

Aplicação de Tecnologias de Conservação do Uso da Água Através do Reuso – Estudo de Caso Cuiaba, MT

Rafael Pedrollo de Paes

Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento/USP

rafael_paes1@yahoo.com.br

Gabrielly Cristhiane Oliveira e Silva

Faculdade de Arquitetura, Urbanismo, Engenharia e Belas Artes – UNIC

gabyzinha_20@yahoo.com.br

Josita Correto da Rocha Priante, Eliana Beatriz Nunes Rondon Lima, Nicolau Priante Filho

Instituto de Ciências Humanas e Sociais/UFMT

jositacp@terra.com.br, elianar@ufmt.br, nicolaup@terra.com.br

Recebido: 05/11/08 – revisado: 24/02/10 – aceito: 06/08/10

RESUMO

A tecnologia de conservação do uso da água proposta neste trabalho surgiu da necessidade da minimização de desperdício de água em residências. Ela consiste na separação da água aproveitável usada na lavagem de roupas (água de enxágue) em máquina de lavar roupas e sua posterior utilização para fins menos nobres, como as descargas sanitárias e lavagens de calçadas. Através de participações em eventos, oficinas e palestras em Cuiabá e Várzea Grande(MT), divulgaram-se alguns princípios de educação ambiental e a prática de reuso de água. Esses eventos serviram de base para o primeiro contato com a comunidade. Após a distribuição de questionários ao público e análise das respostas, seguidas de visitas técnicas às residências de interesse e entrevista com seus proprietários, definiram-se os locais de estudo desta pesquisa. Durante 15 meses foram acompanhadas seis moradias com o sistema de reuso implantado, incluindo o monitoramento quantitativo e qualitativo da água. Por meio de dois hidrômetros em cada residência verificou-se a redução proporcional do consumo de água potável devido ao sistema de reuso. Para o monitoramento qualitativo, foram coletadas amostras da rede de abastecimento e de reuso para análises físicas e químicas. Em comparativo entre os resultados quantitativos, o consumo da água reusada em relação ao da água potável em cada residência variou de 7,9% a 26,4%. Sobre o aspecto qualitativo, foi observado de maneira geral o relativo acréscimo dos valores de cor, turbidez, sólidos totais dissolvidos, fósforo e pH. Os resultados qualitativos foram comparados com duas referências nacionais sobre a regulamentação da qualidade da água para reuso: a NBR n.º 13.969 de 1997 e o manual de conservação e reuso de água em edificações publicado por Fiesp, Ana, Sinduscon-SP em 2005.

Palavras-chave: reuso de água residencial, reuso de água cinza, minimização de desperdício, monitoramento qualitativo e quantitativo, uso racional da água.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural, finito, dotada de valor econômico, social e essencial à existência do homem e do meio ambiente. O elevado crescimento da população tem instigado uma pressão sobre os recursos hídricos. O consumo de água por habitante tem aumentado nas últimas décadas, pois a rápida urbanização e seus impactos, entre outros fatores, têm colocado muitas regiões em situações de risco de estresse do sistema hídrico.

Dante desse cenário são exigidas atitudes incisivas em relação ao uso dos recursos hídricos.

Conforme Mancuso e Santos (2003), a Política Nacional de Recursos Hídricos, pela lei nº 9.433 de 1997, institui os fundamentos da gestão dos recursos hídricos, e com ela cria condições jurídicas e econômicas para a hipótese do reuso de água como forma de utilização racional e de preservação ambiental.

A utilização de um sistema de reuso de água se mostra interessante no complemento ao abastecimento urbano, e sua grande vantagem

advém do fato da utilização da água de reúso preservar água potável para atendimento de necessidades que exigem a sua potabilidade, como a ingestão direta ou o preparo de alimentos (Mota; Manzanares; Silva, 2006); além de exigir menos dos sistemas públicos de água e esgoto. Essa prática deve ser considerada parte de uma atividade mais abrangente, a qual inclui a redução do consumo de água potável e o controle de perdas, consistindo no uso racional de água.

Sobre a aceitação do usuário de água de reúso, Cohim e Cohim (2007) ressaltaram a importância da origem da água a ser reusada. Foi apontado que há maior aceitação do usuário quando a água é oriunda da própria residência, em contraposição à possibilidade desta ter origem em outras fontes, como bairros ou áreas públicas comunitárias.

O projeto *Aplicações de tecnologias de conservação do uso da água: Estudo de caso em Cuiabá – MT* (Lima, 2006) surgiu da necessidade de tecnologias que visem reduzir o desperdício da água potável nas residências através de um sistema de reúso econômico, prático e que possa ser utilizado de maneira compatível com os hábitos dos usuários. A pesquisa trata de uma série de estudos (Priante Filho et. al., 2003; Moura, 2003; De Paes, 2008) que, até então, culminou nos resultados apresentados neste trabalho.

O sistema se baseia na separação da água de enxágue em máquina de lavar roupas, visando armazená-la e bombeá-la a um reservatório superior na residência, a fim de utilizar esta água para usos com menores restrições qualitativas, como nas descargas sanitárias, lavagem de pisos, umidificação de ambientes externos e rega de plantas.

OBJETIVO

Este trabalho se propõe a descrever a experiência obtida na aplicação de tecnologia de conservação do uso da água em residências e apresentar os seus resultados. O projeto foi realizado em etapas, com início focado na educação ambiental em uma comunidade, seguido da implantação de um sistema de reúso de água em residências de Cuiabá (MT), e seu monitoramento para a melhoria contínua.

MATERIAL E MÉTODOS

A princípio, houve difusão da concepção de reúso de água residencial em diversas comunidades por meio de palestras voltadas à temática da conservação do uso da água. Localizadas as residências a receber o sistema de reúso e concluída a sua instalação, procedeu-se ao monitoramento quantitativo e qualitativo.

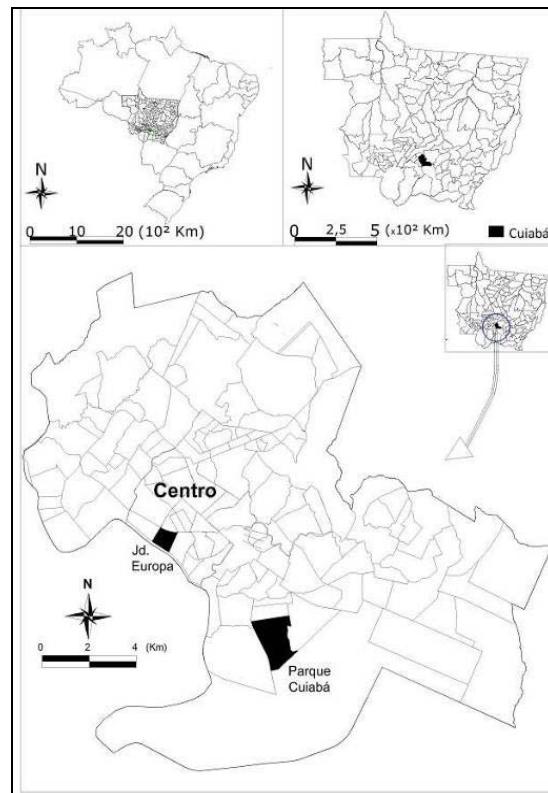


Figura 1 - Localização geográfica da área de estudo

Área de estudo

O município de Cuiabá possui aproximadamente 550 mil habitantes, com taxa anual de crescimento de 2,7% e 3.538,17 Km² de área (IBGE, 2009). Localiza-se geograficamente na microrregião Centro-Sul Mato-grossense e tem como principal manancial hídrico o rio Cuiabá, com serviço de captação, tratamento e distribuição de água fornecido pela Companhia de Saneamento da Capital – Sanecap (IPDU, 2009).

O projeto de reúso de água teve seus sistemas instalados em seis residências, identificadas

de A a F, de dois bairros do município de Cuiabá, na seguinte distribuição, conforme Figura 1:

- Parque Cuiabá: 4 residências (Res. A, B, C e D);
- Jardim Europa: 2 residências (Res. E e F).

Segundo IPDU (2009), ambos os bairros possuem características de renda média e densidade demográfica médio-alta. De modo geral as residências selecionadas se encontram inseridas nos padrões habitacionais dos seus respectivos bairros.

Sistema

Grande parte das máquinas de lavar roupas possui três enchimentos de sua bacia durante a operação. O primeiro deles descarta a *água de lavagem*, que possui alta concentração de matéria orgânica e sabão. Os dois últimos enchimentos descartam a *água de enxágue* da roupa, mais diluída e menos propensa à deterioração ao ser armazenada. O sistema de reúso proposto neste trabalho se baseia na separação da água de enxágue (porção reaproveitável e que responde por dois terços do consumo total do processo de lavagem de roupas) da água de lavagem em máquinas de lavar. O princípio é que esta separação seja realizada automaticamente por um dispositivo elétrico a ser acoplado à máquina, conforme Hayashi et. al. (2002) e Priante Filho et. al. (2002).

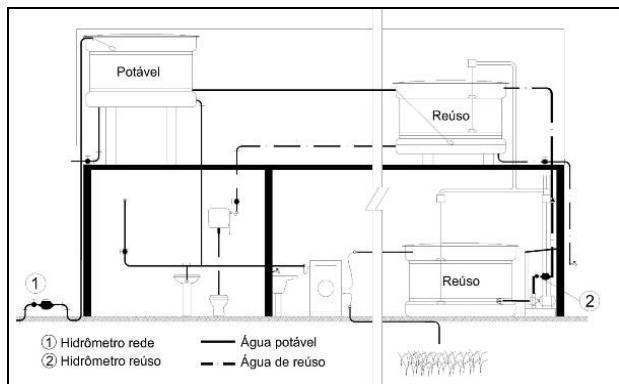


Figura 2 - Sistema básico de implantação de reúso de água
Adaptado de Moura (2003)

A porção reaproveitável recebe filtração simples com tela perfurada e desinfecção com hipoclorito de sódio. Em seguida é recalcada por meio de bomba elétrica para um reservatório superior, localizado sobre a laje, a fim de utilizar

esta água para fins menos nobres. O reservatório superior é ligado diretamente ao vaso sanitário e torneiras externas, os quais devem ser exclusivos para tais usos. Se houver falta de água de enxágue para a descarga sanitária, o que pode ser causado pela insuficiente quantidade de lavagem de roupas, é previsto um sistema de bóias que permite que a água da rede de abastecimento público complemente a cisterna em quantidade suficiente para o atendimento da demanda dos pontos de reúso. O modelo simplificado é mostrado na Figura 2.

Seleção das residências

Houve amplo trabalho de educação ambiental com foco na importância do uso racional da água a partir da exposição de protótipo portátil do sistema de reúso, além de material de divulgação produzido pela própria equipe (Priante et. al., 2002). As apresentações, que visaram a adesão das comunidades ao projeto, ocorreram por meio de palestras, oficinas, seminários, feira de ciências em escolas, entre outros, nas cidades de Cuiabá e Várzea Grande (MT).

Durante o programa de educação ambiental foram aplicados cerca de mil questionários ao público, com retorno de aproximadamente 40% após algumas semanas. Por meio das respostas sobre os hábitos familiares, o número de moradores, o corrente método utilizado para a lavagem de roupas e o interesse do proprietário com a instalação do sistema, aproximadamente 60 residências receberam visitas técnicas, seguidas por entrevistas com seus proprietários. Ao longo do período estudado foi possível a instalação do reúso em seis residências.

Monitoramento quali-quantitativo

O primeiro aparato experimental foi instalado em julho de 2005 e o último em agosto de 2006. Houve acompanhamento mensal da qualidade física e química tanto da água potável que o morador recebe da Sanecap quanto da água de reúso. Os parâmetros escolhidos para avaliação da qualidade da água foram turbidez, cor, sólidos totais dissolvidos (STD), pH e fósforo total. As análises foram realizadas a partir do período de instalação do sistema em cada residência até o mês de setembro de 2006.

Atualmente não existe legislação específica definindo padrões de qualidade na utilização da água de reúso para fins residenciais. Segundo a publicação Reúso [...] (2006), a única legislação

sobre o assunto é a Resolução nº 54/2006 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, que apenas define a classificação de água de reúso. Por este motivo, foram utilizadas duas referências para comparação com os resultados qualitativos do sistema. São elas a NBR 13.969/97 – norma sobre tanques sépticos que estabelece, entre outros, padrões para a qualidade da água a ser reusada – *Classe 3*: para uso em bacias sanitárias; e o manual de conservação e reúso de águas em edificações (Fiesp; Ana; Sinduscon-SP, 2005) *Classe 1*: usos em descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos e fins ornamentais, lavagem de roupas e de veículos. Atenta-se para o fato de que no entendimento deste manual a classificação do uso da água atribuída à descarga deve ser a mesma da lavagem de roupas e de veículos.

Houve ainda comparação mensal entre o consumo de água da rede potável e o consumo de água reusada. Para tanto, realizaram-se medições via dois hidrômetros instalados em locais estratégicos: um na entrada da residência, para mensurar a quantidade consumida de água potável; e outro em ponto logo após a bomba elétrica responsável por recalcar a água de reúso ao reservatório superior.

RESULTADOS

A instalação do sistema de reúso de água foi efetuada concomitantemente às ações de educação ambiental. O monitoramento qualitativo e quantitativo aconteceu desde a instalação em cada residência até os meses de setembro e outubro de 2006, respectivamente. Salienta-se que as residências E e F foram monitoradas apenas durante os dois últimos meses.

Resultados quantitativos

A consideração de redução de consumo de água potável se refere à comparação da quantidade da água de reúso utilizada, em substituição à potável, com a instalação do sistema. Os valores médios de redução no consumo de água potável em cada moradia são apresentados na Figura 3.

A Tabela 1 contém informações sobre o número de moradores e a quantidade média de lavagens de roupa por semana em cada residência. O número de lavagens de roupa por semana faz alusão ao número médio de ciclos da máquina de lavar roupas, podendo esta operar mais de uma vez ao dia.

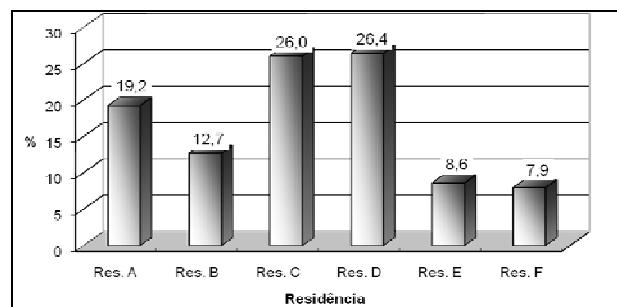


Figura 3 - Porcentagem média de reúso de água

Tabela 1 – Número de moradores e média de lavagens de roupa por semana em cada residência

Residência	Número de moradores	Lavagens por semana (média)
A	7	3
B	4	2
C	4	70
D	4	3
E	5	6
F	4	5

A residência C funciona como lavanderia caseira, por isso há alta disponibilidade de água para reúso.

O comparativo entre o consumo mensal de água da rede e de água reusada é exposto individualmente para cada residência.

Residência A:

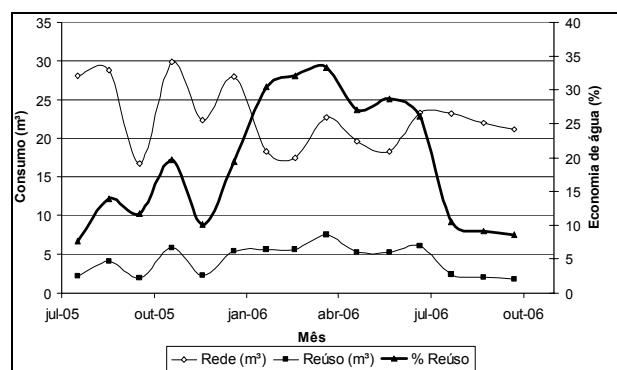


Figura 4 - Resultados quantitativos (Res. A)

Depois de aproximadamente seis meses de acompanhamento, a residência passou a lavar roupas em mais de um dia por semana para a

mesma quantidade de roupas. A mudança resultou no aumento considerável da eficiência do reaproveitamento de água, já que a água reusada passou a ser armazenada ao longo da semana de maneira melhor distribuída. Em 15 meses de estudo, o hidrômetro de reúso na residência registrou o maior volume absoluto de água reusada: $63,3\text{ m}^3$, o que significa média de $4,4\text{ m}^3$ por mês. A comparação mensal entre os consumos de água da rede e de reúso é apresentada na Figura 4.

Residência B:

O volume total de água reusada ao longo dos 15 meses de instalação do sistema foi de $9,5\text{ m}^3$ e média mensal de $0,7\text{ m}^3$. Nos últimos meses houve aumento do número médio de lavagens de roupa de uma para duas vezes por semana, aumentando a distribuição de água de enxágüe ao longo da semana. É possível que esse seja o motivo para a redução do consumo de água da rede e a elevação considerável da quantidade de água de enxágüe para reaproveitamento (Figura 5).

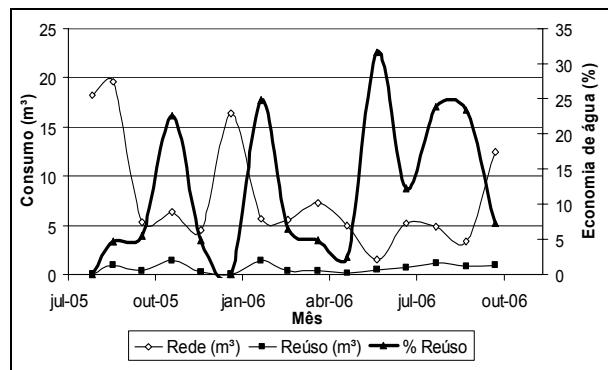


Figura 5 - Resultados quantitativos (Res. B)

Residência C:

Durante os 14 meses de monitoramento o total de $33,5\text{ m}^3$ de água foi reusado; e média de $2,4\text{ m}^3$ por mês. Há nela a atividade de lavanderia caseira, com prestação de serviço a diversas famílias. Isso resulta em grande demanda por volume de água potável para as lavagens de roupas e excesso de água de enxágüe, a ponto ser frequente a sua passagem pelo extravasor do reservatório inferior de reúso. A água de descarga e de lavagem de calçadas utilizada era quase completamente provinda do enxágüe de lavagem de roupas, com rara

complementação pela rede pública. A figura 6 ilustra os resultados.

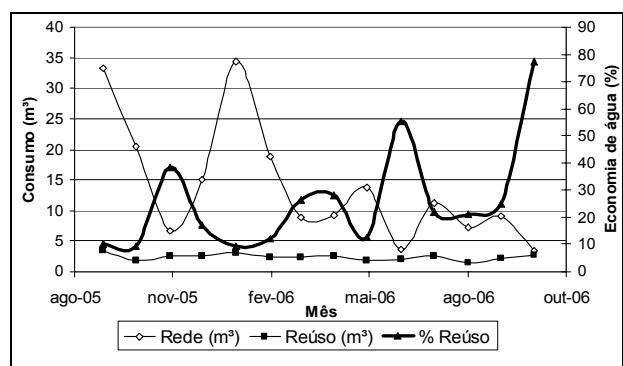


Figura 6 - Resultados quantitativos (Res. C)

Como a partir de maio de 2006 houve diminuição na freqüência de lavagem de roupas, a redução de consumo de água potável passou a alcançar valores médios maiores que nos meses anteriores.

Residência D:

Esta residência atingiu maior percentual de redução do consumo de água potável, com reúso acumulado de $51,6\text{ m}^3$ em 14 meses, e média aproximada de $3,7\text{ m}^3$ mensais. Pressupõe-se que o número bem distribuído de lavagens de roupas durante a semana, com média de três vezes por semana em máquina de lavar do tipo automática de 8 Kg, tenha colaborado com o reaproveitamento. Os resultados são apresentados na Figura 7.

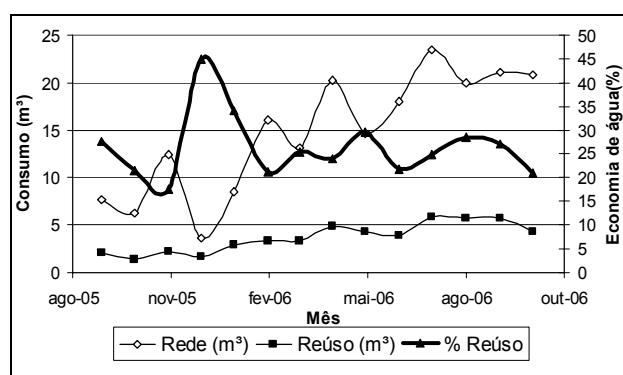


Figura 7 - Resultados quantitativos (Res. D)

Residência E:

Com a conclusão da instalação em agosto de 2006, este domicílio reusou o total de $5,6\text{ m}^3$ até

outubro do mesmo ano, e obteve média de 2,8 m³ por mês. Entre setembro e outubro, a bomba de recalque ficou inoperante por duas semanas, prejudicando o resultado total. Foi estimado que caso este problema não ocorresse, a média de reuso poderia alcançar valores próximos a 15%, em contraposição aos 8,6% obtidos. A Figura 8 ilustra esses resultados.

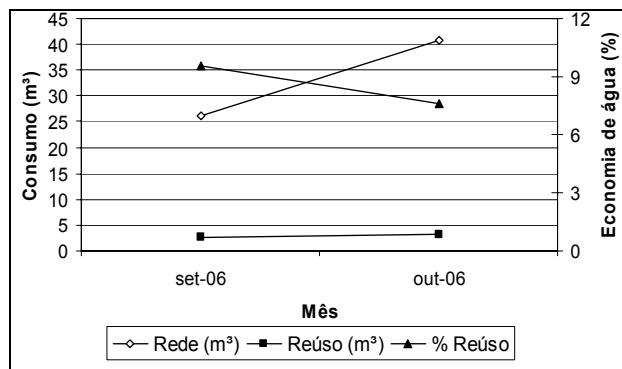


Figura 8 - Resultados quantitativos (Res. E)

Residência F:

A instalação do sistema nesta residência foi em agosto de 2006, totalizando aproximadamente 1,9 m³ de água reusada e média de 0,9 m³ por mês. A comparação quantitativa é apresentada na Figura 9.

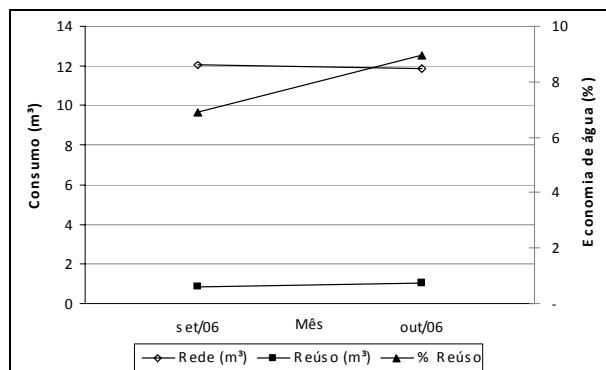


Figura 9 - Resultados quantitativos (Res. F)

O baixo reaproveitamento pode ser explicado pelo reduzido número de lavagens de roupa e da sua má distribuição ao longo da semana.

É importante levar em consideração o tipo de lavadora utilizada: automática 6 Kg, ano 1988, e bacia com capacidade de 64 litros. Seu funcionamento é econômico, já que possui duplo ciclo de enchimento ao invés de triplo, como é a

maioria das máquinas fabricadas atualmente. Na primeira operação a água deve ser descartada (água de lavagem), restando somente a segunda (água de enxágue) para armazenamento. Automaticamente o consumo de água reaproveitável é reduzido pela metade em relação às demais lavadoras em geral.

Resultados qualitativos

Serão apresentados os valores obtidos com os parâmetros cor, turbidez, sólidos totais dissolvidos, fósforo e pH por meio de gráficos do tipo *box-plot* com valores de mediana, máximo, mínimo, alguns valores extremos e *outliers*, além dos 2º e 3º quartis.

Cor

A presença deste parâmetro na água é resultante de materiais corantes dissolvidos, e, no caso da água de reuso, proveniente de matéria orgânica suspensa da lavagem das roupas e de produtos químicos do sabão e do amaciante. Isso explica a elevação média da cor da água utilizada para o reuso, como demonstrado na Figura 10.

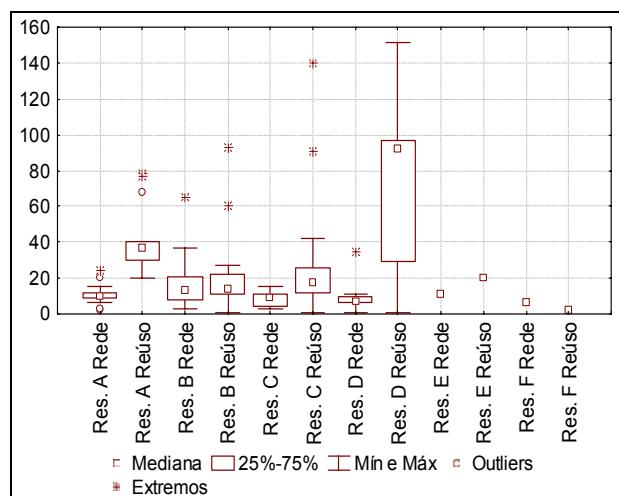


Figura 10 - Resultados do parâmetro cor, em mgPtCo L⁻¹

Foi possível observar que os valores medianos da água de reuso, de forma geral, variaram muito em relação à água potável, com menor dispersão nas residências B, E e F. Estas são as que obtiveram menor eficiência do sistema de reuso.

Houve expressiva tendência à elevação da cor após o processo da lavagem de roupas, em especial na unidade D, que atingiu mediana de 93

mgPtCo L⁻¹. Atenta-se para o fato de cada residência possuir características intrínsecas em função dos hábitos de utilização do sistema. Por este motivo, pontos considerados *outliers* em algumas residências não o são em outras. A dispersão dos resultados da água de reúso esteve inserida entre 1 e 152 mgPtCo L⁻¹.

Não há padrões regulamentados na NBR 13.969/97; porém o manual de conservação e reúso de águas em edificações (Fiesp; Ana; Sinduscon-SP, 2005) recomenda que a cor não deva ultrapassar 10 mgPtCo L⁻¹.

Turbidez

Decorrente de partículas em suspensão que refratam a passagem de luz, a turbidez também aumentou consideravelmente depois da utilização da água na máquina de lavar roupas. O seu aumento é inevitável na água de enxágüe de roupa, pois partículas orgânicas e inorgânicas, como fibras de tecidos e material particulado, são desprendidas após a lavagem. A turbidez se eleva, ainda, com a utilização do sabão e do amaciante.

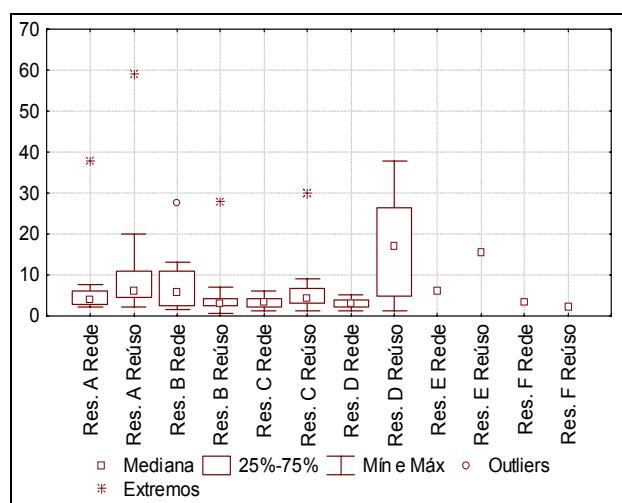


Figura 11 - Resultados do parâmetro turbidez, em UNT

A amostra da água de reúso analisada foi retirada diretamente da torneira interligada ao reservatório superior de reúso. Os sólidos em suspensão nela contidos se decantam no reservatório. A comparação entre a água potável e a água de reúso aponta que há acréscimo dos valores de turbidez em quatro das seis unidades estudadas (Figura 11).

As residências B e F, que apresentaram redução nos valores medianos de turbidez na água

de reúso, são aquelas com menor índice de reaproveitamento. Assim, é possível constatar que a quantidade de água reusada foi insuficiente para elevar a turbidez com significância. A variação deste parâmetro entre todas as amostras da água de reúso esteve compreendida entre 0,7 e 59,2 UNT.

Considerando que o tratamento da água para reúso foi contemplado somente com a remoção de material grosso e simples desinfecção, portanto sem tratamento completo, o aumento médio da turbidez e da cor já era esperado. São parâmetros de aceitação dos usuários, e não houve reclamações quanto a esse aspecto por parte deles.

Entre as quatro unidades residenciais com elevação da turbidez após o reúso, duas apresentaram medianas acima de 10 UNT, valor estabelecido na NBR 13.969/97. Já o manual de conservação e reúso de águas em edificações (Fiesp; Ana; Sinduscon-SP, 2005) sugere valores máximos de 2 UNT.

Observa-se que a NBR 13.969/97 classifica a qualidade mínima da água para descargas sanitárias com menores restrições que o recomendado pelo manual da Fiesp, Ana, Sinduscon-SP (2005). O primeiro atribui a este uso a *Classe 3* – usos somente em descargas sanitárias – enquanto o segundo a *Classe 1*, o qual exige a mesma qualidade para, por exemplo, a lavagem de roupas.

Sólidos totais dissolvidos (STD)

Os valores deste parâmetro são a soma dos teores de todos os constituintes minerais dissolvidos presentes na água. É previsto a sua elevação após a lavagem de roupas, já que estas, sujas, carregam as partículas minerais à água. Os resultados de STD estão na Figura 12.

A sua observação permite notar o aumento da concentração de STD após a utilização da água em máquinas de lavar roupas em todas as unidades. Os valores estiveram entre 42 e 141 mg.L⁻¹. Há elevação devido à presença do sabão e ao desprendimento dos fiapos dos tecidos durante a lavagem.

Ao comparar os valores das medianas de STD das residências entre si, observa-se que eles estão muito próximos uns dos outros, consistindo, portanto, em característica particular da água de lavagem de roupas.

Não há citações sobre este parâmetro na NBR 13.969/97. Já o manual de conservação e reúso de águas em edificações (Fiesp; Ana; Sinduscon-SP, 2005) recomenda concentrações de STD inferiores

a 500 mg.L^{-1} . Assim sendo, apesar do aumento em todas as amostras residenciais, nenhuma delas foi superior ao sugerido.

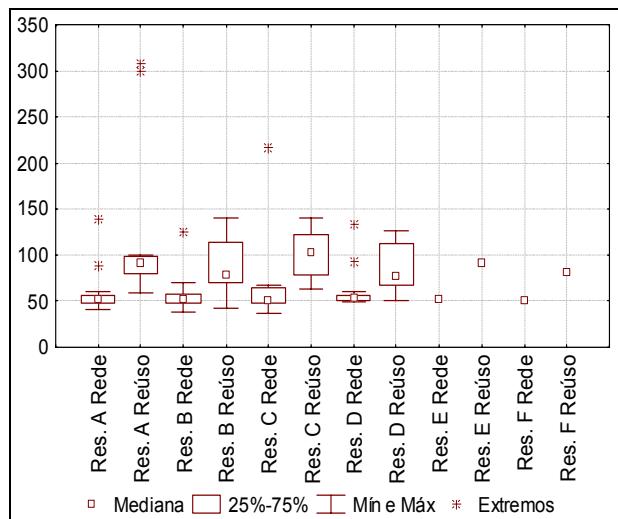


Figura 12 - Resultados do parâmetro sólidos totais dissolvidos, em mg.L^{-1}

Fósforo total

Análises de fósforo foram realizadas somente nas quatro primeiras unidades estudadas e em todos os casos são notados expressivos aumentos de sua concentração na água de reuso. É observada grande variação das medianas, com destaque para a residência B (acréscimo de 59%).

Segundo Von Sperling (1996), a concentração de fósforo total não causa problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento. Porém, com o argumento de que este parâmetro deve ser controlado visando evitar a proliferação de algas e formação de filmes biológicos, que podem se depositar em tubulações, peças sanitárias, reservatórios ou tanques, o manual de conservação e reuso de águas em edificações (Fiesp; Ana; Sinduscon-SP, 2005) recomenda que a sua concentração não ultrapasse $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ para usos em descargas sanitárias. Apesar de o manual sugerir este limite, a Portaria n.º 518/2004 do Ministério da Saúde – que dispõe sobre exigências para água potável – não o fixa. Ao se analisar a Figura 13, é possível constatar que mesmo as amostras de água da rede de abastecimento potável possuem valor, em média, maiores que a concentração defendida pelo referido manual.

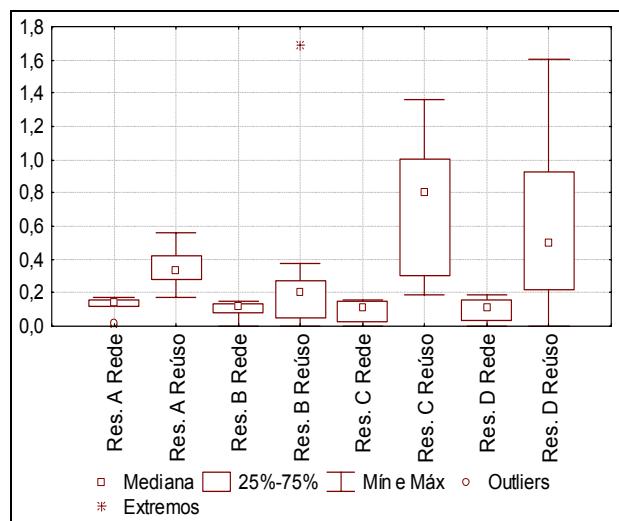


Figura 13 - Resultados do parâmetro fósforo total, em mg.L^{-1}

Em edifícios, o volume do reservatório de água a ser reusada certamente é maior que em residências, o que aumenta a possibilidade da concentração deste parâmetro prejudicar a qualidade do sistema interno de distribuição de água. Talvez esta seja a explicação para tamanha exigência do manual. Se assim for, em pequenas edificações como residências unifamiliares, sua concentração provavelmente não seria tão restritiva. Apesar dessa discussão, a NBR 13.969/97 não faz qualquer menção sobre valores de fósforo total.

pH

O valor do pH é proporcional à concentração de íons H^+ contidos na água, a qual é influenciada pelos produtos químicos utilizados durante a lavagem da roupa. Ao analisar os resultados, é notada a leve tendência à elevação do pH da água de reuso, conforme mostrado na Figura 14.

Apesar disso, seu ligeiro acréscimo não foi capaz de causar grandes alterações na água. É perceptível que as medianas apresentaram valores muito próximos de 7,0, com poucas variações. Ainda é possível observar que, salvo raras exceções, o pH da água a ser reusada está inserido na faixa entre 6 e 9, valores estes indicados ideais, de acordo com o manual de conservação e reuso de águas em edificações (Fiesp, Ana, Sinduscon-SP; 2005). Cabe relatar que a NBR 13.969/97 não limita valores de pH para usos da Classe 3, relativo ao abastecimento das descargas sanitárias.

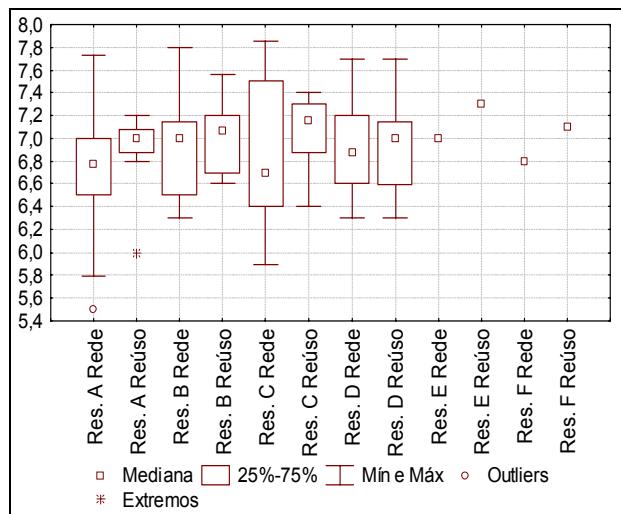


Figura 14 - Resultados do parâmetro pH

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de divulgar o referido sistema de reúso incitando a educação ambiental como parte da metodologia para ter acesso às residências de estudo foi muito rica.

A possibilidade de contato com usuários de água comuns em seis residências e população total de 28 moradores, com a constante oportunidade de troca de informações e sugestões sobre o tema ora a partir dos próprios usuários, trouxe conhecimentos valiosos à equipe de pesquisa e desafios que precisaram ser enfrentados.

Em função das rotinas diferenciadas para a lavagem de roupas em cada residência, houve necessidade de adequação da separação da água de lavagem da água descartada, não sendo possível, em muitos casos, a instalação do dispositivo separador automático, como previsto inicialmente. Isso limitou o aproveitamento máximo da água de reúso, pois a separação manual exigia constante atenção da pessoa que operava a lavadora. Outro fator que tendeu à redução da quantidade registrada de reúso foi a utilização direta da água armazenada no reservatório inferior para lavagem de pisos antes mesmo que esta fosse recalculada, e, portanto, registrada no hidrômetro de reúso.

Essas duas últimas considerações permitem afirmar que a proporção de água a ser reusada pode ser bem superior à atingida neste trabalho.

A maior dificuldade encontrada na pesquisa foi localizar moradores que se disponibilizassem a adotar o sistema de reúso em suas residências, pois

como principal justificativa a necessidade de mudança dos hábitos familiares.

No aspecto quantitativo, os valores de comparação do consumo da água da rede, reúso e suas percentagens em cada residência apresentaram muita variação ao longo do período estudado. É possível fazer algumas observações para maior eficiência na redução do consumo de água:

- Fator relevante para economia ideal de água é seu uso racional em todas as atividades residenciais. De forma geral, nos meses com baixo consumo de água potável, a porcentagem de reúso foi alta. Esta observação é notada principalmente nas figuras de resultados quantitativos nas residências B, C e D.
- A frequência de lavagens de roupa e sua distribuição durante a semana é outro aspecto a se considerar. Quando a roupa acumulada durante a semana é lavada em um único dia, a quantidade de água de enxágüe reaproveitada é limitada pelo volume do reservatório, que por vezes extravasa. Se a roupa é lavada distributivamente ao longo da semana, a água de enxágüe para reúso é proporcionalmente consumida e portanto passa a ser melhor aproveitada.
- Alguns modelos de máquina de lavar roupas são mais econômicos que outros em função, sobretudo, do volume de água que a sua bacia comporta e do ciclo de funcionamento. Para o estudo de viabilidade econômica é importante conhecer o volume exato de água que poderá ser reaproveitado.

Em relação aos resultados com o monitoramento dos parâmetros qualitativos cor, turbidez, STD, fósforo e pH, foi observado que houve acréscimo dos índices na água reusada em comparação com a potável. Apesar disso, tanto a cor quanto a turbidez são parâmetros de aceitação do usuário, dependendo exclusivamente de sua aprovação ou não. Ainda, todos os valores de STD mantiveram-se inferiores ao sugerido pelo manual de conservação e reúso de águas em edificações (Fiesp; Ana; Sinduscon-SP, 2005). Os resultados de fósforo mantiveram-se superiores a $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$, isso consiste em concentração elevada segundo o manual referenciado. No entanto, mesmo a água de abastecimento público esteve com valores superiores

ao recomendado pelo manual. Finalizando, os resultados de pH tiveram pequeno aumento, sem prejuízos para a utilização da água de reuso.

SUGESTÕES

Foram encontradas algumas dificuldades com relação à implantação e manutenção do sistema de reuso de água nas residências. Pela possibilidade de projetos semelhantes surgirem posteriormente, ou mesmo de aplicação do sistema de forma independente, são aconselhadas algumas práticas identificadas a partir da experiência com esta pesquisa:

- Devido ao acúmulo de matéria orgânica mineralizada e lodo, é recomendado que a limpeza do reservatório inferior de reuso ocorra pelo menos a cada três meses. Esta freqüência é o dobro da recomendada pela vigilância sanitária para a limpeza do reservatório de água potável. Destaca-se, portanto, a importância de esse reservatório ser dotado de dispositivo de descarte de água.
- O sistema de recalque funcionando por bomba elétrica ativada manualmente garantiu maior confiabilidade que o sistema de bomba ativada por bóias automáticas.
- Se houver odor no reservatório inferior de reuso, este pode ser controlado com adição de hipoclorito, que reduzirá a atividade microbiológica. Os odores mais intensos foram percebidos quando há demora no consumo da água de reuso; e, principalmente, nos dias de maior temperatura.

Outras sugestões estão associadas à valorização do trabalho de educação ambiental continuado. Nele podem estar inclusos a utilização de sistemas piloto de reuso para serem divulgados à comunidade, ou ainda a produção e distribuição de materiais ilustrativos que incentivem as técnicas de reuso de água. Tais práticas contribuem com a disseminação da informação à sociedade no que diz respeito à importância da adoção do reuso pela população e com a formação técnica de mão de obra qualificada para a instalação desses sistemas.

A educação ambiental poderia ainda se inserir no nível institucional através de incentivo por

parte das indústrias para adaptação de sistemas de reuso. Um exemplo é a proposta de comercialização de máquinas de lavar roupas que já venham com o dispositivo automático separador de águas.

Faz-se extremamente necessário suprir a deficiência de regulamentação da prática de reuso. A falta da legislação específica dificulta a aplicação do sistema, uma vez que muitos não o praticam pela inexistência de modelos a serem seguidos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Mato Grosso – Fapemat – pela disponibilidade de recursos financeiros para a realização desta pesquisa. Agradecem ainda todos os proprietários das residências que aceitaram colaborar com o estudo de modo a ceder suas moradias para a realização da pesquisa científica, os quais fizeram observações e anotações necessárias para o desenvolvimento do sistema.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.969. 1997. *Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação*. Rio de Janeiro. 1997.
- BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1.997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.
- _____. Ministério da Saúde. Portaria 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.
- _____. 2006. MMA. CNRH. Res. nº 54 de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências.
- COHIM, E.; COHIM, F. 2007. Reuso de água cinza: a percepção do usuário (estudo exploratório). II – 418. 11 p. In: *Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Belo Horizonte. CD-ROM.
- DE PAES, R. P. 2008. *Avaliação da viabilidade de reuso de água residencial e as reações comportamentais dos usuários*. Monografia do curso de Eng. Sanitária e

- Ambiental. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá-MT.
- FIESP; ANA; SINDUSCON-SP. 2005. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo / Agência Nacional de Águas / Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo. *Conservação e reúso da água em edificações*. São Paulo: Prol Editora Gráfica.
- HAYASHI, M. M. S.; PRIANTE FILHO, N.; SANTOS, W. G.; PRIANTE, J. C. R. 2002. Máquina de lavar roupas com dispositivo de separação da água a ser utilizada em descargas domésticas. In: *III Seminário de Recursos Hídricos de Mato Grosso*. Cuiabá-MT: FEMA, v. 1, p. 36.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IPDU. 2009. Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano. Prefeitura de Cuiabá. *Perfil Socioeconômico de Cuiabá - Vol. IV*. Cuiabá: Central de Texto.
- LIMA, E. B. N. R. et al. 2006. *Aplicações de Tecnologias de Conservação do uso da Água em Comunidades com fornecimento Intermítente: Estudo de caso do bairro Parque Cuiabá*. Relatório Final do Edital Universal - Fapemat/01/2004. Processo: 228/04.
- MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. 2003. *Reúso de Água*. USP - Barueri, SP: Manole.
- MOTA, M. B. R.; MANZANARES, M. D.; SILVA, R. A. L. 2006. *Viabilidade de Reutilização de Água para Vasos Sanitários*. Rev. Ciências do Ambiente On Line. v. 2, n. 2. p. 24-29. Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/viewarticle.php?id=57>> Acesso em: 01 Out 2008.
- MOURA, V. M. 2003. *Avaliação da viabilidade de reutilização da água de enxágüe de roupa para descargas sanitárias*. Monografia do curso de Eng. Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá-MT.
- PRIANTE, J. C. R.; STEFANINI, A.; ALBUQUERQUE, F. A. C.; LOTUFO, L. S.; PRIANTE, G. R.; PRIANTE FILHO, N. 2002. *Defensores do Planeta água*. Cartilha educativa. Cuiabá: FEMA-MT.
- PRIANTE FILHO, N.; SULI, G. S.; PRIANTE, J. C. R. 2002. *Sistema de bacia sanitária com duplo sistema de descarga*. Patente: Modelo de Utilidade. n. 000022, "Sistema de bacia sanitária com duplo sistema de descarga".
- PRIANTE FILHO, N.; PRIANTE, J. C. R.; MOURA, V. M.; SULI, G. S.; HAYASHI, M. M. S.; LIMA, E. R. 2003. *Sistema de Reuso de água de lavagem de roupa em descargas domésticas*. Informativo do Conselho Regional de Química da 16ª Região/MT. Cuiabá-MT. v. 1.
- REÚSO da água. 2006. *Revista Bio – Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro, Ano XV, p.16-29, abr/jun. 2006.
- VON SPERLING, M. 1996. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. 2ª Ed. Belo Horizonte, MG. Departamento de Engenharia Sanitária-Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais.

Aplication of Water use Conservation Technology Through Reuse – Case Study in Cuiabá - MT

ABSTRACT

The water use conservation technology proposed in this paper arose from the need to minimize residential water wastage. It consists of storing gray water used to wash clothes (rinsing water) in the washing machine for later uses requiring less quality, such as toilet flushing and washing the pavement. Through participation in events, workshops and lectures in Cuiabá and Várzea Grande (MT), environmental education principles and water reuse practices were simultaneously disseminated to participants. These events provided an initial contact with the community. After distribution of questionnaires to the public and analysis of the answers, followed by technical visits to homes and interviews with the homeowners, the sites of study of this research were defined. At six homes with a reuse system in place the water was monitored quantitatively and qualitatively for 15 months. Two hydrometers in each residence allowed measuring the proportional reduction of potable water consumption due to the reuse system. The water supply network and water reused were qualitatively monitored by analyzing physical and chemical samples. Comparison between reused water and potable water consumption ranged from 7.9% to 26.4%. Indeed, there was slight increase in color, turbidity, total dissolved solids, phosphorus and pH parameters. Values were compared with two Brazilian references on water reuse regulations: NBR # 13,969/1997 and a handbook published by Fiesp, Ana, Sinduscon-SP in 2005 about water conservation and reuse in edifications.

Key-words: residential water reuse, gray water reuse, water wastage minimization, qualitative and quantitative monitoring, rational use of water.