



<i>XIX RAPAL</i>	
<i>DI:</i>	2
<i>Presentado por:</i>	<i>BRASIL</i>
<i>Fecha:</i>	
<i>Versión:</i>	
<i>Rev. N°:</i>	
<i>Punto de Agenda:</i>	

**Título: PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE ÁGUAS AMARELAS (URINA HUMANA) COMO ESTRATÉGIA PARA A REDUÇÃO/REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS LÍQUIDOS NA ANTÁRTICA**

País: BRASIL

Autor:

# PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE ÁGUAS AMARELAS (URINA HUMANA) COMO ESTRATÉGIA PARA A REDUÇÃO/REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS LÍQUIDOS NA ANTÁRTICA

Ricardo Franci Gonçalves, Priscilla Garozi Zancheta, Monica Pertel, Cristina Engel de Alvarez

**PROANTAR** - Programa Antártico Brasileiro; Projeto **ARQUIANTAR** - Arquitetura na Antártica; **UFES** -Universidade Federal do Espírito Santo; email: [franci@npd.ufes.br](mailto:franci@npd.ufes.br); [engel@npd.ufes.br](mailto:engel@npd.ufes.br)

## 1. INTRODUÇÃO

O colapso do abastecimento de água ocorrido na Estação Antártica Comandante Ferraz no inverno de 2007 e em parte do verão 2007/2008, alertou para a necessidade de revisão de seu sistema hidrossanitário, embora desde 2006 a equipe do ARQUIANTAR da UFES já desenvolvesse atividades vinculadas ao diagnóstico do uso da água na EACF para a implantação de um Programa de Conservação de Água - PCA (GONÇALVES et al., 2007).

Uma das principais técnicas racionalizadoras do consumo de água em edificações refere-se à segregação, coleta e tratamento de águas amarelas, que possui como principal componente a urina humana. A separação da urina é uma das premissas básicas nos projetos de saneamento ecológico, e pode ser feita através da utilização de vasos sanitários segregadores que evitam a mistura entre fezes e urina (JOHANSSON et al, 2000), conforme ilustrado na fig. 1. Tais dispositivos apresentam aceitação crescente nos dias de hoje, tendo sido implantados em edificações “verdes” em diversas localidades do planeta com características ambientais diversificadas (LIND et al, 2001).



**Figura 1 – Exemplos de equipamentos segregadores de urina**

Na configuração de um sistema de tal natureza é de fundamental importância uma definição sobre o que fazer com a urina após coleta. Na grande maioria dos sistemas que gerenciam águas amarelas, um dos

principais objetivos é a reciclagem dos nutrientes da urina em áreas agrícolas cultiváveis. Evidentemente, esta destinação é impraticável no continente Antártico, suscitando outras alternativas.

O presente trabalho apresenta os resultados preliminares do estudo realizado sobre a possibilidade de implantação de um sistema de gerenciamento das águas amarelas na EACF, avaliando a eficiência da coleta segregada de urina na economia de água e na redução de esgotos sanitários, bem como a eficiência da técnica de congelamento da urina na redução do volume a ser disposto na natureza.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para **estimar a quantidade da urina** passível de coleta a partir da implementação de equipamentos segregadores adequados, foi inicialmente estimada a produção *per capita* através de medições realizadas em duas campanhas de coletas individuais durante 24h: (i) com um grupo de 18 pessoas (10 mulheres e 8 homens) com idades entre 16 a 55 anos e (ii) grupo de 17 pessoas (9 mulheres e 8 homens) com idades entre 20 a 56 anos. Depois de cada coleta individual foram encaminhados para análises no Laboratório de Saneamento da Universidade Federal do Espírito Santo, sendo que os dados quantitativos foram obtidos através da medição do volume e do peso para cada amostra individual e da amostra integrada (fig. 2).



**Figura 2 – As amostras de urina humana.**

Paralelamente, foram adotados os valores encontrados no **estudo do consumo de água** realizado na EACF no período de novembro de 2006 a junho de 2007, que realizou, entre outras ações, o levantamento da infraestrutura física da Estação e de seu sistema hidro-sanitário. O “*as built*” do sistema de água potável (quente e frio) foi elaborado, bem como os equipamentos e peças hidráulicas que compõem o sistema. Foram ainda executadas medições “*in loco*” das vazões das peças e equipamentos hidráulicos e perdas físicas visíveis do sistema. Para a determinação da população média da EACF, buscou-se junto à SECIRM o histórico mensal de ocupação, chegando-se à média de 52 habitantes no verão, e 21 no inverno (SOARES et al, 2007).

Considerando que a hipótese de trabalho foi alicerçada no processo de **congelamento da urina**, testes de redução de volume a partir do

congelamento foram realizados com urina fresca, coletada através de um sanitário seco compartimentado, localizado no banheiro do Parque Experimental da Estação de Tratamento de Esgoto da UFES, que segrega a urina das fezes. Na técnica de congelamento-descongelamento, a urina foi previamente caracterizada qualitativamente sob parâmetros físico-químicos e biológicos. Após a caracterização foram colocados 100mL de urina fresca em uma garrafa PET de 250mL, que em seguida foi congelada a uma temperatura de -22°C por um período de 24h. Após esse período, a urina foi descongelada em temperatura ambiente, recolhidas dez frações de 10mL. O tempo de descongelamento foi medido para cada fração coletada. Ao final do processo de descongelamento, as amostras foram analisadas separadamente sob os seguintes parâmetros: pH, condutividade, NTK, amônia, ortofosfato, fósforo total, potássio e sódio.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as medições realizadas na UFES, o **volume médio de urina diário** por pessoa adulta é de aproximadamente 1,5L com uma faixa de variação entre 1,0 e 2,5L (GONÇALVES, 2006), observando-se que valores muito próximos aos desse estudo foram obtidos por Fittscher & Hermann (1998), encontrando como volume médio 1,57L e valores mínimos e máximos 0,69 e 2,5L respectivamente.

Para a verificação da possibilidade de **redução do consumo de água** com a implantação de mictórios, foram estabelecidos cenários teóricos de consumo, sendo que o cenário convencional inicial – situação real - aponta um consumo diário de aproximadamente 1.050L para a descarga da bacia sanitária no inverno e 1.600L no verão. Com a implantação de mictórios secos (sem o uso de água para descarga) o consumo pode diminuir para aproximadamente 260L no inverno e 400L no verão, ou seja, com uma economia de água de cerca de 75%.

Os resultados obtidos com o **congelamento** mostraram-se eficazes na concentração de íons na fase líquida durante a fusão, visto que houve a concentração de 70% dos nutrientes em 30% do volume inicial, valores próximos aos de Lind, et al (2001) também em ensaios com urina humana, que foi de 80% dos nutrientes em 25% do volume.

### 4. CONCLUSÕES

De maneira geral o volume médio encontrado foi bem próximo em todas as faixas etárias, observando-se que o volume tem maior variação de acordo com o clima local e a quantidade de líquidos ingerida.

O emprego de dispositivos economizadores de água se mostrou, teoricamente, um excelente instrumento para se alcançar uma significativa redução no consumo de água e, conseqüentemente, uma menor produção de esgoto sanitário na EACF, o que será objeto de consideração nos futuros projetos de melhoria da EACF.

A técnica de congelamento permite ainda reduzir o volume de urina a ser estocado facilitando assim a guarda, o manejo e o transporte – na medida do possível - até aéreas de produção de alimentos.

A situação geográfica da EACF (próxima ao mar) associado às características climáticas com temperaturas positivas durante o verão; a recente implantação de uma Estação de Tratamento de Esgoto e o término das obras de revitalização da Estação são fatores inibidores para a implementação de um sistema de tratamento de águas amarelas. No entanto, as experiências realizadas na EACF podem servir de teste para instalações no interior do continente, cujo tratamento das águas residuárias é um dos muitos desafios a serem enfrentados pelas nações preocupadas em ampliar suas pesquisas na Antártica e, ao mesmo tempo, reduzir o impacto que a ocupação humana ocasiona no ambiente natural.

## 6. REFERÊNCIAS

---

FITTSCHEN, I.; HAHN, H. H. Characterization of the municipal wastewater parameters human urine and preliminary comparison with liquid cattle excretion. **Water science technology**, Alemanha, v. 38, n. 6, p. 9-16, 1998.

GONCALVES, R. F., ALVAREZ, C. E. de, SOARES, G. R., PERTEL, M., Silva, G. M. da. Gerenciamento sustentável de água potável e de águas residuárias na Estação Antártica Comandante Ferraz In: IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2007, Campo Grande, MS. **IV ELECS**. Campo Grande, MS: ANTAC, 2007. p. 1307 – 1316.

GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). **Uso racional da água em edificações**. ABES. Rio de Janeiro, Sermograf, 2006.

JOHANSSON, M.; et al. **Urine separation- closing the nutrient cycle**. Verna Ecology. Stockholm, 2001.

LIND, B.; BAN, Z.; BYDÉN, S. Volume reduction and concentration of nutrients in human urine. **Ecological Engineering**, Suécia, v. 16, n. 4, p. 561-566, 2001

SOARES, G. R., GONCALVES, R. F., ALVAREZ, C. E. de, PERTEL, M., GRECCO, L. B. 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