científicas - Brasil e Polônia - que operam durante o ano todo, e seis refúgios - Brasil, Peru, Equador e Estados Unidos - que funcionam no período do verão (SCAR, 2007).



*Figura 3 – Estações e refúgios instalados na Ilha Rei George. Imagem: SCAR, 2006.*

O Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR), mantém a Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF) que possui aproximadamente 2.400 m<sup>2</sup> de área construída em sua porção edificada principal, entre ambientes internos climatizados (aquecidos) e não climatizados (Figura 04).



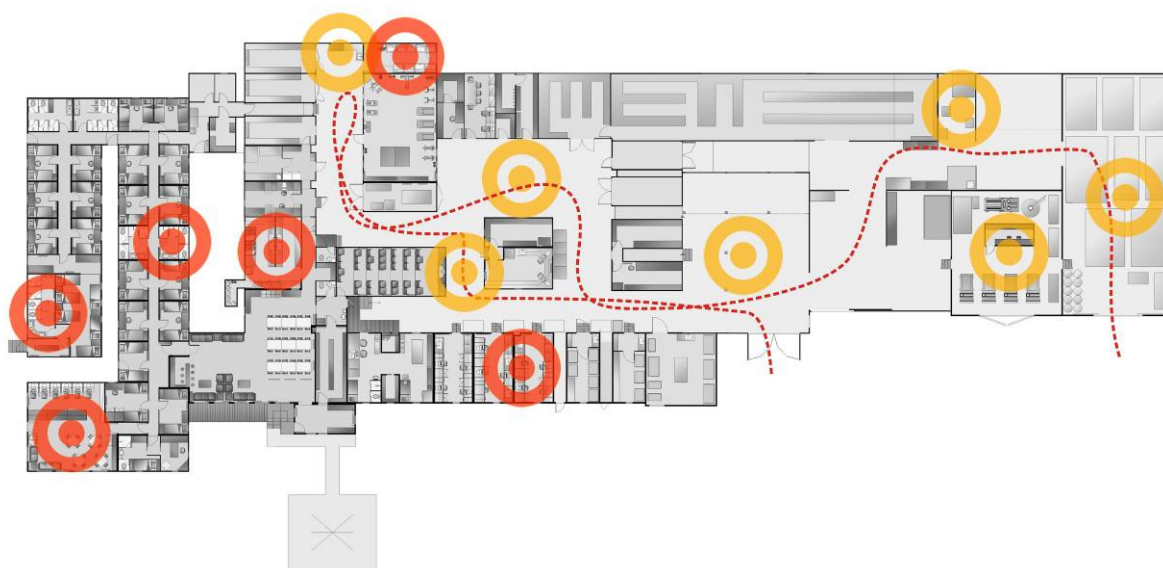
*Figura 4 – Visão geral do corpo principal da Estação Antártica Comandante Ferraz.*

A Estação possui capacidade de abrigar cerca de 20 pessoas durante o inverno e 50 pessoas durante o verão, onde são desenvolvidas atividades científicas e logísticas. Eventualmente esse número é ampliado por ocasião de eventos especiais ou mesmo obras de construção e manutenção.

As características ambientais da Antártica, principalmente as baixas temperaturas, as rajadas de vento, a situação de isolamento e a necessidade de preservação do ambiente

natural, delimitam a necessidade na adoção dos conceitos vinculados à sustentabilidade, com exigências específicas para a adequação da ocupação humana. Desta forma, a arquitetura, em relação à ocupação humana na antártica, exerce um papel fundamental nos aspectos relacionados à proteção da vida humana, manutenção dos índices de conforto e na minimização do impacto ambiental.

A tipologia construtiva adotada na estação brasileira resulta em uma arquitetura unificada e enclausurada, e o modo de vida local implica em longos períodos de permanência em seu interior. Logo, a localização de fontes potenciais de interferência na qualidade do ar em suas dependências (Figura 05), como geradores, incinerador, a prática do fumo, os materiais e técnicas construtivas, as obras, os veículos e as atividades de incineração de resíduos motivam a avaliação sistemática da EACF, objeto do presente estudo.



*Figura 5 – Identificação preliminar de fontes de interferência na qualidade do ar interno. Fonte: LPP/UFES.*

## 2. Objetivos

O objetivo geral da pesquisa é a avaliação da contribuição local, antrópica e natural, na qualidade do ar interior da Estação Antártica Comandante Ferraz.

Como objetivos específicos têm-se:

- Identificação de fontes internas e externas (locais), antropogênicas e naturais, com emissão de compostos potenciais a geração de interferências no ar interior, na qualidade ambiental humana e na preservação do entorno;
- Investigação das inter-relações possíveis entre fontes antrópicas construídas (internas e externas) de aerossóis e outros compostos (VOC, radônio, dentre outros) e a qualidade do ar interior da EACF em ambientes pré-estabelecidos;
- Estabelecimento de parâmetros de avaliação de desempenho ambiental, humano e construído; 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 de recursos experimentais e de técnicas de modelagem de dispersão interna de poluentes (dinâmica dos fluidos assistida por computador).



### 3. Materiais e Métodos

A metodologia proposta estabelece parâmetros interno-externos tais como temperatura (T), umidade relativa (RH), velocidade e direção do vento, aerossol (PM10), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e microbiologia. O desenvolvimento das coletas prevê aplicação de conjuntos de sensores, com coletas simultâneas, em ambientes múltiplos, internas e externas, facilitando a identificação de interfaces possíveis entre o ar interno da Estação Antártica Comandante Ferraz e seu entorno imediato.

### 4. Resultados Preliminares

Situações críticas de conforto e (in) sustentabilidade humana são encontradas em ambientes internos climatizados e não climatizados da Estação. Em condições normais de conforto e salubridade, de acordo com a NBR 6401 que regula as Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto, para condições internas para inverno, a faixa de umidade deve variar de 35% a 65%, e temperatura, de 20 °C a 22 °C. Para condições internas de verão, a faixa recomendável de operação da umidade deve variar de 40% a 65%, e temperatura de 23 °C a 26 °C, permitindo-se 28 °C para áreas de acesso.

Análises preliminares de parâmetros como umidade relativa e temperatura em ambientes internos climatizados indicam condições preocupantes de insalubridade, com variação de 22% a 40% de UR em corredores internos, camarotes e sala de estar, e temperatura entre 21 °C e 43,5 °C, em espaços frequentemente ocupados pelos usuários da EACF. Medições realizadas em diferentes alturas de um mesmo ambiente, como por exemplo no alojamento para 12 pessoas, além de indicar índices confrontantes com os preconizados em Norma, apresentaram ainda diferença brusca de temperatura e umidade, entre o sensor do piso e o do teto.

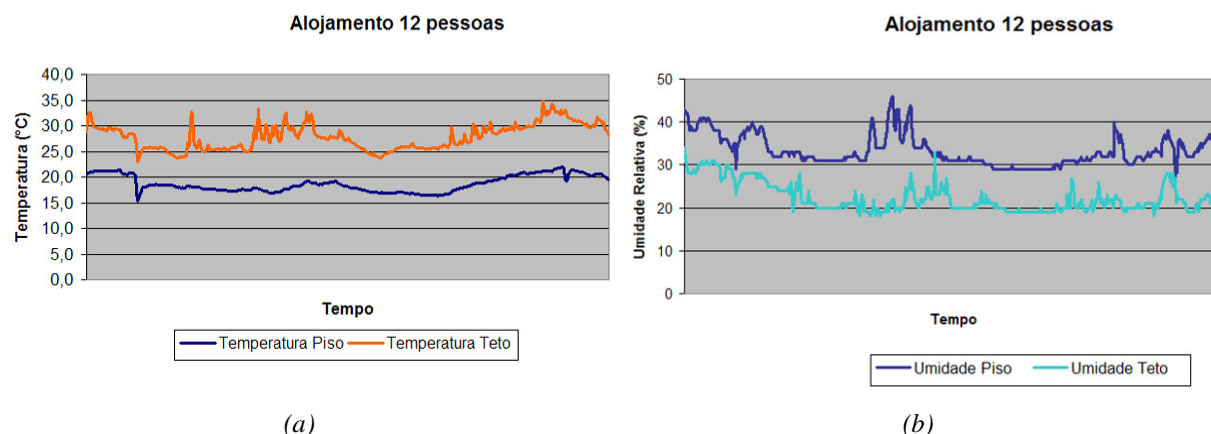


Figura 6 – Valores de temperatura (a) e da umidade relativa (b) coletadas no alojamento para 12 pessoas, com sensores localizados no piso e no teto do ambiente.

Em ambientes internos não climatizados - como a garagem, a carpintaria, os corredores, a casa de máquinas e o do incinerador -, a coleta preliminar de Aerossol (PM10) retrata um comprometimento acentuado do ar interior, constatado através de análise visual da diferença de saturação entre os filtros empregados na área externa e interna (Figura 7).



(a)

(b)

*Figura 7 – Filtro coletado na área externa próxima a EACF (a) e nos corredores internos não climatizados (b).*

#### **4. Comentários finais**

Está em andamento o processo de análise dos filtros utilizados bem como o aprimoramento da metodologia através da definição de novos ambientes a serem avaliados. Ao final dos trabalhos, será elaborado um programa de melhorias visando sanar os problemas identificados, seja através da substituição de equipamentos, normatização de procedimentos ou mesmo melhorias arquitetônicas nos ambientes identificados como insalubres.

#### **5. Referências**

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 Nº. 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, L. S. R. e AQUINO NETO, F. 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, A.; AQUINO NETO, F. R. de. Chemical pollution related to the indoor air in Brazil. Quím. Nova., São Paulo, v. 26, n. 3, 2003.

HÖPPE, P. R.; Experientia. Atmos. Environ. 1993, 49, 775.

SCAR. King George Island GIS Project. Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), <<http://www.kgis.scar.org/mapviewer/kgis.phtml>>. Acesso em: 06 abril, 2007.

SIMÕES, J. C.; FERRON, F. A.; BRAUN, M.; ARIGONY NETO, J.; AQUINO, F. E (2001) A GIS for the Antarctic Specially Managed Area (ASMA) of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. Geo-spatial Information Science, v. 4, n. 2, p 8–14.

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

TURIEL, I.; HOLLOWELL, C. D.; MIKSCH, R. R.; RUDY, J. V.; YOUNG, R. A.; COYE, M. J.; Atmos. Environ. 1983, 17, 51.