

# CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NA ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE FERRAZ

*Characterization of Water Consumption in Comandante Ferraz Antarctic Station*

**Glyvani Rubim Soares**<sup>1</sup>  
**Cristina Engel de Alvarez**<sup>2</sup>  
**Ricardo Franci Gonçalves**<sup>3</sup>



**Glyvani Rubim Soares:** Av. Construtor David Teixeira, 150 / 602 – Mata da Praia – Vitória – ES – 29065-320 – Brasil. Tel.:+55 (27) 4009-2581 – Fax.:+55 (27) 4009-2581. e-mail: [glyvani@yahoo.com.br](mailto:glyvani@yahoo.com.br), [glyvani@hotmail.com](mailto:glyvani@hotmail.com)

## **Abstract**

*The issue of water consumption is linked not only to its capture at the sources, but also to the consequent generation of wastewater and to the energy spent involved in every step since its obtainment until the final destination of wastewater. So, the reduction of water use is directly related to the minimization of environmental impacts and to its inherent economics aspects. Thus, this research aims to perform a detailed diagnosis of water consumption at Comandante Ferraz Antarctic Station (EACF), the main Brazilian building in the Antarctic continent. The EACF is inserted in a privileged site, which allows it to be supplied by two thaw lakes that normally preserve a quantity of liquid water even during winter. The usually abundant lakes went through a period of total freeze, which attracted attention to the problem of water and to the need for studies, intending consumption rationalization and indication for alternative technology, searching a greater environmental efficiency. To this end, we made a collection of EACF past data related to water use as well as to the specific conditions of Antarctica to establish the subsequent methodology for measurements in situ by making a sectorized consumption monitoring and technical observations. We can highlight, among the achieved results, the detailed diagnosis of the water consumption, with the identification of gross and per capita consumption indicators, as well as equipment and activities with the highest consumption. Analysis of both systematic measurements results and comparisons with EACF like situations indicates the need for adopting procedures to reduce consumption and particularly wastage.*

**Key-words:** Antarctica, water conservation, sectorized measuring, monitoring.

*Insertar salto de página*

---

<sup>1</sup> Laboratório de Planejamento e Projetos - Universidade Federal do Espírito Santos - UFES. Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal do Espírito Santo - UFES (2002), Especialista em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais para Produção Limpa Universidade Federal do Espírito Santo - UFES (2007). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo – UFES (2010). E-mail: [Glyvani@yahoo.com.br](mailto:Glyvani@yahoo.com.br).

<sup>2</sup> Laboratório de Planejamento e Projetos – Universidade Federal do Espírito Santos - UFES.

<sup>3</sup> Núcleo Água – Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santos - UFES

# CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NA ESTAÇÃO ANTÁRTICA COMANDANTE FERRAZ

## Resumo

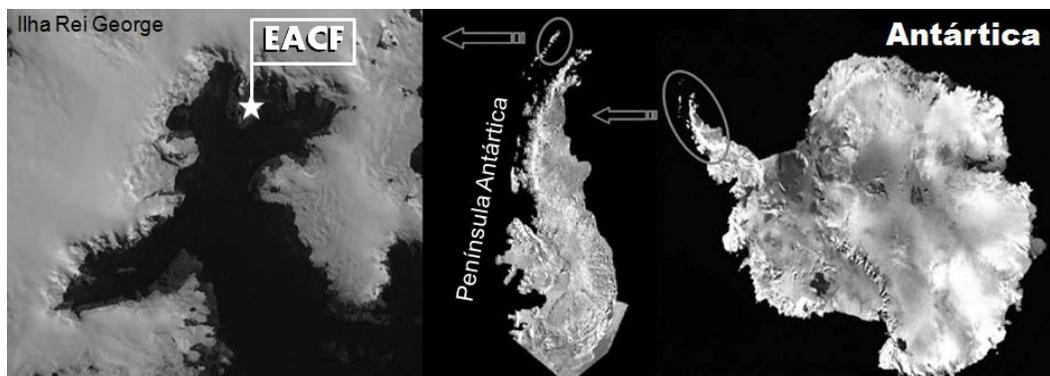
A questão do consumo de água está atrelada não apenas à captação do recurso junto aos mananciais mas, também, à consequente geração de efluentes e à demanda energética envolvida em todas as etapas desde a obtenção até o destino final da água residuária, podendo-se afirmar que a redução do uso de água está diretamente relacionado com a minimização do impacto ambiental e com os aspectos econômicos inerentes. Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo realizar um diagnóstico detalhado da etapa de consumo de água na Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), principal edificação brasileira no continente Antártico. A EACF encontra-se numa localização privilegiada, sendo abastecida por dois lagos de degelo que normalmente preservam uma quantidade de água em estado líquido mesmo durante o inverno. Os lagos, geralmente abundantes, passaram por um período de congelamento total, o que despertou a atenção para a problemática da água e a necessidade de realização de estudos visando a racionalização do consumo e a indicação de soluções alternativas para a tecnologia hidrossanitária utilizada, buscando ainda uma maior eficiência ambiental. Para tanto, foi feito o levantamento de dados pretéritos da EACF relacionados ao uso da água bem como dos condicionantes específicos da Antártica visando estabelecer a posterior metodologia para as medições *n loco* através do monitoramento setorizado do consumo (hidrometração) e de observações técnicas. Dentre os resultados alcançados destaca-se o diagnóstico detalhado do consumo de água, com a identificação dos indicadores de consumo bruto e *per capita*, bem como dos equipamentos e atividades mais consumidores. Foram elaboradas medições sistemáticas cuja análise dos resultados e comparações com situações semelhantes às encontradas na EACF apontam para a necessidade de adoção de medidas visando reduzir o consumo e, principalmente, o desperdício.

**Palavras chave:** Antártica, conservação de água, medição setorizada, monitoramento.

## Introdução

A Antártica encontra-se bastante preservada com extensas áreas ainda intocadas pelo homem, devido à sua localização remota e clima extremo. A legislação ambiental internacional aliada às dificuldades tecnológicas para fixação de populações no continente auxilia na conservação de suas características, tornando-o fundamental para a ciência e um desafio para a tecnologia (ALVAREZ, 1996). A Antártica é ainda considerada um laboratório natural, visto que suas particularidades, fenômenos naturais e condição de preservação influenciam questões de caráter regional ou mundial, a exemplo de sua espessa camada de gelo que é um dos principais controladores do clima global, atuando diretamente nas mudanças do clima no planeta (BRITO, 2006).

As principais atividades desenvolvidas pelo Brasil no Continente Antártico são realizadas na Península Antártica, única região do continente que não se encontra permanentemente congelada e fora do círculo polar Antártico. A Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), mais importante edificação brasileira no continente, se localiza na Ilha Rei George (62°05'S; 58°24'W), no Arquipélago das Shetland do Sul (Figura 1).



**Figura 1. Localização da EACF no Continente Antártico**

Imagem: KUHN, 2006, p. 65.

Inserida em uma região privilegiada, a EACF (Figura 2) é abastecida com água em abundância, oriunda de dois lagos de degelo próximos ao seu entorno imediato, que normalmente conservam grande parte do seu volume de água em estado líquido mesmo durante o inverno. Essa característica é de fundamental importância para a qualidade de vida da Estação nos meses mais frios, visto que permite o pleno desenvolvimento de atividades rotineiras durante todo o ano. Entretanto, entre 2007 e 2008, a Estação passou por um período de escassez de água, cuja hipótese na relação causa x consequência está associado à ocorrência de um dos invernos mais rigorosos enfrentados na região desde a inauguração da EACF, bem como a um provável aumento no consumo, independente das condições climáticas (temperaturas) adversas (SOARES *et al.*, 2007).



**Figura 2. Vista frontal da EACF em junho de 2007. Destaca-se que no inverno, praticamente todas as unidades que compõem a Estação Ferraz permanecem cobertas de gelo e neve.**

As atividades desenvolvidas na Estação, até então, consumiam água sem qualquer preocupação quanto ao volume, principalmente por não haver um custo financeiro diretamente relacionado, considerando que a água – mesmo que na forma de gelo e neve - é o único recurso abundante na região. Entretanto, a ocorrência do colapso hídrico, no período 2007/2008, alertou para a eventual indisponibilidade de tal recurso, tornando-se perceptível a necessidade de uma maior ênfase nos sistemas de gerenciamento de água potável e de águas residuárias, e a consequente implantação de um PCA - Programa de Conservação de Água (SOARES, 2007).

Observa-se que o uso abusivo de água acarreta impacto no ambiente não apenas através da captação excessiva, mas também com a consequente produção de águas residuárias (GONÇALVES *et al.*, 2007). Ressalta-se ainda que o processo de captação, tratamento e distribuição da água, juntamente com o tratamento dos efluentes, demandam, indiretamente, consumo de combustíveis fósseis, visto o sistema de obtenção de energia elétrica na Estação ser

oriunda de geradores a diesel. Desta forma, pode-se inferir que a economia de água significa redução de investimentos sob o aspecto econômico e a redução do impacto ambiental direto – pela produção de águas residuárias – e indireto, pelos poluentes decorrentes da queima de combustível associados ao sistema hidrossanitário (SOARES, GONÇALVES e ALVAREZ, 2009).

Os resultados apresentados neste artigo referem-se à parte das conclusões obtidas com a pesquisa que culminou na dissertação de Mestrado denominada “Desenvolvimento de Soluções Alternativas para Conservação de Água na Estação Antártica Comandante Ferraz”, de autoria de Soares (2010), orientada por Gonçalves e Alvarez.

## Objetivo Geral

Esta pesquisa teve por principal objetivo realizar o diagnóstico detalhado do consumo de água na EACF, identificando os equipamentos e atividades de maior consumo, além de quantificar os vazamentos visíveis e ocultos, bem como os desperdícios de água no sistema hidrossanitário da EACF.

### Objetivo Específico

- Mapear a infra-estrutura e equipamentos hidráulicos nas edificações que compõem a EACF visando estabelecer uma documentação confiável;
- Monitorar, de forma setorizada, o consumo de água da EACF através de leitura manual de hidrômetros previamente instalados;
- Identificar o consumo *per capita* a partir das medições realizadas, gerando um diagnóstico de consumo da EACF;
- Identificar os principais equipamentos e atividades de maior consumo na EACF;
- Avaliar, de forma comparativa, o consumo identificado com outras situações semelhantes às da EACF.

## Metodologia

A metodologia adotada considerou a necessidade inicial de proceder a uma revisão dos dados pretéritos disponíveis e conceitos sobre a questão, tanto em relação à temática água como às especificidades Antárticas. Em paralelo, para a caracterização do sistema hidrossanitário da Estação Ferraz, foi realizado o mapeamento hidráulico da EACF abrangendo todo o percurso da água, desde a captação nos dois lagos de degelo, percorrendo as tubulações de distribuição de água até os pontos de consumo, gerando uma planta de esquema hidráulico.

A medição do consumo de água partiu do levantamento das atividades consumidoras de água, sendo posteriormente realizada a setorização dos ambientes considerando suas peculiaridades de uso, onde foi determinado um ponto de medição do consumo para cada setor. A definição dos pontos de monitoramento considerou a disponibilidade de equipamentos, a relevância do ponto e a natureza das atividades desenvolvidas, sendo apreciada, ainda, a viabilidade técnica e operacional de instalação dos hidrômetros. O monitoramento de cada setor ocorreu em períodos pré-determinados entre junho de 2007 e março de 2009 (Tabela 1), sendo a medição realizada através de leitura diária dos hidrômetros, de forma manual, e os valores obtidos registrados em planilha e tratados estatisticamente, visando conhecer as médias de consumo das zonas e identificar eventuais picos.

**Tabela 1 - Períodos de monitoramento. Os meses identificados como “colapso” referem-se ao período em que a Estação ficou sem abastecimento de água em função do congelamento dos lagos.**

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2007						Inverno 2007					Colapso	
2008		Verão 2008				Inverno 2008						
2009		Verão 2009										

Para realizar o cálculo das vazões das peças e equipamentos hidrossanitários foram realizadas medições *in loco*, sendo efetuados os seguintes procedimentos: para torneiras e chuveiros foram efetuados os cálculos através de

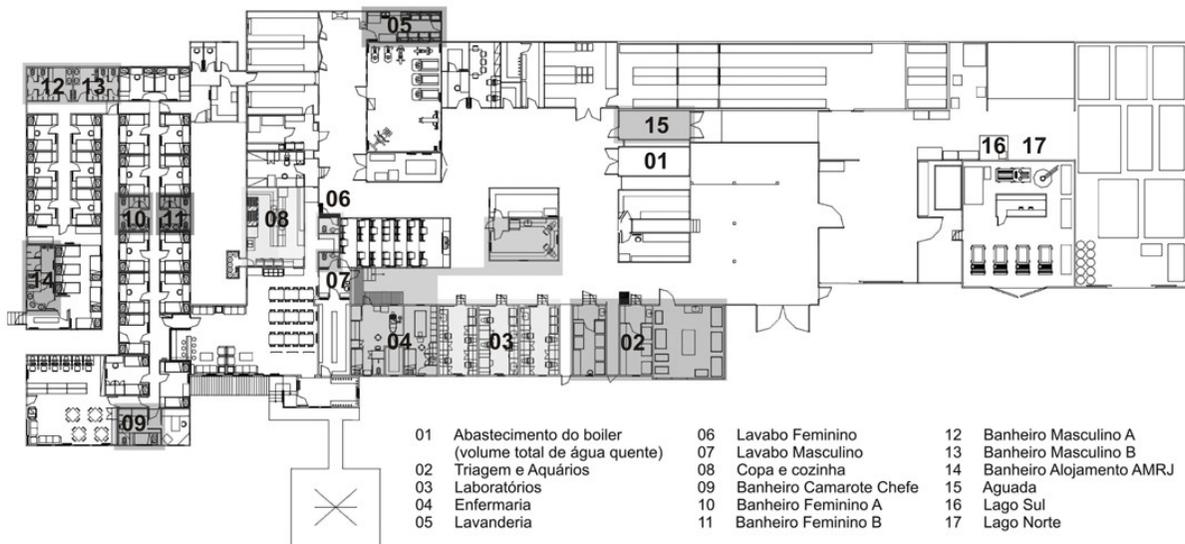
coletas de volumes de água por tempos predeterminados, com auxílio de um cronômetro e proveta graduada; para as descargas, foi marcado o nível da caixa de descarga cheia e posteriormente preenchida com um volume conhecido de água; e para as lavadoras de roupas foram utilizados dados dos manuais técnicos fornecidos pelos fabricantes.

Para identificar os indicadores de consumo *per capita*, foi determinada a população de cada período, visto a ocupação ser bastante irregular durante o ano. Posteriormente foram utilizados os dados de leitura dos hidrômetros onde foi calculado o consumo médio *per capita* (L/hab.dia).

Após a obtenção dos indicadores, considerou-se como desejável realizar um comparativo com situações similares. Desta forma, foram pesquisadas Estações Antárticas com características semelhantes às da EACF, sendo selecionadas as Estações Australianas, tanto pela similaridade dos sistemas construtivos como pelos aspectos ambientais do entorno imediato e, principalmente, pelos dados disponíveis de consumo de água (série histórica de janeiro de 2000 a outubro de 2009). Os dados foram obtidos através do Centro de Dados do Programa Antártico Australiano (AUSTRALIAN ANTARCTIC DIVISION, 2009).

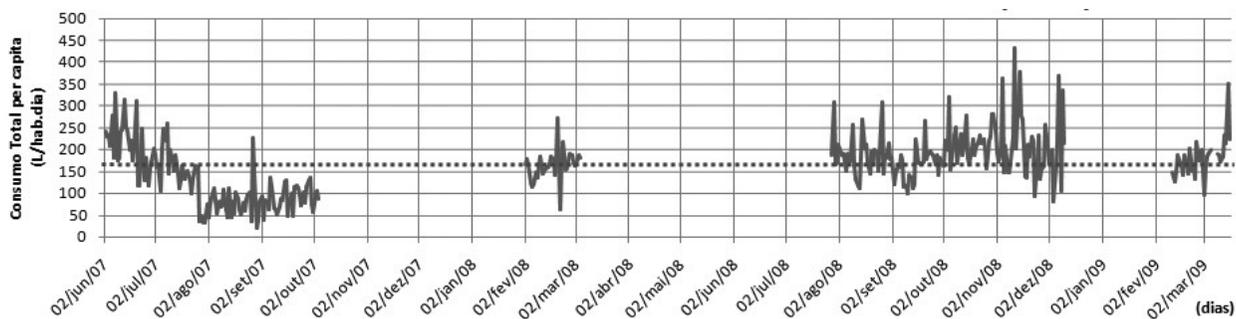
## Resultados

O mapeamento da denominada “malha hídrica da Estação” foi registrado através de uma planta esquemática considerando, inclusive, o layout da Estação, sendo também identificados os pontos de consumo de água quente e fria, bem como os equipamentos hidráulicos que compõem o sistema. Com base nesses dados foi definida uma setorização, considerando a disposição espacial dos ambientes e as atividades desenvolvidas em cada um deles, gerando uma planta de setorização (Figura 3)



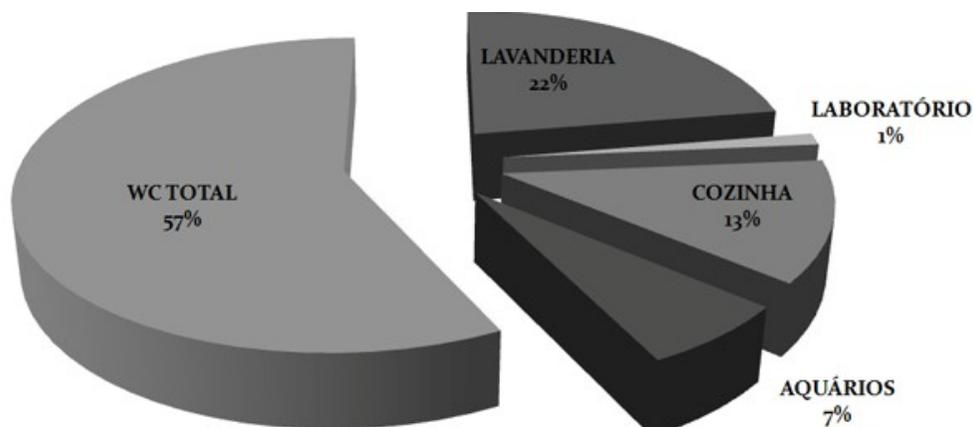
**Figura 3. Planta de setorização do consumo de água da EACF**

Os valores obtidos através das leituras foram tratados estatisticamente, visando estabelecer os indicadores de consumo, os equipamentos e atividades mais consumidoras de água no sistema hidrossanitário existente na Estação. Foram elaborados gráficos e realizada a análise estatística dos dados medidos do consumo total de água, sendo obtido a média de 6.682 L/dia, para uma população média de 39 habitantes. O indicador de consumo *per capita* foi calculado com o volume de água consumido dividido pela população do período, obtendo-se o consumo médio de 166 L/hab.dia (Figura 2).



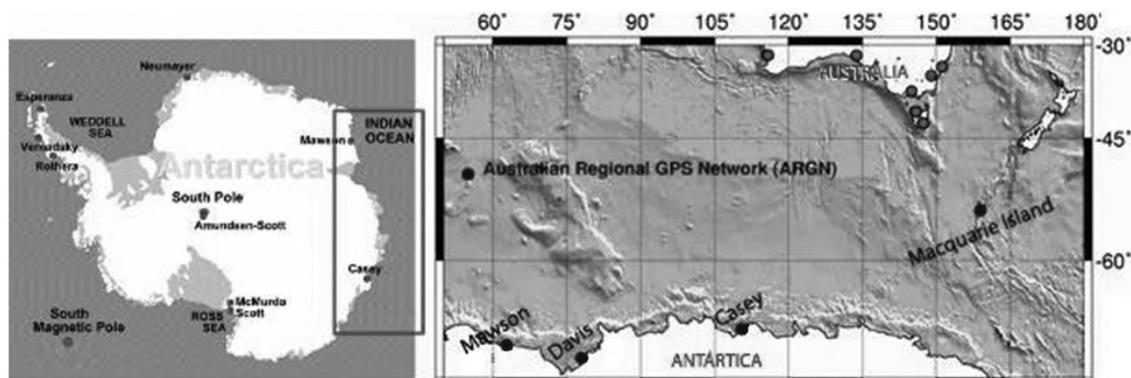
**Figura 4. Gráfico da série histórica de consumo total de água per capita da EACF.**

Considerando a complexidade das rotinas em uma Estação Antártica, o consumo de água da EACF foi dividido de acordo com as atividades desempenhadas, sendo caracterizado entre consumo residencial e não residencial. Quando considerado apenas o consumo doméstico – somatório dos banheiros, cozinha e lavanderia -, foi constatado que o indicador *per capita* do inverno foi de 158 L/hab.dia e do verão, 161 L/hab.dia. Já para os indicadores específicos por atividade distinta foram utilizados os dados de consumo bruto de água por setor, sendo obtido o consumo de 57% nos banheiros, 22% na lavanderia, 13% na cozinha, 7% nos aquários e 1% nos laboratórios (Figura 5).



**Figura 5 – Gráfico de consumo de água por setor (per capita) da EACF.**

Em relação ao comparativo entre a EACF e outras semelhantes, foram selecionadas quatro estações científicas australianas - Casey, Davis, Dawson e Macquarie Island (Figura 6) – destacando-se que essas estações se assemelham na tipologia arquitetônica, visto possuírem em comum a maioria dos ambientes com desenvolvimento de atividades residenciais, científicas e de manutenção. Em relação ao sítio e implantação, pode-se observar que as três primeiras estão localizadas na borda do Continente Antártico e a terceira em uma ilha acima do círculo polar antártico (paralelo 60°S). As características de implantação das estações australianas, em termos climáticos e ambientais, podem ser consideradas semelhantes às condições verificadas na EACF (AUSTRALIAN ANTARCTIC DIVISION, 2009).



**Figura 6. Mapa da Antártica e no detalhe a localização das Estações Australianas.**

Fonte: INTER-LACE (Acesso em 13 nov. 2009) e GEOSCIENCE AUSTRALIA (Acesso em 13 nov. 2009)

Os dados de consumo de água obtidos junto ao Centro de Dados do Programa Antártico Australiano possuem séries históricas mensais do período de janeiro de 2000 a outubro de 2009. Os dados se referem a valores brutos de consumo (L/mês) e, ainda, os indicadores diários *per capita* (L/hab.dia), sendo possível, então, calcular a média populacional do período em cada estação. As informações pertinentes encontram-se resumidos na Tabela 02.

**Tabela 2. Valores médios de consumo (bruto e *per capita*) de água e população das estações Australianas.**

ESTAÇÕES	TOTAL (L/mês)	PER CAPITA (L.hab.dia)	POPULAÇÃO (hab)
CASEY	134.521	169	28
DAVIS	104.161	106	33
MAWSON	102.159	159	22
ILHA MACQUARIE	162.135	325	17

Foram consideradas as correlações entre a média de consumo no Brasil e a EACF, em comparação com a média na Austrália e suas estações. Desta forma, pode-se relacionar consumos sem a preocupação de diferentes influências culturais, visto os usuários e as estações serem da mesma “nacionalidade”. Para a correlação foram utilizados estudos realizados por CHEUNG *et al.* (2009), identificando o valor de 145 L/hab.dia como a média do Brasil e, por DARDEL (2009), que verificou o consumo dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OECD, entre eles a Austrália, com consumo per capita de 268 L/hab.dia. Os dados da literatura foram então confrontados com os dados efetivos das estações, visto que a forma de vivência em Ferraz, considerando as atividades desempenhadas e ausência de indústrias, assemelha-se a um bairro residencial urbano (Tabela 3)

**Tabela 3. Correlação entre consumo das estações e países respectivos.**

ESTAÇÃO	CONSUMO ESTAÇÃO (L/hab.dia)	PAÍS	CONSUMO PAÍS (L/hab.dia)	CONSUMO EM RELAÇÃO AO PAÍS (%)
EACF	166	BRASIL	145	+14%
CASEY	169	AUSTRÁLIA	268	-37%
DAVIS	106	AUSTRÁLIA	268	-60%
MAWSON	159	AUSTRÁLIA	268	-41%
ILHA MACQUARIE	325	AUSTRÁLIA	268	+21%

De acordo com as comparações realizadas entre a EACF e as estações Australianas em relação aos respectivos países de origem, nota-se que o consumo da EACF apresenta-se 14% acima da média brasileira, enquanto que, em relação às estações Australianas, pode-se perceber algumas particularidades, como por exemplo, as estações continentais Australianas apresentam o consumo menor que a média Australiana, enquanto a estação subantártica consome um percentual 21% maior que a média da Austrália.

## Conclusões

Em relação às atividades consumidoras dentro da EACF, observa-se que o maior volume de água é consumido pelos banheiros, representando 63% do consumo doméstico, o que caracteriza este setor como o alvo das principais ações visando à redução de consumo.

Avaliando a série de consumo foi possível diagnosticar um período de queda considerável de consumo no inverno de 2007, principalmente de agosto a outubro, que abrange justamente o período que antecedeu à escassez de água na Estação Ferraz, onde o consumo *per capita* reduziu de 166 L/hab.dia para 81 L/hab.dia. Uma análise do período mostrou que, com o inverno rigoroso e o congelamento total de um dos lagos no final de julho de 2007, foi necessária a adoção de medidas de racionamento de água, como o uso de descartáveis para as refeições; abertura da água somente em períodos pré-determinados; uso de descarga sanitária apenas para as fezes; aproveitamento da água do banho para uso na descarga; e lavagem de roupas somente com a capacidade máxima da máquina. Com a adoção dessas medidas de racionamento, a EACF reduziu seu consumo em 51%, o que comprova que a participação do usuário é de fundamental importância para a implantação de Programas de Conservação de Água, juntamente com a especificação de equipamentos economizadores adequados à situação de Ferraz. Destaca-se ainda que a obtenção dos valores de consumo permite, além do gerenciamento da água na EACF, a adoção dos resultados no planejamento de novas edificações brasileiras na Antártica, sejam elas continentais ou peninsulares.

*Agradecimentos - À FAPES (Fundação de Apoio à Ciência e Tecnologia do Espírito Santo), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à SECIRM (Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar).*

## Referências

- Alvarez, C. E. de. Arquitetura na Antártica: ênfase nas edificações brasileiras em madeira. 1996. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) – Programa de Pós Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. (Orientador: Ualfrido Del Carlo).
- AUSTRALIAN ANTARCTIC DIVISION. Australian Government, Department of the Environment, Water, Heritage and the arts. Disponível em <<http://www.aad.gov.au/default.asp?casid=23493>> Acesso em 13 nov. 2009.
- Brito, T. O Brasil e o Meio Ambiente Antártico: ensino fundamental e ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 139p. (Coleção Explorando o Ensino; v.10)
- Geoscience Australia – Australian Government. Permanent GPS Tracking Sites in Antarctica. Disponível em <<http://www.ga.gov.au/geodesy/antarc/antgps.jsp>>. Acesso em 13 nov. 2009.
- Inter-Lace. Antarctica. Disponível em <<http://members.ozemail.com.au/~slacey/antarctica.htm>>. Acesso em 13 nov. 2009.
- Soares, G. R., 2007. Diagnóstico sobre o Uso da Água na Estação Antártica Comandante Ferraz. 2007. Monografia - Programa de Pós-Graduação em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais para a Produção Limpa da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007 (Orientador: Ricardo Franci Gonçalves).
- Soares, G. R., 2010. Desenvolvimento de Soluções Alternativas para Conservação de Água na Estação Antártica Comandante Ferraz. 2010. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010 (Orientador: Ricardo Franci Gonçalves, Co-Orientadora: Cristina Engel de Alvarez).
- Soares, G. R., Goncalves, R. F., Alvarez, C. E. de, Pertel, M., Grecco, L. B., 2007. Diagnóstico sobre el consumo de agua en la Estación Antártica Comandante Ferraz - BRASIL In: XVIII RAPAL - Reunión de Administradores de Programas Antárticos Latinoamericanos, 2007, Brasilia, DF. Documento de Información, 2007. p.1 – 5.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.