

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Collection:

**APPLIED ENVIRONMENTAL
AND SANITARY
ENGINEERING**

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Collection:

**APPLIED ENVIRONMENTAL
AND SANITARY
ENGINEERING**

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Collection: applied environmental and sanitary engineering

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied environmental and sanitary engineering /
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. -
Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-857-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.578221901>

1. Environmental and sanitary engineering. I. Paniagua,
Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 628

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa - Paraná - Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



PRESENTATION

The e-book: "Collection: Applied environmental and sanitary engineering" consists of nineteen book chapters that address different themes, but which converge to an enormous concern that increasingly threatens the quality and well-being of future generations: use sustainable environment and its different biotic and abiotic factors. In this sense, the organization and presentation of book chapters was carried out in four thematic areas, providing a better organization and sequencing, leading to a better understanding and ease in understanding each chapter in this e-book. Therefore, the e-book was divided into four thematic areas, namely: *i)* evaluation of the quality of water resources intended for human consumption; *ii)* emission of particulate materials from the combustion of fuels by the fleet of motor vehicles and the burning of large green areas in order to meet the interest of the agricultural sector; *iii)* actions to minimize the amount of waste sent to sanitary landfills, controlled or dumps based on the practice of segregating recyclable waste; *iv)* basic sanitation and the increase in the Human Development index, generation of energy and fertilizers from biodigestion processes and the presence of pesticides and pharmaceuticals in foods of animal origin.

The first theme consists of six book chapters dealing with the importance of continuous monitoring of water quality for drinking purposes, with studies being presented that prove the lack of efficiency in removing microorganisms with pathogenic properties. Furthermore, the importance and creation of public policies in order to avoid the eutrophication of aquatic bodies that are increasingly common in urban areas. The second consists of four chapters that evaluated the air quality from the emission of particulate materials from human activities, including the burning of fuels and fires in different biomes and how these have been influencing the increase in the formation of islands of heat in urban centers.

The third theme consists of four book chapters that address the importance of carrying out the construction of residential works (condominiums) in order to encourage residents to develop an environmental awareness in relation to the segregation of waste, especially organic and recyclable ones, and the latter would be intended for people who work and with recycling and who contribute significantly to the reduction in the final disposal of waste. Finally, the fourth theme consists of five chapters that present works that discuss the importance of biodigestion in rural areas, basic sanitation as an important factor in determining the HDI and the importance of monitoring the presence of pesticides and drugs in food of animal origin.


In this perspective, Atena Editora has been working with the aim of stimulating and encouraging researchers from Brazil and other countries to publish their work with a guarantee of quality and excellence in the form of books and book chapters that are available on the Editora's website and elsewhere. digital platforms with free access.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AVALIAÇÃO DE INDICADORES ATMOSFÉRICOS EM COMPOSTOS DE CHUVA OCORRIDOS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO UTILIZANDO O MODELO NUMÉRICO WRF


Fabricio Polifke da Silva
Maria Gertrudes Alvarez Justi da Silva
Wallace Figueiredo Menezes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219011>

CAPÍTULO 2..... 14

ANÁLISE DO PADRÃO DA ÁGUA POTÁVEL COMERCIALIZADA EM RELAÇÃO AOS ELEMENTOS QUÍMICOS PRESENTES PELA TÉCNICA DE RADIAÇÃO SINCROTRON E DE COLIFORMES FECALIS PELO MÉTODO COLILLERT®


Ariston da Silva Melo Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219012>

CAPÍTULO 3..... 27

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE RISCOS MICROBIOLÓGICOS (AQRM) ASSOCIADOS AO REÚSO DE ÁGUAS CINZAS: ESTUDO DE CASO EM MACEIÓ-AL


Ivo Gabriel Guedes Alves
Marcio Gomes Barboza
Ivete Vasconcelos Lopes Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219013>

CAPÍTULO 4..... 42

GRAU DE EUTROFIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA, ES, BRASIL


Gemael Barbosa Lima
Gilberto Henke
Wanderson de Paula Pinto
Julielza Betzel Badotto
Claudinei Antônio Montebeller

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219014>

CAPÍTULO 5..... 56

DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO CON PERSPECTIVA DE GÉNERO EN COMUNIDADES MAYAS DE MÉXICO

Delghi Yudire Ruiz Patrón
Cindy Vianely Cetina Aguilar
Jesús Antonio Santos Tejero
José Efraín Ramírez Benítez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219015>

CAPÍTULO 6..... 72

DESENVOLVIMENTO DE UMA ROTINA COMPUTACIONAL PARA O DIMENSIONAMENTO

DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

Lorena Francyne Queiroz Rocha

Marcio Gomes Barboza

Wagner Roberto Oliveira Pimentel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219016>

CAPÍTULO 7..... 87

COMPORTAMENTO DAS QUEIMADAS NOS BIOMAS BRASILEIROS ENTRE OS ANOS DE 2009 E 2020


Débora Cristina Correia Cardoso

Daniely Neckel Rosini

Jordana dos Anjos Xavier

Valter Antonio Becegato

Alexandre Tadeu Paulino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219017>


CAPÍTULO 8..... 102

QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS A PARTIR DA QUEIMA DE BIOMASSA EM LAGES-SC

Jordana dos Anjos Xavier

Valter Antonio Becegato

Alexandre Tadeu Paulino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219018>

CAPÍTULO 9..... 114

MÉTODO DE INTERPOLAÇÃO KRIGAGEM NA MEDIÇÃO DE ILHA DE CALOR EM SANTARÉM-PA

Felizandra Pereira de Aquino

Hudson Ferreira Dias


Victor Hugo da Rocha Uchoa

Carlos Manoel Rocha Melo

Raphael Tapajós

Wilderclay Barreto Machado

Rodrigo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5782219019>

CAPÍTULO 10..... 124

MODELAGEM E PREVISÃO DA CONCENTRAÇÃO DE PM₁₀ NA CIDADE DE VITÓRIA, ESPÍRITO SANTO, BRASIL

Wanderson de Paula Pinto

Valdério Anselmo Reisen

Gemael Barbosa Lima


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190110>

CAPÍTULO 11..... 134

PANORAMA DA COLETA SELETIVA EM SALVADOR-BA E A EXPERIÊNCIA DE COOPERATIVAS DE MATERIAIS RECICLÁVEIS COM OS POSTOS DE ENTREGA

VOLUNTÁRIA (PEV)


Juliane Figueredo de Araújo Ribeiro
Gabriela Vieira de Toledo Lisboa Ataíde
Luiz Roberto Santos Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190111>

CAPÍTULO 12..... 144

PROPOSTA METODOLÓGICA DE AVALIAÇÃO DE UMA FERRAMENTA PARA PROMOVER A RECICLAGEM INCLUSIVA


Andréa Cardoso Ventura
José Célio Silveira Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190112>

CAPÍTULO 13..... 156

OPTIMIZING REVERSE LOGISTIC NETWORK PROPOSAL OF WASTE PICKERS ORGANIZATIONS WITH WASTE TRANSFER STATIONS TO IMPROVE THE ECONOMIC EFFICIENCY OF RECYCLING CHAIN


Marcus Camilo Dalvi Garcia
Renato Ribeiro Siman
Maria Claudia Lima Couto
Luciana Harue Yamane
Rodrigo Alvarenga Rosa
Gisele de Lorena Diniz Chaves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190113>

CAPÍTULO 14..... 178

ECONDOMÍNIOS PROJECT: SOLID WASTE MANAGEMENT IN RESIDENTIAL CONDOMINIUMS


Gerson Araujo de Medeiros
Ana Paula Loro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190114>

CAPÍTULO 15..... 186

ESTUDO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE BIODIGESTÃO UTILIZANDO RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE ROSANA


Sabrina Emília de Almeida Pavez
Letícia Sabo Boschi
Claudia Gonçalves de Azevedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190115>

CAPÍTULO 16..... 205

RELAÇÃO ENTRE INDICADORES DE SANEAMENTO E ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO (IDH) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL


Rafaela Ferrareis Loubato
Gemael Barbosa Lima
Claudinei Antônio Montebeller
Wanderson de Paula Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190116>

CAPÍTULO 17.....218

MONITORAMENTO DA REMOÇÃO MULTIELEMENTAR EM TRATAMENTO POR VALA DE FILTRAÇÃO

Ariston da Silva Melo Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190117>

CAPÍTULO 18.....234

QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS (MEDICAMENTOS VENCIDOS) GERADOS EM UM HOSPITAL ESCOLA LOCALIZADO NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Camila Cristina da Silva Moraes

João Vicente Franceschi

Letícia Piteli Balan

Lucas Eduardo Zacarias Gomes


Marcos Vinicius de Souza Serrano

Paulo Giovanni Coraucci Netto

Vinicius Solimani Marquezam

Vitor Vilela Pinese

Luciana Rezende Alves de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190118>

CAPÍTULO 19.....245


DETECTION AND QUANTIFICATION OF MULTIRESIDE PESTICIDES AND PHARMACEUTICALS IN FOODS OF ANIMAL ORIGIN USING THE QuEChERS METHOD IN PREPARATION OF SAMPLES

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Bruno Elias dos Santos Costa

Anelise dos Santos Mendonça Soares

Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.57822190119>

SOBRE O ORGANIZADOR.....256

ÍNDICE REMISSIVO.....257

MONITORAMENTO DA REMOÇÃO MULTIELEMENTAR EM TRATAMENTO POR VALA DE FILTRAÇÃO

Data de aceite: 10/01/2022

Data de submissão: 08/11/2021

Ariston da Silva Melo Júnior

Doutor pela Unicamp e Pós Doutor pelo IPEN/
USP

São Paulo (SP), Brasil

<http://lattes.cnpq.br/0010807076892082>

RESUMO: Com o aumento populacional e da necessidade de mais alimento e bens de consumo industriais, as necessidades hídricas acabam sendo cada vez mais utilizadas. Se não se bastasse à demanda excessiva de água para produção no setor industrial e agrícola, os despejos de esgoto sem tratamento em corpos d'água limpo geram um enorme impacto ambiental. Cada vez mais, engenheiros tem trabalhado em centros de pesquisa de modo a gerar metodologias e tecnologias sustentáveis para limpeza e preservação desse importante recurso a vida que é a água. Entre as tecnologias em estudo têm-se os sistemas de vala de filtração que surgiram como um tratamento alternativo para suprir as necessidades de tratamento hídrico. A presente pesquisa estudou um sistema constituído por três valas de filtração de camada de brita 0,20 m e camada de areia distinta de: 0,75 m; 0,50 m e 0,25 m. O estudo durou cinco semanas e possibilitou analisar pela técnica de radiação sincrotron a presença dos seguintes elementos químicos: P; S; Cl; K; Cr; Mn; Fe; Zn; As e Pb. Ainda foi possível verificar que o

desempenho de tratamento foi de 60% na faixa de 0,75m; 30% na faixa de 0,50 m e 6% na faixa de 0,25 m.

PALAVRAS-CHAVE: Meio Ambiente, Reuso, Contaminação e Sustentabilidade.

MONITORING OF MULTI-ELEMENTARY REMOVAL IN TREATMENT BY FILTER DITCH

ABSTRACT: With population growth and the need for more food and industrial consumer goods, water needs are increasingly being used. If excessive water demand for production in the industrial and agricultural sector were not enough, untreated sewage discharges into clean water bodies have a huge environmental impact. Increasingly, engineers have been working in research centers to generate sustainable methodologies and technologies for cleaning and preserving this important life resource that is water. Among the technologies under study are filtration trench systems that have emerged as an alternative treatment to meet the needs of water treatment. The present research studied a system consisting of three filtration trenches of 0.20 m gravel layer and distinct sand layer of: 0.75 m; 0.50 m and 0.25 m. The study lasted five weeks and allowed to analyze by the synchrotron radiation technique the presence of the following chemical elements: P; S; Cl; K; Cr; Mn; Faith; Zn; As and Pb. It was also possible to verify that the treatment performance was 60% in the 0.75m range; 30% in the 0.50 m range and 6% in the 0.25 m range.

KEYWORDS: Environment, Reuse,

INTRODUÇÃO

Entre 1900 e 1995, a população mundial triplicou e o consumo global de água cresceu mais de seis vezes. Esses dados são alarmantes ao levar-se em consideração que um terço da população do planeta vive em países que sofrem estresse hídrico, sendo que este percentual consome cerca de 10% dos recursos renováveis de água doce (MORAES e JORDÃO, 2002).

Segundo Moraes e Jordão (2002) o planeta Terra possui cerca de 1,40 milhões de km³ de água distribuídos de modo heterogêneo, sendo: 98% na forma de águas oceânicas (salgada) e cerca de 2% em forma de água doce. Tendo ainda com relação a água doce que dos 2% predominantes, 1,7% encontram-se na forma de geleiras e apenas 0,3% de águas subterrâneas e superficiais. Apenas o percentual de 0,3% pode ser utilizado para abastecimento público, sendo que desse percentual apenas 3% apresentam-se na forma de água superficial, ou seja, de fácil extração. Daí tem-se a grande preocupação em preservar os recursos hídricos no planeta.

O avanço do crescimento populacional e das necessidades hídricas para produção de energia e alimentos faz com que, torne-se cada vez mais vital o saneamento básico e a preservação das fontes de água potável. De modo geral, o saneamento básico tem sido encarado como um atributo de responsabilidade dos governos, com a criação de modernas e vastas estações de tratamento de esgoto, denominadas ETEs. Mas, devido ao alto custo de implantação, cada vez mais tem sido incentivado estudos de sistemas alternativos de tratamento de baixo custo de implantação e fácil manuseio.

A gama de processos alternativos de tratamento desenvolvido é grande, sendo de destaque: reatores anaeróbicos, wetlands, filtros lentos, lagoas de estabilização e valas de filtração.

O intuito da presente pesquisa foi o estudo do comportamento da remoção de elementos químicos, entre eles metais pesados num efluente líquido pelo processo de três valas de filtração com camada de meio suporte de areia distinto. A pesquisa foi alocada na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e as análises multielementares realizadas pelo Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS).

REVISÃO DE LITERATURA

Problemática Hídrica na atualidade

À medida que as populações e as atividades econômicas crescem, muitos países atingem rapidamente condições de escassez de água ou se defrontam com limites para o desenvolvimento econômico (MORAES e JORDÃO, 2002).

A demanda de água aumenta rapidamente, com 70-80% exigidos para a irrigação, menos de 20% para a indústria, e apenas 6% para consumo doméstico. O manejo holístico da água doce como um recurso finito e vulnerável e a integração de planos e programas hídricos setoriais aos planos econômicos e sociais nacionais foram medidas de importância fundamental para a década de 1990 e o são também para o futuro (AGENDA 21, 1996).

Há poucas regiões no mundo ainda livres dos problemas da perda de fontes potenciais de água doce, da degradação na qualidade da água e da poluição das fontes de superfície e subterrâneas. Os problemas mais graves que afetam a qualidade da água de rios e lagos decorrem, em ordem variável de importância, segundo as diferentes situações, de esgotos domésticos tratados de forma inadequada, de controles inadequados dos efluentes industriais, da perda e destruição das bacias de captação, da localização errônea de unidades industriais, do desmatamento, da agricultura migratória sem controle e de práticas agrícolas deficientes. Os ecossistemas aquáticos são perturbados, e as fontes vivas de água doce estão ameaçadas (AGENDA 21, 1996).

Nos últimos 60 anos, a população mundial duplicou, enquanto o consumo de água multiplicou-se por sete. Considerando que, da água existente no planeta, 97% são salgadas (mares e oceanos), e que 2% formam geleiras inacessíveis, resta apenas 1% de água doce, armazenada em lençóis subterrâneos, rios e lagos, distribuídos desigualmente pela Terra. O Brasil detém 8% de toda essa reserva de água, sendo que 80% da água doce do país encontram-se na região Amazônica, ficando os restantes 20% circunscritos ao abastecimento das áreas do território brasileiro onde se concentram 95% da população (ASSIS, 1998).

Estima-se que, no início deste século, mais da metade da população mundial viverá em zonas urbanas. Até o ano 2025, essa proporção chegará aos 60%, compreendendo cerca de 5 bilhões de pessoas. O crescimento rápido da população urbana e da industrialização está submetendo a graves pressões os recursos hídricos e a capacidade de proteção ambiental de muitas cidades. Uma alta proporção de grandes aglomerações urbanas está localizada em torno de estuários e em zonas costeiras. Essa situação leva à poluição pela descarga de resíduos municipais e industriais combinada com a exploração excessiva dos recursos hídricos disponíveis, ameaçando o meio ambiente marinho e o abastecimento de água doce (AGENDA 21, 1996).

As contaminações são originárias principalmente do lançamento de águas residuais domésticas e industriais em rios e lagos. A poluição de um ambiente aquático envolve, portanto, processos de ordem física, química e biológica (VON SPERLING, 1993).

Todavia, no contexto geral, o conceito de poluição não está ainda definido com exatidão e nem divulgado corretamente na esfera da população. Para uns, poluição é a modificação prejudicial em um ambiente onde se encontra instalada uma forma de vida qualquer; para outros, essa forma de vida tem de ser o homem, e outros também a admitem como uma alteração ecológica nociva direta ou indiretamente ligada à higidez humana

(CARVALHO, 1980).

Sistemas de Vala de Filtração

Segundo a Norma NBR 13.969 (1997), as valas de filtração são processo de tratamento disposição final de efluente anaeróbio que consiste na percolação do mesmo no solo, onde ocorre a depuração devido aos processos físicos (retenção de sólidos) e bioquímicos (oxidação) devido aos microrganismos fixos nas superfícies dos grãos de areia, sem necessidade de operação e manutenção complexas. De acordo com Jordão (2005), o sistema de valas de filtração consiste em um conjunto de canalizações, assentado a uma profundidade racionalmente fixada, em um solo cujas características permitam a absorção do esgoto efluente do tanque séptico conectada ao sistema.

A percolação do líquido através do solo permitirá a mineralização dos esgotos, antes que o mesmo se transforme em fonte de contaminação das águas subterrâneas e de superfície que se deseja proteger.

A vala de filtração é constituída de condutos não estanques (usualmente tubos perfurados) envolvidos com britas e alinhada no seu interior. São recobertas com solo local e tem uma baixa declividade em sua extensão. O conduto distribui o efluente ao longo da vala, propiciando sua filtração subsuperficial. Como utiliza o solo como meio filtrante, seu desempenho depende das características do solo, assim como seu grau de saturação por água (CORAUCCI FILHO *et. al.* 2001).

Para a disposição no solo devem-se proceder duas análises do local: a primeira é qualitativa e serve para determinar qual o tipo de solo e a profundidade do lençol freático e camadas impermeáveis. A segunda é quantitativa, que é a medida de capacidade de filtração do solo, ou seja, sua permeabilidade. Solos arenosos (muito permeáveis) permitem a rápida passagem do efluente, sem o correto e suficiente tratamento do efluente; já solos argilosos são pouco permeáveis, não permitindo a absorção suficiente para o tratamento (NBR 13.969,1997). Este método pode ser utilizado para disposição final de efluentes líquidos de tanques sépticos, filtros anaeróbios e de outros reatores domésticos que produzam poucos sólidos suspensos. Para sua instalação, necessita-se de locais com boa disponibilidade de área e com remota possibilidade de contaminação do aquífero, a ilustração da Figura 1, apresenta um esquema de vala de filtração.

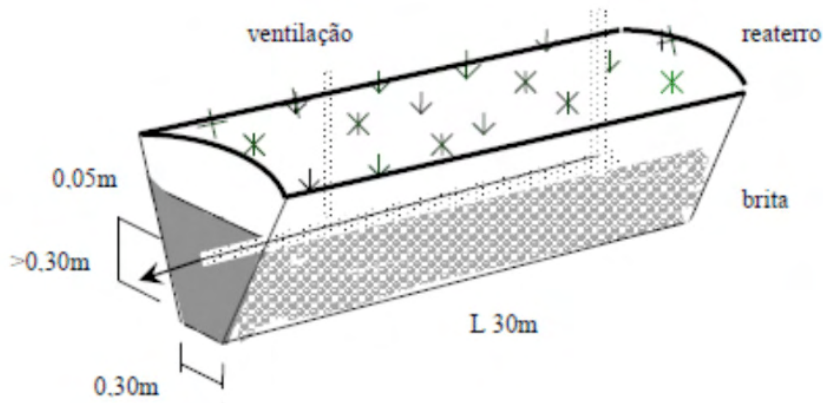


Figura 1: Processo de utilização de Vala de Filtração. (JORDÃO, 2005).

Uso da Radiação síncrotron com a Técnica de Reflexão Total

A tecnologia de radiação síncrotron consiste na utilização de feixes de radiação por excitação para análise multielementar de diferentes áreas do conhecimento científico (MELO JÚNIOR, 2007).

A Radiação Síncrotron é a radiação eletromagnética emitida por uma carga movendo-se com velocidade de 90% da velocidade da Luz, $270.000 \text{ km.s}^{-1}$, ao longo de uma trajetória curva. Essa condição relativística se aplica, em particular, para partículas circulando em aceleradores de elétrons ou pósitrons, cujo raio de curvatura correspondente possui na ordem inicial de vários metros a dezenas de metros. O nome desta radiação deriva de um tipo específico de acelerador, o síncrotron de elétrons (LNLS, 2019). A radiação síncrotron também pode ter origem natural, sendo produzida por objetos astronômicos, como por exemplo, remanescentes de supernovas (pulsares), quasares e núcleos de galáxias ativas (MELO JÚNIOR, 2007).

A radiação é produzida quando elétrons relativísticos espiralam ao longo dos campos magnéticos produzidos por estes objetos (ZEILIK, 1987). A radiação síncrotron é a fonte de uso para as técnicas de estudo de comportamentos desde a difração, microscopia eletrônica, até a reflexão total, conhecida como técnica de fluorescência de raios X por reflexão total. Onde o feixe é calibrado para diferentes níveis de energia (LNLS, 2019).

MATERIAIS E MÉTODOS

Sistema de Vala de Filtração

No campo da FEAGRI foi desenvolvido um projeto piloto de sistema de tratamento alternativo de esgoto baseado em vala de filtração.

A pesquisa se concentrou em cinco semanas no mês de julho de 2019 com coletas

afluente (entrada) e efluente (saída) de águas residuárias oriundas do esgoto produzido na FEAGRI.

O sistema de vala de filtração utilizou placas de acrílico com o meio suporte à mostra visualização das camadas filtrantes. Sendo adotados três compartimentos de pré-tratamento do esgoto local, coletado em tanques específicos. Os compartimentos de tratamento representados pelo sistema de vala de filtração foram confeccionados em caixas de acrílico com altura para camadas de areia distintas: 0,75 m, 0,50 m e 0,25 m.

A Figura 2 apresenta uma das três caixas de acrílico confeccionadas para o experimento.



Figura 2: Detalhe de uma das caixas de acrílico com os tubos de drenagem.

A Figura 2 permite observar o sistema de filtração e tubulação de alimentação da taxa hidráulica de diâmetro 10 cm.

Cada simulador de vala de filtração recebeu uma taxa hidráulica de aplicação distinta, com base na camada suporte de areia adotada. A granulometria da areia utilizada foi de 0,183 mm.

A taxa hidráulica é uma importante relação hidrossanitária que se baseia no tempo de detenção hidráulico (θ_h) em relação a vazão e a área superficial de contato relacionada a aplicação de efluente líquido.

Vale lembrar que a camada suporte de brita 1 adotada foi a mesma em cada vala de filtração de valor 20 cm de espessura. A granulometria média de brita 1 empregada foi de 9,0 mm.

A Tabela 1 apresenta os valores adotados para cada sistema de vala de filtração.

Tipo de Vala filtração	Meio Suporte de areia (m)	Taxa Hidráulica (L.m ² .d ⁻¹)
V1	0,75	40
V2	0,50	60
V3	0,25	100

Tabela 1 – Denominação do sistema de valas de filtração em estudo.

TUBULAÇÃO

A tubulação empregada foi de polietileno de alta densidade (PEAD), uma tubulação muito comum para tubos de drenagem e tubulações de distribuição de esgoto.

Os tubos de PEAD permitem uma melhor distribuição da tensão superficial gerada pelo líquido e o meio suporte adotado e o processo de percolação (CORAUCCI *et al.*, 2000).

Sistema de Vala de Filtração

O complexo de tratamento por vala de filtração com seus diferentes perfis de meio filtrante podem ser observados na Figura 3, a seguir.

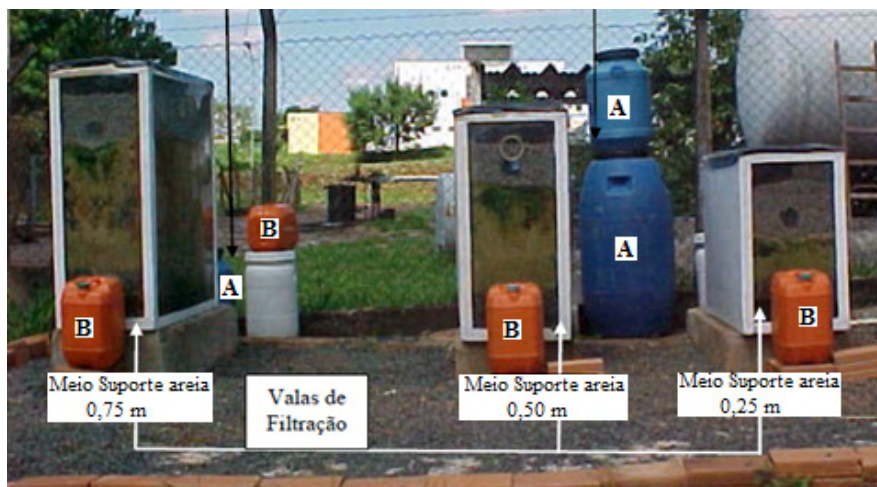


Figura 3: Sistema geral das valas de filtração.

Pela Figura 3 podem-se observar os tanques de coleta de esgoto até o sistema de vala de filtração. Esse efluente foi retirado por processo de bombeamento do sistema de captação de esgoto da Faculdade para ser levado até o local de estudo. Todo o local foi impermeabilizado para impedir possíveis contaminações oriundas do esgoto.

O esgoto é adicionado na parte superior do sistema de vala onde fica a camada de maior porosidade representada pela brita 1, com auxílio de uma pequena bomba pressurizada. Cada sistema tem uma bomba individual regulada à taxa hidráulica para

dosagem do esgoto bruto para tratamento.

O efluente tratado foi coletado nos tambores B para posterior análise da eficiência de tratamento.

Coleta de Amostras

Foram coletadas durante as cinco semanas de estudo, amostras do esgoto bruto (sem tratamento) e nos tanques B (Figura 3) após o tratamento para cada simulador de vala de filtração em garrafas PET. O volume captado e engarrafado foi de 500 mL para posterior análise da presença de metais pesados nas amostras pré-tratamento (esgoto bruto) e pós-tratamento, após utilização da vala de filtração.

As amostras engarrafadas foram congeladas a temperatura de -5°C para posteriormente no laboratório passarem pela análise da presença de metais pesados pela técnica de radiação síncrotron. Durante as cinco semanas de estudo foram coletas nas três valas de filtração cerca de 30 amostras, sendo 15 de esgoto bruto e 15 após o tratamento nas valas de filtração. As amostras são denominadas de águas residuárias por serem oriundas de esgoto descartado e tratado.

Uso da técnica de Radiação Síncrotron com Reflexão Total

As amostras coletadas e congeladas foram levadas ao laboratório para preparação do ensaio por radiação síncrotron pela técnica de reflexão total.

Na análise por reflexão total, retirou-se uma alíquota de 1 ml de água residuária das localidades de estudo e adicionou-se com uso de pipeta automática um padrão de Gálio de $100\ \mu\text{l}$ ($102,5\ \text{mg.L}^{-1}$) usado como padrão interno, resultando em uma concentração de $9,32\ \text{mg.L}^{-1}$ do padrão em cada amostra.

O padrão interno foi utilizado para eliminar a não uniformidade da alíquota no suporte, porque o filme fino formado sobre o substrato não possui geometria regular. Desta forma, a intensidade dos raios X obtida na irradiação da amostra depende da posição em que esta foi colocada no suporte. Com a adição do padrão interno, o resultado obtido será sempre em relação a este padrão, não importando, dessa forma, a posição da amostra (MELO JÚNIOR, 2007). Ao final do preparo 5,0 mL da solução resultante foi então pipetada sob a placa de lúcite e secou-se com auxílio de uma lâmpada infravermelha a amostra, conforme Figura 4.



Figura 4: Suporte de lúcite utilizado para a deposição da amostra.

Instalações da Linha de Radiação Síncrotron – Técnica de Reflexão Total

A linha de radiação síncrotron para reflexão total destina-se à análise da composição química multielementar ($Z \geq 13$) em aplicações científicas de determinação de elementos traços em ciências ambientais, biológicas e materiais, perfil de profundidade química de filmes finos e mapeamento químico (LNLS, 2019). A linha do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) opera com feixe de 4 a 23 KeV (MELO JÚNIOR, 2007).

Na Figura 5 é apresentada a tubulação da linha DO9B – XRF, utilizada no experimento, por onde passa o feixe de luz síncrotron do anel para a estação experimental de fluorescência.



Figura 5: Foto da tubulação do anel para a linha DO9B – XRF do LNLS.

Na estação experimental de fluorescência de raios X, para a detecção dos raios X foi utilizado um detector semiconductor de Ge hiperpuro, com janela de berílio de 8 mm de espessura, uma área ativa de 30 mm^2 , acoplado a um módulo amplificador e com uma placa analisadora multicanal, inserida em microcomputador (Figura 6).



Figura 6: Estação experimental DO9B-XRF do LNLS com a instrumentação.

O arranjo experimental (*setup*) permite a rotação e a translação da amostra de forma a obter a condição para a reflexão total do feixe incidente sobre a amostra que está alocada na placa retangular de lúcite (Perspex) fixada no porta-amostra, permitindo a medida dos elementos químicos contidos na amostra. A Figura 7 mostra em detalhe uma das amostras de água residuária de estudo do RAC.

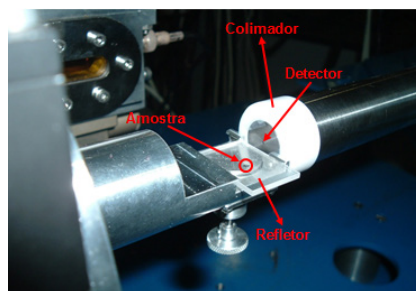


Figura 7: Arranjo experimental da SR-TXRF.

Na Figura 7 observa-se em destaque o local da amostra após secagem com lâmpada UV depositada sobre o refletor e o detector com o colimador do feixe para radiação síncrotron.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Validação do Método

A metodologia de validação da técnica empregada por radiação síncrotron necessita de uma calibração do equipamento a partir de adoção de soluções padrão.

A sensibilidade elementar foi calculada usando cinco soluções padrões com elementos conhecidos e em diferentes concentrações, acrescidos do elemento gálio (Ga) usado como padrão interno. Para isso denomina-se de série K a faixa para essa curva

de padrão. Foi determinada a sensibilidade experimental para os elementos contidos nas soluções e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2.

Número Atômico	Elemento Químico	Sensibilidade
19	K	0,083270
20	Ca	0,086387
22	Ti	0,199891
24	Cr	0,393820
26	Fe	0,593576
28	Ni	0,796228
30	Zn	0,897568
31	Ga	0,975819
34	Se	0,809614
38	Sr	0,306673

Tabela 2 - Sensibilidade experimental para a série K.

Ao utilizar os dados obtidos da Tabela 2 foi levantada a curva de grau de confiabilidade a partir de uma curva gráfica característica, denominada curva da sensibilidade relativa para série K. Na Figura 8 observa-se a curva característica de confiabilidade para os elementos na faixa de interesse de estudo.

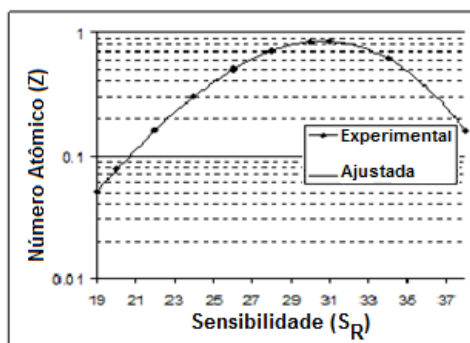


Figura 8: Curva da sensibilidade relativa (S_R) para série K.

A curva de sensibilidade apresentada na Figura 8 permitiu que inicialmente se utilizassem amostras certificadas com valores conhecidos.

Isso possibilitou que se ao utilizar o mesmo feixe de energia utilizado na curva de sensibilidade para as amostras certificadas, os valores fossem próximos aos pré-definidos, então as amostras coletadas e analisadas, seus valores fossem realmente os esperados. O ajuste foi feito com um padrão certificado pelo *National Institute of Standards and*

Technology (NIST).

Na Tabela 3 têm-se as amostras certificadas pela NIST para o padrão denominado pela NIST como *Drinking Water Pollutants*, com os valores certificados pela NIST e os medidos no LNLS.

Elemento	Valor Medido e Intervalo de Confiança (mg.L ⁻¹)	Valor Certificado e Intervalo de Confiança (mg.L ⁻¹)
Cr	8,91 ± 0,18	8,89 ± 0,45
As	8,66 ± 0,17	8,77 ± 0,45
Se	4,87 ± 0,07	4,69 ± 0,23
Cd	4,55 ± 0,64	4,54 ± 0,23
Ba	89,99 ± 0,76	91,89 ± 4,55
Pb	10,03 ± 1,01	10,09 ± 0,45

Tabela 3 - Comparação dos valores medidos e certificados pela NIST.

Só após essa validação do sistema foi então que se utilizaram as amostras secas nas placas de lúcite coletadas nas valas de filtração e determinaram-se seus valores químicos elementares. A Tabela 4 a seguir, apresenta os valores dos elementos químicos detectados pela técnica de radiação sincrotron para as amostras de esgoto bruto, antes do tratamento, oriundas dos tanques A (Figura 3).

Data	Vala*	Elemento Químico									
		P	S	Cl	K	Cr	Mn	Fe	Zn	As	Pb
02/julho	V1	15,2	50,0	75,5	250,0	6,0	0,95	22,5	0,90	9,0	10,0
	V2	15,2	50,0	75,5	250,0	6,0	0,95	22,5	0,90	9,0	10,0
	V3	15,2	50,0	75,5	250,0	6,0	0,95	22,5	0,90	9,0	10,0
09/julho	V1	16,5	52,5	86,0	280,0	5,8	0,80	25,6	1,50	8,5	9,5
	V2	16,5	52,5	86,0	280,0	5,8	0,80	25,6	1,50	8,5	9,5
	V3	16,5	52,5	86,0	280,0	5,8	0,80	25,6	1,50	8,5	9,5
16/julho	V1	14,5	45,8	80,5	225,0	7,5	0,75	19,5	1,20	7,5	11,0
	V2	14,5	45,8	80,5	225,0	7,5	0,75	19,5	1,20	7,5	11,0
	V3	14,5	45,8	80,5	225,0	7,5	0,75	19,5	1,20	7,5	11,0
23/julho	V1	15,5	40,6	80,0	280,0	7,8	0,75	20,8	0,78	8,5	7,9
	V2	15,5	40,6	80,0	280,0	7,8	0,75	20,8	0,78	8,5	7,9
	V3	15,5	40,6	80,0	280,0	7,8	0,75	20,8	0,78	8,5	7,9
30/julho	V1	15,0	56,2	88,9	300,0	6,9	0,89	21,5	0,89	6,8	8,9
	V2	15,0	56,2	88,9	300,0	6,9	0,89	21,5	0,89	6,8	8,9

	V3	15,0	56,2	88,9	300,0	6,9	0,89	21,5	0,89	6,8	8,9
--	----	------	------	------	-------	-----	------	------	------	-----	-----

*Obs: Espessura da camada de areia para valas: V1 = 0,75 m
V2 = 0,50 m
V3 = 0,25 m

Tabela 4 – Concentração (mg.L⁻¹) dos elementos químicos do esgoto bruto.

A Tabela 4 os valores detectáveis são provenientes do esgoto coletado e armazenado nos tanques A (figura 3) que foram adicionados na entrada (afluente) do sistema de vala de filtração com auxílio de bomba peristáltica.

Pode-se observar na Tabela 4 que os valores do esgoto utilizado no experimento condizem com a concentração alta de contaminantes presentes, ao se comparar com a amostra certificada da NIST da Tabela 3. Em destaque para Cromo (Cr), Arsênio (As) e Chumbo (Pb).

A Tabela 5 apresenta o desempenho no tratamento por vala de filtração com remoção dos compostos elementares em relação ao esgoto bruto inicial. Pode-se observar que o desempenho foi diretamente proporcional à camada de meio suporte de areia para cada tipo de vala de filtração.

Data	Vala*	Elemento Químico									
		P	S	Cl	K	Cr	Mn	Fe	Zn	As	Pb
02/julho	V1	5,8	20,5	29,5	105,8	2,6	0,35	9,6	0,35	3,9	4,3
	V2	10,5	35,8	49,9	180,0	3,9	0,63	15,2	0,61	6,0	6,9
	V3	14,2	46,9	71,0	234,0	5,6	0,89	21,2	0,85	8,5	9,5
09/julho	V1	6,5	20,6	32,5	110,5	2,3	0,29	9,5	0,59	3,5	4,1
	V2	11,9	36,4	59,7	189,9	4,1	0,55	17,9	1,09	5,9	6,5
	V3	15,5	49,5	81,0	262,0	5,5	0,75	24,0	1,41	8,0	8,9
16/julho	V1	5,9	18,5	32,0	91,0	2,9	0,29	7,8	0,47	2,9	4,3
	V2	10,1	32,0	55,8	155,0	5,2	0,52	13,9	0,83	5,2	7,7
	V3	13,6	43,0	76,0	212,0	7,1	0,71	18,4	1,13	7,1	10,4
23/julho	V1	6,1	16,0	31,5	110,0	3,2	0,29	8,2	0,31	3,5	3,2
	V2	10,8	28,0	56,8	200,0	5,6	0,52	14,8	0,55	5,9	5,6
	V3	14,6	38,1	75,0	263,0	7,4	0,71	19,5	0,73	8,0	7,4
30/julho	V1	5,8	20,8	30,0	105,8	2,6	0,35	8,4	0,35	2,8	3,6
	V2	10,5	39,0	60,5	210,0	4,8	0,61	15,2	0,63	4,9	6,4
	V3	14,0	52,5	83,2	281,0	6,5	0,83	20,1	0,83	6,4	8,3

Tabela 5 – Concentração (mg.L⁻¹) dos elementos químicos do esgoto tratado.

O processo de tratamento por vala de filtração revelou que a espessura do meio suporte adicional a brita 1 tem papel importante na remoção dos contaminantes e parte dos

compostos químicos, conforme a Tabela 5.

A pesquisa mostrou a importância de se analisar percentual o grau de depuração pelo sistema de tratamento alternativo. Assim, pode-se notar o desempenho do processo na Tabela 6, a seguir.

Data	Vala*	Elemento Químico									
		P	S	Cl	K	Cr	Mn	Fe	Zn	As	Pb
02/julho	V1	61,8	59,0	60,9	57,7	56,8	63,2	57,4	61,1	56,7	57,5
	V2	30,9	28,4	33,9	28,0	33,7	33,7	32,4	32,2	33,1	31,1
	V3	6,3	6,2	6,0	6,4	6,7	6,3	5,8	5,6	5,6	5,5
09/julho	V1	60,6	60,8	62,2	60,5	61,2	63,8	63,1	60,7	59,4	57,4
	V2	27,9	30,7	30,6	32,2	30,2	31,3	29,9	27,3	30,0	31,2
	V3	6,1	5,7	5,8	6,4	6,0	6,3	6,3	6,0	5,8	5,8
16/julho	V1	59,7	59,6	60,2	59,6	61,2	61,3	60,0	60,8	61,1	60,9
	V2	30,3	30,1	30,7	31,1	30,7	30,7	28,7	30,8	30,7	29,5
	V3	6,2	6,1	5,6	5,8	6,0	6,0	5,6	5,8	5,3	5,5
23/julho	V1	60,3	60,6	60,6	60,7	59,6	61,3	60,8	60,3	59,4	59,4
	V2	30,5	31,0	29,0	28,6	28,8	30,7	28,8	29,5	29,9	29,2
	V3	5,8	6,2	6,3	6,1	5,8	5,3	6,3	6,4	5,9	6,2
30/julho	V1	61,3	63,0	66,3	64,7	62,5	60,7	61,2	60,7	59,1	59,0
	V2	30,0	30,6	31,9	30,0	30,4	31,5	29,3	29,2	27,2	27,5
	V3	6,7	6,6	6,4	6,3	5,8	6,7	6,5	6,7	5,9	6,2

Tabela 6 – Relação Percentual (%) de desempenho na remoção de elementos químicos.

A Tabela 6 apresenta uma importante observação científica que é a relação de desempenho de eficiência de tratamento em relação à espessura da camada de areia no conjunto de vala de filtração.

Melo Júnior (2017) comentou que o meio suporte tem papel importante, pois é nesse que ocorre o processo químico de adsorção dos elementos químicos. Isso fica perceptível ao se analisar a estrutura das valas de filtração: V1 (0,75 m), V2 (0,50 m) e V3 (0,25 m). Em que a maior espessura promove um maior desempenho no sistema de retirada de elementos químicos que foram detectados pela técnica de radiação sincrotron. Pode-se observar pela Tabela 6 que a faixa percentual de remoção foi de cerca de 60% para a camada de 0,75 m (V1), enquanto que para as camadas de 0,50 m (V2) e 0,25 m (V3) os valores percentuais ficaram na faixa de 30% e 6%, respectivamente.

CONCLUSÃO

A pesquisa de sistema de tratamento alternativo por vala de filtração revelou que

o processo de limpeza e remoção de metais pesados como Cromo (Cr) e Chumbo (Pb) presentes nas águas residuárias tem um grande benefício sustentável para aplicação no meio ambiente. A adoção de uma espessura maior para o sistema de vala de filtração revelou que o processo de adsorção química constatado por Melo Júnior (2007) tem uma maior potencial de retirada desses compostos químicos.

Os valores percentuais tiveram variação considerável em relação ao tamanho da camada de areia utilizada em conjunto com a brita 1.

Pelas três camadas de areia utilizada no estudo, foi possível constatar de a camada de 0,75 m tem um maior potencial de retirada dos compostos químicos, todos na faixa dos 60% de remoção, tendo ainda que para essa camada suporte seja necessário uma menor taxa hidráulica de aplicação, na ordem de 40 L.m⁻².d⁻¹. O aumento da taxa hidráulica com uma menor camada de areia como nos casos de V2 (0,50 m) e V3 (0,25 m) de valores de 60 e 100 L.m⁻².d⁻¹, respectivamente não garante um melhor desempenho.

Para as valas V2 e V3 o desempenho para as cinco semanas de estudo não passou das faixas de 30% e 6%, respectivamente. Torna-se importante o estudo de valas de filtração de modo a futuramente gerar um modelo matemático aplicável a utilização desse tipo de tratamento de modo de estimar o potencial ótimo de remoção com adoção do meio suporte complementar – areia.

REFERÊNCIAS

ASSIS, J.C. Água **sob medida**. Agroanalysis. 18:83-8. 1998.

AGENDA 21. **Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos**. *Água em Rev*: Suplemento das Águas; 1996. p.14-33.

CARVALHO, B. A. **Ecologia aplicada ao saneamento ambiental**. Rio de Janeiro: ABES; 1980.

CORAUCCI FILHO B., et al. Pós-tratamento de Efluente de Filtro Anaeróbio: Modelo Reduzido de Valas de Filtração - NBR 7.229 1993. In: **29º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Porto Alegre, 2000.

JORDÃO, E. P; PESSOA, C. A. **Tratamento de Esgotos Doméstico**. 4º ed. Editora ABES. Rio de Janeiro / RJ. 932 p. 2005.

LNLS, página do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron na Internet. www.lnls.br. (Acesso em: 8 de agosto de 2019).

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2002.

MELO JÚNIOR, A. S. **Análise quantitativa do material particulado na região de campinas através das técnicas de microfluorescência de raios x e reflexão total usando radiação síncrotron.** Tese de Doutorado. UNICAMP. 2007.

MELO JÚNIOR, A. S. **Análise da remoção dos metais pesados em leitos com macrófitas pela técnica de radiação síncrotron.** 8 edição. Revista Unipinhal. p. 10-20. 2017.

VON SPERLING, E. **Considerações sobre a saúde de ambientes aquáticos.** *Bio.* ;2(3):53-6. 1993.

ZEILIK, M. **Astronomy: the evolving universe.** 4 ed. *Joanna Cotler Books.* p. 334-335. 1985.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Activated sludge 72, 73
- Anthropogenic actions 88
- Aquatic biota 250
- Artificial ecosystem 115
- Atmospheric indicators 1, 2

B

- Biodigesters 186
- Biodigestion 186, 187
- Biofertilizer 186, 254
- Biogas 186, 204, 254
- Biological filters 72
- Biomass 102, 103, 112

C

- Cerrado biome 88
- Chlorination 28
- Contaminants of Emerging Concern (CEC) 245

D

- Drugs 235, 246, 251, 252, 254, 255

E

- Ecosystem 115
- Effluents 28, 43, 72, 256
- Environmental impact 218
- Evapotranspiration 115

F

- Fecal coliforms 15

G

- Geostatistical method of spatialization (Krigagem) 115

H

- Heat islands 115, 123
- Human Development Index (HDI) 205

I

Inclusive recycling 145

L

Lakes 54

M

Mayan communities 57

Mixed Integer Linear Programming (MILP) 156, 158

N

National Institute for Space Research (INPE) 88

National Solid Waste Policy (PNRS) 134, 159, 166, 169, 175, 178, 235

O

Oligotrophic 43

Organic waste 178, 180, 181, 182

P

Percolating 72

Pesticide 245, 248, 249, 251, 252, 253, 254

Pharmaceuticals 245, 247, 249, 250, 251, 252

Phytoplankton 43

Polishing pond 72

Precipitable water (PW) 2, 4

Q

QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) 245, 247, 248, 249, 250, 251, 253, 254, 255

R

Recyclable materials 134, 135, 154, 162, 164, 178, 183

Residential condominiums 178, 179, 183

Reuse 27, 28, 135, 180, 183, 218, 256

Rivers 43

S

Sanitation 70, 165, 166, 169, 174, 205, 206

Sewage treatment 252, 256

Solar radiation 115, 256

Solid waste 134, 154, 156, 157, 158, 159, 166, 169, 171, 175, 176, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 235

Solid Waste Master Plan 178

Stabilization ponds 72

State Institute for the Environment and Water Resources (IEMA) 124

Sustainability 176, 178, 182, 184, 219

Synchrotron radiation 15, 218

U

United States Environmental Protection Agency (USEPA) 28

Urban solid waste management 159, 175, 183

W


Waste Transfer Station (WTS) 156, 157, 171, 174, 176


Water pollution 15


Water resources 26, 57, 124, 162, 250


Water treatment 218

World Health Organization (WHO) 28, 250

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED ENVIRONMENTAL AND SANITARY ENGINEERING

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED ENVIRONMENTAL AND SANITARY ENGINEERING