



IV-048 - SISTEMA ECOLÓGICO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA POLIMENTO DE AÇUDES URBANOS: ESTUDO DE CASO EM CAMPINA GRANDE-PB

Patrícia Hermínio Cunha Feitosa⁽¹⁾

Professora Dra. da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande (UAEC/UFCG)

Sabrina Lima Fechine de Alencar⁽²⁾

Graduanda em engenharia Civil na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Elis Gean Rocha⁽³⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela UFCG. Doutoranda em Recursos Naturais pela UFCG

Andréa Carla Lima Rodrigues⁽⁴⁾

Professora Dra. da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande (UAEC/UFCG)

Mônica de Amorim Coura⁽⁵⁾

Professora Dra. da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande (UAEC/UFCG)

Endereço⁽¹⁾: Rua Aprígio Veloso, 882- Bairro Universitário – Campina Grande, Paraíba. CEP: 58429-900 – Brasil – Tel: +55 (83) 2101 - 1284 e-mail: phcfeitosa@outlook.com

RESUMO

Como consequência do desenvolvimento urbano, observa-se um significativo aumento da poluição das águas urbanas, em função da ausência de uma estrutura sanitária eficiente em algumas cidades. 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. Dessa maneira, este trabalho teve como objetivo a eficiência do uso de diferentes modelos de jardins flutuantes na revitalização de águas poluídas, por meio de um modelo experimental instalado na UFCG. Assim, dos substratos orgânicos avaliados e anteriormente lavados para retirada da carga orgânica bruta inicial, o jardim flutuante contendo bagaço da cana-de-açúcar apresentou maior eficácia na revitalização de águas poluídas (61,46% para DQO e 70,2% para turbidez), que o jardim flutuante contendo o coco seco (35,42% para DQO e 48,81% para turbidez). Quanto as plantas estudadas, o Anthurium, a Zantedeschia Aethiopica e a Zoysia Japônica adaptaram-se ao meio alagado permitindo o tratamento da água, além de possibilitar o desenvolvimento de novos ecossistemas, garantindo um ótimo efeito paisagístico. Já a estrutura de sustentação utilizada, o pallet de madeira apresentou uma rápida degradação do material, sendo assim evidente a necessidade de impermeabilização do mesmo bem como um estudo de novos materiais que melhor se adaptem à função.

PALAVRAS-CHAVE: Águas poluídas, Jardins Flutuantes, Fitorremediação.

INTRODUÇÃO

A mudança do caráter basicamente agrário-exportador para o urbano-industrial proporcionou mudanças significativas na estrutura e no cotidiano das cidades brasileiras no século passado. O rápido crescimento populacional das cidades não foi acompanhado pelo crescimento territorial planejado das mesmas e as cidades receberam diretamente as consequências desse rápido crescimento, sofrendo grandes alterações na estruturação de seu espaço interno.

No Brasil, a alocação da população nos centros urbanos se acentuou após o governo de Juscelino Kubistchek, na década de 1960, quando houve um grande investimento no desenvolvimento industrial, nas grandes cidades do Sudeste e, em particular, da capital federal, Brasília. Assim, no país, o despejo de efluentes domésticos in natura ou precariamente tratados é, ainda, uma das principais causas de poluição das águas, podendo trazer impactos negativos para a saúde da população que utiliza essas águas como fonte de abastecimento, irrigação ou lazer (SCHNEIDER et al., 2010).

O despejo inadequado de esgoto é a forma de poluição mais recorrente nas cidades brasileiras. Apenas 48,6% da população brasileira tem acesso à rede de esgotamento sanitário de sua cidade e, destes, somente 40% do esgoto recebe algum tipo de tratamento (TRATA BRASIL, 2015).

Não distante deste contexto está Campina Grande, localizada no interior da Paraíba, que apresenta uma vasta contribuição ilegal de esgoto e despejo de efluentes nos canais de drenagem e em seus reservatórios urbanos, difíceis de serem controlados e/ou tratados.

Tento em vista os prejuízos causados pela disposição irregular de esgoto em corpos hídricos, o uso de plantas e substratos 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, além de serem 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.

Com o objetivo de amenizar a degradação ambiental de águas urbanas, os sistemas de “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).

OBJETIVO

Avaliar a eficiência do uso de jardins flutuantes na revitalização de águas poluídas, mediante estudo de um modelo experimental instalado a montante de um pequeno açude localizado no Campus Sede da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

MATERIAIS E MÉTODOS

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 km² e possui uma densidade demográfica de 648,31 hab/km². 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 bacia B, que compreende a zona Oeste da cidade, é subdividida em 16 sub-bacias. A UFCG encontra-se inserida nesta bacia 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.

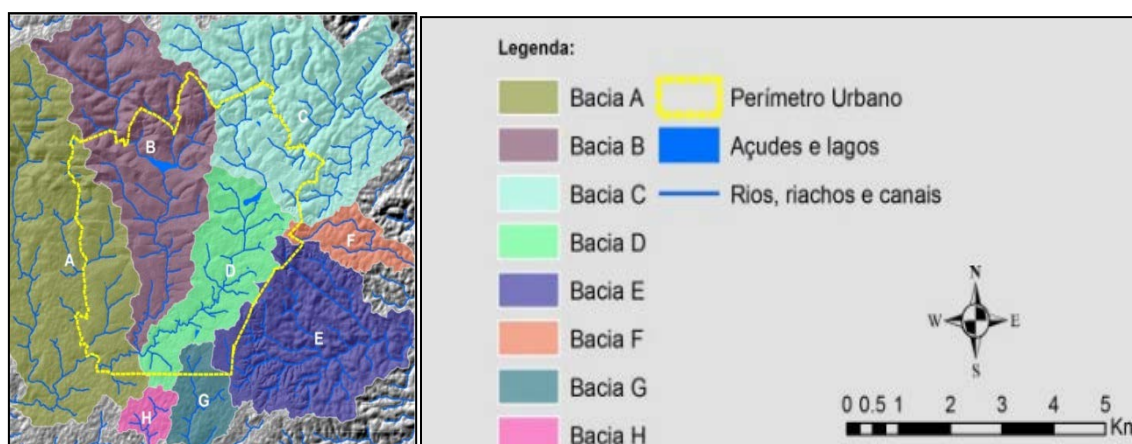


Figura 1: Delimitação das bacias de drenagem da cidade de Campina Grande.

Fonte: PMSB/CG, 2015

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). 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, enquanto o Tanque 1 serviu de prova em branco. Para a avaliação da qualidade da água, foram realizadas as análises descritas na Tabela 1, somando-se 12 análises do sistema, no período de março a julho de 2017.

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
	Potencial hidrogeniônico - pH	
	Oxigênio dissolvido (mg/L)	
	DBO ₅ ²⁰ (mg/L)	
	DQO (mg/L)	
	Nitrogênio Amoniacal	
	Fosforo total (mg P/L)	
	Turbidez	

Modelos

Os jardins flutuantes são compostos por três elementos básicos, utilizou-se neste trabalho os seguintes componentes: Estrutura de sustentação: pallet de madeira com garrafas PET; Substratos Orgânicos: bagaço da cana-de-açúcar e coco seco (já trabalhados por Galisa (2016)); Plantas comuns na região: Ericaceae Tetralix (Erica), Impatiens (Beijo) e Duranta Repens (Pingo de Ouro/ Violeteira).

O pallet de madeira como estrutura de sustentação foi utilizado em função do seu baixo custo e fácil disponibilidade no mercado, enquanto as garrafas PET foram presas em sua superfície inferior, para conferir ao jardim, uma melhor flutuabilidade.

Quanto ao bagaço da cana-de-açúcar, foi escolhido pelo fato de corresponder a cerca de 280 kg de resíduo para cada tonelada de cana-de-açúcar processada (SOUZA, 2015) apresentando-se com um grande fator poluente, logo, sua aplicação como substrato em jardins flutuantes seria uma alternativa para utilização deste recurso.

Antes de iniciar a avaliação dos jardins flutuantes no tratamento das águas, realizou-se uma lavagem dos substratos orgânicos a serem implementados nos modelos de jardins avaliados, para evitar o desprendimento de

uma grande quantidade carga orgânica no ambiente aquático avaliado. Para isso, optou-se pela realização de quatro lavagens, em ambos os substratos (Figura 3).

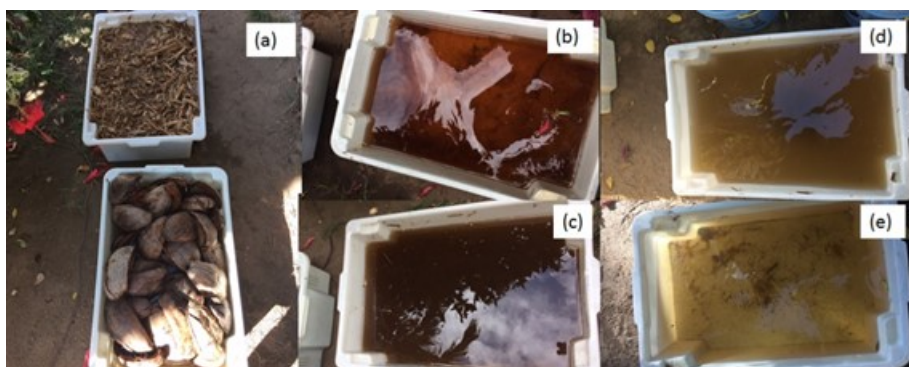


Figura 3: (a) Lavagem dos substratos.(b) Primeira água de lavagem do coco seco; (c)Primeira água de lavagem do bagaço da cana-de-açúcar; (d)Quarta água de lavagem do bagaço da cana-de-açúcar; (e)Quarta água de lavagem do coco seco.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Tabela 2, evidencia os componentes de cada jardim avaliado, em seu respectivo tanque, bem como, a substituição das plantas que não se adaptaram ao meio inserido (Plantas-1 e Plantas-2), de modo que Plantas-3, referem-se àquelas que se adaptaram ao meio e permaneceram em teste até o fim das análises.

Tabela 2: Componentes dos jardins flutuantes

	Estrutura	Substrato	Plantas-1	Plantas-2	Plantas-3
Tanque 2	Pallet e duas garrafas PET	Bagaço da cana-de-açúcar	Ericaceae Tetralix e Impatiens	-	Anthurium (Antúrio) (Figura 4-b)
Tanque 3	Pallet e duas garrafas PET	Côco seco + Vaso de xaxim	Duranta Repens	Epipremnum Pinnatum (Jibóia)	Zantedeschia Aethiopica (Copo-de-leite) (Figura 4-c)

Além das componentes presentes na Tabela 2 inseriu-se ainda um tapete de grama da superfície superior do pallet, para garantir um melhor efeito paisagístico, além de permitir uma maior quantidade raízes de plantas com a água a ser tratada. Assim, admitindo os resultados obtidos, preferiu-se esvaziar os tanques, lavá-los, e enchê-los novamente para iniciar uma nova análise de dados, adicionando-se ao Tanque 1, um pallet como ferramenta de controle (Figura 4).

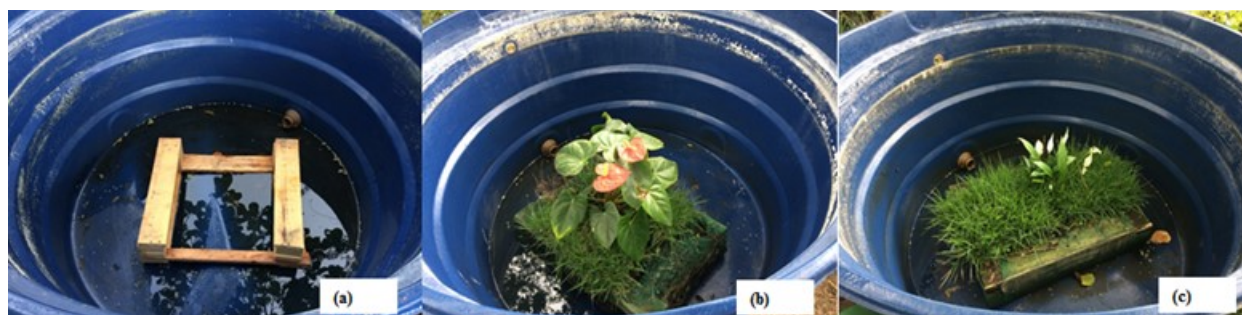


Figura 4: Lavagem dos tanques e inserção de um pallet: (a) Tanque 1 como prova em branco contendo pallet. (b) Tanque 2 contendo jardim flutuante com Anthurium. (c) Tanque 3 contendo jardim flutuante com Zantedeschia Aethiopica

Fonte: Elaborada pelo autor

RESULTADOS

Dos parâmetros da Tabela 1, aqueles que trouxeram resultados expressivos para a dos jardins flutuantes, foram a turbidez e a DQO.

As cinco análises iniciais foram realizadas após a lavagem dos substratos, montagem dos jardins e inserção nos tanques experimentais. Devido à constância de chuvas na região durante o respectivo período de análises, observou-se uma rápida degradação da madeira do pallet.

Admitindo os resultados obtidos e o objetivo de criação de um modelo de sistema ecológico de tratamento de açúdes urbanos, preferiu-se esvaziar os tanques, lavá-los, e enchê-los novamente para iniciar uma nova análise de dados, com a adição de um pallet na prova em branco, no Tanque 1, ferramenta de controle na avaliação do polimento da água por parte dos jardins (Figura 4-a).

Os gráficos de turbidez e de DQO antes da inserção do pallet como ferramenta de controle na prova em branco (Tanque 1) permiti-nos avaliar que apesar da prova em branco conter os menores valores de turbidez e DQO o potencial de retirada de matéria orgânica e partículas finas no meio por parte dos jardins flutuantes, foram maiores que os da prova em branco no fim das análises.

A Tabela 3, evidencia a eficiência na retirada da matéria orgânica no meio, considerando a maior carga obtida nas análises, em relação à última análise (05 de maio).

Tabela 3: Eficiência dos jardins flutuantes na retirada de matéria orgânica da água.

	Eficiência na Turbidez	Eficiência na DQO
Tanque 2	62,06%	58,26%
Tanque 3	14,8%	64,08%

Após a inserção do pallet na prova em branco observa-se que os resultados para turbidez indicaram que os jardins flutuantes tiveram uma contribuição significativa para a diminuição desse parâmetro diferentemente do que ocorre no Tanque 1, onde houve aumento deste índice (Figura 5).

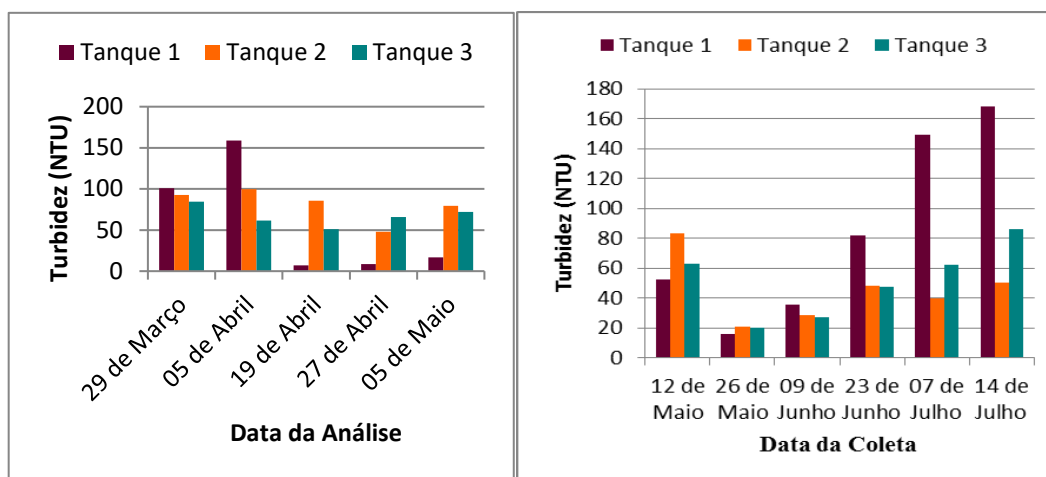


Figura 5: Gráficos da variação de turbidez nos tanques: (a) Antes da inserção do pallet na prova em branco. (b) Após inserção do pallet na prova em branco.

A Tabela 4 indica a eficiência obtida pelos jardins na retirada de partículas finas e matéria orgânica do meio.

Tabela 4: Eficiências dos jardins flutuantes

	Eficiência para Turbidez	Eficiência para DQO
Tanque 2	70,2%	61,46%
Tanque 3	48,81%	35,42%

Comparando os gráficos de DQO antes e após a inserção do pallet como ferramenta de controle (Figura 6), pôde-se verificar a grande influência da degradação madeira na qualidade da água assim, constatando-se a necessidade de impermeabilização da estrutura, bem como estudo de novas estruturas para sustentação dos jardins flutuantes, não suscetíveis à ação das intempéries do meio avaliado.

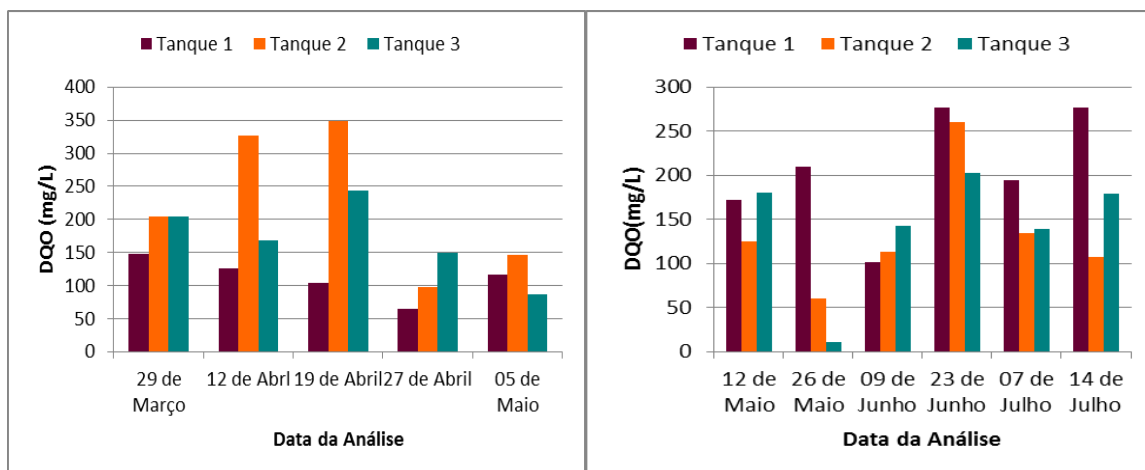


Figura 6: Gráficos da variação de DQO nos tanques: (a) Antes da inserção do pallet na prova em branco. (b) Após inserção do pallet na prova em branco.

Quanto às plantas avaliadas, Anthurium (Antúrio) e Zantedeschia Aethiopica (Copo-de-Leite) e os tapetes de grama, possuíram ótima adaptação ao ambiente alagado (Figura 7).

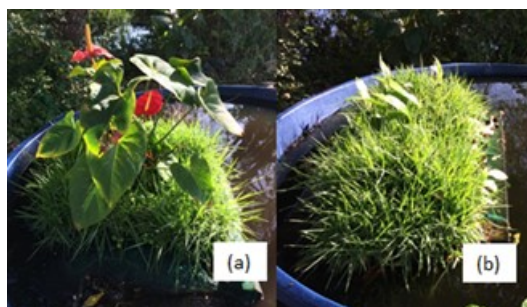


Figura 7: (a) Tanque 2 contendo jardim flutuante com Anthurium e bagaço da cana-de-açúcar. (b) Tanque 3 contendo jardim flutuante com Zantedeschia Aethiopica e coco seco.

Fonte: Elaborada pelo autor

CONCLUSÕES

Com auxílio dos dados obtidos notou-se que a estruturas de sustentação avaliada pallet de madeira, apresentou-se de maneira positiva quanto à capacidade de sustentação e flutuação do jardim flutuante, no entanto, verificou-se uma rápida degradação da madeira, sendo assim evidente necessidade de impermeabilização do mesmo bem como um estudo de novos materiais que melhor se adaptem ao referido emprego.

Quanto aos substratos, o bagaço prestou-se mais eficaz para a acomodação das plantas no jardim flutuantes, por ser mais resistente à degradação, e apresentar melhores resultados de tratamento da água.

Por fim, das plantas comuns na região, o Anthurium e a Zantedeschia Aethiopica adaptaram-se ao meio alagado, possibilitando auxílio no tratamento da água, além de se observar que a grama posicionada na superfície dos jardins flutuantes garantiu o desenvolvimento de novos ecossistemas bem como um ótimo efeito paisagístico.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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.
2. 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.
3. HEADLEY, T.R., TANNER, C.C. Application of Floating Wetlands for Enhanced Stormwater Treatment: A Review. Auckland Regional Council. Technical Publication No. November, 2006.
4. PMSB-CG, Plano Municipal de Saneamento Básico de Campina Grande. Prefeitura Municipal de Campina Grande, 2015.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. TRATA BRASIL Ranking do saneamento - Instituto Trata Brasil. São Paulo: GO associados, 2015.