

II-053 - ESTUDO DO USO DO EFLUENTE DA MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS EM DESCARGA DE VASOS SANITÁRIOS

Francisco de Assis Martins Ponce ⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental e Sanitarista pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Mestrando em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP).

Ricardo Leandro Santos Araújo ⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela UNIFOR. Mestrando em Ciências da Cidade pela UNIFOR. Professor Titular da UNIFOR.

Endereço⁽¹⁾: Av. Trab. São Carlense, 400 - São Carlos - SP - CEP: 13566-590 - Brasil - Tel: (85) 98917-8080 - e-mail: fcodeassismartins@usp.br

RESUMO

A poluição dos mananciais vem reduzindo o volume de água para o consumo, apesar de ser um recurso renovável, estudos comprovam que em um futuro não tão distante, a água será escassa. Uma solução para reduzir o consumo, seria a substituição da água potável, em atividades que não exigissem a utilização de água nobre, podendo esta ser atendida com o uso de águas cinza, por exemplo. Em uma residência esses efluentes são gerados por pias de banheiro, chuveiro, tanque e máquina de lavar roupas, que podem, ser reutilizados utilizando técnicas de tratamento para reúso, como nas descargas dos vasos sanitários. Este trabalho tem como objetivo propor um mecanismo de coleta, tratamento e reuso de águas cinzas, originadas da máquina de lavar roupas, nas descargas dos vasos sanitários em uma unidade familiar. Esse reuso gera uma economia tanto financeira quanto de consumo na ordem de 44% e o sistema de tratamento atende os parâmetros mínimos exigidos pelas normas vigentes, e se mostra uma ótima solução nesses momentos de crise hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: Caracterização de efluentes, reúso, águas cinzas, efluentes da máquina de lavar.

INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial vem acompanhado de um aumento do consumo de água potável. Os recursos naturais não acompanham tal velocidade de crescimento, O aumento no consumo de água e sua disponibilidade para a irrigação agrícola limita a produção de alimentos em vários países. Líderes mundiais se reúnem para estabelecer um plano de ação para orientar e construir um novo modelo de desenvolvimento para o século XXI, tendo como base a sustentabilidade ambiental, social e econômica. Com isso vem-se desenvolvendo projetos que visam: reduzir o consumo de água, minimizar geração de resíduos, reutilizando e recuperando áreas degradadas.

Novos modelos de uso de água e padrões de reutilização de águas residuais são de extrema importância nas pesquisas sobre água. Hespagnol (2002) em seus estudos defende a reutilização de efluentes, para satisfazer demandas menos restritivas, resguardando a água potável para usos mais nobres. O mesmo autor cita um trecho da política de gestão dos recursos hídricos criada pelo estabelecido pelo Conselho Econômico e Social das Nações Unidas que diz: “a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior.” (UNITED NATIONS, 1958 *apud* HESPANHOL, 2002, p. 76).

Philippi (2003 *apud* MAY; HESPANHOL, 2008) afirma que o reuso de águas servidas é uma das alternativas que tem demonstrado bastante eficácia na conservação de água potável sendo um importante instrumento de gestão do recurso hídrico. O esgoto doméstico tratado, pode ser utilizado para fins não potáveis, tais como: irrigação de jardins a campos agrícolas, lavagem de veículos, nas descargas de vasos sanitários, limpeza de piso, etc. O efluente doméstico pode ser reutilizado com ou sem nenhum tratamento, como utilização da água de enxague nas descargas de vasos sanitários (ABNT, 1997).

Barboza et al. (2017a, 2017b) avaliaram a qualidade de águas cinzas de máquina de lavar com finalidade para reuso, concluíram que os parâmetros de cloretos, nitrogênio e pH, precisam passar por algum ajuste por meio de tratamento para que se adequem às normas de reutilização das mesmas.

Levando em consideração a importância do reuso de águas servidas como instrumento de gestão de recursos hídricos, esse trabalho analisa a importância e eficiência de um sistema de reutilização e tratamento da água da máquina de lavar, a partir de dados coletados de um sistema. Além disso, apresenta a composição da água da máquina de lavar roupas, analisando o consumo de água em uma residência e apresentado meios de utilização deste efluente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Gil (2002) o desenvolvimento da pesquisa se dá através dos conhecimentos disponíveis e a utilização de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. A pesquisa é do tipo exploratória. Iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica sobre o tema em questão, em artigos científicos e livros. Tendo como principal vantagem, permitir uma cobertura mais ampla sobre um determinado assunto, do que aquela que poderia ser obtida se pesquisada diretamente (GIL, 2002).

Os dados obtidos na leitura interpretativa foram confrontados com dados coletados através de um sistema de reutilização dos efluentes da máquina de lavar roupas.

O local de estudo foi em uma residência localizada no bairro de Fortaleza, CE. A casa possui 3 quartos, sendo 1 suíte, 2 WC (*Water Closet*) com lavatório, vaso sanitário e chuveiro, 1 pia na cozinha, 1 tanque de lavar roupas e uma máquina de lavar roupas tipo Brastemp 8 Kg. A população composta por: 3 adultos e 1 criança com idade entre 5 a 7 anos.

Para aferição do volume consumido pelos vasos sanitários e máquina de lavar roupas, utilizou-se 3 hidrômetros da marca Saga modelo US-3 de vazão nominal 1,5m³/h, perda de carga máxima de 0,62 bar, com precisão de leitura de 0,002L (litros), aprovado pelo INMETRO. Os hidrômetros foram numerados de 1 a 3, associados aos seus respectivos números de série.

Os hidrômetros foram instalados no ponto de alimentação d'água dos seus respectivos aparelhos hidráulicos. O hidrômetro nº 01 foi instalado na máquina de lavar roupas, o nº 02 foi instalado no WC da suíte e o hidrômetro 03 instalado no WC social.

A residência possui um hidrômetro, denominado de hidrômetro Geral, padrão CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará), na entrada casa, marca Itrón modelo Multimag TMII, vazão nominal 1,5m³/h, precisão de leitura de 0,01 L (litros). Utilizado para medir o volume consumido na residência.

Foram coletadas amostras dos efluentes gerado pela máquina de lavar roupas (MLR) de roupa, nos 2 ciclos de lavagem. Os ensaios se deram no laboratório do Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) da Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Foram analisadas o pH, a condutibilidade, sólidos totais dissolvidos, turbidez e fosfato. As análises microbiológicas não foram realizadas, por não desprezar a presença de microrganismos na água cinza, pois sua presença, é notória e pode ser combatida através de uma desinfecção.

O efluente da máquina e despejado em um recipiente de 20 L, passando por uma tela de nylon verde tipo mosquiteiro para reter partículas maiores. Em seguida o líquido passa para um reservatório maior com capacidade de 150 L, que funciona como uma câmara de contenção acedente. Quando atinge o nível do extravasor passa por um pequeno filtro biológico com uma camada de carvão e posteriormente para um 2º reservatório de 60 L, onde o líquido entra em contato com cloro sendo bombeado por uma bomba de 0,5 CV de 220v para um 3º reservatório de 500 L situado na parte superior da residência. Que alimenta a descarga de um vaso sanitário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No 1º momento, mediu-se o consumo de água potável da residência, dos vasos sanitários e máquina de lavar e o consumo residencial (Tabela 1).

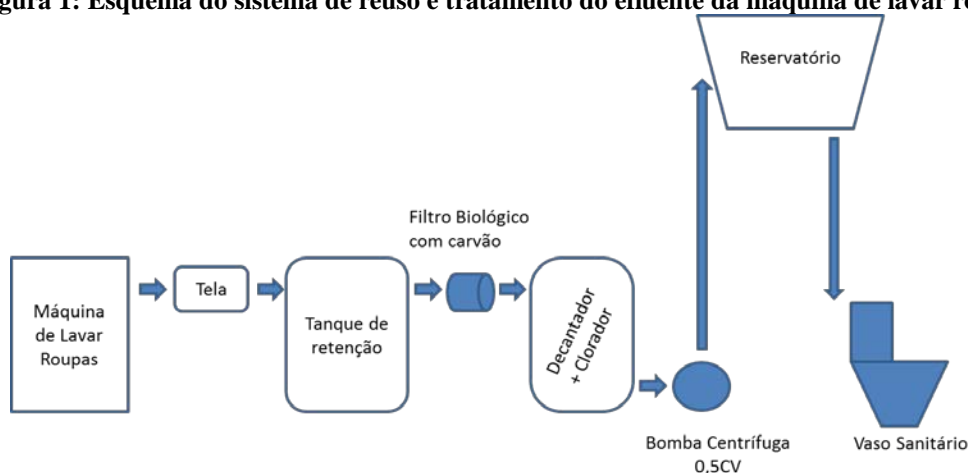
Tabela 1: Volume consumido de água potável sem reutilização do efluente da máquina de lavar roupas.

Consumo	Consumo de água potável (L)			
	MÊS-01	MÊS-02	TOTAL	MÉDIA
Residencial	14.359,25	17.757,9	32.117,15	16.058,58
Vasos Sanitários	3.279,5	3.463,89	6.743,39	3.371,695
Máquina de Lavar Roupas	4.430,36	4.829,38	9.259,74	4.629,87
Restante da Casa	6.649,39	9.464,63	16.114,02	8.057,01

Verificou-se que o consumo dos vasos sanitários e máquina de lavar roupas representam 21% e 28,8% do consumo total, próximos os valores encontrados por Gonçalves (2009) (21% e 35%, respectivamente) e Sant'ana; Boeger; Monteiro (2013) (16,8% e 30,8%, respectivamente).

No 2º momento, o efluente da máquina de lavar foi reaproveitado na descarga do vaso sanitário da suíte conforme Figura 1.

Figura 1: Esquema do sistema de reuso e tratamento do efluente da máquina de lavar roupas



O consumo é mostrado na Tabela 2. Verifica-se uma redução de 20,4% no consumo dos vasos sanitários.

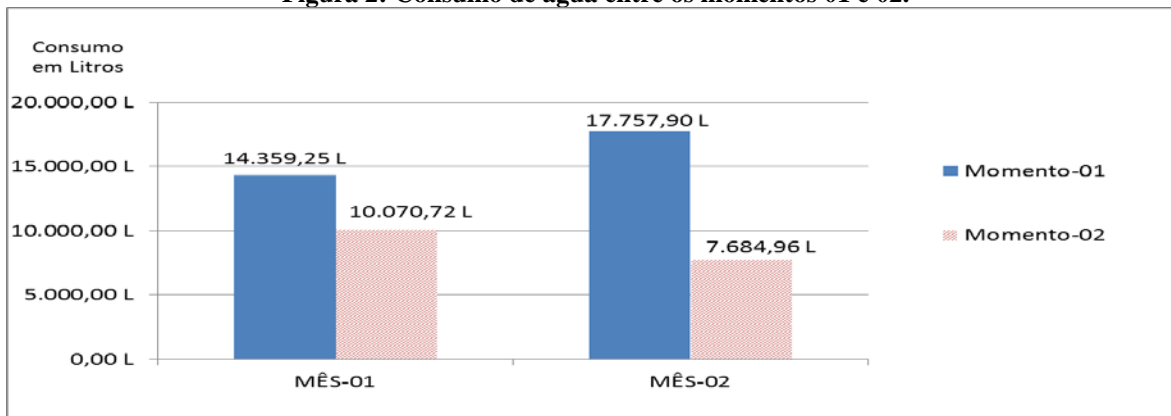
Tabela 2: Volume consumido de água potável com reutilização do efluente da máquina de lavar roupas na descarga do vaso sanitário da suíte.

Consumo	Consumo de água potável (L)			
	MÊS-01	MÊS-02	TOTAL	MÉDIA
Residencial	10.070,72	7.684,96	17.755,68	8.877,84
Vasos Sanitários	892,46	482,97	1.375,43	687,71
Máquina de Lavar Roupas	3.790,42	3014,4	6.804,82	3.402,41
Restante da Casa	5.387,84	4.187,59	9.575,43	4.787,71

Comparando os consumos nos momentos 01 e 02, verifica-se uma redução do volume de água potável de 4.288,53 litros no 1º mês e de 10.320,84 litros no 2º mês de reutilização dos efluente da máquina de lavar

conforme mostra a Figura 2. Em média, houve uma redução de 45,5% no consumo de água potável residencial. Bazzarella (2005), em seus estudos conseguiu uma redução de 37,4% no consumo de água potável.

Figura 2: Consumo de água entre os momentos 01 e 02.



No que diz a respeito ao consumo per capita da residência no momento 01, nos meses 01 e 02, a quantidade de pessoas foram de 3,47 hab. e 4,23 hab., respectivamente. A Tabela 3 mostra um consumo médio per capita de 138,6 L/hab./dia, 31% abaixo do consumo médio de 200L/hab./dia indicado pela ABNT (1998). Comparando com o valor encontrado por Gonçalves (2009) de 110 L/hab./dia, o consumo encontra-se 26% maior.

Tabela 3: Consumo per capita sem o reuso (momento-01) nos meses 01 e 02.

Mês	Consumo			Média per capita (L/hab./dia)
	Mensal (L)	Média Diária (L)	per capita (L/hab./dia)	
Mês-01	1.4645,78	488,19	138,76	138,6
Mês-02	1.7897,77	577,35	138,43	

Com a reutilização do efluente da máquina de lavar roupas na descarga do vaso sanitário do WC suíte, durante os meses 01 e 02, foi considerado uma média de 3,97 hab. e 3,61 hab., respectivamente. O consumo per capita foi reduzido para 77,19 L/hab./dia, conforme Tabela 4.

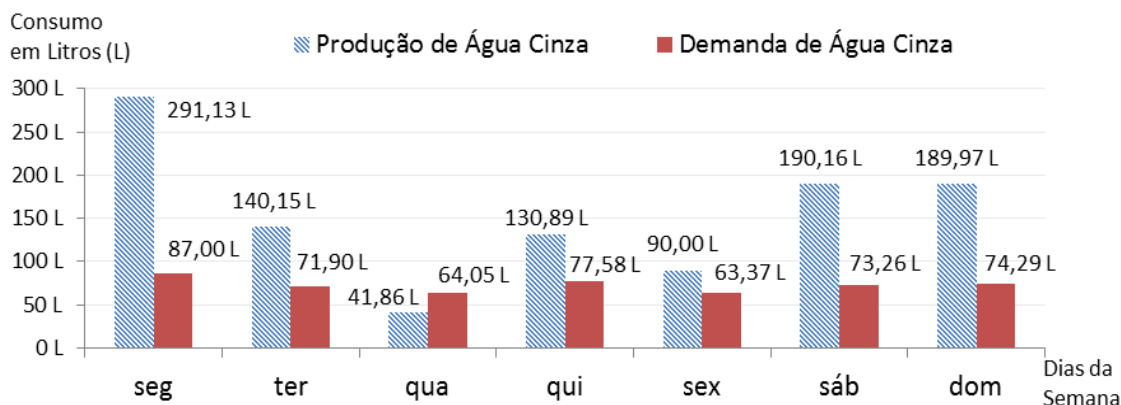
Tabela 4: Consumo per capita com o reuso (momento-02) nos meses 01 e 02.

Mês	Consumo			Média per capita (L/hab./dia)
	Mensal (L)	Média Diária (L)	per capita (L/hab./dia)	
Mês-01	10.070,72	335,69	84,92	77,19
Mês-02	7.684,96	247,9	69,45	

Verifica-se uma redução de 44,31% no consumo per capita, em decorrência da reutilização dos efluentes da máquina de lavar roupas na descarga do vaso sanitário da suíte.

O volume de água de reuso gerado pela máquina de lavar e a demanda de água cinza da máquina de lavar roupas por semana é dado pela Figura 3.

Figura 3: Volume (L) do Efluente gerado pela máquina de lavar x Consumo (L) de água cinzas no vaso sanitário.



Nota-se que a oferta de águas é maior que a demanda, indicando superávit a favor da disponibilidade de água não potável, apesar que em um único momento a quantidade gerada é inferior a demandada. Observa-se também, uma constância da demanda de água cinzas.

Durante a coleta das amostras, efetuou-se a medição das quantidades de sabão em pó e amaciantes utilizados. Em média 256,07g de sabão em pó e 46g de amaciante, foram utilizados e diluídos no nível alto de lavagem (65,6 L no 1º enxague e 71,88 L no 2º enxague). A análise físico-química do efluente da máquina de lavar roupas apresentado na Tabela 5. No 2º enxague verifica-se uma redução de dos valores quanto comparado ao 1º enxague.

Tabela 5: Análise físico-química do efluente da máquina de lavar roupas.

Mês	pH	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	Turbidez (NTU)	Fosfato (10 ³ mg/L)	Condutividade (µS)
1º Enxague (14)	10,42	335,69	11,71	3,98	4.222,44
2º Enxague (13)	9,32	247,9	10,99	0,87	980,92

O pH médio do 1º e 2º enxague da máquina de lavar, apresentaram-se alcalinos, como esperado, pois, o sabão, aumenta o pH da água, com valores acima dos encontrados por May e Hespanhol (2008) para 1º enxague (pH = 9,2) e 2º enxague (pH = 7,7). Verificou-se os parâmetros físico-químicos, das 6 amostras, no ponto de utilização da água de reuso no vaso sanitário (Tabela 6).

Tabela 6: Análise físico-química do ponto de utilização da água de reuso no vaso sanitário.

pH	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	Turbidez (NTU)	Fosfato (10 ³ mg/L)	Condutividade (µS)
8,28	1.812,17	7,56	0,30	3.051,67

Observa-se uma redução média dos parâmetros do 1º e 2º enxague, quando comparado ao obtido no ponto de utilização do vaso sanitário; do pH em 16% da Turbidez em 33% e do fosfato de 88%. Os parâmetros condutividade e sólidos dissolvidos obtiveram valores acima da média dos efluentes de entrada (32% e 17%, respectivamente).

CONCLUSÕES

O estudo mostra que a utilização da água cinza vem despertando interesse de pesquisa, pois há uma preocupação em solucionar o problema da escassez de água. A busca por novas fontes hídricas, se faz necessária para atender uma demanda onde o uso de água potável possa ser substituído por água menos nobre. Verifica-se que em uma residência consome 21% de água potável em usos que não necessitam de água de ótima qualidade, com é o caso do vaso sanitário. E que a mesma produz 28,8% de água cinza que ser utilizada na demanda dos vasos sanitários. A demanda é constante e menor que a produção de água cinza, indicando que a máquina de lavar é uma boa fonte sendo de fácil captação e intervenção, principalmente em habitações já construídas.

O sistema por ser simples, se mostra eficiente em atingir os parâmetros exigidos pela NBR 5.626 (turbidez menor que 10 NTU), sendo classificada na classe 3, para uso em vasos sanitários.

As características físico-químicas da água cinza, depende das características da água utilizada, como também, por se tratar do efluente da máquina de lavar roupas, o estado das roupas, a quantidade e o tipo de sabão e amaciante utilizados.

Verificou-se a redução do consumo médio em 44,1%. Diretamente, implica em uma redução no valor cobrado no fornecimento de água. Reduzindo consideravelmente o consumo por habitante em aproximadamente em 44,3%. Diminuí a geração de esgoto, em consequência tem-se uma redução na poluição dos corpos hídricos, em situações de crise hídrica, uma medida simples que pode prolongar o volume dos reservatórios de abastecimento urbano de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5.626 - Instalação Predial de Água Fria Rio de Janeiro, 1998.
2. _____. NBR 13.969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.
3. ARORA, M.L., BARTH, E., UMPHRES, M.B. Technology evaluation of sequencing batch reactors. Journal Water Pollution Control Federation, v.57, n.8, p. 867-875, ago. 1985.
4. BARBOZA, M. G. et al. Caracterização de águas cinzas provenientes de chuveiro, em residência unifamiliar, com finalidade de reúso. In: CONGRESSO ABES/FENASAN., 2017, São Paulo. Anais... São Paulo: ABES, 2017a.
5. BARBOZA, M. G. et al. Avaliação da qualidade de águas cinzas de máquina de lavar, durante o armazenamento, com finalidade de reúso. In: CONGRESSO ABES/FENASAN., 2017, São Paulo. Anais... São Paulo: ABES, 2017b.
6. BAZZARELLA, B.B. Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo – ES, 2005.
7. DATAR, M.T., BHARGAVA, D.S. Effects of environmental factors on nitrification during aerobic digestion of activated sludge. Journal of the Institution of Engineering (India), Part EN: Environmental Engineering Division, v.68, n.2, p.29-35, Feb. 1988.
8. FADINI, P.S. Quantificação de carbono dissolvido em sistemas aquáticos, através da análise por injeção em fluxo. Campinas, 1995. Campinas, 1995.
9. GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4o ed. São Paulo: Atlas, 2002.
10. GONÇALVES, R. F. (ED.). Conservação de Água e Energia em Sistemas Prediais e Públicos de Abastecimento de Água. 1o ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009.
11. HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Águas no Brasil: Agricultura, Municípios, Recarga de Aquíferos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, p. 75–95, 2002.
12. MAY, S.; HESPANHOL, I. Tratamento de águas cinzas claras para reúso não potável em edificações. Rega - Revista de Gestão da Água da América Latina. Porto Alegre, 2008. Disponível em: <https://abrh.s3-sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/72/015deab39e51351046230f5dbe0d69d5_3b499e2889f1f06330cab16ffdd70f61.pdf>. Acesso em: 20 set. 2017.
13. SANT'ANA, D.; BOEGER, L.; MONTEIRO, L. Aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edifícios residenciais de Brasília – parte 1: Reduções no Consumo de água. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/12125/8509>>. Acesso em: 11 nov. 2017.