



Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)

A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

(Organizadores)

A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável

Atena Editora
2019

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

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. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
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. 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 Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
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. 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.^a Dr.^a 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P933	A preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável; v. 1) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-536-5 DOI 10.22533/at.ed.365191408 1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente - Preservação. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario. III. Série. CDD 363.7
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável” no seu primeiro capítulo aborda uma publicação da Atena Editora, e apresenta, em seus 25 capítulos, trabalhos relacionados com preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

Este volume dedicado à preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, traz uma variedade de artigos que mostram a evolução que tem acontecido em diferentes regiões do Brasil ao serem aplicadas diferentes tecnologias que vem sendo aplicadas e implantadas para fazer um melhor uso dos recursos naturais existentes no país, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área de agronomia, robótica, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações e tecnologias visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AJUSTE DE MODELOS HIPSOMÉTRICOS PARA AZADIRACHTA INDICA A. JUSS EM RESPOSTA AO MÉTODO DE CULTIVO NO NORDESTE BRASILEIRO	
Luan Henrique Barbosa de Araújo José Antônio Aleixo da Silva Gualter Guenther Costa da Silva Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira José Wesley Lima Silva Camila Costa da Nóbrega Ermelinda Maria Mota Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.3651914081	
CAPÍTULO 2	12
ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS PARA RECUPERAÇÃO DE VOÇOROCAS NO MUNICÍPIO DE COMODORO – MT	
Jucilene Ferreira Barros Costa Valcir Rogério Pinto Elaine Maria Loureiro Cláudia Lúcia Pinto	
DOI 10.22533/at.ed.3651914082	
CAPÍTULO 3	25
AMBIENTALISMO, SUSTENTABILIDADE DENTRO DOS PENSAMENTOS DE AZIZ AB`SABER E JEAN PAUL METZGER, DIANTE DO NOVO CÓDIGO FLORESTAL (12651/2012), COM A AVALIAÇÃO E IMPORTÂNCIA DO C.A.R (CADASTRO AMBIENTAL RURAL)	
Giuliano Mikael Tonelo Pincerato Marcio Túlio	
DOI 10.22533/at.ed.3651914083	
CAPÍTULO 4	38
ANÁLISE EXPLORATÓRIA E DESCRITIVA DAS DIMENSÕES DA ECOINOVAÇÃO: ESTUDO EM HABITATS DE INOVAÇÃO DO SUDOESTE DO PARANÁ	
Jaqueline de Moura Stephanye Thyanne da Silva Andriele de Prá Carvalho Paula Regina Zarelli	
DOI 10.22533/at.ed.3651914084	
CAPÍTULO 5	44
APLICAÇÃO DA ROBÓTICA NA MONITORAÇÃO AMBIENTAL	
Alejandro Rafael Garcia Ramirez Jefferson Garcia de Oliveira Tiago Dal Ross Fernandes	
DOI 10.22533/at.ed.3651914085	

CAPÍTULO 6 58

ARRANJO PRODUTIVO LEITEIRO COMO FORMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DE UMA REGIÃO DO INTERIOR DO CEARÁ

Erica Nobre Nogueira
Daniel Paiva Mendes
Sérgio Horta Mattos
Valter De Souza Pinho
Danielle Rabelo Costa

DOI 10.22533/at.ed.3651914086

CAPÍTULO 7 68

AVALIAÇÃO DA REMEDIAÇÃO DE ÁGUA POLUÍDA POR AZUL DE METILENO COM CASCAS DE BANANA DE ESPÉCIES VARIADAS

Rayssa Duarte Costa
Jéssica Caroline da Silva
Cintya Aparecida Christofolletti

DOI 10.22533/at.ed.3651914087

CAPÍTULO 8 76

BIOCOMBUSTÍVEIS: RELEVÂNCIA PARA O MEIO AMBIENTE

Eduarda Pereira de Oliveira
Lucíola Lucena de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.3651914088

CAPÍTULO 9 80

BIOMARCADORES PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL DE ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

Lígia Maria Salvo
José Roberto Machado Cunha da Silva
Divinomar Severino
Magda Regina Santiago
Helena Cristina Silva de Assis

DOI 10.22533/at.ed.3651914089

CAPÍTULO 10 92

BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA SUSTENTÁVEL

Bruno Vinicius Daquila
Helio Conte

DOI 10.22533/at.ed.36519140810

CAPÍTULO 11 106

DESAFIOS DA CONSOLIDAÇÃO TERRITORIAL EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO NA AMAZÔNIA: UMA EXPERIÊNCIA DE DEMARCAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO NA RESERVA EXTRATIVISTA DO CAZUMBÁ-IRACEMA

Carla Michelle Lessa
Márcio Costa
Patrícia da Silva
Tiago Juruá Damo Ranzi
Aldeci Cerqueira Maia
Fabiana de Oliveira Hessel

DOI 10.22533/at.ed.36519140811

CAPÍTULO 12 116

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E ECONOMIA CIRCULAR: CONTRIBUIÇÃO PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM CENTRO URBANO

Anny Kariny Feitosa
Júlia Elisabete Barden
Odorico Konrad
Manuel Arlindo Amador de Matos

DOI 10.22533/at.ed.36519140812

CAPÍTULO 13 124

DISSEMINAÇÃO DE HORTAS ORGÂNICAS E ALIMENTAÇÃO CONSCIENTE

Franciele Mara Lucca Zanardo Bohm
Paulo Alfredo Feitoza Bohm
Guilherme de Moura Fadel
Sarah Borsato Silva
Sofia Alvim

DOI 10.22533/at.ed.36519140813

CAPÍTULO 14 133

FLOCULAÇÃO DE LODO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA POR FLOCULADORES TUBULARES HELICOIDAIS

Manoel Maraschin
Keila Fernanda Soares Hedlund
Andressa Paolla Hubner da Silva
Elvis Carissimi

DOI 10.22533/at.ed.36519140814

CAPÍTULO 15 143

GEOTECNOLOGIA APLICADA À PERÍCIA AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO CAPIM

Gustavo Francesco de Moraes Dias
Fernanda da Silva de Andrade Moreira
Tássia Toyoi Gomes Takashima-Oliveira
Dryelle de Nazaré Oliveira do Nascimento
Diego Raniere Nunes Lima
Renato Araújo da Costa
Giovani Rezende Barbosa Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.36519140815

CAPÍTULO 16 152

IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE ENCERRAMENTO DOS LIXÕES DO ESTADO DO ACRE – CIDADES SANEADAS

Vângela Maria Lima do Nascimento
Patrícia de Amorim Rêgo
Marcelo Ferreira de Freitas
Jakeline Bezerra Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.36519140816

CAPÍTULO 17	165
LOGÍSTICA REVERSA E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL DOS PNEUS INSERVÍVEIS NO BRASIL	
Camila Simonetti	
Anderson Leffa Bauer	
Fernanda Pacheco	
Bernardo Fonseca Tutikian	
DOI 10.22533/at.ed.36519140817	
CAPÍTULO 18	177
MAPEAMENTO DE BIÓTOPOS APLICADO À CONSERVAÇÃO - PLANEJAMENTO AMBIENTAL COM RASTREABILIDADE CARTOGRÁFICA	
Markus Weber	
Leonardo Cardoso Ivo	
Allan Christian Brandt	
DOI 10.22533/at.ed.36519140818	
CAPÍTULO 19	190
O AGRO QUE NÃO É “POP”: A VERDADE SILENCIADA	
Tatiane Rezende Silva	
Carlos Vitor de Alencar Carvalho	
Viviane dos Santos Coelho	
Ronaldo Figueiró	
DOI 10.22533/at.ed.36519140819	
CAPÍTULO 20	199
O USO DO MÉTODO DE INTERCEPTO DE LINHA PARA O MONITORAMENTO DA RECUPERAÇÃO DO ECOSSISTEMA DE DUNAS DO PARQUE ESTADUAL DE ITAÚNAS	
Schirley Costalonga	
Scheylla Tonon Nunes	
Frederico Pereira Pinto	
DOI 10.22533/at.ed.36519140820	
CAPÍTULO 21	207
PAISAGISMO ECOSSISTÊMICO: DESIGN DE ESTRUTURAS VERDES	
Gustavo D’Amaral Pereira Granja Russo	
Dalva Sofia Schuch	
DOI 10.22533/at.ed.36519140821	
CAPÍTULO 22	215
PRODUÇÃO DE HIDRATOS DE DIÓXIDO DE CARBONO E DE METANO	
Aglaer Nasia Cabral Leocádio	
Nayla Xiomara Lozada Garcia	
Lucidio Cristovão Fardelone	
Daniela da Silva Damaceno	
José Roberto Nunhez	
DOI 10.22533/at.ed.36519140822	

CAPÍTULO 23	239
SÍNTESE DE HDL DE MAGNÉSIO PARA RECUPERAÇÃO DO CAROTENOIDE DO ÓLEO DE PALMA	
Iris Caroline dos Santos Rodrigues	
Marcos Enê Chaves de Oliveira	
Jhonatas Rodrigues Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.36519140823	
CAPÍTULO 24	249
USLE COMO FERRAMENTA PARA PLANEJAMENTO DE USO DO SOLO: ESTUDO DE CASO BACIA CACHOEIRA CINCO VEADOS, RS	
Elenice Broetto Weiler	
Jussara Cabral Cruz	
José Miguel Reichert	
Fernanda Dias dos Santos	
Bruno Campos Mantovanelli	
Roberta Aparecida Fantinel	
Marilia Ferreira Tamiosso	
Edner Baumhardt	
DOI 10.22533/at.ed.36519140824	
CAPÍTULO 25	263
AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA BIORREMEDIAÇÃO EM TERMOS DE REMOÇÃO DA ECOTOXICIDADE ASSOCIADA AO SEDIMENTO SEMA	
Odete Gonçalves	
Paulo Fernando de Almeida	
Cristina Maria A. L. T. M. H. Quintella	
Ana Maria Álvares Tavares da Mata	
DOI 10.22533/at.ed.36519140825	
SOBRE OS ORGANIZADORES	281
ÍNDICE REMISSIVO	282

FLOCULAÇÃO DE LODO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA POR FLOCULADORES TUBULARES HELICOIDAIS

Manoel Maraschin

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),
Departamento de Engenharia Sanitária e
Ambiental
Santa Maria – RS

Keila Fernanda Soares Hedlund

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),
Departamento de Engenharia Sanitária e
Ambiental
Santa Maria – RS

Andressa Paolla Hubner da Silva

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),
Departamento de Engenharia Sanitária e
Ambiental
Santa Maria – RS

Elvis Carissimi

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),
Departamento de Engenharia Sanitária e
Ambiental
Santa Maria – RS

RESUMO: Neste estudo buscou-se avaliar a viabilidade na agregação de partículas sólidas presentes no lodo de uma Estação de Tratamento de Água via Floculadores Tubulares Helicoidais (FTH), como substitutos aos agitadores mecânicos empregados para mistura e dispersão de reagentes químicos no processo de agregação por floculação. Inicialmente, foram avaliados os polímeros

catiônicos P 2900 e RAPFLOC 30, e o polímero aniônico P 22, por meio de estudos em testes de jarros em amostras de lodo a concentração de sólidos 5g/L submetidos a testes com dosagens unitárias de 1 a 7 mg /g ST. Assim, os estudos em bancada para seleção do floculante possibilitaram selecionar o polímero P 2900 para os estudos em sistema contínuo de agregação através do FTH. Foram testados 5 modelos de FTH (variando comprimento e volume) utilizados para geração de flocos em diferentes vazões de alimentação. O reator selecionado apresentou comprimento de tubulação flexível de 12 m com diâmetro interno de 0,0125m, envolto em uma coluna rígida de 0,10 m de diâmetro, esta seleção ocorreu através da leitura de turbidez remanescente na água clarificada após sedimentação dos agregados formados. Neste estudo foi avaliado que a dosagem requerida para floculação do lodo no sistema contínuo no FTH foi de 15 mg/g ST.

PALAVRAS-CHAVE: Agregação; polímeros; turbidez.

FLOCCULATION OF SLUDGE OF A WATER TREATMENT STATION BY HELICOID TUBULAR FLOCCULATORS

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the feasibility of aggregation of solid particles present in the sludge of a Water Treatment

Station via Helical Tubular Flocculators (HTF), as substitutes for mechanical agitators used for mixing and dispersion of chemical reagents in the process of flocculation. Initially, the cationic polymers P 2900 and RAPFLOC 30 and the anionic polymer P 22 were evaluated by Jar-test in sludge samples at 5g / L solids concentration submitted to tests with unit dosages of 1 to 7 mg / g TS. Thus, the bench studies for flocculant selection made it possible to select the polymer P 2900 for studies in continuous system of aggregation through HTF. Five models of FTH (varying length and volume) were used to generate flakes at different feed rates. The selected reactor had a 12 m flexible pipe length with a 0.0125 m internal diameter, wrapped in a 0.10 m diameter rigid column, this selection was made by reading turbidity remaining in the clarified water after sedimentation of the formed aggregates. In this study it was evaluated that the dosage required for flocculation of the sludge in the HTF continuous system was 15 mg / g TS.

KEYWORDS: Aggregation; polymers; turbidity.

1 | INTRODUÇÃO

O processamento da água bruta, realizada em estações de tratamento de água (ETAs), envolve inúmeras operações e processos para garantir que os padrões de potabilidade sejam atendidos, ficando a cargo destas unidades a remoção de organismos patogênicos e substâncias orgânicas e inorgânicas prejudiciais à saúde humana.

Nesse contexto, são empregadas em larga escala as estações de ciclo completo ou também ditas convencionais, onde ocorrem às etapas de coagulação, floculação, decantação ou flotação, filtração e desinfecção e, por consequência, resultam na produção de resíduos denominados lodos.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através da publicação da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) 2008, o número de ETAs no Brasil era de 6040 unidades, onde cerca de 57.10^6 m³/dia de água são tratados, do montante de ETAs existentes, as convencionais de ciclo completo são responsáveis pelo tratamento de $39,3.10^6$ m³/dia. Souza Filho & Di Bernardo (1999) afirmam que o volume de lodo produzido nestas estações de tratamento de água está na faixa de 1 a 5% do volume da água tratada.

No Brasil, são restritas as medidas que tratam dos lodos das ETAs, sendo que a maioria, cerca de 68% segundo a (PNSB) 2008, não tem se preocupado com destinação final para os resíduos produzidos, desta forma, rios ainda são usados como receptores do lodo das estações, conduzindo a uma situação em desacordo, do ponto de vista legal e ambiental, conforme retrata a NBR 10.004:2004 que classifica o lodo gerado no processo de tratamento de água como resíduo sólido, logo, sua disposição in natura, no meio ambiente, é vetada pela Lei nº 12.305 (Brasil, 2010) que define a destinação e disposição final dos resíduos sólidos.

Para Cordeiro (2001) um dos principais problemas enfrentados para atendimento

a padrões legais quanto à disposição dos lodos de ETAs, está na redução do volume do lodo produzido ou na redução dos volumes a serem dispostos. Ainda, segundo Cordeiro (1999), a umidade presente em uma amostra de lodo pode ultrapassar o valor de 95%, logo, alternativas que buscam uma redução do volume da água resultam em melhoria no processo de disposição dos resíduos.

Neste trabalho é avaliada a floculação do lodo de uma ETA convencional a partir da utilização de Floculadores Tubulares Helicoidais. Este sistema de mistura hidráulica utiliza o fluxo estabelecido no interior da unidade de agregação para dispersão e floculação das partículas presentes no efluente, além do estabelecimento do fluxo pistão (VIGNESWARAN & SETIADI, 1985; CARISSIMI 2003; CARISSIMI 2007). Outra vantagem do FTH apontado por alguns autores (AL HASHIMI & ASHJYAN 1989; CARISSIMI 2007; LUO *et. al.*, 2016) trata do reduzido custo de instalação e operação do equipamento se comparado aos sistemas convencionais, podendo na mesma unidade ser realizadas simultaneamente a agregação convencional por coagulação e floculação.

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A coleta do lodo ocorreu no tanque de equalização (Figura 1) que recebe o lodo dos decantadores. O processo de captação e tratamento da água bruta é realizado pela empresa São Gabriel Saneamento (SGS).



Figura 1 – Tanque de equalização do lodo.

A ETA de São Gabriel atende, atualmente, cerca de sessenta mil habitantes. A estação é abastecida por um manancial superficial, o Rio Vacacaí, um dos formadores do Rio Jacuí, no ponto de tomada há uma barragem para elevação do nível da água, sendo a condução até a ETA realizada por canalizações, o processo de tratamento

ocorre de forma convencional (estação de ciclo completo), com aplicação de cloreto de polialumínio (PAC), seguido de polímero catiônico.

Em 2016 a estação implantou um sistema de tratamento do lodo dos decantadores via bag desidratador, a água de lavagem dos filtros passou a ser recirculada para o início do tratamento na ETA, a Figura 2 demonstra o funcionamento da ETA de São de São Gabriel, bem como da unidade de tratamento dos resíduos.

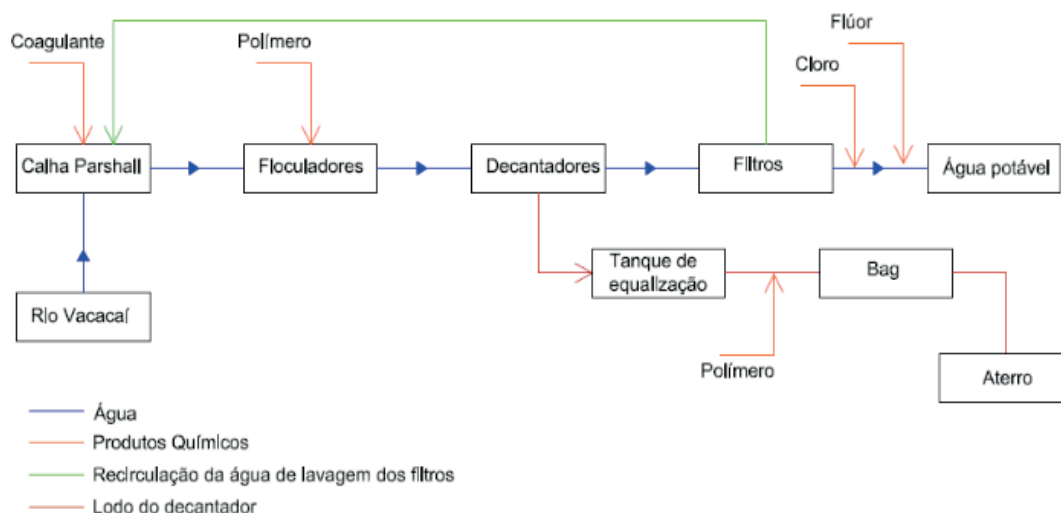


Figura 2– Fluxograma de operação da ETA e UTL de São Gabriel - RS

Os procedimentos adotados durante a coleta seguiram recomendações da NBR 10.007:2004 (Amostragem de resíduos sólidos) que trata desde a forma de amostrador utilizado assim como da preservação e armazenagem de amostras.

2.2 Materiais

Os reagentes utilizados foram polímeros hidrossolúveis de diferentes características: P 2900 e RAPFLOC 30 – catiônicos, P 22 – aniônico e P 20 – não-iônico. Os polímeros P 2900 e P 22 foram fornecidos pela Novatek®, já o polímero RAPFLOC 30 é comercializado pela Produquímica®. As aplicações unitárias dos respectivos polímeros foram realizadas em concentrações de 1 a 7 mg /g ST em relação à concentração de sólidos totais presentes no lodo. Nesta etapa buscou-se selecionar o polímero floculante mediante estudos em teste de jarros sob as seguintes condições operacionais: agitação rápida a 120 rpm (rotações por minuto) por 20 segundos e agitação lenta a 30 rpm por 60 segundos.

2.3 Equipamentos

O sistema experimental, em escala semi-piloto, para floculação do lodo consistiu de um floculador tubular helicoidal (FTH) composto de uma tubulação flexível de poliuretano com diâmetro interno de 0,0125 m, que consistiu a unidade responsável pelo escoamento e agregação das partículas sólidas, envolta em uma coluna rígida de polivinil de cloreto (PVC) de 0,1 m de diâmetro, a Figura 3 ilustra a unidade empregada

neste estudo.



Figura 3 – Flocculador tubular helicoidal.

As amostras de lodo foram homogeneizadas em um reservatório de polietileno com capacidade para 500 L. O lodo foi mantido com concentração de sólidos totais (ST) de 5 g/L, mantendo-se durante os testes a agitação pneumática no reservatório. O circuito hidráulico construído (Figura 4) também foi composto por bomba centrífuga para ingresso do lodo ao FTH, bem como rotâmetro e registro gaveta para controle da vazão de entrada. A dosagem de polímero foi realizada através de bomba peristáltica.

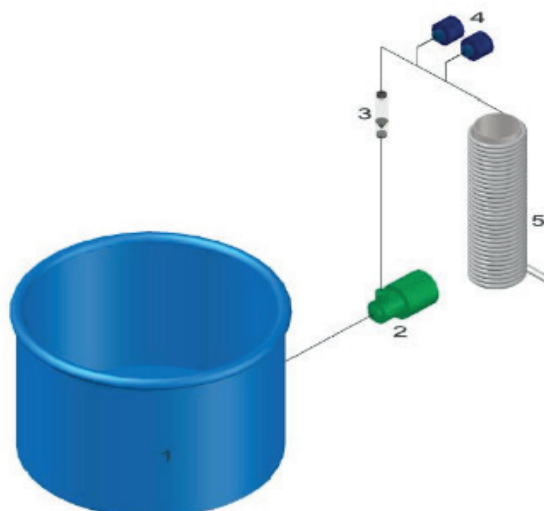


Figura 4 – Circuito hidráulico para flocculação do lodo por FTH: I: (1) tanque de efluente; (2) bomba de alimentação; (3) rotâmetro; (4) bombas dosadoras; (5) FTH.

2.4 Parâmetros dimensionais

Inicialmente foram avaliados parâmetros hidrodinâmicos e hidráulicos envolvidos na agregação através do FTH. Esta avaliação consistiu na mudança do comprimento do flocculador (comprimento de tubulação), mantendo-se o diâmetro da tubulação e da coluna rígida de PVC. A Tabela 1 descreve as características construtivas dos modelos de flocculadores estudados.

FTH	Nº de helicoides	Comprimento (m)	Tempo de residência (s)							
			1,5 L/min	3,0 L/min	4,5 L/min	6,0 L/min	7,5 L/min	9,0 L/min	10,5 L/min	12,0 L/min
FTH 1	16	6	24	12	8	6	4,8	4	3,4	3
FTH 2	32	12	48	24	16	12	9,6	8	6,8	6

FTH 3	48	18	72	36	24	18	14,4	12	10,3	9
FTH 4	64	24	96	48	32	24	19,2	16	13,7	12
FTH 5	80	30	120	60	40	30	24	20	17,1	15

Tabela 1 – Aspectos construtivos e hidrodinâmicos dos floculadores estudados.

2.5 Estudos de floculação no FTH

O objetivo desta etapa foi avaliar maiores concentrações de polímero, tendo em vista a não floculação do lodo há concentrações de polímero inferiores a 5 mg pol/g ST, assim, foram testadas concentrações entre 5 a 50 mg pol/g ST do polímero P – 2900, devido seu melhor resultado no estudos de teste jarros. A maior quantidade de polímero é comum no tratamento contínuo do lodo por floculação, tendo-se frequentemente a concentração ideal de polímero entre 0,1 – 0,4 % em relação aos sólidos totais em mistura completa (SEOKJONG *et.al*, 2007). Para esta etapa foi selecionado o FTH 2 e vazão de alimentação de 3 L/min. A utilização deste modelo de floculador nos testes de floculação deu-se devido aos estudos realizados por Carissimi (2003), em que o autor empregou o modelo descrito para estudos de floculação de determinados efluentes.

A dosagem de polímero floculante foi realizada em relação à concentração de sólidos presentes no lodo. Assim, através da concentração ideal de polímero obtida no FTH 2, através da maior remoção de turbidez na água clarificada após 30 minutos de sedimentação dos agregados, e submetido a vazão de alimentação de 3 L/min, foi realizado a floculação nos demais floculadores, bem como as variações de vazões de alimentação.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Seleção do polímero floculante

Os testes de floculação em testes de jarros utilizando polímeros catiônicos (P – 2900 e Rap – Floc 30) e aniônico (P - 22) permitiram selecionar o melhor reagente a partir da dosagem ideal do polímero floculante utilizada na agregação dos sólidos presentes em cada amostra. A Figura 5 mostra os resultados da turbidez residual referente aos estudos de floculação em testes de jarros.

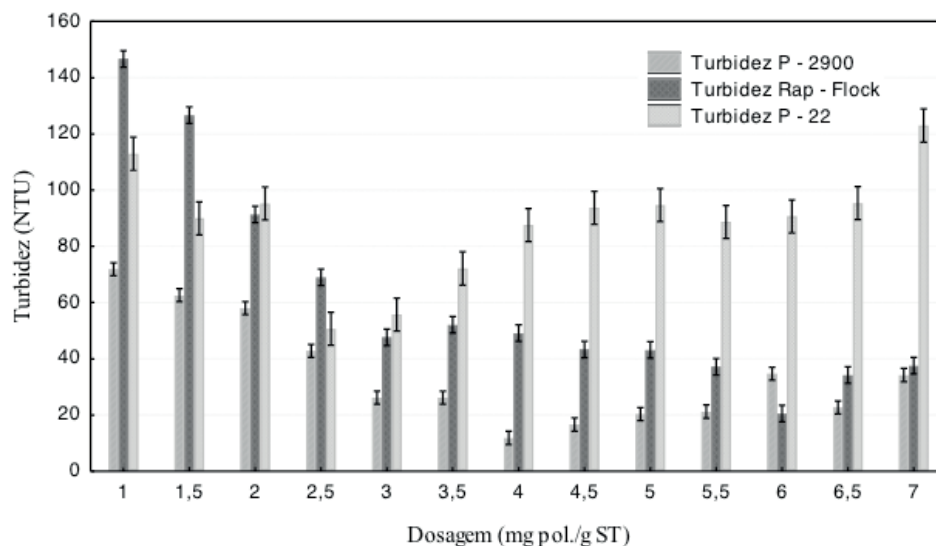


Figura 5 - Turbidez residual do sobrenadante em função do tipo e dosagem do polímero. Condições experimentais: Turbidez inicial: 1320 NTU; Lodo: 5 g/L; V: 1 L; T: 25 °C.

A eficiência de remoção da turbidez através da agregação foi superior a 90% para todas as condições. Contudo, o polímero P – 2900 foi mais efetivo na remoção de turbidez (superiores a 95%), logo foi selecionado para floculação no sistema contínuo através do FTH.

3.2 Seleção da dosagem ideal de polímero floculante no FTH

As leituras de turbidez residual em função da concentração do polímero floculante P- 2900 estão apresentadas na Figura 6. Através da análise de variância, constatou-se diferença significativa entre as médias de turbidez medidas em relação à dosagem de polímero ao nível de significância de 5%. Desta forma foi avaliada que a dosagem ideal a ser utilizada foi de 15 mg pol./g ST, tendo-se nesta dosagem a menor turbidez nos testes realizados (17 NTU), além de menor consumo de polímero entre os grupos gerados através da análise de comparação de médias.

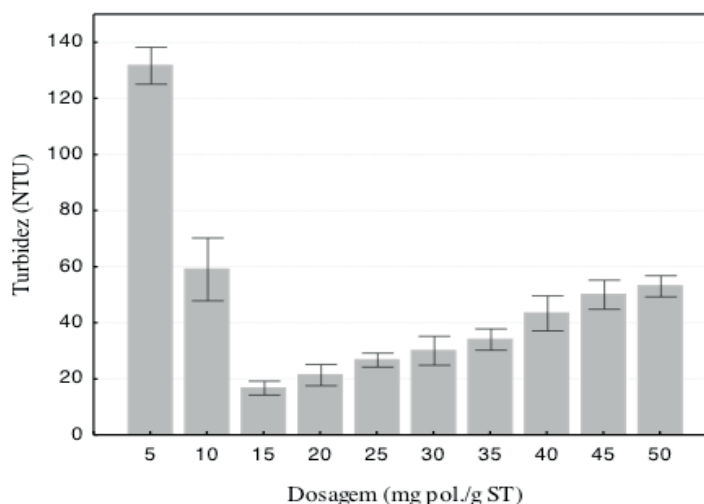


Figura 6 - Turbidez residual da água clarificada em função da concentração do polímero P - 2900. Condições experimentais: Lodo: 5 g/L; V: 1 L; Q: 3L/min; FTH 2; T: 25 °C.

A formação de flocos ocorreu de maneira mais efetiva a partir do décimo quarto helicoide (Figura 7 a), tendo comprimento suficiente de tubulação para formação de flocos e não sendo observado quebra da estrutura formada ao longo do reator (Figura 7 b).

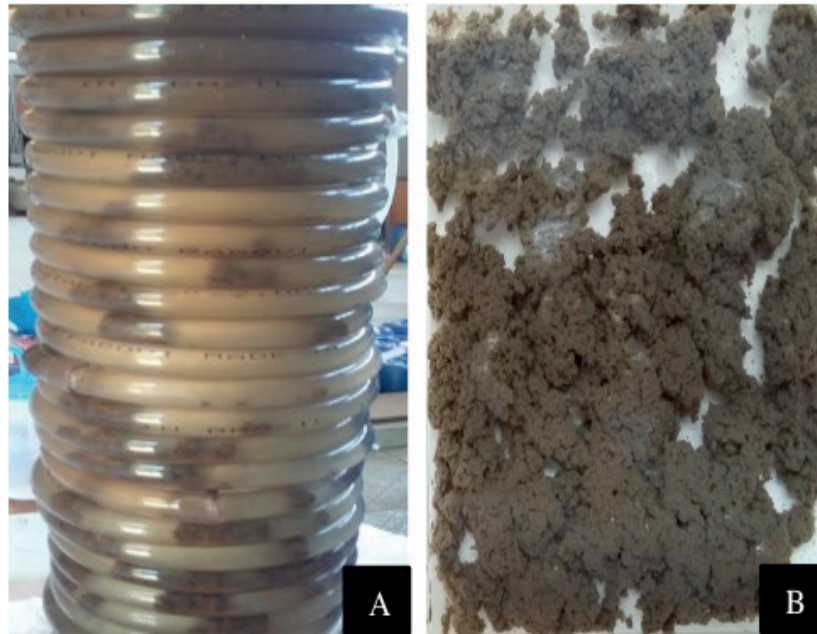


Figura 7 - Flocculação em FTH: (A) FTH; (B) Flocos coletados. Condições experimentais: Lodo: 5 g/L; V: 1,2 L; Q: 3L/min; FTH 2; T: 25 °C; Polímero: 30 mg pol./g ST.

3.3 Seleção do FTH

A seleção do floculador levou em consideração a eficiência da agregação das partículas suspensas do lodo. Os flocos apresentaram um regime de sedimentação por compressão. Os resultados desta análise são mostrados na Figura 6, onde para os cinco floculadores estudados foram obtidas eficiências de remoção de turbidez superior a 95%. Contudo, o FTH 2 alimentado com um fluxo de lodo de 3 L/min demonstrou melhor agregação entre os modelos estudados, tendo-se assim, o modelo otimizado do floculador com as condições geométricas da tubulação e diâmetro de enrolamento fixados.

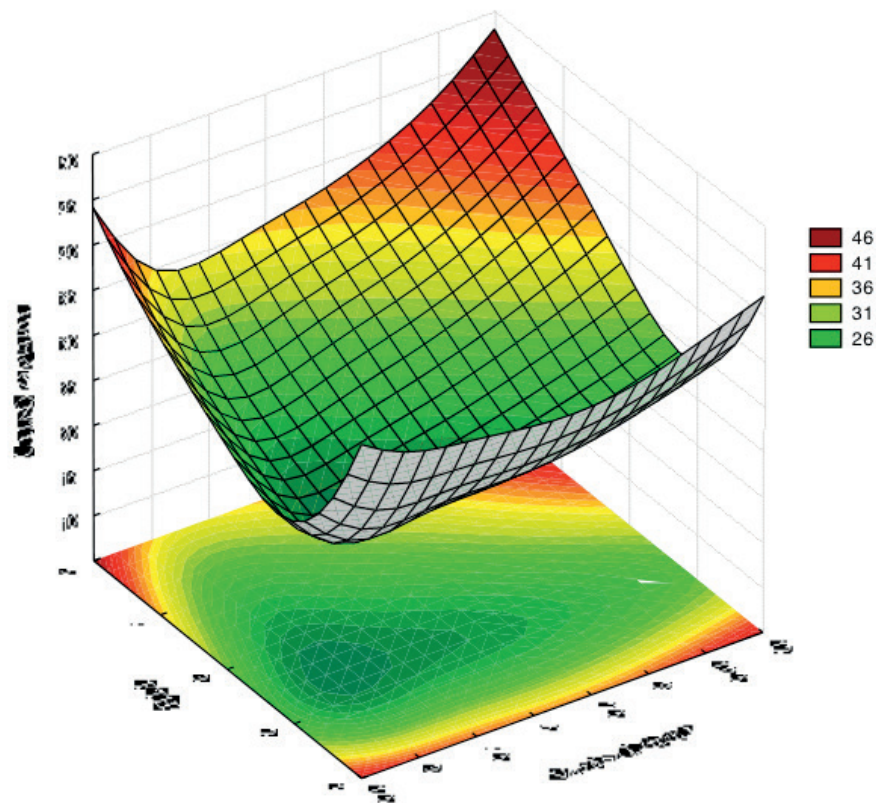


Figura 6 – Turbidez residual em função do tipo de floculador e vazão de alimentação. Condições experimentais: Turbidez inicial: 1280 NTU; Lodo: 5 g/L; V: 1 L; T: 25 °C; pH inicial: 6,6; Polímero P-2900: 15 mg pol./gST Tempo de sedimentação: 10 minutos.

4 | CONCLUSÃO

Este estudo possibilitou conferir viabilidade no emprego da floculação do lodo de uma ETA através de um sistema contínuo por Floculadores Tubulares Helicoidais. A agitação e agregação nestas unidades possibilita reduzir custos em relação à agitação mecânica, além disso, foi observada efetiva agregação das partículas sólidas, tornando viável a separação destas da água clarificada via sedimentação ou outro mecanismo de separação.

Foi observado que a utilização de polímero catiônico P 2900 resultou em maior remoção de turbidez em estudos em bancada por testes de jarros. Já em relação à floculação por FTH houve melhoria na agregação quando o reator utilizado apresentou comprimento de tubulação de 12 m e vazão de alimentação de 3 L/min, indicando uma condição ideal do sistema construído.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pelo apoio financeiro e a São Gabriel Saneamento.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: Resíduos Sólidos -

Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.007**: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

AL-HASHIMI, M.A.I.; ASHJYAN, A.S.K. Effectiveness of helical pipes in the flocculation process of water. **Filtration and Separation**, v. 26, n. 6, p. 422-429, 1989.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 02 de agosto de 2010.

CARISSIMI, E. **Reator gerador de flocos - RGF: Concepção e desenvolvimento básico**. Porto Alegre, 70 p., 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CARISSIMI, E. **Desenvolvimento do reator gerador de flocos (RGF): Aspectos teóricos e aplicações no tratamento de reuso de águas e efluentes**. Porto Alegre, 156 p., 2007. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CORDEIRO, J. S. Importância do tratamento e disposição adequada dos lodos de ETAs. In: REALI, M. A. P. (org). **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. Projeto PROSAB**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 240 p.

CORDEIRO, J. S. Processamento de lodos de estações de tratamento de água (ETAs). In: ANDREOLI, C. V. (org). **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. Projeto PROSAB**. Rio de Janeiro: ABES, 2001. 282 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Departamento de População e Indicadores Sociais (2000). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB)**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 15 de abr. 2017.

LUO, J-ZHOU.; LUO, Y.; CHU, G-WEN.; AROWO, M.; XIANG, Y.; SUN, B-CHANG.; CHEN, J-FENG. Micromixing efficiency of a novel helical tube reactor: CFD prediction and experimental characterization. **Chemical Engineering Science**.v.155, p. 386 – 396, 2016.

SEOKJONG, B; JAE-HYUN, K; MYUNG-HAK, K; KI-YOUNG, P; SEOCHEON, L. Automatic control of polymer dosage using streaming potential for waterworks sludge conditioning. **Separation and Purification Technology**. v. 57, p. 230 – 236, 2007.

SOUZA FILHO, A.G.; DI BERNARDO, L. Caracterização e clarificação da água de lavagem dos filtros de uma ETA que utiliza cloreto férrico como coagulante primário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, 1999. CD ROM.

VIGNESWARAN, S.; SETIADI, T. Flocculation study on spiral flocculator. **Water, Air and Soil Pollution**. v. 29, n. 2, p. 165-188, 1986.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jorge González Aguilera: Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Alan Mario Zuffo: Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 75

Agricultura 11, 23, 92, 120, 147, 149, 157, 197, 213, 255, 257, 260, 261, 281

Agrotóxicos 131, 194, 196, 197, 198

Águas pluviais 15, 21, 156, 171, 207, 210, 211

Alimentos 132, 194

Ambiental 12, 23, 24, 25, 26, 27, 36, 37, 42, 56, 75, 76, 80, 83, 88, 89, 110, 122, 133, 142, 150, 156, 174, 175, 188, 189, 198, 213, 250, 260

B

Bacia Hidrográfica 250, 252, 254, 262

Bactérias 92

Biocombustível 76, 79

Biomarcadores de Contaminação Ambiental 89

Biomonitoramento 80

C

Caracterização 4, 17, 142, 151, 231

Combustível 76

D

Desenvolvimento 2, 5, 10, 36, 56, 67, 80, 106, 116, 117, 121, 122, 123, 142, 149, 161, 205, 261, 281, 282, 283

Design de Estruturas Verdes 9, 207

Dunas 199, 201

E

Empreendedorismo 38

Entomopatógenos 92

Erosão Hídrica 23, 250, 261

F

Fatores Socioambientais 12

I

Inovação 38, 43, 57, 143

Intercepto de Linha 199

L

Logística Reversa 116, 122

M

Meio Ambiente 2, 5, 10, 37, 56, 57, 76, 106, 123, 142, 152, 154, 157, 164, 170, 172, 173, 174, 176, 177, 180, 189, 197, 199, 206, 252, 261, 281, 282, 283

P

Paisagismo Ecosistêmico 207, 213

Planejamento Ambiental 189, 250

Poluição 44

Pragas 92

processo erosivo 15, 249, 258, 261

Processo erosivo 12

produtores 25, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 70, 126, 127

R

Recursos Hídricos 199, 261

Rio de Janeiro 23, 24, 36, 67, 79, 87, 93, 103, 122, 123, 131, 142, 150, 151, 175, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 198, 248, 260, 262

Robótica 44, 57

Rstudio 52

S

Síntese 233, 244

Solos 12, 24, 248, 261

Sustentabilidade 38, 57, 79, 123, 176

U

Unidade de Conservação 7, 106, 107, 178, 183, 184, 185, 186, 188, 199, 200

V

Vigilância 196, 197, 198

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-536-5



9 788572 475365