

## SISTEMA DE TRATAMENTO E REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

JEFFERSON RIBEIRO DE SANTANA<sup>1</sup>, MÁRLEO LEAL DA SILVA<sup>2</sup>, TIAGO OLIVEIRA BRAGA<sup>3</sup>, SAMY CÉSAR ROCHA ARAÚJO SULIMAN<sup>4</sup> e IGOR MARQUES FERNANDES DA COSTA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil, UNIP, Brasília-DF, jeffersonribeirodesantana@yahoo.com.br;

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Civil, UNIP, Brasília-DF, marleoleal@gmail.com;

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia Civil, UNIP, Brasília-DF, tiagooliveira3108@gmail.com;

<sup>4</sup>Graduando em Engenharia Civil, UNIP, Brasília-DF, samycra@gmail.com;

<sup>5</sup>Engenheiro Civil, UNIP, Brasília-DF, igor.m.fc@hotmail.com;

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
15 a 17 de setembro de 2021

**RESUMO:** Neste trabalho foi abordado um estudo voltado para o reuso de água, com o aproveitamento de águas residuais (águas cinzas), encontrando assim uma alternativa para a redução do consumo de água residencial. As águas cinzas, são águas residuais domésticas advindas, em geral, de chuveiros, lavatórios, da lavagem de roupas. Pretende-se que essas águas voltem a ser usadas no edifício, após o devido tratamento, atendendo a qualidade exigível para sua utilização. Um sistema predial que recicla águas cinzentas promove tratamento e reentrada das mesmas no ciclo predial. A utilização mais recomendada é no abastecimento de bacias sanitárias, lavagem de roupas e rega de jardins.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reuso, águas residuais, consumo, águas cinzas, tratamento, qualidade, abastecimento.

**ABSTRACT:** This study observes the reuse of water, with the use of wastewater (greywater), thus finding an alternative for the reduction of residential water consumption. Grey waters are domestic wastewater coming, in general, from showers, washbasins, washing clothes. It is intended that these waters will be used again in the building, after the proper treatment, meeting the required quality for their use. A building system that recycles grey waters promotes their treatment and re-entry into the building cycle. The most recommended use is in the supply of sanitary basins, washing clothes and watering gardens.

**KEYWORDS:** Reuse, wastewater, consumption, greywater, treatment, quality, supply.

### INTRODUÇÃO

A preservação de recursos hídricos e energéticos é um tema que tem chamado a atenção da população mundial, desenvolvendo a preocupação a respeito da sua disponibilidade para as gerações futuras. Paralelamente a isso crescem as evidências dos impactos decorrentes do contínuo uso desses recursos sem uma gestão adequada que busque garantir aspectos de sustentabilidade e qualidade da água.

De acordo com a lei brasileira Nº 9.433/97, que Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, a água é um bem de domínio público e um recurso natural limitado. As crises atuais na gestão dos recursos hídricos como as ocorridas em São Paulo (2016) e no Distrito Federal (2017) revelam a importância do uso racional da água, investimentos nos sistemas de abastecimento, na recuperação e conservação ambiental que protejam as nascentes.

Alguns dos seguintes métodos de tratamento são mais utilizados para fim de uso da água: Remoção de contaminantes heterogêneos da água por sedimentação ou coagulação e sedimentação, filtração e flotação; eliminação de mistura de bactérias patogênicas por cloração, iodação, ozonização, prateamento, radiação entre outros métodos; tratamento da água através do método de radiação, assim

como a sua purificação em relação a contaminantes específicos, incluindo problemas radioativos ou altamente tóxicos..

Baseando em alguns tipos de filtro (Tipo cesto bag e manga; Tipo membrana e cartucho; Argilas; Areias; Filtros de membranas que são subdivididos em microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose reversa; Resinas de troca iônica) foi montado o protótipo deste trabalho.

## **OBJETIVOS GERAIS**

Desenvolver um sistema sustentável de tratamento de águas cinzas para a reutilização em instalações residenciais e comerciais.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Após estudos e a definição do projeto, montou-se o filtro com os materiais supracitados utilizando garrafas PET como conduto fracionado para cada material na respectiva ordem: bambu, carvão ativado, manta acrílica (perlon) e cerâmica porosa; pedaços reaproveitáveis de tubo de 100mm com até 20cm. Foi montado um suporte metálico com cerca de 2,20 metros de altura com uma base retangular na parte superior para apoio do reservatório. A desinfecção ficou a cargo de uma lâmpada UV de 8W em um sistema composto por uma bomba e dois reservatórios.

As amostras de água foram coletadas durante o banho em uma bacia de 30 litros. Ao todo 4 pessoas diferentes fizeram as coletas para diversificar a composição da amostra final que foi submetida ao tratamento.

No reservatório superior, colocou-se cerca de 5 litros água cinza, com uma taxa de filtração de 0,017 L/s. Nos reservatórios inferiores a água foi submetida ao UV por cerca de 2 minutos. Após o tratamento, as amostras foram armazenadas em garrafas PET e transportadas para o laboratório em uma caixa térmica com gelo para a realização das análises.

### **Materiais**

Balde, mangueira flexível, bambu, cerâmica porosa, carvão ativado, garrafas pet, caixa térmica, lâmpada UV, torneira jardim ½", base metálica de 2m.

Água cinza: Segundo o trabalho da Universidade do Porto: Especificações técnicas para o aproveitamento da água das chuvas e das águas cinzentas nos edifícios. Esse tratamento depende do uso pretendido, mas, de um modo geral, a água cinza não deve criar riscos sanitários, apresentar matérias em suspensão, coloração ou odor, mesmo após vários dias de armazenamento. As amostras foram coletadas de água residual do chuveiro elétrico.

Filtro de Bambu: o filtro de bambu é um filtro biológico capaz de absorver as impurezas e microrganismos da água. Conforme o desenvolvimento do trabalho de pesquisa pela parceria entre o biólogo Fábio Cesar Braga, professor do Centro Guaçuano de Educação Profissional (Cegep), e o engenheiro agrônomo Alexandro Batista Ricci concluiu que a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), índice que mede o nível de oxigênio na água constatou que o uso do bambu neste processo reduz a absorção deste elemento em 90%.

Carvão ativado: por suas propriedades de superfície, o carvão ativado tem sido utilizado em esquemas de purificação. Algumas reações específicas catalisadas pela superfície deste material são exploradas pela indústria em uma grande escala. De especial interesse para o tratamento da água, é a capacidade que a superfície do carvão ativado tem de reduzir o cloro para cloreto.

Cerâmica porosa: a filtração com a cerâmica porosa é lenta e apresenta uma eficiência positiva na remoção da turbidez. A principal função dos filtros domésticos é a retenção da turbidez, do cloro residual e de bactérias, apresentando até maior retenção do que outros tipos de filtros lentos, devido aos pequenos poros existentes na porcelana porosa (PEDRO et al, 1997).

Lâmpadas UV: o contrário da maioria dos desinfetantes alternativos, o UV é um processo físico que requer contato na ordem de segundos para realizar a inativação dos patógenos (SOBOTKA, 1993 citado por USEPA, 1999). Uma característica importante desse método é a não formação de residual, assim, quando o UV for utilizado como meio de desinfecção primário é de extrema importância a adição

de um desinfetante químico que promova um residual, para a manutenção da qualidade da água no sistema de distribuição (USEPA, 1999).

A eficiência está intimamente relacionada à: películas químicas e biológicas que se formam na superfície das lâmpadas UV, agregados de microrganismos, compostos orgânicos e inorgânicos dissolvidos, turbidez, tempo de exposição à radiação (de acordo com o patógeno) e cor (USEPA, 1999). Segundo USEPA (1999), a lista a seguir ressalta as vantagens e desvantagens do uso da radiação UV na inativação dos microrganismos presentes na água.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta e o tratamento das águas cinzas recolhidas pelos integrantes do grupo e a análise das amostras em laboratório, obteve-se os seguintes dados:

Amostra 01	Resultados		LQ		VMP	CAS
Alcalinidade total	22	mg/L	1	mg/L	x	x
Cor verdadeira	20	uH	0.5	uH	15	x
pH	6.6	SOLUÇÃO ÁCIDA				
Fósforo total	0.898	mg/L	0.001	mg/L	x	x
Turbidez	90.1	UNT	0.5	UNT	5	x

Amostra 02	Resultados		LQ		VMP	CAS
Alcalinidade total	14	mg/L	1	mg/L	x	x
Cor verdadeira	10	uH	0.5	uH	15	x
pH	7.2	SOLUÇÃO NEUTRA				
Fósforo total	0.182	mg/L	0.001	mg/L	x	x
Turbidez	86.8	UNT	0.5	UNT	5	x

Tabela 1 – Resultado comparativo das análises de água

### Alcalinidade total

Substâncias presentes na água capazes de neutralizar ácidos. Ou seja, é a quantidade de substâncias que atuam como tampão. Abaixo de 10 ppm (partes por milhão) é considerado com baixa capacidade de tampão. Entre 20 e 200 ppm, considera-se com boa capacidade de tampão.

### Cor verdadeira

A cor é um indicador da presença de metais, matéria orgânica advinda da degradação de matéria vegetal, plâncton (conjunto de plantas e animais microscópicos em suspensão nas águas) entre outras substâncias dissolvidas na água.

Recomenda-se que o teste seja feito no momento da coleta, pois a estocagem o pode causar variações no pH.

### Potencial Hidrogeniônico

Quantidade de prótons H<sup>+</sup>, que indica a acidez, neutralidade e a alcalinidade de uma solução.

### Fósforo total

O fósforo é um dos principais responsáveis pelo enriquecimento nutricional de mananciais, desencadeando, por meio da eutrofização, a floração de grupos de algas tóxicas. Portanto, a sua remoção passa a ser de grande valia para a saúde pública e para o meio ambiente.

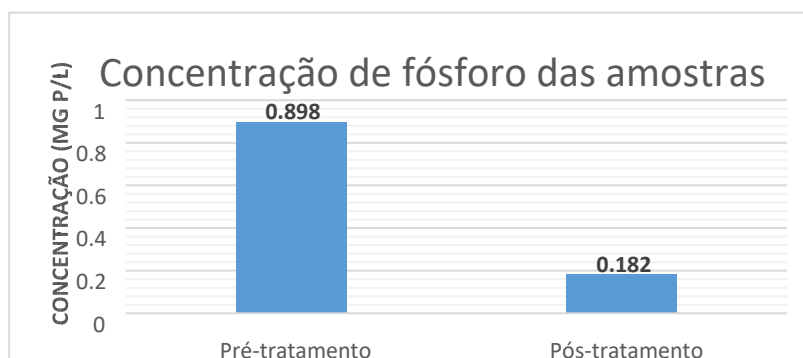
### Turbidez

É um parâmetro indicador da possível presença de argila, síltes, substâncias orgânicas ou inorgânicas, plâncton e algas. Indicando o risco de entupimentos de filtros e tubulações.

## CONCLUSÃO

O valor de alcalinidade obtido na primeira amostra está classificado como boa capacidade de tampão, já o da segunda amostra, pós tratamento, não se enquadra nessa determinação, e, pelo seu valor, podemos dizer que possui uma capacidade de tampão média.

A cor da água não representa risco direto à saúde, mas esse fator pode fazer com que as pessoas desconfiem dessa água, assim como ocorre com a turbidez, a água fica com um aspecto desagradável comprometendo a satisfação do consumidor (SPERLING, 2017). Na primeira amostra, pré-tratada, obteve-se um valor de 20 uH, o que está fora da legislação da PCR 5 de 2017. Já na segunda amostra, pós tratamento, a cor verdadeira caiu para 10 uH entrando nos parâmetros da legislação e mostrando a eficácia do filtro. No filtro, após o tratamento, verificou-se redução de 79,73% de fósforo, em relação a amostra não tratada. Sendo este o melhor resultado de todos os parâmetros avaliados.



**Gráfico 1: Níveis de Fósforo das amostras 01e 02**

Demonstrou-se a possibilidade de sucesso na aplicação desse tratamento na busca pela redução da carga poluidora de fósforo das águas residuais.

A turbidez não apresentou uma redução significativa, acredita-se que o uso do perlon como membrana filtrante não foi completamente efetivo. Portanto, nos testes subsequentes, pretende-se utilizar algodão em conjunto com a cerâmica porosa.

De acordo com a NBR 13.969, de 1997, que trata sobre: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Prevê-se algumas classificações para o reuso de água.

Classe	Uso previsto	Turbidez	Coliformes fecais (NMP/100mL)	Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	pH	Cloro residual (mg/L)
Classe 1	Lavagem de carros e outros usos que requerem contato direto do usuário com a água	< 5	< 200	< 200	6-8	Entre 0.5 e 1.5
Classe 2	Lavagem de pisos, calçadas e irrigação de jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafartizes	< 5	< 500	-	-	Superior a 0.5

Classe 3	Reúso em descargas dos vasos Sanitários	< 10	< 500	-	-	-
Classe 4	Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastos para gados e outros cultivos	-	< 500	-	-	-

**Quadro I: classificação e reuso previstos (NBR 13.969, 1997. P.22)**

Para fins de reuso, com base nos testes executados, a amostra coletada e testada no dia 05/10/2020 pertenceria, possivelmente a classe 4, de acordo com a norma técnica.

## REFERÊNCIAS

- NEVES, M. V; AFONSO A. S. Especificações técnicas para o aproveitamento da água das chuvas e das águas cinzentas nos edifícios. 5ª Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente. 2010: 1-9
- PIZZOLATTI, B. S. Avaliação dos métodos de desinfecção: cloração e radiação ultravioleta, com a finalidade de utilização da água de chuva em uma residência. 2007. 54f. (Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) — Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007.
- MATTOS, J. L. S; MATA, L; RIBEIRO, K.D; ALMEIDA, A. M; MELO, F. L; Análises do processo de desinfecção das águas para o consumo humano. In: XIII Congresso nacional de meio ambiente de poços de caldas; 2016 Poços de Caldas, MG; 2016. p.9.
- PÁDUA, V. P. Remoção de microrganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano. PROSAB Edital 5 Programa de Pesquisa de Saneamento Básico. 2009 1-394.
- MAY, S. Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações. 2009. 223f. Tese (Doutorado em Engenharia) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- GONÇALVES, R.F. Uso Racional da Água em Edificações. 2006. PROSAB Edital 4 Programa de Pesquisa de Saneamento Básico. 2006 1-352.
- Brasil. PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde. Brasília, dez. 2011.
- Brasil. LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Presidência da República. Brasília, jan. 1997.
- Nações Unidas. Água. Disponível em: <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html> Acesso em: 06/11/2017.
- SCHMIDT, C. G. Desenvolvimento de filtros de carvão ativado para remoção do cloro da água potável. 2011. 90 f. Dissertação – Universidade, Porto Alegre, 2011.
- ARAUJO, Ingrid. Bambu filtra impureza da água e gera economia. Pensamento verde. Junho 2013. Disponível em: <http://www.pensamentoverde.com.br/economia-verde/bambu-filtra-impurezadaagua-e-gera-economia/> Acesso em 02/05/2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7.229: projeto construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 13.696: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.
- Brasil. PORTARIA Nº 5, DE 28 DE SETEMBRO DE 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Ministério da Saúde. Brasília, 2017.