



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

DIAGNÓSTICO DO CONSUMO DE ÁGUA EM AEROPORTO DE PEQUENO PORTE

Vinicius Scortegagna (1), Josemar Marques da Silva (2), Vera Maria Cartana Fernandes (3)

(1) Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade de Passo Fundo- RS,
vinicius.enge@gmail.com; Rua João Brandão 75, Passo Fundo – RS.

(2) Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo- RS,
engenheirojosemar@gmail.com; Rua Bento Gonçalves 64/301, Passo Fundo – RS

(3) Professora Titular III da Universidade de Passo Fundo- RS, cartana@upf.br, Rua Paissandu
440/401, Passo Fundo – RS

RESUMO

No Brasil ainda impõe uma cultura de desperdício em relação à água, ocasionado principalmente pela idéia de que nossas reservas hídricas são muito grandes e de que a água é um bem infinito. Este paradigma precisa ser modificado, tanto em relação à quantidade quanto ao modo de utilização. Uma avaliação detalhada dos recursos hídricos, realizados pela ONU em 1997, indicou que a demanda da água cresce em velocidade duas vezes maior do que o crescimento da população (CHENG apud DE PAULA, 2003). Estas constatações justificam o desenvolvimento do presente trabalho, uma vez que, aeroportos de pequeno porte movimentam um volume considerável de pessoas, tornando indispensável à determinação do seu perfil de consumo, uma vez que existem hoje aproximadamente 150 aeroportos desse tipo no Brasil. O objetivo deste trabalho é diagnosticar o consumo de água potável em um aeroporto de pequeno porte, visando contribuir para a redução do consumo de água. A metodologia envolveu o monitoramento dos volumes consumidos, a avaliação das vazões e das pressões nos diversos pontos de consumo para averiguar sua interferência no consumo e sua relevância em possíveis patologias no sistema hidráulico. O monitoramento dos volumes consumidos foi realizado durante três meses, e chegou-se a um consumo médio de 30,56 m³/mês. A avaliação das vazões do aeroporto indicou um uso uniforme, evidenciando vazões mais elevadas nos horários de chegada e saída dos vôos. A pressão máxima registrada foi de 300 KPa, e a média do sistema é de 140 KPa. Levando em consideração a população usuária do sítio e o consumo médio, chegou-se a um índice de consumo histórico de 20,37 L/pessoa/dia. Com o desenvolvimento deste trabalho espera-se contribuir para identificação e determinação dos índices de consumo de água em sítios aeroportuários de pequeno porte, com a finalidade de contribuir para a conservação dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Análise da demanda, monitoramento do consumo, perfil de consumo.

1 INTRODUÇÃO

A conservação da água é o grande desafio para o século XXI, onde a redução da demanda de água é uma das ações mais importantes a ser implementada, junto com o aumento da oferta e a utilização de fontes alternativas.

Tem-se hoje plena consciência de que a água doce é um recurso abundante, mas finito. Logo a solução de apenas aumentar a oferta de água não encontra mais fundamento na política de gestão das águas, é necessário que exista uma redução da demanda. Para restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, uma nova forma de comportamento deve ser tomada pelos usuários, mudando seus hábitos e desenvolvendo uma cultura de economia deste recurso que é vital para a sobrevivência humana.

Uma avaliação detalhada dos recursos hídricos, realizados pela ONU em 1997, indicou que a demanda da água cresce em velocidade duas vezes maior do que o crescimento da população, fato este que é considerado por muitos, um dos motivos que levarão a guerras (CHENG apud DE PAULA, 2003).

Segundo o CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos), 2005 o Brasil concentra aproximadamente 13% das reservas hídricas do planeta, com uma vazão de 182.63 m³/s, em 8.57 milhões de km² do território nacional. Porém, nossas reservas principais estão nos rios da Bacia Amazônica, onde se concentra 73% da vazão e 4% da população, já nos grandes centros onde estão concentrados 32% da população conta com apenas 6% da vazão.

Em âmbito nacional, o principal problema da degradação da qualidade da água é o lançamento de esgoto doméstico, pois apenas 47% dos municípios brasileiros possuem rede coletora de esgoto, e somente 18% do esgoto recebem algum tratamento. Dessa forma, a carga orgânica doméstica total do país pode ser estimada em 6.389 t. DBO_{5,20}/dia (SNIS, 2006).

No contexto brasileiro, por todas as limitações de ordem econômicas, sociais e culturais, a conservação de água, através do uso racional e do combate ao desperdício, são fatores determinantes na redução do consumo, pois a demanda vem crescendo em índices bem acima do crescimento populacional, além do aumento dos níveis de poluição dos mananciais causados pela falta de tratamento do esgoto doméstico.

Nesse sentido, diversas ações estão sendo desenvolvidas com a finalidade de promover a conservação dos recursos hídricos, onde podemos destacar o Programa de Uso Racional da Água (PURA), desenvolvido entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), o Instituto de Pesquisa Tecnológica de São Paulo (IPT) e o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), lançado em 1997 pelo Ministério do Planejamento e Orçamento (SILVA; TAMAKI; GONÇALVES, 2002).

Além desses programas, que possuem alcance federal e/ou estadual, diversos trabalhos com enfoque nos consumidores, têm representado impactos de redução significativos no consumo de água, estudos estes que realizam medidas no gerenciamento, tanto para a demanda de água com para a oferta de fontes alternativas de água.

Quando estudos de monitoramento de consumo são aplicados onde não há preocupação com o volume consumido, por não haver hidrometriação, a conscientização fica extremamente comprometida. É o caso de edificações abastecidas por águas subterrâneas, sejam de poços rasos ou profundos, onde o volume de água consumido muitas vezes não é medido, por acreditar-se que existe diferença entre a água obtida de mananciais de superfície e os subterrâneos. Gerando a sensação no usuário de que água subterrânea não precisa ser conservada.

O desenvolvimento deste trabalho justifica-se na medida em que se pretende diagnosticar o consumo de água em sítios aeroportuários de pequeno porte. Pois este tipo de edificação, em sua grande maioria, é abastecido por poços tubulares profundos, sem nenhum tipo de hidrometriação o que torna impossível o gerenciamento dos seus recursos hídricos e consequentemente a determinação de seu perfil de consumo. Levando, muitas vezes, os seus usuários a adotarem posturas de desperdício de água em suas instalações.

Este trabalho foi desenvolvido no aeroporto Lauro Kortz situado no Município de Passo Fundo no RS, e que atende toda a região do planalto médio do estado, o que o torna um pólo importante para o desenvolvimento da região, com uma grande circulação de passageiros. No entanto ele não possui nenhum programa de economia e uso racional da água.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é o de diagnosticar o sistema de abastecimento de água potável em um aeroporto de pequeno porte, visando contribuir para a redução do consumo de água, através da determinação do seu perfil de consumo.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização do local de estudo

O trabalho foi realizado no Aeroporto Lauro Kortz pertencente ao Departamento da Aviação Civil (Secretaria de Infraestrutura e Logística) do Estado do Rio Grande do Sul, ocupa atualmente uma área de 2.473.613,25 m², e está distante 8 km do centro da cidade de Passo Fundo. Foi construído em meados do ano 50, a primeira empresa a começar a utilizar o aeroporto com vôos regulares foi a companhia aérea SAVAG. No ano de 1966 a VARIG (Viação Aérea Riograndense) começou a atuar e, posteriormente, no ano de 1974 a empresa RIO SUL.

Atualmente estão operando no Aeroporto Lauro Kortz duas empresas, a Ocean Air com um vôo diário à São Paulo/Passo Fundo e Passo Fundo/São Paulo, e a NHT com um vôo a Porto Alegre/Erechim/Passo Fundo e Passo Fundo/ Erechim/ Porto Alegre.

A denominação de aeroportos de pequeno porte, utilizada neste trabalho, não está relacionada com as estatísticas aeroportuárias, como número de vôos, número de passageiros, etc, mas sim com a área dos sítios, menores do que 3.000 m², e a sua localização, em cidades do interior dos estados.

3.2 Metodologia da pesquisa

A determinação do consumo de água em uma edificação varia em função das características físicas do sistema. A metodologia utilizada neste trabalho foi fundamentada em Oliveira (1999) que destaca os principais itens a serem identificados:

- Tipologia do edifício;
- Subsistemas existentes que utilizam água;
- Pressão e vazão hidráulica;
- Vazamentos vivíveis e não visíveis etc.

Para a identificação e avaliação destes itens foi necessário o desenvolvimento das seguintes etapas:

- Levantamento de campo para a identificação, cadastramento de perdas físicas de água e condições de operação e conservação dos aparelhos;
- Caracterização do consumo de água:
 - Avaliação das vazões do sítio aeroportuário;
 - Avaliação das pressões no sistema hidráulico e dos equipamentos;
 - Determinação do número de usuários do sítio aeroportuário.

3.2.1 Levantamento de campo, identificação e cadastramento de perdas físicas de água e condições de operação e conservação dos aparelhos

Para a identificação dos usos da água dentro da edificação foi necessário o conhecimento de todos os ambientes que possuem sistema hidráulicos, essa fase normalmente é realizada pela análise das plantas das edificações. No caso do sítio aeroportuário em estudo, não foram localizadas as plantas do sistema hidráulico, o que levou a necessidade de ser realizado um levantamento de campo para a realização desta etapa.

O levantamento de campo foi realizado através de visitas ao sítio aeroportuário Lauro Kortz, para a realização de registros fotográficos, medições e inspeções visuais em cada um dos hangares, oficinas e demais ambientes, tornando possível a elaboração das plantas baixas de cada edificação, com a localização de todos os ambientes sanitários.

Nesta etapa foi realizado o cadastramento e a inspeção dos aparelhos sanitários, o que tornou possível a descrição de todos os pontos consumidores de água. Estas inspeções também resultaram na visualização e cadastramento de deficiência e vazamentos.

No levantamento de campo também foi identificado o sistema de abastecimento e de distribuição de água fria de todo o sítio em estudo.

3.2.2 Caracterização do consumo de água

Para a realização desta etapa foram realizadas novas visitas ao sítio aeroportuário, para observação da forma de realização de todas as atividades que envolvem o uso da água, como a freqüência, tempo de utilização e respectivas vazões, de forma a caracterizar o consumo total de água e as parcelas referentes aos diferentes pontos de consumo.

3.2.2.1 Avaliação das vazões do sítio aeroportuário

Como o sítio analisado não possui nenhum tipo de hidrometriação, para a determinação do consumo total, foi instalado um medidor de vazão durante o período de noventa (90) dias, com o intuito de monitorar o consumo, além de identificar os horários de pico de consumo. O medidor foi colocado na saída do reservatório de consumo.

O monitoramento foi realizado através da instalação de um conjunto de medição formado por um medidor de vazão modelo *Flodis* classe C, acompanhando de um *data logger* modelo LOGBOX-AA IP65, um *Cyble Pulsado* e uma interface ótica modelo IrLink3-USB.

Esse é um sistema de medição remota, no qual os medidores, ao realizarem a leitura de consumo, emitem pulsos, lidos pelo *Cyble* e transmitidos ao *data Logger*, este, por sua vez, armazena os dados de vazão em intervalos de tempo predefinidos, que são recolhidos com o auxílio da interface de comunicação ótica, que transmite as informações a um computador tipo notebook, possibilitando a manipulação dos dados de consumo em uma planilha tipo Excel.

Quanto às consumos parciais, estes foram determinados com a observação do modo de desenvolvimento das atividades que consomem água, bem como o tempo de duração de cada atividade.

Ressalta-se que, após esta avaliação inicial, contatou-se a necessidade da realização da setorização do consumo.

3.2.2.2 Avaliação das pressões no sistema hidráulico e dos equipamentos;

Sabe-se que, altas pressões nos sistemas hidráulicos propiciam o aparecimento de vazamentos, causam desconforto aos usuários e aumentam significativamente as perdas no sistema. Dessa forma, para determinação do perfil de consumo é importante o conhecimento das pressões de todos os pontos de consumo de água.

Para realizar um monitoramento destas pressões, utilizou-se um *Data Logger*, com visor, modelo *Metrolog P* da marca *Technlog*. Acompanhado de um software gerenciador.

O equipamento foi instalado, com o auxílio de uma mangueira hidráulica, no ponto de utilização diretamente no sub-ramal. Procedeu-se a verificação da pressão para todos os pontos de consumo do terminal de passageiros e torneiras externas, conforme a metodologia descrita a seguir:

- Configura-se o equipamento para intervalo entre leituras de 1 (um) segundo;
- Instala-se o equipamento no ponto de utilização;
- Realiza-se a leitura durante dois minutos;
- Aciona-se o aparelho vizinho mais próximo, realizando a leitura por mais dois minutos;
- Procede-se o acionamento dos aparelhos vizinhos por ordem de distância, mantendo leituras de dois minutos por aparelho acionado;
- Após o acionamento de todos os aparelhos individualmente, procede-se o acionamento de todos simultaneamente, realizando a leitura de pressão por mais dois minutos.

Após a determinação das pressões pontuais, levando em conta as interferências vizinhas, o equipamento foi configurado com um nível de precisão de aproximadamente três segundos entre leituras, visando aumentar a capacidade de armazenamento do *Data Logger*, e permitir o monitoramento durante um período de 24hs e assim, verificar as variações das pressões no período de operação do aeroporto e no período noturno, no qual as pressões tendem a aumentar.

3.2.2.3 Determinação do número de usuários do sítio aeroportuário

Para o levantamento dos usuários do sítio aeroportuário, utilizou-se a estimativa fornecida pela administração do aeroporto. Pois ainda esta em desenvolvimento um sistema de monitoramento de usos, o qual será realizado pela instalação de chaves de fluxo nos pontos de consumo junto com um módulo de transmissão de eventos ligados a uma central, que transmitirá, via uma conexão wireless, ao computador, o número de usos realizados em cada um dos aparelhos.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Na análise dos resultados apresentaremos apenas as os resultados das etapas relacionadas a caracterização do perfil de consumo.

4.1 Caracterização do consumo de água

Na figura 1, visualizam-se os consumos diários de água obtida com o sistema de medição instalado no sítio aeroportuário, no período de 30 dias.

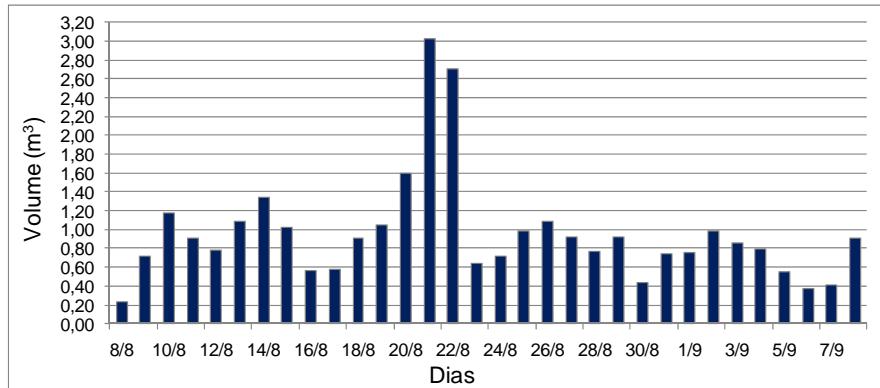


FIGURA 1 – Volume consumido no período de trinta dias.

O volume acumulado consumido no período de 90 dias foi de 30,56 m³.

As coletas se estenderam durante três meses de medições. Os valores medidos foram utilizados para a montagem de gráficos com a vazão média diária para o período em estudo, e assim determinar o perfil e os picos de consumo diário do sítio. O que podem ser vistos nas figuras 2 e 3, que mostram os gráficos de dois dias da semana. Ressalta-se que estes valores de vazão referem-se aos consumos totais medidos pelo hidrômetro colocado na saída do reservatório de consumo e não dos aparelhos sanitários, o que explica as altas vazões encontradas.

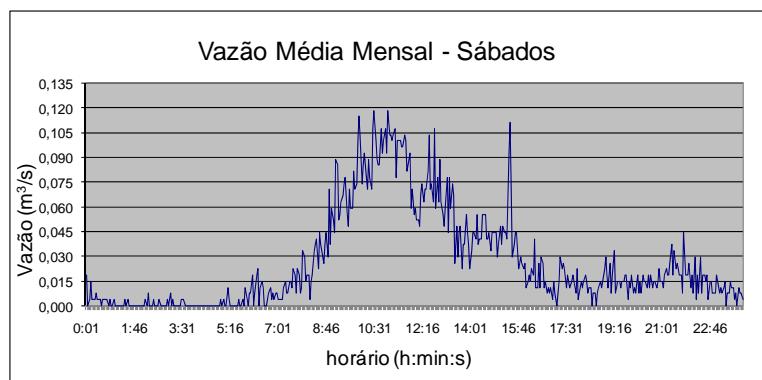


FIGURA 2 – Vazões médias mensais para sábados.

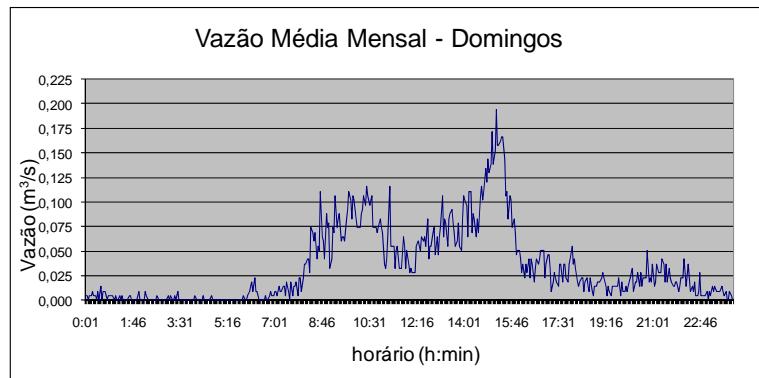


FIGURA 3 – Vazões médias mensais para os domingos.

Os dias apresentados, nas figuras 2 e 3, representam aqueles onde ocorrem os menores e os maiores consumos, como também demonstram claramente os picos de consumo, os quais ocorrem nos horários de chegada e saída dos vôos. No sábado, observa-se o início do consumo por volta das 6h da manhã, cresce durante a manhã e atinge uma vazão média de pico de $0,12 \text{ m}^3/\text{s}$ até próximo às 12hs, quando começa a decrescer. O mesmo acontece com o domingo quando próximo às 15hs volta a aumentar, atingindo o pico do dia de $0,19 \text{ m}^3/\text{s}$ por volta das 16hs. Após este horário volta a descer mantendo-se dentro de uma faixa constante até o fim do período. A diferença entre os horários de picos das vazões é resultante do fato de que não existem vôos regulares aos sábados no aeroporto em estudo.

Com a determinação das vazões de cada um dos aparelhos sanitários foi verificado que as vazões nos lavatórios não ultrapassam $0,16 \text{ L/s}$, estando todos dentro de uma faixa aceitável de uso, de $0,15 \text{ L/s}$. A vazão máxima observada nas torneiras de lavagem externa é de $0,45 \text{ L/s}$, considerada elevada, assim como a torneira da pia do refeitório que apresenta vazão de $0,31 \text{ L/s}$.

A análise das pressões foi dividida por ponto de leitura, como descrito na metodologia. Na figura 4, pode-se ver as pressões na torneira localizada no sanitário feminino da parte velha do terminal de passageiros. A pressão no momento do acionamento é de aproximadamente 70 kPa, ocorre um aumento para 180 kPa e logo estabiliza em 140 kPa. Quando acionado o equipamento mais próximo, ocorre inicialmente uma queda para 110 kPa e logo um pico para 220 kPa. Após, aciona-se o segundo aparelho mais próximo, quando ocorre uma redução da pressão de 140 para 120 kPa, após a pressão volta a 140 kPa. Quando acionados todos os aparelhos simultaneamente, ocorre uma queda para 60 kPa e após um pico de 170 kPa. Esse comportamento é semelhante para todos os aparelhos sanitários analisados.

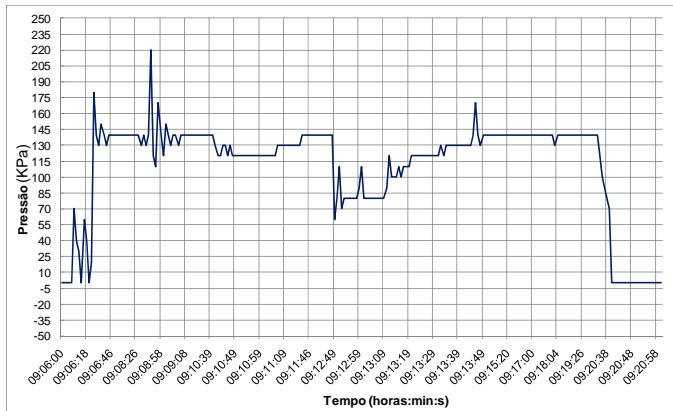


FIGURA 4 – Pressão na torneira do sanitário feminino.

Quanto aos dados populacionais, após a identificação de toda a população que utiliza o aeroporto, tornou-se evidente que a população predominante é a de passageiros, e que estes utilizam apenas os sanitários.

Assim, com os dados fornecidos pela administração do aeroporto, que considera que em cada embarque ou desembarque contribuiu com a movimentação de duas pessoas além do passageiro, a movimentação média mensal do ano de 2007, pode ser observada na tabela 1.

TABELA 1 - Movimentação média de pessoas no aeroporto para o ano de 2007.

	Embarque	Desembarque	Trânsito
Média	1479	1390	107
Previsão de movimento para o período			
$M = ((E + D) \times 2) + T$			

Onde:

M = Movimento médio mensal; E = Embarques; D = Desembarques; T = passageiros em trânsito

$$M = 5.845 \text{ pessoas / mês}$$

Devido às características do município e do aeroporto e à observação do movimento do mesmo nas várias visitas realizadas ao local, estima-se que este número de pessoas não ultrapasse 5000 pessoas/mês e, aproximadamente, 30% utilizam os sanitários, o que resulta em uma população de 1500 pessoas/mês que efetivamente utilizam os sanitários do sítio aeroportuário.

5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste trabalho no aeroporto Lauro Kortz mostrou que a grande concentração de aparelhos sanitários encontra-se no terminal de passageiros, o que permite concluir que esta edificação é a que gera maior consumo de água no aeroporto.

O levantamento das perdas físicas de água e a análise da operação dos aparelhos demonstraram um estado de operação e conservação satisfatório para maioria dos aparelhos.

A pressão de pico encontrada no sistema é de 300 kPa registrada no refeitório. A pressão de repouso do sistema, ou seja, quando nenhum equipamento é acionado, fica em torno de 140 kPa. O refeitório apresentou grandes oscilações na pressão durante o embarque/desembarque, causadas pelo uso do sistema, provavelmente por este estar localizada no final da rede de distribuição, sendo afetada por qualquer uso a montante.

O consumo médio mensal do aeroporto, para o período de medições foi de 30,56 m³/mês, e a vazão média máxima registrada foi de 0,19 m³/s, percebe-se que as vazões começam a ser registradas por volta das 6h da manhã, e na maioria dos registros atinge seu pico diário por volta das 15h, de onde começam a diminuir.

Levando em consideração uma população de 1.500 usuários/mês e um consumo médio de 30,56 m³/mês, chegamos a um índice de consumo histórico para o aeroporto de 20,37 L/pessoa/dia.

6 REFERÊNCIAS

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos. *Resolução Nº. 48, de 21 de março De 2005. Lex: critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.*

DE PAULA, Herber Martins. *Sistema de aproveitamento de água de chuva na cidade de Goiânia: Avaliação da qualidade da água em função do tempo de detenção no reservatório.* 2005. Dissertação (Mestrado em engenharia) Universidade Federal de Goiás, Goiânia 2005.

OLIVEIRA, L. H. *Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifício.* 1999. Tese (Doutorado em Engenharia Civil / Engenharia da Construção Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.

PNCDA, *Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água,* disponível em <<http://www.pncda.gov.br/>>. Acesso em 15 de Abril de 2008.

SILVA G S.; TAMAKI H. GONÇALVES O. *Implantação de Programa de Uso Racional da Água em campi universitário.* 2002 Disponível em: http://www.pura.poli.usp.br/download/ENTAC_2004.pdf. Acessado em: 15 de dezembro de 2007.

SNIS (2006). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2005.* Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acessado em 10 de Abril de 2008.