

# REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:  
Investigación, desarrollo y práctica.

## AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DO REUSO DA ÁGUA CINZA DE MÁQUINA DE LAVAR ROUPA APÓS TRATAMENTO COMPLETO E SIMPLIFICADO

\* Denise Domingos dos Santos Martins<sup>1</sup>  
Danielma Silva Maia<sup>1</sup>  
Antonio Adelúzio Gomes Azevedo<sup>1</sup>  
Roseanne Veloso de Camargo<sup>1</sup>  
Marcelo Mendes Pedroza<sup>1</sup>  
Juan Carlos Valdés Serra<sup>1</sup>

## EVALUATION OF THE APPLICABILITY OF WATER REUSE WASHING MACHINE GRAY AFTER COMPLETE AND SIMPLIFIED TREATMENT

Recibido el 3 de octubre de 2019; Aceptado el 14 de septiembre de 2020

### Abstract

*The use of gray water is an effective way to reduce the demand for drinking water, when the technology works efficiently. This study aims to evaluate the applicability of the gray water reuse of the washing machine through a bench test using Jarrest with different dosages of aluminum sulfate, selecting the optimal coagulation condition (optimal dose) comparing the parameters pH, turbidity, conductivity and temperature for the samples of raw water, water subjected to simple treatment and water with complete treatment, whereas the COD parameters and total solids will be evaluated only for raw gray water and for water after complete treatment. All results will be evaluated according to the quality parameters for the use of non-potable water in accordance with the ABNT NBR 16783: 2019 standard. The gray water from the washing machine showed an alkalinity of 77 mg/L of HCl and a turbidity of 66.1 uT. The sample that showed the best results was the second with the dosage of 100 mg/L of aluminum sulfate with turbidity of 3.7 uT and pH 6.1. This sample was subjected to simple filtration and activated carbon and showed turbidity of 0.8 uT and pH 8.3. The Total Solids values varied from 980 to 1073 mg/L for the treated water and the raw effluent, representing a 9% removal of total solids. As the proposal is the treatment for water reuse in less noble uses, the result obtained is within the expected for the analyzed parameters, being sufficient for the objective defined in this research.*

**Keywords:** coagulation, filtration, Jarrest, reuse.

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, Brasil.

\* Autor correspondente: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins. Av. NS 15, ALCNO 19, Plano Diretor Norte, CEP: 77001-090, Palmas – TO, Brasil. Email: [denisedsm@gmail.com](mailto:denisedsm@gmail.com)

## Resumo

O aproveitamento de água cinza mostra-se uma forma eficaz de reduzir a demanda de água potável, quando a tecnologia funciona eficientemente. Este estudo tem como objetivo avaliar a aplicabilidade do reuso da água cinza de máquina de lavar roupa através de teste de bancada utilizando o *Jartest* com diferentes dosagens de sulfato de alumínio selecionando a condição ótima de coagulação (dose ótima) comparando os parâmetros pH, turbidez, condutividade e temperatura para as amostras de água bruta, água submetida ao tratamento simples e água com tratamento completo enquanto que os parâmetros DQO e sólidos totais serão avaliados apenas para a água cinza bruta e para a água após tratamento completo. Todos os resultados serão avaliados de acordo com os parâmetros de qualidade para uso de água não potável de acordo com a norma ABNT NBR 16783:2019. A água cinza proveniente da máquina de lavar apresentou alcalinidade de 77 mg/L de HCl e turbidez 66.1 uT. A amostra que apresentou os melhores resultados foi a segunda com a dosagem de 100 mg/L de sulfato de alumínio com turbidez de 3.7 uT e pH 6.1. Essa amostra foi submetida à filtração simples e com carvão ativado e apresentou turbidez de 0.8 uT e pH 8.3. Os valores de Sólidos Totais apresentaram variações de 980 a 1073 mg/L para a água tratada e o efluentes bruto representando remoção de 9% de sólidos totais. Como a proposta é o tratamento para reutilização da água em usos menos nobres, o resultado obtido está dentro do esperado para os parâmetros analisados, sendo suficientes para o objetivo delimitado nesta pesquisa.

**Palavras chave:** coagulação, filtração, *Jartest*, reuso.

---

## Introdução

A água é considerada uma substância de extrema importância para os ecossistemas e para a humanidade. Entretanto, é um dos recursos naturais mais afetados pela crescente degradação ambiental, causada principalmente pelo crescimento populacional (Von Sperling, 2005).

Em grandes centros urbanos, a demanda de água apresenta crescimento desproporcional em relação à disponibilidade hídrica, que tendem a diminuir devido a invariabilidade dos recursos hídricos. Faz-se necessário à adequação da demanda de água com a disponibilidade hídrica da região (Monteiro, 2009).

Torna-se urgente, portanto, a busca pela sustentabilidade no ciclo urbano, com o uso de práticas de conservação tais como: a busca por fontes alternativas como águas residuárias para reuso; a separação das águas residuárias domésticas, na fonte de geração, que exijam graus diferenciados de tratamento como as águas cinzas e negras, que facilitem a sua reutilização para fins não potáveis (Gonçalves *et al.*, 2006).

A prática de reuso é uma alternativa, uma vez que possibilita a substituição de fontes para satisfazer demandas menos restritivas, liberando água de melhor qualidade para usos mais “nobres”, como o abastecimento doméstico (Hespanhol, 2006).

As águas residuárias provenientes das atividades domésticas apresentam características distintas. Existem dois grupos principais, a água negra e cinza. A água negra, oriunda do vaso sanitário, apresenta concentração mais elevada de microorganismos e matéria orgânica. (Ludwig, 2006). As águas cinza são as águas que não possuem contribuição de efluentes de vasos sanitários, mas sim aquela proveniente do uso de lavatórios, chuveiros, banheiras, pias de cozinha, máquina de lavar roupa e tanque (Ottoson e Stenström, 2003). Segundo Jefferson *et al.*, (2000), a água cinza é qualquer água residual residencial gerada a partir de processos domésticos como lavar louça, roupa e tomar banho.

Alguns autores divergem quanto à classificação da água da pia de cozinha como águas cinza. Conforme Rapoport (2004), a água cinza proveniente da pia de cozinha apresenta partículas de comida, óleo, gordura e é mais poluente do que as águas negras, pois, apresentam altas concentrações de coliforme termotolerante ( $2 \times 10^9$  UFC/100 mL) e alta concentração de detergentes que podem torná-la alcalina. Em conformidade com o Manual da FIESP (BRASIL *et al.*, 2005), água cinza para reuso é o efluente doméstico que não possui contribuição da bacia sanitária e pia de cozinha, ou seja, são os efluentes gerados pelo uso de banheiros, chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar roupas.

De acordo com o IPT (2016), as águas cinza são representadas pelas águas utilizadas em tanques e máquinas de lavar roupa, incluindo, também, águas usadas nos banhos e lavatórios de banheiro, excluindo-se as águas de pias de cozinha e bacias sanitárias. Gonçalves (2016) ainda destaca que a inclusão das águas originadas da pia da cozinha como águas negras é atualmente uma prática recomendada, tendo em vista a presença de grande quantidade de sólidos em suspensão e compostos graxos, óleos e gorduras de origem animal e vegetal.

A água de reuso é considerada um recurso hídrico alternativo e complementar. O aproveitamento de água cinza mostra-se uma forma eficaz de reduzir a demanda de água potável quando a tecnologia funciona eficientemente (Bertrand, 2008). Dentre os tipos de reusos domésticos das águas cinza, os mais comuns são descargas de vasos sanitários e irrigação de jardins (Gonçalves e Jordão, 2006).

A reutilização de águas cinza para tais finalidades pode reduzir o consumo doméstico de água em até 50% (Maimon *et al.*, 2010). No entanto, Hafner (2007) observa que a falta de uma regulação completa no Brasil é um grande entrave no desenvolvimento e aplicação das fontes alternativas de água, pois o reuso direto não potável foi regulamentado somente em 2005, pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e, ainda, falta uma legislação que defina padrões de qualidade para a utilização de água de reuso.

A ABNT publicou em 2019, a norma ABNT NBR 16782:2019 que trata das diretrizes e 111 procedimentos para a conservação de águas em edificações e a norma ABNT NBR 16783:2019 112 sobre o uso de fontes alternativas não potáveis em edificações (ABNT, 2019a; ABNT, 2019b). O principal objetivo dessas normas é padronizar e normalizar o gerenciamento hídrico nos empreendimentos conforme a viabilidade técnica e econômica em cada caso. Cabe ressaltar que essas normas, apesar de fornecerem diretrizes e procedimentos, não são obrigatórias, mas que na falta de uma normalização técnica brasileira sobre determinado assunto, podem ser utilizadas normas técnicas emitidas por organizações reconhecidas, como a ABNT.

A prática de aproveitamento de água cinza reduz a descarga de poluentes em corpos receptores conservando os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade. Além disso, reduz os custos associados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente (CNRH, 2005).

Para melhorar a qualidade da água cinza para reuso, são propostos diferentes tratamentos, desde processos simples, como filtros de areia, até processos mais complexos, como reatores biológicos (Li *et al.*, 2009). A escolha do processo de tratamento da água coletada e armazenada depende da sua qualidade e do seu uso final (Gonçalves *et al.*, 2006).

Os processos utilizados para tratar água cinza são semelhantes aos utilizados em estações de tratamento de esgoto sanitário, porém, cabe ressaltar que as exigências quanto à qualidade do efluente são muito superiores, sobretudo quando se trata de reuso em edificações (Giacchini, 2010).

Diante disso, para tornar a água cinza reutilizável, o sistema de tratamento deve ser composto por, pelo menos, os níveis primário e secundário. Ou seja, é necessária uma etapa para retirada de possíveis sólidos grosseiros podendo estar associada a uma etapa de sedimentação, seguida de coagulação, floculação e filtração. Para o presente estudo será adotado também a filtração com carvão ativado para remoção de odor, fechando o ciclo de um tratamento completo.

Segundo Schoenhals (2006) os processos de coagulação e floculação estão como os mais importantes na remoção dos poluentes orgânicos e/ou inorgânicos, sendo os responsáveis por eliminar grande parte das impurezas da água bruta, possibilitando condições para prosseguimento das demais etapas do tratamento. Diversos fatores interferem no processo de coagulação, destacando-se o pH e a alcalinidade da água bruta, a natureza das partículas coloidais, o tamanho das partículas e o tipo e a dosagem dos produtos químicos aplicados (Santos *et al.*, 2007). De acordo com Bartiko e De Julio (2015), o *Jartest* é comumente usado na determinação da dosagem de coagulante que deve ser aplicado à água bruta por meio de ensaios laboratoriais.

Segundo Carvalho (2008), normalmente não é possível a obtenção de água com padrões de potabilidade apenas com o uso de coagulação/floculação, sendo necessária a filtração. Dessa maneira, a filtração rápida constitui uma barreira sanitária importante, tendo o potencial de retenção de microrganismos que são resistentes às demais partes do tratamento de água. Os filtros de areia demonstram uma boa remoção de bactérias, alta remoção de cor e turbidez, entretanto pouca remoção de odor e sabor (Pimenta, 2019).

Diante do exposto, o estudo tem como objetivo avaliar a aplicabilidade do reuso da água cinza de máquina de lavar roupa através de teste de bancada utilizando o *Jartest* com diferentes dosagens de sulfato de alumínio selecionando a condição ótima de coagulação (dose ótima) comparando os parâmetros pH, turbidez, condutividade e temperatura para as amostras de água bruta, água submetida ao tratamento simples e água com tratamento completo enquanto que os parâmetros DQO e sólidos totais serão avaliados apenas para a água cinza bruta e para a água após tratamento completo. Todos os resultados serão avaliados de acordo com os parâmetros de qualidade para uso de água não potável de acordo com a norma ABNT NBR 16783:2019.

### Metodologia

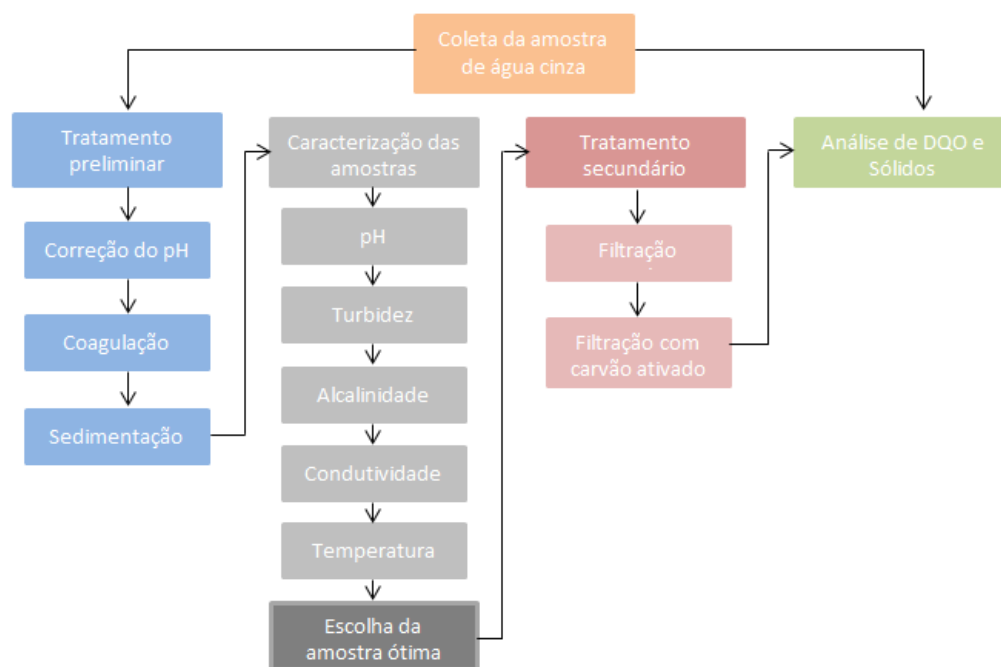
Este estudo baseou-se em uma pesquisa aplicada em que a água cinza utilizada foi coletada de uma residência unifamiliar com três usuários, localizada na cidade de Palmas, Tocantins. A coleta ocorreu no dia 13 de agosto de 2019 no período da manhã e o tratamento foi realizado no período da tarde do mesmo dia no Laboratório de Química do Instituto Federal do Tocantins, Campus de Palmas. Os procedimentos metodológicos deste estudo estão apresentados na figura 01 de forma esquematizada. Utilizou-se um recipiente plástico com capacidade de 20 litros para coletar a água cinza proveniente da lavagem de peças de roupas dos usuários na máquina de lavar. A água armazenada foi levada para o Laboratório para a realização dos ensaios experimentais.

Realizou-se a análise dos parâmetros de Demanda Química de Oxigênio – DQO e de sólidos (totais, fixos e voláteis) em uma amostra de 100 mL da água cinza de acordo com as normas estabelecidas por APHA (2012). Esses parâmetros foram analisados na amostra em que se realizou o tratamento completo para averiguar a eficiência do sistema adotado.

Posteriormente, adicionou-se uma solução de ácido clorídrico 1:9 no recipiente plástico em que a água cinza estava armazenada para ajustar o pH do fluido a um valor próximo da neutralidade (6.5 a 7.5), no qual ao longo da adição da solução ácida, foi aferida a medição do pH nos níveis definidos.

O teste de coagulação foi realizado em seguida utilizando o equipamento *Jartest* (Milan<sup>®</sup>, modelo JT-203/6) que contém seis jarras, e cada amostra contendo 2 L de água cinza com pH ajustado foi

inserido nestas cubas respectivamente, como mostra a Figura 02. Como não tem padrão de rotação para este ensaio adotou-se a velocidade de mistura rápida de 160 rpm por 10 minutos.



**Figura 01.** Fluxograma das etapas metodológicas. Fonte: Autores (2019).



**Figura 02.** Equipamento de Teste de Jarros (*Jartest*) utilizado para o teste de coagulação da amostra. Fonte: Acervo dos autores. Fonte: Autores (2019).

Logo a pós a mistura rápida, acrescentaram-se volumes de solução de sulfato de alumínio 1% nas jarras, de forma a obter as seguintes dosagens: 50, 100, 150, 200, 300 e 400 mg/L. A partir disso, alterou-se o padrão de rotação e as amostras foram agitadas na velocidade de mistura lenta, ou seja, de 30 rpm por 30 minutos. Ao fim deste processo as amostras foram mantidas dentro das jarras por um período de 60 minutos para que ocorresse a sedimentação do material.

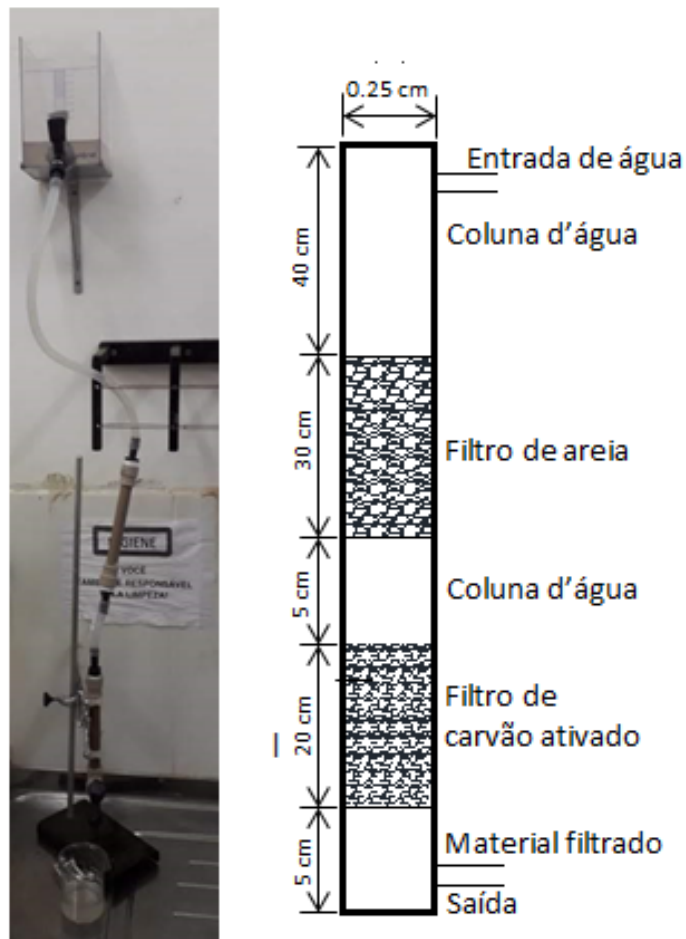
A etapa seguinte consistiu na caracterização da água após o tratamento simplificado. Foram verificados os seguintes parâmetros: turbidez (pelo turbidímetro modelo 2100q, da marca Hach®), pH (pelo medidor de pH da marca Tecnal®), alcalinidade (potenciométrico e titulométrico), condutividade pelo condutivímetro TEC-4MP e temperatura também pelo mesmo aparelho.

Os parâmetros de pH, turbidez, condutividade e temperatura foram medidos utilizando-se 100 mL de cada jarra onde verificou-se qual a amostra atingiu a dosagem ótima de acordo com a dosagem de sulfato de alumínio acrescentada. O tratamento completo foi realizado apenas para essa amostra com a filtração simples e filtração com carvão ativado. O filtro utilizado foi desenvolvido no Laboratório e é composto de material PVC, diâmetro nominal de 25 mm e diâmetro interno 21 mm, com altura total do filtro de 10 cm, apresentando dois suportes em que um de seus interiores contém areia com granulometria de 2.36 mm e no outro carvão ativado comercial produzido a partir de resíduos de coco babaçu (Figura 04).



**Figura 04.** Na esquerda foto do coco babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) e na direita o carvão produzido a partir de seus resíduos. Fonte: Autores (2019).

O filtro foi ligado a um reservatório onde foi depositada a amostra e sua saída foi através de uma torneira ligada ao filtro. Posteriormente efetuaram-se as análises de pH, turbidez, condutividade, temperatura, DQO e sólidos da amostra submetida ao tratamento completo. Segue abaixo a figura 05 demonstrando o filtro utilizado e sua representação esquemática.



**Figura 05.** Filtro utilizado para a filtração da amostra e sua representação esquemática.  
*Fonte: Autores (2019).*

### Resultados e discussão

Os resultados alcançados para a água cinza bruta, para cada uma das seis amostras submetidas ao tratamento simplificado e para a amostra submetida ao tratamento completo estão apresentados na Tabela 01 a seguir.



**Tabela 01.** Resultado das análises da água cinza bruta, das amostras submetidas ao tratamento simples e tratamento completo.

Amostra	Dosagem (mg/L)	Volume (mL)	Turbidez (uT)	Condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	pH
Bruta	-	-	66.1	1238	27.4	7.7
1 <sup>a</sup>	50	10	22.9	1297	27.2	6.8
2 <sup>a</sup>	100	20	3.7	1252	27.4	6.1
3 <sup>a</sup>	150	30	4.7	1255	27.3	6.1
4 <sup>a</sup>	200	40	6.8	1256	27.2	5.6
5 <sup>a</sup>	300	60	10.3	1268	27.2	4.6
6 <sup>a</sup>	400	80	11.8	1327	27.2	4.3
Tratamento Completo	100	20	0.8	1307	27.2	8.3

A água cinza proveniente da máquina de lavar apresentou alcalinidade de 77 mg/L de HCl. Os resultados para a condutividade variaram de 1238  $\mu\text{S/cm}$  para a água cinza até 1327  $\mu\text{S/cm}$  para a sexta amostra. Segundo Ayers & Westcot (1991), as águas que apresentam condutividade elétrica entre 700 e 3000  $\mu\text{S/cm}$ , como é o caso do efluente da pesquisa, apresentam moderada restrição de uso na irrigação. Conceição (2019) relata que neste tipo de restrição exigem-se cuidados na seleção da cultura a ser irrigada e alternativas de manejo para evitar danos às plantas pelo excesso de sais.

A temperatura não teve variação significativa e o pH variou de 4.3 a 6.8 nas amostras submetidas ao teste de jarros. Percebeu-se que o aumento na quantidade de sulfato de alumínio acidificou as amostras. A água cinza bruta apresentou pH de 7.7 e a água após tratamento completo 8.3.

As águas cinza provenientes de lavagem de roupas geralmente são bem alcalinas e apresentam pH em torno de 8 a 10 enquanto que as demais águas cinzas apresentam pH de 5 a 8.7. (Eriksson *et al.*, 2002). O pH relativamente alto das amostras em estudo, principalmente após a filtração, justifica-se pelo fato de que no processo de lavagem de roupas utilizam-se produtos químicos que aumentam este índice. Se o objetivo de reuso dessa água for para irrigação de plantas, por exemplo, deve-se realizar a correção do pH pois, caso esteja muito elevado pode alterar o pH do solo podendo causar um desequilíbrio nutricional das culturas irrigadas.

Quanto a turbidez, a água cinza apresentou 66.1 uT. Para esse parâmetro são relatadas concentrações de 19 uT (Teodoro *et al.*, 2017), 155.6 uT (Paula & Fernandes, 2018) e até mesmo 373 uT (Fiori *et al.*, 2006) em águas cinza. Essa variação do parâmetro pode ser explicada tanto pelas características da água de abastecimento como pelos diversos tipos de usos em que essa água é submetida pelos usuários.

Observou-se que uma dosagem muito baixa de sulfato de alumínio não foi suficiente para remover a turbidez da água cinza, da mesma forma que, ao aumentar a dosagem do coagulante, também diminuiu a sua eficiência nessa remoção além de acidificar as amostras como já relatado.

A amostra que apresentou os melhores resultados foi a segunda com a dosagem de 100 mg/L de sulfato de alumínio com turbidez de 3.7 uT e pH 6.1. Estudos de Pimenta (2019) apresentaram valores semelhantes com turbidez de 3.32 uT e pH 6.85 em amostras submetidas ao *Jartest* utilizando o sulfato de alumínio como coagulante. Essa amostra foi submetida à filtração simples e com carvão ativado e apresentou turbidez de 0.8 uT e pH 8,3. Esse resultado apresentou uma remoção de 98.78% da turbidez comparando o efluente bruto e o tratado.

Os parâmetros de DQO e sólidos (totais, fixos e voláteis) foram obtidos para as amostras de água cinza bruta e para a amostra da água após tratamento completo. A Tabela 02 apresenta os resultados das análises para as duas amostras.

**Tabela 02.** Resultado das análises de DQO e Sólidos para água cinza bruta e após tratamento completo.

Amostra	DQO*	Sólidos Totais*	Sólidos Fixos*	Sólidos Voláteis*
Água Cinza bruta	110	1073	898	175
Água Tratada e Filtrada	2	980	790	190

\* Unidade: mg/L.

Os resultados de remoção de DQO obtidos nos ensaios foram acima de 98%, após o ciclo completo de tratamento com residual de 2 mg/L, para uma DQO inicial de 110 mg/L. O parâmetro DQO corresponde, principalmente, à presença de compostos orgânicos sintéticos, como os detergentes e sabões utilizados para a lavagem de roupas e, segundo Ramos & Sobrinho (2002), a eficiência de remoção de surfactantes (detergentes) está intimamente ligada à eficiência de remoção de DQO.

Os valores de Sólidos Totais apresentaram variações de 980 a 1073 mg/L para a água tratada e o efluentes bruto representando remoção de 9% de sólidos totais. May (2008) e Bezerra *et al.*, (2016) também obtiveram resultados elevados para esse parâmetro, 1050 mg/L e 1816 mg/L respectivamente.

A água resultante do sistema de tratamento completo apresentou os parâmetros de qualidade para uso da água não potável dentro do recomendado na ABNT NBR 16783:2019 como pode ser observado na Tabela 03.

**Tabela 03.** Limites estabelecidos na ABNT NBR 16783:2019 para uso da água não potável e parâmetros da água tratada.

Parâmetro	Limite	Água cinza tratada
pH	6.0 a 9.0	8.3
Turbidez	≤ 5 uT	0.8 uT
Condutividade	≤ 3200 μS/cm	1307 μS/cm
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 2000 mg/L	980 mg/L

A norma não apresenta parâmetros para a temperatura e DQO, porém no estudo de Gual *et al.* (2008), os autores mostraram que água de reuso com baixa concentração de DQO obteve elevada aceitação (97%), por parte dos usuários, do reuso em descarga de bacias sanitárias. Cintra (2019) relata que não há estudos com o objetivo de avaliar diferentes valores de concentração de DQO e sua influência no reuso de água sendo necessária a realização de estudos mais aprofundados nesse tema para a proposição de um valor adaptável às condições brasileiras.

### Considerações Finais

A água cinza analisada tratou-se de um efluente de baixa qualidade com valores elevados de turbidez e DQO comprovando a necessidade e a importância da escolha de um tratamento adequado para que os parâmetros estejam em níveis aceitáveis para o seu reuso.

Porém, com os resultados obtidos, pôde-se observar que com um tratamento simples essas águas atenderam aos padrões de qualidade das normas que tratam sobre o reuso de águas cinza em edificações promovendo a prática de reuso para fins não nobres em qualquer residência, reduzindo a demanda de captação de água nos corpos hídricos para atender a demanda da população e gerando economia de água potável.

### Referências bibliográficas

- APHA, American Public Health Association (2012) *Standard methods for examination of water and wastewater*. 22<sup>a</sup> ed., Washington: APHA, 1360 pp.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2019a) *NBR 16782*. Conservação de água em edificações – Requisitos, procedimentos e diretrizes.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2019b) *NBR 16783*. Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações.
- Ayers, R. S., Westcot, D. W. (1991) *A qualidade da água na agricultura*. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 153p.
- Bartiko, D., De Julio, M. (2015) Construção e emprego de diagramas de coagulação como ferramenta para o monitoramento contínuo da floculação em águas de abastecimento. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, **10**(1), 71-81. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1239>
- Bertrand, N. M. (2008) *Impacts of scaling up water recycling and rainwater harvesting technologies on hydraulic and hydrological flows*. PhD Thesis. Cranfield University.

- Bezerra, A. M. S., Trigueiro, J. M. A., Dants, P. R., Silva, A. P. F., Albuquerque, W. G. (2016) Caracterização de parâmetros físico-químicos de água cinza provenientes da lavagem de roupas em lavanderia comercial em Pombal–PB. In: *Anais I CONIDIS–Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido*. Campina Grande, PB.
- Brasil (2017) *Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde e potabilidade*. Ministério da Saúde, Diário Oficial da União, Brasília, DF.
- Carvalho, M. J. H. (2008) *Uso de coagulantes naturais no processo de obtenção de água potável*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR.
- Conama, Conselho Nacional Do Meio Ambiente (2005) Resolução nº 357 de 2005. *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
- Conceição, P. M. (2019) *Avaliação de parâmetros físico-químicos de águas residuárias liberadas em sistemas florestais de ombrófila mista no município de Curitibaanos, SC*. Engenharia Química, Centro Universitário Facvest, Lages – SC.
- CRNH, Conselho Nacional de Recursos Hídricos (2005) Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005 – *Estabelece critérios gerais para reuso de água potável*. Disponível em: [http://www.aesa.pb.gov.br/legislacao/resolucoes/cnrh/54\\_2005\\_critérios\\_gerais\\_uso\\_agua.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/legislacao/resolucoes/cnrh/54_2005_critérios_gerais_uso_agua.pdf)
- Eriksson, E, Eriksson, E., Auffarth, K., Ledin, M. H. A. (2002) Characteristics of grey wastewater. *Urban Water*. **4**(1), 85-104.
- Fiori, S., Fernandes, V. M. C., Pizzo, H. (2006) Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinza em edificações. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, **6**(1), 19-30.
- Giacchini, M. (2010) Estudo sobre a aplicabilidade e tratamento da água cinza nas edificações. *Revista Techno eng*, 2ª ed.
- Gonçalves, R. F., Alves, W. C., Zanella, L. (2006) Conservação da água no meio urbano. Cap. 2. In: Ricardo Franci Gonçalves (Coord.), *Uso Racional da Água em Edificações*. Rio de Janeiro: ABES.
- Gonçalves, R. F., Jordão, E. P. (2006) Introdução. Cap. 1. In: Ricardo Franci Gonçalves (Coord.), *Uso Racional da Água em Edificações*. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES.
- Hafner, A. V. (2007) *Conservação e reuso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais*. Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Hespanhol, I. (2006) Água e Saneamento Básico. In: Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. (Org). *Águas doces no Brasil*. São Paulo: Escrituras, 3, 269-324.
- IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. (2016) *Manual para aproveitamento emergencial de águas cinza do banho e da máquina de lavar*. São Paulo: IPT.
- Li, F., Wichmann, K., Otterpohl, R. (2009) Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses. *Science of the Total Environment*, 407, 3439-3449. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.02.004>
- Ludwing, A. (2006) *Creating an oasis with greywater*. 5 ed. Oasis Design, Santa Barbara, 144p.
- Maimon, A., Tal, A., Friedler, E., Gross, A. (2010) Safe on-Site Reuse of Greywater for Irrigation - A Critical Review of Current Guidelines. *Environmental Science & Technology*, **44**(9), 3213-3220.
- May, S. (2008) *Caracterização, tratamento e reuso de águas cinza e aproveitamento de águas pluviais em edificações*. Tese de doutorado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo.
- Monteiro, R. C. M. (2009) *Viabilidade técnica do emprego de sistemas tipo wetlands” para tratamento de água cinza visando o reuso não potável*. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 84p, São Paulo.
- Ottoson, J., Stenstrom, T. A. (2003) Faecal contamination of greywater and associated microbial risks. *Water Research*, **37**, 645-655.

- Paula, H. M., Fernandes, C. E. (2018) Otimização do tratamento de água cinza a partir do uso combinado de coagulantes químicos. *Engenharia Sanitária & Ambiental*, Rio de Janeiro, **23**(5).
- Pimenta, I. A. (2019) *Análise do silicato de potássio ( $K_2SiO_3$ ) obtido da casca do arroz como coagulante para tratamento de água para consumo humano*. Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Tocantins, Palmas – TO.
- Ramos R. G.; Sobrinho, P. A. (2002) *Remoção de surfactantes no pós-tratamento de efluente de reator uasb utilizando filtro biológico percolador*. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Santos, E. P. C. C., Teixeira, A. R., Almeida, C. P., Libânio, M., Pádua, V. L. (2007) Estudo da coagulação aplicada à filtração direta descendente. *Engenharia Sanitária & Ambiental*, Rio de Janeiro, **12**(4), 361-370. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522007000400002>
- Schoenhals, M. (2006) *Avaliação da Eficiência do Processo de Flotação Aplicado ao Tratamento Primário de Efluentes de Abatedouro Avícola*. Tese de Mestrado, Pósgraduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.
- Teodoro, A., Boncz, M. A., Paulo, P. L., Machulek Junior, A. (2017) Desinfecção de água cinza por fotocatalise heterogênea. *Engenharia Sanitária & Ambiental*. Rio de Janeiro, **22**(5), 1017-1026. doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017144651>
- Von Sperling, M. (2005) *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias), Belo Horizonte: UFMG, 452 pp.