# Tratamento de Água Cinza Através de um Sistema Alagado Construído

## Grey Water Treatment Through a Built Waterlogged System

Danielle Martins Cassiano de Oliveira[1]
Aline Hanny Peralta[1]
Mariane Libório Cardoso[1]
Prof. Dr. Ricardo Nagamine Costanzi[1]

[1] Universidade Tecnológica Federal do Paraná – ricardocostanzi@gmail.com

Submetido em 28/03/2015
Revisado em 06/04/2015
Aprovado em 24/04/2015

**Resumo:** A proteção dos recursos hídricos na atualidade se tornou uma prioridade para a sociedade, devido a sua escassez e importância para a manutenção da vida. Alguns tratamentos de águas residuais são indicados para que possam ser reutilizadas. Os Sistemas Alagados Construídos (SAC) são uma possibilidade de viabilizar o reuso. Estes são uma opção de baixo custo de manutenção e operação, além de serem eficazes na remoção de impurezas. O objetivo deste trabalho é analisar a eficiência de um SAC de fluxo subsuperficial horizontal seguido de um SAC de fluxo vertical para o tratamento de águas cinza provenientes de máquina de lavar roupa. O efluente foi inserido no sistema por meio de um reservatório pulmão que abastecia o sistema de tratamento com SAC. Foram analisados parâmetros de pH, turbidez, condutividade, cor aparente, sólidos totais, sólidos voláteis, sólidos suspensos e demanda química de oxigênio (DQO). Os resultados apresentam uma eficiência para cor aparente, turbidez e DQO acima de 90%.
**Palavras-chave:** Sistemas Alagados Construídos, Águas cinzas, Águas Residuárias, Reúso.

**Abstract:** Actually, the protection of water resources has become a priority for society, due to its scarcity and its importance to the maintenance of life. Some wastewater treatments can be used to enable water reuse. Wetland Constructed wetland systems (CWS) is a process to enable reuse. Wetlands are a low cost, both for operation and the maintenance. Wetlands are effective in removing impurities. The objective of this study is to analyze the efficiency of a horizontal subsurface flow CWS followed by a vertical flow CWS for the treatment of greywater from washing machine. The greywater was inserted into the system by a reservoir which supplies the CWS treatment system. Parameters of pH, turbidity, conductivity, apparent color, total solids, volatile solids, suspended solids and chemical oxygen demand (COD) were analyzed. The results show an efficiency greater than 90% for apparent color, turbidity and COD.
**Key-words:** Constructed Wetlands Systems, Greywater, Wastewater, Reuse.

## Introdução

Atualmente, a preservação das águas naturais representa um tema de grande relevância para sociedade atual. Pois a disponibilidade hídrica para abastecimento humano apresenta-se reduzida em algumas regiões. O aumento da demanda por água em diversas bacias hidrográficas tem agravado o problema da escassez.

Uma forma de aprimorar a gestão dos recursos hídricos é a reutilização da água de atividades antrópicas para minimizar a captação de água de melhor qualidade para atividades que necessitam de águas com qualidade inferior, com a consequentemente preservação dos mananciais (Teixeira, 2003).

Neste contexto, o reúso da água por meio de tratamentos com Sistemas Alagados Construídos (SAC) torna-se uma alternativa para minimizar o consumo da água. SAC construídos são ecossistemas artificiais com a utilização de diferentes tecnologias, partindo do princípio de funcionamento de sistemas naturais capazes de modificar e melhorar a qualidade das águas (Salati et al., 2009).

Nos SACs são utilizadas plantas aquáticas para o tratamento do efluente gerado. Estas plantas crescem na água ou próximas aos corpos d`água, podendo ser submersas, imersas ou flutuantes. São muito importantes para o sistema aquático e tem grande participação nos processos biogeoquímicos destes ambientes (Weis & Weis, 2004).

Estes tipos de sistemas possuem algumas vantagens como a de possuírem baixos custos de construção e operação (Duarte, 2002), uma manutenção de grande facilidade, bem como a redução da matéria orgânica e sólidos sedimentáveis (Silvestre & Pedro-de-Jesus, 2002). Porém, possui também suas desvantagens, tais como a atração de mosquitos, a colmatação no substrato que exige o controle da carga hidráulica e a escolha de um período para iniciar a sua utilização no qual a vegetação esteja bem adaptada (Silvestre & Pedro-de-Jesus, 2002).

Os SACs foram utilizados por Silva (2009) para tratamentos de esgoto doméstico em um sistema alagado construído de fluxo vertical, com meio suporte de solo natural modificado e obteve eficiências de remoção 99% de DBO, 98% de

sólidos suspensos e 99% de turbidez. O sistema também foi utilizado como pós tratamento de uma lagoa de maturação operando em escala real encontrando médias de remoção de 50 % para DBO, 63% para DQO e 95% para turbidez (Ormonde, 2012).

O objetivo deste trabalho é analisar a eficiência de remoção no tratamento de águas cinzas provenientes da máquina de lavar roupas com um sistema alagado construído de fluxo horizontal seguido de um sistema alagado de fluxo vertical para proporcionar a reutilização do efluente tratado.

## Material e Métodos

Um sistema alagado construído foi montado na casa de vegetação localizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Londrina, sob as coordenadas geográficas de latitude 23º18'2854"S e longitude 51º06'5066"O. O projeto foi desenvolvido em projeto de iniciação científica com auxílio da Fundação Araucária.

O sistema se constitui de um reservatório para o armazenamento do efluente, um sistema alagado construído de fluxo subsuperficial horizontal seguido de um sistema alagado construído de fluxo vertical. Adotou-se a configuração de um sistema alagado de fluxo horizontal seguido pelo sistema alagado construído de fluxo vertical devido a composição do substrato de cada um dos sistemas. Pois, o SAC de fluxo vertical possui areia como substrato e por sua consequência, uma granulometria menor do que a da brita. Esta característica poderia ocasionar colmatação mais rápida se este fosse colocado como tratamento inicial (SAC intermediário) devido a possibilidade da concentração de sólidos ser maior na entrada do sistema de tratamento.

## Reservatório de Entrada

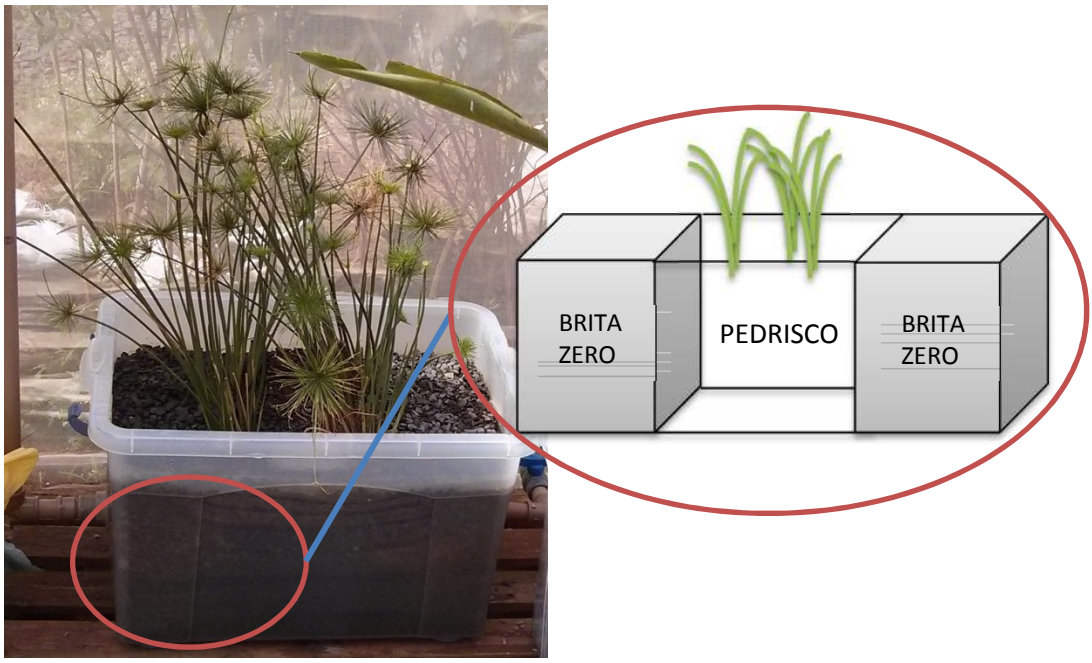
O reservatório utilizado possui altura de 0,3 m, largura de 0,3 m e comprimento de 0,45 m, com capacidade útil de 40,5 L. O sistema era abastecido a

cada dois dias com 20 litros de águas cinza proveniente da máquina de lavar roupa de uma residência com 4 moradores. O controle de vazão de entrada foi realizado por válvula hidráulica. O reservatório foi colocado em uma altura mais elevada para que o efluente chegasse aos SACs por diferença de nível. O reservatório, o SAC horizontal e o SAC vertical foram interligados por tubos PVC de 1 polegada de diâmetro.

## Sistema Alagado de Fluxo Subsuperficial Horizontal

Para a construção do sistema alagado construído de fluxo subsuperficial horizontal utilizou-se reservatório com altura de 0,3 m, largura de 0,3 m e comprimento de 0,45 m. A base do sistema foi preenchida com predrisco, cujo diâmetro é de 4,8 mm, na zona central e com pedra brita nº 0 nas laterais. A espécie de planta escolhida para este tratamento foi a planta aquática Cyperus *Papyrus*.

**Figura 01:** Sistema Alagado de Fluxo Subsuperficial Horizontal.

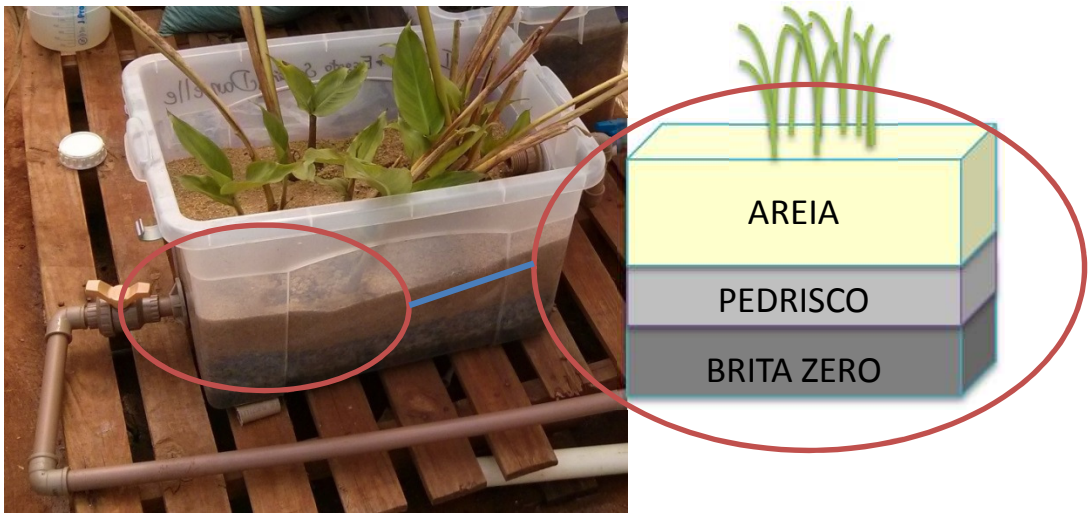



## Sistema Alagado Construído de Fluxo Vertical

O sistema alagado construído de fluxo vertical também foi construído a partir de reservatório com as mesmas dimensões do sistema alagado de fluxo

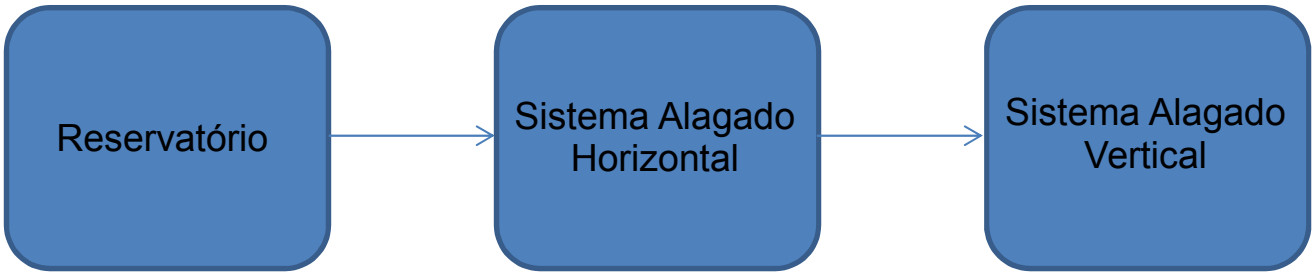
horizontal. Desta forma, foi montado um esquema seqüencial vertical constituído de 0,06 m de brita nº 0, 0,03 m de pedrisco e 0,18 m de areia grossa. A espécie inserida para a sistema alagado construída de fluxo vertical foi a *Heliconia Rostrata*.

**Figura 02**: Sistema Alagado Construído de Fluxo Vertical.




A figura 3 mostra o desenho esquemático do sistema alagado construído, composto do reservatório, sistema alagado construído de fluxo horizontal e sistema alagado construído de fluxo vertical.

**Figura 03:** Desenho esquemático do sistema alagado construído.



## Operação

Foi realizada uma etapa de adaptação das plantas para funcionamento adequado do sistema durante três semanas. A inserção de águas cinza teve início no vigésimo dia de operação. A amostragem do sistema foi realizada por meio de coleta simples. Cada reservatório contém uma saída segregada para permitir a realização da coleta. O sistema foi regado com águas cinza de dois em dois dias com uma vazão média de 10,8 $L.d^{-1}$. As amostras foram coletadas semanalmente durante um mês para as análises das variáveis: pH, turbidez, condutividade, cor aparente, sólidos totais, sólidos voláteis, sólidos suspensos e demanda química de oxigênio (DQO).

As amostras coletadas em cada ensaio durante todo experimento foram submetidas às análises descritas na Tabela 1:

**Tabela 01:** Análises realizadas no efluente.

| Parâmetro | Método | Fonte |
|---|---|---|
| Turbidez | 2130 B | APHA (2012) |
| pH | 4500-H+ B | APHA (2012) |
| Condutividade Elétrica | 2510 A | APHA (2012) |
| Série de sólidos | 2540 A | APHA (2012) |
| Demanda Química de Oxigênio | 5220 A | APHA (2012) |
| Cor aparente | 2120 C | APHA (2012) |

## Resultados e Discussões

As amostras analisadas obtiveram uma clarificação gradativa, obtendo melhor clarificação após a passagem pelo sistema alagado construído de fluxo vertical, como pode ser verificado na figura 4. O primeiro béquer representa o efluente bruto, o segundo béquer a coleta do tratamento intermediário e o terceiro béquer a coleta da saída final que passa pelo segundo tratamento.

**Figura 04**: Béquer 1 - efluente bruto, béquer 2 - efluente do tratamento intermediário, béquer 3 - efluente do tratamento final.




Os SACs promovem o tratamento por meio de processos físicos, químicos e biológicos, no qual os microrganismos, as plantas e o material filtrante são responsáveis pela remoção dos poluentes. A tabela 2 apresenta mecanismos de remoção de alguns poluentes promovido pelos SACs (Pelissari, 2013).

**Tabela 02:** Mecanismos de remoção dos SACs

| **Constituintes dos efluentes** | **Mecanismos de remoção** |
|---|---|
| Sólidos Suspensos | Sedimentação<br>Filtração |
| Matéria Orgânica | Decomposição microbiana |
| Nitrogênio | Amonificação<br>Nitrificação<br>Desnitrificação<br>Adsorção<br>Volatilização da amônia<br>Retirada pela planta |
| Fósforo | Adsorção<br>Retirada pela planta |
| Metais | Complexação<br>Precipitação<br>Retirada pela planta<br>Oxidação/Redução microbiana |
| Patógenos | Sedimentação<br>Precipitação Filtração |

**Fonte**: Cooper et al. (1996).

Os resultados obtidos através das análises estão demonstrados na Tabela 3 com estatística descritiva de média, desvio padrão e coeficiente de variação.

**Tabela 03:** Valores na entrada, no sistema intermediário e na saída do sistema.

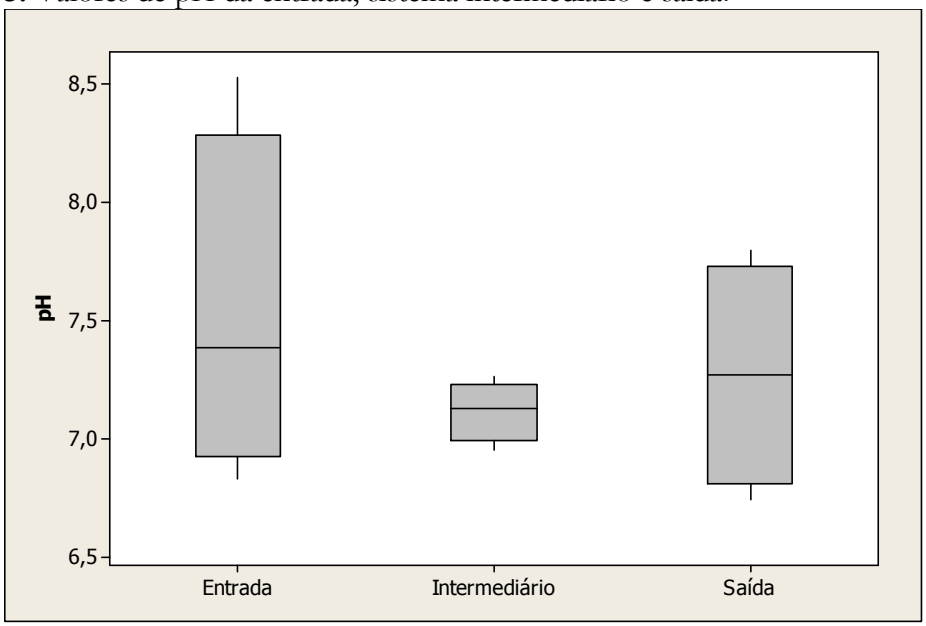
| | Entrada | | Intermediário | | Saída | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Média/DP | CV (%) | Média/DP | CV (%) | Média/DP | CV (%) |
| pH | 7,53 ± 0,73 | 9,69 | 7,12 ± 0,13 | 0,07 | 7,27 ± 0,48 | 0,03 |
| Turbidez (UNT) | 66,50 ± 43,40 | 65,26 | 24,00 ± 11,00 | 4,94 | 4,04 ± 4,03 | 4,03 |
| Cor Aparente (uC) | 309 ± 252 | 81,55 | 109 ± 64 | 37,49 | 20 ± 18 | 17,35 |
| Condutividade ($\mu S.cm^{-1}$) | 243 ± 113 | 46,50 | 300 ± 62 | 12,88 | 384 ± 33 | 2,79 |
| DQO ($mg.L^{-1}$) | 795 ± 361 | 45,41 | 250 ± 151 | 91,88 | 41 ± 40 | 39,59 |
| Sólidos Totais ($mg.L^{-1}$) | 552 ± 369 | 66,85 | 365 ± 75 | 15,26 | 299 ± 75 | 18,66 |
| Sólidos Dissolvidos ($mg.L^{-1}$) | 516 ± 361 | 69,96 | 347 ± 70 | 96,39 | 293 ± 73 | 24,61 |
| Sólidos Suspensos ($mg.L^{-1}$) | 36 ± 27 | 75,00 | 17 ± 10 | 5,88 | 6 ± 7 | 8,00 |
| Sólidos voláteis ($mg.L^{-1}$) | 32± 25 | 78,13 | 12 ± 9 | 6,44 | 4 ± 4 | 5,43 |

CV= Coeficiente de variação

De acordo com a tabela 3, nota-se a grande variação que existe nos sólidos totais e dissolvidos, porém ao longo do tratamento essa variação tem uma expressiva diminuição. O pH é o parâmetro mais constante entre os analisados, a sua variação atinge valores próximos a zero para o sistema intermediário. Em todos os parâmetros avaliados houve diminuição da variação dos seus valores conforme o efluente passa através do tratamento.

Os valores médios de pH no sistema, apresentaram valores com uma propensão alcalina e valores máximos absolutos próximos a 8,5 no sistema intermediário em algumas amostras. Houve maior variação de valores de pH na saída do sistema, em comparação ao valores obtidos no sistema intermediário como pode ser observado na figura 5.

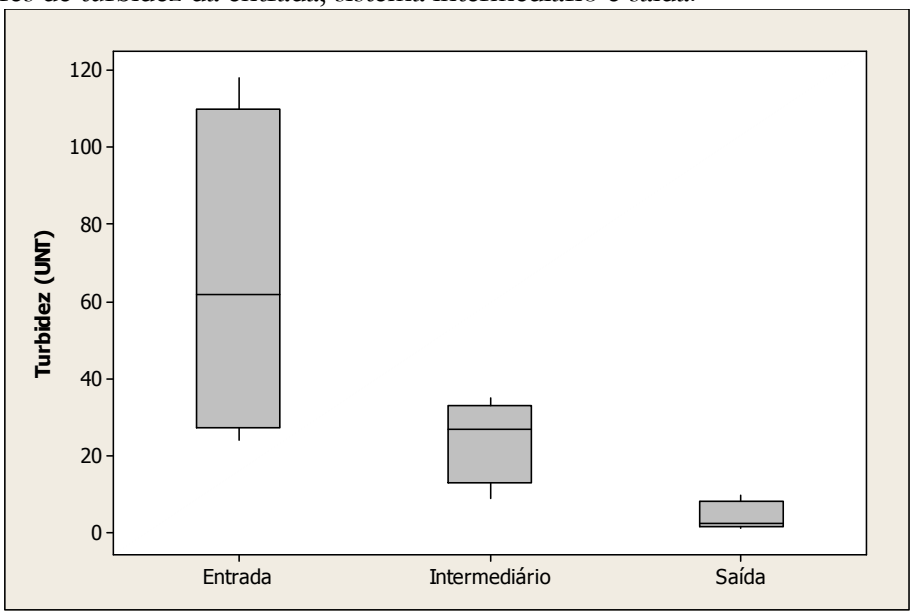
**Figura 05:** Valores de pH da entrada, sistema intermediário e saída.




A variação observada pode ter ocorrido devido a forma de funcionamento do sistema, pois o efluente na saída possui um tempo de maior detenção hidráulica em relação ao sistema intermediário, o que compete na influência direta da água cinza irrigada anteriormente à coleta. A variação do material suporte ao longo do sistema (brita seguida de areia) também pode explicar a alta variação dos valores de pH do sistema intermediário para a saída final pela possibilidade de maior acúmulo de resíduos no sistema com recheio de areia. O pH do efluente tratado se enquadra no padrão de potabilidade da água de acordo com a portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, a qual varia de 6 a 9,5. O maior valor de pH obtido na saída foi de 7,8.

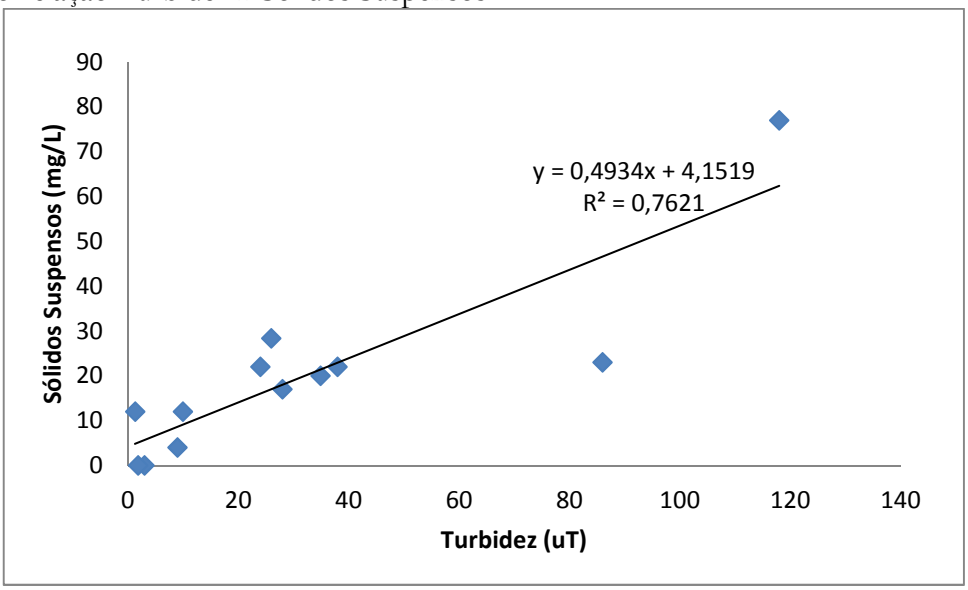
As análises realizadas no efluente bruto em relação à turbidez apresentaram valores acima dos valores encontrados após o tratamento com o sistema alagado, os valores variaram de 20 a 120 UNT. A variação nos valores de turbidez diminui conforme a água residuária passa pelo sistema de tratamento (Figura 6). Dessa forma, a turbidez na saída do sistema alagado vertical variou entre 1 e 10 UNT, resultando em uma turbidez média de 4,04 UNT, valor que representa 94% de remoção de turbidez. Para Wurochekke et al. (2014) a remoção de turbidez foi de 45% utilizando como planta a Lepironia Articulata.

**Figura 06:** Valores de turbidez da entrada, sistema intermediário e saída.




Existe uma correlação entre a turbidez e os sólidos suspensos das amostras. A turbidez se comporta de forma proporcional aos sólidos suspensos, quanto maior for o valor da turbidez, maior serão a quantidade de sólidos suspensos presentes na água cinza. Assim, como a turbidez diminuiu ao longo do sistema de tratamento, também, os sólidos suspensos (SST) diminuíram. O gráfico 1 apresenta essa correlação.

**Gráfico 01**: Correlação Turbidez x Sólidos Suspensos



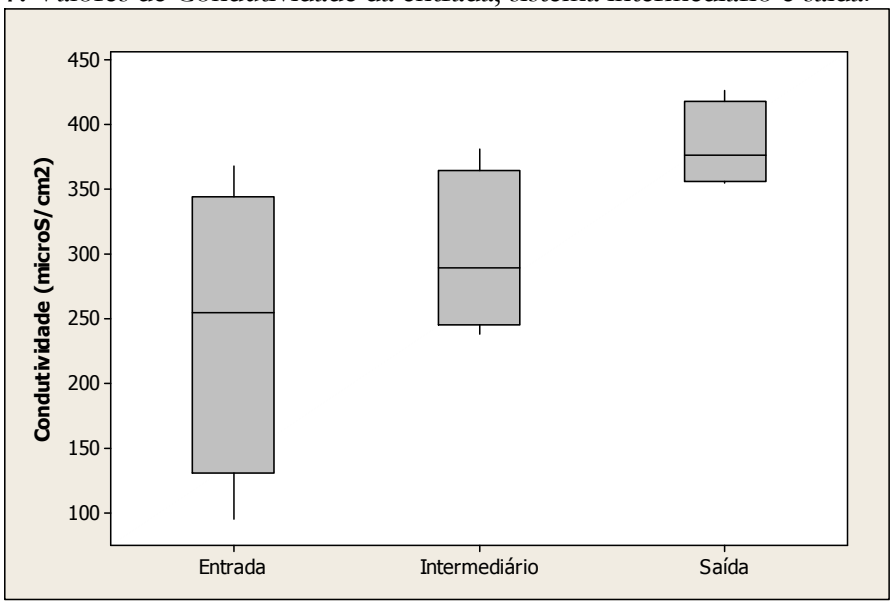
A partir do gráfico 1 foi gerada a equação 1 com um fator de correlação ($r^2$) de 0,762.

$$SST = 0,493 \times Turbidez + 4,151$$

**equação (1)**

Quanto à análise de condutividade, houve aumento nos valores em relação ao efluente bruto. O aumento na condutividade se deu de forma gradativa, ou seja, na saída final a condutividade foi superior á saída do tratamento intermediário, que por sua vez foi maior que o efluente bruto. Este aumento pode ser observado na figura 7, com uma condutividade inicial média de 243,44 μS.cm$^{-1}$ e final de 384,03 μS.cm$^{-1}$ .

**Figura 07:** Valores de Condutividade da entrada, sistema intermediário e saída.

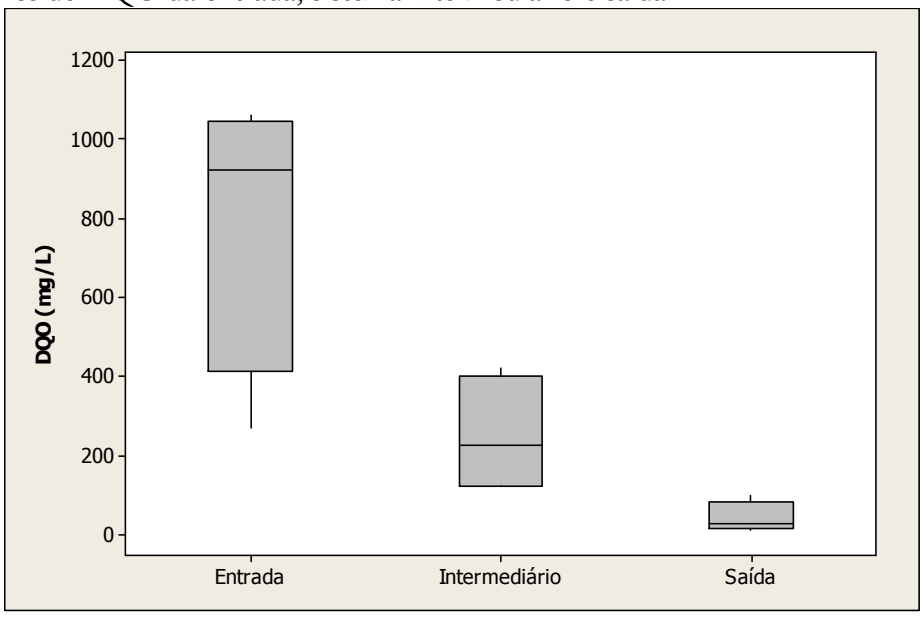



Este aumento pode ser explicado pela sequência dos elementos que constituem o substrato no qual a vegetação está fixada, bem como pela solubilização de substâncias associado ao processo biológico. Lima (2011) utilizou um SAC para o tratamento de efluente da aquicultura e obteve uma condutividade inicial de 108,3 μS.cm$^{-1}$, que não obteve um aumento expressivo, com valor final de 110 μS.cm$^{-1}$ no período de seca, porém o substrato utilizado foi apenas de britas.

Houve uma grande variação de valores encontrados na água cinza utilizada, com valores entre 95 e 370 $\mu S.cm^{-1}$. Esta elevada variação também foi encontrada por Alexandre et al. (2011) devido a sujidade das roupas.

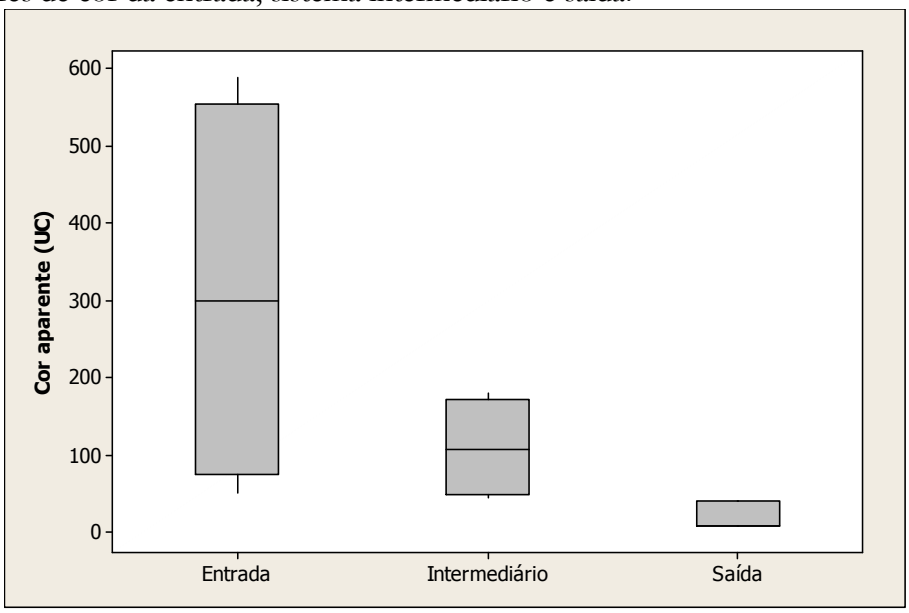
A demanda química de oxigênio (DQO) diminuiu conforme a evolução do tratamento (Figura 8). A entrada apresentou uma variação de 1.100 a 400 $mg.L^{-1}$ com um valor médio na saída de 40,87 $mg.L^{-1}$. Houve uma eficiência de remoção de DQO de aproximadamente 95%, a qual pode ser considerada relativamente alta para sistemas de tratamento de águas cinza. No pós-tratamento de uma lagoa de maturação, Ormonde (2012) utilizou SAC e obteve entre 56,26 a 63,24% de remoção para a análise de DQO. Já Wurochekke et al. (2014) encontrou 85% de remoção de DQO em um Sistema Alagado Construído para o tratamento de águas cinza de uma residência.

**Figura 08:** Valores de DQO da entrada, sistema intermediário e saída.



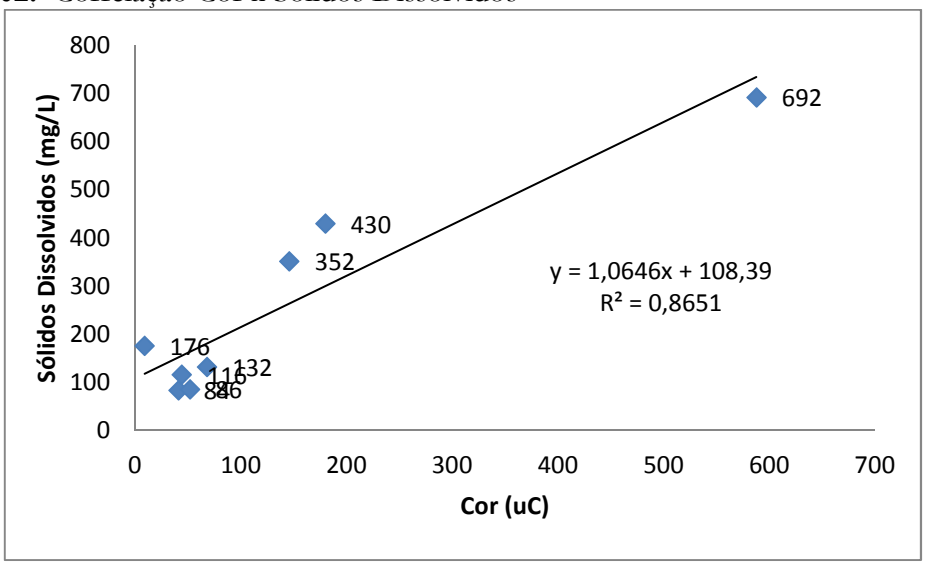

Para a variável cor aparente também houve redução com um valor médio na entrada de 309 UC e na saída de 19,67 UC. A eficiência de remoção de cor aparente foi de 94%.

**Figura 09:** Valores de cor da entrada, sistema intermediário e saída.




A cor aparente (CA) apresentou uma forte correlação com os sólidos dissolvidos, ou seja, quanto maior os valores de cor aparente das águas cinza, maior a concentração de sólidos dissolvidos (SDT) apresentado pelo gráfico 2.

**Gráfico 02:** Correlação Cor x Sólidos Dissolvidos



Através do gráfico 2 pode ser gerada a equação 2 que apresentou uma correlação ($r^2$) de 0,865.

$$\boldsymbol{SDT = 1,064 \times CA + 108,3}$$

**equação (2)**

Os sólidos apresentaram uma diminuição de forma geral. Os sólidos totais tiveram uma redução de 46%, já para os sólidos dissolvidos a redução foi de 59%. Os sólidos suspensos apresentaram uma redução de 83% e para os sólidos voláteis a redução foi de 89%. A maior eficiência de remoção encontrada foi para os sólidos voláteis, o que pode indicar uma remoção da carga biodegradável. Os sólidos dissolvidos no efluente final apresentaram valor médio de 114,67 $mg.L^{-1}$, que pode ser enquadrado no padrão de potabilidade de água.

## Análise de Reuso de Água

**Tabela 04:** Parâmetros analisados para o reúso da água.

| Parâmetros | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 |
|---|---|---|---|
| | Descargas em bacias sanitárias, lavagem de pisos, fins ornamentais, lavagem de roupas, lavagem de veículos. | Lavagem de agregados, preparação de concreto, compactação de solo, controle de poeira. | Irrigação de áreas verdes e jardins. |
| Ph | Entre 6,0 e 9,0 | Entre 6,0 e 9,0 | Entre 6,0 e 9,0 |
| Cor (uC) | ≤ 10 uC | | < 30 |
| Turbidez (UNT) | ≤ 2 | | < 2 |
| Sólido Suspenso Total SST | ≤ 5 mg/L | 30 mg/L | < 20 mg/L |
| Sólido Dissolvido total SDT | ≤ 500 mg/L | | 450 < SDT< 1500 |
| Condutividade | | | 700 < EC (µS/cm) < 3000 |

**Fonte:** ANA, FIESP, SINDUSCON, 2005).

Com a finalidade de reutilizar a água tratada no sistema alagado construído, os resultados de pH, cor, turbidez, sólidos suspensos, sólidos dissolvidos e condutividade obtidos após o tratamento no sistema foram comparados aos

parâmetros considerados padrão para a reutilização em algumas atividades definidos na tabela 3.

O pH médio de 7,27 encontrado pós tratamento se enquadra nas classes 1, 2 e 3, portanto podendo ser reutilizada para as atividades dessas classes.

Para o parâmetro cor com a média de 19,67 poderia ser reutilizado apenas para a classe 3, que se refere às atividades de irrigação de áreas verdes e jardins, no qual permite que a cor seja menor que 30 uC. Considerando o reúso de água em sistemas de vaso sanitário, pode-se inferir a necessidade de inserção de hipoclorito de sódio como sistema de desinfecção, fato que possibilitaria a redução de valores de cor aparente e DQO.

A turbidez média de 4 UNT ficou um pouco acima do permitido para a classe 1 e 3 de 2 UNT.

Quanto aos sólidos suspensos com o valor médio de 6 mg/L poderia ser reutilizado nas classes 2 e 3, o resultado ficou ligeiramente acima do valor limite de 5 mg/L a ser reutilizado na classe 1. Já nos sólidos dissolvidos com o valor médio de 293 mg/L, o efluente poderia ser reutilizado nas classes 1 e 2.

De acordo com a condutividade limite para a reutilização da classe 3 de 700 < EC (μS/cm) < 3000 o efluente tratado poderia ser utilizado com o valor médio de 384 μS/cm.

## Considerações Finais

O sistema de tratamento por Sistema Alagado Construído visando tratar e reusar águas cinza apresentou valores de caracterização físico-química com proximidade de atendimento ao reúso urbano residencial para irrigação de áreas verdes e jardins.

Desta forma, o sistema de SAC construído de fluxo subsuperficial horizontal seguido de um SAC construído de fluxo vertical possui viabilidade técnica e econômica para utilização no reúso de águas cinza de sistemas residenciais

e condominiais visando o reúso de água, além de colaborar positivamente para a estética do local em que for implantado.

A eficiência de remoção dos parâmetros cor aparente, turbidez e DQO apresentaram eficiências médias maiores que 90%. Alguns destes parâmetros enquadraram-se nas normas de padrão de potabilidade.

Para trabalhos futuros recomenda-se um maior período de avaliação de tratamento, porém ressalta-se que nesse trabalho ocorreu um período de adaptação do SAC anterior ao monitoramento realizado. Há uma perspectiva de que o tratamento por SAC possa ser utilizado em sistemas reais de tratamento de águas cinza para reuso de água.

## Agradecimentos

A Fundação Araucária pela bolsa ofertada para o desenvolvimento do projeto de iniciação científica.

## Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Conservação e reúso da água em edificações**. São Paulo, 2005. 151p.

ALEXANDRE, E. C. F.; PEREIRA, A. V.; CASTRO, M. L. L.Caracterização e tratamento de águas cinza com fins não potáveis. **Anais do IX Seminário de Iniciação Científica, VI Jornada de Pesquisa e Pós-Graduaçãoe Semana Nacional de Ciência e Tecnologia.** Goiás, 2011.

BRASIL. Ministério da Sáude (2011). Portaria n$^0$ 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Disponível em: < http://migre.me/qnKNy >. Acesso em: 25 mar. 2014.

COOPER, P.F.; JOB, G. D.; GREEN, M.B.; SHUTES, R.B.E. Reed Beds an constructed wetlands for wastewater treatment.Swindon:WRcplc.1996.184 p.

DUARTE, S. (2002). **Estudo das Potencialidades das Zonas Húmidas Artificiais no Tratamento de Efluentes Agrícolas**. Monografia de final de curso, Departamento de Engenharia Biológica e Química, Licenciatura em Engenharia do Ambiente, Portugal, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

LIMA, F. T. **Capacidade de Retenção e Dinâmica de um Wetland Construído no Tratamento de Águas Residuais**. 2011. 135f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Universidade Estadual Paulista – UNESP.

ORMONDE, V. S. S. **Avaliação de Wetlands construídos no pós-tratamento de efluente de lagoa de maturação**. 2012. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental), Universidade Federal de Mato Grosso.

PELISSARI, C. **Tratamento de efluente proveniente da bovinocultura de leite empregando Wetlands Construídos de escoamento subsuperficial**. 2013. 147f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Santa Maria.

SILVA, S. M. **"Wetlands Construídos" de fluxo vertical com meio suporte de solo natural modificado no tratamento de esgotos domésticos.** 2007. 231f. Dissertação (Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

SILVESTRE, A e PEDRO-DE-JESUS, M (2002). **Tratamento de Águas Residuais Domésticas em Zonas Húmidas Artificiais**. Monografia de Final de Curso, Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Biológica e Química.

TEIXEIRA, P. C. **Emprego da flotação por ar dissolvido no tratamento de efluentes de lavagem de veículos visando a reciclagem da água**. 2003.199f. Dissertação (Mestrado em Concentração de Saneamento e Meio Ambiente) – Comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

WUROCHEKKE, A. A., HARUN, N. A., MOHAMED, R. M. S. R., KASSIM, A. H. B. M. **Constructed Wetland of Lepironia Ariculata for Household Greywater Treatment.** Revista Elsevier. V. 10, p. 103-109. 2014.