



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 4

Atena
Editora

Ano 2020



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 4

Atena
Editora

Ano 2020

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

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 4 [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 978-85-7247-952-3
 DOI 10.22533/at.ed.523202101

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

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 III volume, apresenta, em seus 29 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
ALGORITMO DE BUSCA EXAUSTIVA PARALELA EM PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
Artemisa Fontinele Frota Luís Henrique Magalhães Costa Rafael Pereira Maciel Marco Aurélio Holanda De Castro	
DOI 10.22533/at.ed.5232021011	
CAPÍTULO 2	25
POÇO ARTESIANO; AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA QUE ABASTECE A ZONA RURAL NO MUNICÍPIO DE CALÇADO-PE	
Angela Maria Coêlho de Andrade Caio Cesário de Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.5232021012	
CAPÍTULO 3	38
AVALIAÇÃO DE DIGESTOR ANAERÓBIO PARA OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL E VIABILIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS NA GERAÇÃO DE ENERGIA	
Felipe R. A. dos Santos Clément Van Vlierberghe Guilherme F. Campos	
DOI 10.22533/at.ed.5232021013	
CAPÍTULO 4	52
AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA, SUINOCULTURA E LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO (<i>Zea mays</i> L.)	
Rhégia Brandão da Silva Leonardo Duarte Batista da Silva Alexandre Lioi Nascentes Antonio Carlos Faria de Melo Dinara Grasiela Alves Everaldo Zonta João Paulo Francisco Marcos Filgueiras Jorge	
DOI 10.22533/at.ed.5232021014	
CAPÍTULO 5	76
DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB APLICADA À HIDRÁULICA DE CANAIS	
Lenise Farias Martins Rafael Pereira Maciel Luis Henrique Magalhães Costa	
DOI 10.22533/at.ed.5232021015	

CAPÍTULO 6 86

ESTUDO EXPERIMENTAL E MODELAGEM MATEMÁTICA DE UM REATOR ANAERÓBIO HORIZONTAL DE LEITO FIXO (RAHLF) PARA TRATAMENTO BIOLÓGICO DE EFLUENTE SINTÉTICO CONTENDO D-LIMONENO

Arnaldo Sarti
Bruna Sampaio de Mello
Brenda Clara Gomes Rodrigues
Maria Angélica Martins Costa
Samuel Conceição de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.5232021016

CAPÍTULO 7 98

ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE PERDAS ATRAVÉS DO CONTROLE DE PRESSÃO – MODELO HIDRÁULICO DO SISTEMA MORROS DA ZONA NORTE DO RECIFE-PE

Marcos Henrique Vieira de Mendonça
Hudson Tiago dos S. Pedroso

DOI 10.22533/at.ed.5232021017

CAPÍTULO 8 111

ESTUDO DA VULNERABILIDADE DA ÁGUA SUBTERÂNEA NO DISTRITO INDUSTRIAL DE ICOARACI (BELÉM-PA)

Ana Carla Leite Carvalho
Leonardo Augusto Lobato Bello
Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes
Marco Valério Albuquerque Vinagre

DOI 10.22533/at.ed.5232021018

CAPÍTULO 9 122

ESTUDO DE ÁREA DE RISCO DEVIDO À EROÇÃO HÍDRICA EM TRECHO DO CÓRREGO AFONSO XIII EM TUPÃ / SP – CAUSAS E SOLUÇÃO

José Roberto Rasi
Roberto Bernardo
Cristiane Hengler Corrêa Bernardo

DOI 10.22533/at.ed.5232021019

CAPÍTULO 10 136

FATORES DETERMINANTES PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO ELETROMECÂNICA EFICAZ EM UMA EMPRESA DE SANEAMENTO

Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz
Tiago Pontual Waked
Bruno Roberto Gouveia Carneiro da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.52320210110

CAPÍTULO 11 145

FISCALIZAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL REMOTA DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO – DO PLANEJAMENTO A EXECUÇÃO

Flávia Oliveira Della Santina
Rodolfo Gustavo Ferreras

DOI 10.22533/at.ed.52320210111

CAPÍTULO 12	161
GESTÃO E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA: ALTERNATIVAS PARA MELHORAR O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DO CENTRO DE CONVENÇÕES DE PERNAMBUCO	
Amanda Almeida de Oliveira Figueiredo Simone Rosa da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.52320210112	
CAPÍTULO 13	180
APLICAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS EM HIDROMETRIA COM BASE EM ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRO	
Luiz Claudio Drumond	
DOI 10.22533/at.ed.52320210113	
CAPÍTULO 14	190
METODOLOGIA DE LEVANTAMENTO DE DADOS DE PROJETO DE SANEAMENTO APLICADA AO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE BRASÍLIA PRESIDENTE JUSCELINO KUBITSCHKE UTILIZANDO O SOFTWARE EPANET	
Stefan Igreja Mühlhofer Carolina Silva de Oliveira Sá Teles	
DOI 10.22533/at.ed.52320210114	
CAPÍTULO 15	204
VISITAS DOMICILIARES JUNTO À POPULAÇÃO BENEFICIÁRIA DE OBRAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – UMA ABORDAGEM SOCIOAMBIENTAL EM CAICÓ – RN	
Julyenne Kerolainy Leite Lima Marília Adelino da Silva Lima Teonia Casado da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.52320210115	
CAPÍTULO 16	212
OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL DE RESERVATÓRIO NA BUSCA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (RESERVATÓRIO DE JORDÃO DE 90.000 M ³ , SISTEMA PIRAPAMA-PE)	
Hudson Tiago dos S. Pedrosa	
DOI 10.22533/at.ed.52320210116	
CAPÍTULO 17	228
PERSPECTIVA DOS 20 ANOS DA LEI N°9.433/97: PERCEPÇÕES DOS COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA E DOS ÓRGÃOS GESTORES DE RECURSOS HÍDRICOS ACERCA DO ENQUADRAMENTO DE CORPOS D'ÁGUA	
Paulo Eduardo Aragon Marçal Ribeiro Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora	
DOI 10.22533/at.ed.52320210117	

CAPÍTULO 18	238
PRÉ-DIAGNÓSTICO DAS EFICIÊNCIAS ELETROMECÂNICAS E HIDROENERGÉTICAS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA A PARTIR DO CONSUMO ENERGÉTICO NORMALIZADO	
Luis Henrique Pereira da Silva Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz Leonardo Nascimento de Oliveira Milton Tavares de Melo Neto Hudson Tiago dos Santos Pedrosa	
DOI 10.22533/at.ed.52320210118	
CAPÍTULO 19	247
PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE REUSO DE ÁGUA EM SISTEMAS RESFRIAMENTO	
Ewerton Emmanuel da Silva Calixto Fernando Luiz Pellegrini Pessoa Lidia Yokoyama Sérgio Pagnin Andréa Azevedo Veiga	
DOI 10.22533/at.ed.52320210119	
CAPÍTULO 20	260
PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA LAGOA DA GAROPABA DO SUL/SC COM VISTAS A EFETIVA EXECUÇÃO DOS INVESTIMENTOS DO CONTRATO DE CONCESSÃO EM SANEAMENTO	
Ricardo Martins Anderson Sandrini Botega Eduardo Silvano Batista Gislaine Lonardi Katia Viviane Motta Martins	
DOI 10.22533/at.ed.52320210120	
CAPÍTULO 21	274
PROJETO DE AÇÃO SOCIAL ALIADO A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA E SEUS EFEITOS NA COMUNIDADE	
Manuella Andrade Swierczynski	
DOI 10.22533/at.ed.52320210121	
CAPÍTULO 22	293
PROJETO DE EFICIÊNCIA HÍDRICA: REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA DESCARTADA POR DESTILADORES	
Roberto Santos de Oliveira Julio Cesar Oliveira Antunes Lucas Olive Pinho Silva Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.52320210122	
CAPÍTULO 23	305
PROJETO DE INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO DESENVOLVIDO ATRAVÉS DA FILOSOFIA BIM	
Marcos André Capitulino de Barros Filho Pedro Henrique Matias Dantas	

Lucas Vieira Fernandes
Aldrin Magno Dantas Siqueira Júnior
DOI 10.22533/at.ed.52320210123

CAPÍTULO 24 318

QUALIDADE DA ÁGUA DOS POÇOS DO BAIRRO JARDIM CABANO DA VILA DOS CABANOS, MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA

Claudio Farias de Almeida Junior
Ronaldo Pimentel Ribeiro
Mirian Favacho da Silva Ramos
Amanda Ingrid da Silva Therezo
Márcia de Almeida
Marcos Antônio Barros dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.52320210124

CAPÍTULO 25 327

RECUPERAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM POÇOS TUBULARES PROFUNDOS: O CASO DE VALE DO CATIMBAU

Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz
Paulo César Nunes Pinho
José Antônio Charão Cunha
Luis Henrique Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.52320210125

CAPÍTULO 26 338

RESPONSABILIDADE SOCIAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. AÇÕES QUE FIZERAM A DIFERENÇA NA COMPANHIA DOCAS DO PARÁ/PORTO DE SANTARÉM – PARÁ – AMAZÔNIA

Cristiane da Costa Gonçalves de Andrade
Andrelle Soares Dantas Faria
Paula Danielly Belmont Coelho

DOI 10.22533/at.ed.52320210126

CAPÍTULO 27 349

SANEAMENTO DE QUALIDADE É CONSTRUÍDO COM FOCO EM GESTÃO: A EXPERIÊNCIA DA EMBASA – UNIDADE REGIONAL DE ITABERABA COM A IMPLANTAÇÃO DO MEG

Sebastiana Flávia Lima dos Santos
Gustavo Lima Magalhães Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.52320210127

CAPÍTULO 28 360

TOXICOLOGIA AGUDA DE *Rhamdia quelen* EXPOSTOS A XENOBIÓTICOS UTILIZADOS EM LAVOURAS ARROZEIRAS

Jaqueline Ineu Golombieski
Débora Seben
Joseânia Salbego
Elisia Gomes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.52320210128

CAPÍTULO 29	370
--------------------------	------------

TRATAMENTO NATURAL DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE PISCICULTURA COM USO DE SEMENTE DE MORINGA OLEIFERA

Edilaine Regina Pereira
Maik Mauro Alves
Bruna Ricci Bicudo
Dandley Vizibelli
Fellipe Jhordã Ladeia Janz

DOI 10.22533/at.ed.52320210129

SOBRE O ORGANIZADOR.....	383
---------------------------------	------------

ÍNDICE REMISSIVO	384
-------------------------------	------------

DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB APLICADA À HIDRÁULICA DE CANAIS

Data de aceite: 09/01/2020

Lenise Farias Martins

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

Rafael Pereira Maciel

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

Luis Henrique Magalhães Costa

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

RESUMO: Escoamentos livres são caracterizados pela presença de ar atmosférico e condutos que trabalham sob esse regime são denominados canais. Redes de esgoto, galerias de drenagem e vertedouros são exemplos mais comuns de obras e requerem conhecimento em hidráulica de canais para elaboração do projeto. A complexidade dos cálculos relacionados a essa área motiva a criação de ferramentas computacionais que agregam precisão e rapidez na geração de resultados. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma aplicação web para resolução de problemas comuns envolvendo hidráulica de canais. Esta ferramenta foi

produzida através da união das linguagens de programação web: html, css e Javascript. O resultado final está disponível no link: <http://hidrouva.com.br/>, e pode ser acessada em qualquer dispositivo com acesso à internet. A seção “hidráulica de canais” contém cinco páginas: fluxo normal, que através dos dados de vazão e perfil geométrico do conduto calcula a altura da lâmina d’água; vazão, cujos cálculos são semelhantes aos da página anterior, porém resulta na vazão calculada a partir da altura d’água; ressalto hidráulico, que calcula a profundidade, o comprimento, e a altura do ressalto de acordo com a seção escolhida; dimensionamento de um trecho de tubulação de esgoto; vertedouros, que aborda os dois perfis: vertedouro retangular e vertedouro em perfil Creager, que resulta nas dimensões para a execução do projeto. A aplicação web Hidrouva possui estética simples e didática com resultados confiáveis, sendo uma ferramenta útil tanto para profissionais da área quanto para alunos de cursos relacionados à hidráulica de canais.

PALAVRAS-CHAVE: Hidráulica de canais, desenvolvimento web, tecnologia.

DEVELOPMENT OF WEB APPLICATION APPLIED TO OPEN CHANNEL HYDRAULICS

ABSTRACT: Free channel flows are

characterized by the presence of atmospheric air, and ducts that work under this regime are called channels. Sewerage, drainage galleries, and spillways are most common examples of works that require knowledge in channel hydraulics for project design. The complexity of the calculations related to this area motivates the creation of computational tools that add precision and speed to the generation of results. This paper presents the development of a web application to solve common problems involving open channel hydraulics. This tool was produced by joining the web programming languages: html, css, and javascript. The final result is available at: <http://hidrouva.com.br/>, and it can be accessed by any device with internet access. The “open channel hydraulics” section contains five pages: normal flow, which, through flow data and conduit geometric profile, calculates the height of the water line; flow, whose calculations are similar to those on the previous page, but results in the flow calculated from the water line; hydraulic jump, which calculates the depth, length, and height of the jump according to the section shape chosen; design of a sewer pipe section; spillways, which addresses two profiles: rectangular spillway and creager profile spillway, which results in the dimensions for the project execution. The Hidrouva web application has simple and didactic aesthetics with reliable results, being it a useful tool for professionals in the field and for students of courses related to open channel hydraulics.

KEYWORDS: Open Channel Hydraulics, Web Development, Technology.

1 | INTRODUÇÃO

A necessidade de controlar, conter e transportar os recursos hídricos exige a implantação de obras hidráulicas dos mais diversos tipos. Dentre elas os condutos livres ou canais, os quais são utilizados para transporte e adução de água, que apresentam como principal característica a presença de pressão atmosférica ao longo da sua seção.

Porto (2006, p. 221) afirma que há mais dificuldade em tratar condutos livres do que forçados, porque apesar da similaridade no tratamento analítico dos dois tipos de escoamento devido a uma quantidade relevante de fatores externos que influem nesse tipo de fluxo. Com isso, por causa da complexidade dos estudos e a importância deles para a sociedade, a hidráulica de canais é uma das disciplinas fundamentais na formação de engenheiros civis e de outros profissionais que trabalham nessa área.

O dimensionamento de canais se inicia com a determinação da geometria da seção e prossegue com a análise hidráulica que contém rotinas de cálculo muito complexas e exaustivas que demandam tempo e exigem um alto nível de precisão.

O desenvolvimento de ferramentas computacionais facilita, reduz e agrega precisão ao dimensionamento de obras hidráulicas. Porém algumas aplicações mais complexas exigem formação sobre o uso e possuem versões pagas que muitas

vezes dificultam o acesso principalmente de estudantes.

Devido à importância e à popularização de dispositivos com acesso à internet, este trabalho objetivou o desenvolvimento de uma aplicação web voltada à hidráulica de canais composta por seções que abrangem os problemas mais comuns relacionados à área: determinação da profundidade normal (fluxo normal), determinação da capacidade de vazão, análise do ressalto hidráulico, dimensionamento de um trecho de rede de esgoto e dimensionamento de vertedouros. Para isso, aplicaram-se as seguintes linguagens de programação para desenvolvimento web: HTML, CSS e Javascript e usufruiu-se de exemplos da literatura para validar a confiabilidade dos resultados exibidos na tela do usuário. Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma aplicação web para que possa ser usada na análise hidráulica e no dimensionamento de canais.

2 | METODOLOGIA UTILIZADA

2.1 Escolha do Conteúdo da Seção “Hidráulica de Canais”

Profissionais optam cada vez mais pelo uso de ferramentas computacionais para agilizar e otimizar os seus trabalhos obtendo dados confiáveis e de alta precisão quando comparado ao método manual de elaboração de projetos. Porto (2006) explica que os atuais recursos computacionais reduzem o tempo de processamento e incremento das possibilidades de cálculo, possibilitando a simulação matemática de sistemas hidráulicos complexos fazendo intervir possantes e refinados modelos numéricos.

Neste enfoque, Porto (2006), Pruski et al. (2006), Pompeo e Savietto (1997), Zaque e Menezes Filho (2011) e Braga et al. (2017) desenvolveram ferramentas computacionais abrangendo várias áreas da hidráulica de canais.

Porto (2006) desenvolveu o *software* CANAIS3.EXE que resolve problemas de dimensionamento (cálculo dos parâmetros geométricos da seção), capacidade de vazão, determinação da altura d'água ou largura do fundo do canal dos seguintes tipos de seção: retangular, trapezoidal, circular, fundo circular, dentre outros serviços.

O *software* HIDROS, desenvolvido por Pruski et al (2006), implementa diversos modelos para dimensionamento e manejo de projetos hidroagrícolas. A ferramenta possui serviços de dimensionamento de canais, de drenagem de superfície, de controle de terraceamento, dentre outros. Pompeo e Savietto (1997) elaboraram o sistema BDL para o cálculo da capacidade de bocas de lobo. Para dimensionamento de galerias de água pluviais, Zaque e Menezes Filho (2011) criaram o DIMGAP um aplicativo computacional que realiza análise de custos do sistema de drenagem projetado.

Numa versão mais moderna e acessível, Braga et al. (2017) criaram um aplicativo

Android “Cálculo Hidráulico” que abrange o dimensionamento de canais retangulares e trapezoidais pela determinação da profundidade normal, a determinação de diâmetro de seções circulares e a verificação da capacidade hidráulica de seções retangulares e trapezoidais pela determinação da vazão.

Logo, tendo em vista a grande acessibilidade à internet por diversos tipos de dispositivos, optou-se pela criação de uma aplicação web relacionada à hidráulica de canais, pois é uma ferramenta de fácil alcance, não necessita de um arquivo executável para instalação, além de não ocupar espaço na memória do dispositivo utilizado.

2.2 Desenvolvimento da Seção “Hidráulica de Canais”

Esta seção faz parte do site Hidrouva e foi desenvolvida através da associação de três linguagens de programação web: HTML, CSS e *JavaScript*. A aplicação foi produzida no editor de código fonte *Visual Studio Code*, criado pela *Microsoft*.

A linguagem HTML (do inglês: *HyperText Markup Language*) foi utilizada para definir a estrutura do site: inserir textos, imagens, tabelas e formulários que recebe os dados de entrada digitados pelo usuário. Além disso, essa linguagem também é responsável pela adaptação da aplicação aos diferentes tipos de tela (Smartphones, Notebooks, Tablets, etc.)

A linguagem CSS (do inglês: *Cascading Style Sheets*) foi empregada para definir a estética da aplicação como: definir as fontes dos textos, o design dos formulários assim como o tamanho que este ocupa a página, o posicionamento dos formulários e das imagens, e alguns efeitos visuais para garantir um visual claro, simples e objetivo ao usuário da aplicação.

A linguagem de programação *Javascript* é responsável por efetuar os cálculos da plataforma. Primeiramente é efetuada a conversão das variáveis inseridas no formulário para as variáveis em *Javascript*, em seguida são inseridas todas as fórmulas e realizado os cálculos, por último o código retorna os resultados para a tela do usuário.

A seção de hidráulica de canais é composta por cinco páginas: dimensionamento de canais sob escoamento uniforme (fluxo normal), cálculo da vazão, ressaltos hidráulicos, dimensionamento de um trecho de tubulação de esgoto e de vertedouros.

2.3 Estudo de Caso

Com a finalidade de verificar a confiabilidade dos resultados, realizou-se um estudo comparativo aplicando os dados de exercícios da literatura e validando-os com a saída de dados exibidos para o usuário. A tabela 1 indica a comparação dos principais resultados das páginas desenvolvidas na aplicação e as respectivas

fontes bibliográficas utilizadas no estudo.

Página Web	Seção Escolhida	Parâmetro Analisado	Fonte Bibliográfica
Fluxo Normal	Retangular	Altura d'água	Porto (2006)
Vazão	Circular	Vazão	Porto (2006)
Ressalto Hidráulico	Retangular	Profundidade a jusante	Netto e Fernández (2017)
Dimensionamento de um trecho	-	Declividade de projeto	Pereira e Silva (2010)
Vertedouro	<i>Creager</i>	Lâmina Vertente (H0)	Porto (2006)

Tabela 1. Referências bibliográficas da validação dos resultados.

3 | RESULTADOS

Este trabalho é uma seção disponível no site Hidrouva cujo link é <http://hidrouva.com.br>. A seção apresenta um total de cinco páginas, todas com informações sobre os respectivos assuntos e imagens demonstrando os perfis geométricos e as variáveis analisadas a fim de proporcionar clareza na exibição dos resultados. A tabela 2 apresenta dos resultados obtidos pela comparação dos valores exibidos em tela com o gabarito dos exercícios da literatura utilizada.

Página Web	Seção Escolhida	Parâmetro Analisado	Fonte Bibliográfica	Resultados	Aplicação Web
				Bibliográfica	
Fluxo Normal	Retangular	Altura d'água	Porto (2006)	$Y_0 = 1,35$	$Y_0 = 1,350$
Vazão	Circular	Vazão	Porto (2006)	$Q = 1,20$	$Q = 1,197$
Ressalto Hidráulico	Retangular	Profundidade e a jusante	Netto e Fernández (2017)	$Y_2 = 1,37$	$Y_2 = 1,368$
Dimensionamento de um trecho	-	Declividade de projeto	Pereira e Silva (2010)	$I = 0,0143$	$I = 0,0143$
Vertedouro	<i>Creager</i>	Lâmina Vertente (H0)	Porto (2006)	$H_0 = 0,60$	$H_0 = 0,600$

Tabela 2. Validação dos resultados

Nota-se que os resultados apresentam divergência mínima, isso devido à precisão relacionada ao número de casas decimais utilizadas na programação. Logo, conclui-se que a aplicação contém resultados confiáveis ao usuário.

3.4 Páginas: Fluxo Normal e Cálculo da Vazão

Ambas as páginas possuem estrutura, estética, entrada e saída de dados semelhantes. A página “Fluxo Normal” contém um conjunto com quatro botões para que o usuário escolha a seção a ser trabalhada, logo abaixo dele tem-se um formulário onde as linhas brancas e as linhas cinzas representam os dados de entrada e de saída, respectivamente. A figura 1 é uma captura de tela da aplicação e destaca a altura da lâmina d’água (Y), parâmetro utilizado para verificar a confiabilidade conforme consta na tabela 2.

A validação dos resultados da página “Vazão” foi realizada com seção circular e verificado o valor da vazão exibida na tela com o gabarito da questão escolhida na bibliografia consultada, conforme a tabela 2. A estética dessa página segue o mesmo conceito aplicado na página “Fluxo Normal”.

Retangular Circular Trapezoidal Triangular

Cálculos

Vazão (m ³ /s)	3,0
Largura da base do canal (m)	3,0
Inclinação (m/m)	0,0005
Coefficiente de Manning (Rugosidade)	0,024
Altura da Lâmina D’água (Y)	1,350
Área Hidráulica (m ²)	4,050
Perímetro Molhado (m)	5,700
Raio Hidráulico (m)	0,711
Velocidade (m/s)	0,741
Número de Froude	0,204
Energia Específica (m)	1,602
Tipo de Fluxo	subcrítico

Calcular

Seção Retangular

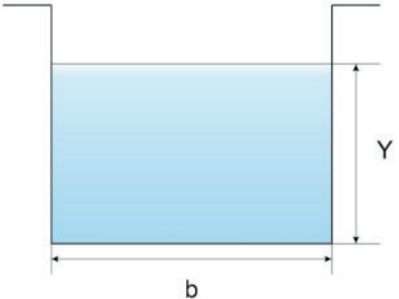


Figura 1. Validação dos resultados da página Fluxo normal em canais retangulares

Os dados de saída desta página são: altura d’água, área molhada, perímetro molhado, raio hidráulico, velocidade, número de Froude, energia específica e tipo de fluxo. Em Vazão, os dados de entrada são quase os mesmos da página Fluxo Normal a diferença é que a altura d’água é um dado de entrada e a vazão é um resultado a ser exibido.

3.5 Página: Ressalto Hidráulico

O resultado final desta página é exibido na captura de tela abaixo (figura 2) que contém as opções para análise do ressalto hidráulico de acordo com os dados de entrada que o usuário dispõe. A estética dessa seção é composta por um conjunto com três botões com as seguintes opções: canal retangular – profundidade a jusante, canal circular, canal retangular – profundidade a montante, o usuário seleciona de

acordo com a geometria do canal e a profundidade desconhecida.

A figura 2 exibe a captura de tela do produto final desta página e é destacada a linha contendo o resultado da profundidade a jusante, parâmetro utilizado na tabela 2.

The screenshot shows a software interface for calculating rectangular channel properties. At the top, there are three tabs: 'Canal Retangular Profundidade à jusante' (selected), 'Canal Circular', and 'Canal Retangular Profundidade à montante'. Below the tabs is the title 'Canais Retangulares Horizontais'. The main content area is titled 'Cálculo da profundidade à jusante'. It contains a table with the following data:

Base (m)	2,5
Vazão (m³/s)	9,25
Profundidade à montante (m)	0,90
Profundidade à jusante (m)	1,368
Altura do Ressonho (m)	0,468
Comprimento do Ressonho (m)	3,226
Energia dissipada (m)	0,021

Below the table is a 'Calcular' button. To the right of the table is a diagram titled 'Seção Retangular' showing a rectangular channel cross-section with width 'b' and height 'Y'.

Figura 2. Validação dos resultados da página Ressonho Hidráulico em canais retangulares

A saída de dados exibe os seguintes resultados: profundidade desconhecida (montante ou jusante), altura conjugada, número de Froude e altura do ressalto.

3.6 Página: Dimensionamento de um Trecho

O resultado final é mostrado na figura 3, vale salientar que, devido à quantidade de parâmetros, a captura de tela desta página funciona apenas para mostrar de forma objetiva a estética adotada.

A estrutura da página é simples e didática proporcionando ao usuário eficiência e praticidade seja na elaboração de projeto, seja na análise de uma rede de esgoto. Esta página apresenta duas tabelas distintas tanto para entrada de dados quanto para os resultados. À direita da tela, tem a imagem de um esboço do perfil do trecho assentado e, logo abaixo dela, a imagem da tabela necessária para o cálculo da declividade mínima.

Na figura 3 é realçada a linha que exibe o resultado da declividade de projeto, cujo valor e comparação com a literatura está na tabela 2.

Dados de Entrada			
Início de Plano		Fim de Plano	
Vazão de Montante (l/s)	0	Vazão de Montante (l/s)	0
Vazão de Jusante (l/s)	0,33	Vazão de Jusante (l/s)	0,68
Dados do Trecho			
Cota do terreno à Montante (CTM - m)	7,0	Cota do terreno à Jusante (CTJ - m)	6
Comprimento do trecho (L - m)	70	Coefficiente de Manning (n)	0,013
A (tabelas)	0,0155	B (tabelas)	0,47
Recobrimento à Montante (R(m) - m)	0,90	Diâmetro mínimo (mm)	150
<input type="button" value="Calcular"/>			

Resultado			
Características de tubulação		Escoramento	
D75 (mm)	0,075	Tensão Trativa (Pa)	2,468
Diâmetro comercial (mm)	150	Tipo de Escoramento	QUADRADO
Declividade mínima (l(m) - m/m)	0,0048	Declividade de projeto (lproj) - m/m	0,0142
Declividade do terreno (lter) - m/m	0,0142		
Verificações		Cotas-Profundidades	
Vazão de cheia (Qcheia - l/s)	1,333	Cota do coletor à montante (CCM - m)	0,990
Velocidade de cheia (Vcheia - m/s)	1,030	Cota do coletor à jusante (CCJ - m)	7,990
Velocidade Inicial (Vi - m/s)	0,615	Recobrimento à Jusante (RJ - m)	0,90
Velocidade Final (Vf - m/s)	0,615	Profundidade à Montante (PM - m)	1,080
Velocidade Crítica (Vc - m/s)	2,470	Profundidade à Jusante (PJ - m)	1,080
Y/D (Início de plano)	0,190	Y/D (Fim de plano)	0,190

CTM - Cota do Terreno à Montante
 CTJ - Cota do Terreno à Jusante
 PM - Profundidade à Montante
 PJ - Profundidade à Jusante
 RM - Recobrimento à Montante
 RJ - Recobrimento à Jusante
 CCM - Cota do Coletor à Montante
 CCJ - Cota do Coletor à Jusante
 D - diâmetro
 l - Inclinação (declividade)

$$i_{min} = A \cdot Q_l^B$$

Coeficiente de Manning	Coeficientes (lmin)	
	A	B
0,009	0,0065	0,49
0,010	0,0061	0,49
0,011	0,0058	0,49
0,012	0,0056	0,48
0,013	0,0055	0,47
0,014	0,0051	0,47
0,015	0,0049	0,47
0,016	0,0048	0,47

Figura 3. Página Dimensionamento de um Trecho.

Vale salientar que a imagem do perfil do trecho muda conforme o resultado da declividade do terreno. Esta alteração ocorre para representar de maneira simplificada o assentamento da tubulação em terrenos em declive (figura 4a), em aclive (figura 4b) ou planos (figura 4c).

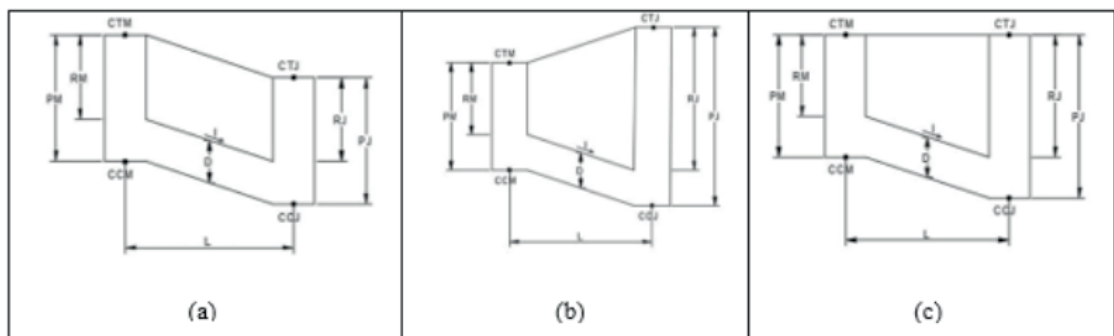


Figura 4. Imagem dinâmica.

A página retorna para o usuário os seguintes parâmetros: D75, diâmetro comercial, declividade – mínima, terreno, projeto – tensão trativa, tipo de escoamento, recobrimento a jusante, cota do coletor (montante e jusante), profundidade (montante e jusante), velocidades – cheia, inicial, final, crítica – vazão de cheia e Y/D (início e fim de plano).

3.7 Página: Vertedouros

Para dimensionamento de vertedouro retangular, a estética aplicada é simples e direta. Há duas tabelas adjacentes com a entrada de dados e os resultados, além da imagem da seção transversal do canal.

Os resultados exibidos para o usuário são: altura, largura, vazão máxima de saída e volume de reservação.

A estrutura da seção de perfil *Creager* consiste em cinco tabelas: entrada de dados, resultados, dados do ábaco onde há um link para download direto dos ábacos caso seja necessário, ponto c, ponto t, ponto b, ponto d e, no canto direito, há uma imagem exemplificando a geometria do vertedouro. A figura 5 apresenta a captura de tela desta página e o valor de H0 é realçado para a análise da tabela 2.

Reservatório Perfil Creager

Entrada de Dados		Resultados	
Vazão máxima (m³/s)	0,20	Altura de muro (m)	0,00
Largura do canal (m)	1,0	Desaige unitário (m³/s/m)	0,930
Coefficiente de descarga	2	H0 (m)	0,600
Cota de Solera (m)	0	Hc (m)	0,600
Cota do Topo de Rocha (m)	0	Hb (m)	0,000
		Hd/Hc	0,000

Desenho Esquemático de um Vertedouro em Perfil Creager

H = Altura de muro
H0 = altura da lâmina d'água
Hc = altura d'água acima do ponto C
Hb = Hc - H0 (abatimento do nível d'água imediatamente após a passagem pelo vertedouro)

Pontos coordenados C, T, B, D
P = ponto de inflexão
R = raio de curvatura
a = largura do arco de curvatura

Dados do Ábaco						
X0/H0	Y0/H0	R1/H0	R2/H0	IC	a	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

PONTO C		PONTO T	
Xc	<input type="text"/>	Inclinação de muro	<input type="text" value="0,00"/>
Yc	<input type="text"/>		
R1	<input type="text"/>		
R2	<input type="text"/>		

PONTO B		PONTO D	
Velocidade	<input type="text"/>	Ângulo (graus)	<input type="text"/>
z (pés)	<input type="text"/>	reta BD (m)	<input type="text"/>
Raio (m)	<input type="text"/>	Hd	<input type="text"/>
Raio esférico (m)	<input type="text" value="0"/>	Hc	<input type="text"/>
		H0	<input type="text"/>
Xb	<input type="text"/>		
Yb	<input type="text"/>		

Figura 5. Página Vertedouro perfil Creager

Em suma, a página retorna as coordenadas dos pontos principais (CTBD) que resultam na geometria do vertedouro em perfil *Creager*.

4 | CONCLUSÃO / RECOMENDAÇÕES

A facilidade de acesso à internet por meio de vários dispositivos faz com que aplicações web sejam utilizadas com mais frequência. Através da análise dos resultados obtidos com a aplicação web desenvolvida é possível constatar que o modelo apresenta uma estética agradável, adaptando-se a todas as resoluções de tela. Além da obtenção de dados satisfatórios, quanto à confiabilidade dos resultados,

devido à compatibilidade com os dados de referência.

Espera-se que o resultado final desse trabalho seja uma ferramenta bastante aplicada por profissionais e alunos no aprendizado da hidráulica de canais, e que o uso desta aplicação possa motivar a criação de outros modelos ligados às diversas áreas da engenharia.

Sugere-se a continuidade do site Hidrouva destacando outras áreas a serem acrescentadas como por exemplo hidrologia, mecânica dos fluídos, redes de abastecimento de água que abordem os principais assuntos trabalhados a fim de enriquecer o conjunto de serviços disponíveis na plataforma.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, Márcio Benedito; COELHO, Márcia Lara Pinto. **Fundamentos de Engenharia Hidráulica**. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

BAPTISTA, Márcio Benedito *et al* (org.). **Hidráulica Aplicada**. 2. ed. rev. e aum. Porto Alegre - RS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH, 2014. 628 p. ISBN 85-88686-09-0.

BRAGA, Pedro Henrique Alves; MENEZES FILHO, Frederico Carlos Martins de; FREIRE, Guilherme Mendonça. **Desenvolvimento de um aplicativo android para a hidráulica de canais**. *Revista eletrônica de engenharia civil*, Goiânia - GO, 29 mar. 2017. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/43710>. Acesso em: 3 abr. 2019.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas**. São Paulo: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento, 2006.

NETTO, José Martiniano de Azevedo; FERNÁNDEZ, Miguel Fernández Y. **Manual de Hidráulica**. 9. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2015. ISBN 978-85-212-0500-5.

PEREIRA, José Almir Rodrigues; SILVA, Jaqueline Maria Soares da. **Rede Coletora de Esgoto Sanitário: Projeto, Construção e Operação**. 2. ed. rev. e aum. Belém: [s. n.], 2010. 301 p. ISBN 978-85-911185-0-2.

POMPÊO, C. A.; SAVIETTO, H. **Drenagem de pavimentos: sistema BDL**. In: Benedito Braga; Carlos Tucci; Marcos Tozzi. (Org.). *Drenagem Urbana - Gerenciamento, simulação, controle*. 1 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, UFRGS, p.91-100. 1997.

PORTO, Rodrigo de Melo. **Hidráulica Básica**. 4. ed. São Carlos - SP: EESC USP, 2006. 519 p. ISBN 85-7656-084-4.

PRUSKI, F. F., SILVA, D. D., TEIXEIRA, A. F., CECÍLIO, R. A. SILVA, J. M. A., GRIEBELER, N. P. **Hidros - Dimensionamento de sistemas hidroagrícolas**. Viçosa: UFV, 2006. 259p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR. **Spillways**. In: UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR. **Design of Small Dams**. Washington, DC: U.S Government Printing Office, 1987.

ZAQUE, R. A. M.; MENEZES FILHO, F. C. M. **DIMGAP 1.0: Aplicativo para o dimensionamento de galerias de águas pluviais e análise de custos envolvidos**. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió. 2011.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água potável 27, 35, 189, 264, 293, 302, 303, 325, 336, 350

Águas subterrâneas 25, 26, 27, 30, 33, 36, 37, 54, 111, 112, 113, 115, 117, 118, 120, 121, 123, 174, 179, 318, 319, 322, 323, 324, 326, 336, 361

Água subterrânea 25, 35, 36, 112, 117, 118, 119, 120, 161, 175, 318, 319, 324, 325, 377

Análises 25, 27, 28, 35, 37, 38, 41, 43, 45, 49, 50, 56, 91, 126, 140, 141, 158, 164, 267, 271, 301, 302, 320, 321, 322, 324, 360, 370, 373, 376, 379

B

Biogás 38, 39, 40, 46, 47, 48, 49, 90

Busca exaustiva 1, 3, 4, 7, 20, 22, 23

C

Conservação 159, 161, 162, 163, 164, 171, 178, 179, 259, 264, 274, 275, 276, 277, 279, 280, 281, 283, 284, 287, 292, 303, 338, 342

D

Degradação dos solos 122

Desenvolvimento web 76, 78

Desperdício de água 293, 303

Destilador 293, 295, 296, 298, 301, 302

Digestor anaeróbio 38, 40, 43, 49

E

Educação ambiental 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 284, 290, 291, 292, 304, 338, 340, 342, 344, 345, 347, 348

Eficiência hídrica 293, 294

Erosão hídrica 122, 123, 124, 126, 129, 135

Erosão urbana 122

F

Fiscalização 140, 145, 146, 147, 148, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 261, 263, 264, 383

Fiscalização direta 145

Fiscalização indireta 145

G

Gestão da manutenção 136, 137, 138, 139, 143, 144

God 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121

H

Hidráulica de canais 76, 77, 78, 79, 85

I

Indicadores 100, 140, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 160, 176, 181, 241, 246, 292, 358
Inibição da atividade microbiana 38

L

Lodo físico-químico 38, 41, 42, 43, 47, 48

M

Manutenção evolutiva 136
Manutenção preventiva 136, 330, 335
Medidores estáticos 180, 181, 184, 189
Meio ambiente 75, 111, 116, 122, 123, 228, 229, 233, 235, 236, 237, 263, 264, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 281, 283, 284, 285, 289, 290, 291, 292, 293, 296, 303, 304, 326, 338, 339, 342, 344, 345, 347, 362, 382, 383

O

Otimização 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 38, 40, 147, 161, 162, 163, 212, 213, 239, 240, 247, 249, 256, 259

P

Planejamento 111, 125, 137, 139, 140, 143, 145, 146, 147, 155, 162, 228, 229, 230, 231, 236, 237, 246, 289, 305, 306, 308, 310, 315, 317, 326, 349, 351, 355, 356, 383
Poço artesiano 25, 27, 28, 29, 30, 31, 35

Q

Qualidade da água 25, 27, 30, 35, 36, 37, 74, 197, 296, 301, 302, 303, 318, 319, 325, 326, 364, 372

R

Redes de distribuição de água 1, 2, 4
Reuso de água 178, 247, 293

S

Submedição 100, 180, 181, 185, 187
Sulfato de alumínio 38, 41, 46, 47, 49, 50, 380
Sustentabilidade 111, 123, 162, 163, 179, 205, 206, 211, 235, 236, 274, 275, 277, 280, 285, 292, 296, 303, 304, 338, 351, 383

T

Tecnologia 22, 35, 37, 51, 52, 74, 76, 96, 98, 109, 168, 179, 180, 182, 188, 189, 212, 227, 238, 247, 259, 274, 299, 305, 308, 313, 316, 326, 360

V

Viabilidade 8, 161, 180, 181, 186, 187, 188, 189, 235, 261, 296
Vulnerabilidade 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 125, 181

 **Atena**
Editora

2 0 2 0