

**XV CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE**



PROPEX
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
E EXTENSÃO



**DESENVOLVIMENTO DE JARDINS FLUTUANTES COMO FERRAMENTA DE
REVITALIZAÇÃO DE ÁGUAS EM AÇUDES URBANOS**

Sabrina Lima Fechine de Alencar¹, Patrícia Hermínio Cunha Feitosa²

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 da contribuição de esgotos, tanto domésticos como industriais e das atividades de serviços prestados na região, que comprometem a qualidade da água de inúmeros mananciais. Tendo em vista os prejuízos causados pela disposição irregular de esgoto em copos hídricos, o tratamento de efluentes vem ganhando contribuições tecnológicas importantes e sua disposição final está cada vez mais exigente e restrita à legislação. Diversos estudos revelaram a eficiência da fitorremediação no tratamento de águas poluídas com esgotos domésticos, onde 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, contribuindo na gestão hídrica. 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. Dentro deste contexto, o presente trabalho avaliará o potencial do uso de jardins flutuantes na revitalização de águas poluídas, mediante estudo de um modelo experimental com as águas afluentes do pequeno açude localizado no Campus Campina Grande da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a partir do uso de diferentes substratos e estruturas de sustentação, objetivando-se suscitar a utilização dessa metodologia como alternativa viável para melhoria da qualidade de águas poluídas em açudes urbanos.

Palavras-Chave: ÁGUAS POLUÍDAS, FITORREMEDIAÇÃO, GESTÃO HÍDRICA.

¹ Graduanda em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, UFCG, Campina Grande, PB, e-mail: sabrina.fechine@hotmail.com

² Engenharia Civil, Professor Doutor, Departamento de Engenharia Civil, UFCG, Campina Grande, PB, e-mail: phcfeitosa@outlook.com

DEVELOPMENT OF FLOATING GARDENS AS A TOOL FOR THE REVITALIZATION OF WATER IN URBAN AUCTIONS

ABSTRACT

The growth of the Brazilian urban centers has produced a significant increase of the pollution of the urban waters, due to the absence of an efficient sanitary structure in the cities. Campina Grande has a drainage system precarious due to the strong influence of the contribution of domestic and industrial sewage and the services provided in the region, which compromise the water quality of numerous water sources. In view of the damage caused by the irregular disposal of sewage in drinking water, treatment of effluents has been gaining important technological contributions and its final disposal is increasingly demanding and restricted to legislation. Several studies have revealed the efficiency of phytoremediation in the treatment of polluted waters with domestic sewage, where the use of plants as a tool to improve water quality in urban dams is a promising treatment, since its implementation and maintenance are simple, contributing to water management . In addition, this treatment uses plants, which associate their beauty (landscape effect) with good performance in sewage treatment, extremely important conditions for use in urban dams. Within this context, the present study will evaluate the potential of floating gardens in the revitalization of polluted waters, by studying an experimental model with the affluent waters of the small reservoir located at the Campina Grande Campus of the Federal University of Campina Grande (UFCG). from the use of different substrates and support structures, aiming at provoking the use of this methodology as a viable alternative for the improvement of the quality of polluted water in urban dams.

Keywords: POLLUTED WATER, PHYTOREMEDIATION, WATER MANAGEMENT

1. INTRODUÇÃO

A mudança do caráter basicamente agrário-exportador para o urbano-industrial no país, proporcionou mudanças significativas na estrutura e no cotidiano das cidades no século passado, devido ao rápido crescimento populacional das cidades, que não pôde ser acompanhado pelo planejamento dessas, fazendo com as cidades sofressem grandes alterações na estruturação de seu espaço interno (SPOSITO, 1988), principalmente nos seus sistemas de esgoto que começaram a se tornar insuficientes .

Não distante deste contexto está Campina Grande, localizada no interior da Paraíba, e uma das mais importantes do interior do Nordeste que na década de 1930, devido a sua importância no contexto estadual e até mesmo nacional, foi agraciada com uma reforma de seu ambiente urbano. No projeto estavam previstas obras sanitárias e urbanísticas e o mesmo foi realizado pelo engenheiro sanitário Saturnino de Brito. No entanto, o projeto confundia a necessidade sanitária com o embelezamento da cidade e teve caráter segregatório, uma vez que apenas regiões centrais e de classe alta foram priorizadas. Talvez por isso, em 1980, quarenta anos após a implantação da rede de esgotos e abastecimento de água, boa parte da população de Campina Grande e, de maneira mais significativa os moradores da periferia, ainda não tinham acesso aos benefícios dessas obras de saneamento (SOUZA, 2003).

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. Os açudes encontram-se poluídos e recebem diariamente resíduos e águas contaminadas.

A poluição difusa gerada pela contribuição clandestina de esgotos nos corpos hídricos urbanos, que geram degradação do meio ambiente, são muitas vezes, difíceis de serem controladas e/ou tratadas. Para evitar tais problemas ambientais, estes resíduos necessitam de técnicas de tratamento, que muitas vezes são de alto custo e não apresentam a eficiência necessária. Todavia, existem sistemas alternativos que tratam o esgoto eficientemente e com custo mais baixo, como os jardins flutuantes (QUEGE et al., 2013).

Segundo Zanella (2008), o processo de tratamento por este sistema recebeu, no Brasil, diversas denominações, porém, neste trabalho será adotado o termo jardins flutuantes (estrutura suporte + substrato + plantas) para identificação das áreas de jardins a serem inseridas sobre o espelho d'água de mananciais.

Jardins flutuantes são cada vez mais utilizados ao redor do mundo, especialmente em países em desenvolvimento. Hidrófitas têm sido amplamente aplicadas em ilhas flutuantes para a remediação de águas superficiais e águas residuais, por conta da sua eficiência em assimilar nutrientes e criar condições favoráveis para a decomposição microbiana da matéria orgânica (ZHAO et al., 2012). 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).

Nesse sentido, o presente trabalho avaliará o potencial do uso de jardins flutuantes na revitalização de águas poluídas, mediante estudo de um modelo experimental com as águas afluentes do pequeno açude localizado no Campus Campina Grande da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a partir do uso de diferentes substratos e espécies de plantas ornamentais (enraizadas no substrato, com folhas fora d'água). Ao comprovar a eficiência desse tipo de tratamento com base em parâmetros normatizados, objetiva-se suscitar a utilização dessa metodologia como alternativa viável para melhoria da qualidade de águas poluídas, a ser aplicada em açudes urbanos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Contribuir no desenvolvimento de técnicas de revitalização das águas e gestão de açudes urbanos, buscando-se avaliar a redução da carga poluidora mediante o uso jardins flutuantes, a partir da criação de modelos experimentais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o uso de diferentes substratos na recuperação da qualidade de águas poluídas.

- Desenvolver estruturas de suporte com diferentes alturas de substratos, permitindo-se avaliar a influência dos diferentes volumes de substratos nas características das águas.
- Estudar o potencial de adaptação de espécies de plantas ornamentais comuns na região do cariri paraibano, nos diferentes substratos a serem usados na montagem dos jardins flutuantes, mediante monitoramento de indicadores qualitativos da água;
- Criar modelos de jardins flutuantes para auxiliar na redução da carga poluidora em açudes urbanos;
- Contribuir com o estudo de revitalização das águas do pequeno açude existente dentro do Campus Campina Grande da UFCG, tendo em vista o aproveitamento do mesmo para irrigação;
- Colaborar com a segurança sanitária da população usuária das águas do açude da UFCG e de seu entorno;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Os primeiros sistemas para captação de águas residuais, foram desenvolvidos nas cidades da Antiguidade, como os sumérios, assírios e babilônios, que além de terem conhecimento a respeito da irrigação, desenvolveram cidades complexas centradas nos templos, onde ficavam a administração que organizava o abastecimento e desabastecimento da cidade (EIGENHEER,2009). O tratamento de águas residuais, no entanto, passa a ser abordada por volta de 1860, na Inglaterra, onde o tratamento por precipitação química tornou-se um dos primeiros processos unitários, mas que não se desenvolveu de forma generalizada (HENDRICKS, 2011).

O sistema de drenagem de águas pluviais é o conjunto de infraestrutura existente no meio urbano responsável pela coleta, transporte e lançamento final das águas superficiais (PINTO e PINHEIRO, 2006). Quanto à cidade de Campina Grande, verifica-se dois problemas essenciais no que tange seu sistema de drenagem de águas pluviais urbanas: um refere-se a falta de uma política voltada a medidas que visem uma drenagem sustentável, reduzindo as sobrecargas no sistema; e outra no que se refere ao descumprimento do sistema separador absoluto adotado não só na cidade como em

todo o Brasil, onde as águas de chuva devem correr em um sistema totalmente independente do sistema de esgotamento sanitário.

Tento em vista os prejuízos causados pela disposição irregular de esgoto em corpos hídricos, o tratamento de efluentes vem ganhando contribuições tecnológicas importantes e sua disposição final está cada vez mais exigente e restrita à legislação como é o caso da Resolução CONAMA n. 357/2005. Tal resolução, posteriormente complementada e alterada pela Resolução CONAMA n. 430/2011, define os padrões de lançamento de efluentes para o corpo receptor. A eficiência dos sistemas de tratamento é então verificada com base na sua capacidade de remover os sólidos em suspensão, a matéria orgânica, os nutrientes e alguns tipos de organismos patogênicos, de acordo com os parâmetros propostos pelas normas ambientais (FARIA, 2012).

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. Trata-se de um processo natural, que utiliza os recursos disponíveis como a vegetação da própria região, exige pouca mecanização e mão de obra especializada; além de ser econômico, de fácil gerenciamento e poder ser incorporado à paisagem local (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.

A capacidade de modificação e controle da qualidade das águas por jardins flutuantes consiste no abrigo de colônias de microrganismos nas raízes das plantas, que decompõem a matéria orgânica (biofilme) e dessa decomposição surgem nutrientes que são utilizados pelas plantas, havendo um fluxo de oxigênio da folha para a raiz, possibilitando a oxigenação dos ambientes aquáticos, e conseqüentemente, garantindo a decomposição aeróbica mesmo em efluentes com grande carga de matéria orgânica. Assim, além de reterem o material particulado, as raízes têm a capacidade de filtrar os gases gerados pelos processos aeróbicos e anaeróbicos de decomposição de matéria orgânica, evitando a exalação de odores.

Hsiao-Ling et al., (2014) analisaram a eficiência dos jardins flutuantes na remoção de contaminantes da água do lago Lize, localizado na universidade de Ming

Dao, em Taiwan, que recebe esgotos domésticos dos dormitórios. Foram construídos modelos experimentais, com plantas aquáticas, associados a dispositivos de aeração à base de energia solar, que mostraram excelentes resultados em relação à remoção de fósforo, dissolução de oxigênio, diminuição das taxas de compostos nitrogenados e de DQO.

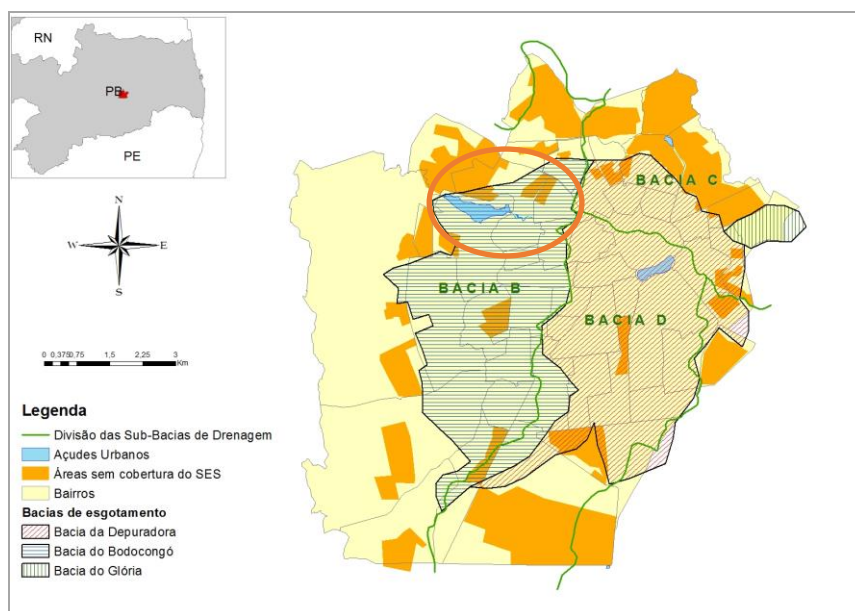
As plantas, normalmente utilizadas no sistema, são aquelas mais adaptadas a ambientes aquáticos, flutuantes ou emergentes. Todavia, também podem ser utilizadas algumas espécies vegetais “marginais” ou de talude, como o bambu, que além de auxiliar o tratamento do esgoto, produz biomassa de valor econômico (QUEGE et al., 2013). Costa et al. (2003) ao analisar um sistema de tratamento de esgoto de fluxo sub-superficial, cultivado com taboa, obtiveram uma redução média de 88% na DBO com um tempo de detenção de 10 dias.

4. METODOLOGIA E VIABILIDADE

4.1. Descrição da Área de Estudo

A cidade de Campina Grande (latitude 7°13'50"S e longitude 35°52'52"O) possui área territorial de 594,18 km², densidade demográfica de 648,31 hab/km² e população de 385.213 habitantes (IBGE, 2010). De acordo com os dados do PMSB-CG (2015), a cidade abrange, predominantemente, quatro bacias de drenagem denominadas por A, B, C e D (Figura 1). A bacia denominada B, que compreende a zona Oeste da cidade, é subdividida em 16 sub-bacias e a UFCG encontra-se inserida nesta bacia, cuja sangria do pequeno açude existente dentro da instituição é contribuinte do Açude de Bodocongó, situado na parte noroeste do perímetro urbano de Campina Grande.

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



Fonte: PMSB/CG, 2015

4.2. Método de Avaliação

Admitindo-se que o jardim flutuante é composto por duas estruturas fundamentais (estrutura de sustentação e o substrato), além das plantas, a metodologia deste trabalho divide-se em três etapas:

- ✓ **I - Lavagem dos Substratos**, antes da avaliação desses no meio inserido;
- ✓ **II – Avaliação dos Substratos/Estruturas**, com avaliação dos substratos orgânicos e de estruturas;
- ✓ **III – Avaliação de diferentes volumes de substratos**, com avaliação do substrato orgânico que apresentar melhores resultados na etapa II. Assim, dois diferentes modelos de estruturas serão utilizados, cada um com volume diferente preenchidas com o mesmo substrato.

Para os componentes dos jardins 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 1). 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 1: Sistema de tanques montado na UFCG



Fonte: GALISA, 2016

A instalação das estruturas de jardins flutuantes aconteceu no Tanque 2 e no Tanque 3, enquanto o Tanque 1 serviu de prova em branco. Para a avaliação da qualidade da água, foram realizadas as análises descritas na Tabela I, no período de fevereiro a junho de 2018.

O abastecimento dos tanques foi realizado através de uma tubulação de recalque ligada a uma bomba afogada, de modo que, a cada coleta semanal das amostras de água, sendo realizado um esvaziamento de aproximadamente 10 cm em relação à altura do volume inicial, com auxílio de tubulações de saída existentes na parte superior de cada tanque, regulada por registro do tipo gaveta. Após a descarga de água, os tanques eram recarregados até seu nível inicial, simulando-se as entradas e saídas de água no Laguinho.

Tabela I: Descrição das análises físico-químicas e bacteriológica

Tipo de análises	Parâmetros	Método
Físico-Química	Temperatura no ponto de amostragem	Standard Methods
	Potencial hidrogeniônico	
	Oxigênio dissolvido	
	DBO ₅	
	DQO	
	Turbidez	

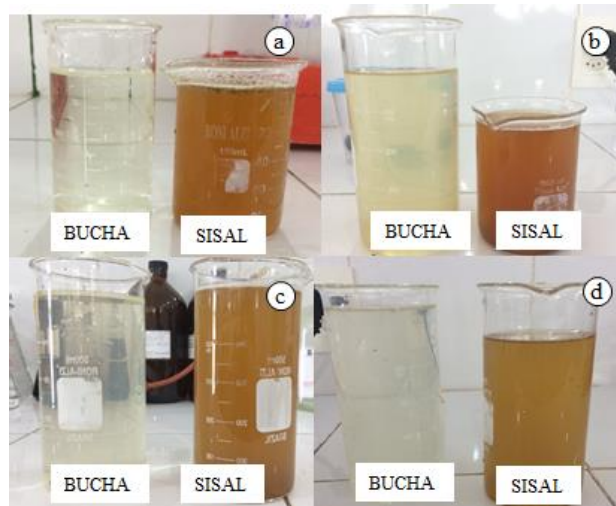
4.3. Lavagem dos Substratos

Com auxílio de resultados obtidos em pesquisas anteriores, observou-se a necessidade de lavagem dos substratos antes de sua inserção na estrutura de sustentação do jardim, em função da matéria orgânica liberada por estes quando colocados diretamente ao ambiente aquático avaliado. Assim, a primeira etapa do projeto, consistiu na lavagem dos substratos orgânicos bem como análise dos parâmetros descritos pela Tabela I, das respectivas águas.

Os substratos orgânicos que foram lavados e foram testados nos jardins, foram a Agave Sisalana (sisal) e a fibra do fruto seco da Luffa Aegyptiaca (bucha).

Inicialmente, foi realizada uma lavagem diária no decorrer de quatro dias consecutivos (28/11/2017-01/12/2017), com a respectiva análise físico-química da água, referente aos parâmetros da Tabela I. A Figura 4, a seguir, evidencia amostras das respectivas águas coletadas em béqueres de vidro no decorrer do período dessa avaliação.

Figura 4: Amostra das águas de lavagem dos substratos nos primeiros quatro dias.



Fonte: Elaborada pelo autor

Mais três lavagens e análises semanais foram realizadas nos dias 06, 12 e 19 de dezembro de 2017. A Figura 5 refere-se às amostras das águas de lavagem dos substratos no último dia citado.

Figura 5: Amostras das águas de lavagem dos substratos no último dia



Fonte: Elaborada pelo autor

4.4. Avaliação dos substratos orgânicos e de estruturas de sustentação

Nesta etapa do trabalho, avaliou-se a atuação dos substratos orgânicos como filtros biológicos, para o polimento da água, a partir do monitoramento semanal (no período de 02/02 à 16/03 de 2018) das análises físico-químicas presentes na Tabela I, bem como a atuação de estruturas de sustentação para jardins flutuantes, no sistema de tanques instalado na UFCG. Assim, para o teste da estrutura de sustentação foram utilizadas dois tipos de estruturas: cesto de polietileno (cesto de roupas) (Figura 6-a) e peneiras de palha (Figura 6-b), ambas envoltas por uma câmara de ar de bicicleta para garantir uma maior flutuação.

Figura 6: Estruturas de flutuação em avaliação.



Fonte: Elaborada pelo autor

Assim, a Tabela II e a Figura 7 evidenciam o sistema de tanques e as respectivas estruturas com os substratos inseridos em cada um deles.

Tabela 1: Sistema de tanques e seus respectivos componentes de avaliação.

	Estrutura	Substrato
Tanque 2	Cesto de Polietileno	Bucha
Tanque 3	Peneira de Palha	Sisal

Figura 7: (a)Tanque 1, (b)Tanque 2 e (c)Tanque 3.



Fonte: Elaborada pelo autor

4.5. Avaliação de diferentes volumes de substratos

Com o uso de substratos orgânicos, verificou-se uma rápida decomposição por parte dos substratos presentes nas estruturas de flutuação, logo, preferiu-se avaliar a utilização de compostos sintéticos, retalhos de tecido, na atuação de adsorção de partículas e conseqüente polimento da água. Para isso, duas estruturas de diferentes volumes foram utilizadas, para avaliar o tratamento da água por volume de substrato: uma de 40 L e outra de 20 L (Figura 8).

Figura 8: (a) Estrutura de 20 L contendo retalhos de tecidos. (b) Estruturas de 40 L contendo retalhos de tecidos.



Fonte: Elaborada pelo autor

4.5.1. Tecidos

As fibras têxteis, podem ser classificadas como naturais (origem animal, vegetal e mineral) ou sintéticas (polímeros naturais e sintéticos), no entanto, no Brasil e principalmente no Nordeste, dos 45 milhões de toneladas de fibras consumidas por ano, mais de 50% são de algodão (BELTRAME, 2000), que são constituídos em média

por 90% de celulose e 10% de impurezas, como gorduras, ceras, pectinas e sais minerais.

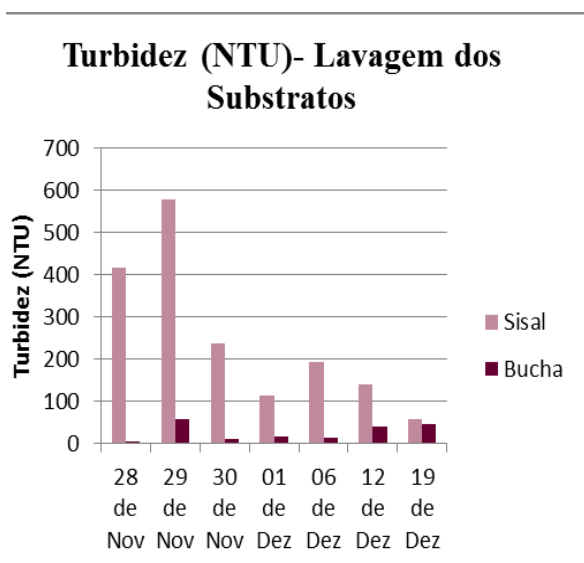
Dessa maneira, a extrema diversidade de processos, matérias-primas, produtos auxiliares utilizados na indústria têxtil, determinam os compostos presentes em cada produto [...], porém, pode-se afirmar que a principal carga poluidora advinda de efluentes têxtil é de natureza orgânica, podendo também apresentar carga orgânica aqueles tecidos apresentam pigmentos em processos de tingimento e estamparia (Ibid.).

5. RESULTADOS

5.1. Lavagem dos Substratos

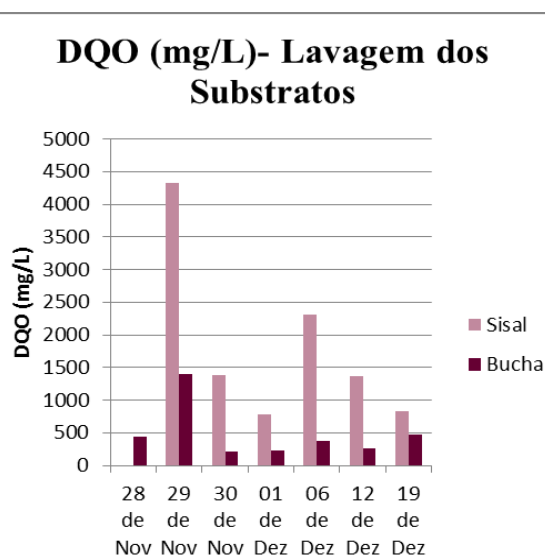
Dos parâmetros físico-químicos evidenciados na Tabela I, os realizados para a água de lavagem dos substratos foram a turbidez, DQO e DBO₅. Admitindo o período de análise do dia 28/11 à 19/12 de 2017 foi possível gerar gráficos referentes à variação desses parâmetros em função do tempo. A Figura 9 remete ao parâmetro de turbidez, a Figura 10 ao de DQO e a Figura 11 de DBO₅.

Figura 9: Gráfico de turbidez da água de lavagem dos substratos, em função do tempo.



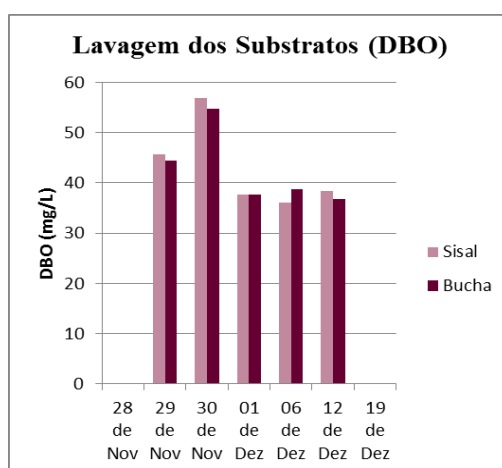
Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 10: Gráfico da DQO da água de lavagem dos substratos, em função do tempo.



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 11: Gráfico da DBO₅ da água de lavagem dos substratos, em função do tempo.



Fonte: Elaborada pelo autor

A partir dos gráficos observa-se que houve uma diminuição da matéria orgânica liberada na água. O da bucha houve uma diminuição nas lavagens consecutivas, no entanto, com um pequeno aumento na última análise realizada semanalmente.

A eficiência obtida na retirada da matéria orgânica com a lavagem dos substratos, encontra-se na Tabela III.

Tabela III: Eficiência dos jardins flutuantes na retirada de matéria orgânica da água.

	Eficiência na Turbidez	Eficiência na DQO	Eficiência na DBO₅
Sisal	90,03%	80,7%	15,88%
Bucha	22,20%	66,08%	17,48%

5.2. Avaliação dos substratos orgânicos e de estruturas de sustentação

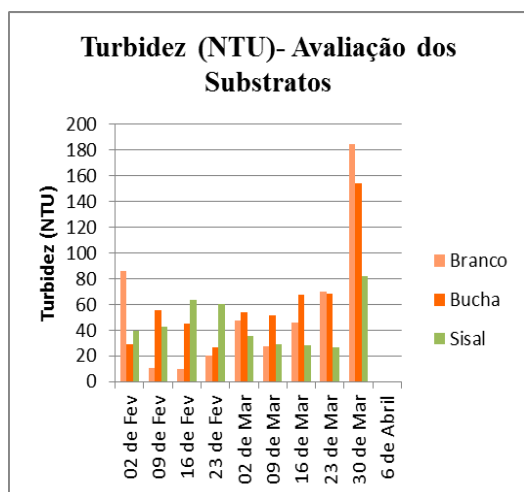
A partir do gráfico de turbidez (Figura 12), pode-se verificar o período no qual os substratos conseguiram atuar no polimento da água, bem como, o momento pelo qual eles começaram a se degradarem no meio. A bucha, contida no Tanque 02, deu início ao polimento da água no dia 02/02, até o dia 23/02; A partir daí, observa-se o início da degradação do substrato orgânico no meio, pelo aumento gradativo da turbidez. O sisal no entanto, Tanque 03, iniciou o polimento no dia 23/02 e, pelo gráfico de DQO, verifica-se que possivelmente o início da degradação do sisal iniciou-se no dia 16/03.

Para o gráfico de Turbidez (Figura 12), a eficiência na diminuição da turbidez pela bucha do dia 16/02 ao dia 23/02, foi de 40%. Para o mesmo intervalo, observa-se que a turbidez do Tanque 01 aumentou em 108%. Para o Tanque 03, a eficiência na diminuição do parâmetro de turbidez foi de 41% no dia , do dia enquanto o parâmetro no Tanque 01 aumentou em 131% no mesmo período.

Para o gráfico de DQO(Figura 13) e DBO(Figura 14), no entanto, observa-se que houve um aumento gradativo de DQO no Tanque 02 e Tanque 03 do dia 02/02 ao dia 16/02, assim como para a DBO. Do dia 16/02 ao dia 23/02, verifica-se a diminuição desses parâmetros no Tanque 02 e Tanque 03, enquanto o Tanque 01, um aumento. A partir do dia 02/03, no entanto, os valores de DQO e DBO são instáveis, para o Tanque 02 e Tanque 03, enquanto os valores para o Tanque 01 aumentam.

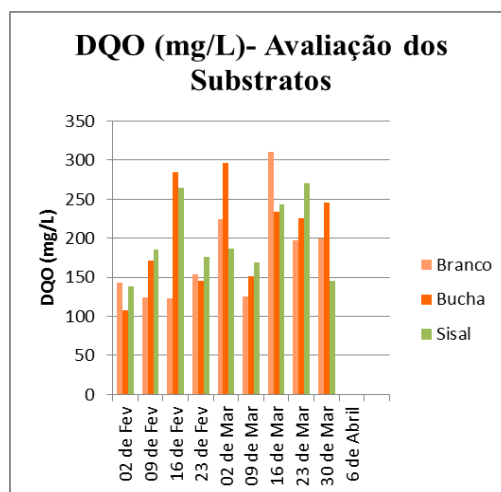
Assim, a partir da Figura 13 e Figura 14, observa-se que a maior eficiência obtida pela bucha no tratamento da DQO foi a diminuição em 49%, do dia 16/02 ao dia 23/02, enquanto o parâmetro aumentou em 25% no mesmo período, no Tanque 01. Para DBO, a maior eficiência da bucha foi a diminuição em 40% do dia 09/03 ao dia 16/03, com um aumento de 42% no Tanque 01. Para o sisal, no entanto, a maior eficiência na redução da DQO foi de 33% , no dia 23/02, com um aumento de 25% no parâmetro no Tanque 01; Enquanto para a DBO, essa maior eficiência foi de 9%, no dia 16/03, com o aumento de 42% do parâmetro no Tanque 01.

Figura 12: Gráfico de turbidez da água para avaliação do polimento dos substratos, em função do tempo.



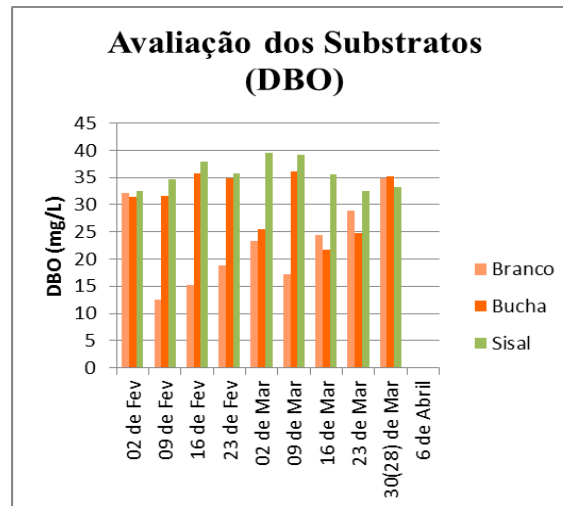
Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 13: Gráfico da DQO da água para avaliação do polimento dos substratos, em função do tempo.



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 14: Gráfico da DBO₅ da água para avaliação do polimento dos substratos, em função do tempo.



Fonte: Elaborada pelo autor

5.3. Avaliação de diferentes volumes de substratos

A partir do gráfico de turbidez (Figura 15), verifica-se que tanto o Tanque 02, com 40 L de substrato, como o Tanque 03, com 20 L de retalhos de tecidos, garantiram o polimento da água no decorrer das análises, com exceção do dia 09/05, no qual houve um aumento do parâmetro nos três tanques de análise. Dessa maneira, observou-se que a estrutura contendo menos tecido, obteve uma melhor eficiência no polimento da água, com uma maior redução percentual nos índices de turbidez, entre as análises, se comparada à estrutura do Tanque 02, contendo 40 L de tecido, que apresentou valores superiores de Turbidez em todas as análises.

Assim, a maior eficiência obtida na adsorção de partículas finas pelo Tanque 02, foi de 59% no dia 11/04, com uma diminuição de 12% do parâmetro para o tanque 01. A maior eficiência para a turbidez no Tanque 03, também ocorreu no dia 11/04, com uma redução em 89%.

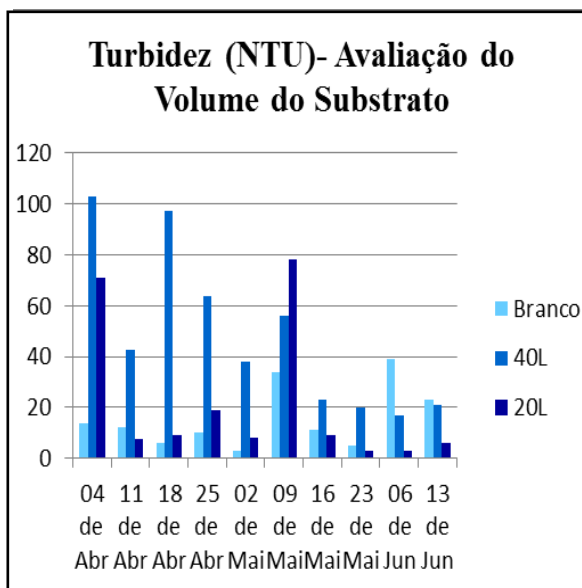
Para a DQO (Figura 16) e DBO (Figura 17), observa-se que, apesar de não ser possível constatar um gradativo tratamento por partes dos diferentes volumes de tecido contidos no Tanque 02 e no Tanque 03, não se observa uma tendência de aumento desses valores para esses tanques; Diferentemente do que ocorre na prova em branco, Tanque 01, onde em ambos os gráficos, há esse aumento de DQO e DBO no decorrer

das análises. Assim, os tecidos auxiliaram nesse tratamento da água ao garantirem esse não aumento nos parâmetros avaliados, como ocorrido no Tanque 01.

Para o Tanque 02, com 40 L de substrato, a maior eficiência para a diminuição de DQO foi de 56% no dia 09/05, em contraste com o Tanque 01 que apresentou um percentual de diminuição menor, de 49%. Para o Tanque 03, contendo 20 L de substrato, a maior eficiência na redução de DQO foi de 76% no dia 25/04, com um aumento de 64% no Tanque 01.

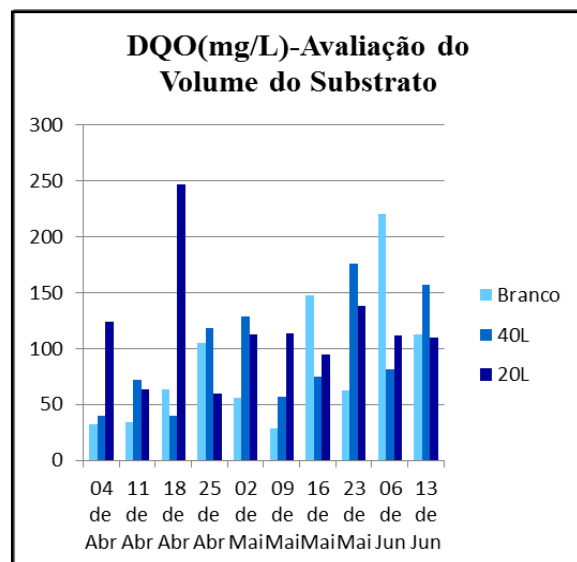
Para a DBO, a maior eficiência na diminuição do parâmetro para o Tanque 02, foi de 35% no dia 16/05, com uma diminuição de 17% no Tanque 01. Para o Tanque 03, contendo os 20 L de tecido a maior eficiência na redução do parâmetro foi de 69% no mesmo dia.

Figura 15: Gráfico da turbidez da água para avaliação do polimento dos substratos, em função do volume.



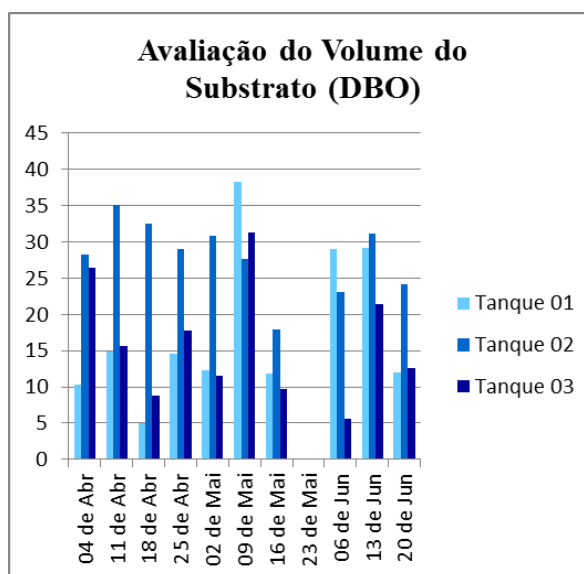
Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 16: Gráfico da DQO da água para avaliação do polimento dos substratos, em função do volume.



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 17: Gráfico da DBO₅ da água para avaliação do polimento dos substratos, em função do tempo.



Fonte: Elaborada pelo autor

6. CONCLUSÃO

A partir da lavagem dos substratos na primeira etapa do trabalho, diminuiu-se o período para início do tratamento por parte dos substratos orgânicos após sua inserção no meio avaliado. No entanto, esse período de tratamento por meio da filtragem biológica pelos substratos orgânicos foi curto, verificando-se o início da degradação deles em torno do dia 16/03, com auxílio dos gráficos de DQO e turbidez avaliados.

A análise dos volumes de tecido, no entanto, mostrou que para a turbidez, o menor volume de substrato no meio garante um maior polimento da água, se comparada a grandes volumes. Tal realidade deve-se ao fato dos compostos orgânicos e corantes solúveis característicos presentes nos tecidos, que se dispersam na água. Porém, comparando o Tanque 01 com os tanques contendo os tecidos, observou-se que há um auxílio no tratamento da água ao garantir um impedimento no aumento do parâmetro, como ocorre naturalmente na prova em branco, devido à adsorção de partículas.

Dessa maneira, verifica-se que apesar dos substratos orgânicos sisal e bucha terem possibilitado o tratamento da água com a diminuição dos índices de turbidez, DQO e DBO, sua degradação foi muito rápida. Quanto aos tecidos, a maior eficácia obtida foi quanto à redução no índice de turbidez para o Tanque 03, com menos

retalhos (estrutura de 20L), que ao mesmo tempo em que garantiram a adsorção das partículas finas, seus compostos orgânicos solúveis dispersos foram quantitativamente menores que os do Tanque 02, contendo o dobro de retalhos. Logo, torna-se necessário o prosseguimento de pesquisas relacionadas a substratos que possam compor jardins flutuantes, de modo que estes possuam uma longa vida útil a fim de garantir o polimento da água, bem como, a futura ancoragem das plantas que serão colocadas na estrutura.

7. AGRADECIMENTO

O presente trabalho faz parte do projeto de Iniciação científica PIBIC/CNPq da UFCG foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil, e para seu desenvolvimento, contou com o auxílio contínuo da orientadora e doutora Patrícia Hermínio.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRAME, Leocádia T.C. **Caracterização de Efluente Têxtil e Proposta de Tratamento. Dissertação- Universidade Federal do Rio Grande do Norte.** Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Natal:[s.n.], 2000.

COSTA, L. L.; CEBALLOS, B. S. O.; MEIRA, C. M. B. S.; CAVALCANTI, M. L. F. **Eficiência de wetlands construídos com dez dias de retenção hidráulica na remoção de colífangos e bacteriófagos.** Revista biológica e ciências da terra, Paraíba, Editora da Universidade Estadual do Paraíba, v. 03, n. 01, 2003.

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.

EIGENHEER, Emílio Maciel. Lixo: **A Limpeza Urbana através dos Tempos.** Porto Alegre: Gráfica Palloti, 2009. 34-35p.

FARIA, R.A.P. **Avaliação do potencial de geração de biogás e de produção de energia a partir da remoção da carga orgânica de uma estação de tratamento de esgoto – Estudo de caso.** 2012. Dissertação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel-PR, 2012.

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.

HENDRICKS, DAVID., **Fundamentals of Water Treatment Unit Processes: Physical, Chemical, and Biological.** United States of America: IWA Publishing, 2011.

IBGE, 2010 – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Primeiros resultados do censo 2010.

PINTO, L. e PINHEIRO, S. **Orientações Básicas para Drenagem Urbana** 1ª. Ed. - Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 32 p, 2006.

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

QUEGE, E. Q.; ALMEIDA, R. A.; UCKER, F.E. **Utilização de Plantas de Bambu no Tratamento De Esgoto Sanitário pelo Sistema de Alagados Construídos.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (e-ISSN: 2236-1170) v(10), nº 10, p. 2069-2080, JAN-ABR, 2013.

SOUZA, F.G.R.B de.. **Campina Grande: cartografias de uma reforma urbana no Nordeste do Brasil (1930-1945).** Departamento de História e Geografia. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2003.

SPOSITO, M.E.B.. **Capitalismo e Urbanização.** Geografia Contexto, 1988.

ZANELLA, L. **Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: Wetlands-construídos utilizando brita e bambu como suporte.** Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, 2008.

ZHAO, F. et al. **Purifying eutrophic river waters with integrated floating island systems.** Hangzhou: Elsevier, 2011.