



## AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO DE ÁGUA EM EQUIPAMENTO DE ANÁLISES CLÍNICAS

**Solange Nunes (1); Marina Ilha (2); Luis Guilherme B. Celso (3); Aldo Roggers Jr (4)**

(1) a (4) Departamento de Arquitetura e Construção – Faculdade de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Campinas, Brasil –

(1) e-mail: ssdnunes@terra.com.br (2) e-mail: milha@fec.unicamp.br  
(3)e-mail: marhorta@terra.com.br (4) e-mail: d\_c\_c@yahoo.com

### RESUMO

A recuperação de água assume maior importância à medida que aumenta a demanda para o suprimento deste insumo, especialmente em áreas urbanas. Ao utilizar água de menor qualidade para fins e usos determinados, está se contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas de abastecimento de água. Em algumas tipologias de edificação, tais como a hospitalar, além do uso doméstico da água, existem equipamentos que envolvem o emprego desse insumo em atividades específicas. Usualmente, estes equipamentos desperdiçam grandes volumes de água, sendo o efluente, em geral, de boa qualidade, podendo ser reutilizado dentro da edificação em atividades que prescindam de água potável. Nesse sentido, esse trabalho consiste um estudo desenvolvido com o objetivo de apresentar soluções de usos finais para o efluente desperdiçado por um equipamento de análises clínicas localizado na divisão de Patologia Clínica do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. Foi efetuada a medição do volume de água desperdiçado no referido equipamento e a caracterização dos parâmetros físico-químicos e biológicos, para depois, baseado nessas informações, apresentar os possíveis usos finais para o efluente gerado. Os resultados obtidos indicam que cerca de 15,8 m<sup>3</sup> são desperdiçados por dia no referido equipamento, sendo que o efluente atende a todos os padrões de potabilidade, com exceção dos parâmetros de cloro livre e ferro. Vale ressaltar que o método utilizado nesse trabalho para a avaliação do potencial de reúso pode ser aplicado a outros tipos de equipamentos de uso específico da água.

Palavras chave: reciclagem de água, equipamento de uso específico, conservação de água, hospital, sistemas prediais.

### ABSTRACT

Water recycling acquires a major importance as the demand of this resource increases, especially in urban areas. Using water with less quality for uses that do not need potable water can contribute for the water supply sustainability. In some types of buildings, as hospitals, besides the domestic uses, there are some equipments that use water for specific activities or processes. Those equipments usually waste great volume of water; when the effluent has a good quality and can be reused inside the building, in activities that do not need potable water. In that way, this article presents a study that has as objective to present solutions for the final use of the effluents wasted by equipment of the Division of Pathology of the Clinics Hospital of State University of Campinas, Sao Paulo. A measurement of the wasted water was done, besides the characterization of the physical, chemical and biological parameters of the effluent. Afterwards, based in this information, it was presented some possible uses for the effluent. Results indicate that about 15.8 m<sup>3</sup> per day are wasted by this equipment and the effluent reach all potable parameters established in the standards, except for free chlorine and iron. Finally, it can be commented that the methodology used in this work can be used in other similar types of equipments.

Keywords: water reuse, water conservation, hospital, building systems

## **1. INTRODUÇÃO**

A recuperação de água está tendo maior visibilidade à medida que aumenta a demanda para o suprimento deste insumo, especialmente em áreas urbanas. Ao se utilizar águas de menor qualidade para fins e usos determinados, está-se contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas de abastecimento de água (ASANO, 1992).

Para reaproveitar a água, faz-se necessário estudar a demanda e oferta deste tipo de insumo, bem como estabelecer critérios que nortearão as diversas alternativas de implantação de um sistema que não interfira nas atividades cotidianas da edificação e sem que esta água ocasione riscos à saúde de seus usuários.

Segundo Hespanhol (1997), devem ser implementados projetos piloto nas diversas modalidades de reúso, com o intuito de fornecer subsídios para o desenvolvimento de padrões e códigos de prática adaptados às condições e características nacionais.

Os sistemas de reúso ou reciclagem são uma das opções de conservação desse insumo, devendo ser contemplado dentro de um estudo de fontes alternativas de um Programa de Conservação de Água (PCA) em uma edificação.

Sautchuk (2004) afirma que para o desenvolvimento e implantação de um PCA deve ser efetuado um planejamento sistêmico para que os objetivos estabelecidos sejam obtidos. Em função deste planejamento, faz-se necessária avaliação da demanda e da oferta de água, levando-se em consideração o sistema hidráulico, os usuários e as atividades consumidoras de água.

A política de conservação pode ser implementada em diversas tipologias de edifícios, principalmente naquelas consideradas como grandes consumidoras, ou seja, organizações institucionais, industriais e comerciais de grande porte. Os desperdícios de água nessas organizações são normalmente elevados, principalmente em edifícios públicos (NUNES et al, 2004). Nesse sentido, os equipamentos de uso específico de água, aqueles onde esse insumo é utilizado para outras atividades que não as de higiene pessoal, apresentam, normalmente, um grande desperdício de água.

Em laboratórios, um dos equipamentos de uso específico de água mais representativos é o destilador de água. Este equipamento necessita de um grande volume de água para o processo de destilação, sendo que uma pequena parte se transforma em água destilada e o restante é utilizado para resfriamento. A parte utilizada no processo de resfriamento é totalmente desperdiçada.

Além do destilador, existem outros tipos de purificadores que também desperdiçam água em seu processo, como é o caso dos utilizados em aparelhos de análises clínicas. Estes tipos de equipamentos necessitam de água com padrão de qualidade superior à da fornecida pela rede pública; sem a devida purificação necessária, grandes volumes de água são descartados diretamente na rede coletora.

O presente artigo apresenta um estudo de caso desenvolvido com o objetivo de analisar o potencial de reúso de água, envolvendo a proposição de soluções de usos finais para o efluente desperdiçado, em um equipamento de análises clínicas localizado na divisão de Patologia Clínica do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas (DPC/HC-UNICAMP).

Os resultados obtidos podem subsidiar ações similares em outros laboratórios/edificações que possuem equipamentos desse tipo.

Esse estudo foi desenvolvido dentro das atividades realizadas no HC/UNICAMP para o diagnóstico do consumo de água, cujos resultados podem ser encontrados em SALERMO et al (2004); SALERMO et al (2005); SALERMO et al (2005a) e NUNES (2004).

## 2. METODOLOGIA

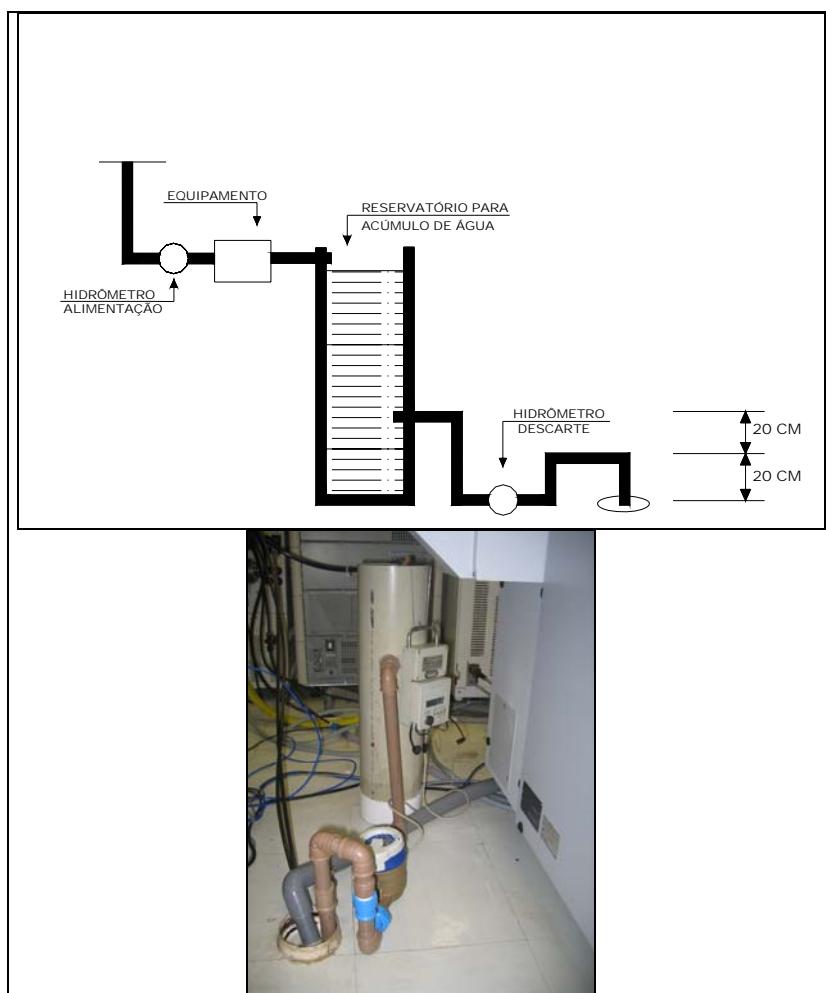
### 2.1 Coleta dos Dados

A coleta dos dados foi efetuada através de entrevistas estruturadas com os responsáveis pelo purificador de água instalado na DPC/HC, preenchimento de formulários de observação da condição de operação do referido equipamento, medição dos volumes de água envolvidos na sua utilização e caracterização física, química e biológica do efluente gerado.

A entrevista foi composta, basicamente, de perguntas relativas à freqüência e forma de utilização do referido equipamento.

O formulário de observações contém informações relativas à marca, modelo, forma de instalação, estado de conservação e de operação do aparelho em questão.

A medição dos volumes de água envolvidos na utilização do equipamento em estudo foi efetuada a partir da instalação de dois hidrômetros, um na tubulação de alimentação de água e outro na de descarte. A Figura 1 apresenta o esquema e uma foto da instalação dos medidores utilizados para a medição.



**Figura 1 - Esquema da Instalação dos medidores no equipamento de uso específico**

A instalação é composta por um reservatório ligado a um sifão, possibilitando que o hidrômetro instalado na tubulação de descarte funcione na condição de conduto forçado. Os hidrômetros foram interligados a um coletor de dados, que efetuava a leitura em intervalos de 15 minutos.

A avaliação da qualidade do efluente desperdiçado pelo equipamento de uso específico localizado na DPC/HC foi efetuada tendo por base a portaria GM 518/2004, (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004), pois se verificou que o efluente desperdiçado, a princípio, poderia ser do tipo I, ou seja, água com qualidade (quase) potável.

Uma vez estimado o volume de água desperdiçado pelo referido equipamento, foi efetuada uma avaliação das possibilidades de uso deste insumo em atividades realizadas no próprio ambiente ou em outros ambientes da unidade de ensino selecionada para este estudo.

Para tanto, foi efetuado o levantamento das áreas dos ambientes da edificação em estudo, as principais atividades neles realizadas, o que serve de subsídio para a proposição de alternativas de sistemas de reciclagem da água atualmente desperdiçada.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Caracterização do objeto de Estudo**

A DPC, onde está instalado o equipamento de análises clínicas em estudo, está localizada no 2º pavimento do Bloco F do HC-UNICAMP. Conta com 59 ambientes, onde 41 deles possuem pontos de abastecimento de água. Além do referido equipamento, existem três destiladores, um filtro, uma máquina de fazer gelo e um lavador de pipetas.

O equipamento de análises clínicas realiza todas as análises automaticamente bastando, para isso, que as amostras sejam colocadas em tubos de ensaio dentro do equipamento. Necessita de água purificada tanto para a sua lavagem interna como para a execução dos exames. Para tanto, dispõe-se de um purificador de água instalado à montante do mesmo, marca Milipore Elix, exclusivo para este equipamento. Assim, a água é purificada e depois reservada para uso no próprio equipamento Modulare. O reservatório tem um volume de 75 Litros.

#### **3.2 Freqüência de utilização e medição dos volumes envolvidos**

Conforme informado pelos responsáveis pela sua utilização, o equipamento em estudo é utilizado todos os dias da semana, inclusive em finais-de-semana, durante o dia inteiro (24 horas).

Ao contrário do equipamento Modulare, o purificador não funciona ininterruptamente, ligando apenas quando o reservatório de água purificada esvazia e desligando quando o mesmo está cheio.

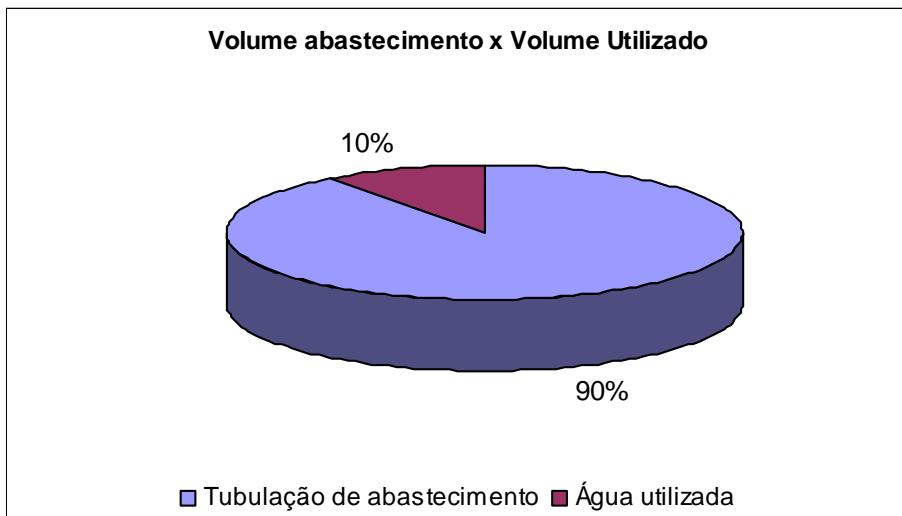
O volume disponível no reservatório atende a cerca de 1 hora de uso do equipamento de análises clínicas. Assim, o purificador é ligado a cada hora, permanecendo em funcionamento durante cerca de 15 minutos.

A Tabela 1 apresenta os resultados do monitoramento piloto realizado no equipamento investigado. As Figuras 3 e 4 mostram, respectivamente, as porcentagens referentes aos volumes utilizados e descartados e os volumes diários consumidos e desperdiçados pelo purificador.

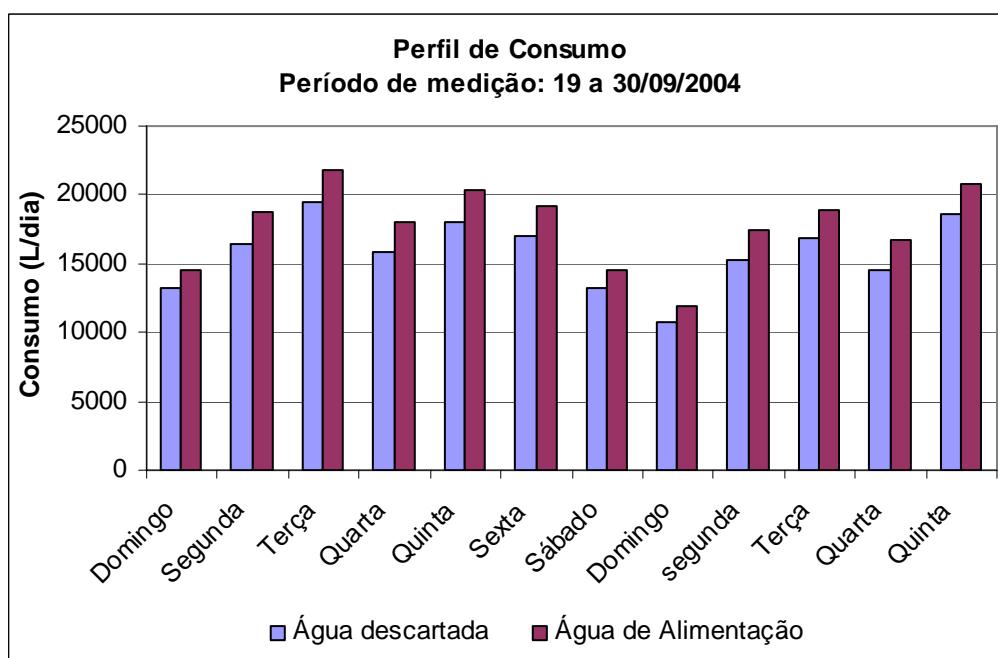
**Tabela 1 - Consumo de água do Purificador.**

<b>Ponto de Medição</b>	<b>Volume Medido (litros)</b>
Tubulação de abastecimento	213.010,74
Tubulação de descarte	188.976,86
<b>Água utilizada</b>	<b>24.033,88</b>

Período de medição: 12 dias



**Figura 3 – Porcentagem do volume de água utilizado pelo purificador no período de monitoramento (12 dias).**



**Figura 4 – Consumo do equipamento no período de medição.**

Da análise da tabela 1 e das figuras anteriores, verifica-se que o purificador descartou cerca de 90% da água utilizada no processo, o que corresponde aproximadamente a 472,4 m<sup>3</sup>/mês de água desperdiçada, considerando-se a freqüência de utilização e o período de funcionamento levantado.

### 3.3 Caracterização física, química e biológica do efluente gerado

Para verificar a possibilidade de reciclagem do grande volume de água descartada pelo equipamento monitorado, foi solicitada a análise física, química e microbiológica desta água. A Tabela 2 apresenta os resultados referentes à qualidade da água de descarte do referido equipamento.

**Tabela 2 - Qualidade da água de descarte do Purificador monitorado.**

<b>Parâmetros Físicos/Químicos e Microbiológicos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Análises da Amostra</b>	<b>Referência Portaria 518 GM *V.M.P.</b>
Alcalinidade Bicarbonato	mg/l CaCO <sub>3</sub>	30	Não especificado
Alcalinidade Hidróxido	mg/l CaCO <sub>3</sub>	0	Não especificado
Alcalinidade Carbonato	mg/l CaCO <sub>3</sub>	0	Não especificado
Cloro Livre	mg/l Cl <sub>2</sub>	< 0,1 (OBS)	Min. 0,2 – Max. 5,0
Cloro Total	mg/l Cl <sub>2</sub>	< 0,1	Não especificado
Condutividade 21°C	µS/cm	174	Não especificado
Cor	UH	2	15
Dureza Total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	84	500
Ferro	mg/l Fe	0,4	0,3
Fluoreto	mg/l F	0,4	1,5
Nitrogênio Amoniacal	mg/l N	0,29	Não especificado
PH	-	7,4	6,0 a 9,5
Temperatura	°C	21	Não especificado
Coliformes Totais	-	Ausência	Ausência
Coliformes Termotolerantes e E. coli	-	Ausência	Ausência
Contagem Pad. Bactérias Heterotróficas	UFC/ml	1	500

\*V.M.P. (Valores Máximos Permitidos).

Da análise da tabela anterior verifica-se que a água descartada pelo purificador é própria para o consumo humano, ressaltando-se a necessidade de se analisar o cloro livre, por não atender à portaria utilizada como referência, além de se verificar o cloro total, a alcalinidade bicarbonato e a condutividade, dependendo do tipo de uso a ser destinado para este efluente.

Destaca-se também que a quantidade de ferro não atende à referida portaria, o que pode ser causado pelo uso de filtro ou resina com impurezas, necessitando ser substituída. Assim, dependendo do tipo de uso, deve-se fazer também a verificação deste parâmetro.

### **3.4 Proposição de alternativas para a redução do desperdício de água nos equipamentos de uso específico**

Conforme citado anteriormente, a DPC possui outros equipamentos de uso específico que, juntamente com o equipamento investigado totalizam um desperdício aproximado de 16100 L/dia

Tendo em vista a magnitude dos volumes envolvidos e as características arquitetônicas da DPC-HC, foram identificadas as seguintes propostas para a redução do desperdício associado aos equipamentos de uso específico:

a) Estabelecimento de procedimentos alternativos

Alguns laboratórios podem substituir o uso da água destilada para esterilização de vidrarias por uma solução desinfetante apropriada, conforme verificado pela equipe de levantamento em outro local do HC-UNICAMP.

Cabe ressaltar que o uso destas soluções requer pesquisas de mercado, para que seja feito um levantamento das características técnicas dos produtos a serem utilizados, com o intuito de verificar se o emprego destas soluções não interferirá nos procedimentos laboratoriais. Em geral, são utilizados produtos compostos de detergentes e/ou enzimas específicas para cada atividade.

### b) Execução de sistema coletivo de armazenamento de água

A parcela de água de abastecimento dos equipamentos de uso específico que não é utilizada nos diversos processos é descartada direto na rede de esgoto. Em vários casos, este insumo apresenta padrões de potabilidade, segundo a Portaria 518 MS, conforme constatado pela análise laboratorial efetuada. A proposta é reunir a água desperdiçada nos diversos aparelhos para utilizá-la em atividades como rega de jardim, limpeza de ambientes e vidrarias.

Para tanto, torna-se necessário prever um reservatório de armazenamento (que deverá ser dimensionado de acordo com o volume de água descartada, sendo o mesmo implantado em local apropriado em função dos novos usos), uma tubulação de alimentação, que levará a água antes descartada até o reservatório e uma nova rede de tubulações de abastecimento, que levará a água armazenada até os novos pontos de consumo.

O tratamento para este tipo de água exige apenas uma desinfecção com cloro, para garantir a saúde dos usuários, caso estes venham a ingerir esta água.

Cabe ressaltar que o sistema a ser implantado deverá ser absolutamente separador do sistema de água já existente, bem como, deverá ser feita à identificação de todos os componentes do novo sistema implantado.

### c) Execução de sistema individualizado de armazenamento de água

Alguns laboratórios estão isolados fisicamente dos demais, sendo difícil o encaminhamento da água descartada para um reservatório central. Assim, podem ser previstos pequenos reservatórios no próprio local, para uso em atividades geradas neste próprio ambiente.

Vale destacar a necessidade de identificar a água reservada como proveniente de reciclagem para o usuário, independente do tipo de sistema adotado para o reúso. Para tanto, propõe-se confeccionar adesivos e/ou adição de corante compatível com a atividade a ser realizada e a realização de treinamento para os usuários.

O treinamento dos usuários visa a transmissão de conhecimentos com a finalidade de promover um envolvimento efetivo do mesmo na atividade de reciclagem de água proposta, além de permitir a aquisição de habilidades que o auxiliem no uso adequado do sistema. Este é um mecanismo relevante na otimização dos objetivos empreendidos no trabalho de reciclagem, pois o usuário, a partir do conhecimento adquirido, torna-se um gestor e fiscalizador da solução implementada. Para tanto, a população dos edifícios deve se familiarizar pelo menos com as seguintes características:

- forma de funcionamento do sistema – explicação técnica de como o efluente é reservado e redistribuído;
- modo de operação – como e para que atividades é utilizada a água reciclada; e
- benefícios envolvidos na sua utilização - relacionar essas ações à conservação de água, questão fundamental na atualidade, destacando a contribuição na sustentabilidade ambiental através da diminuição do desperdício. Vale destacar também, a economia financeira obtida com a reciclagem de água.

## 4 Considerações Finais

O reúso de é uma das ações de conservação de água que minimizam o consumo deste insumo dentro das edificações, além de contribuir para a sustentabilidade dos sistemas de abastecimento de água.

O presente artigo apresentou o desperdício gerado por um equipamento de análises clínicas localizado no setor de Patologia Clínica do Hospital das Clínicas da UNICAMP, além de alternativas que visam a reutilização desta água.

Verificou que o aparelho de análise clínica monitorado gera um volume de descarte de cerca de 472,4 m<sup>3</sup>/mês. Este volume poderia ser reciclado e reaproveitado nos próprios ambientes do setor, como poderia ser reservado e utilizado em outros setores do hospital.

A Esta água poderia ser reutilizada em atividades como lavagem de pisos e de vidrarias, irrigação de jardins, limpeza de ambientes, entre outras, e poderia reduzir aproximadamente 4% do consumo total do hospital.

Cabe ressaltar que a reutilização da água desperdiçada pelo equipamento monitorado pode ser feita de maneira simples e sem muito custo.

#### **4. REFERÊNCIAS**

- ASANO, Takashi et All. Evolution of Tertiary Treatment Requirements in California. **Water Environment & Technology**. Vol. 4, N. 2, p. 36-41, Fevereiro de 1992.
- HESPAÑOL, I. Esgotos como recurso hídrico. Parte I - Dimensões políticas, institucionais, legais, econômico-financeiras e socio-culturais. **Revista Engenharia**. N.523. 1997. pp 45-58.
- ILHA, M.S.O.; NUNES, S.; SALERMO, L. Incidência de patologias nos sistemas prediais de água do hospital das clínicas da UNICAMP. **VIII Congresso Latino-americano de patología de la construcción – CONPAT 2005**. Vol II. Patología de la Construcción Assunción, Paraguay. Editado por CONPAT 2005. Capítulo IX: Instalaciones de redes de servicio, trabajo br05, pp. Ix9 – ix.16.
- ILHA, N.; et alii. Patologia dos sistemas prediais de água do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas. **I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. 18-21 de julho de 2004. São Paulo, SP. CD Room
- MINISTÉRIO DA SAUDE. Portaria nº518/GM de 25/03/2005. Secretaria de Atençãp à Saúde. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/saude>. Acesso em: julho de 2004.
- NUNES,S.da S et alii. Considerações sobre a conservação de água em equipamentos de uso específico na Universidade Estadual de Campinas. : **I Conferência LatinoAmericana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2004, São Paulo. CD Rom PAP1098d.
- SALERMO, L.; ILHA, M. Avaliação das atividades de manutenção através do mapeamento do fluxo de valor: Estudo de caso dos sistemas prediais de água do Hospital das Clínicas da UNICAMP. **IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais**. !8 e 19 de maio de 2005. Goiânia, GO. CD Room.
- SALERMO, L.; et alii. Análise do perfil de abastecimento de água do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas. **I Conferência Latino-Americanana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. 18-21 de julho de 2004. São Paulo, SP. CD Room
- SAUTCHÚK, C. A. Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edificações. 2004. 300p. **Dissertação (Mestrado)** – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (POLI-USP). São Paulo.
- SETTI, M. B. C. Reúso de Água – Condições de contorno. 1995. 270p. **Dissertação (mestrado)** – Escola politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), São Paulo.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a todos os integrantes da equipe de desenvolvimento do Programa de Conservação de Água da UNICAMP, em especial aos alunos João Paulo Rabello e Kátia Veríssimo.