

Ellen Carla Francisca Alexandre

*PVIC UEG; Doutoranda em Ciências
Agrárias – IFGoiano campus Rio Verde
ellencarlabiologa@gmail.com*

Mara Lucia Lemke-de-Castro

*UEG UnU Morrinhos
maralemke@uol.com.br*

Marcos Antonio Pesquero

*UEG UnU Morrinhos
mapesq@ueg.br*



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Endereço: BR-153 – Quadra Área
75.132-903 – Anápolis – revista.prp@ueg.br

Coordenação:

GERÊNCIA DE PESQUISA

Coordenação de Projetos e Publicações

Artigo Original

Recebido em 19/07/2013

Avaliado em: 31/10/2013

Publicação: 02 de Abril de 2014

CARACTERIZAÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZA COM FINS NÃO POTÁVEIS

Characterization and treatment of the gray waste water of non potable
destination

RESUMO

O reuso de águas cinza consiste na utilização das águas provenientes de chuveiro, lavatórios, máquina de lavar roupas e louças mediante um sistema de tratamento. O reuso de água para qualquer fim depende de sua qualidade física, química e microbiológica. Com o objetivo de caracterizar as águas cinza quanto aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos em uma residência no município de Morrinhos/GO, visando favorecer o seu reuso como fonte alternativa de abastecimento e indicar processo de tratamento simplificado para melhoria da qualidade da água que não implique em manutenção sofisticada e onerosa. Foram avaliados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Foram utilizados os Teste U de Mann-Whitney e de Wilcoxon para a comparação dos dados. A água da máquina de lavar apresentou as melhores condições para ser reciclada. No tipo de tratamento adotado é importante a retrolavagem dos filtros para que seja alcançada uma melhor qualidade da água.

Palavras-Chave: Condutividade elétrica; filtro de areia; fonte alternativa de abastecimento.

ABSTRACT

The reuse of gray water is to utilization the waters of the shower, washbasins, washing clothes and dishes through a treatment system. The reuse of water for any purpose depends on its physical, chemical and microbiological analysis. The present study aimed to characterize the gray water for physico-chemical and microbiological contaminants in a residence in the city of Morrinhos/ GO in order to facilitate its reuse as alternative from water source and display simplified treatment process to improve the quality of water not involving sophisticated and costly maintenance. We evaluated the physico-chemical and microbiological contaminants. We used the U test from Mann-Whitney and Wilcoxon's to compare the data. Among the water-sanitation units evaluated, the water from the washing machine had the best conditions to be recycled. The type of treatment used is important for the backwash of the filters to achieve a better water quality.

Keywords: Electrical conductivity; sand filter; alternative source of water supply.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil dispõe de abundantes recursos hídricos, porém o homem desperdiça e compromete sua qualidade, prejudicando sua saúde. Apesar do aumento da expansão da rede de água tratada, uma parcela da população nas periferias e bairros pobres não tem acesso à água tratada. A preocupação com a degradação e a consequente escassez dos recursos hídricos passou a representar um sério problema de saúde pública (MORAES; JORDÃO, 2002).

As diversas formas de utilização da água resultam em alterações em sua qualidade e quantidade. Antes considerada inesgotável devido à sua contínua renovação pelo ciclo hidrológico, a água passou a ser motivo de grande preocupação, resultando na necessidade do acompanhamento de suas alterações (SIMONASSI, 2001).

Além do abastecimento doméstico, a água também é utilizada para o abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, aquicultura, recreação e lazer, harmonia paisagística, geração de energia elétrica, navegação e diluição de dejetos. Normalmente, apenas a água utilizada no abastecimento doméstico e industrial está associada a um tratamento prévio. Por outro lado, a maior parte da água utilizada pela população não possui tratamento sendo associada à poluição e principalmente ao desperdício. Não se encontra na natureza água totalmente pura, porque sempre há impurezas que podem ser de origem física, química ou biológica. Água potável é aquela que apresenta impurezas abaixo dos valores máximos permitidos, não causando malefício ao homem (BOTELHO et al., 2001).

O reúso de águas cinza consiste no aproveitamento de águas de chuveiro, lavatórios, máquina de lavar roupas e louças mediante um sistema de filtração e sua posterior canalização para os usos com fins não potáveis. Os principais usos da água de reúso seriam: lavagem de vias públicas, pátios, veículos, irrigação de áreas verdes, abastecimento de fontes, combate a incêndios; em usos industriais como torres de resfriamento, caldeiras e água de processamento; descargas sanitárias e limpezas exteriores em geral (RAPOPORT, 2004).

A substituição de parte da água potável por uma de qualidade inferior para fins menos nobres reduz a demanda sobre os mananciais de água. A construção sustentável procura a interação entre o ser humano e o meio ambiente, provocando considerável

diminuição na degradação de ambos. É necessário que haja uma gestão integrada dos recursos hídricos, incentivando o seu uso racional e favorecendo o desenvolvimento de sistemas sustentáveis como forma de prevenir contra a escassez. A utilização de águas cinza e pluvial para fins não potáveis preserva a água potável, reservando-a exclusivamente para o atendimento das necessidades que exijam sua potabilidade para o abastecimento humano (FIORI; FERNANDES; PIZZO, 2006; SAUTCHUK et al. 2005).

O reúso de água para qualquer fim depende de sua qualidade física, química e microbiológica. Para que a água possa ser reutilizada ela deve seguir critérios recomendados para uso determinado. Por isso é importante conhecer as características das águas residuárias ou poluídas. Há considerável presença de coliformes termotolerantes neste tipo de água residuária. As possíveis fontes de contaminação seriam a limpeza das mãos após o uso do banheiro, lavagem de roupas e alimentos fecalmente contaminados ou o próprio banho. Um sistema básico de dois estágios composto por filtração e desinfecção é o método mais empregado para tratamento e reúso de águas cinza. E a reutilização destas águas pode representar uma economia de 60% na conta de água (RAPOPORT, 2004).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização das águas cinza

Foram coletadas amostras separadamente nas seguintes unidades hidrossanitárias (UHS): água do chuveiro (Figura 1A), da máquina de lavar (Figura 1B) e do lavatório do banheiro (Figura 1C) em uma residência uni-familiar do município de Morrinhos/GO. Sendo que na máquina de lavar foi descartada a primeira água do ciclo de lavagem e a segunda água do ciclo foi utilizada para os testes. Este procedimento foi feito visando reduzir a contaminação de coliformes termotolerantes. As amostras foram analisadas separadamente com o objetivo de conhecer a real situação de cada ponto. Além disso, foi preparada uma quarta amostra composta por parcelas iguais em volume dos pontos investigados.



Figura 1. A) Coleta de amostra de água do banho; B) Coleta de amostra de água da máquina de lavar; C) Coleta de amostra de água do lavatório do banheiro.

Os parâmetros físico-químicos utilizados para caracterização das águas cinza foram: pH, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio consumido e dissolvido, alcalinidade, cloretos, dureza, temperatura, DBO, DQO, sólidos, óleos e graxas, sulfetos, sultato, fósforo e nitrogênio amoniacal. E os microbiológicos: coliformes totais e termotolerantes. A metodologia de coleta e a preservação das amostras seguiram as orientações descritas pelos guias desenvolvidos pela CETESB (2011) e as recomendações de APHA (2012).

Os resultados foram comparados com a legislação Estadual - Lei nº 8.544/78 e Resolução CONAMA 357/2005 art. 34 que estabelece os padrões de lançamento de efluentes de qualquer natureza em águas interiores, superficiais ou subterrâneas.

Coleta microbiológica

A água para as análises microbiológicas foram coletadas em recipientes esterilizados. Evitou-se que a amostra se contaminasse no momento da coleta. Para tanto, lavou-se as mãos e antebraços com água e sabão e fez-se a assepsia com álcool 70% antes do início da coleta. Foi preenchido cerca de 2/3 de água da capacidade do frasco de coleta (cerca de 100 mL), deixando um espaço com ar no frasco de 1/3 de sua capacidade. Fechou-se o recipiente imediatamente após a coleta da amostra.

Após coletadas, as amostras foram acondicionadas em caixa isotérmica, sob refrigeração a aproximadamente 4 °C. O tempo entre a coleta e o recebimento da amostra no laboratório da SANEAGO não excedeu 12 horas. A água de degelo não entrou em contato com as amostras.

Tratamento das águas cinza

Na etapa seguinte foram testados quatro sistemas de filtragem para tratamento das águas cinza, visando indicar alternativas para o gerenciamento seguro e adequado deste efluente, contemplando um baixo custo e facilidade para operação doméstica. Foi utilizado material reciclado para a confecção dos filtros, como garrafas de polietileno (PET), visando uma redução no custo. Os sistemas foram confeccionados e operados *in-loco*, objetivando maior praticidade para a implantação e maior facilidade para operação.

Os meios filtrantes empregados foram a areia fina (leito de 20 cm) e grossa (leito de 15 cm) e o carvão vegetal (leito de 5 cm). Os processos de filtragem empregados foram: T1) areia fina + carvão vegetal + areia grossa (com carvão e sem retrolavagem); T2) areia fina + carvão vegetal + areia grossa (com carvão e com retrolavagem); T3) areia fina + areia grossa (sem carvão e sem retrolavagem) e T4) areia fina + areia grossa (sem carvão e com retrolavagem).

Para a fabricação do filtro descendente, foi realizada a esterilização de todas as garrafas PET em capela de esterilização com luz ultravioleta (UV), deixando-as expostas por vinte minutos. O carvão vegetal foi colocado na estufa para esterilização durante quarenta minutos a 80 °C. A areia foi fornecida pela SANEAGO, já esterilizada, com granulometria passante em peneira de 25 mm a 40 mm para a areia fina e a areia grossa de 40 mm a 50 mm, ou seja, a mesma areia utilizada nos filtros da estação de tratamento de água.

Com a experimentação *in-loco* foi acumulado o conteúdo produzido e realizadas filtrações simultâneas, testando a taxa de aplicação, tempo de retenção e volume máximo filtrado (Figura 2). A eficiência do processo foi controlada pela condutividade elétrica antes e depois da filtragem nos quatros filtros, totalizando quatorze amostragens ao acaso.

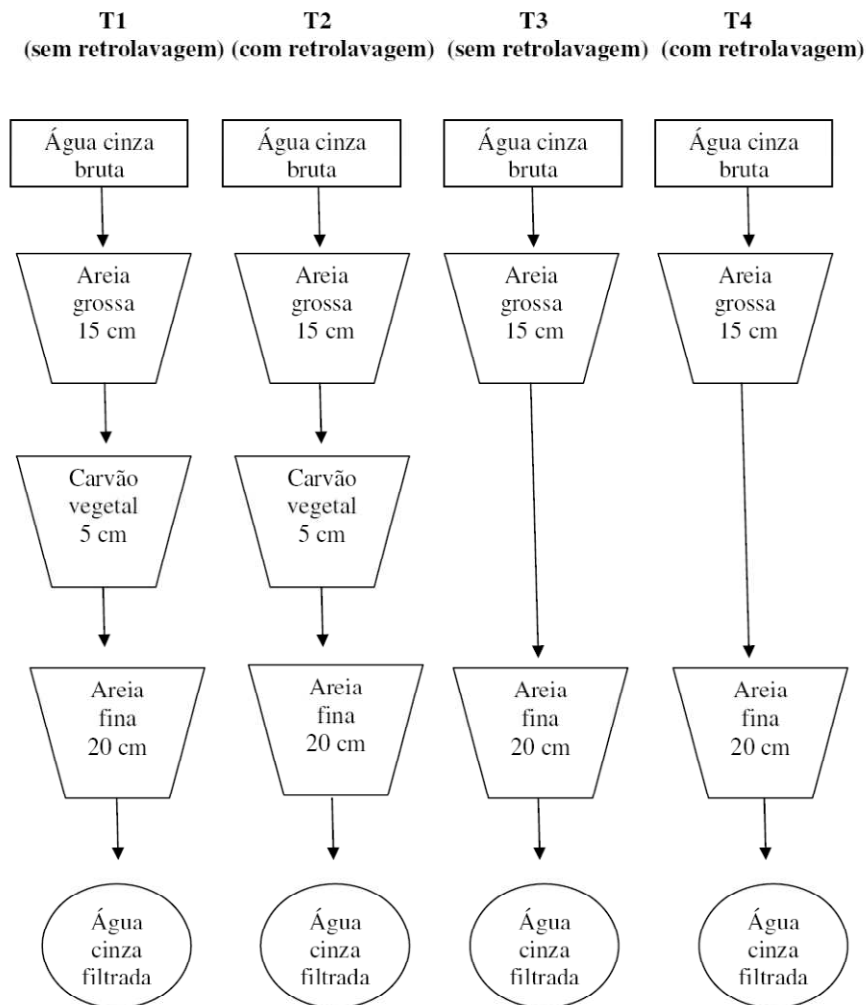


Figura 2. Esquema dos sistemas de filtragem testados para tratamento das águas cinza.

Análise estatística dos dados

Foi realizada a análise de correlação de Pearson para comparação entre as médias das análises físico-químicas e o teste de condutividade elétrica, nas diversas UHS avaliadas.

Posteriormente, foi utilizado o Teste U de Mann-Whitney para a comparação de resultados de condutividade elétrica das águas cinza da máquina de lavar com a água da torneira fornecida pelo sistema de abastecimento público a SANEAGO.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização das águas cinza

Como as UHS não receberam contribuição pluvial acredita-se que não houve influência de sazonalidade nas amostras. Pode-se observar na Tabela 1 que a amostra de água do lavatório do banheiro obteve maior quantidade de teor de alcalinidade total, seguida da amostra do banho. Estes resultados foram devido a grandes quantidades de sabão e creme dental que são altamente alcalinos, despejados nestas águas. A amostra da água da máquina de lavar apresentou maiores resultados de teor de cloretos em relação às outras amostras. O teor de cloretos é advindo da dissolução de sais podendo indicar, dependendo da quantidade, águas residuárias e presença de urina. A amostra do lavatório do banheiro resultou em maior turbidez, destacando a máquina de lavar com o menor resultado.

Com base na Tabela 1, verifica-se menor quantidade de coliformes termotolerantes na amostra do banho, enquanto na amostra do lavatório do banheiro maior quantidade de coliformes totais. Isso se explica pelo fato do banho ter sido controlado, evitando a lavagem das partes íntimas. A presença de coliformes totais não significa, necessariamente, que contém bactérias patogênicas. Houve presença de nitrogênio amoniacal na amostra do banho e lavatório e nas outras amostras ausência. A presença de nitrogênio amoniacal está relacionada à presença de urina e suor na água (RIBEIRO et al., 2008).

A demanda química de oxigênio (DQO) é muito utilizada nos testes de controle da qualidade da água (COHIM; KIPERSTOK, 2007; BAZZARELLA et al., 2005; RAPOPORT, 2004), porém possui algumas desvantagens como alto custo, precisa de pessoal treinado para realizar as análises e consome muito tempo para realização dos testes e leituras. A condutividade elétrica demonstrou alto índice de correlação com a DQO, tanto neste trabalho (85%) quanto na pesquisa realizada por Bazzarella et al. (2005), fazendo a caracterização de águas cinza em diversas UHS (81%). Além da DQO, a condutividade elétrica demonstrou alto índice de correlação com a temperatura (95%), dureza (90%), oxigênio consumido (90%) e óleos e graxas (82%), podendo assim, ser utilizada como parâmetro de controle das águas cinza.

De acordo com a Figura 3, os resultados de condutividade elétrica das águas da máquina de lavar foram maiores do que os encontrados na água da torneira (Teste U de Mann-Whitney $z = -5.78$, $p < 0.00001$), sendo que a água da máquina de lavar apresentou grande variação, provavelmente em função da sujidade das roupas. O teste de condutividade demonstrou eficiência para controle deste tipo de resíduo devido a sua eficiência, rapidez, baixo custo e ser de fácil manuseio, pois não precisa de muito treinamento (ALVES; SÁ, 2009; SOUZA et al., 2009; GASPAR; NAKAGAWA, 2002). Conforme demonstrado por Castro et al. (2012), este teste aplica-se bem para o controle de águas cinza.

Tabela 1. Resultados físico-químicos e microbiológicos das águas cinza nas unidades hidro-sanitárias avaliadas

ANÁLISES	BANH O	MÁQUINA DE LAVAR	LAVATÓRIO DO BANHEIRO	COMPOST A	UNIDADE	V.M.P
Temperatura da amostra	56	25	24	-	°C	40
Dureza	24	12	20	18	mg.L ⁻¹ CaCO ₃	-
Oxigênio consumido	5	0	3,4	3,2	mg.L ⁻¹ O ₂	-
Alcalinidade total	55	23	71	56	mg.L ⁻¹ CaCO ₃	NR
Cloretos	12,5	37,5	20	20	mg.L ⁻¹ Cl ⁻	- 5,0 a
pH	8,06	9,12	9,37	8,8	-	9,0
Nitrogênio amoniacal (Ausente e Presente)	Presente	Ausente	Presente	Presente	-	-
Turbidez	283	19	355	182	uT	NR
DBO ₅	59	25	65	37	mg.L ⁻¹ O ₂	60
Oxigênio Dissolvido	6	7	8	9	mg.L ⁻¹ O ₂	NR
DQO	539,5	72	427,6	330,3	mg.L ⁻¹ O ₂	80
Sólidos Totais	284	137	405	254	mg.L ⁻¹	NR
Sólidos Suspensos	135	41	325	111	mg.L ⁻¹	NR
Óleos e Graxas	163,8	<10	136	95,5	mg.L ⁻¹	100,0*
Sulfeto	1,9	<0,2	2,5	0,8	mg.L ⁻¹ S	1
Sulfato Total	41	15	<2	11	mg.L ⁻¹ SO ₄	NR
Fósforo Total	1,1	0,61	1,5	1,2	mg.L ⁻¹ P	NR
Condutividade elétrica	168,7	91,7	113,6	128,6	µS.cm ⁻¹	NR
Índice de coliformes termotolerantes	23	43	43	43	N. M. P/100 mL	NR
Índice de coliformes totais	150	1100	>2400	1100	N. M. P/100 mL	NR

Legenda: DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio, DQO - Demanda Química de Oxigênio, V.M.P - Valor Máximo Permitido, NR - Não Regulamentado

Notas: 1) Os métodos determinados para os parâmetros de referência seguem as recomendações do " STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTERWATER" da APHA /AWWA e os resultados devem ser interpretados como representando parte da composição da amostra no momento de análise.

2) * Legislação Estadual - Lei nº8.544/78 e Resolução CONAMA 357/2005 art. 34 que estabelece os padrões de lançamento de efluentes de qualquer natureza em águas interiores, superficiais ou subterrâneos.

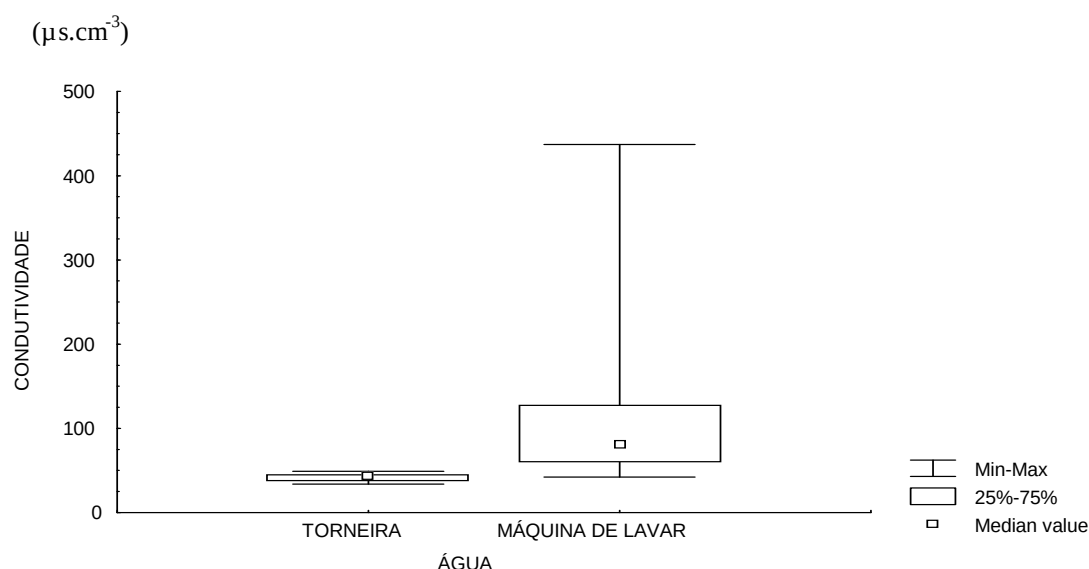


Figura 3. Valores medianos de condutividade elétrica ($\mu\text{s.cm}^{-3}$) de água de torneira e de água da máquina de lavar.

Tratamento das águas cinza

De acordo com a Figura 4, a diferença da condutividade elétrica mediana das águas cinza antes e após a filtragem nos dois tipos de filtros com retrolavagem foi significativo pelo teste de Wilcoxon, ao nível de significância de 5%, comparando as médias dos valores de condutividade elétrica em cada tipo de filtro. De acordo com os resultados, o uso de carvão vegetal não influenciou na melhoria da qualidade da água e sim a retrolavagem. A filtração exige eventuais lavagens com água em contra-corrente para remoção do material retido, garantindo assim a qualidade da filtragem da água.

De acordo com a Tabela 2, a água cinza analisada é um efluente doméstico com baixa qualidade, pois apresenta um alto valor de coliformes fecais, podendo atingir $2,4 \times 10^5$ (NMP/100 mL), em função do tipo de tratamento empregado. É preciso a desinfecção da água após a filtragem devido a grandes quantidades de coliformes, para não comprometer a saúde. Como não foi realizada a retrolavagem em dois sistemas de filtragem, houve um número maior de coliformes totais do que os termotolerantes. No sistema de filtragem com carvão sem retrolavagem, tais resultados podem ser devido ao acúmulo de resíduos que ficaram no leito filtrante. De acordo com Fiore; Fernandes e Pizzo (2006), em seus resultados houve variação na maioria dos parâmetros qualitativos como coliformes fecais, condutividade e exceto coliformes totais, avaliando um efluente para ser lançado em corpos d'água.

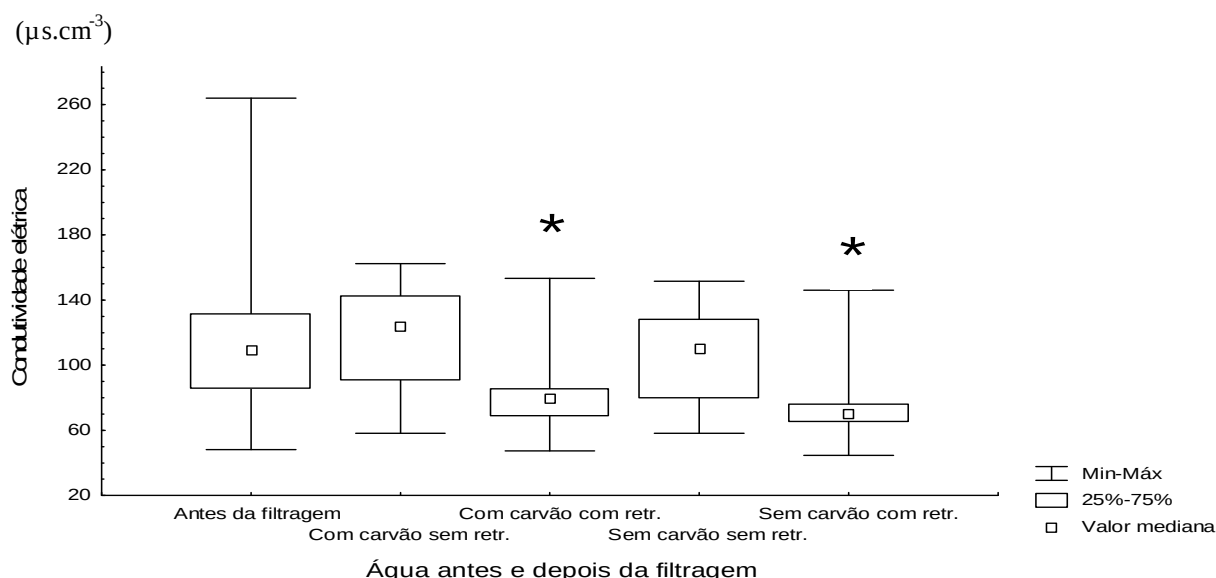


Figura 4. Condutividade elétrica mediana das águas cinza antes e após filtragem em vários tipos de filtros. retr. = retrolavagem; * = Significativo $p < 0,005$ pelo teste de Wilcoxon

Tabela 2. Características microbiológicas das águas cinza

Amostra	Coliformes termotolerantes		Coliformes totais
	(n) = 2	*NMP	(n) = 2
Carvão sem retrolavagem	33,5		>2.400,0
Carvão com retrolavagem	5,0		1.430,0
Sem carvão sem retrolavagem	<3,0		596,5
Sem carvão com retrolavagem	6,0		598,0

*NMP- Número mais provável em 100 mL

Conforme os usos indicados por Sautchuk et al. (2005), a água da máquina de lavar, antes do tratamento, serviria para lavagem de agregados; preparação de concreto; compactação do solo e controle de poeira (classe 2) ou irrigação de áreas verdes e rega de jardins (classe 3). Porém, após passar pelo sistema de tratamento poderia atingir a classe 1 e ser usada para descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos e fins ornamentais (chafarizes, espelhos de água etc.) bem como lavagem de roupas e de veículos.

4.CONCLUSÕES

Dentre as UHS avaliadas, a água da máquina de lavar apresentou as melhores condições para ser reciclada em função da ausência de nitrogênio amoniacal e menor quantidade de sulfetos, oxigênio consumido e óleos e graxas que as demais amostras.

Dentre os quatro processos de filtração testados, os que apresentaram melhores resultados foram os filtros em que foi executada a retrolavagem. O uso do carvão vegetal não influenciou significativamente a qualidade das águas cinza. Para um sistema de filtração residencial simples o resultado foi satisfatório, pois diminui os custos dos materiais utilizados.

No tipo de tratamento adotado, é importante a retrolavagem dos filtros para que seja alcançada uma melhor qualidade da água. Caso não haja este cuidado, é inútil o processo de filtração, pois observou-se que pode aumentar ainda mais a quantidade de resíduos.

É necessário quantificar a demanda de água de reúso para evitar desperdícios em relação ao tratamento, evitando os volumes tratados não sejam maiores que os consumidos.

É recomendada a cloração da água devido aos microrganismos presentes.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, C. Z.; SÁ, M. E. Teste de condutividade elétrica na avaliação do vigor de sementes de rúcula. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 203-215, 2009.

APHA; AWWA; WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22th ed. Washington: American Public Health Association, 2012.

BAZZARELLA, B. B. et al. Caracterização e tratamento de águas servidas e origem residencial (águas cinza) com vista para reúso. In: **Anais... do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Campo Grande. ABES, 2005, v. 1, p. 186-187.

BOTELHO, C. G. et al. **Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: Água**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 187 p.

BRITO, L. L. A. et al. Amadurecimento de filtros lentos de areia e remoção de microrganismos indicadores de qualidade da água ao longo da profundidade do leito: uma avaliação em instalação piloto. *Rev. Eng. sanit. ambient.* vol.10, n. 4, 2005, 307-317.

CASTRO, M. L. L.; ALEXANDRE, E. C. F.; PESQUERO, M. A.; PEREIRA, A. V. Avaliação da qualidade das águas cinza por meio da condutividade elétrica. **Rama: Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 5, p. 409-427, 2012.

CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo: 2011. 150 p.

COHIM, E.; KIPERSTOK, A. Uso de água cinza para fins não potáveis: um critério racional para definição da qualidade. In: **Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária E Ambiental**. Belo Horizonte. ABES, 2007. v. 2, p. 164.

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinza em edificações. **Ambiente construtivo**, v. 6, n. 1, p. 19-30, 2006.

GASPAR, C. M.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em função do número de sementes e da quantidade de água para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 24, n. 2, p.70-76, 2002

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. 370-374, 2002.

OLIVEIRA F. C. et al. Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em um Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar: carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, p. 505-519, 2002.

RAPOPORT, B. **Águas cinza: caracterização, avaliação financeira e tratamento para reúso domiciliar e condominial**. 2004. 85 f. Monografia. Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2004.

RIBEIRO, A. I. et al. Avaliação físico-química e bacteriológica dos córregos dos Açudes, Limeira e São Mateus em Piracanjuba, Goiás. Disponível em:

<<http://www.bioygeo.com.br/arquivos/Avaliacao.pdf>>. Acesso em 24 set. 2008.

SAUTCHUK, C.; FARINA, H.; HESPANHOL, I.; OLIVEIRA, L. H.; COSTI, L. O.; ILHA, M.S.O.; GONÇALVES, O.M.; MAY, S.; BONI, S.S.N.; SCHMIDT, W. (2005) – **Conservação e reúso da água em edificações** – Manual da FIESP. São Paulo. 151 p.

SILVA E. F. F. et al. Extratores de cápsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução de um solo. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 4, p. 785-789, 2000.

SIMONASSI, J. C.; **Caracterização da lagoa do eri, através da análise de parâmetros físico-químicos e biológicos, como subsídio do gerenciamento dos recursos hídricos da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia da produção – Gestão Ambiental) – Universidade de Santa Catarina, 2001.

SOUZA, L. A. et al. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p.60-67, 2009.

TONETTI, A. L. et al. Avaliação de um sistema simplificado de tratamento de esgotos visando a utilização em áreas rurais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 227-234, 2010.