



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 2

 **Atena**
Editora

Ano 2020



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 2

 **Atena**
Editora

Ano 2020

Profª Drª 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. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
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 Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
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
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
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

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

D371 Demandas essenciais para o avanço da engenharia sanitária e ambiental 2 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-947-9

DOI 10.22533/at.ed.479202101

1. Engenharia ambiental. 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

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

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

Profª Drª 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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª 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
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

APRESENTAÇÃO

A obra *“Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental”* aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 28 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia sanitária e ambiental, tendo como base suas demandas essenciais interfaces ao avanço do conhecimento.

Os serviços inerentes ao saneamento são essenciais para a promoção da saúde pública, desta forma, a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas constitui fator de prevenção de doenças, onde a água em quantidade insuficiente ou qualidade imprópria para consumo humano poderá ser causadora de doenças; observa-se ainda o mesmo quanto à inexistência e pouca efetividade dos serviços de esgotamento sanitário, limpeza pública e manejo de resíduos sólidos e de drenagem urbana.

Destaca-se ainda que entre os muitos usuários da água, há um setor que apresenta a maior interação e interface com o de recursos hídricos, sendo ele o setor de saneamento.

O plano de saneamento básico é o instrumento indispensável da política pública de saneamento e obrigatório para a contratação ou concessão desses serviços. A política e o plano devem ser elaborados pelos municípios individualmente ou organizados em consórcio, e essa responsabilidade não pode ser delegada. O Plano deve expressar o compromisso coletivo da sociedade em relação à forma de construir o saneamento. Deve partir da análise da realidade e traçar os objetivos e estratégias para transformá-la positivamente e, assim, definir como cada segmento irá se comportar para atingir as metas traçadas.

Dentro deste contexto podemos destacar que o saneamento básico é envolto de muita complexidade, na área da engenharia sanitária e ambiental, pois muitas vezes é visto a partir dos seus fins, e não exclusivamente dos meios necessários para atingir os objetivos almejados.

Neste contexto, abrem-se diversas opções que necessitam de abordagens disciplinares, abrangendo um importante conjunto de áreas de conhecimento, desde as ciências humanas até as ciências da saúde, obviamente transitando pelas tecnologias e pelas ciências sociais aplicadas. Se o objeto saneamento básico encontra-se na interseção entre o ambiente, o ser humano e as técnicas podem ser facilmente traçados distintos percursos multidisciplinares, potencialmente enriquecedores para a sua compreensão.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados a estas diversas demandas essenciais do conhecimento da engenharia sanitária e ambiental. 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
A UTOPIA DA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO NO BRASIL	
Marcelo Motta Veiga	
DOI 10.22533/at.ed.4792021011	
CAPÍTULO 2	13
ANÁLISE DE UMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA MIGRAR AO MERCADO LIVRE DE ENERGIA	
Leonardo Nascimento de Oliveira	
Luis Henrique Pereira da Silva	
Milton Tavares de Melo Neto	
DOI 10.22533/at.ed.4792021012	
CAPÍTULO 3	23
APLICABILIDADE DOS INDICADORES DO DIAGNÓSTICO NO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE BELÉM	
Arthur Julio Arrais Barros	
Marise Teles Condurú	
José Almir Rodrigues Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.4792021013	
CAPÍTULO 4	41
APLICAÇÃO DA ULTRAFILTRAÇÃO NO PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE SANITÁRIO VISANDO O REÚSO URBANO NÃO POTÁVEL	
Layane Priscila de Azevedo Silva	
Marcos André Capitulino de Barros Filho	
Larissa Caroline Saraiva Ferreira	
Moisés Andrade de Farias Queiróz	
Alex Pinheiro Feitosa	
DOI 10.22533/at.ed.4792021014	
CAPÍTULO 5	51
APLICAÇÃO WEB PARA PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	
Rafael Pereira Maciel	
Luís Henrique Magalhães Costa	
Nágila Veiga Adrião Monteiro	
Liércio André Isoldi	
DOI 10.22533/at.ed.4792021015	
CAPÍTULO 6	64
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE LAGOAS APLICADAS AO TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS APÓS REMOÇÃO DE LODO	
Yasmine Westphal Benedet	
Patrick Ikaru Ferraz Suzuki	
Nattália Tose Lopes	
Sara Cristina Silva	
DOI 10.22533/at.ed.4792021016	

CAPÍTULO 7	75
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO EM UMA INDÚSTRIA DE CALÇADOS VISANDO REÚSO NÃO POTÁVEL	
Layane Priscila de Azevedo Silva Matheus Frazão Arruda Diniz Julyenne Kerolainy Leite Lima	
DOI 10.22533/at.ed.4792021017	
CAPÍTULO 8	84
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E OPERACIONAIS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	
Ingrid Moreno Mamedes Karytany Ulian Dalla Costa	
DOI 10.22533/at.ed.4792021018	
CAPÍTULO 9	93
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ULTRAFILTRAÇÃO POR MEMBRANAS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO NA ETA ENGENHEIRO RODOLFO JOSÉ COSTA E SILVA	
Mara Yoshino de Castro	
DOI 10.22533/at.ed.4792021019	
CAPÍTULO 10	110
BIOFILTRAÇÃO PARA TRATAMENTO DE SULFETO DE HIDROGÊNIO	
Monise Fernandes Melo Alexandre Prado Rocha Michele Lopes Cerqueira	
DOI 10.22533/at.ed.47920210110	
CAPÍTULO 11	115
IV-027 – COLIFORMES TERMOTOLERANTES E TOTAIS COMO INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CASCAÃO, SALVADOR-BA	
Maiza Moreira Campos de Oliveira Adriano Braga dos Santos Alessandra Argolo Espírito Santo	
DOI 10.22533/at.ed.47920210111	
CAPÍTULO 12	125
CONTROLE DE OCORRÊNCIA DE MAUS ODORES EM ETE COM SISTEMA COMBINADO ANERÓBIO/AERÓBIO: REATOR UASB E LODOS ATIVADOS	
Lucas Martins Machado Cláudio Leite de Souza Bruna Coelho Lopes Roberto Meireles Glória Déborah de Freitas Melo	
DOI 10.22533/at.ed.47920210112	

CAPÍTULO 13 138

DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS DE CONTROLE DE EFLUENTES INDUSTRIAIS NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA-MG

Paula Rafaela Silva Fonseca
Sue Ellen Costa Bottrel
Ricardo Stahlschmidt Pinto Silva
Júlio César Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.47920210113

CAPÍTULO 14 148

DEFINIÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA COM INTERMITÊNCIAS ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO HIDRÁULICA – ESTUDO DE CASO - SÃO BENTO DO UNA - PE

Hudson Tiago dos S. Pedrosa
Marcos Henrique Vieira de Mendonça

DOI 10.22533/at.ed.47920210114

CAPÍTULO 15 158

DESINFECÇÃO DE EFLUENTE DE FBP UTILIZANDO REATOR DE ALGAS DISPERSAS (RAD)

Israel Nunes Henrique
Dayane de Andrade Lima
Keiciane Alexandre de Sousa
Layza Sabrine Magalhães da Silva
Timóteo Silva Ferreira
Fernando Pires Martins
Clodoaldo de Sousa
Júlia de Souza Carvalho
Ana Queloene Imbiriba Correa
Camila Pimentel Maia

DOI 10.22533/at.ed.47920210115

CAPÍTULO 16 167

ELABORAÇÃO DE PROPOSTA DE PROGRAMA DE RECEBIMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS PARA A CIDADE DE JUIZ DE FORA

Paula Rafaela Silva Fonseca
Sue Ellen Costa Bottrel
Ricardo Stahlschmidt Pinto Silva
Júlio César Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.47920210116

CAPÍTULO 17 177

ENSAIO DE TRATABILIDADE PARA OTIMIZAÇÃO DA FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO PARA TRATAMENTO DE ÁGUA DO RIO CAPIBARIBE EM PERNAMBUCO

Joana Eliza de Santana
Romero Correia Freire
Aldebarã Fausto Ferreira
Mayra Angelina Quaresma Freire
Maurício Alves da Motta Sobrinho

DOI 10.22533/at.ed.47920210117

CAPÍTULO 18	185
ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO E PERDAS DE METANO EM REATOR UASB DA ETE-UFLA POR MEIO DE DIFERENTES MODELOS MATEMÁTICOS	
Lucas Barreto Campos Mateus Pimentel de Matos Luciene Alves Batista Siniscalchi Sílvia de Nazaré Monteiro Yanagi Lucas Cardoso Lima	
DOI 10.22533/at.ed.47920210118	
CAPÍTULO 19	196
ESTUDO DA GERAÇÃO DE TRIHALOMETANOS (THM) EM EFLUENTE TRATADO DE SISTEMA DE LODO ATIVADO DE FLUXO INTERMITENTE	
Vanessa Farias Feio Neyson Martins Mendonça	
DOI 10.22533/at.ed.47920210119	
CAPÍTULO 20	205
ESTUDO DA TOXICIDADE DE EFLUENTE TÊXTIL SUBMETIDO À PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO	
Rogério Ferreira da Silva Gilson Lima da Silva Victória Fernanda Alves Milanez Ricardo Oliveira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.47920210120	
CAPÍTULO 21	214
FITORREMEDIAÇÃO UTILIZANDO MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE ESGOTO DOMÉSTICO	
Israel Nunes Henrique Lucieta Guerreiro Martorano Nathalia Costa Scherer José Reinaldo Pacheco Peleja Timóteo Silva Ferreira Julia de Souza Carvalho Patrícia Santos Silva Luciana Castro Carvalho de Azevedo Dayhane Mayara Santos Nogueira Jaelbe Lemos de Castro	
DOI 10.22533/at.ed.47920210121	
CAPÍTULO 22	225
GASEIFICAÇÃO DOS LODOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DOS TIPOS CONVENCIONAL E UASB	
Luis Henrique Pereira da Silva Sérgio Peres Ramos da Silva Maria de Los Angeles Perez Fernandez Palha Adalberto Freire do Nascimento Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.47920210122	

CAPÍTULO 23 234

INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA REGIÃO DOS LAGOS NO RIO DE JANEIRO – 2010 A 2015

Fátima de Carvalho Madeira Reis
Gabriela Freitas da Cruz
Herleif Novaes Roberg
Maria Goreth Santos
Simone Cynamon Cohen

DOI 10.22533/at.ed.47920210123

CAPÍTULO 24 245

INFLUÊNCIA DAS NORMAS NBR 9649 E NBR 14486 NO DIMENSIONAMENTO DE UMA REDE COLETORA DE ESGOTO DE MATERIAL PVC

Lívia Figueira de Albuquerque
Artemisa Fontinele Frota
Luís Henrique Magalhães Costa

DOI 10.22533/at.ed.47920210124

CAPÍTULO 25 255

POTENCIAL DO CARVÃO RESULTANTE DA PIRÓLISE DE LODO DE ESGOTO DOMÉSTICO COMO ADSORVENTE EM TRATAMENTO DE EFLUENTES.

Murillo Barros de Carvalho
Glaucia Eliza Gama Vieira

DOI 10.22533/at.ed.47920210125

CAPÍTULO 26 265

RETIRADA DE LODO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO COM MÁQUINA ANFÍBIA

Renata Araújo Guimarães
Analine Silva de Souza Gomes
Mariana Marquesini
Mario Márcio Gonçalves de Paula

DOI 10.22533/at.ed.47920210126

CAPÍTULO 27 275

UTILIZAÇÃO DE REATOR UASB SEGUIDO DE FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO

Israel Nunes Henrique
José Tavares de Sousa
Layza Sabrine Magalhães da Silva
Keiciane Alexandre de Sousa
Rebecca da Silva Fraia
Timóteo Silva Ferreira
Fernando Pires Martins
Clodoaldo de Sousa
Julia de Souza Carvalho
Alisson Leonardo Vieira dos Reis
Rita de Cássia Andrade da Silva

DOI 10.22533/at.ed.47920210127

CAPÍTULO 28286

MONITORAMENTO FÍSICO E QUÍMICO DE UM SISTEMA DE LODOS ATIVADOS EM ESCALA DE BANCADA, DO TIPO UCT MODIFICADO

Israel Nunes Henrique
Fernando Pires Martins
Clodoaldo de Sousa
Timóteo Silva Ferreira
Rebecca da Silva Fraia
Julia de Souza Carvalho
Patrícia Santos Silva
Ana Queloene Imbiriba Correa
Yandra Cardoso Sobral

DOI 10.22533/at.ed.47920210128

SOBRE O ORGANIZADOR.....295

ÍNDICE REMISSIVO296

APLICAÇÃO WEB PARA PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Data de aceite: 06/01/2020

Rafael Pereira Maciel

Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica
Rio Grande – RS

Luís Henrique Magalhães Costa

Universidade Estadual Vale do Acaraú, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Curso de Graduação em Engenharia Civil
Sobral – CE

Nágila Veiga Adrião Monteiro

Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional
Rio Grande – RS

Liércio André Isoldi

Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica
Rio Grande – RS

RESUMO: O lançamento de esgotos não tratados em corpos hídricos traz sérias consequências à saúde pública e ao meio ambiente. Embora a preocupação com saneamento básico no Brasil tenha crescido nos últimos anos, a atual situação está longe de ser a ideal, pois parte da população ainda

não recebe esgotamento sanitário, nem todas as estações de tratamento atendem às condições mínimas exigidas para o lançamento de esgotos, além da carência de mão-de-obra técnica qualificada para elaboração de projetos de saneamento. Neste contexto, fica claro a necessidade do acesso a informações sobre dimensionamento e elaboração de projetos, visando proporcionar à população os princípios de universalização e integralidade dos serviços de saneamento básico. Na intenção de apresentar métodos claros de dimensionamento e auxiliar no processo de tomada de decisões, o presente trabalho objetiva a criação de uma aplicação web que realize os cálculos de pré-dimensionamento de estações de tratamento de esgotos. A aplicação foi desenvolvida com o uso das linguagens HTML e JavaScript, do mecanismo CSS, e realiza o dimensionamento de tratamento preliminar, o que inclui calhas Parshall, grades de barras e desarenadores; lagoas facultativas; lagoas aeradas facultativas; lagoas aeradas de mistura completa seguidas de lagoas de decantação; lagoas anaeróbias seguida de lagoas facultativas; lagoas anaeróbias seguida de lagoas facultativas e lagoas de maturação; reatores UASB seguido de filtros biológicos percoladores; e tratamento individual (fossas sépticas e sumidouros). Bem como realiza análise da autodepuração de corpos hídricos com lançamento pontual único

de efluentes. A aplicação pode ser encontrada no endereço <hidrouva.com.br>.

PALAVRAS-CHAVE: Aplicação web; Pré-dimensionamento; Estações de Tratamento de Esgotos.

WEB APPLICATION FOR PREDESIGN OF WASTEWATER TREATMENT PLANTS

ABSTRACT: The discharge of untreated sewage into water bodies has serious consequences for public health and the environment. Although concern about basic sanitation in Brazil has grown considerably in recent years, the current situation is far from ideal, as part of the population still does not have access to sewage collection. In addition, not all treatment plants actually meet the minimum conditions required for sewage disposal, and there is a shortage of qualified technical labor for sanitation projects. In this context, it is clear the need for access to information on design and project development, aiming to provide the population with the principles of universalization and integrality of basic sanitation services. In order to present clear design methods and to assist in the decision making process, the present work aims to create a web application that performs predesign calculations of wastewater treatment plants. The application was developed using the HTML and JavaScript languages, and the CSS engine; and it designs preliminary treatment, which includes Parshall flumes, coarse screening, and grit removal; facultative stabilization ponds; aerated facultative stabilization ponds; aerated complete mixture ponds followed by settling ponds; anaerobic ponds followed by facultative ponds; anaerobic ponds followed by facultative ponds and maturation ponds; UASB reactors followed by percolating biological filters; individual sewage treatment (septic tanks and leach drains); and performs analysis of self-depuration in watercourses with single point discharge of effluents. The application can be found at <hidrouva.com.br>.

KEYWORDS: Web Application; Predesign; Wastewater Treatment Plant.

1 | INTRODUÇÃO

A água doce, amplamente utilizada para consumo humano, é um bem natural renovável, porém diante da necessidade humana do consumo de água, faz-se necessária a correta manutenção da pequena parcela propícia ao consumo humano (VON SPERLING, 2005; BRAGA et. al., 2005).

Barros (2013) afirma que o lançamento de esgoto não tratado é um dos principais fatores que contribuem para a poluição das águas. O tratamento de esgotos, quando existente, em grande parte dos casos é insuficiente para a remoção satisfatória de poluentes, principalmente para o atendimento aos padrões legais.

O Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto – 2016, produzido pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), aponta que, do total de esgotos gerados em todo o Brasil, incluindo esgotos coletados e não coletados, apenas

44,9% passa por algum tipo de tratamento, e deste percentual, apenas 74,9% são tratados (BRASIL, 2018).

De acordo com o Atlas do Saneamento (IBGE, 2011), 30,5% dos municípios brasileiros lançam esgoto não tratado em corpos d'água e utilizam estes corpos receptores para vários usos a jusante, como o abastecimento de água, a recreação, a irrigação e a aquicultura. A maioria dos problemas sanitários que afetam a população mundial estão intrinsecamente relacionados com o meio ambiente. Um exemplo é a diarreia que, com mais de quatro bilhões de casos por ano, é uma das doenças que mais aflige a humanidade (GUIMARÃES et al., 2007).

Problemas relacionados à saúde, ao saneamento e ao meio ambiente envolvem grande parte da população mundial. No Brasil, o déficit no acesso aos serviços básicos atinge principalmente as populações mais carentes nas zonas periféricas das cidades e zonas rurais. A inexistência ou ineficácia de serviços de saneamento favorece o agravamento da saúde e da qualidade de vida da população (SANTOS, et al., 2018). Para que ocorresse a universalização dos serviços de água e esgoto até o ano de 2024, seriam necessários investimentos anuais da ordem de R\$ 11 bilhões, que correspondem a 0,6% do PIB. No entanto, nos anos anteriores os investimentos se situaram próximos aos R\$ 3 bilhões (AESBE, 2006).

Neste viés, o Instituto Trata Brasil (ITB, 2018) afirma que a universalização do saneamento básico traria ao país benefícios econômicos e sociais de mais de R\$ 1,1 trilhão em 20 anos. Isso quer dizer que os ganhos com a expansão dos serviços de água e esgoto no Brasil são maiores que os custos para investir neste setor.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho, este foi dividido, em três etapas, onde na primeira decidiu-se o conteúdo da aplicação web de pré-dimensionamento; na segunda esta foi desenvolvida computacionalmente; e na terceira foram realizados os estudos de caso para validação da aplicação.

2.1 Primeira Etapa: Escolha dos Métodos de Tratamento Adotados

Inicialmente, buscou-se fazer uma extensa revisão bibliográfica a fim de se encontrar trabalhos existentes que abordassem o uso de ferramentas computacionais voltadas para o dimensionamento e planejamento de Estações de Tratamento de Esgoto, como, por exemplo, aquelas utilizadas por Rocha et al. (1999), Barros (2013), Mikowski (2013) e Andrade (2016). Buscou-se, também, em normas técnicas e na bibliografia existente unidades, fluxogramas e tecnologias de tratamento que são utilizados no sistema brasileiro de tratamento de efluentes, e indicações para o dimensionamento destes. Uma vez que Von Sperling (2005), Jordão e Pessôa (2014),

Von Sperling (2014) e Von Sperling (2017) abordam as tecnologias contempladas na aplicação desenvolvida ao mesmo tempo em que contribuem com experiências profissionais práticas, adotou-se neste trabalho, essencialmente, as indicações propostas por estes autores.

Sistema de tratamento	Eficiência de remoção (%)						
	DBO	DQO	SS	Amônia	Nitrogênio	Fósforo	Coliformes
Lagoa facultativa	75 – 85	65 – 80	70 – 80	< 50	< 60	< 35	90 – 99
Lagoa aerada facultativa	75 – 85	65 – 80	70 – 80	< 30	< 30	< 35	90 – 99
Lagoa aerada de mistura completa seguida de lagoa de decantação	75 – 85	65 – 80	80 – 87	< 30	< 30	< 35	90 – 99
Lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa	75 – 85	65 – 80	70 – 80	< 50	< 60	< 35	90 – 99
Lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa e lagoa de maturação	80 – 85	70 – 83	70 – 80	40 – 80	40 – 70	> 40	99,9 – 99,999
Reator UASB seguido de Filtro biológico percolador	80 – 93	73 – 88	87 – 93	< 50	< 60	< 35	90 – 99
Tratamento individual	90 – 98	85 – 95	> 93	> 65	> 65	> 50	99,99 – 99,999

Tabela 1: Eficiências de remoção de matéria orgânica e organismos patogênicos dos sistemas de tratamento adotados na aplicação web. Fonte: Von Sperling (2005) e Von Sperling (2017).

Foram também adotadas as recomendações existentes nas Normas Brasileiras Regulamentadoras NBR 13969:1997 (ABNT, 1997) e NBR 12209:2011 (ABNT, 2011), que tratam, respectivamente, a respeito da elaboração de projetos de tanques sépticos e projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários.

Sistema de tratamento	Custos	
	Implantação (R\$/hab)	Operação (R\$/hab.ano)
Lagoa facultativa	40 – 80	2,0 – 4,0
Lagoa aerada facultativa	50 – 90	5,0 – 9,0
Lagoa aerada de mistura completa seguida de lagoa de decantação	50 – 90	5,0 – 9,0
Lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa	30 – 75	2,0 – 4,0
Lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa e lagoa de maturação	50 – 100	2,5 – 5,0
Reator UASB seguido de Filtro biológico percolador	60 – 90	5,0 – 7,5
Tratamento individual	60 – 100	3,0 – 5,0

Tabela 2: Custo energético dos sistemas de tratamento adotados na aplicação web. Fonte: Von Sperling (2005) e Von Sperling (2017).

A escolha das tecnologias abordadas foi também fundamentada em alguns fatores, como: custo energético; custos de implementação e manutenção; abrangência do uso; e eficiência de remoção de matéria orgânica e organismos patogênicos. Os valores de custo energético e eficiência de remoção de matéria orgânica e organismos patogênicos, como apresentados por Von Sperling (2003) e Von Sperling (2017), podem ser visualizados nas tabelas 1 e 2.

Seguidamente, foram selecionadas as tecnologias de tratamento abordadas na aplicação, procurando-se adotar tecnologias amplamente empregadas em estações de tratamento de esgoto de cidades de pequeno e médio porte e que apresentem baixos custos de implantação e manutenção. São elas: lagoa facultativa; lagoa aerada facultativa; lagoa aerada de mistura completa seguida de lagoa de decantação; lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa; lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa e lagoa de maturação; reator UASB seguido de filtro biológico percolador; e tratamento individual (fossa séptica e sumidouro).

Complementarmente a estas tecnologias, foram também desenvolvidas páginas para tratamento preliminar, fase presente em todos os fluxogramas de tratamento e onde pode ser feito o dimensionamento de calha Parshall, grade de barras e desarenador, responsáveis pela remoção de sólidos grosseiros e areia; e para autodepuração de corpos hídricos, onde é avaliada a capacidade, em um corpo hídrico, de autodepuração, processo natural no qual cargas poluidoras, de origem orgânica, lançadas em um corpo d'água são neutralizadas. Um fluxograma representando as opções de tratamento e análise disponíveis pode ser visualizado na figura 1.

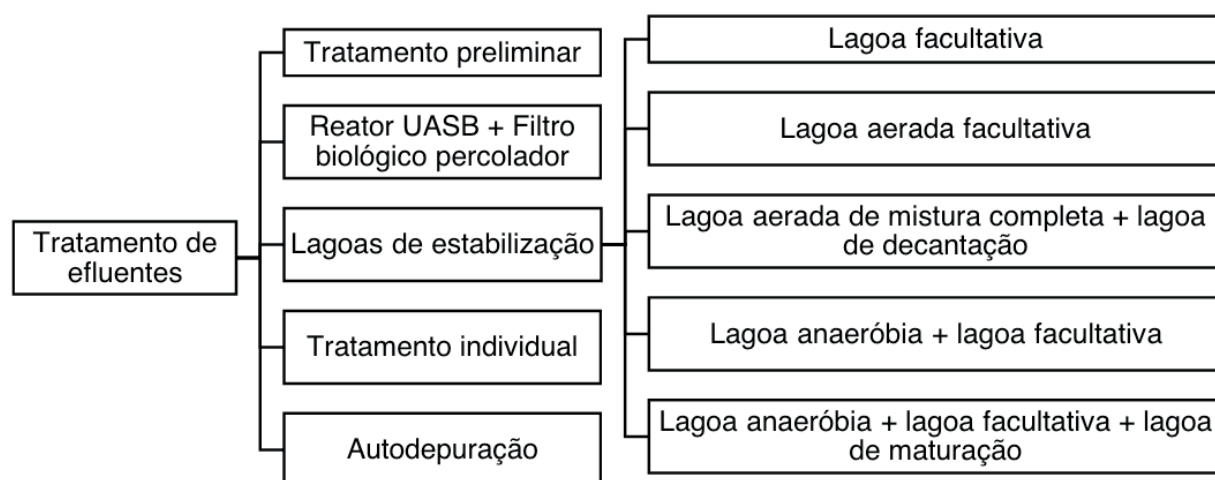


Figura 1: Fluxograma apresentando opções de tratamento disponíveis no menu da aplicação.

Fonte: Autor, 2019.

2.2 Segunda Etapa: Desenvolvimento da Aplicação Web

Nesta etapa, objetivou-se a criação da aplicação web. O desenvolvimento

da aplicação foi realizado no editor de código-fonte Visual Studio Code, criado e disponibilizado pela Microsoft. Foram adotadas as linguagens de programação front-end HTML, CSS e JavaScript, onde a escolha destas pode ser justificada na amplitude da difusão de smartphones, nos quais a aplicação pode ser facilmente acessada, sem a necessidade de instalação de um software, além da simplicidade na implementação. A linguagem HTML (do inglês: *HyperText Markup Language*) foi utilizada, por meio do uso de marcadores (do inglês: *tags*), para a construção do corpo do site, inserção de texto, imagens, botões, tabelas e formulários, assim como seus respectivos campos; o mecanismo CSS (do inglês: *Cascading Style Sheets*) é responsável pela estilização das páginas, como cores, fonte, espaçamentos, posicionamento, etc.; e a linguagem JavaScript foi utilizada para a criação das funções responsáveis por identificar os campos contendo as variáveis de entrada, utilizar estas variáveis para realizar os cálculos de dimensionamento e retornar os resultados aos campos destinado às variáveis de saída.

As páginas da aplicação são compostas, essencialmente, por seções contendo formulários, onde, em cada formulário, há campos a serem preenchidos que receberão os dados de entrada e campos que mostrarão os dados de saída. Para cada seção, foram criadas funções, em JavaScript, que realizam cálculos de dimensionamento e estas funções são acionadas pelo usuário através de botões. Cada função recebe dados de entrada provenientes dos campos encontrados nas páginas, realiza os cálculos e retorna estes valores para a página, nos campos destinados às variáveis de saída, conforme mostrado na figura 2. Os valores dos dados de entrada devem estar nas unidades correspondentes às unidades requeridas pelas fórmulas utilizadas, especificadas em cada página.

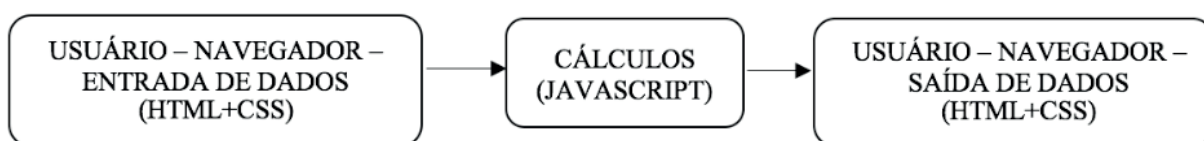


Figura 2: Fluxograma de realização de cálculos. Fonte: Autor, 2019.

O modelo do layout foi retirado e adaptado do template disponível no site <<https://github.com/puikinsh/notika>> e o site foi hospedado no servidor <<https://www.godaddy.com>>.

2.3 Terceira Etapa: Estudo de Caso para Validação da Aplicação Web

A fim de se comprovar a eficiência da aplicação de realizar corretamente os cálculos de dimensionamento, realizaram-se três estudos de caso, comparando-se os dimensionamentos executados pela aplicação àqueles realizados por Von Sperling (2014); Jordão e Pessôa (2014); e Von Sperling (2017), utilizando-se dos

mesmos dados, os quais podem ser observados na tabela 3.

Sistema de tratamento	Dados de entrada	Valores
Lagoa facultativa	Vazão afluente Concentração de substrato afluente Taxa de aplicação superficial Profundidade Relação comprimento/largura Temperatura do efluente no mês mais frio	3000 m ³ /d 350 mg/l 220 kgDBO ₅ /ha.d 1,80 m 2,5 23 °C
Fossa séptica e sumidouro	Número de pessoas ou unidades de contribuição Contribuição "per capita" de despejos Taxa de acumulação de lodo digerido Contribuição de lodo fresco Profundidade útil fixada Largura estimada da fossa Coeficiente de infiltração de água no solo Número de sumidouros	26 hab 130 l/hab.d 57 d 1,00 l/hab.d 1,50 m 1,20 m 90 l/m ² .dia 2 unidades
Autodepuração	Vazão do rio Vazão de esgotos Demanda bioquímica de oxigênio do rio	0,76 m ³ /s 0,114 m ³ /s 2,0 mg/l
	Demanda bioquímica de oxigênio de esgotos Concentração de oxigênio dissolvido do rio Concentração de oxigênio dissolvido de esgotos Concentração de saturação de oxigênio Coeficiente de desoxigenação Coeficiente de decomposição Coeficiente de reaeração Velocidade do rio Temperatura média da água no mês mais seco	341 mg/l 7,1 mg/l 0,0 mg/l 7,9 mg/l 0,40 d ⁻¹ 0,70 d ⁻¹ 4,99 d ⁻¹ 0,26 m/s 22 °C

Tabela 3: Dados utilizados no dimensionamento de lagoa facultativa e fossa séptica, e análise da autodepuração de um corpo hídrico.

3 | RESULTADOS E ANÁLISE

3.1 Aplicação Web

Como produto do presente estudo, uma aplicação web para o pré-dimensionamento de estações de tratamento de esgoto foi desenvolvida. Deu-se à aplicação o nome de HidroUVA e esta pode ser encontrada no endereço <www.hidrouva.com.br>.

A aplicação conta com sete páginas que realizam dimensionamento de diferentes tecnologias de tratamento de esgoto e uma página que analisa o processo de autodepuração de corpos hídricos. Ao acessar o site, o usuário se depara com a página inicial, onde ele é levado a escolher com o que quer trabalhar: tratamento de esgoto, tratamento de água ou hidrologia (estes dois últimos a serem desenvolvidos) e que método de tratamento dimensionar ou analisar, como pode ser visto na figura

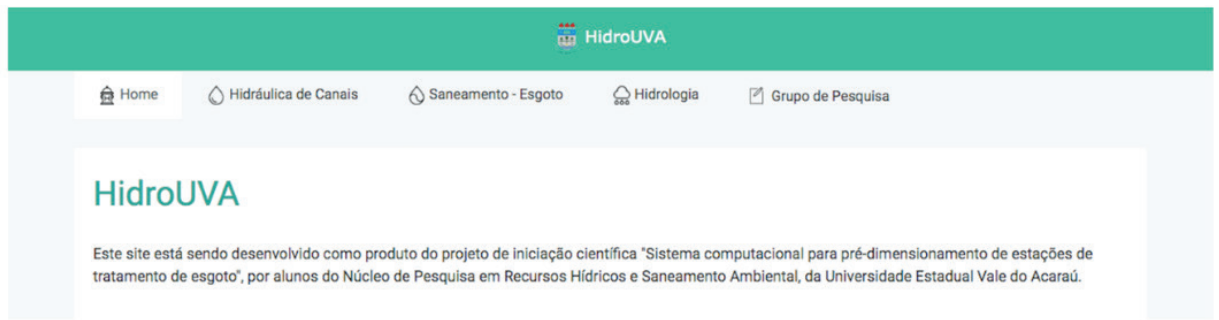


Figura 3: Página inicial da aplicação web.

Devido ao fato de as lagoas de estabilização serem uma tecnologia relativamente simples, de grande difusão no sistema de tratamento de esgoto brasileiro e de se mostrarem eficientes na remoção de matéria orgânica e organismos patogênicos, além de possuírem diferentes níveis de simplicidade operacional, mais de um fluxograma envolvendo lagoas de estabilização foi considerado, adotando-se aqueles recomendados por Von Sperling (2017).

Desta forma, levando-se em conta a eficiência de remoção de matéria orgânica e organismos patogênicos, e o custo energético, como anteriormente mencionado, as seguintes tecnologias de tratamento foram adotadas:

- Tratamento preliminar: nesta página são realizados cálculos para dimensionamento dimensões e área de calha Parshall, desarenador e grade de barras;
- Lagoa facultativa: realiza cálculos para obtenção das dimensões, área, volume e tempo de detenção hidráulica, entre outros dados, de uma lagoa facultativa;
- Lagoa aerada facultativa: realiza os mesmos cálculos de dimensionamento encontrados na página de lagoas facultativas, acrescido apenas das seções de dimensionamento de requisitos de oxigênio e energia;
- Lagoa aerada de mistura completa seguida de lagoa de decantação: nesta página são realizados cálculos de dimensionamento para obtenção de dimensões, área, volume e tempo de detenção hidráulica para ambas as lagoas; e eficiência de remoção de DBO, requisitos de oxigênio e de energia para a lagoa aerada de mistura completa;
- Lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa: nesta página são realizados cálculos de dimensionamento para obtenção de dimensões, área, volume e tempo de detenção hidráulica lagoas anaeróbias e facultativas;
- Lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa e lagoa de maturação: diferencia-se do sistema anterior pela presença de lagoas de maturação, onde o objetivo é a remoção do efluente de organismos patogênicos, como bactérias, vírus, cistos de protozoários e ovos de helminto;

- Reator UASB seguido de filtro biológico percolador: realiza cálculos de dimensionamento de um reator UASB, obtendo valores para dimensões, área, volume e carga orgânica volumétrica deste; e valores para eficiência de remoção de DBO, dimensões, área, volume, entre outros dados, relativos aos braços distribuidores do filtro biológico percolador;

- Tratamento individual: nesta página são realizados cálculos de dimensionamento de fossa séptica e sumidouro (s), obtendo-se valores para dimensões destas unidades, assim como suas respectivas área e volumes;

- Autodepuração: nesta página é realizada a análise da capacidade de autodepuração de um corpo hídrico após um lançamento pontual único de efluentes, obtendo-se valores de concentração e déficit de oxigênio dissolvido, produzindo, também, um gráfico referente ao perfil de oxigênio dissolvido do rio.

3.2 Validação da aplicação

Como método de validação do desempenho da aplicação web, foram realizados três estudos de caso. Como mencionado anteriormente, comparou-se os dimensionamentos e análise executados na aplicação àqueles realizados por Von Sperling (2014); Jordão e Pessoa (2014); e Von Sperling (2017), utilizando-se dos dados providos por estes autores. Foram selecionadas as tecnologias de lagoa facultativa, tratamento individual (fossa séptica e sumidouro), e análise da autodepuração de um corpo hídrico com um lançamento pontual único. Os dados de entrada utilizados pelos autores podem ser visualizados tabela 1.

Após obtidos os dados de entrada, estes foram inseridos nos campos correspondentes das páginas. Os valores de entrada, bem como os resultados encontrados podem ser visualizados nas figuras 4, 5 e 6, que apresentam as seções retiradas diretamente do site. É importante ressaltar que uma conversão nos valores de vazão foi necessária, uma vez que a aplicação recebe estes valores em litros por segundo, ao passo que Von Sperling (2017) fornece os dados em metros cúbicos por segundo.

Dimensões da lagoa

Vazão média de fim de plano, em L/s	34,72
Taxa de aplicação superficial, em kg DBO/ha.d	220
Concentração de substrato afluente, em mg/L	350
Carga orgânica bruta, em kg/d	1049,93
Área superficial calculada, em m ²	47724,22
Área superficial estimada, em m ²	48000,00

(a)

Profundidade	
Profundidade adotada para a lagoa, em m	1,8
Volume da lagoa, em m ³	86400,00
Tempo de detenção hidráulica, em dias	29

Modelo de mistura completa	
Temperatura média do mês mais frio, em °C	23
Coefficiente de remoção de DBO corrigido para a temperatura do mês mais frio, em d ⁻¹	0,41
Estimativa da concentração da DBO solúvel efluente, em mg/L	27,6
Concentração da DBO ₅ particulada efluente, em mg/L	28,0
DBO total efluente, em mg/L	55,6
Eficiência de remoção da DBO, em %	84,11

(b)

Comprimento e Largura	
Relação Comprimento/Largura adotada, deve estar entre 2 e 4	2,5
Comprimento da lagoa, em m	348,00
Largura da lagoa, em m	139,00

(d)

Nível	Comprimento	Largura
Terreno	354,00	145,00
Espelho d'água	351,60	142,60
Meia profundidade	348,00	139,00
Fundo	344,40	135,40

(c) (e)

Figura 4: Resultados obtidos no dimensionamento de uma lagoa facultativa para carga orgânica bruta e área superficial (a); concentração de DBO, solúvel, particulada e total, e eficiência de remoção (b); dimensões de profundidade (c), comprimento e largura (d) nas cotas de terreno; e dimensões nas cotas de espelho d'água, meia profundidade e fundo (e).

Pôde-se constatar que, com exceção dos valores de comprimento e largura, foram obtidos os mesmos resultados que aqueles encontrados por Von Sperling (2017). Isto deveu-se ao fato de a aplicação limitar a quantidade e a disposição das lagoas, não oferecendo a opção de dimensionamento de lagoas em paralelo.

Número de pessoas ou unidades de contribuição (N)	26
Contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia, ver Tabela 1 (C)	130
Taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco, ver Tabela 3 (K)	57
Contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia, ver Tabela 1 (Lf)	1
Volume útil da fossa séptica, em m ³	5,29

Profundidade útil fixada, em m, ver Tabela 4	1,5
Largura da fossa estimada, em m	1,2
Comprimento da fossa, em m	2,90
Verificação da relação Comprimento/Largura (L/B)	2,42

deve estar entre 2 e 4

(a)

Coefficiente de infiltração de água no solo, em L/m ² .dia	<input type="text" value="90"/>	Área das paredes do sumidouro	<input type="text" value="18,78"/>
Número de sumidouros	<input type="text" value="2"/>	<input type="button" value="Calcular"/>	

Dimensões do sumidouro

Diâmetro adotado, em m	<input type="text" value="2"/>	<i>deve ser maior que 1,5m</i>	Profundidade calculada	<input type="text" value="3,00"/>	<input type="button" value="Calcular"/>
------------------------	--------------------------------	--------------------------------	------------------------	-----------------------------------	---

(b)

Figura 5: Resultados obtidos na página da aplicação, no dimensionamento de uma fossa séptica (a); área das paredes de um ou mais sumidouros (b); e dimensões de um ou mais sumidouros (c).

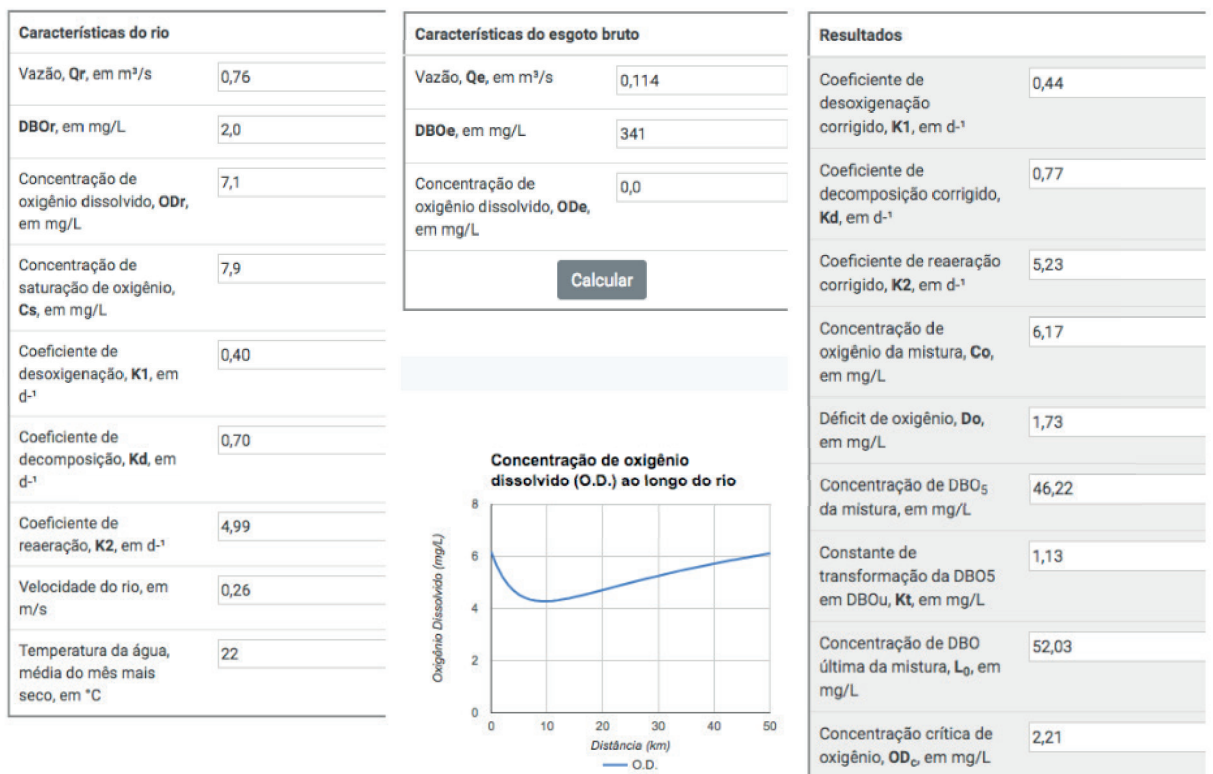


Figura 6: Resultados obtidos na página da aplicação, na análise da autodepuração de um corpo hídrico com lançamento pontual único.

Pôde-se constatar que as diferenças encontradas nos cálculos se deveram exclusivamente a diferentes aproximações nos cálculos. Desta forma, os resultados encontrados nos estudos de caso comprovam que a aplicação web apresenta um desempenho satisfatório no que concerne ao pré-dimensionamento de estações de tratamento efluentes.

4 | CONCLUSÕES

Em detrimento dos problemas de saneamento básico no cenário brasileiro, a aplicação web desenvolvida foi criada com o objetivo de auxiliar e orientar na

disseminação de informações a respeito do dimensionamento de Estações de Tratamento de Esgoto, tendo como público-alvo estudantes de graduação e pós-graduação das disciplinas de Saneamento Básico, e profissionais da área na determinação de parâmetros de projetos, uma vez que os métodos de tratamento abordados se apresentam satisfatoriamente aplicáveis e condizentes com a realidade brasileira.

Com a análise dos resultados, pôde-se, portanto, concluir que a aplicação atende satisfatoriamente os objetivos estabelecidos e pode ser utilizada para o dimensionamento dos métodos de tratamento apresentados. A aplicação poderá ser usada por acadêmicos que buscam aprender mais sobre o tratamento de esgotos, assim como por profissionais no tocante a projetos de saneamento. Andrade (2016) chama, porém, a atenção para a qualidade dos dados utilizados, onde para a obtenção de resultados satisfatórios com a utilização da aplicação é necessário que o usuário possua algum conhecimento acerca de tratamento de esgotos.

Por fim, pode-se apontar alguns tópicos para colaborações futuras. Além das tecnologias de tratamento atualmente abordadas na aplicação, sugere-se a ampliação da gama de tecnologias disponíveis para o dimensionamento, tais como sistemas de lodos ativados; filtros anaeróbios em fluxogramas de tratamento individual; e tecnologias de pós-tratamento para efluentes de reatores UASB. Sugere-se, também, a abordagem de outros segmentos, tais como tratamento de água, hidrologia e dimensionamento de canais de escoamento. Desta forma, uma maior concentração de informações sobre recursos hídricos poderá ser encontrada na aplicação.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, V. S. **Sistema Computacional para pré-dimensionamento de estações de tratamento de esgotos domésticos para municípios de pequeno e médio porte**. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Minas Gerais, 2016.

AESBE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS ESTADUAIS DE SANEAMENTO. **PNAD 2005: aumenta o déficit de dos serviços de saneamento básico. Projeções indicam universalização em 50 anos**. AESBE Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento, 2006.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12209: **Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro, 2011.

_____. NBR 13969: **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, 1997.

BARROS, H. B. **Sistema auxiliar a projetos de estações de tratamento de esgotos compactas: SAPETEC**. 2013. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/>>

handle/1/587>. Acesso em: 07 fev. 2019.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2a ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318p. ISBN: 978-85-7605- 041-4

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016**. Brasília: SNSA/ MCIDADES, 2018. 220 p.: il.

GUIMARÃES, A. J. A. et al. **Saneamento básico**. UFRRJ. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas Nacional de Saneamento Básico 2011**. 268p. ISBN 978-85-240-4202-7. Rio de Janeiro. 2011.

ITB – INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios Econômicos e Sociais da Expansão do Saneamento no Brasil**. Nov. 2018. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/beneficios/sumario_executivo.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2019.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 7a ed. Rio de Janeiro: ABES, 2014.

MIKOWSKI, A. A. B.; TAKEUCHI, C. M. **Sistema informatizado para dimensionamento de unidades de tratamento de esgoto**. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ROCHA, K. M. et al. **Desenvolvimento de Software para Pré-Dimensionamento de Reatores Anaeróbios de Manta de Lodo - UASB**. 1999. Trabalho apresentado ao 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro – RJ, 1999. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/download/29258/22933>> Acesso em: 15 fev. 2019.

SANTOS, F. F. S. et al. **O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública**. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v.4, n.1. p.241-251, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.2543054>

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3a ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 1).

_____. **Estudos e modelagem da qualidade da água dos rios**. 2a ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 7).

_____. **Lagoas de estabilização**. 3a ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2017. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 3).

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento de água 4, 5, 6, 14, 22, 24, 26, 27, 31, 32, 36, 38, 53, 148, 149, 150, 151, 154, 157, 158, 160, 234, 235, 236, 237, 238

Águas residuárias 63, 136, 161, 188, 193, 194, 197, 215, 216, 224, 262, 275, 277, 279, 285, 288, 289, 290, 294, 295

Aplicabilidade 23, 26, 30, 33, 37, 41, 265

B

Balanço de massa 185, 187, 190, 191, 194

Biofiltro 110, 111, 112, 113

Biomassa 16, 111, 130, 131, 133, 134, 135, 171, 189, 216, 223, 226, 227, 231, 232, 233, 256, 257, 258, 289, 290, 294, 295

C

Controle 18, 22, 37, 38, 44, 70, 71, 75, 79, 100, 107, 109, 111, 114, 125, 128, 130, 131, 133, 135, 138, 139, 140, 141, 142, 145, 149, 157, 159, 168, 169, 173, 175, 176, 186, 197, 208, 209, 210, 236, 258, 289

D

Desinfecção 47, 75, 79, 82, 86, 90, 91, 158, 159, 160, 161, 164, 165, 196, 198, 199, 204

Diagnóstico 12, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 49, 52, 63, 72, 130, 131, 136

Dragagem de lodo 65, 67, 68, 69, 72

E

Eficiência energética 13, 14, 22, 225

Efluentes não domésticos 138, 139, 140, 145, 146, 147, 167, 168, 169, 170, 173, 175, 176

Efluente têxtil 205, 209, 211, 212

Efluente tratado 64, 66, 69, 70, 71, 196, 199, 200, 201, 202, 209, 210, 211, 214, 274

Esgotamento sanitário 2, 4, 5, 9, 14, 24, 26, 27, 31, 32, 34, 36, 38, 51, 84, 139, 167, 168, 169, 170, 176, 234, 235, 236, 237, 238, 243, 246, 247, 266, 267

Estações de tratamento de esgotos 41, 44, 49, 51, 52, 54, 62, 83, 84, 92, 138, 139, 169, 186, 197, 257

F

Filtro biológico percolador 55, 59, 158, 160, 161, 163, 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286

Flotação 177, 178, 179, 180, 183, 184

I

Indicadores 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 43, 47, 73, 80, 81, 86, 87, 92, 115, 116, 123, 234, 235, 236, 238, 239, 240, 243, 244, 245, 274

Indústria de calçados 75, 77, 78, 81, 82

L

Lagoa de estabilização 64
Lagoas de polimento 158, 159, 160, 165, 166
Lodo biológico 64, 73, 133, 257, 266, 268, 271
Lodo de esgoto 226, 227, 232, 256, 258, 259, 262, 264, 265
Lodos ativados 62, 65, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 176, 198, 218, 276, 279, 287, 289, 295

M

Máquina anfíbia 266, 267, 270, 271, 272, 273
Material orgânico 203, 276, 277, 278, 294
Maus odores 125, 126, 127, 128, 130, 131, 133, 134, 135
Membranas ultrafiltrantes 93, 95, 97, 99, 101, 105, 106
Mercado livre de energia 13, 19, 21, 22
Metano dissolvido 185, 189, 190, 191, 192
Modelagem hidráulica 149, 157
Monitoramento 4, 29, 38, 47, 67, 79, 80, 81, 96, 99, 106, 111, 116, 117, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 167, 168, 171, 173, 174, 175, 176, 196, 199, 203, 204, 220, 236, 267, 282, 287, 289, 290, 291, 292

N

Nutrientes 90, 122, 123, 158, 159, 160, 185, 186, 215, 216, 217, 218, 223, 276, 278, 279, 287, 288, 289, 295

P

Plano municipal de saneamento básico 23, 24, 25, 37, 38, 140, 168, 169
Poluentes 52, 65, 93, 95, 106, 140, 158, 160, 169, 197, 206, 215, 216, 258, 262, 287, 288, 289
Poluição industrial 139, 171
Pré-dimensionamento 51, 52, 53, 57, 61, 62, 63
Problemas ambientais 216, 227, 287, 288

Q

Qualidade da água 44, 47, 63, 65, 80, 93, 94, 95, 96, 99, 101, 106, 107, 115, 123, 138, 140, 197, 204, 244, 270, 289

R

Reator UASB 55, 59, 70, 79, 83, 112, 125, 126, 127, 131, 132, 133, 163, 164, 185, 187, 188, 190, 191, 194, 228, 259, 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285
Recursos hídricos 34, 41, 42, 43, 49, 62, 65, 76, 116, 141, 147, 148, 149, 176, 185, 188, 197, 215, 278
Rede coletora de esgoto 32, 242, 246, 249
Redução de custos 13, 14
Remoção de lodo 64, 66, 67, 71, 72, 73, 266, 267, 268, 270, 272
Remoção de nutrientes 158, 160, 215, 216, 217

Reúso não potável 42, 48, 49, 75, 77, 83
Reúso urbano 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 81

S

Saneamento ambiental 12, 22, 63, 266, 267, 286
Saneamento básico 1, 4, 9, 12, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 51, 53, 61, 62, 63, 108, 110, 116, 140, 147, 167, 168, 169, 170, 176, 234, 238, 239, 244, 245, 275
Sistema de gestão ambiental 84, 85, 91
Sustentabilidade 1, 2, 8, 11, 35, 36, 37, 39, 111, 160, 169, 226, 263, 296

T

Taxa de recirculação 162, 177, 180, 181, 182, 183
Toxicidade 174, 184, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212
Tratamento de água 10, 15, 57, 62, 93, 94, 95, 96, 105, 107, 108, 177, 178, 179, 183, 264
Tratamento de efluente doméstico 64
Tratamento de lodo 266

U

Ultrafiltração 41, 42, 44, 49, 93, 94, 95, 96, 97, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108
Universalização 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 27, 38, 51, 53, 62

 **Atena**
Editora

2 0 2 0