

## **AVALIAÇÃO DE ESTRUTURAS PARA JARDINS FLUTUANTES COMO ALTERNATIVA NO TRATAMENTO DE ÁGUAS DE AÇUDES URBANOS**

Elis Gena Rocha; Victor Emmanuel Avelino Gomes Bahia; Paulo Marcelo Soares Pinto; Jefferson Rocha Trindade; Patrícia Hermínio Cunha Feitosa

*Universidade Federal de Campina Grande, [elisgean@hotmail.com](mailto:elisgean@hotmail.com)*  
*Universidade Federal de Campina Grande, [victorbahia225@hotmail.com](mailto:victorbahia225@hotmail.com)*  
*Universidade Federal de Campina Grande, [paulo38soares@hotmail.com](mailto:paulo38soares@hotmail.com)*  
*Universidade Federal de Campina Grande, [jeffersonrctrindade@gmail.com](mailto:jeffersonrctrindade@gmail.com)*  
*Universidade Federal de Campina Grande, [phcfeitosa@outlook.com](mailto:phcfeitosa@outlook.com)*

**Resumo:** O presente estudo foi desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, onde um riacho poluído despeja suas águas em um canal de drenagem e este, por sua vez, desemborça em um pequeno açude localizado na parte central do campus. Com o intuito de dar suporte ao desenvolvimento de sistemas de jardins flutuantes capazes de tratar água poluídos, nesse trabalho, foram avaliados dois diferentes tipos de estruturas para os módulos, buscando o uso de materiais de baixo custo que possam ser funcionais na montagem do sistema. As estruturas foram testadas em um modelo experimental composto por tanques. Os parâmetros avaliados foram: oxigênio dissolvido (OD), temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO). As análises foram realizadas nas amostras de água coletadas semanalmente nos três tanques, num total de sete campanhas, e seguiram a metodologia laboratorial determinada pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Ao fim desse estudo, pode-se concluir que a estrutura construída com esponja é viável e funcional, porém a estrutura feita de PVC apresentou muito problemas, principalmente em relação à estabilidade e impermeabilização. Dentro os parâmetros monitorados o que apresentou os melhores resultados foi a turbidez, tendo índices de remoção de 65% no tanque contendo a estrutura de PVC com substrato de bagaço de cana-de-açúcar e 60% no tanque com a estrutura de PVC e substrato de vagem de feijão, em relação à mesma concentração do tanque da prova em branco, sem nenhuma estrutura. Os outros parâmetros não apresentaram resultados significativos, sendo indicado um tempo maior de observação e coleta de dados.

**Palavras-chave:** Qualidade da água, fitorremediação, ilhas flutuantes.

### **Introdução**

A água doce é um bem indispensável à vida de todos os seres humanos como também para o desenvolvimento das cidades. Porém, devido as atividades antrópicas, encontra-se em situação de escassez ou em estado de grande degradação em muitas regiões do mundo.

A poluição das águas se configura como um dos maiores problemas ambientais. Um dos grandes desafios ambientais da atualidade é manter um sistema de desenvolvimento sustentável, para suprir a necessidade da atual geração, sem que as próximas fiquem prejudicadas.

Nas últimas décadas, os problemas ambientais têm se tornado cada vez mais críticos e frequentes, principalmente devido ao desmedido crescimento populacional e ao aumento da atividade industrial. Com estes ingredientes, os problemas devido à ação antrópica têm atingido dimensões catastróficas, podendo ser observados por meio de alterações na qualidade do solo, do ar e da água (FREIRE *et al.*, 2000).

No Brasil, o despejo de efluentes domésticos *in natura* ou precariamente tratados é, ainda, uma das principais causas de poluição das águas, especialmente nos cursos d'água urbanos, podendo trazer impactos negativos para a saúde da população que utiliza essas águas como fonte de abastecimento, irrigação ou lazer (SCHNEIDER et al., 2010).

A falta de eficiência das estruturas sanitárias, no Brasil, é considerada um problema de saúde pública, uma vez que diversas doenças são causadas por falta de saneamento básico, favorecendo uma maior concentração de substâncias poluidoras nas águas residuais. Nessas condições, um dos focos principais do governo deveria ser o investimento na área de tratamento de água.

Dentro deste contexto, a cidade de Campina Grande - PB também apresenta forte influência da poluição gerada pela contribuição clandestina de esgotos nos corpos hídricos urbanos, que geram degradação do meio ambiente difíceis de serem controladas.

Com o objetivo de amenizar a degradação ambiental de águas urbanas, os “Jardins Flutuantes” tornaram-se dispositivos alternativos de melhoria da qualidade das águas pluviais, nas últimas duas décadas. Esta crescente popularidade deve-se principalmente, ao fato de que esses sistemas oferecem as vantagens de garantir uma solução de tratamento relativamente passiva, natural, de baixa manutenção e operacionalmente simples, ao mesmo tempo em que aumenta o habitat e os valores estéticos do ambiente (HEADLEY, 2006).

Diante disso, objetiva-se desenvolver estruturas de ilhas flutuantes na sua forma, durabilidade e fluviabilidade, que apresente eficiência na remediação de águas poluídas e montar uma estrutura funcional, que auxilie na revitalização das águas de açudes urbanos. Além disso, almeja-se testar diferentes tipos de materiais para a montagem da estrutura de sustentação de ilhas flutuantes.

## **Metodologia**

- Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado na cidade de Campina Grande, localizada no agreste do estado da Paraíba, nas águas do canal à montante do pequeno açude situado na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, conhecido como “Laguinho”, o mesmo está inserido na bacia de esgotamento do Bodocongó e na Bacia B de drenagem pluvial, pertencente ao perímetro urbano do município.

Para o estudo foi montado uma rede com três tanques de 1000L, (Figura 2) tendo dessa forma, um tanque para cada modelo de estrutura e substrato e um para a prova em branco. Segundo GALISA (2016), a montagem do modelo experimental com três tanques foi feita para simular o ambiente do lago, pois após receber o efluente do canal, as águas ficam retidas por um certo tempo até atingirem cota suficiente para se dirigirem ao “laguinho”. O bombeamento foi feito através de uma bomba sapo afogada. O tanque 1 foi usado como prova em branco, a fim de comparar os resultados com os outros dois tanques, no tanque 2 foi inserida a estrutura de PVC com substrato de bagaço de cana de açúcar e no tanque 3 a estrutura feita com esponja e substrato de vagem de feijão.

**Figura 1 - Modelo experimental**



GALISA (2016)

- Estruturas de sustentação para a ilha flutuante

O PVC (policloreto de vinila) é um produto versátil, e uma das suas principais propriedades é a resistência. Suas características e relação custo/benefício combinados, revelam suas potencialidades de aplicação, tornando-o um produto de extrema importância para a indústria (Figura 2).

O segundo material utilizado nas estruturas foi a esponja de polietileno, que na sua forma comercial é conhecida por uma boia usada em aulas de natação. Segundo Coutinho et al. (2003), os polietilenos são inertes à maioria dos produtos químicos comuns, além de serem altamente resistentes à água e a algumas soluções aquosas, inclusive a altas temperaturas (Figura 3).

Figura 2 – Projeto de ilha flutuante com PVC

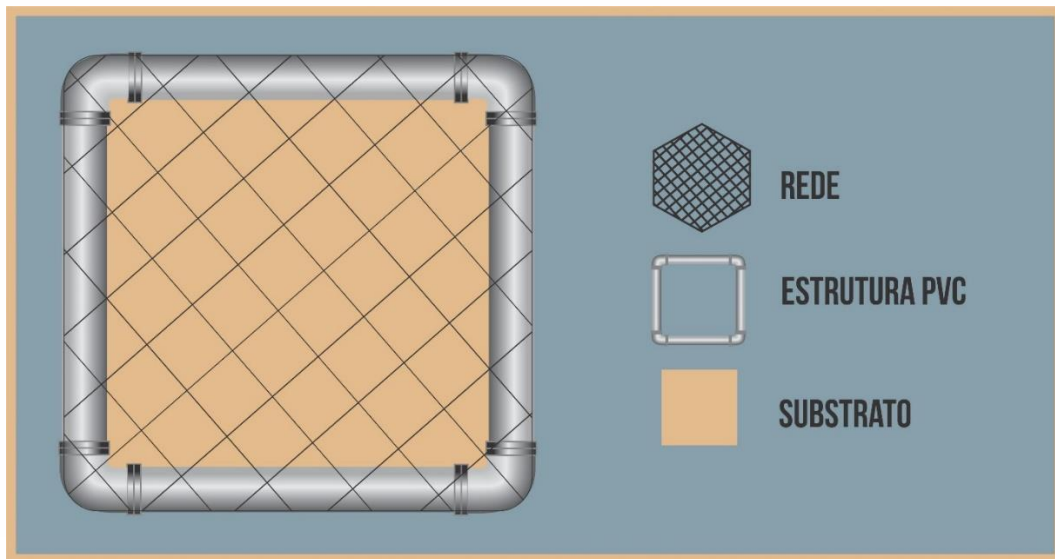
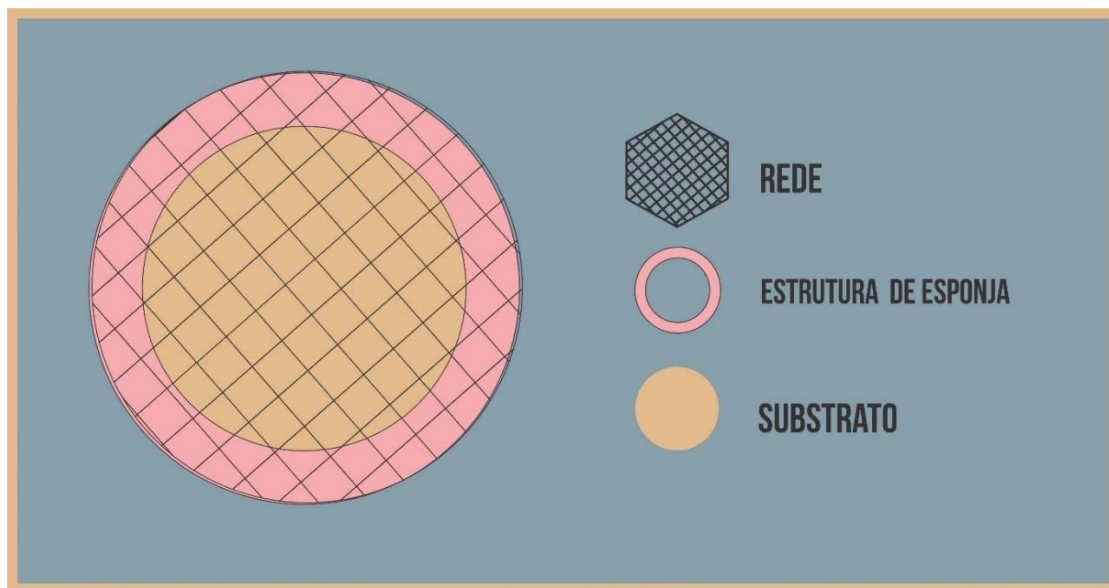


Figura 3 - Projeto de ilha flutuante com esponja



- Monitoramento da qualidade das águas

O monitoramento foi feito a cada sete dias, num total de sete campanhas, com a coleta de amostra dos três tanques. Como apresenta na Tabela 1, foram analisados os parâmetros de turbidez, condutividade elétrica, pH, temperatura, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), todos segundo as metodologias estabelecidas pelo *Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater*. A cada semana foram retirados o equivalente à 10 cm de lâmina d'água de todos os

tanques, e preenchidos novamente até completar o que foi retirado. Com esta renovação foi possível obter resultados mais próximos com a realidade encontrada nas águas do açude.

## Resultados e discussão

- Avaliação do material utilizado

A estrutura de PVC não foi resistente o suficiente ao longo dos três meses do estudo, mesmo com o uso de cola para vedação entre as conexões, mostrou-se possível a entrada de água dentro dos tubos, afundando parte da estrutura.

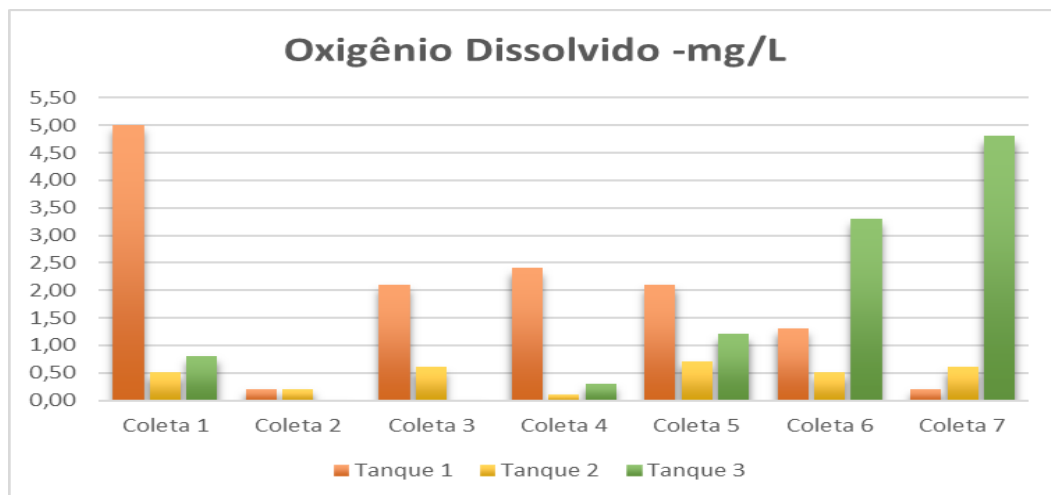
Em relação ao substrato, percebeu-se que o mesmo já não possuía mais a mesma aparência, depois de mais de três meses encharcados na água poluída, apresentando sinais de degradação e de adsorção de partículas suspensas na água.

Durante todo o tempo do experimento, houveram mudanças de cor da prova em branco, isso se deu pelo fato de que o tanque era esvaziado semanalmente em aproximadamente 10% do seu volume, e fatores como chuva e aumento das descargas de esgoto alterem a cor da água.

- Oxigênio dissolvido

Na 1ª coleta, a prova em branco contava com 90% a mais de oxigênio dissolvido do que o tanque 2 e 84% a mais do que o tanque 3. Até a 5ª coleta, os índices dos tanques 2 e 3 diminuíram em relação à prova em branco; a partir dela, observou-se um acréscimo no valor de OD, e nas 6ª e 7ª coletas este valor superou o da prova em branco (Gráfico 1). Acredita-se que o aumento da concentração de matéria orgânica, através do desprendimento do substrato, requereu uma demanda maior de oxigênio no início do experimento.

Gráfico 1 – Resultados para o Oxigênio Dissolvido

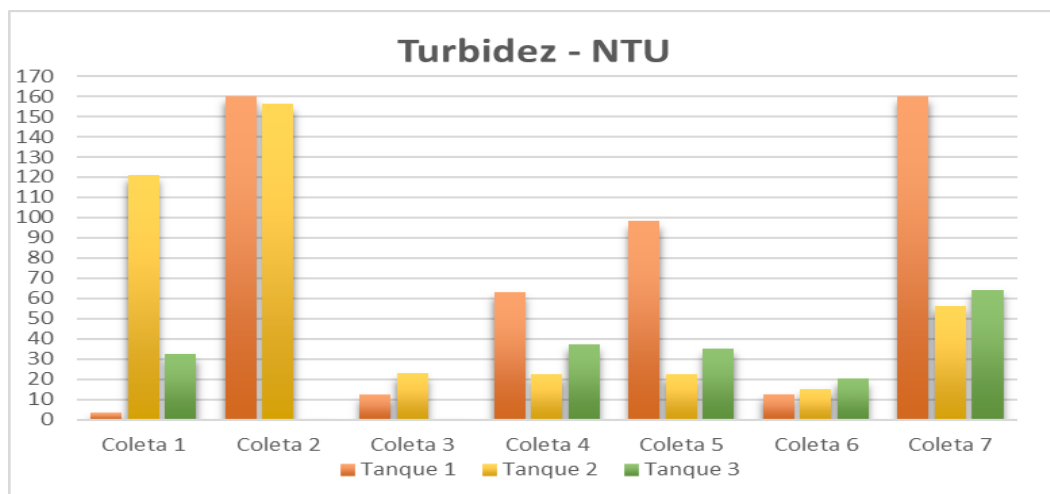


- Turbidez

A turbidez nos tanques com estruturas flutuantes apresentou redução significativa, comparada a prova em branco. Porém, na coleta 6 obteve-se uma redução na eficiência, causada, possivelmente, pelas chuvas, que ocorreram no período, aumentando a diluição dos sólidos em suspensão e diminuindo a sua concentração.

Verificamos através da análise do gráfico (Gráfico 2) grande melhora da turbidez da água para os dois substratos estudados. O tanque 2 com o substrato da cana de açúcar, se mostrou um pouco mais eficiente que a vagem do feijão (tanque 3). Na última coleta os valores foram de 65% e 60% de remoção de turbidez, para os tanques 2 e 3, respectivamente.

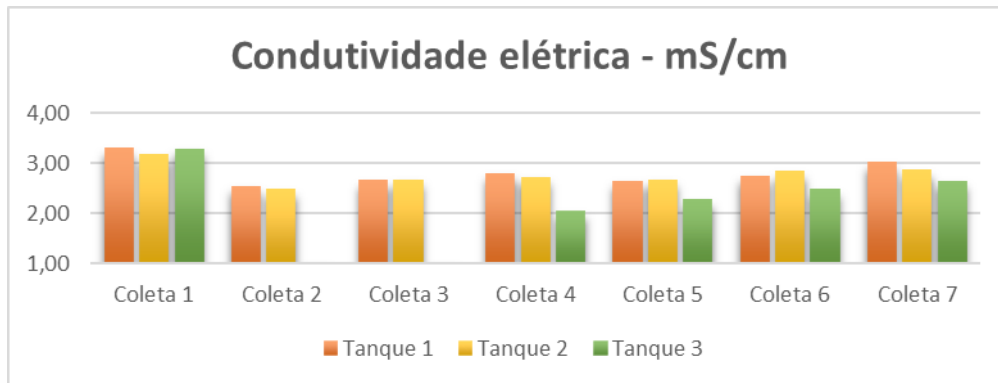
Gráfico 2 - Resultados para a Turbidez



- Condutividade elétrica

A partir do gráfico 3, vê-se que na maior parte do período de coleta, a prova em branco, se manteve com maior índice de condutividade, porém com pouca diferença em relação aos tanques 2 e 3, que apresentou valores semelhantes em todas as coletas. Obteve-se médias de ineficiência de 26,05% para o tanque 2 e eficiência de 12,71% para o tanque 3. Dessa forma, conclui-se que os tanques com bagaço da cana e vagem de feijão, não trazem grandes mudanças para a água com relação a este parâmetro.

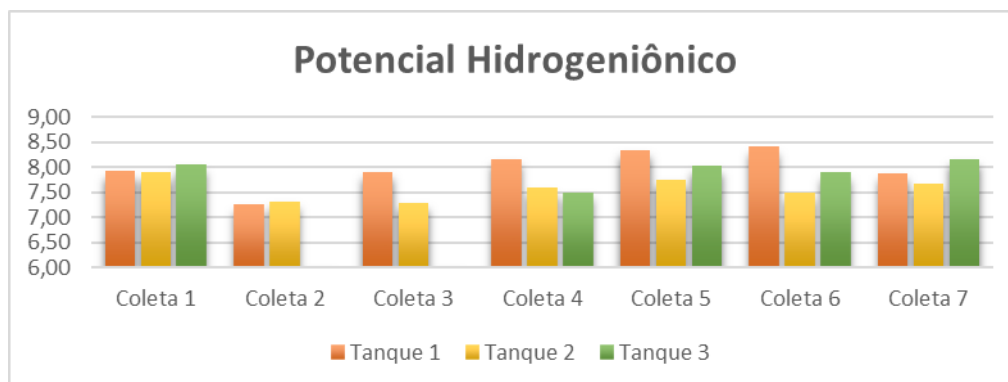
Gráfico 3 – Resultados da Condutividade Elétrica



- pH

Em todas as coletas o potencial hidrogeniônico se encontrou básico, e pôde-se notar uma diminuição no seu valor em toda análise. Obtiveram-se médias de 7,91 para o tanque 1, 7,58 para o tanque 2 e 8,01 para o tanque 3. (Gráfico 4)

Gráfico 4 – Resultados do pH



Como o pH esteve sempre entre 6 e 9, pôde-se concluir que esse ambiente está propício para a vida aquática nesse parâmetro, pois, de acordo com a Resolução CONAMA 430/11, o pH deve estar numa faixa entre 5 e 9 para o efluente lançado. Quanto aos substratos: eles foram influentes para a diminuição do pH, podendo ser usado para tratamento em ambientes que se encontram em meio muito básico.

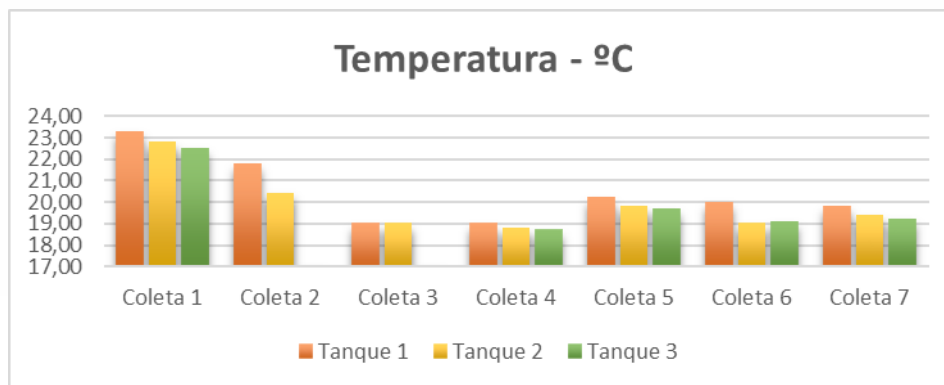
- Temperatura

Observou-se uma diminuição da temperatura da água contida nos tanques. Possivelmente, os substratos foram os responsáveis por este fato, porém numa variação pequena (Gráfico 5). Essa

diminuição pode estar atrelada ao fato da estrutura flutuante cobrir a maior parte do tanque, impedindo a entrada da energia solar.

Essa redução fez com que os tanques 2 e 3 se mantivessem na faixa média de 19,3°C, onde algumas plantas são favorecidas, besouros d'água, e algumas doenças.

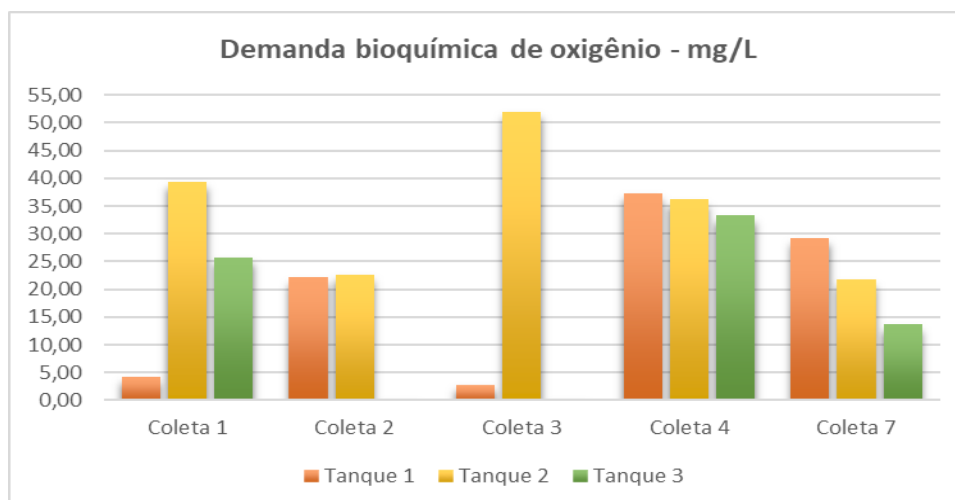
Gráfico 5 – Resultados para a Temperatura



- Demanda bioquímica de oxigênio

Esse parâmetro é fundamental para o controle da poluição das águas, devido a concentração de matéria orgânica. Nas coletas 1, 2 e 3 (Gráfico 6) observamos que a DBO é maior em relação a prova em branco. Pode-se associar esse aumento ao desprendimento do substrato das estruturas, fazendo que a quantidade de matéria orgânica presente neste corpo seja maior. Após a degradação dessa matéria orgânica e/ou sedimentação do material desprendido, pode-se notar uma menor carga orgânica a partir da coleta 4 e aumento da eficiência. Na última coleta os resultados foram positivos, com eficiência para a cana de açúcar de 26,03%, e para a vagem do feijão de 53,42%

Gráfico 6 – Resultados para a DBO

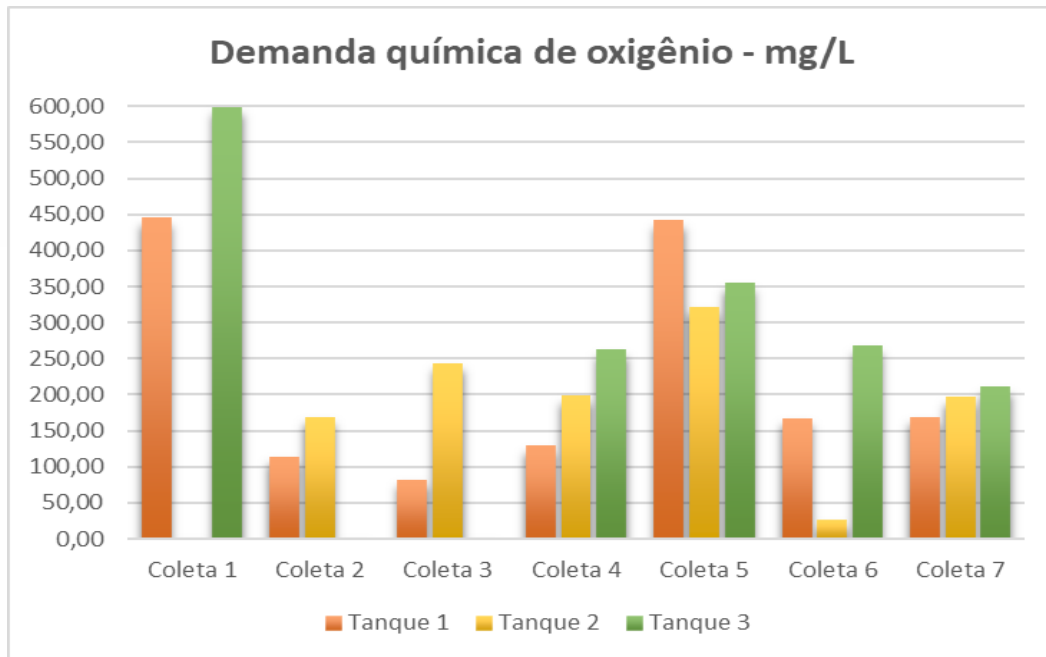




- Demanda química de oxigênio

O Gráfico 7 apresenta que, para o tanque 2 e o tanque 3, o índice de DQO se manteve em média acima da prova em branco (tanque 1), tendo uma média de ineficiência de 32,44% e 34,51% respectivamente.

Gráfico 7 – Resultados para a DQO



Mesmo tendo as análises sendo iniciadas com um índice alto de DQO, ao longo das semanas foi possível perceber a diminuição dos valores para o tanque 3, contendo a vagem de feijão. Este resultado pode-se estar associado a uma precipitação ocorrida após a 5ª coleta.

### Conclusões

A utilização de ilhas flutuantes na recuperação de açudes poluídos, é uma ideia viável, porém deve-se ampliar os estudos sobre as eficiências de outros substratos. Os melhores resultados foram encontrados na baixa quantidade de unidades nefelométricas para o parâmetro da turbidez, em ambos os tanques. Os demais parâmetros não mostraram eficiência com a presença dos substratos, pois com a diminuição do oxigênio dissolvido, parâmetros como DBO e DQO elevaram-se ao longo das coletas.

O substrato vagem de feijão se mostrou mais eficiente que o substrato do bagaço de cana no quesito de desprendimento das partículas. Foi percebido que a falta de lavagem desses substratos interferiu nos resultados, pois os mesmos, se desprenderam das telas, e aumentaram a quantidade de

matéria orgânica nos tanques. A esponja usada como estrutura flutuante, se mostrou a mais eficiente como suporte de jardins. Garantiu a melhor sustentação, menor desgaste e menor custo.

Além disso, novas ideias para trabalhos futuros seriam a criação de modelos experimentais em que as ilhas flutuantes utilizadas não ocupem uma parcela significativa da superfície, evitando a ausência de oxigênio dissolvido no sistema ou, para evitar essa ausência, poderia inserir um mecanismo de aeração. Junto a isso, aumentar a repetição de análises ou o tempo de experimento para obter resultados mais coerentes com a realidade.

## **Referências**

- CONAMA. **Resolução 357.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em 18 de março de 2017.
- FREIRE, R. S. et al. **Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas.** Química Nova, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 504-511, 2000.
- GALISA D. **Utilização de jardins flutuantes e sua influência na qualidade de águas superficiais urbanas.** 2016. Universidade Federal de Campina Grande.
- HEADLEY, T.R., TANNER, C.C. **Application of Floating Wetlands for Enhanced Stormwater Treatment: A Review.** Auckland Regional Council. Technical Publication No. November, 2006.
- SCHNEIDER, D. D.; SANTOS, do R.; MARTINEZ, R. C.; et al. **Indicadores para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário voltados às populações vulneráveis.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais, Nº 17, 2010.