

Engenharia Hidráulica e Sanitária



Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Engenharia Hidráulica e Sanitária



Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	Engenharia hidráulica e sanitária [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-895-3 DOI 10.22533/at.ed.953192312 1. Engenharia. 2. Engenharia sanitária I. Silva, Helenton Carlos da. CDD 628.362
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia Hidráulica e Sanitária*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 18 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da engenharia sanitária e hidráulica brasileira, destacando-se a área ambiental.

Neste contexto, o diagnóstico ambiental pode ser uma importante ferramenta no controle e preservação do meio ambiente, sendo uma caracterização da qualidade ambiental da área estudada, fornecendo informações para identificar e avaliar impactos nos meios físico, biológico e socioeconômico.

É importante que, para que sejam sustentáveis, as áreas urbanas necessitem manter um equilíbrio entre as atividades econômicas, crescimento populacional, infraestrutura e serviços, poluição, desperdício, barulho, entre outros; de modo que o sistema urbano e suas dinâmicas se desenvolvam em harmonia, limitando internamente, tanto quanto possível, os impactos negativos sobre o ambiente natural.

Nesta linha, o saneamento básico pode ser compreendido como um componente necessário para promoção da saúde, principalmente para as populações em condição de vulnerabilidade social, tal qual em bairros populares e periféricos do meio urbano ou comunidades tradicionais do campo brasileiro.

Em razão do crescimento de áreas urbanas, houve um aumento excessivo na geração de resíduos, gerando uma série de problemas de ordem ambiental, econômica e social.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados à engenharia hidráulica e sanitária brasileira, compreendendo as questões acerca do meio ambiente, como a gestão dos resíduos sólidos gerados, formas de tratamento da água, bem como a análise de políticas de desenvolvimento visando à preocupação com as questões ambientais. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
MEDIDA PROVISÓRIA NO 868/2018: TENTATIVA DE DESCONSTRUÇÃO DA POLÍTICA PÚBLICA DE SANEAMENTO BÁSICO VIGENTE NO BRASIL	
Luiz Roberto Santos Moraes Patrícia Campos Borja	
DOI 10.22533/at.ed.9531923121	
CAPÍTULO 2	14
TECNOLOGIA APROPRIADA SOB A ÓTICA DA LEI 11.445/2007. UMA APLICAÇÃO NA COMUNIDADE RURAL SERRA DO BRAGA I – PB	
Elissandra Cheu Pereira do Nascimento Katharine Taveira de Brito Medeiros Bruno de Medeiros Souza Aluisio José Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.9531923122	
CAPÍTULO 3	27
POLÍTICA TARIFÁRIA E DESEMPENHO ECONÔMICO DAS EMPRESAS DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: ESTIMATIVAS DOS IMPACTOS REGULATÓRIOS – 1995-2016	
Cristiano Ponzoni Ghinis Adelar Fochezatto	
DOI 10.22533/at.ed.9531923123	
CAPÍTULO 4	41
IMPORTÂNCIA DA COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE OS TIPOS DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO PÚBLICO DE SANEAMENTO RURAL, A MATRIZ TECNOLÓGICA E O MODO DE VIDA CAMPONÊS	
Tássio Gabriel Ribeiro Lopes Luiz Roberto Santos Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.9531923124	
CAPÍTULO 5	57
CONTRIBUIÇÕES PARA DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MANHUAÇU	
Gabriel Figueiredo Pantuzza Silva Juliana Leal Henriques Hubert Mathias Peter Roeser	
DOI 10.22533/at.ed.9531923125	
CAPÍTULO 6	69
DEMONSTRAÇÃO DO PROCESSO DE CÁLCULO DE VAZÃO DE ÁGUA E DIMENSIONAMENTO DE BOMBA CENTRÍFUGA PARA OPERAÇÃO DE TORRES DE RESFRIAMENTO	
Wictor Gomes de Oliveira Lucas Rodrigues Oliveira Marcos Cláudio Gondim Lucas de Sousa Camelo Daniel Gerard Araújo Pinheiro Ferdinando Cícero Pontes de Queiroz João Paulo Correia Teixeira Stepherson Lopes Alcântara	
DOI 10.22533/at.ed.9531923126	

CAPÍTULO 7	79
DIAGNÓSTICO DA BALNEABILIDADE NAS PRAIAS DE ALAGOAS ENTRE O ANO DE 2015 E 2018	
Thomás Correia Lins	
Camila Acioli Marinho	
Joabe Gomes de Melo	
DOI 10.22533/at.ed.9531923127	
CAPÍTULO 8	93
POTABILIDADE DA ÁGUA: A PERCEPÇÃO DO MORADOR EM VITÓRIA	
Cibele Esmeralda Biondi Ferreira	
Fátima Maria Silva	
DOI 10.22533/at.ed.9531923128	
CAPÍTULO 9	105
PROPOSTA DE GESTÃO DE RISCO APLICÁVEL ÀS ETAPAS DE COAGULAÇÃO E FLOCULAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA CONVENCIONAL – INSTRUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E RESPOSTAS AOS RISCOS	
Neusa Isabel Gomes dos Santos	
Arlindo Soares Räder	
Efraim Martins Araújo	
Elisabeth Ibi Frimm Krieger	
DOI 10.22533/at.ed.9531923129	
CAPÍTULO 10	119
OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE COAGULAÇÃO E FLOCULAÇÃO DE ÁGUA BRUTA COM BAIXA TURBIDEZ UTILIZANDO TANINO E PAC	
Neusa Isabel Gomes dos Santos	
Arlindo Soares Räder	
DOI 10.22533/at.ed.95319231210	
CAPÍTULO 11	131
PERMEABILIDADE AO AR E A ÁGUA DE MISTURAS DE SOLO E COMPOSTO ORGÂNICO PARA CAMADAS DE COBERTURA OXIDATIVAS	
Alice Jadneiza Guilherme de Albuquerque Almeida	
Bruna Silveira Lira	
Guilherme José Correia Gomes	
Antônio Italcly de Oliveira Júnior	
Camila de Melo Tavares	
Maria Odete Holanda Mariano	
José Fernando Thomé Jucá	
DOI 10.22533/at.ed.95319231211	
CAPÍTULO 12	139
REMOÇÃO E CORRELAÇÃO DE MICROALGAS E SÓLIDOS EM SUSPENSOS DE EFLUENTES DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO UTILIZANDO BIOFILTRO	
Moisés Andrade de Farias Queiroz	
Jonatan Onis Pessoa	
Alex Pinheiro Feitosa	
Eduardo Cristiano Vieira Gurgel	
Layane Priscila de Azevedo Silva	
DOI 10.22533/at.ed.95319231212	

CAPÍTULO 13	147
MONITORAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE <i>RHIZOPHORA MANGLE</i> L. EM VIVEIRO DE CRIAÇÃO NA LAGOA RODRIGO DE FREITAS, RIO DE JANEIRO – RJ	
Carlos Augusto Kinder Marcia Sena da Silva Anderson de Carvalho Borges Ricardo Finotti	
DOI 10.22533/at.ed.95319231213	
CAPÍTULO 14	160
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE UMA INDÚSTRIA GRÁFICA COM ENFOQUE EM PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L): ESTUDO DE CASO NO ESPIRITO SANTO	
Paulo Vitor Reis Kaminice Gilson Silva Filho Rosane Hein de Campos Edison Thaddeu Pacheco	
DOI 10.22533/at.ed.95319231214	
CAPÍTULO 15	170
PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA PROYECCIÓN A LO APLICABLE	
Jessica Cecilia Chocho	
DOI 10.22533/at.ed.95319231215	
CAPÍTULO 16	177
POSSIBILIDADES NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CONDOMÍNIO VERTICAL	
Manoel Thiago Nogueira da Silva Dantas Monica Maria Pereira da Silva Valderi Duarte Leite	
DOI 10.22533/at.ed.95319231216	
CAPÍTULO 17	190
COMPORTAMENTO DE EMPREENDEDORES DA FEIRA DOS GOIANOS QUANTO AO DESCARTE DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA	
Graziela Ferreira Guarda Luiz Fernando Whitaker Kitajima Beatriz Rodrigues de Barcelos	
DOI 10.22533/at.ed.95319231217	
CAPÍTULO 18	200
MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS (MCDA) FOR DAM'S RISK CLASSIFICATION	
Julierme Siriano da Silva Fernan Enrique Vergara Figueroa Rui da Silva Andrade Roberta Mara de Oliveira Bárbara Suelma Souza Costa Fabiano Fagundes	
DOI 10.22533/at.ed.95319231218	
SOBRE O ORGANIZADOR	217
ÍNDICE REMISSIVO	218

REMOÇÃO E CORRELAÇÃO DE MICROALGAS E SÓLIDOS EM SUSPENSOS DE EFLUENTES DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO UTILIZANDO BIOFILTRO

Moisés Andrade de Farias Queiroz

Graduado em Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB), Graduado em Engenharia Civil (UNP), Mestre em Engenharia Sanitária (UFRN). Sócio proprietário da Melo & Andrade Engenharia e Consultoria Ambiental. Natal – Rio Grande do Norte, Brasil. eng.moisesandrade@gmail.com.

Jonatan Onis Pessoa

Graduado em Engenharia Ambiental (UFAM), Mestre em Engenharia Civil e Ambiental (UFFS/BA) e Professor do IFMA. Itacoatiara, Amazonas, Brasil. jonatan.pessoa@ifam.edu.br.

Alex Pinheiro Feitosa

Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental (UFERSA), Mestrado em Engenharia Sanitária (UFRN) e Doutorado em Manejo de Solo e Água (UFERSA), Professor da UFERSA campus Pau dos Ferros. alex.feitosa@ufersa.edu.br.

Eduardo Cristiano Vieira Gurgel

Graduado Engenharia Sanitária e Ambiental (UNP), Especialista em meio ambiente e gestão de recursos hídricos (UNP) e Mestrando em Ciências Ambientais (IFRN). Natal – Rio Grande do Norte, Brasil. eduardocvurgel@gmail.com.

Layane Priscila de Azevedo Silva

Bióloga, Mestre em Engenharia Sanitária (UFRN) e analista de saneamento na a&e Equipamentos e Serviços LTDA. Natal – Rio Grande do Norte, Brasil. layane@aeequipamentos.com.br

*Autor Correspondente: eng.moisesandrade@gmail.com

RESUMO: A presente pesquisa propôs avaliar a remoção de microalgas de um sistema de lagoas de estabilização utilizando biofiltros como pós-tratamento, além de tentar correlacionar os Sólidos Suspensos Totais com a clorofila “a”. Para tanto, utilizou-se dois biofiltros, o filtro 1 alimentado com efluente da lagoa facultativa e o filtro 2 alimentado com efluente da lagoa de maturação. O material de enchimento de ambos os filtros foi predominantemente brita nº 2, apesar de conter porções de brita nº 1 e 3. As concentrações médias finais de SST nos filtros 1 e 2 foram de 128 e 109 mg/L e as eficiências de remoção de 37 e 20%, respectivamente. Quanto à remoção de clorofila “a”, a eficiência do filtro 1 foi de 44% e no filtro 2 foi de 33%. A correlação mais significativa e representativa entre todos os parâmetros foi entre SST x Clorofila “a”, pôde-se observar que a correlação entre Clorofila “a” e o SST foram maiores e mais significativas nos efluentes dos filtros do que nos afluentes. Foram obtidos resultados satisfatórios em relação à remoção de SST e de clorofila “a” em ambos os filtros, em nível de pós-tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Lagoa de estabilização, remoção de microalgas, biofiltros, correlação clorofila “a” x sólidos suspensos totais.

MICROALGAE AND SOLIDS REMOVAL AND CORRELATION IN STABILIZING POND EFFLUENT SUSPENSES USING BIOFILTER

ABSTRACT: This research aimed to evaluate the removal of microalgae from a stabilization pond system using biofilters as a post-treatment, and to try to correlate Total Suspended Solids with chlorophyll “a”. For this, two biofilters were used, filter 1 fed with optional pond effluent and filter 2 fed with maturation pond effluent. The filler material of both filters was predominantly nº 2 gravel, although it contained portions of nº 1 and 3 gravel. The final average TSS concentrations in filters 1 and 2 were 128 and 109 mg / L and the removal efficiencies of 37 and 20%, respectively. As for the removal of chlorophyll “a”, the efficiency of filter 1 was 44% and in filter 2 was 33%. The most significant and representative correlation between all parameters was between TSS x Chlorophyll “a”, it was observed that the correlation between Chlorophyll “a” and TSS were larger and more significant in the effluents than in the tributaries. Satisfactory results were obtained regarding the removal of TSS and chlorophyll “a” in both filters at the post-treatment level.

KEYWORDS: Stabilization pond, removal of microalgae, biofilters, chlorophyll correlation “a” x total suspended solids.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, um país tropical, por serem processos biológicos naturais de tratamento de esgotos, as lagoas de estabilização se beneficiam de fatores bióticos e abióticos, como: as altas radiações solares, temperaturas elevadas, forte ação dos ventos e a luminosidade durante todo o ano, especialmente na região do Nordeste, estas condições favorecem a utilização dos sistemas de lagoas de estabilização. Somando as condições favoráveis com a disponibilidade de nutrientes advindos dos próprios esgotos, as lagoas de estabilização, tornam-se um ambiente ideal para o desenvolvimento e proliferação das microalgas, microrganismos fundamentais para o processo de tratamento neste tipo de sistema.

As lagoas de estabilização constituem uma das tecnologias mais simples e barata empregada no tratamento de esgotos, embora seus efluentes apresentem elevadas concentrações de sólidos suspensos na forma de microalgas, que fazem com que esse tipo de tratamento não se adeque aos padrões restritivos de lançamento. A presença significativa de algas nos efluentes de lagoas de estabilização torna-se um inconveniente nos corpos receptores e, até mesmo, inviabiliza diversos usos que se pretende dar à água a jusante do lançamento. As microalgas podem alterar o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, criando um biofilme superficial de cor verde, alterando a transparência da água e conduzindo a desoxigenação de lagos e rios. Caso o efluente seja usado para irrigação, concentrações excessivas de SS e algas podem afetar a porosidade do solo.

Buscou-se um sistema de pós-tratamento com características similares às lagoas

de estabilização, quanto à simplicidade operacional e ao baixo custo. O sistema de pós-tratamento usado foram biofiltros submersos, utilizando como material de enchimento brita. Nos biofiltros acontecem os processos de sedimentação, assimilação biológica e retenção física devido ao efeito de filtração e a biodegradação.

O objetivo da pesquisa foi avaliar a eficiência da remoção de microalgas e de sólidos em suspensão e sua correlação em efluentes de lagoas de estabilização, utilizando como pós-tratamento biofiltros submersos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Estação de Tratamento de Esgoto de Ponta Negra, localizada no município de Natal, do tipo lagoa de estabilização, constituída por três lagoas, sendo uma lagoa facultativa primária (LFP) e duas de maturação (LM1 e LM2). O sistema piloto de pós-tratamento estava instalado nas dependências da ETE Ponta Negra. A pesquisa utilizou dois biofiltros submersos em escala piloto (Figura 2), que foram alimentados com efluentes do sistema de lagoas de estabilização, um alimentado pelo efluente da lagoa facultativa, o outro alimentado com efluente da segunda lagoa de maturação.

Os filtros foram construídos em alvenaria de tijolos, ambos apresentando as seguintes características físicas e hidráulicas: 4,10 m de comprimento; 1,00 m de largura; cada filtro possui 1,70 m de altura de brita, entretanto, a altura da lâmina d'água dos filtros era de 1,75 metros, trabalhavam afogados, com uma borda livre de 0,05 m (5 cm), tendo uma altura total 1,80 m. Os filtros tinham o fluxo descendente e horizontal, com vazão em cada filtro regulada para um tempo de detenção hidráulico de 6 h cada (vazão unitária de 14,4 m³/dia).

Ressalta-se que as condições operacionais dos filtros eram péssimas, para realização desta pesquisa, passaram por manutenção na parte superior, não tendo conhecimento da sua estrutura na sua profundidade, já que os mesmos eram enterrados. Os filtros foram instalados há quase 10 anos, o material de enchimento nunca foi retirado desde a época da construção, nunca foi limpo, podendo estar colmatado parte do seu material de enchimento. Os biofiltros da pesquisa são apresentados nas figuras 1 e 2:



Figura 1: Biofiltos Submersos na época da construção



Figura 2: Biofiltos Submersos em situação operacional no período da pesquisa

Os filtros foram cobertos com tijolos para diminuir a influência da luminosidade e radiação sobre a lâmina d'água. Foi realizado um teste de distribuição granulometria utilizando a metodologia da ABNT NBR 7211/2009, para caracterizar a brita pré-existente no sistema de filtros. Conclui-se que a brita utilizada na pesquisa era predominantemente nº 2, apesar de conter porções de brita nº 1 e 3.

Foram realizadas coletas em quatro pontos de amostragem (entradas e saídas dos filtros) e posteriormente encaminhadas aos laboratórios para as análises de sólidos suspensos totais, seguindo metodologias padronizadas pelo “Standard Methods” (APHA et al., 2005); quanto ao parâmetro da clorofila “a”, a metodologia utilizada foi a determinada por Jones (1979), extração por metanol. As análises foram realizadas no Laboratório de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – LARHISA da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

Foram realizados dois perfis (20/11/2012 e 18/01/2013), entre as 6 e às 18h. Com a finalidade de observar a variação da clorofila “a” durante o dia, se as amostras pontuais representavam fielmente a qualidade do efluente no horário da coleta da pesquisa. As coletas ocorreram a cada 2h, também foi realizada uma coleta às 7h para representar a coleta normalmente realizada durante o período da pesquisa, totalizando 7 coletas para cada perfil.

Para facilitar a coleta e análise de dados, os pontos de coleta foram identificados da seguinte forma: FLF-E a entrada do filtro com efluente da Lagoa Facultativa, FLF-S saída do filtro com o efluente da Lagoa Facultativa, FLM-E a entrada do filtro com efluente da Lagoa de Maturação e FLM-S a saída do filtro com o efluente da Lagoa de Maturação.

A análise estatística verificou se a remoção foi significativa entre as entradas e as saídas dos filtros, esta análise foi realizada através do Teste t, ao nível de 5% de significância. Foi aplicada a correlação de Pearson (r) para conferir a relação Clorofila “a” x SST.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em termos de discussão de resultados, o Filtro – FLF corresponde ao filtro alimentado pelo efluente da Lagoa facultativa e o Filtro – FLM faz referência ao filtro alimentado pelo efluente da Lagoa de Maturação.

As concentrações de SST nos efluentes dos filtros foram 128 e 109 mg/L no FLF e FLM, respectivamente. Estas concentrações de SST nos efluentes dos filtros foram maiores do que as apresentadas nos estudos Oliveira e Gonçalves (1999) e Luduvic et al. (2001), que obtiveram 37 e 12,5 mg/L, respectivamente. Vale salientar, no entanto, que esses autores trabalharam sob condições operacionais diferentes, como por exemplo: TDH maior e o controle da concentração afluente de sólidos suspensos menores do que a utilizada nesta pesquisa.

Com relação ao desempenho dos filtros, houve remoção de 37% no FLF e de 20% no FLM. Estas eficiências foram menores que as observadas por Neder, Queiroz e Souza (2001) obtiveram 95% e Araújo et al. (2005) alcançaram 44%. Já Gomes (2010), em seu experimento com o filtro de pedras obteve remoção de 48% de sólidos suspensos e uma concentração final de 188mg/L, e no outro piloto de lagoa-filtro obteve 13% de remoção de sólidos suspensos e uma concentração final de 131mg/L na saída. A Figura 3 ilustra as variações das concentrações de sólidos suspensos totais.

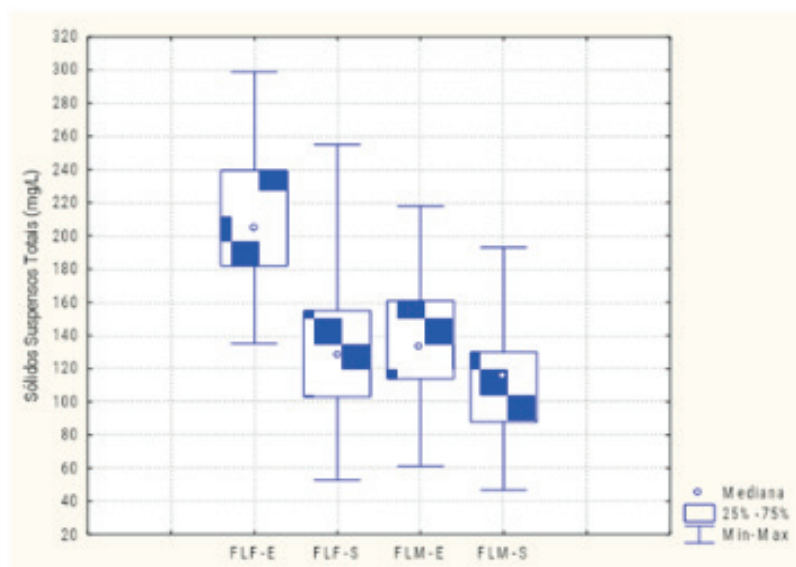


Figura 3. Comportamento dos Sólidos Suspensos Totais nos Filtros

Quanto à clorofila “a”, as concentrações de clorofila “a” nas saídas dos filtros foram de 1474 $\mu\text{g/L}$ (Facultativa) e 880 $\mu\text{g/L}$ (Maturação), com eficiências de remoção de 44% e 40%, para o FLF e o FLM, respectivamente. A Figura 4 ilustra a variação das concentrações da clorofila “a”, enquanto a figura 5 apresenta as eficiências pontuais da clorofila “a”, ao longo do período da pesquisa, que no FLF variaram de 16% a 79%, no FLM variaram de 12% a 69%.

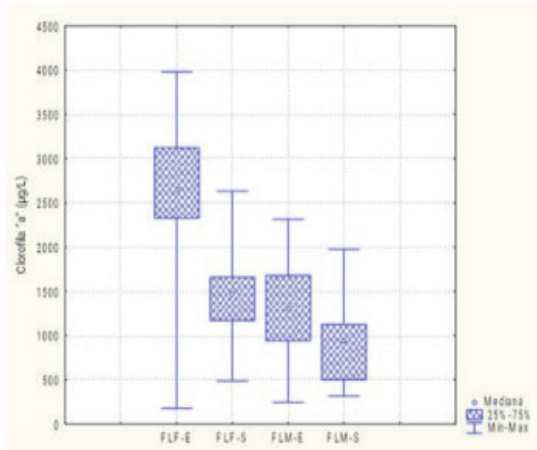


Figura 4. Comportamento da Clorofila “a” nos Filtros

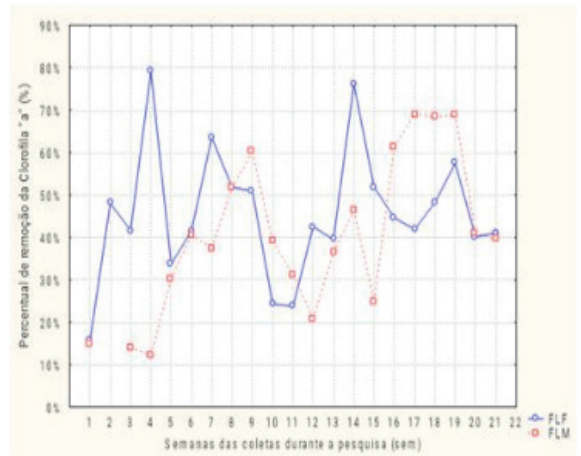


Figura 5. Eficiências pontuais da Clorofila “a” ao longo da pesquisa

A clorofila “a” apresentou melhor eficiência, em ambos os filtros, mas bem abaixo quando comparados aos apresentados por Queiroz (2001) que conseguiu 99%, Short et al. (2007) alcançaram remoções de 55%. Araújo et al. (2005) utilizaram em seus filtros conduítes com diâmetro de 20 mm e argila expandida com diâmetros de 30 e 15 mm, como material de enchimento, obtiveram remoções que variaram de 72% a 82%. Com relação a qualidade do efluente final, Queiroz (2001) atingiu concentrações variando de $36\mu\text{g/L}$ a $39\mu\text{g/L}$, enquanto Short et al. (2007) conseguiram $22\mu\text{g/L}$. Gomes (2010), em seu experimento obteve 88% de remoção de clorofila “a”, com concentração final de $20\mu\text{g/L}$ na saída, num piloto de filtro de pedra; em outro piloto de lagoa-filtro removeu 46% de clorofila e obteve uma concentração final de $87\mu\text{g/L}$.

A concentração média diária do FLF-E no perfil 1 foi de $1880\mu\text{g/L}$, a maior variação diária em termos de concentração foi registrada no horário das 16 horas com acréscimo de $670\mu\text{g/L}$ (36%) acima da média, para o FLF-S a média diária foi $873\mu\text{g/L}$, e sua maior variação foi observada também às 16 horas com aumento de $664\mu\text{g/L}$ na concentração, uma variação de 76% se comparado com a média. No perfil 2, o FLF-E obteve uma média diária de $2263\mu\text{g/L}$, registrando a maior variação às 16 horas com aumento de $905\mu\text{g/L}$ (40%) em termos concentração acima da média, para o FLF-S a média diária foi de $1054\mu\text{g/L}$, a maior variação foi anotada às 8 horas com um aumento de $507\mu\text{g/L}$ (48%) sobre a média. As Figuras 6 e 7 ilustram as variações diárias da clorofila “a” para o FLF.

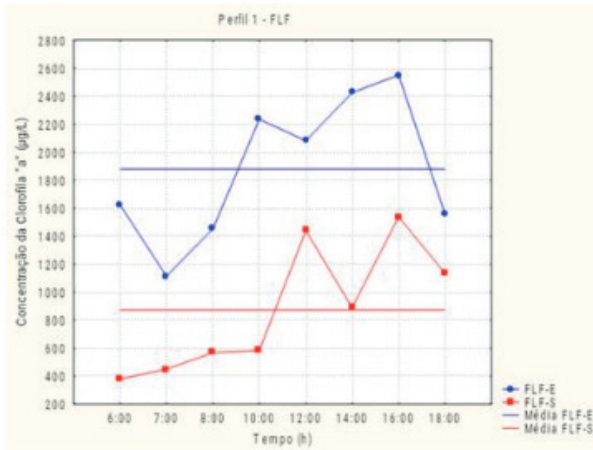


Figura 6. Variação diária da concentração da Clorofila “a” no FLF (Perfil 1)

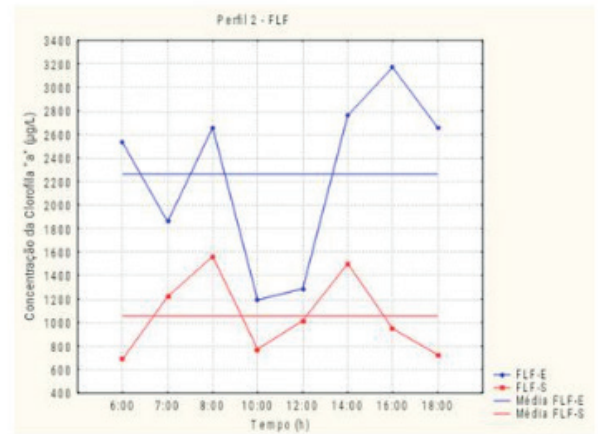


Figura 7. Variação diária da concentração da Clorofila “a” no FLF (Perfil 2)

Para o FLM, a concentração média diária do FLM-E no perfil 1 foi de 1021 $\mu\text{g/L}$, a maior variação diária em termos de concentração foi registrada às 14 horas com acréscimo de 1278 $\mu\text{g/L}$ (125%) acima da média. Para o FLM-S a média diária foi de 545 $\mu\text{g/L}$ e sua maior variação foi observada também às 10 horas com aumento de 212 $\mu\text{g/L}$ (39%) na concentração, comparada com a média. No perfil 2 o FLM-E obteve uma média diária de 1294 $\mu\text{g/L}$, cuja maior variação foi observada as 12 horas com diminuição de 500 $\mu\text{g/L}$ (61%), em ambos os horários acima da média, para o FLM-S a média diária foi de 631 $\mu\text{g/L}$, a maior variação foi registrada às 8 horas com um aumento de 572 $\mu\text{g/L}$ (91%) sobre a média, sendo estas variações muito expressivas. As Figuras 8 e 9 ilustram as variações diárias da clorofila “a” para FLM.

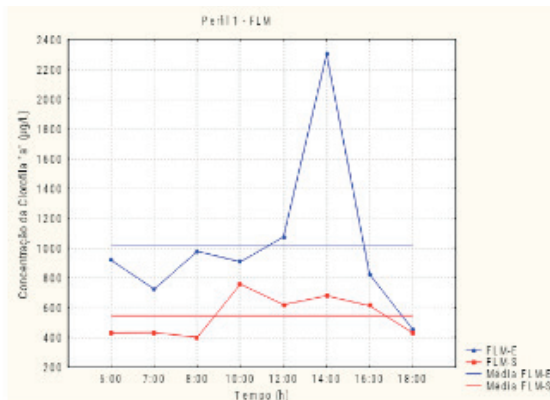


Figura 8. Variação diária da concentração da Clorofila “a” no FLM (Perfil 1)

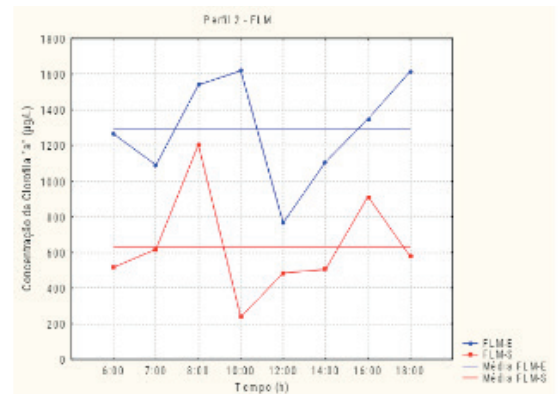


Figura 9. Variação diária da concentração da Clorofila “a” no FLM (Perfil 2)

4 | CONCLUSÕES

Apesar das péssimas condições operacionais, os filtros obtiveram eficiências satisfatórias em nível de pós-tratamento. Faz-se a seguir conclusão mais específica dos resultados:

1. No FLF foram removidos 37% de SST e 44% de Clorofila “a”, enquanto que o FMF foi removido 20% de SST e 40% Clorofila “a”, estas remoções foram

significativas;

2. Houve maior correlação e significativa dos dados entre Clorofila “a” e SST nos efluentes dos filtros do que nos efluentes das lagoas;

3. Foi observado que as variações ao longo do dia dos parâmetros não foram estatisticamente significativas comparando com a média global diária e ao horário de coleta da pesquisa, ou seja, que independente do horário da coleta, os valores das concentrações teriam a mesma representatividade ao longo do dia. Embora as variações pontuais durante o dia sejam bem expressivas.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA. Water environment federation – WEF. Standard for the Examination of Water and Wastewater. 21 ed. Hardcover. 2005.

Araújo, G. M.; Oliveira, E. C. A.; Ingunza, M. P. D.; Calazans, M. A. D.; Araujo, A. L. C. Avaliação da utilização de filtros anaeróbios simplificados, na remoção de algas de efluentes de lagoas de estabilização. XXIII Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, anais... Associação brasileira de engenharia sanitária e ambiental, Campo Grande. 2005.

Gomes, M. C. R. L. Polimento de efluentes de sistema de tratamento de dejetos suínos em filtro de pedra e lagoa-filtro. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 181pp. 2010.

Jones, J.G. A guide to methods for estimating microbial numbers and biomass in fresh water. Ambleside: Freshwater Biological Association. 1979.

Luduvic M. L., Queiroz, T. R., Neder, K. D., Souza, M. A. A. Sólidos suspensos como indicador de densidade de algas em lagoas de estabilização. XXI Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, Anais... Associação brasileira de engenharia sanitária e ambiental. Porto Alegre. 2001.

Neder, K. D., Queiroz, T. R., Souza, M. A. A. Utilização de processos naturais para polimento de efluentes de lagoas de estabilização. XXI Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, Anais... Associação brasileira de engenharia sanitária e ambiental. João Pessoa. 2001.

Oliveira, F. F. E Gonçalves, R. F. Principais tecnologias empregadas no polimento do efluente de lagoas de estabilização. XX Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. Anais... Associação brasileira de engenharia sanitária e ambiental. Rio de Janeiro RJ. 1999.

Queiroz, T. R. Remoção de sólidos suspensos de efluentes de lagoas de estabilização por meio de processos naturais. Dissertação Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos- Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 229 p. 2001.

Short, M. D., Cromar, N. J., Nixon, J. B., Fallowfield, H. J. Relative performance of duckweed ponds and rock filtration as advanced in-pond wastewater treatment processes for upgrading waste stabilisation pond effluent: a pilot study. Water Science & Technology. 55 (11), 111-119. 2007.

SOBRE O ORGANIZADOR

Helenton Carlos da Silva - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

ÍNDICE REMISSIVO

B

Bacia hidrográfica 6, 57, 68, 105, 115, 119, 120, 130, 150
Balneabilidade 7, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92
Biofiltros 139, 141

C

Caracterização 5, 57, 58, 59, 63, 112, 162, 170, 171, 181, 182, 183, 187
Comunidade rural 6, 14, 15, 25, 102

D

Descarte Inapropriado 190
Diagnóstico ambiental 5, 6, 57, 58

E

Educação Ambiental 92, 151, 164, 177, 179, 189
Ensaio de Tratabilidade 105, 112, 113, 115, 116, 117, 119, 121, 122, 123, 124, 126, 129
Equipamento de Informática e Hardware 190
Esgotamento sanitário 14, 15, 17, 20, 25, 26, 30, 46, 52, 120
ETA 105, 106, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 128, 129

G

Gerenciamento de Resíduos Sólidos 8, 160, 162, 163, 169
Gerenciamento de Riscos 106, 107
Gestão Ambiental 79, 177, 192, 217
Gestão comunitária 41, 43, 50, 51, 52, 53, 54
Gestão de Riscos 105, 106, 107, 117, 118, 215
Globalização 170, 171

I

Indústria Gráfica 8, 160, 161, 162, 163, 165, 168

L

Lagoa de estabilização 21, 139, 141

M

Matriz Tecnológica 6, 41, 42, 43, 46, 48, 50, 51, 52
Modo de produção camponesa 41

O

Otimização 7, 28, 112, 115, 118, 119, 121, 129, 130, 160, 162, 166, 167

P

Permeabilidade 7, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138
Plano de Gestão de Resíduos Sólidos 188
Plano de Segurança da Água 105, 106, 112, 117
Política pública de saneamento básico 6, 1
Política Tarifária e Desempenho Econômico do Setor de Saneamento Básico 27
Potabilidade da Água 7, 93, 94, 96, 97, 101, 102
Prestação de serviço 6, 41, 42, 43, 48, 54
Privatização 1, 7, 11
Produção Mais Limpa 8, 160, 161, 168, 169

Q

Qualidade Ambiental 5, 57, 58, 79
Qualidade da água 54, 68, 79, 81, 85, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 112, 115, 117, 119, 120, 121, 149, 178

R

Regulação 5, 6, 8, 9, 10, 11, 27, 28, 29, 34, 37, 38, 40
Remoção de microalgas 139, 141
Reservação Domiciliar 93, 94, 98
Reservatório 93, 94, 101, 104, 215
Resíduos Sólidos 5, 8, 8, 10, 13, 46, 58, 86, 131, 138, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 198, 199
Restauração 54, 147
Riscos Inerentes Externos 105, 113, 116, 117

S

Saneamento básico 5, 6, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 45, 48, 49, 50, 53, 54, 56, 91, 92, 94, 120
Saneamento Rural 6, 15, 26, 41, 42, 43, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56
Saúde Pública 15, 23, 45, 49, 79, 80, 94, 102, 103

T

Tratamento de Água Convencional 7, 105, 112, 113, 116, 117, 118, 119, 121, 129, 130

