

Tratamento de Água Cinza em Unidade de Produção Agrícola Controlada associada a Hidrociclone

Gray Water Treatment in Controlled Agricultural Production Unit associated with Hydrocyclone

Tratamiento de Aguas Grises en Unidad de Producción Agrícola Controlada asociada a Hidrociclón

Recebido: 11/02/2021 | Revisado: 15/02/2021 | Aceito: 01/03/2021 | Publicado: 08/03/2021

Rubenia de Oliveira Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2559-2885>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: rubeniaadm@gmail.com

Altevir Paula de Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3224-4774>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: altevirpaula@hotmail.com

José Jefferson da Silva Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2620-6491>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: jeffpesquisador@gmail.com

Ricardo de Andrade Medronho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5603-9762>
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: medronho@eq.ufrj.br

Oswaldo Soares da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4608-0638>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: osvaldo_so2002@yahoo.com.br

Herllange Chaves de Brito

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7525-6455>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: herllange@gmail.com

Aline Costa Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5518-1924>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: alinecfx@yahoo.com.br

Vicente Saraiva dos Santos Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6106-4249>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: vicentesaraiva23@gmail.com

Patrício Borges Maracajá

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4812-0389>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: patriciomaracaja@gmail.com

Francisco das Chagas Bezerra Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6232-4383>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: chagasneto237@gmail.com

Resumo

A água é um recurso determinante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola, principalmente na região semiárida, em que é um fator escasso. Além do problema da quantidade de água disponível para a população, alguns fatores prejudicam ainda mais a sua disponibilidade, como o despejo de esgoto sem tratamento ou tratados inadequadamente, efluentes industriais e agrícolas e produtos químicos como, por exemplo, fertilizantes. Nessa esteira, pontua-se que a água cinza, em regiões semiáridas, tende a ser exacerbadamente utilizada, por ser uma alternativa viável e sustentável para o tratamento da água. Cabe destacar que os parâmetros analisados das águas cinza coletadas dos pontos de observação das unidades foram: Condutividade Elétrica (CE), pH, Turbidez e Oxigênio Dissolvido (OD). Assim, ante o exposto o presente artigo busca avaliar Unidades de Produção Agrícola Controlada/UPAC com e sem a presença de hidrociclone no processo de tratamento da água cinza gerada em uma lavanderia pública no município de Cabaceiras, no Estado da Paraíba, visando o reuso de água.

Palavras-chave: Água cinza; Região semiáridas; Reuso.

Abstract

Water is a key resource for urban, industrial and agricultural development, especially in the semi-arid region, where it is a scarce factor. In addition to the problem of the amount of water available to the population, some factors further hinder its availability, such as the discharge of untreated or improperly treated sewage, industrial and agricultural effluents and chemicals such as fertilizers. In this wake, it is pointed out that gray water, in semi-arid regions, tends to be exacerbatedly used, as it is a viable and sustainable alternative for water treatment. It should be noted that the parameters analyzed for the gray waters collected from the observation points of the units were: Electrical Conductivity (EC), pH, Turbidity and Dissolved Oxygen (OD). Thus, in light of the above, this article seeks to evaluate Units of Controlled Agricultural Production / UPAC with and without the presence of hydrocyclone in the process of treating gray water generated in a public laundry in the municipality of Cabaceiras, aiming at the reuse of Water.

Keywords: Grey water; Semiarid region; Reuse.

Resumen

El agua es un recurso clave para el desarrollo urbano, industrial y agrícola, especialmente en la región semiárida, donde es un factor escaso. Además del problema de la cantidad de agua disponible para la población, algunos factores dificultan aún más su disponibilidad, como la descarga de aguas residuales sin tratar o mal tratadas, efluentes industriales y agrícolas y productos químicos como fertilizantes. En este sentido, se señala que las aguas grises, en las regiones semiáridas, tienden a ser agudizadas, por ser una alternativa viable y sostenible para el tratamiento del agua. Cabe señalar que los parámetros analizados para las aguas grises recolectadas de los puntos de observación de las unidades fueron: Conductividad Eléctrica (CE), pH, Turbidez y Oxígeno Disuelto (DO). Así, a la luz de lo anterior, este artículo busca evaluar Unidades de Producción Agrícola Controlada / UPAC con y sin presencia de hidrociclón en el proceso de tratamiento de aguas grises generadas en un lavadero público del municipio de Cabaceiras, en el Estado de Paraíba, con el objetivo de reutilizar el agua.

Palabras clave: Agua gris; Región semiárida; Reutilizar.

1. Introdução

A água cinza, em regiões semiáridas, tende a ser utilizada cada vez mais em larga escala, o que torna imperativo a evolução de pesquisas voltadas para o aprofundamento dos estudos sobre os efeitos a longo prazo, benéficos ou deletérios, desta água de qualidade inferior sobre o ambiente, as estruturas produtivas e a população a ela exposta.

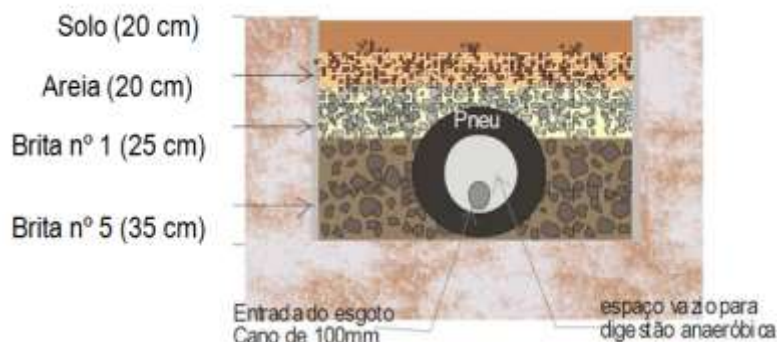
O reuso de água cinza é uma alternativa viável para suprimento em usos não potáveis e pode ser aplicado em residências unifamiliares, em produção agrícola e nas mais diversas atividades (Moruzzi & Leão, 2019). As tecnologias de reuso de águas cinzas são soluções sustentáveis e contribuem para o uso racional da água, proporcionando a redução da demanda sobre os mananciais de água, principalmente quando utilizada na irrigação (Carrasqueira et al., 2019).

Neste sentido uma das tecnologias utilizadas para tratamento de água de esgoto é a Unidade de Produção Agrícola Controlada (UPAC) que tem como objetivo o reuso de águas para a produção agrícola. Ferreira (2013) em sua pesquisa desenvolveu o referido sistema para o tratamento de água cinza no distrito de Ribeira de Cabaceiras, PB.

Assim, o sistema de produção agrícola controlado realiza a contenção de água, a partir da impermeabilização de uma área, através do uso de lonas plásticas em conjunto com a utilização de pneus velhos, atuando como um tanque de evapotranspiração. A impermeabilização é realizada com lonas plásticas de 200 micras de espessura, em seguida são forradas camadas de areia seguida de pedras assentadas sobre o fundo das valas com materiais de granulometria decrescente (no sentido de baixo para cima) que atuarão como filtros, e acima destes está uma série de pneus alinhados preenchendo toda extensão da unidade.

O encanamento da água é destinado em bateladas, controlada por um registro, para dentro desse alinhamento de pneus através de um tubo de PVC de 100mm perfurado para facilitar a devida distribuição no meio onde acontecerá a digestão anaeróbica do efluente que escorre pelos espaços entre pneus, conforme exposto na Figura 1.

Figura 1 - Corte transversal do sistema de tratamento.

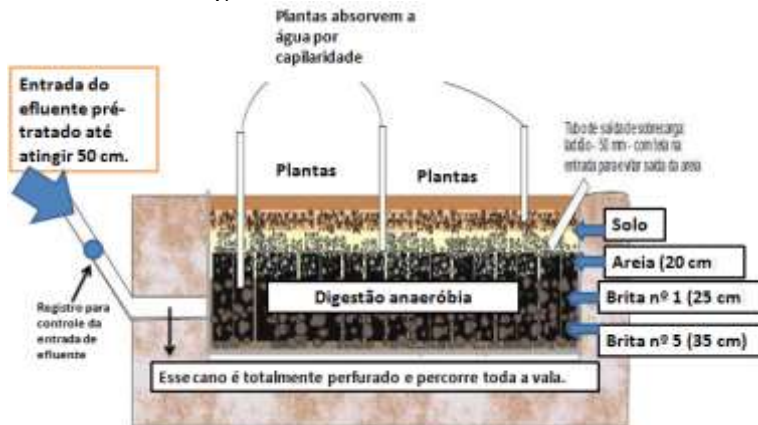


Fonte: Gabiati (2009).

A digestão anaeróbica é um processo através do qual diversos grupos de microrganismos trabalham interativamente na conversão da matéria orgânica complexa em compostos mais simples, como metano, gás carbônico, água, gás sulfídrico e amônia, além de novas células (Chernicharo, 2007).

Para o monitoramento da eficiência do tratamento de efluente, são implantados pontos de coleta do efluente, confeccionados de tubos de PVC. A Figura 2 evidencia o funcionamento da UPAC em que o efluente entra na Unidade e a partir daí inicia-se a digestão anaeróbica disponibilizando nutrientes para as culturas que se encontram plantadas acima, onde a irrigação nela será realizada por capilaridade, ou seja, não haverá irrigação superficial.

Figura 2 - Funcionamento da UPAC.



Fonte: Autoria Própria (2020).

Para a irrigação agrícola, deve-se seguir as normas recomendadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A resolução 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, definindo os parâmetros analisados e a destinação de uso da água (Brasil, 2005).

Na agricultura irrigada, a qualidade da água utilizada é indispensável para o perfeito funcionamento dos sistemas de irrigação e de seus componentes. Um sistema de filtragem eficiente é de fundamental importância, pois evita aumento nos custos de operação e manutenção do sistema de irrigação, devido à necessidade de trocas frequentes de seus componentes (Soccol, 2003).

Os sistemas de filtragem mais utilizados para a irrigação são constituídos por filtros de areia, de tela ou de discos, porém a água pode apresentar uma alta quantidade de sólidos, sendo necessária a instalação de equipamentos que retenham tais partículas, dentre estes equipamentos tem-se os hidrociclones (Cruz & Zanini, 2010).

Segundo Keller e Bliesner (1990) os hidrociclones desempenham importante papel, pois se caracterizam pelo poder de separação de partículas presentes na água, além disso, requerem baixo custo de instalação, pouca manutenção e simplicidade de operação (Vieira, 2006). Em pesquisa realizada por Soccol (2013) e Cruz e Zanini (2010) foi possível constatar que hidrociclones são eficientes na remoção de partículas, tais como areia, podendo ser utilizado como pré-separadores em sistemas de irrigação, além de proporcionar uma melhor qualidade da água e evitar o entupimento de tubulações e de emissores.

Diante do exposto, a presente pesquisa tem por objetivo avaliar Unidades de Produção Agrícola Controlada/UPAC com e sem a presença de hidrociclone no processo de tratamento da água cinza gerada em uma lavanderia pública no município de Cabaceiras, PB, visando o reúso de água.

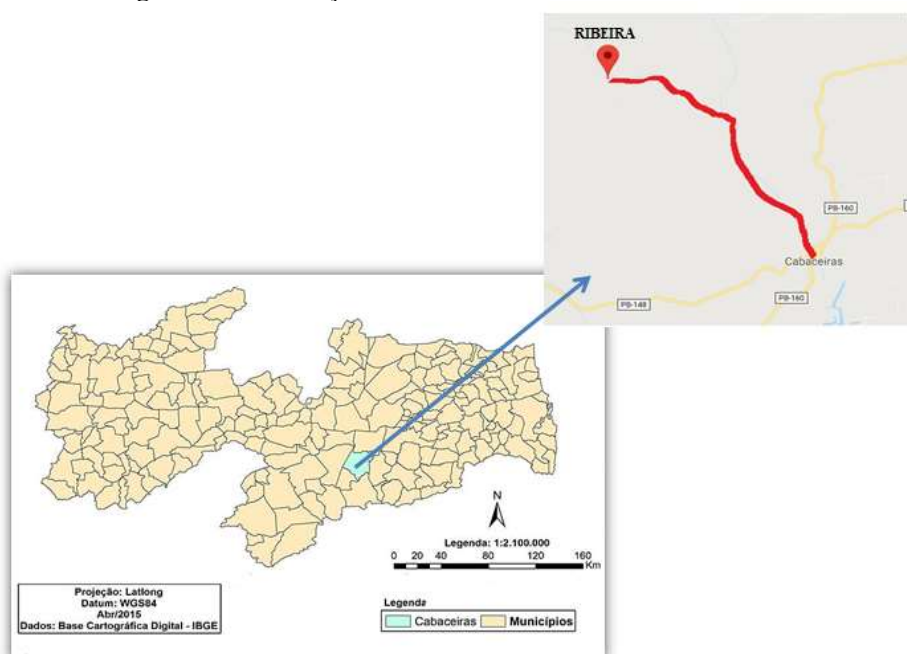
2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida nas instalações da Lavanderia Pública do Distrito de Ribeira, localizada no município de Cabaceiras, Estado da Paraíba, na microrregião do Cariri Oriental, na área mais baixa do Planalto da Borborema, na região dos Cariris Velhos.

O distrito fica a uma distância de 14 km de Cabaceiras, conforme mostra a Figura 3. Nessa esteira, cabe salientar que o município de Cabaceiras possui cerca de 5.611 habitantes, destes aproximadamente 1.000 habitantes moram no distrito em estudo. O índice de Desenvolvimento Humano é considerado em nível médio (0,61), a pecuária (bovina, caprina e ovina) se constitui na principal base da economia, onde o artesanato em couro, o ecoturismo e a caprinocultura ocupam lugar de destaque (IBGE, 2019).

Figura 3 – Localização do distrito de Ribeira em Cabaceiras, PB.



Fonte: Adaptado de Medeiros e Medeiros (2016).

A lavanderia pública possui 10 tanques de alvenaria, como exibido na Figura 4, com água disponibilizada pela prefeitura municipal de Cabaceiras-PB, atendendo a todos os moradores da região, com funcionamento todos os dias da semana.

Figura 4 – Lavanderia pública em Ribeira de Cabaceiras, PB.



Fonte: Aatoria Própria (2019).

A produção de água cinza é diária e estas são descartadas a céu aberto, sem qualquer tratamento, poluindo o meio ambiente e os corpos hídricos, conforme exposto da Figura 4, principalmente o rio Taperoá, PB que fica próximo à lavanderia.

Figura 5 – Água cinza descartada a céu aberto na lavanderia pública de Ribeira de Cabaceiras, PB.



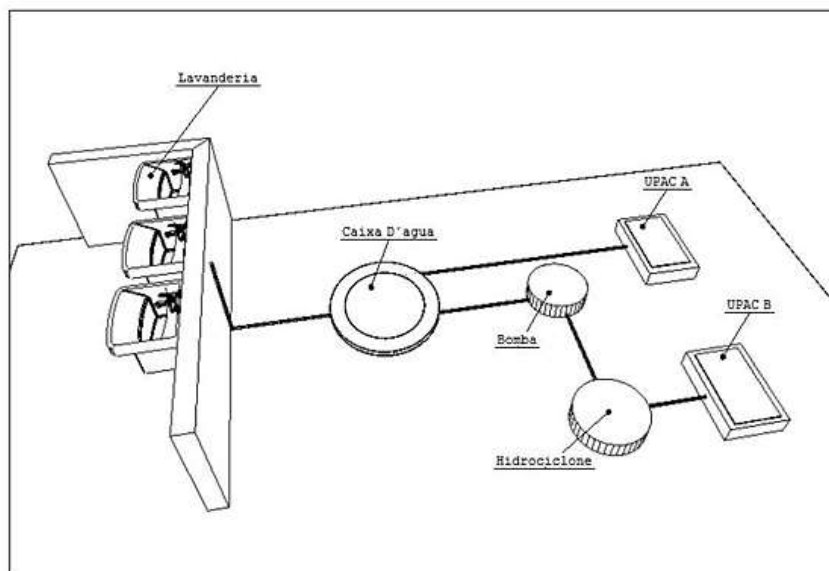
Fonte: Aatoria Própria (2019).

2.2 Montagem do Sistema de Tratamento do Efluente

O sistema de tratamento do efluente conta com duas UPAC's, no qual, apenas uma delas está conectada ao hidrociclone, conforme é possível observar na Figura 5. As UPAC's utilizadas neste trabalho já se encontravam disponíveis no local, pois estas foram resultantes da pesquisa desenvolvida por Ferreira (2013).

A água cinza produzida na lavanderia pública foi encanada para coleta em uma caixa d'água 1000L de polietileno, esta caixa possui duas saídas, uma delas foi encanada diretamente para a UPAC A e a outra saída está conectada a uma bomba centrífuga monofásica 2 cv.

Figura 6 – Vista em perspectiva do sistema de tratamento do efluente.

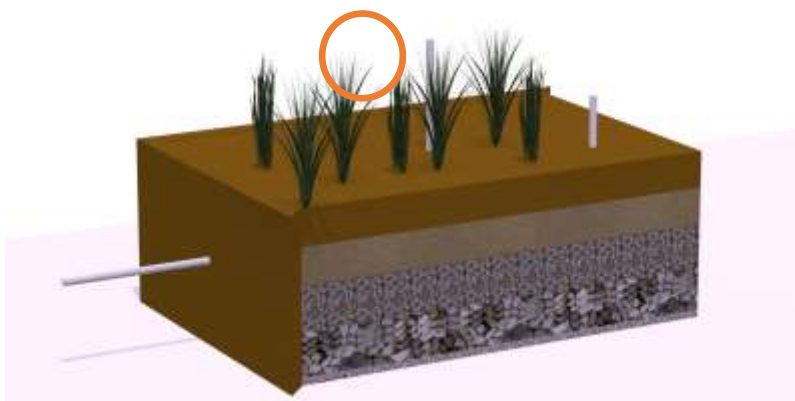


Fonte: Autoria Própria (2020).

A água cinza foi bombeada para o hidrociclone e o efluente que saía pelo *overflow* seguiu para a UPAC B. O encanamento do efluente previamente tratado pelo hidrociclone foi instalado 30 cm acima da base na UPAC até atingir uma altura de 50 cm de efluente, passando por dentro dos pneus, onde ocorreu a limpeza da água que escoou pelos espaços entre pneus, através das bactérias (digestão anaeróbia do efluente). Pontua-se que cada UPAC possuía seu registro individual que controlava a quantidade de efluente que entrava, até atingir 50 cm de altura de lâmina d'água. O mesmo aconteceu com a UPAC A, que não estava conectada ao hidrociclone.

Para o monitoramento da eficiência do tratamento de efluentes foi instalado um ponto de coleta do efluente, como é possível observar na Figura 6, pois Ferreira (2013) em sua pesquisa concluiu que o processo dentro da UPAC ocorre de forma uniforme; isto é, em qualquer ponto dentro da unidade, o resultado é o mesmo.

Figura 7 – Pontos de Coleta de água na UPAC.



Fonte: Aatoria Própria (2020).

A frequência de alimentação de água nas Unidades foi feita a cada 72 horas e o monitoramento foi feito através da medição da altura da água dentro da Unidade com o auxílio de uma régua de madeira, mantendo assim 50cm de lâmina d'água.

2.3 Hidrociclone para pré-separação

O hidrociclone utilizado nesta pesquisa foi da marca Dorr-Oliver Inc. fabricado em aço inoxidável, conforme exposto na Figura 7, com as dimensões dadas na Tabela 1. Salienta-se que a particularidade deste hidrociclone é que seu duto de alimentação tem seção reta retangular ao contrário da entrada circular convencional.

Figura 8 – Hidrociclone utilizado nesta pesquisa.



Fonte: Aatoria Própria (2019).

Tabela 1 – Dimensões do hidrociclone Dorr-Oliver empregado neste trabalho. Sendo que as dimensões estão em mm.

Dc	Hc	Bc	Do	Du	ℓ	L1	L	Θ
10	2,4	2,2	2,5	2,3	2,5	7,5	78,3	6°

Dc: Diâmetro do hidrociclone, Hc Bc , Do: Diâmetro do *overflow*, Du: Diâmetro do *underflow*, ℓ : Comprimento do *vortex finder*, L: Comprimento do hidrociclone, L1: Altura da parte cilíndrica do hidrociclone, Θ : Ângulo do cone do hidrociclone.

2.4 Análise do Efluente

Os parâmetros analisados, in loco, nas amostras de águas cinza foram: pH, Turbidez, Condutividade Elétrica (C.E), Oxigênio Dissolvido (O.D), avaliados na água cinza bruta (ACB) e em todas as etapas do tratamento.

A água cinza encanada para a caixa d'água foi analisada após 24 h, momento este em que a água foi direcionada para as UPAC A e UPAC B, após 15 dias foram realizadas as análises da água cinza resultante do tratamento realizado dentro das UPAC's.

As amostras foram coletadas em recipientes de plástico com volume de 500 ml, sendo antes realizada uma tríplice lavagem com o efluente a ser coletado.

Tabela 2 - Metodologias empregadas nas análises dos parâmetros analisados.

Parâmetro Analítico	Unidade	Metodologia
pH	-	pHmetro
Turbidez	uT	Turbidímetro
Condutividade Elétrica	dS.m ⁻¹	Condutivímetro
OD	mg/L	Oxímetro

Fonte: APHA et al., (2005).

Todas as análises seguiram as instruções do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al.,2005), de acordo com o apresentado na Tabela 2.

3. Resultados e Discussão

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos com e sem o uso do hidrociclone. A condutividade elétrica apresentou uma variação em que a água cinza bruta obteve 1,79 (dS.m⁻¹) já a água tratada nas UPAC's 3,73 e 3,66 (dS.m⁻¹), A e B, respectivamente.

Tabela 3 - Valores experimentais de pH, Turbidez, Condutividade Elétrica (CE) e Oxigênio Dissolvido (OD) na água cinza bruta e após o tratamento nas UPAC A e UPAC B (com hidrociclone).

Parâmetros	Água Cinza Bruta	Água Cinza Armazenada	UPAC A	UPAC B
CE (dS.m ⁻¹)	1,79	2,46	3,73	3,66
Turbidez (uT)	231,0	349,0	190,0	129,0
pH	8,6	8,4	7,9	7,7
OD (mg.L ⁻¹)	18,1	13,0	17,9	17,7

Fonte: Autoria Própria (2020).

Os valores encontrados nesta pesquisa para a CE corroboram com os encontrados na pesquisa de Ferreira et al. (2015), que ao analisar o tratamento de água cinza com fitorremediação em unidades de produção agrícola obteve uma variação de condutividade elétrica de 2,7 ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) a 3,85 ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$).

E diferem dos valores obtidos na pesquisa de Sousa (2020) que usou uma camada vegetal, associada a um tratamento de filtração e obteve uma diminuição na CE, devido provavelmente à absorção da água pela camada vegetal, reduzindo a quantidade de íons presentes água.

O aumento da CE pode ser consequência do aumento da salinidade da água, quando não há absorção do solo (Sousa et al., 2020). Assim, na presente pesquisa o aumento da CE deve estar associado ao fato de que as Unidades foram impermeabilizadas com lona plástica, impedindo a absorção de sais pelo solo, contribuindo, portanto, para uma maior concentração de sais na água.

Quanto à turbidez, observa-se uma diminuição de seu valor. Na água cinza bruta era 231 UT e após o tratamento nas UPAC's A e B reduziu para 190,0 e 190,0, respectivamente. Estes resultados diferem do encontrado por Dantas et al. (2019) que após o tratamento de água cinza proveniente da cantina de uma Universidade Pública obteve uma redução de 508,5 UT para 91,75 UT, em média. Vieira (2020) ao realizar tratamento de água cinza em *wetlands* também obteve uma diminuição na turbidez passando de 65,4 para 5,06 UT. Essa variação nos resultados comprova que as águas residuárias dependem de sua origem e das condições de uso.

A diminuição da turbidez ocorre porque a carga orgânica presente na água se acumula na parte superior da camada de areia, entre os poros, e isto auxilia na filtração (Cruz, 2013). Além disso, conforme a comunidade de microrganismos contidos no substrato vai se multiplicando, pela seleção natural, aqueles que mais facilmente se adaptam às condições do efluente disponível tendem a crescer, aumentando a capacidade do sistema para retirada de material poluente (Oliveira, 2019).

Já em relação ao pH, observa-se que houve pouca variação nesse parâmetro, e este permaneceu alcalino. Os resultados corroboram com os da pesquisa de Vieira (2020), Sousa (2020), Baracuhy et al. (2015) e Ferreira (2013).

O valor obtido do pH para a água cinza tratada encontra-se dentro do limite instituído pela resolução CONAMA 357 (Brasil, 2005), de 5,0 a 9,0 para lançamento de efluentes.

Geralmente, a alteração dos valores de pH está associada à presença de despejos industriais (Magnan, 2010). No caso em estudo, os produtos utilizados são os empregados na lavagem de roupas. Para Vieira (2020), a alcalinidade de águas cinzas é devida ao uso de alguns produtos químicos, tais como sabão em pó, detergentes e amaciante.

Já em relação ao OD, é possível observar, na Tabela 3, que este parâmetro obteve um menor valor na água cinza armazenada na caixa d'água, o que está em acordo com o observado por Ferreira (2013), que relata que a estocagem de água cinza provoca o decaimento do oxigênio dissolvido e, conseqüentemente, a problemas estéticos como cor escura e odor forte.

Ao se analisar o OD das águas cinzas tratadas nas UPAC's, estas apresentaram valores próximos de $17,7 \text{ mg L}^{-1}$ e $17,9 \text{ mg L}^{-1}$. Estes valores se assemelham aos da pesquisa de Ferreira (2013). De acordo com Rapoport (2004), as águas cinzas provenientes da lavagem de roupas apresentam concentração de produtos químicos e por apresentarem sólidos em suspensão e turbidez elevada, a demanda por oxigênio pode ser alta. Ainda, segundo Gregório (2019), águas poluídas apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos, enquanto águas limpas apresentam maiores concentrações de oxigênio dissolvido.

4. Considerações Finais

O tratamento de águas cinzas provenientes de lavanderias públicas em Unidades de Produção Agrícola mostrou-se eficiente com e sem a presença do hidrociclone.

Com os tratamentos propostos foi possível reduzir a turbidez, principalmente com a unidade acoplada ao hidrociclone e houve aumento da Condutividade Elétrica devido o armazenamento.

O tratamento apresentado é eficaz e sustentável, contribuindo para o desenvolvimento sustentável, a agricultura familiar e a subsistência do homem no campo.

Referências

- APHA. American Public Health Association. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater*, (21st ed.), Washington.
- Baracuh, V. S., Pereira, J. P., Ferreira, A. C., Silva, V. F., & Schiel, N. (2015). Eficiência na remoção de coliformes em águas cinza através da fitorremediação. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 10(1), 57-61.
- Brasil, Conselho Nacional do Meio Ambiente. (2005). Resolução nº54 e nº 357 /2005, de 17 de março de 2005. *Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional*. <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>.
- Carrasqueira, L. S. et al. (2019). Reuso de águas cinzas em empreendimentos comerciais: um estudo de caso em edifício hoteleiro de Belo Horizonte/Reuse of gray water in commercial projects: a case study in a hotel building in Belo Horizonte. *Brazilian Journal of Development*, 5(7), 10028-10035.
- Chernicharo, C. (2007) *Reatores anaeróbios*. Série: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 5. Departamento de Engenharia Sanitária – UFMG.
- Cruz, O. C. da, & Zanini, J. R. (2010). Eficiência de um hidrociclone de geometria retangular para pré-filtragem de água para irrigação. *Revista de Engenharia Agrícola*, 30(4), 637-645.
- Cruz, L. M. DE O. (2013). *Tanque Séptico Seguido De Filtro De Areia Para Tratamento De Esgoto Doméstico*. Universidade Estadual de Campinas: Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo, Tese de Doutorado.
- Dantas, P. R. et al. (2019). Reuso de água cinza tratada em sistema de alagado construído com resíduos da construção civil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 14(1), 62-68.
- Ferreira, A. C. (2013). *Unidade de Produção Agrícola Irrigada com Águas Cinzas de Lavanderia Pública no Semiárido Paraibano*. (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba.
- Galbati, A. F. (2009). *Tratamento Domiciliar de Águas Negras através de Tanque de Evapotranspiração*. 38f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Campo Grande, Mato Grosso do Sul.
- Gregorio, M. A. (2019). *Caracterização das águas dos escoamentos pluviais, por meio do modelo analítico probabilístico e da avaliação do índice de qualidade da água (IQA-AP): estudo de caso do Ribeirão das Anhumas- Campinas- SP*. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). *Cidades e Estados no Brasil*. <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cabaceiras/panorama>>.
- Keller, J., & Bliesner, R. D. (1990). *Sprinkler and trickle irrigation*. Van Nostrand Reinhold, 652.
- Magnan, R. B. (2010). *Análise da viabilidade técnica e financeira da substituição do coagulante cloreto férrico por policloreto de alumínio durante o processo físico-químico no tratamento de efluente de abatedouro avícola*. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo.
- Moruzzi, R. B., & Leão, C. L. P. (2019). Estimativa da correção do coeficiente de retorno de esgoto sanitário em habitações com sistemas de aproveitamento de água pluvial: estudo de caso da cidade de Bauru, SP. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 24(1), 45-53.
- Oliveira, P. C. A. D. (2019). *Sistema compacto de wetland construído para tratamento de águas cinzas de chuveiros para reuso em bacias sanitárias*. (Dissertação). Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. São Paulo.
- Rapoport, B. (2004). *Águas cinzas: caracterização, avaliação financeira e tratamento para reuso domiciliar e condominial*. 2004. 72 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Fundação Osvaldo Cruz – Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro.
- Silva, P. R. C., Junior, G. B., da Silva, H. F., de Souza, E. S., & Matias, R. L. A. (2020). Uso de água cinza filtrada em sistemas de gotejamento na agricultura familiar. *Research, Society and Development*, 9(8), e708986061-e708986061.
- Sousa, B. A. A., Neto, C. D. S. N., de Abreu, A. A., & da Silva, C. S. (2020). Implantação e avaliação de um sistema para tratamento de água cinza/Implementation and evaluation of a system for the treatment of gray water. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 3531-3552.
- Soccol, O. J. (2003). *Construção e avaliação de hidrociclone para pré-filtragem da água de irrigação*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Vieira, L. G. M. (2006). *Otimização dos processos de separação em hidrociclones filtrantes*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Wetlands International. (2003). *The use of constructed wetlands for wastewater treatment*. Selangor.