

II-591 – *BIO SAND FILLERS* VEGETAIS: UMA PROPOSTA PARA SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NA MACRORREGIÃO DOS SERTÕES DE CRATEÚS

Jenilson Rodrigues Pereira⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pela UFC.

Letícia Farias de Sousa⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela UFC.

Marcos Henrique Bandeira Ferreira⁽³⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pela UFC.

Luisa Gardenia Alves Tomé Farias⁽⁴⁾

Graduação, Mestrado em Química e Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora adjunta da UFC Campus Crateús e coordenadora do Curso de Engenharia Ambiental. Membro do Conselho Municipal de Defesa ao Meio Ambiente do Município de Crateús (COMDEMA).

Janaina Lopes Leitinho⁽⁵⁾

Graduação em Química Industrial pela UFC e Licenciatura em Química pela UECE, Mestrado em Química Inorgânica e Doutorado em Química pela UFC. Professora da UFC Campus Crateús e vice coordenadora do Curso de Engenharia Ambiental. Membro do Conselho Municipal de Defesa ao Meio Ambiente do Município de Crateús (COMDEMA).

Endereço⁽¹⁾: Rodovia BR-226, Km 03, s/n - São Vicente, Crateús - CE, 63700-000 - Crateús – Telefone: (88) 3691-9700 - e-mail: jenilsonrodrigues@hotmail.com

RESUMO

A região do estado do Ceará tem um histórico perene de períodos de estiagens, o que justifica-se por está inserido no polígono das secas (Lei nº 1348 de 10 de fevereiro de 1951). E apesar de todo afincado investido pelos governos, por meio de projetos, não têm apresentado resultados relevantes. E neste cenário que se encontra a microrregião do Sertão de Crateús, com território totalmente abrangido pelo polígono das secas. Associada a essa problemática está uma vertente que agrava mais o caso, a má distribuição dos recursos hídricos. Algumas ações são realizadas como uma tentativa de mitigar o *stress* hídrico que assola a supracitada região, dentre elas destaca-se a perfuração de poços profundos e a distribuição de água por meio carros pipas, como tentativa de atenuar a necessidade do consumo de água, tanto para abastecimento humano como para produção de alimentos. Dentre as ações citadas, a perfuração de poços para coleta da água subterrânea, apesar de minorar a crise hídrica, tem consequências negativas a longo prazo, como a salinização irreversível do lençol freático. A perfuração desenfreada dos lençóis freáticos, certamente, comprometem o uso desse bem para as futuras gerações, uma vez que essa água tende a ser salobra e apresentar uma maior dificuldade de recarga. Estes fatos são relativos a demora no processo de infiltração, acarretando em um padrão próximo ou igual às águas salinas, impróprias para consumo humano, acrescentando, ainda, a possibilidade de oxidação acelerada das tubulações e das bombas do sistema de abastecimento. Diante do exposto, é imperativa a necessidade de ações que estimulem a convivência com o semiárido, como a reutilização de águas servidas. E dentro dessa tendência, a utilização biomassas vegetais apresenta-se como uma alternativa simples e economicamente viável. Assim, esse trabalho visa o tratamento de águas cinzas, por meio do processo de filtração em um biofiltro (*Bio Sand Fillers- BSF*). As análises realizadas antes e após o tratamento dos BSF's foram: dureza total, pH, temperatura, demanda bioquímica de oxigênio e sólidos totais.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade Hídrica, Semiárido, BSF's, Reuso.

INTRODUÇÃO

Dentre os estados nordestinos, o Ceará é o que possui a maior extensão territorial no semiárido, com cerca de 92% da sua área inserida no polígono das secas (Lei nº 1348 de 10 de fevereiro de 1951), fazendo com que a realidade da escassez da água durante o período de estiagem, nesse estado, seja uma constante (BRASIL, 2017).

A escassez de água no sertão do Ceará sempre foi um problema não solucionado, apesar dos esforços despendidos pelos governos por várias décadas. É pertinente destacar que o estado do Ceará tem enfrentado longos períodos de estiagem e, em 2017, enfrentou o pior período de seca dos últimos 42 anos, o que ressaltou a sua dependência por apoio emergencial por parte de administrações públicas. Neste cenário insere-se a microrregião do Sertão de Crateús, situada no interior do Ceará e com extensão territorial totalmente imersa no polígono das secas.

Na supracitada região a falta de distribuição adequada de água é um caso antigo e se apresenta até os dias atuais. Em períodos de alto *stress* hídrico, o poder público busca alternativas das mais diversas para conseguir água para o consumo humano, bem como para suprir a necessidade de produção de alimentos e dentre as alternativas mencionadas está a perfuração de poços profundos e a distribuição de água em caminhões pipa.

Diante do cenário de escassez apresentado, levanta-se uma preocupação com a disponibilidade e a qualidade da água no Sertão de Crateús, uma vez que ao se enfrentar longos períodos de escassez, haverá um aumento na procura de água, sobretudo a água subterrânea. O mau uso da água subterrânea agrava ainda mais a crise hídrica que, aparentemente, tornou-se permanente na região, uma vez que a perfuração indiscriminada de poços e o consumo excessivo dessas águas podem levar os aquíferos dos municípios do Sertão de Crateús ao limite de uma salinização irreversível (AYRES & WEATCOT, 1999; HIRATA, 2003; MILLON, 2004; CUNHA, 2018).

O paradigma contemporâneo aponta não mais para o combate à seca, mas para o convívio, de maneira autônoma, com os efeitos desse fenômeno, uma vez que a convivência com o semiárido se dá em conhecer, aprender e reaprender a conviver com intempéries deste clima (RAMOS, 2005).

Dessa forma, o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para superar a crise hídrica torna-se cada vez mais imperativa e necessária, considerando a escassez das reservas naturais de água como também a irregularidade das precipitações e dos escoamentos.

A tendência atual é de se considerar a água residuária tratada como um recurso hídrico a ser utilizado para diversos fins. O reuso de águas constitui, dessa forma, uma prática a ser, ainda mais, incentivada em várias atividades humanas, e os esgotos devem ser considerados um recurso a ser aproveitado. Esse fato também corrobora com o aumento considerável da geração de esgoto doméstico, o que exige, por sua vez, tratamento e destinação adequados.

À face do exposto, é imperativo que pesquisadores busquem metodologias sustentáveis para mitigar, além do uso indevido de águas subterrâneas, a escassez hídrica que assola a região do Sertão de Crateús e o aumento na geração de esgoto doméstico. Nessa perspectiva, o reuso das águas servidas se configura em um componente importante no planejamento, no desenvolvimento e na utilização dos recursos hídricos (VON SPERLING, 2014; CRANK & JACOBY, 2015). A utilização das águas servidas para propósitos de uso não potável, como na agricultura, representa um potencial a ser, ainda mais, explorado em substituição à utilização da água subterrânea.

Várias tecnologias vêm se desenvolvendo com o intuito de viabilizar a reutilização de água e o aproveitamento agrícola de águas residuárias domésticas. Essas tecnologias consistem no tratamento de efluentes sem a utilização de produtos químicos e com a utilização de microrganismos (aeróbios e anaeróbios), plantas extratoras de elementos químicos e materiais recicláveis (resíduos da construção civil e outros) (ORHAN E BUYUKGUNGOR, 1993; VAUGHAN ET AL., 2001; JOHNSON ET AL., 2002; HANSEEM ET AL., 2006; DRAGUNSKI, ET AL., 2011; CUNHA, 2018).

A utilização de *Bio Sand Fillers* (BSF's) modificados na tratamento de água servidas é uma das novas tecnologias emergentes estudadas, dentre estas destaca-se o processo de bioissorção empregado na utilização de BSF confeccionados com biomassa, os quais têm ganhado credibilidade durante os últimos anos por apresentar um bom desempenho (SANTOS NETO et al., 2003; REBOUÇAS, 2003). O processo de bioissorção destaca-se entre as demais tecnologias pelo seu baixo custo, simplicidade no processo e também pela sua eficácia. O uso de materiais alternativos de baixo custo e elevada eficiência, como a fibra de coco e plantas com propriedades antioxidantes e antimicrobianas têm se mostrado eficaz no tratamento de água residuais.

Assim, a proposta desse projeto concentra-se na possibilidade de reuso de águas servidas, por meio do tratamento de águas cinzas, derivadas do tanque, máquina de lavar e lavatório, utilizando BSF modificados com

biocompostos vegetais, além de propor alternativas para redução do consumo de água potável e da produção de esgotos sanitários em residências do município de Crateús. Ademais, espera-se desenvolver e adaptar técnicas de tratamento da água cinza, além de controlar e analisar a qualidade da água tratada pelos BSF modificados. O uso do BSF modificados com os biocompostos vegetais deverá ainda reduzir o uso de águas subterrâneas que, atualmente, é o principal recurso hídrico usado na irrigação.

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal propor a implementação de soluções ambientalmente adequadas de convivência sustentável com o semiárido cearense, por meio do desenvolvimento de sistemas de filtração lenta para o tratamento efluentes domésticos, por meio da construção biofiltros (BSF), cujo meio filtrante seja composto de material pétreo e de biocompostos vegetais.

METODOLOGIAS

A metodologia aplicada na produção dos BFS's modificados, para o tratamento de efluentes gerados por pias das cozinhas e tanques de lavar roupas, visa subsidiar proposições alternativas de instalações sanitárias, as quais possibilitem o tratamento e reuso das águas servidas nas residências das famílias agrícolas da região de Crateús, promovendo o uso racional da água e favorecendo o descarte de forma mais apropriada no meio ambiente. Vale ressaltar que o efluente estudado, inicialmente, foi coletado no Restaurante Universitário (RU) do campus da UFC em Crateús.

MATERIAL

As biomassas utilizadas na pesquisa foram a fibra do coco e a casca do *Ziziphus Joazeiro*. O coco verde foi recolhido em estabelecimentos da cidade de Crateús e manualmente processados. A casca *Z. Joazeiro* foi colhida na zona rural do município de Crateús, por meio da raspagem do córtex do caule. As duas biomassas vegetais foram exposta sol para retirar a umidade e até alcançar uma constância em sua massa.

As biomassas foram trituradas em um liquidificador industrial, no entanto apenas as casca *Z. Joazeiro* foram selecionadas com a granulometria 1,20 a 4,80 mm, utilizando o embasamento teórico proposto por Oliveira (2014) e Lima (2006) para a casca do café, onde foram adotados os valores de 3,36 a 4,75 mm e de 2,00 a 6,00 mm, respectivamente. Para a fibra de coco verde não foi possível proceder a seleção granulométrica, conforme o procedimento realizado para as cascas de *Z. Joazeiro*, no entanto optou-se por selecionar em peneira de 0,03 mm para que o rejeito mais fino pudesse ser descartado e evitar possíveis problemas de compactação.

Além das biomassas foram utilizados materiais pétreos, sendo posteriormente classificado de acordo com a sua granulometria. Realizou-se a seleção granulométrica da areia, separando em areia grossa e areia fina, de 1,20 a 4,80 mm e 0,30 a 1,20 mm, respectivamente. O material pétreo empregado foi à brita zero, onde a mesma já possui granulometria característica, de 4,8 a 9,5 mm. Após a separação, o material foi lavado e seco em estufa a 115°C para eliminar qualquer eventual microrganismo.

Os parâmetros de massa, de densidade e de porosidade foram utilizados para caracterizar fisicamente os materiais. Um tubo de Policloreto de vinil - PVC de 10 cm de diâmetro foi utilizado para calcular a massa específica, conforme apresentado na equação 1:

$$\rho = m/v$$

Equação 1

ρ = massa específica do biocomposto (g/cm³)

m = massa da biocomposto (g)

V = volume ocupado pelo biocomposto em um cilindro de 10 cm (cm³)

De acordo com as fundamentações teóricas da mecânica dos solos, é possível relacionar a massa específica do biocomposto e da partícula para se obter a porosidade total do meio filtrante, conforme apresentado na equação 2.

$$P = 1 - (\rho/\rho_p)$$

Equação 2

P = porosidade total do biocomposto (cm^3/cm^3)

ρ = massa específica do biocomposto (g/cm^3)

ρ_p = massa específica do biocomposto da partícula (g/cm^3)

MÉTODOS

Para a montagem do protótipo de BSF de bancada foi utilizado tubos de PVC de 10 cm de diâmetro e 60 cm de altura. Esses tubos foram recheados com os biocompostos vegetais, areia e material pétreo, conforme a granulometria descrita. A denominação de cada BSF's e sua respectiva composição são apresentadas a seguir:

- BSF FC: biofiltro composto de 550 g de brita zero, 1700 g de areia grossa, 1600 g de areia fina e 60 g de fibra de coco;
- BSF ZJ: biofiltro composto de 550 g de brita zero, 1700 g de areia grossa, 1600 g de areia fina e 350 g de casca de *Z. Juazeiro*;
- BSF ZJ/FC: biofiltro composto de 550 g de brita zero, 1700 g de areia grossa, 1600 g de areia fina e 175 g de casca de *Z. Juazeiro* e 30 g de fibra de coco;
- Filtro Padrão: composto de 550 g de brita zero, 1700 g de areia grossa, 1600 g de areia fina.

O volume ocupado por cada camada de brita zero, areia grossa, areia fina e o biocomposto, foram de 157,08 cm^3 , 1178,10 cm^3 , 1178,10 cm^3 e 785,08 cm^3 , respectivamente. Para a montagem dos protótipos de bancada não foram aplicados nenhuma força de compressão, apenas acomodação dos materiais. A Figura 1 apresenta a divisão das camadas dos filtros e suas respectivas alturas.

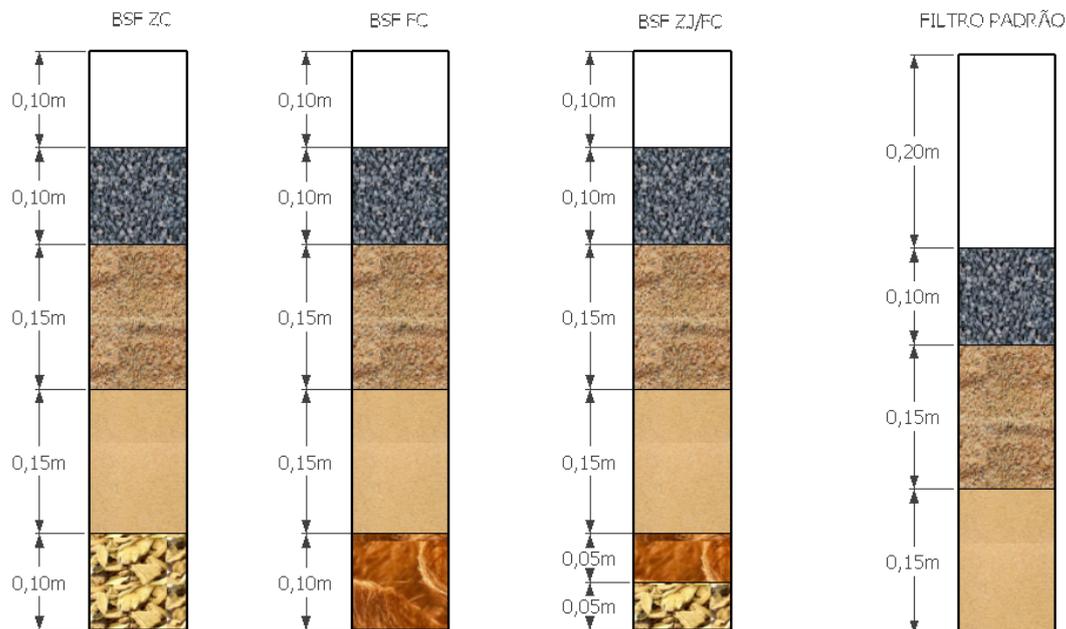


Figura 1: Esquematisação do preenchimento dos BSF's e do Filtro Padrão.

As colunas foram alimentadas com o efluente coletado no Restaurante Universitário (RU) Campus da Universidade Federal do Ceará em Crateús, na forma de batelada. A coleta do efluente foi realizada na pia da cozinha do RU, por meio de bombonas de 50 litros que foram previamente acopladas ao sifão, através de mangotes de borracha, ajustados através de braçadeiras. Foram realizadas medidas da temperatura e do pH do efluente coletado no RU.

A qualidade do efluente tratado foi analisada quanto aos parâmetros físico-químicos de dureza total (DT), pH, temperatura, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e sólidos totais (ST).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A caracterização da massa específica aparente e da porosidade fornecem fundamento sobre a densidade do biocomposto e a relação de espaços vazios. Cabe ressaltar que materiais de baixa densidade tendem a sofrer mais compressão, quando comparados a materiais mais densos, o que pode justificar a dificuldade de percolação de líquidos em materiais densos, uma vez que porosidade está diretamente ligada ao fator de percolação, correspondendo ao índice de vazios, dessa forma, quanto maior a porosidade, maior será a percolação do líquido. Os biocompostos do BSF's foram caracterizados quanto a massa específica aparente e a porosidade total e os valores são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização da porosidade dos Biocompostos

BIOCOMPOSTOS	MASSA ESPECÍFICA APARENTE (g/cm ³)	POROSIDADE (cm ³ /cm ³)
<i>Z. Juazeiro</i>	0,4458	0,6561
Fibra do Coco	0,0764	0,7777

O parâmetro físico-químico dureza total apresentou uma redução de 72%, 74% e 76% para os BSF ZJ, BSF FC e BSF ZJ/FC, respectivamente, quando comparados ao filtro padrão, após tratamento, conforme disposto na Figura 2. Este comportamento é relativo a capacidade de retenção de impurezas dos biocompostos vegetais, como CaCO₃ que, por meio de seus mecanismos de filtração, promovem o transporte das impurezas dentro dos poros e garantem a aderência destes nos grânulos dos biocompostos vegetais. O transporte pode ocorrer por alguns mecanismos, tais como: peneiração, sedimentação, interceptação, impacto inercial e difusão das forças, classificadas como Van de Waalls, forças eletrostáticas e/ou ponte de hidrogênio (LIBÂNIO, 2010).

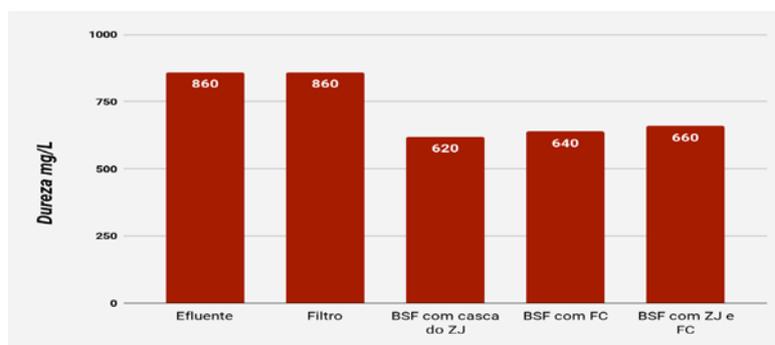


Figura 2: Dureza total do efluente tratado.

O teste de DBO₅ consiste na medição do oxigênio dissolvido, em um volume definido de água, antes e após um período de incubação dessa amostra por 5 dias a 20°C. A DBO é a diferença na quantidade de oxigênio dissolvido antes e após o período de incubação. No APHA et al. (1995), são descritos dois métodos para determinação oxigênio dissolvido (OD) na água: de Winkler ou método iodométrico e o método eletroquímico, com uso de eletrodos ou sondas. Para este estudo, utilizou-se o método Winkler que baseia-se no procedimento de oxidação do OD. A escolha do procedimento depende das interferências presentes, da exatidão desejada, e em alguns casos, da utilidade. Os dados referentes ao parâmetro de DBO são apresentados na Figura 3. É pertinente destacar que a matéria orgânica presente no esgoto doméstico, expressa pela Demanda Bioquímica de Oxigênio, retrata a quantidade de oxigênio necessário para estabilizar a matéria orgânica, por meio de processos bioquímicos. O valor típico de DBO para esgotos domésticos urbanos, em geral, é de 300 mg L⁻¹ (VON SPERLING, 2005). Para as amostras tratadas no BSF's vegetais, observou-se uma redução na oxigênio dissolvido de 54,5%, 53,8%, 50% e 16,8% para o BSF ZJ, BSF FC, BSF ZJ/FC e FC, respectivamente, conforme apresentado na Tabela 2. Essa redução é atribuída às propriedades antimicrobianas nos biocompostos vegetais, pois a redução da DBO implica em uma menor quantidade de microrganismos consumindo nutrientes

na água, ou seja, essa redução sucinta uma redução dos microrganismos encontrados existentes do esgoto doméstico. A cascas do *Z. Juazeiro*, em um estudo de SOUSA, 2018, traz um alto potencial microbiano nas propriedades dessa planta e já o coco foi implementado como teste, e pelo resultados encontrados neste trabalho, observa-se uma boa alternativa para tratamento de águas residuárias.

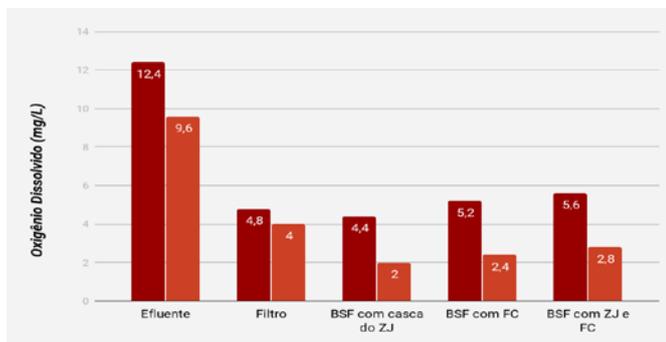


Figura 3: Variação da DBO₅.

Tabela 2: Redução da DBO para os BSF's estudados

ORIGEM	REDUÇÃO
Efluente	22,6%
Filtro comum	16,7%
BSF com casca do Juazeiro	54,5%
BSF com fibra de coco	53,8%
BSF com casca do Juazeiro e fibra de coco	50%

Espera-se que os resultados possam despertar na população de Crateús a necessidade de preservação dos recursos hídricos, um recurso que tende a ser cada vez mais precioso. Dessa forma, meios de incentivo e políticas públicas capazes de viabilizar a difusão de práticas, que preservem a água e que façam com que as construções rumem à sustentabilidade devem ser desenvolvidas. Por meio dos resultados esperados, pretende-se esclarecer a comunidade acadêmica a respeito dos critérios de potabilidade da água, bem como a utilização de processo de reutilização de águas servidas, usando como fundamentação os resultados físico-químicos da água tratada pelos BSF's modificados.

Com desenvolvimento deste trabalho espera-se, ainda, que os BFS's modificados possa ser utilizados em qualquer residência que tenha instalações hidráulicas convencionais e com isso promover a participação efetiva da sociedade na realização das ações e aumento do grau de conscientização da comunidade sobre a importância dos recursos naturais, por meio das ações de educação ambiental como instrumento de política ambiental.

CONCLUSÕES

Assim, conclui-se que a utilização dos BSF's no tratamento de efluentes domésticos é físico-quimicamente viável e uma alternativa para o tratamento dos efluentes domésticos da Cidade de Crateús, uma vez que os BSF's apresentaram indício de potencial antimicrobiano, quando comparamos aos resultados dos BSF (com fibra de Coco e Casca de *Z. Juazeiro*) e o filtro tradicional, suscitando em uma redução na dureza total e na porcentagem de oxigênio dissolvido.

Os biocompostos da Fibra do Coco e da Casca do *Z. Juazeiro* apresentam-se como uma alternativa viável as regiões inseridas no Polígono das Secas, principalmente, por se tratar de uma planta nativa (*Z. Juazeiro*) da caatinga, e para as demais regiões um resíduo de fácil acesso, pois o coco é bastante comercializado nas cidades.

A viabilidade de utilização dos BSF no tratamento apresenta-se como uma alternativa para o tratamento dos efluentes domésticos, pois possibilita a utilização da água servida própria para o reuso em algumas atividades, tais como: a irrigação de plantas frutíferas, que não sejam desenvolvidas rente ao chão, árvore paisagísticas,

encontrados em parques e jardins, campos de esporte e lazer, podem vir a ser usada para harmonia paisagística, além de ser usado para lavar pisos e cômodos em geral. Não é indicado o uso para irrigação para hortaliças ou árvores frutíferas com crescimento rente ao chão, pois não foi realizado nenhum estudo relacionado a coliformes ou ovos de helmintos.

Faz se necessário a divulgação e o incentivo de práticas relacionadas ao reuso das águas residuárias em comunidades, onde são afetadas fortemente pela estiagem, para facilitar a implantação do projeto e para ser entendida a importância dessa prática na atual conjuntura da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AYRES, R.S.; WEATCOT, D.W. A qualidade da água na Agricultura. Tradução de H.R. Gheyi, J.F. de Medeiros, F.A.V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999.
2. BRASIL. Ministério da integração nacional. Nova delimitação do semi-árido brasileiro. Brasília-DF, 2017.
3. CUNHA, M. E. MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DE SISTEMA COMPACTO PARA TRATAMENTO E USO AGRÍCOLA DE ÁGUA CINZA, Dissertação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2018.
4. DATAR, M.T., BHARGAVA, D.S. Effects of environmental factors on nitrification during aerobic digestion of activated sludge. Journal of the Institution of Engineering (India), Part EN: Environmental Engineering Division, v.68, n.2, p.29-35, Feb. 1988.
5. DRAGUNSKI, D.C., SOUZA, J.V.T.M., TARLEY, C.R.T., CAETANO, J. Copper Ions Adsorption from Aqueous Medium Using the Biosorbent Sugarcane Bagasse In Natura and Chemically Modified. Water, Air and Soil Pollution, v. 216, p. 351 - 359, 2011.
6. FADINI, P.S. Quantificação de carbono dissolvido em sistemas aquáticos, através da análise por injeção em fluxo. Campinas, 1995. Dissertação de mestrado-Faculdade de Engenharia Civil-Universidade Estadual de Campinas, 1995.
7. HANSHEM, A.; ABOU-OKEIL, A.; EL-SHAFIE, A.; EL-SAKHAWY, M. Grafting of high α -cellulose pulp extracted from sunflower stalks for removal of Hg (II) from aqueous solution. Polymer-Plastics Technology and Engineering, v.45, p.135-141, 2006.
8. HIRATA, R. Recursos hídricos. In: Decifrando a terra. Wilson Texeira et al. (org.) 2. Reimpressão, São Paulo: Oficinas de textos, 2003.
9. JOHNSON, P.D.; WATSON, M.A.; BROWN, J.; JEFCOAT, I.A. Peanut hull pellets as a single use sorbent for the capture of Cu (II) from wastewater. Waste Manage, v.22, p.471- 480, 2002.
10. MILLON, M.M.B. Águas subterrâneas e política de recursos hídricos. Estudo de caso: Campeche, Florianópolis, SC. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.
11. ORHAN, Y.; BUYUKGUNGOR, H. The removal of heavy metals by using agricultural wastes. Water Science Technology, v.28, p.247, 1993.
12. RAMOS, Luciana Rodrigues. A convivência com o semi-árido: a utilização da caatinga no dia a dia das famílias do assentamento Palmares em Crateús. 2005. 78f. Monografia (Graduação em Economia Doméstica) – Departamento de Economia Doméstica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.
13. REBOUÇAS, A. C., Águas no Brasil: abundância, desperdício e escassez. Bahia Análise & Dados. Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 341-345, 2003.
14. SANTOS NETO, J. V.; OLIVEIRA, F. F.; CHIABAI, R.; MORGAN, L. C.; ZANDONADE, E.; BAZZARELLA, B. B.; GONÇALVES, R. F. Filtração terciária com pré-tratamento físico-químico em uma ete do tipo uasb + biofiltros aerados submersos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., Anais. Joinville, SC: ABES, 2003. II 142.
15. VAUGHAN, T., SEO C.W., MARSHALL W.E. Removal of selected metal ions from aqueous solution using modified corncobs. Bioresource Technology. v.78: p.133-139, 2001.
16. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos - Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. DESA. UFMG, 2014.
17. LIMA, J. L. E. Avaliação do potencial de uso de resíduos de café como filtros para tratamento de água residuária da cafeicultura. 2006. 96p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Sustentabilidade) – Centro Universitario da Caratinga, Caratinga, 2006.



18. OLIVEIRA, V. M. F. MELHORIA DAS CONDIÇÕES DA ÁGUA UTILIZANDO FILTRO DE AREIA MODIFICADO COM BIMASSA. 2014. 89p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.
19. LIBÂNIO, Marcelo. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3. ed., rev. e ampl. Campinas, SP: Editora Átomo. 638 p, 2010.
20. SOUSA, I. J. O. et al. ESTUDO FITOQUÍMICO, AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE HEMOLÍTICA E ANTIMICROBIANA DE UM EXTRATO BRUTO DA CASCA DO CAULE DE *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). *Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management*. v. 14 p:208 a 225, 2018.