

# USO DE GRAMÍNEA AQUÁTICA NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO

## USE OF A AQUATIC GRASSES IN THE TREATMENT OF SEWAGE

**CAMARA, Carla D.** <sup>1</sup>;

email: camara@utfpr.edu.br

**DALPIAZ, Deivys** <sup>2</sup>;

email: deivysd@hotmail.com

**GALVÃO, Douglas F.** <sup>3</sup>;

email: douglas\_17felipe@hotmail.com

**EYNG, Eduardo** <sup>4</sup>;

email: eyng@utfpr.edu.br

**NOVELLI, Giovanni A.** <sup>5</sup>

email: giovani\_smi6@hotmail.com

### Resumo

Este trabalho teve por objetivo estudar o efeito de fitorremediação da macrófita *Urochloa cf. arrecta* em esgoto doméstico obtido na Estação de Tratamento de Esgotos do Município de São Miguel do Iguaçu, PR. Para realização do experimento foi construída uma estufa, onde as plantas foram acondicionadas em recipientes plásticos e cultivadas em modo de sistemas alagados construídos, conhecidos como “wetlands”, tendo como substrato o esgoto a ser tratado. O efluente foi retirado antes do desarenador e do decantador da ETE. Após a introdução das plantas, amostras de efluente foram coletadas a cada quinze dias, durante um período de setenta e cinco dias. Foram avaliadas as variáveis pH (potencial hidrogeniônico), turbidez, condutividade elétrica e DQO. De acordo com os resultados pode-se inferir que não houve efeito das plantas sobre as variáveis analisadas. Algumas alterações no sistema são sugeridas com objetivo de propiciar melhores condições de funcionamento.

**Palavras-chave:** macrófita, várzeas artificiais, esgoto doméstico, *Urochloa cf. arrecta*.

---

<sup>1</sup> Docente Efetivo UTFPR Campus MEDIANEIRA

<sup>2</sup> Tecnólogo em Gestão Ambiental - UTFPR Campus MEDIANEIRA

<sup>3</sup> Tecnólogo em Gestão Ambiental - UTFPR Campus MEDIANEIRA

<sup>4</sup> Docente efetivo UTFPR Campus MEDIANEIRA

<sup>5</sup> Tecnólogo em Gestão Ambiental – UTFPR Campus MEDIANEIRA

## Abstract

This work aimed to study the phytoremediation capacity of the macrophyte *Urochloa cf. arrecta*, removing nutrients and chemical oxygen demand (COD) of wastewater obtained from the Sewage Treatment Station of São Miguel do Iguçu, PR. To perform this experiment it was constructed a greenhouse, where plants were placed in plastic containers and grown in a form of “wetlands” having as substrate the sewage to be treated. The effluent was obtained from the grit chambers and the desanding of the WWTP. After the introduction of plants, effluent samples were collected from 15 to 15 days in a period of two and a half months. The evaluated variables were pH (potential Hydrogen), turbidity, conductivity and COD. The findings of the analysis carried out fortnightly, showed that the plants had no influence on the treatment of effluent. Some suggestions are given in order to improve to efficiency of the system.

**Keywords:** macrophytes, wetlands, sewage, *Urochloa cf. arrecta*.

### 1. INTRODUÇÃO

A coleta, o tratamento e a disposição correta do esgoto doméstico, são de fundamental importância para melhorar a qualidade do ambiente e a vida do cidadão. Para isso, existem as Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) que, por meio de processos químicos, físicos e biológicos visam a remoção de sólidos presentes no esgoto, além de matéria orgânica, “metais pesados” e microrganismos patogênicos (NUVOLARI, 2003, p. 173).

As ETEs, dependendo da quantidade de esgoto a ser tratado, quantidade de habitantes contribuintes, entre outros fatores, precisam de grandes áreas de solo para serem implantadas. Do mesmo modo, o custo dos equipamentos utilizados também é alto e, dependendo da quantidade de poluentes, a recuperação dos esgotos torna-se mais difícil e onerosa.

A fitorremediação é o conjunto de processos que faz uso de plantas para remover ou transformar

as substâncias poluentes em outras menos nocivas, tanto na água, como no solo e no ar. A fitorremediação pode ocorrer de diversas formas, sendo classificada em: fitoextração, fitoestimulação, rizofiltração, fitotransformação, fitovolatilização e fitoestabilização (ANDRADE, TAVARES E MAHLER, 2007 p. 14).

No Brasil, estudos sobre fitorremediação da água não são realizados comumente, a despeito de o nosso país possuir grande diversidade de vegetais com potencial fitorremediador a ser explorado. Para aplicação da fitorremediação, podem ser utilizadas técnicas como a biossorção, modo de sistemas alagados construídos “wetlands” e a criação de ambientes semelhantes ao de origem da planta.

Diferentes propriedades das plantas são importantes para a fitorremediação. Algumas das características favoráveis para a utilização de plantas como fitorremediadoras são o crescimento rápido, a elevada produção de biomassa, a competitividade, o vigor e a tolerância à poluição (LAMEGO, VIDAL, 2007).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de fitorremediação



experimento, foi realizado um estudo prévio com a inserção da planta em recipiente contendo o esgoto obtido na ETE, para verificar a capacidade de adaptação da planta àquele substrato. Verificando-se que as mesmas se desenvolveram bem, foi dado prosseguimento à coleta do efluente e das plantas, e acondicionando-as nos recipientes para realização do estudo.

As macrófitas selecionadas foram mudas jovens, das quais foi removido o sistema radicular. Foram utilizadas duas plantas por tratamento, que podadas ficaram uma com 15 e uma com 25 centímetros. Após a poda das plantas, elas foram lavadas em água corrente para retirar as impurezas provenientes do seu local de origem.

Visando a identificação da planta, uma exsiccata foi encaminhada para o herbário da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, onde foi identificada por especialista.

## 2.2 Delineamento Experimental

O experimento foi realizado com 40 amostras (recipientes) divididos em 4 tratamentos com 10 repetições cada. Os tratamentos consistiram de efluentes obtidos de dois locais diferentes na ETE de São Miguel do Iguaçu: o desarenador e o decantador, visando avaliar em qual tipo de efluente a macrófita se desenvolveria melhor e apresentaria êxito no tratamento do esgoto. O efluente obtido de cada equipamento foi subdividido em 20 amostras, sendo que em 10 foram inseridas os espécimes de

*Urochloa* cf. *arrecta* e nas outras 10, que serviram como testemunha, não houve a inserção das plantas, sendo acondicionado somente o efluente.

Os recipientes foram dispostos em 4 fileiras. Após as plantas estarem dispostas dentro dos seus respectivos recipientes, as coletas do efluente para análises foram realizadas a cada 15 dias, totalizando 75 dias (totalizando cinco amostras). Durante o período, foi observado o crescimento das plantas e computadas as mudas que vieram a morrer. As amostras de efluente foram acondicionadas em garrafas plásticas – PET – previamente higienizadas. Após a coleta, eram armazenadas em geladeira, sendo somente resfriadas e encaminhadas para análise em seguida. em cada amostragem foi coletado 200 ml de efluente de cada amostra, para análise dos parâmetros físicos e químicos.

Todas as análises foram realizadas no laboratório de bioquímica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Medianeira. As variáveis físicas foram turbidez, condutividade elétrica e pH. Para cada qual foi utilizado um aparelho específico, sendo eles respectivamente, o turbidímetro, condutivímetro e pHmetro.

Foram determinados também os valores de demanda química de oxigênio (DQO) pelo método apresentado por Mees (2005), utilizando-se solução digestora, solução de ácido sulfúrico e solução padrão de hidrogenoftalato de potássio juntamente com as amostras que, após digestão, foram analisadas em espectrofotômetro.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos foram comparados por meio do Teste T, de Tukey a 5% de significância utilizando o software BioEstat 5.0. As comparações foram feitas entre os tratamentos do substrato do decantador sem planta (T1) e com planta (T2) e antes do desarenador sem planta (T3) e com planta (T4). As comparações foram realizadas com os resultados obtidos em cada coleta de amostras: 15, 30, 45, 60 e 75 dias, após o início do experimento.

Nos quadros a seguir, são apresentadas as médias dos valores encontrados para as variáveis analisadas. Os dados são apresentados em duas colunas, conforme o tratamento utilizado, sendo que valores na mesma linha acompanhados de letras iguais sobrescritas, não apresentam diferenças significativas. Letras diferentes sobrescritas indicam que os valores apresentados possuem diferenças significativas. Abaixo os Quadros 1 e 2 demonstram os valores do pH, sendo estes respectivamente com substratos do decantador e de antes do desarenador.

#### Quadro 1: Comparação entre as médias de pH dos tratamentos 1 e 2, ( substrato proveniente do decantador)

(\*) Valores na mesma linha acompanhados de sobrescrito com a mesma letra não apresentam diferenças significativas (a 5% de significância)

TEMPO APÓS A IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO (DIAS)	pH	pH
	TRATAMENTO 1 (sem planta)	TRATAMENTO 2 (com planta)
15	9,01 <sup>a</sup>	9,41 <sup>b</sup>
30	9,84 <sup>a</sup>	9,28 <sup>a</sup>
45	9,66 <sup>b</sup>	9,16 <sup>a</sup>
60	9,16 <sup>b</sup>	8,46 <sup>a</sup>
75	9,2 <sup>b</sup>	8,63 <sup>a</sup>

#### Quadro 2: Comparação entre as médias de pH dos tratamentos 3 e 4 (substrato proveniente de antes do desarenador)

(\*) Valores na mesma linha acompanhados de sobrescrito com a mesma letra não apresentam diferenças significativas (a 5% de significância)

TEMPO APÓS A IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO (DIAS)	pH	pH
	TRATAMENTO 3 (sem planta)	TRATAMENTO 4 (com planta)
15	7,78 <sup>a</sup>	8,01 <sup>b</sup>
30	9,02 <sup>a</sup>	8,94 <sup>a</sup>
45	8,89 <sup>a</sup>	9,11 <sup>a</sup>
60	8,32 <sup>a</sup>	7,82 <sup>a</sup>
75	8,17 <sup>a</sup>	8,59 <sup>a</sup>

Para Zocche, Freitas e Quadros (2010, p.180) o pH “é importante parâmetro que atua no controle da precipitação, mobilidade e biodisponibilidade dos íons metálicos”. Divergindo dos resultados encontrados neste trabalho, Matos et al. (2010) estudando a influência da Taxa de Carga Orgânica no desempenho de wetlands cultivados, encontraram que os valores de pH efluente permaneceram estáveis, próximos a neutralidade.

Os valores da turbidez que são apresentados nos Quadros 3 e 4, podem ter sido influenciados pela multiplicação e incrustação de algas nos recipientes e em algumas amostras, havendo grandes diferenças por apresentarem maciços de destas nas amostras levadas ao turbidímetro. Os tratamentos 1 e 2 apresentam o substrato da planta do decantador enquanto os tratamentos 3 e 4 antes do desarenador.

Os valores da turbidez que são apresentados nos Quadros 3 e 4, podem ter sido influenciados pela multiplicação e incrustação de algas nos recipientes e em algumas amostras, havendo grandes diferenças por apresentarem maciços de destas nas amostras

levadas ao turbidímetro. Os tratamentos 1 e 2 apresentam o substrato da planta do decantador enquanto os tratamentos 3 e 4 antes do desarenador.

**Quadro 3: Comparação entre as médias de turbidez dos tratamentos 1 e 2 (substrato proveniente do decantador)**

\* Valores na mesma linha acompanhados de sobrescrito com a mesma letra não apresentam diferenças significativas (a 5% de significância).

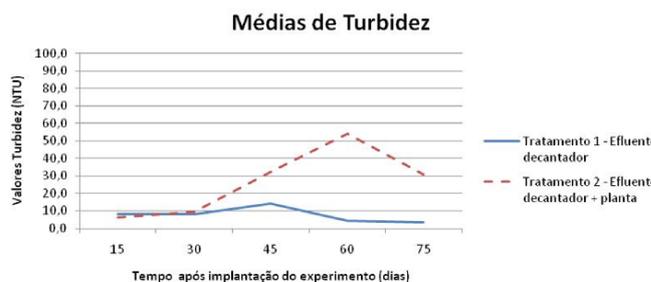
TEMPO APÓS A IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO (DIAS)	TURBIDEZ (NTU)	
	TRATAMENTO 1	TRATAMENTO 2
	(sem planta)	(com planta)
15	8,86 <sup>a</sup>	6,66 <sup>a</sup>
30	8,63 <sup>a</sup>	9,76 <sup>a</sup>
45	14,72 <sup>a</sup>	32,71 <sup>a</sup>
60	4,86 <sup>a</sup>	54,54 <sup>b</sup>
75	3,68 <sup>a</sup>	31,4 <sup>b</sup>

**Quadro 4: Comparação entre as médias de turbidez dos tratamentos 3 e 4 (substrato proveniente de antes do desarenador)**

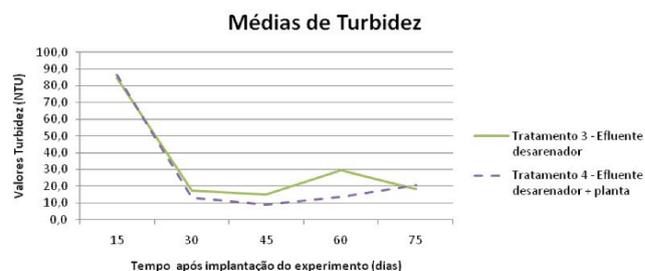
\* Valores na mesma linha acompanhados de sobrescrito com a mesma letra não apresentam diferenças significativas (a 5% de significância)

TEMPO APÓS A IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO (DIAS)	TURBIDEZ (NTU)	
	TRATAMENTO 3	TRATAMENTO 4
	(sem planta)	(com planta)
15	85,08 <sup>a</sup>	86,62 <sup>a</sup>
30	17,71 <sup>b</sup>	13,49 <sup>a</sup>
45	15,44 <sup>b</sup>	9,58 <sup>a</sup>
60	29,8 <sup>b</sup>	14,12 <sup>a</sup>
75	18,85 <sup>a</sup>	20,83 <sup>a</sup>

Nos Gráficos 1 e 2 podem ser visualizadas tais discrepâncias, possivelmente devido ao material presente nas amostras, onde o primeiro é referente ao substrato do decantador e o segundo da área que antecede o desarenador.



**Gráfico 1 – Médias de turbidez no tratamento com amostra proveniente do decantador**



**Gráfico 2 – Médias de turbidez no tratamento com amostra proveniente de antes do desarenador**

Nos Quadros 5 e 6 são apresentados os valores de DQO para os tratamentos, sendo neste caso o substrato retirado antes do desarenador mais satisfatório que o retirado do decantador.

**Quadro 5: Comparação entre as médias de DQO dos tratamentos 1 e 2 (substrato proveniente de antes do desarenador)**

\* Valores na mesma linha acompanhados de sobrescrito com a mesma letra não apresentam diferenças significativas (a 5% de significância)

TEMPO APÓS A IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO (DIAS)	DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	
	TRATAMENTO 3	TRATAMENTO 4
	(sem planta)	(com planta)
15	421,79 <sup>a</sup>	415,95 <sup>a</sup>
30	291,65 <sup>a</sup>	252,83 <sup>a</sup>
45	265,44 <sup>b</sup>	156,27 <sup>a</sup>
60	327,76 <sup>a</sup>	279,89 <sup>a</sup>
75	293,61 <sup>a</sup>	302,81 <sup>a</sup>

**Quadro 6: Comparação entre as médias de DQO dos tratamentos 3 e 4. (substrato proveniente do decantador)**

\* Valores na mesma linha acompanhados de sobrescrito com

a mesma letra não apresentam diferenças significativas (a 5% de significância)

TEMPO APÓS A IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO (DIAS)	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )
	TRATAMENTO 1 (sem planta)	TRATAMENTO 2 (com planta)
15	0,73 <sup>a</sup>	0,77 <sup>b</sup>
30	0,65 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>
45	0,76 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>
60	0,83 <sup>a</sup>	0,77 <sup>b</sup>
75	1,0 <sup>a</sup>	0,94 <sup>b</sup>

Os resultados teriam sido satisfatórios para o experimento, se os valores de DQO para o tratamento utilizando a planta fossem menores do que os encontrados no tratamento onde esta não foi utilizada. Entretanto, observou-se que os tratamentos com plantas não apresentaram diferenças significativas ( $p>0,05$ ) com relação aos tratamentos sem planta. FIA et al. (2010) estudando a capacidade de forrageiras no tratamento de águas residuárias do processamento de café, na fase 1 do procedimento, também não encontraram grande remoção da DQO, atribuindo esses resultados ao fato de os sistemas estarem em fase de adaptação. Em outro estudo, dados encontrados por Matos et al. (2010) apresentam níveis altos de remoção da DQO para os tratamentos, assim como Calijuri et al (2009) que, estudando o tratamento de esgotos sanitários UASB/wetlands, encontram valores de remoção da DQO de 60%. Já Sousa et al. (2004) chegaram à conclusão de que as macrófitas utilizadas em seu experimento, não tiveram influência significativa na remoção da matéria orgânica.

Nos Quadros 7 e 8 são apresentados os valores do parâmetro físico condutividade elétrica, sendo os tratamentos 1 e 2 do decantador sem planta e com planta, respectivamente, e os tratamentos 3

e 4 antes do desarenador, sem e com planta.

**Quadro 7: Comparação entre as médias de condutividade elétrica dos tratamentos 1 e 2 (substrato proveniente do decantador)**

\* Valores na mesma linha acompanhados de sobrescrito com a mesma letra não apresentam diferenças significativas (a 5% de significância)

TEMPO APÓS A IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO (DIAS)	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )
	TRATAMENTO 1 (sem planta)	TRATAMENTO 2 (com planta)
15	0,73 <sup>a</sup>	0,77 <sup>b</sup>
30	0,65 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>
45	0,76 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>
60	0,83 <sup>a</sup>	0,77 <sup>b</sup>
75	1,0 <sup>a</sup>	0,94 <sup>b</sup>

**Quadro 8: Comparação entre as médias de condutividade elétrica dos tratamentos 3 e 4 (substrato proveniente de antes do desarenador)**

\* Valores na mesma linha acompanhados de sobrescrito com a mesma letra não apresentam diferenças significativas (a 5% de significância)

TEMPO APÓS A IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO (DIAS)	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )
	TRATAMENTO 3 (sem planta)	TRATAMENTO 4 (com planta)
15	0,79 <sup>a</sup> $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	0,80 <sup>a</sup> $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
30	0,74 <sup>a</sup> $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	0,78 <sup>a</sup> $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
45	0,88 <sup>a</sup> $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	0,93 <sup>a</sup> $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
60	0,98 <sup>a</sup> $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	0,82 <sup>b</sup> $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
75	1,25 <sup>a</sup> $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	1,13 <sup>a</sup> $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$

Apesar de não proporcionar um resultado totalmente significativo, o maior número das médias amostrais apresentou diferença entre as comparações, principalmente nos tratamentos com efluente do decantador (T1 e T2), onde as amostras apresentaram algumas diferenças significativas.

Algumas hipóteses foram consideradas

para justificar a semelhança entre os resultados. Dentre elas citam-se a evaporação, a formação de uma crosta na superfície das bacias por conta do desenvolvimento de algas e o tempo de disposição, pelo fato de a planta introduzida ser jovem e o tempo de crescimento não compatível com a duração do experimento. Um fator que vem contribuir nesta hipótese é a condutividade elétrica, por meio do seu aumento nas amostras sem plantas. Para reforçar esta afirmação, Matos et al. (2010, p. 86) salientam que, como encontraram valores de CE maiores para o efluente do que para o afluente em sua pesquisa, os motivos citados foram a mineralização do material orgânico em suspensão e principalmente as perdas de água por evapotranspiração nos wetlands vegetados e a evaporação nos wetlands não vegetados.

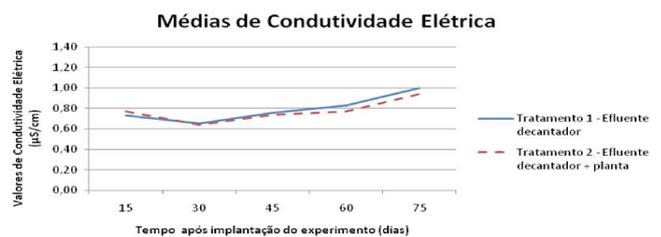
Sousa et al. (2004) creditaram tais oscilações, supostamente, ao ciclo vegetativo das plantas, as quais, na fase de envelhecimento, não absorvem nutrientes na mesma proporção da fase de crescimento. O crescimento das macrófitas *Urochloa cf. arrecta* pode ser visualizado, com tempo de cultivo de 60 dias.

A evaporação interferiu de modo que o volume de água não proporcionou condições adequadas à planta causando, por exemplo, a saturação do ambiente. Neste sentido, Ferreira et al. (2003), citam que devido à perda de líquido por evapotranspiração, torna-se importante a realização de um balanço de massa, considerando as concentrações afluentes e efluentes e suas vazões

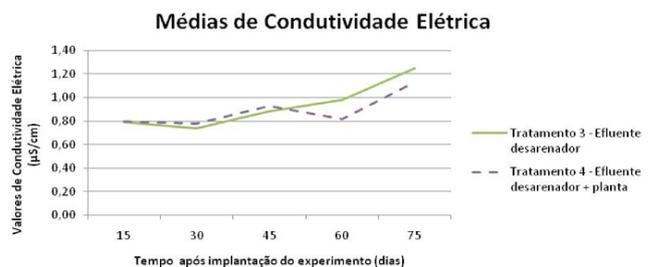
respectivas, o que permite conhecer a remoção dos poluentes em termos de carga.

As coletas iniciais apresentaram maciços de algas, interferindo nos resultados. Já nas demais amostras isto não aconteceu, devido ao fato da formação de uma crosta suspensa firme. Uma das formas de se evitar tal acontecimento seria a homogeneização do efluente, para que o acúmulo das algas fosse dissolvido com este processo.

Um fator que demonstra a influência da planta no tratamento do efluente e pode ser levado em consideração é a condutividade elétrica, que está relacionada aos sais disponíveis no meio. Assim como nos Quadros acima (7 e 8), que citam os valores das médias, nos Gráficos 3 e 4 são apresentados estes dados.



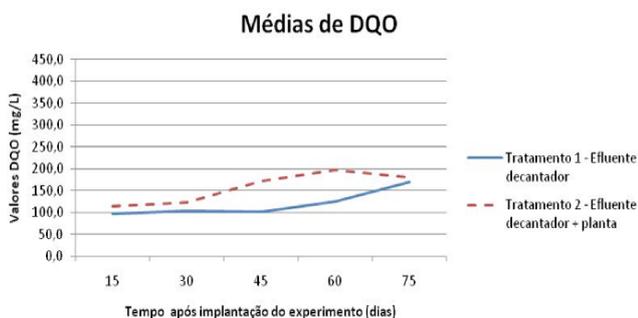
**Gráfico 3 – Valores médios de condutividade elétrica no tratamento com efluente obtido do decantador.**



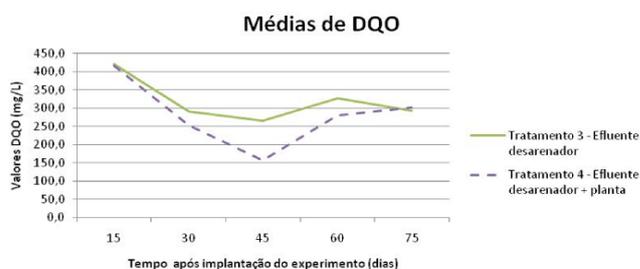
**Gráfico 4 – Valores médios de condutividade elétrica no tratamento com efluente obtido antes do desarenador.**

No gráfico, observa-se que em todos os tratamentos ocorreu o aumento da condutividade elétrica, porém nos tratamentos 2 e 4, onde foram inseridas as plantas, os valores absolutos encontrados são mais baixos do que onde não houve inserção destas. Assim, como informado anteriormente, como a planta era de pequeno porte, por ser uma muda (broto), a sua absorção de nutrientes e sais não é elevada.

A estabilização da matéria orgânica libera uma maior quantidade de sais no meio, sendo que parte deste montante de sais é absorvido pela planta. Possivelmente esse fenômeno ocorreu, pois pode-se visualizar, no Gráfico 6, valores inferiores de DQO no tratamento referente ao efluente obtido antes do desarenador com a presença do espécime de *Urochloa cf. arrecta*.



**Gráfico 5 – Valores médios da DQO no tratamento com efluente obtido do decantador**



**Gráfico 6 – Valores médios da DQO no tratamento com efluente obtido antes do desarenador.**

## CONCLUSÃO

A elaboração da metodologia e a avaliação da viabilidade da utilização da macrófita aquática na fitorremediação mostrou-se adequada, porém necessitando de alguns ajustes devido a fatores que foram determinantes para o resultado do experimento.

Fatores como evaporação podem ser compensados com a adição de água destilada, sendo este um procedimento muito importante, já que a evapotranspiração, provavelmente foi um dos fatores não previstos com tanta intensidade e que proporcionou grande interferência nos resultados. Por meio dos testes de viabilidade da utilização da espécie de macrófita aquática *Urochloa cf. arrecta* como potencial agente de fitorremediação no tratamento de esgoto sanitário, sendo comparado com outros resultados e tratamentos já testados, não se observou eficiência da planta. Porém, o tempo de avaliação possivelmente não permitiu a manifestação do potencial da *Urochloa cf. arrecta* na melhoria da qualidade do efluente, já que este foi curto e não foi compatível com o crescimento da macrófita.

As variáveis físicas e químicas testadas indicaram as modificações na qualidade do efluente ao longo do crescimento das plantas. Considerando-se, naturalmente, as limitações existentes no decorrer do experimento e os fatores não previstos inicialmente como a heterogeneidade dos substratos e a evapotranspiração. A condutividade elétrica e a DQO mostraram-se as variáveis mais adequadas para a avaliação do efeito da planta sobre a qualidade do efluente. De acordo com os resultados obtidos não houve diferença significativa entre os tratamentos com e sem plantas, salvo poucas exceções.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Julio C. da Mata. TAVARES, Sílvio R. de Lucena. MAHLER, Cláudio Fernando. **Fitorremediação – o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BRAGA, José et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2ª Edição, 2005.

CALIJURI, Maria L. et al. Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/wetlands construídas de fluxo horizontal: eficiência de estabilidade de remoção de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e coliformes. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. V. 14, n.3, jul/set. 2009.

CARVALHO, Anésio Rodrigues de. OLIVEIRA, Mariá Vendramini Castrignano de. **Princípios básicos do saneamento do meio**. 6ª Edição. São Paulo: Senac, 2005.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte: UFMG 1997.  
 Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp>. acessado em: 28 de set. 2010.

FERREIRA, J. A. et al. Wetland: Resultados no Tratamento do Chorume do Aterro Sanitário de Pirai – RJ. **In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. JOINVILLE, SC, 2003.

FIA, Ronaldo et. al. Desempenho de forrageiras em sistemas alagados de tratamento de águas residuárias do processamento de café. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V. 14, n. 8, p. 842-847. 2010.

IBGE CENSO 2010. Disponível em:  
 <[http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados\\_divulgados/index.php?uf=41](http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=41)>. Acesso em: 08 de dez. 2010.

LAMEGO, F. P., VIDAL, R. A. Pesticidas: ecotoxicologia e meio ambiente. Curitiba, v. 17, p. 9-18, jan./dez. 2007

MATOS, Antônio T. de et al. Influência da taxa de carga orgânica no desempenho de sistemas alagados construídos cultivados com forrageiras. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Vol. 15, n. 11, p. 83/92, jan/mar. 2010.

MEES, Juliana. B. R. Apostila de Resíduos Líquidos I, II e III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Medianeira, 2005.

NUVOLARI, Ariovaldo (Coordenador). **Esgoto sanitário – coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2003.

SOUSA, José T. de et al. Utilização de wetland construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré tratados em reator UASB. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Vol. 9, n. 4, p. 285-290, out/dez. 2004.

ZOCHE, J. J. FREITAS, Micheli. QUADROS, K. E. de. Concentração de Zn e Mn nos efluentes do beneficiamento de carvão mineral e em *Typha domingensis* PERS (TYPHACEAE). **Revista Árvore**. V.34, n.1, p.177-188, 2010.  
 Disponível em:  
 <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/488/48813671019.pdf>>. Acesso em: 13 de set. 2010.

Artigo submetido em 17 de Fevereiro de 2012

Artigo aceito em 22 de outubro de 2013