



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

REÚSO DE ÁGUA CINZA EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS MULTIFAMILIARES – Parâmetros quali-quantitativos.

Simone Fiori (1); Vera Maria Cartana Fernandes (2)

(1) Faculdade de Engenharia e Arquitetura/FEAR - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil, Fone-Fax: (54) 316-8203, e-mail: sfiori@upf.br

(2) Faculdade de Engenharia e Arquitetura/FEAR – Mestrado em Engenharia: Infra-estrutura e Meio Ambiente - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil, Fone: (54) 316-8233, e-mail: cartana@upf.br

RESUMO

A água é um elemento vital para a sobrevivência humana. O processo de industrialização e urbanização das sociedades tem repercussões sem precedentes sobre o meio ambiente. Os recursos naturais não estão acompanhando as crescentes demandas e ainda há a degradação não controlada de recursos disponíveis. A medida de reutilizar a água se torna necessária principalmente nos grandes centros urbanos, cuja demanda é reprimida principalmente pela poluição. O objetivo deste trabalho foi determinar os parâmetros qualitativos e quantitativos da água cinza gerada em edificações residenciais multifamiliares, indicando os volumes gerados para o reúso, buscando subsidiar a redução do consumo e a sustentabilidade hídrica pelo uso racional e eficiente da água. Os parâmetros foram analisados através de ensaios em laboratório da água cinza coletada e de questionários aplicados aos usuários das edificações multifamiliares. Com os resultados obtidos, foi observado que os volumes gerados são suficientes e com um tratamento adequado, estas águas podem ser reutilizadas para fins não nobres em qualquer edificação, gerando economia de água potável com redução da demanda nos sistemas urbanos de captação, distribuição e tratamento de água, bem como a minimização na geração de efluentes.

Palavras-chave: reúso de águas; água cinza; sustentabilidade hídrica; parâmetros quali-quantitativos.

ABSTRACT

The water is a vital element for the human survival. The fast growth of the population and the accelerated progresses in the industrialization process and urbanization of the societies have unprecedented repercussions on the environment. The natural resources are not accompanying the increasing demands and still it has the not controlled degradation of available resources. Measure of reusing the water becomes mainly necessary in the great urban centers, whose demand is repressed mainly by the pollution. The objective of this research was to determine the quantitative and qualitative parameters of the greywater in multifamiliar residential buildings, indicating the volumes generated for the reuse, searching to subsidize the reduction of the consumption and the water sustainability for the rational and efficient use of the water. With the obtained results, it was observed that the generated volumes are enough and with an appropriate treatment, these waters can be reused for ends non drinkable in any construction, generating economy of drinking water with reduction of the demand in the urban systems of reception, distribution and treatment of water, as well as to minimize the generation of the wastewaters.

Keywords: water reuse; greywater; water sustainability; quali-quantitative parameters.

1 INTRODUÇÃO

A escassez de recursos de água doce e os custos cada vez mais elevados para desenvolver novos recursos têm um impacto considerável sobre o desenvolvimento da indústria, da agricultura e dos

estabelecimentos humanos, bem como sobre o crescimento econômico dos países. Uma melhor gestão dos recursos hídricos urbanos, incluindo a eliminação de padrões de consumos insustentáveis, pode dar uma contribuição substancial à mitigação da pobreza e à melhora da saúde e da qualidade de vida dos pobres das zonas urbanas e rurais.

O acesso à água torna-se cada vez mais difícil, especialmente pelo fato de o homem contaminar, em suas diversas formas, essa pequena quantidade de água que se tem disponível. Os esgotos tratados têm um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas e de irrigação, entre outros. Ao liberar as fontes de água de boa qualidade para abastecimento público e outros usos prioritários, o reúso de efluentes contribui para a conservação dos recursos e acrescenta uma dimensão econômica ao planejamento dos recursos hídricos. Vários países, preocupados com essa questão, estão adotando o reúso de águas servidas para manutenção do seu balanço hídrico.

A racionalização do uso da água nas atividades promovidas pelo homem é um passo para reduzir os riscos de contaminação hídrica. Se forem menores os volumes de água utilizados e descartados pelas atividades de mineração, agricultura, indústria e serviços, menores serão, naturalmente, as necessidades de tratamento e de seu acondicionamento às condições originais de pureza. A racionalização é uma parte da ação total que engloba ações de demanda e oferta de água. Esse conceito incorpora a minimização das quantidades utilizadas ao de fontes alternativas de água.

A possibilidade de substituição de parte da água potável de uma edificação, por uma água não potável, reduz a demanda sobre os mananciais de água. Essa substituição de água potável, através do reúso de águas cinzas, ou seja, aquelas provenientes dos lavatórios, dos chuveiros, da máquina de lavar roupa e louça, da pia da cozinha e tanque, e é extremamente benéfica, pois além de minimizar o uso da água potável para fins não nobres como lavagem de calçadas e carros, descarga nas bacias sanitárias, irrigação de áreas verdes entre outros, pode também reduzir os gastos públicos com a água para lavagem de ruas e veículos públicos, desobstrução de redes coletoras e de galerias de águas pluviais, água de combate a incêndios, e também minimizar essa crise já instalada no abastecimento de água.

1.1 Uso racional da água

As ações de uso racional são de combate ao desperdício, como a detecção e controle de perdas de água no sistema predial, a conscientização do usuário para não desperdiçar água, o uso de aparelhos sanitários economizadores de água, incentivo à adoção da medição individualizada, o estabelecimento de tarifas inibidoras do desperdício, entre outras.

Como exemplo dessas ações pode-se citar o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), que tem por objetivo geral promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas.

Ainda, o instrumento da cobrança pelo uso de recursos hídricos que constitui-se num incentivador ao reúso da água. O usuário que reutiliza suas águas reduz as vazões de captação e lançamento e conseqüentemente deve ter sua cobrança reduzida. Assim, quanto maior for o reúso, menor será a utilização de água e menor a cobrança. Dependendo das vazões utilizadas, o montante de recursos economizados com a redução da cobrança em função do reúso pode cobrir os custos de instalação de um sistema de reúso da água na unidade industrial (FIESP/CIESP, 2004).

Para o reúso da água cinza, a configuração básica de um sistema de utilização de água cinza seria o sistema de coleta de água servida, do subsistema de condução da água (ramais, tubos de queda e condutores), da unidade de tratamento da água (por exemplo, gradeamento, decantação, filtro e desinfecção) e do reservatório de acumulação. Pode ainda ser necessário um sistema de recalque, o reservatório superior e a rede de distribuição (SANTOS, 2002).

Segundo a NBR 13.969/97 da ABNT, o reúso local de esgoto seguro e racional tem como base um sistema de reservação e de distribuição. Ao mesmo tempo, todo o sistema de reservação e de distribuição para reúso deve ser identificado de modo claro e inconfundível para não ocorrer uso

errôneo ou mistura com o sistema de água potável ou outros fins. Devem ser observados os seguintes aspectos referentes ao sistema:

- todo o sistema de reservação deve ser dimensionado para atender pelo menos 2 horas de uso de água no pico da demanda diária, exceto para uso na irrigação da área agrícola ou pastoril;
- todo o sistema de reservação e de distribuição do esgoto a ser reutilizado deve ser claramente identificado, através de placas de advertência nos locais estratégicos e nas torneiras, além do emprego de cores nas tubulações e nos tanques de reservação distintas das de água potável;
- quando houver usos múltiplos de reúso com qualidades distintas, deve-se optar pela reservação distinta das águas, com clara identificação das classes de qualidades nos reservatórios e nos sistemas de distribuição;
- no caso de reúso direto das águas da máquina de lavar roupas para uso na descarga das bacias sanitárias, deve-se prever a reservação do volume total da água de enxágüe;

No Brasil, a legislação federal estabelece padrões microbiológicos para as águas tratadas destinadas a consumo público que são os padrões de potabilidade (como a Portaria do Ministério da Saúde 518/2004), padrões microbiológicos para as águas brutas destinadas a diversos usos como captação e tratamento para consumo, preservação da flora e da fauna, irrigação, etc., que são os padrões de qualidade em geral ou padrões ambientais (como a Resolução CONAMA 357/2005) e padrões microbiológicos para banho que são os padrões de balneabilidade (como a Resolução CONAMA 274/2000).

A definição de qualidade baseada na adequação ao uso permite uma classificação das águas: águas adequadas ou não a determinados usos. Por esse motivo, a classificação de boa ou má qualidade para uma água só tem sentido quando se leva em consideração o uso previsto para ela (BLUM, 2003). E é esta previsão de uso que remete o grau de tratamento necessário ao sistema de reúso. Segundo von Sperling (1996), em estudos ou projetos, antes de se iniciar a concepção e o dimensionamento do tratamento, deve-se definir com clareza qual o objetivo de tratamento e a que nível o mesmo deve ser processado.

Quanto ao grau de tratamento necessário, conforme a NBR 13.969/97, para uso múltiplo de esgoto tratado é definido, regra geral, pelo uso mais restritivo quanto à qualidade de esgoto tratado. No entanto, conforme o volume estimando para cada um dos usos, pode-se prever graus progressivos de tratamento (por exemplo, se o volume destinado para uso com menor exigência for expressivo, não haveria necessidade de se submeter todo volume de esgoto a ser reutilizado ao máximo grau de tratamento, mas apenas uma parte, reduzindo-se o custo de implantação e operação), desde que houvesse sistemas distintos de reservação e de distribuição.

Nos Estados Unidos, conforme a U.S.EPA (2004), os estados que possuem regulamentações ou diretrizes para reúso da água têm ajustado padrões para a qualidade desta água e/ou especificado condições de tratamento mínimo. Os coliformes são geralmente usados como indicadores do grau de desinfecção.

2 METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho ocorreu no município de Passo Fundo, que está localizado na região Norte do Estado do Rio Grande do Sul, com uma área total de 759,4 Km² e com uma população de 182.233 habitantes, 95% destes localizados na área urbana (IBGE, 2004).

Em relação ao Saneamento Básico do município, a exploração dos sistemas de água e esgoto é feita pela CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento) em forma de concessão. O volume de esgoto coletado corresponde ao volume de efluente gerado por 20% do total da população e atualmente ele é lançado, sem nenhum tratamento, diretamente no principal rio que corta o município, o Rio Passo Fundo. O restante do esgoto do município é tratado por sistema individual sendo parte pelo sistema tanque séptico e filtro que após é lançado na rede de águas pluviais e a outra parte pelo sistema de tanque séptico e sumidouro. Ainda ocorrem áreas do município onde não há nenhum tipo de sistema de tratamento para o esgoto. A Figura 1 apresenta a localização do município.



Figura 1 - Localização do município de Passo Fundo – RS.

Existe um projeto da CORSAN em andamento, de uma ETE (Estação de Tratamento de Esgotos) para o município, a ETE Araucária, com 26 hectares de área e localizada às margens da BR-285, que após sua conclusão poderá tratar até 50% do volume de esgoto produzido na região central do município. Ressalta-se, no entanto que para alcançar este nível de cobertura de tratamento será necessária a ampliação das redes coletoras.

O trabalho está alicerçado na identificação dos pontos geradores de água para reúso, na obtenção de dados quali-quantitativos dessas águas, para uma escolha segura e econômica da forma de reúso.

Nos edifícios residenciais estudados, para os parâmetros qualitativos foram realizadas três coletas em caixas sifonadas que recebem os efluentes de chuveiros. As coletas foram realizadas em três épocas diferentes durante o ano, com a finalidade de verificar se as mudanças das estações do ano provocam variações na qualidade da água cinza. Optou-se pelos chuveiros, por estes conter maior número de microrganismos patogênicos devido às águas da higiene pessoal dos usuários, e estando assim em favor da segurança.

Para a coleta dos chuveiros, os apartamentos foram divididos por tipologia da seguinte maneira: adultos com crianças; adultos com animais; e somente adultos sem animais. A *amostra 1* foi classificada por apartamento com crianças, a *amostra 2* em apartamento com animais, e a *amostra 3* em apartamento sem crianças e sem animais. O coletor de água cinza utilizado nas caixas sifonadas, é de PVC de diâmetro 75mm e volume de 250ml, e foi colocado dentro da caixa sifonada de cada banheiro analisado, sendo que cada usuário coletou amostras no meio e no fim de seu banho. As coletas dos chuveiros foram homogeneizadas, de acordo com os três tipos citados e então levadas para análise nos laboratórios da UPF.

Para as análises quantitativas, foi determinada estatisticamente para a população de apartamentos do município de Passo Fundo, uma amostra de 512 apartamentos para ser aplicada a pesquisa. Além da medição de vazão e dos pontos geradores de água para reúso, foi elaborado um questionário, com a finalidade de quantificar o volume de água cinza gerado em cada local destas edificações, de mapear os pontos geradores de água cinza para reúso e levantar as demandas de água nas edificações em relação aos hábitos dos usuários, onde foi perguntado, por exemplo, se o usuário escova os dentes com água corrente ou não e quanto tempo gasta nesse procedimento, quantos minutos cada usuário usa para tomar banho, se no apartamento possui ou não banheira, máquina de lavar roupas e/ou louças, se o usuário é ou não favorável ao reúso de águas, entre outras perguntas.

Os 512 apartamentos foram divididos conforme a tipologia, em relação aos aparelhos sanitários que possuíam, em oito tipos (Tipo 1: apartamento completo, ou seja com todos os aparelhos considerados; até o Tipo 8: que continha somente os aparelhos básicos como chuveiro, lavatório, pia da cozinha e tanque).

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados qualitativos, obtidos através das análises nos laboratórios, estão expressos conforme Tabela 1. Na Tabela 1, o critério que determinou a escolha do tipo de uso da água da EPA para Reúso Urbano, considerado um dos valores de referência desta pesquisa, foi porque este uso mais se aproximou com os usos esperados para reúso da água cinza pesquisada, ou seja, para todos os tipos de irrigação de jardins ou paisagens, lavagem de veículos e calçadas, descarga sanitária, uso em sistemas de combate a incêndios e ar condicionados, entre outros. Do mesmo modo, o mesmo critério foi usado

para determinar a utilização da classe 2 da Resolução CONAMA 357/05 em favor da segurança, e da classe 3 da NBR 13969/97 para uso em descarga de bacias sanitárias.

Tabela 1 – Média dos resultados qualitativos da água cinza analisada.

| Parâmetros | Amostra 1 (Com crianças) | Amostra 2 (Com animais) | Amostra 3 (S/ crianças e s/ animal) | Portaria 05/89 RS ¹ | EPA-Reúso urbano ² | CONAMA 357/05 ³ | NBR 13969 Classe 3 |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|
| Colif. fecal (NMP/100ml) | 5,68x10 ³ | 5,96x10 ⁵ | 1,26x10 ⁵ | ≤ 300 | ND* | 1000 | ≤ 500 |
| Colif. total (NMP/100ml) | 6,40x10 ⁵ | 5,92x10 ⁶ | 5,39x10 ⁶ | - | | 5000 | |
| Óleos e Graxas (mg/l) | 16,90 | 13,53 | 17,93 | ≤ 30 | | | |
| pH | 7,37 | 6,94 | 7,09 | 6,0 a 8,6 | 6 a 9 | 6 a 9 | |
| DBO (mg/l) | 324,00 | 299,33 | 283,00 | ≤ 200 | ≤ 10 | ≤ 5,0 | |
| DQO (mg/l) | 664,33 | 673,67 | 594,33 | ≤ 450 | | | |
| Sólidos Suspensos (mg/l) | 182,67 | 122,67 | 152,67 | ≤ 200 | | | |
| Sólidos Sedimentáveis (ml/l) | 0,15 | 0,10 | 0,10 | ≤ 1,0 | | | |
| OD (mg/l) | 3,21 | 2,96 | 3,04 | | | ≥ 5,0 | |
| Surfactantes (mg/l) | 3,86 | 3,89 | 3,67 | 2,0 | | | |
| Contag. Bactérias (UFC/ml) | 4,43x10 ⁵ | 2,33x10 ⁵ | 2,92x10 ⁶ | | | | |
| Cloretos (Cl ⁻ mg/l) | 33,07 | 50,50 | 71,43 | | 600 | 250 | |
| Turbidez (UNT) | 328,63 | 243,43 | 247,13 | | ≤ 2,0 | 100 | < 10 |

Onde:

1 – Valor máximo para lançamento de efluentes em corpos d'água pela Portaria 05/89 do RS.

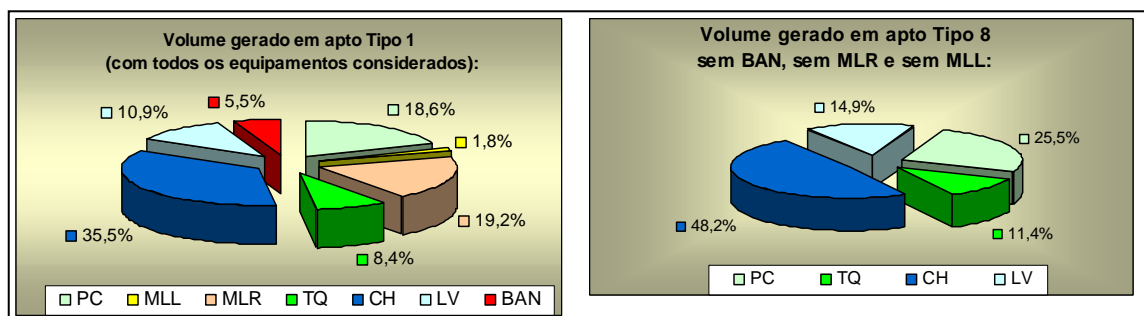
2 – Limite para a Classe Reúso Urbano, conforme U.S.EPA – Manual Guidelines for water reuse. Nos locais onde o contato humano não é permitido o limite é 200 coli. fecais/100 ml, 30 mg/l de SS (Sólidos Suspensos) e 30 mg/l de DBO. O limite para cloro residual é 1 mg/l. (ND* – Não Detectável).

3 – Limites da Resolução CONAMA 357/05 para classe 2 – águas destinadas à recreação de contato primário (tais como natação e mergulho, conforme Resolução CONAMA 274/00), irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, e à aquíicultura e à atividade de pesca.

4 – Classe 3: Para reúso em descarga de Bacias Sanitárias.

Na Tabela 1 são observados os resultados qualitativos referentes à média das coletas de água cinza dos chuveiros, realizadas em março, junho e dezembro de 2004. Os resultados mostram a variação na maioria dos parâmetros. Por exemplo, a variação dos Coliformes fecais das amostras foi de 5,68x10³ para 5,96x10⁵ NMP/100ml, o que para um efluente deveria ser menor ou igual a 300 (NMP/100ml) para ser lançado em corpos d'água conforme Portaria 05/89 do RS, deveria ser menor que 500 (NMP/100ml) para a classe 3 da NBR 13.969/97, não ser detectável para o Reúso Urbano da EPA e deveria ser menor que 1000 (NMP/100ml) para a classe 2 da Resolução CONAMA 357/05.

Os resultados quantitativos, obtidos através da aplicação dos questionários, estão expressos a seguir. A Figura 2 apresenta os gráficos dos volumes de água cinza gerados pelos aparelhos sanitários, conforme a tipologia dos apartamentos (Apartamento Tipo 1: com todos os aparelhos considerados; e Apartamento Tipo 8: apenas os aparelhos básicos).



Onde: PC: Pia da Cozinha, MLL: Máquina de Lavar Louça, MLR: Máquina de Lavar Roupas, TQ: Tanque, CH: Chuveiro, LV: Lavatório e BAN: Banheira.

Figura 2 – Volumes de água cinza obtidos nos apartamentos pesquisados.

A Tabela 2 apresenta a distribuição do consumo de água potável por aparelho, conforme a tipologia dos apartamentos. Nesta tabela incluiu-se a Bacia Sanitária que é o único aparelho sanitário que não gera água cinza, mas por consumir água potável para fins não nobres, é potencial receptor para a água cinza tratada para reúso.

Tabela 2 – Distribuição do consumo de água potável por aparelho sanitário.

| Tipologia | Aparelho | Consumo em apto com BS 12 (%) | Consumo em apto com BS 6 (%) |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------------|
| <i>Apartamento Tipo 1 (completo)</i> | Chuveiro | 30,6 | 22,9 |
| | MLR | 16,5 | 17,7 |
| | Pia da cozinha | 16,0 | 17,2 |
| | Lavatório | 9,4 | 10,1 |
| | Banheira | 4,8 | 5,1 |
| | Tanque | 7,2 | 7,8 |
| | MLL | 1,6 | 1,7 |
| <i>Apartamento Tipo 2</i> | Bacia sanitária | 13,9 | 7,5 |
| | Chuveiro | 31,0 | 33,5 |
| | MLR | 16,7 | 17,8 |
| | Pia da cozinha | 16,4 | 17,7 |
| | Lavatório | 9,6 | 10,2 |
| | Banheira | 4,8 | 5,2 |
| | Tanque | 7,3 | 7,9 |
| <i>Apartamento Tipo 3</i> | Bacia sanitária | 14,1 | 7,6 |
| | Chuveiro | 36,6 | 40,0 |
| | MLL | 1,9 | 2,1 |
| | Pia da cozinha | 19,2 | 20,9 |
| | Lavatório | 11,3 | 12,3 |
| | Banheira | 5,7 | 6,2 |
| | Tanque | 8,7 | 9,5 |
| <i>Apartamento Tipo 4</i> | Bacia sanitária | 16,6 | 9,1 |
| | Chuveiro | 32,1 | 34,6 |
| | MLR | 17,3 | 18,7 |
| | Pia da cozinha | 16,8 | 18,1 |
| | Lavatório | 9,9 | 10,7 |
| | MLL | 1,7 | 1,8 |
| | Tanque | 7,6 | 8,2 |
| <i>Apartamento Tipo 5</i> | Bacia sanitária | 14,6 | 7,9 |
| | Chuveiro | 32,6 | 35,2 |
| | MLR | 17,6 | 19,0 |
| | Pia da cozinha | 17,3 | 18,6 |
| | Lavatório | 10,0 | 10,8 |
| | Tanque | 7,7 | 8,3 |
| | Bacia sanitária | 14,8 | 8,0 |
| <i>Apartamento Tipo 6</i> | Chuveiro | 38,9 | 42,6 |
| | MLL | 2,0 | 2,2 |
| | Pia da cozinha | 20,3 | 22,3 |
| | Lavatório | 12,0 | 13,1 |
| | Tanque | 9,2 | 10,1 |
| | Bacia sanitária | 17,6 | 9,7 |
| <i>Apartamento Tipo 7</i> | Chuveiro | 37,2 | 40,7 |
| | Lavatório | 11,5 | 12,5 |
| | Pia da cozinha | 19,7 | 21,6 |
| | Banheira | 5,8 | 6,4 |
| | Tanque | 8,8 | 9,6 |
| | Bacia sanitária | 16,9 | 9,2 |
| <i>Apartamento Tipo 8 (básico)</i> | Chuveiro | 39,5 | 43,3 |
| | Lavatório | 12,2 | 13,4 |
| | Pia da cozinha | 21,0 | 23,0 |
| | Tanque | 9,4 | 10,3 |
| | Bacia sanitária | 18,0 | 10,0 |

Na Tabela 2: BS 12 é Bacia Sanitária de 12 litros/descarga e BS 6 é Bacia Sanitária de 6 litros/descarga; MLR: Máquina de Lavar Roupas; MLL: Máquina de Lavar Louças; Os valores em negrito correspondem às diferenças entre os apartamentos em relação ao Básico (Tipo 8).

Pode-se observar na Tabela 2, que, dos apartamentos que possuem 6 litros por descarga na Bacia Sanitária (BS), no apartamento do Tipo 1 o chuveiro consome 22,9% da água potável e a BS 7,5%, enquanto que no apartamento do Tipo 8, o chuveiro consome 43,3% e a BS consome 10% da água potável.

4 CONCLUSÕES

O reúso da água cinza gerada nas edificações diminui o consumo de água potável para fins menos nobres contribui para a sustentabilidade hídrica das cidades, pois em um país onde o saneamento básico não é para todos, e a maioria das cidades despeja o esgoto doméstico diretamente nos rios ou a céu aberto, essa medida minimiza a quantidade de poluição lançada nos corpos hídricos.

Em relação à análise da água cinza deste estudo as conclusões podem ser sintetizadas da seguinte maneira:

- água cinza analisada é um efluente doméstico com baixa qualidade, apresentando por exemplo um alto valor de coliformes fecais em média $2,2 \times 10^5$ (NMP/100ml); Portanto, comprovando a necessidade e a importância de um tratamento adequado para a redução dos parâmetros aos níveis aceitáveis;
- quanto à divisão na análise qualitativa, por tipologia dos apartamentos (com ou sem crianças e/ou animais) e à coletas em diferentes estações do ano, não foi observada nenhuma influência significativa nos resultados da pesquisa;
- com os resultados qualitativos das águas analisadas, pôde-se observar que com um tratamento adequado, como o indicado pela EPA, por exemplo, para reúso urbano, que é o de se realizar um tratamento secundário, filtração e desinfecção, ou ainda os tratamentos indicados pela NBR 13.969/97 da ABNT, como por exemplo, para a bacia sanitária pode-se prever o uso da água de enxágüe das MLR (Máquinas de Lavar Roupas), apenas desinfetando, reservando aquelas águas e recirculando à bacia sanitária, em vez de enviá-las para o sistema de esgoto para posterior tratamento, estas águas podem ser reutilizadas para fins não nobres em qualquer edificação, gerando economia de água potável com redução da demanda nos sistemas urbanos de captação, distribuição e tratamento de água.

Os resultados quantitativos obtidos foram:

- 94% dos apartamentos pesquisados possuem máquina de lavar roupa (MLR), 39% possuem máquina de lavar louça (MLL) e 8% possuem banheira, além dos aparelhos considerados básicos em apartamentos, como o chuveiro, o lavatório, a pia da cozinha e o tanque. Portanto a tipologia mais encontrada foi a de Tipo 5 (apartamento básico mais a máquina de lavar roupa);
- o volume de água cinza gerado pelos aparelhos em um apartamento completo (Tipo 1), ou seja, apartamento com todos os aparelhos considerados, foi 25% maior do que em um apartamento do Tipo 8, que contém somente os aparelhos básicos, como chuveiro, lavatório, pia da cozinha e tanque; e o Tipo 5 gera 18,6% a mais do que o Tipo 8;
- se, em um apartamento do Tipo 1, a máquina de lavar roupa gera 19,2% da água cinza, e o consumo de água na bacia sanitária deste apartamento é 7,5%, conclui-se que a quantidade de água cinza gerada é suficiente, e com folga para suprir a demanda na bacia sanitária. Então, a quantidade de água cinza gerada por todos os aparelhos é muito maior que a quantidade de água necessária para a descarga da bacia sanitária, justificando o seu reúso em termos quantitativos. Também, comprovando não ser necessária a utilização de todo o volume gerado da água cinza para o reúso;
- deve-se quantificar a demanda pela água de reúso, para evitar desperdícios em relação ao tratamento, devido aos volumes tratados serem maiores que os volumes consumidos da água cinza.

Quanto à opinião dos usuários entrevistados, somente um usuário, dos 512 entrevistados, não aceitaria o reúso de águas, e 95% dos entrevistados aceitaria ter em seus apartamentos uma torneira de reúso devidamente identificada, no tanque por exemplo, juntamente com a torneira de água potável.

Confirmando que a população de Passo Fundo está preocupada e conscientizada com a atual situação da água, e disposta a fazer algo para mudar essa situação.

Supondo-se um condomínio vertical com quatro apartamentos por andar, com quatro andares e com cinco blocos, ou seja, 80 apartamentos com a tipologia em relação aos aparelhos sanitários do Tipo 8, ou seja, somente com os aparelhos básicos. A média de consumo em cada apartamento é de 25 m³/mês, obtida através da pesquisa realizada em Passo Fundo. Então, o condomínio teria um consumo de 2000 m³/mês de água potável. Sabendo-se que, os apartamentos do Tipo 8 que contêm a bacia sanitária de 6 litros/descarga, consomem 10% da água potável para a bacia sanitária, neste condomínio seriam consumidos 200 m³/mês de água potável, ou seja, 200 mil litros de água potável por mês somente para a descarga das bacias sanitárias. Volume este que pode ser economizado de água tratada e potável, pelas concessionárias e pelos usuários, se for aplicado o reúso de água cinza.

Recomenda-se, deste modo, que o setor residencial, comercial e industrial, adote uma postura de conformidade ambiental, dedicando especial atenção para um insumo vital como a água, com a consciência adequada da necessidade de sua utilização de forma racional em termos quantitativos e qualitativos.

Portanto, se o uso da água cinza do chuveiro, for exclusivamente para a descarga das bacias sanitárias, acredita-se que com um tratamento simples como filtração e desinfecção, a água cinza possa ser reutilizada sem maiores problemas e com economia para o usuário e para as concessionárias, e contribuir também com a preservação ambiental com reflexo nas gerações futuras, minimizando a carga de esgotos nos rios e, onde um recurso tão importante quanto à água potável, será reservada apenas para os fins nobres.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. RJ, set. 1997.

BLUM, José R. C. Critérios e padrões de qualidade da água. In: MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H. F. dos. (Editores). **Reúso de água**. Barueri, SP: Manole, 2003. p. 125-174.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução n.º 357, de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. CONAMA, mar. 2005.

_____. **Resolução n.º 274, de 2000**. Legislação de balneabilidade, em relação aos níveis estabelecidos para a balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário. CONAMA, Nov. 2000.

FIESP/CIESP. **Conservação e reúso de água**: Manual de orientações para o setor industrial. FIESP/CIESP/ANA: vol. 1. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Destaque/docs/d179-reuso.pdf>> Acesso em 30 set. 2004.

FIORI, Simone. **Avaliação qualitativa e quantitativa do potencial de reúso de água cinza em edificações multifamiliares**. 2005. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia: Infra-estrutura e Meio Ambiente). PPGEng: Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **IBGE**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria MS 518 de 2004**. Procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade, Brasília, 25 mar. 2004. DOU 26/03/2004, seção I, p 266.

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA. **PNCDA**. Disponível em: <<http://www.pncda.gov.br>>. Acesso em: 23 dez. 2004.

SANTOS, D.C. Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental. **Ambiente Construído**: Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, ANTAC, Porto Alegre, v.2, n.4, p. 7-18, out./dez. 2002.

SECRETARIA DA SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE DO RS. **Portaria 05 de 1989 – SSMA**. Dispõe sobre critérios e padrões de efluentes líquidos a serem observados por todas as fontes poluidoras que lancem seus efluentes nos corpos d'água interiores do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 16 mar. 1989.

TOMAZ, P. **Economia de água para empresas e residências**. Um estudo atualizado sobre o uso racional da água. São Paulo, SP: Editora Navegar, 2001.

U.S.EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Manual guidelines for water reuse*.. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs/625r04108/625r04108.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2005.

_____. *Water Conservation Plan Guidelines*. U.S. Washington, DC: EPA, Ago. 1998. Disponível em: <<http://www.epa.gov>>. Acesso em: 15 jan. 2005.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. In: **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Vol. 1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1996.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a CAPES, ao PPGEng da UPF (Programa de Pós Graduação em Engenharia) e aos laboratórios da FEAR – Faculdade de Engenharia e Arquitetura da UPF.