

## **EFICIÊNCIA DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS EM JARDINS FLUTUANTES COMO FERRAMENTA DE REVITALIZAÇÃO DE ÁGUAS POLUÍDAS**

Sabrina Lima Fechine de Alencar (1); Patrícia Hermínio Cunha Feitosa (2); Matheus Jonathan Cabral da Silva (3); Jasmyne Karla Vieira Souza Maciel (4); Luan Dayvid Soares Xavier de Vasconcelos (5)

- (1) *Universidade Federal de Campina Grande/Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, [sabrina.fechine@hotmail.com](mailto:sabrina.fechine@hotmail.com)*
- (2) *Universidade Federal de Campina Grande/Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, [phcfeitosa@outlook.com](mailto:phcfeitosa@outlook.com)*
- (3) *Universidade Federal de Campina Grande/Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, [matheusjonathan09@gmail.com](mailto:matheusjonathan09@gmail.com)*
- (4) *Universidade Federal de Campina Grande/Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, [jasmynejk@gmail.com](mailto:jasmynejk@gmail.com)*
- (5) *Universidade Federal de Campina Grande/Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, [luan\\_dayvid@hotmail.com](mailto:luan_dayvid@hotmail.com)*

**Resumo:** O crescimento dos centros urbanos brasileiros tem produzido aumento significativo da poluição das águas urbanas, em função da ausência de uma estrutura sanitária eficiente nas cidades. Campina Grande possui um sistema de drenagem precarizado pela forte influência de esgotos e das atividades de serviços prestados na região, comprometendo a qualidade da água de inúmeros mananciais. Dentro deste contexto, o pequeno açude existente dentro do Campus Campina Grande da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) também apresenta águas poluídas e malcheirosas que interferem na salubridade ambiental e na vida de sua comunidade usuária. A utilização de plantas vem sendo amplamente utilizada no tratamento de águas poluídas, tendo em vista seu potencial de polimento, além do melhoramento estético do ambiente aquático. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar diferentes tipos de substrato orgânicos (vagem de feijão e bagaço de cana-de-açúcar) em jardins flutuantes, por meio de um modelo experimental instalado na UFCG, que permitiu o estudo das águas do canal situado atrás da biblioteca central, principal contribuinte do lago situado no campus. Dessa maneira, dos substratos orgânicos avaliados, o bagaço da cana-de-açúcar apresentou maior eficácia na revitalização de águas poluídas, que a vagem de feijão, com eficiência de 27,16% na retirada de matéria orgânica do meio, bem como, 77,55% na turbidez, com a adsorção de partículas finas presentes na água. Já a vagem de feijão, por apresentar rápida degradação, não demonstrou-se ideal à tal utilização, apresentando eficiência de 19,75% na retirada de matéria orgânica, e 64,29% na adsorção de partículas finas.

**Palavras-chave:** Tratamento de efluentes, salubridade ambiental, fitorremediação.

## INTRODUÇÃO

O crescimento urbano não planejado gera impactos, no âmbito das águas urbanas e, comprometem a qualidade de vida da população, pois acarretam além da incidência de enchentes, desmoronamentos, alagamentos, o aumento e a migração de vetores de epidemias e doenças, expondo, desta forma, comunidades inteiras a sérios riscos de saúde.

Não distante deste contexto está Campina Grande, localizada no interior da Paraíba. No período que compreende os anos de 1907 a 1930, a cidade sofreu um aumento populacional atípico, saltando de 20 mil para 130 mil habitantes (LIMA et al., 2014). Assim, na década de 1930, devido a sua importância no contexto estadual e até mesmo nacional, Campina Grande foi agraciada com uma reforma de seu ambiente urbano, que na verdade, teve caráter segregatório, uma vez que apenas regiões centrais e de classe alta foram priorizadas (SOUSA, 2015).

Com relação à poluição das águas urbanas em Campina Grande, o que se verifica é uma vasta contribuição ilegal de esgoto e despejo de resíduos sólidos nos canais de drenagem e em seus reservatórios urbanos, difíceis de serem controlados e/ou tratados. O Açude Velho e o Açude de Bodocongó, antes projetados para o abastecimento e atualmente operando como importante componente no sistema de drenagem da cidade, encontram-se poluídos e recebem diariamente resíduos e águas contaminadas.

Tento em vista os prejuízos causados pela disposição irregular de esgoto em corpos hídricos, o uso de plantas como ferramenta na melhoria da qualidade das águas em açudes urbanos se apresenta como tratamento promissor, pois sua implantação e manutenção são simples (DINARDI et al., 2003). Somando-se a isso, este tratamento utiliza plantas, que associam sua beleza (efeito paisagístico) com o bom desempenho na depuração do esgoto, condições extremamente importantes para uso nos açudes urbanos.

Os jardins flutuantes são facilmente incorporados à paisagem local e compostos por três elementos básicos: Estrutura de sustentação do jardim, um substrato para garantir a ancoragem das plantas e plantas adaptadas ao ambiente alagado. Desta forma, o sistema de tratamento de água com a utilização de jardins flutuantes, envolve basicamente o crescimento das plantas existentes sobre essas estruturas flutuantes, que, ao se desenvolverem, suas massas radiculares atravessam tal estrutura, entrando em contato com o corpo hídrico. A água recebe o tratamento, à medida que o

“tapete de raízes” formado abaixo da estrutura flutuante aprisiona as partículas finas contidas na água, e tal matéria orgânica contida é utilizada pelas plantas para garantirem seu desenvolvimento (HEADLEY, 2006).

Nesse sentido, o presente trabalho avaliará o potencial do uso dois substratos orgânicos para utilização em jardins flutuantes como ferramenta na revitalização de águas poluídas, mediante estudo de um modelo experimental com as águas afluentes ao pequeno açude localizado no Campus Campina Grande da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), tendo em vista seu potencial de polimento e melhoramento estético do ambiente aquático.

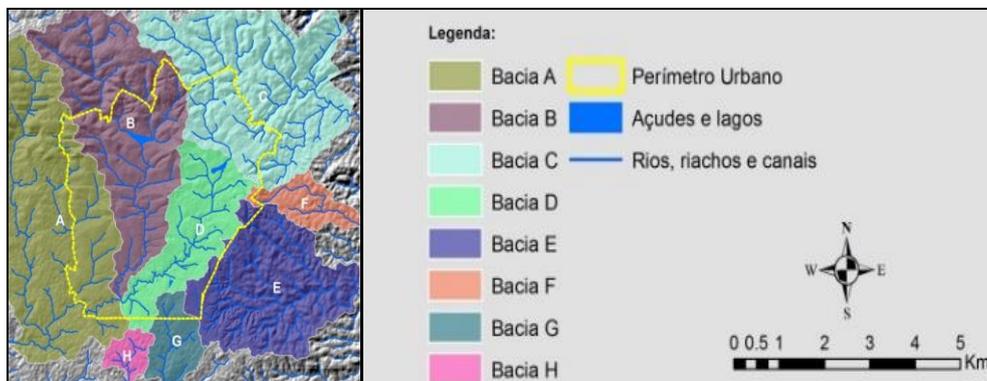
## METODOLOGIA

- **Descrição da Área de Estudo**

Considerada um dos polos tecnológicos do Nordeste, Campina Grande localiza-se na latitude 7°13'50''S e longitude 35°52'52''O, com altitude média de 560 metros. Sua área territorial é de 594,18 km<sup>2</sup> e possui uma densidade demográfica de 648,31 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2013).

A cidade de Campina Grande, de acordo com os dados do PMSB-CG (2015), compreende, predominantemente, quatro bacias de drenagem denominadas A, B, C e D (Figura 1). A UFCG encontra-se inserida na bacia B e a sangria do pequeno açude existente dentro da instituição é contribuinte do Açude de Bodocongó, situado na parte superior esquerda do perímetro urbano de Campina Grande.

**Figura 1:** Delimitação das bacias de drenagem da cidade de Campina Grande.



- **Avaliação dos Modelos**

Para os modelos serem avaliados, construiu-se um sistema de simulação constituído de 3 tanques de 1000 litros, que receberam as águas a montante do canal situado por trás da biblioteca central (Figura 2), com auxílio de uma tubulação de recalque ligada a uma bomba afogada. Tal canal, é o principal contribuinte do pequeno açude existente na UFCG que, assim como os outros açudes da cidade, também apresentam contínuas contribuições de esgotos.

**Figura 2:** Sistema de tanques montado na UFCG



Fonte: GALISA, 2016

A instalação dos jardins flutuantes aconteceu no Tanque 2 e no Tanque 3 (indicados na Figura 2), enquanto o Tanque 1 servirá de prova em branco. Para a avaliação da qualidade da água, foram realizadas as análises descritas na Tabela 1, somando-se 5 análises do sistema, no período de janeiro a março de 2017. Após cada coleta semanal das amostras de água, realizou-se um esvaziamento de aproximadamente 10 cm de lâmina de água em relação à altura do volume inicial. Após a descarga de água, os tanques eram recarregados até seu nível inicial, simulando-se as entradas e saídas de água no Lagunho.

**Tabela 1:** Descrição das análises físico-químicas e bacteriológica

Tipo de análises	Parâmetros	Método
Físico-químicas	Temperatura no ponto de amostragem (°C)	Todos seguem a metodologia adotada pelo Standard Methods
	Oxigênio dissolvido (mg/L)	
	DBO <sub>5</sub> <sup>20</sup> (mg/L)	
	DQO (mg/L)	
	Turbidez	

Admitindo-se que o jardim flutuante é composto por duas estruturas fundamentais (estrutura de sustentação e o substrato), além das plantas, os substratos orgânicos serão avaliados com auxílio de outras duas estruturas de sustentação, analisados paralelamente.

- **Estruturas de Sustentação**

Num primeiro instante, em fase de teste, o tratamento consistiu na simulação do ambiente do lago da universidade, com a montagem de um modelo experimental constituído de um sistema com três tanques de polietileno de 1000 litros.

Assim, para o teste dos substratos de acomodação para os jardins flutuantes, utilizou-se dois tipos de estrutura de sustentação, objetivando fazer uma análise paralela deste componente para jardins flutuantes (Figura 3): estrutura quadrada com suporte de PVC, e estrutura circular de esponja, ambos com tela para fazer a integração dos meios líquido e sólido do sistema, além de serem capazes de suportar o peso do substrato.

As vantagens para a utilização destes materiais concentram-se na leveza, resistência à intempérie, impermeabilidade, baixo custo, e de fácil disponibilidade no mercado.

**Figura 3:** Estruturas de sustentação e seus respectivos substratos.



**Fonte:** RAMOS, 2017.

- **Substrato para Acomodação**

“Substrato para plantas é todo material poroso, usado puro ou em mistura, que, colocado em um recipiente, proporciona ancoragem e suficientes níveis de água e oxigênio para um ótimo desenvolvimento das plantas” (ABREU, 2014 apud VENCE, 2008). Assim, foi realizada a avaliação de dois substratos para a utilização destes nos jardins flutuantes: Bagaço da Cana-de-Açúcar e Vagem de Feijão.

A vagem de feijão é uma hortaliça de grande importância econômica e social no Brasil, sendo comercializado o ano todo e produzida em pequenas propriedades rurais (VIDAL, 2007). Sua importância no cenário nacional e sua grande disponibilidade local, garante um certo benefício para sua utilização, além do baixo custo. O bagaço de cana-de-açúcar seco, no entanto, corresponde a 280 kg para cada tonelada de cana-de-açúcar processada. Souza (2015 apud CERQUEIRA et al, 2010) afirma que o bagaço de cana de açúcar é, em sua maioria queimado para gerar energia para as usinas, mas uma quantidade considerável é ainda desperdiçada. A sobra de bagaço é preocupante, pois além de ocupar espaço, apresenta-se com um grande fator poluente. Assim, diversas formas de utilização desta matéria orgânica estão sendo avaliadas por vários estudiosos.

A Tabela 2 e a Figura 4, evidenciam o sistema de tanques e os respectivos modelos inseridos neles.

**Tabela 2:** Sistema de tanques e seus respectivos componentes de avaliação.

	<b>Estrutura</b>	<b>Substrato</b>
<b>Tanque 1</b>	-	-
<b>Tanque 2</b>	PVC	Bagaço da cana-de-açúcar
<b>Tanque 3</b>	Estrutura de esponja (polietileno)	Vagem de Feijão

**Figura 4:** Sistema de tanques em avaliação (4A) Tanque 1 (4B) Tanque 2 (4C) Tanque 3.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

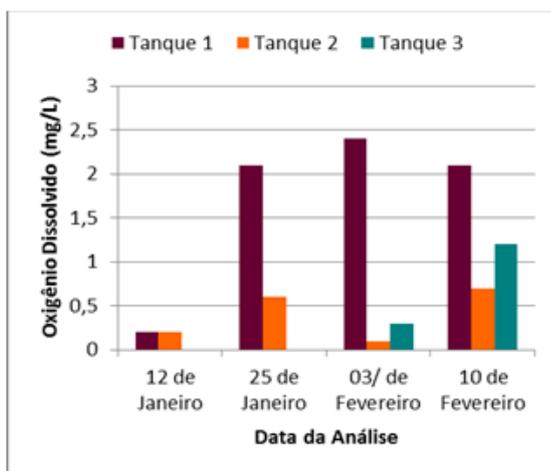
## RESULTADOS

Tendo em vista a quantidade de dados avaliados, os parâmetros de DQO (Demanda Química de Oxigênio), OD (Oxigênio Dissolvido) e Turbidez, trouxeram dados suficientes para uma breve

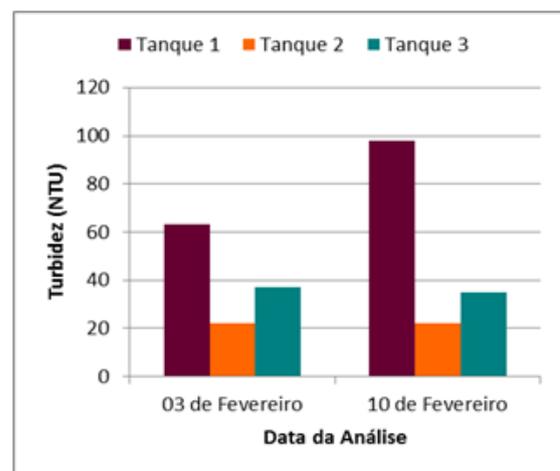
avaliação e conclusão quanto à eficiência dos substratos orgânicos avaliados para sua utilização em jardins flutuantes como ferramenta de revitalização de águas poluídas.

Com auxílio dos gráficos gerados com os dados referentes à OD (Figura 5), turbidez (Figura 6) e DQO (Figura 7), verifica-se que, avaliando o parâmetro de DQO, o substrato de vagem de feijão, apresentou-se menos eficaz quando comparado ao bagaço da cana-de-açúcar, por apresentar eficiência de 19,75%, enquanto a cana-de-açúcar, 27,16%.

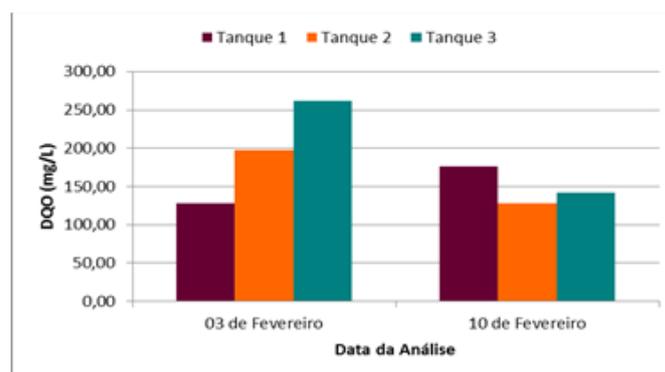
**Figura 5:** Gráfico do OD nos tanques.



**Figura 6:** Gráfico da turbidez nos tanques



**Figura 7:** Gráfico de DQO dos tanques.



Ao analisar a Figura 6, no entanto, indica que a turbidez do Tanque 1, apresentou tendência de um aumento gradativo, enquanto às águas submetidas às ações das estruturas flutuantes e seus substratos, possuem um valor bem menor de turbidez, resultado da adsorção de partículas presentes

na água por parte dos substratos avaliados. Assim, a eficiência para o parâmetro de turbidez por parte da utilização do substrato de vagem de feijão, foi de 64,29%, enquanto a do bagaço da cana-de-açúcar foi de 77,55%.

Quanto ao OD, Figura 5, o que se observa é que oxigênio da prova em branco, Tanque 1, foi sempre maior que o OD presente nos tanques contento os jardins flutuantes. Tal fato pode estar relacionado à área de cobertura do espelho da água por parte dos jardins flutuantes, dificultando assim, a penetração de oxigênio no meio.

## CONCLUSÕES

O substrato de vagem de feijão, apresentou-se menos eficaz para a revitalização da água, bem como, para a sustentação das plantas que compõe jardins flutuantes, quando comparado ao bagaço da cana-de-açúcar. Tal observação, deve-se à sua rápida degradação no meio inserido, sofrendo mais com a ação das intemperes, o que leva a presença de carga orgânica na água.

A turbidez do Tanque 1, prova em branco, apresentou tendência à um aumento gradativo, enquanto às águas submetidas às ações das estruturas flutuantes e seus substratos, possuem um valor bem menor de turbidez.

Quanto ao oxigênio dissolvido na água, os valores destes possuem um aumento no Tanque 1 com o passar do tempo, enquanto que nos demais, apresenta-se uma diminuição de tal parâmetro devido ao fato das estruturas ocuparem boa parte da superfície das águas contidas no tanque, que se mostra como única fonte de captação de oxigênio por parte destas águas, que facilmente justifica a diminuição do oxigênio na água, bem como demonstra a importância de associação do uso de jardins flutuantes a sistemas de aeração.

Das estruturas de sustentação avaliadas paralelamente aos substratos orgânicos, por mais que o PVC tenha se mostrado como o material suporte mais indicado por garantir uma maior sustentação ao jardim, a estrutura em questão começou a submergir com o tempo, devido à absorção de água pelo substrato que o compunha, ou por penetração de água por pequenas fissuras em suas conexões. Contudo, a estrutura de polietileno não apresentou problemas referentes à submersão, no entanto, a fragilidade à ação de intemperes faz com que tal estrutura possa ser repensada, mas de modo que a borracha seja utilizada para garantir uma maior flutuabilidade, mas não como sendo a composição única de tal estrutura.

## FOMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, MÔNICA, et al. **Caracterização Física de Substratos para Plantas. Solos e Nutrição de Plantas.** Bragantia, Campinas. 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/brag/v73n3/aop\\_brag\\_0086.pdf](http://www.scielo.br/pdf/brag/v73n3/aop_brag_0086.pdf)>. Acessado em: 22 de Fevereiro de 2017.

DINARDI, A. L.; FORMAGI, V. M.; CONEGLIAN, C. M. R.; BRITO, N. N.; DRAGONI, G.; TONSO, S.; PELEGRINI, R. **Fitorremediação.** In: III FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, Faculdades Integradas Claretianas, 2003, Rio Claro, SP.

FREIRE, J. R. P. **Análise do sistema separador absoluto no âmbito da drenagem pluvial da cidade de Campina Grande/PB – Estudo de caso Canal das Piabas.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande-PB, 2014.

GALISA, D R. G. **Utilização de jardins flutuantes e sua influência na qualidade de águas superficiais urbanas.** Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande-PB, 2016.

HEADLEY, T.R., TANNER, C.C. **Application of Floating Wetlands for Enhanced Stormwater Treatment: A Review.** Auckland Regional Council. Technical Publication No. November, 2006.

IBGE, 2013 – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Primeiros resultados do censo 2010.** Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2010/>>. Acessado em: 28 de dezembro de 2014.

LIMA, R.C.S.A de. Et al. **Abastecimento de água em Campina Grande (PB): um panorama histórico.** Campina Grande – Hoje e Amanhã. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, 2014.

PMSB-CG, **Plano Municipal de Saneamento Básico de Campina Grande. Prefeitura Municipal de Campina Grande, 2015.**

RAMOS, Maria Cecília. **Avaliação de estruturas para jardins flutuantes, como alternativa no tratamento de águas poluídas em açudes urbanos.** Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, Abril, 2017.

SOUZA, ANA CAROLINA, et al. **Estudo das Aplicações do Bagaço da Cana-de Açúcar dentro e fora das Indústrias Sucroalcooleiras.** Revista Brasileira de Energia. Volume 21, nº 1.1º Semestre de 2015. Disponível em :< <http://new.sbpe.org.br/artigo/estudo-das-aplicacoes-do-bagaco-da-cana-de-acucar-dentro-e-fora-das-industrias-sucroalcooleiras/> >. Acessado em: 22 de Fevereiro de 2017.

VIDAL, V.L et al. **Desempenho de feijão-vagem arbustivo, sob cultivo orgânico em duas épocas.** Horticultura Brasileira. Universidade de Brasília- DF, 2007. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/hb/v25n1/a03v25n1.pdf>>. Acessado em: 22 de Fevereiro de 2017.