



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
-------------------------------	------------

OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL DE RESERVATÓRIO NA BUSCA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (RESERVATÓRIO DE JORDÃO DE 90.000 M³, SISTEMA PIRAPAMA-PE)

Data de aceite: 09/01/2020

Hudson Tiago dos S. Pedrosa

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Mestre em Recursos Hídricos e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco (PPGEC/UFPE). Analista de Saneamento da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA)

E-mail: hudsontiago@compesa.com.br

RESUMO: O crescimento da população vem demandando água em quantidades maiores, o que obriga as empresas de saneamento a encontrarem alternativas técnicas que sejam viáveis economicamente para o déficit de água das áreas urbanas. Na sua maioria essas alternativas modificam o comportamento operacional do sistema de bombeamento, geralmente aumentando o tempo de bombeamento e/ou aumentando os números de conjuntos motor-bomba em funcionamento. Os conjuntos elevatórios são responsáveis pela maior parte do consumo de energia elétrica e embora estes equipamentos sejam necessários para transportar a água através dos sistemas e garantirem a confiabilidade do abastecimento de água, o grande consumo de energia elétrica dificulta o equilíbrio financeiro das empresas de saneamento. Com esta preocupação,

o estudo pretende demonstrar uma nova alternativa para a operação do reservatório do Jordão (90.000 m³), pertencente ao Sistema Pirapama, buscando atender a demanda com mais eficiência no requisito de custo com energia elétrica. O reservatório do Jordão é o maior do Sistema de Abastecimento da Região Metropolitana do Recife, sendo este responsável por amortecer a variação tanto da demanda quanto da produção de água. A melhoria em sua operação, estar ligada diretamente com a melhoria do abastecimento da população da RMR, como também, no custo energético. Tendo em vista que, a estação elevatória de Pirapama tem o maior custo com energia elétrica da empresa pernambucana de saneamento.

Este estudo faz uma análise econômica na operação do reservatório do Jordão e na elevatória deste sistema, voltada a eficiência energética. Há uma ponderação sobre a operação de estações elevatória com desligamentos de conjuntos motor-bomba em horário de pico de energia. E ainda, o estudo trás uma nova operação do reservatório do Jordão, de maneira que garante o atendimento de demanda do Recife, trazendo economia de energia, sem comprometer a continuidade do abastecimento da população.

A operação aqui proposta apresenta uma economia no custo energética de

aproximadamente 14%, comparada as condições atuais. Esta porcentagem representa um valor de aproximadamente R\$ 2669,00/dia, ou ainda, R\$ 80.000,00/mês nos custos de energia na estação elevatória de Pirapama.

O presente estudo utilizou a ferramenta EPANET para a modelagem do sistema, haja vista que, a utilização de softwares como ferramenta na gestão operacional de sistemas de distribuição de água tem se tornado cada vez mais frequente, visto que os mesmos nos fornecem uma visão sistêmica do abastecimento de água e o acompanhamento contínuo dos parâmetros hidráulicos.

PALAVRAS-CHAVE: Otimização Operacional, Eficiência Energética e Modelagem Hidráulica.

INTRODUÇÃO

A demanda da água no meio urbano cresce aceleradamente, acompanhando o aumento da população, das indústrias e de todas as atividades que utilizam a água em algum ponto de seu processo. Logo os sistemas de abastecimento de água ficam defasados ao passar dos anos, ultrapassando a estimativa de demanda do projeto inicial.

Muitas vezes, estas mudanças afetam a operação das estações elevatórias, aumentando o custo de energia elétrica. Estima-se que 2,5% de toda energia elétrica produzida no Brasil seja usado para manter as empresas de saneamento operando (ALBANEZE, 2012).

Nos Estados Unidos o saneamento é responsável por cerca de 3 a 4% do consumo total de energia do país. Esses sistemas são responsáveis por 30 a 40% do consumo total de energia dos governos municipais (EPA, 2012 apud BEHANDISH, 2014).

No entanto, o grande consumo de energia elétrica dificulta o equilíbrio financeiro das empresas de saneamento, já que este passivo é a segunda maior despesa das empresas e 90% desta energia elétrica devem-se às estações elevatórias (TSUTIYA, 2004).

A preocupação quanto à possibilidade da falta de suprimento de energia elétrica remete à necessidade de avaliar que maneira esse tipo de insumo vem sendo utilizada. Isso torna evidente que o problema não se limita apenas à necessidade de gerar cada vez mais energia, mas, primeiramente, a eliminar desperdícios, buscando o máximo de desempenho com o mínimo de consumo (SOUSA, 2010).

A energia elétrica é necessária para transportar a água através dos sistemas, por isto, tão importante quanto as medidas de diminuição do consumo de água, são as ações operacionais no processo de melhoria dos sistemas de distribuição (GOMES, 2005). Logo implantações de programas e medidas que reduzem o custo com energia é de suma importância para a saúde financeira das empresas que

operam os sistemas de água e esgoto.

O presente estudo pretende demonstrar uma nova alternativa para a operação do reservatório do Jordão (90.000 m³), pertencente ao Sistema Pirapama, buscando atender a demanda com mais eficiência no requisito de custo com energia elétrica. O reservatório do Jordão é o maior do Sistema de Abastecimento da Região Metropolitana do Recife, sendo este responsável por amortecer a variação tanto da demanda quanto da produção de água. A melhoria em sua operação estar ligada diretamente com a melhoria do abastecimento da população da RMR, como também, no custo energético, pois a estação elevatória de Pirapama tem o maior custo com energia elétrica da empresa pernambucana de saneamento.

Este estudo faz uma análise econômica na operação do reservatório do Jordão e na elevatória deste sistema, voltada a eficiência energética. Neste estudo há uma ponderação sobre a operação de estações elevatória com desligamentos de conjuntos motor-bomba em horário de pico de energia. E ainda, o estudo trás uma nova operação do reservatório do Jordão, de maneira que garante o atendimento de demanda do Recife, trazendo economia de energia, sem comprometer a continuidade do abastecimento da população.

O presente estudo utilizou a ferramenta EPANET para a modelagem do sistema, haja vista que, a utilização de softwares como ferramenta na gestão operacional de sistemas de distribuição de água tem se tornado cada vez mais frequente, visto que os mesmos nos fornecem uma visão sistêmica do abastecimento de água e o acompanhamento contínuo dos parâmetros hidráulicos.

JUSTIFICATIVA

O maior reservatório do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana do Recife atualmente não funciona com níveis satisfatórios para o seu melhor desempenho, operando como se fosse uma caixa de passagem, ou seja, a vazão que chega é a mesma vazão que sai. O modo com que o reservatório em estudo esta sendo operado traz alguns danos para o sistema integrado da RMR, afetando tanto o abastecimento, a operação e a estrutura física como também o equilíbrio financeiro da empresa.

Esta problemática afeta diretamente o abastecimento, pois à medida que o reservatório opera em níveis mais baixos que a geratriz superior da tubulação de saída, isso permite a entrada de ar na adutora e/ou na rede de distribuição, ocasionando bolhões de ar que podem interromper o fornecimento do abastecimento ou até mesmo originar rupturas na tubulação gerando despesa desnecessária para a empresa. A falta de acumulação do reservatório do Jordão proveniente do baixo nível atual causa imobilidade de manutenção. Nos casos em que necessitam de

pequenos reparos a montante do reservatório, desabastecendo uma grande parte da população recifense, afetando o faturamento e a imagem da empresa. A Figura 1 abaixo mostra a área sem abastecimento em caso de uma parada rápida na ETA Pirapama.



Figura 1- Área abastecida pelo sistema Pirapama

Também por falta de nível satisfatório do reservatório do Jordão, se limita a operação da Estação Elevatória de água do sistema. O reservatório do Jordão não absorve a variação da vazão advinda da elevatória, transferindo essa variação para a rede de abastecimento, originando alterações nas pressões podendo ocasionar rupturas na rede de distribuição. A figura seguinte mostra a variação de vazão e de pressão a montante e a jusante do reservatório de Jordão em um período que havia desligamento de dois conjuntos motores-bombas no horário de pico da tarifa energética e um CMB durante a madrugada onde o consumo seria menor.

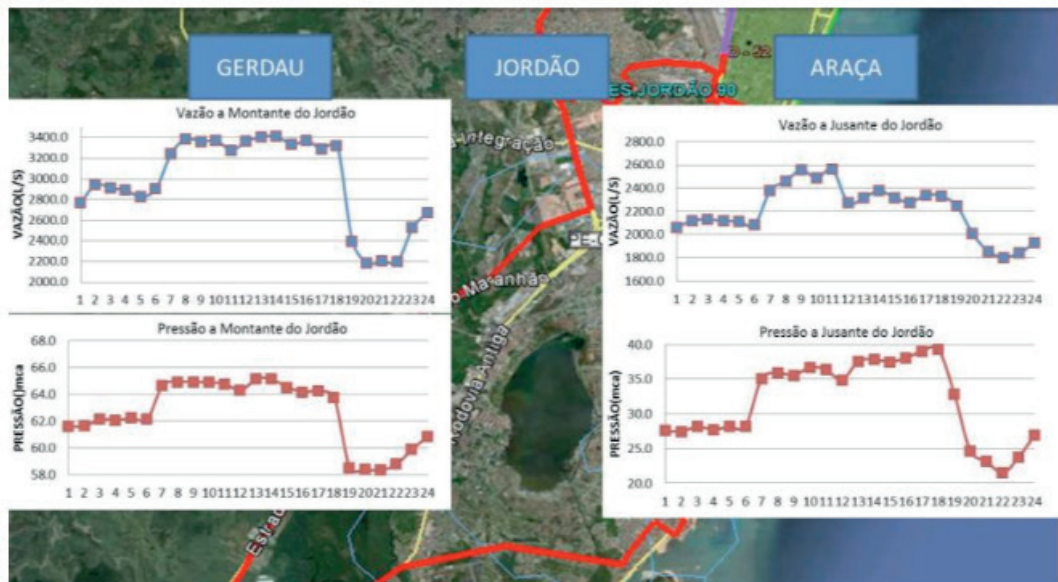


Figura 2 - Variação de Pressões e vazões a Montante e a Jusante do reservatório do Jordão

A proposta deste estudo se baseia na melhoria da operação do reservatório do Jordão de 90.000 m³, com o intuito de garantir a continuidade do abastecimento, sanando as diversas problemáticas envolvidas na operação atual.

MATERIAIS E MÉTODOS

O modelo hidráulico (Figura 3) foi construído buscando a melhor representação do sistema atual, levando em consideração as informações dos elementos físicos como perfil das adutoras, cotas, diâmetro da rede, válvulas e registros, curvas entre outros elementos existentes do sistema, esses foram obtidas através de Cadastro técnico e de Manual de Operação e dos Projetos existentes. Através da telemetria foram obtidos os dados relativos a consumo, assim como, as regras de operação do sistema, o estado das válvulas, entre outros.



Figura 3 - Modelo Hidráulico

O modelo contempla inicialmente a captação da barragem Pirapama, passando pela EE Pirapama, ETA, Derivações, Reservatório do Jordão e finaliza com as duas saídas do RAP Jordão, adutora de 600 mm nova de pintor Agenor e na alça do Araçá.

CALIBRAÇÃO DO MODELO

A calibração do modelo se deu através de dados da telemetria, portanto permitindo a comparação entre vazões e pressões simuladas e medidas. A representação do sistema inicia no ponto de vazão na saída da EE Pirapama, entre a ETA e Jordão tivemos medições de vazão e pressão no ponto chamado Guerdau e na entrada do Reservatório Ponte dos Carvalhos, e por fim na distribuição na alça do Araçá e na linha de 600 mm nova de Pintor Agenor. A Figura 4 mostra a espacialidade dos pontos de medição utilizados.

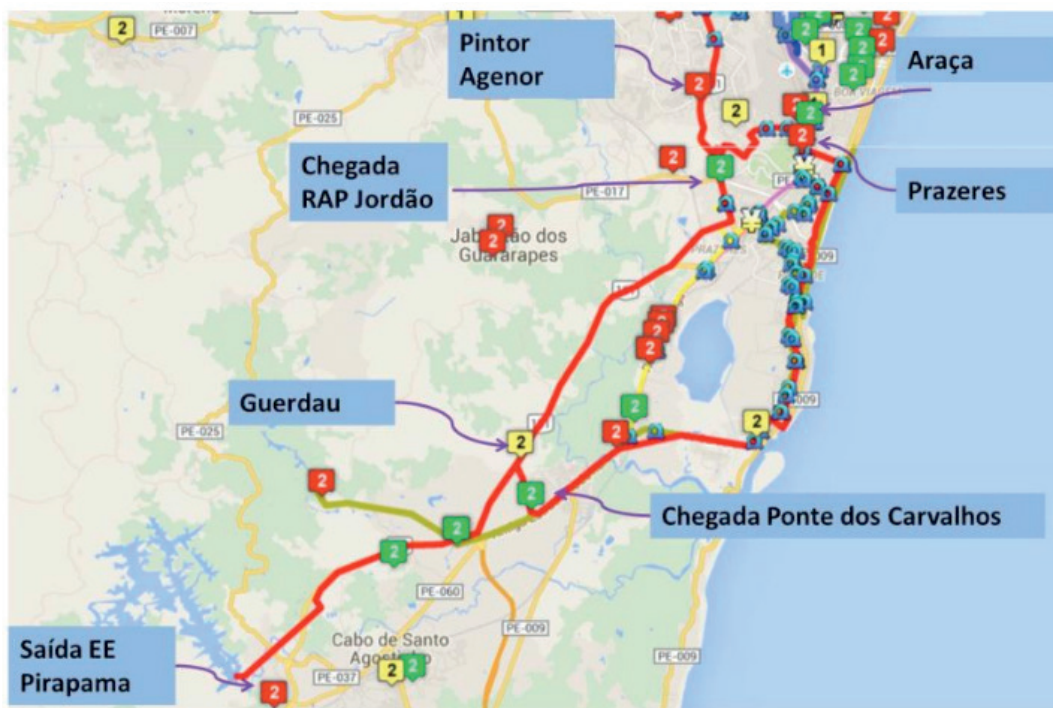


Figura 4 - Especialidade dos Pontos de medição

A calibração do modelo se deu através de dados da telemetria dos dias 1 a 4 de setembro de 2015, foram levantados 1175 e 887 dados de medição de vazão e pressão respectivamente.

As tabelas abaixo exibem a média das vazões e pressões observadas e simuladas pelo modelo, assim como a correlação entre medidas de 0,997 e de 0,999 respectivamente de pressão e vazão, o coeficiente de correlação indica a relação entre duas variáveis, onde o valor 1 significa melhor a correlação.

Localização	Nº Observada	Média Observada	Média Simulada	Erro Médio	Desvio Padrão
Saída EE Pirapama	70	4171	4163	11.31	13.65
Cheg. Jordao	70	3085	3040	149.6	355.7
Gerdau	70	3085	3190	126.5	368.1
Cheg. Pontes dos Carvalho	218	409	456.8	49.53	122.5
Cheg. Prazeres	70	434.8	435.8	1	1
Anel Araça 2	109	3038	3200	177.9	463.2
Sangria lagoa encantada	284	150.1	159.9	12.61	19.24
Novepe rede nova 600mm	284	211.3	199.9	142.2	350.7
TOTAL	1175	1087	1114	80.28	261
Correlação entre Medidas				0.999	

Tabela 1- Tratamento Estatístico dos Dados de Calibração para Vazão

Localização	Nº Observada	Média Observada	Média Simulada	Erro Médio	Desvio Padrão
Sucção MB-B0004	72	15.1	18.79	3.69	3.69
Recalque MB-B0004	72	77.9	75.22	2.676	2.678
RAP Pirapama 01	72	1.32	1.16	0.165	0.166
RAP Pirapama 02	72	1.15	1.16	0.01	0.018
GERDAU	113	61.2	61.06	0.935	2.066
RAP Ponte dos Carvalho Antigo	70	1.67	2.27	0.596	0.773
RAP Ponte dos Carvalho Novo	70	1.74	2.27	0.538	0.727
ANEL ARAÇA 2	58	24.08	31.18	7.603	9.445
TOTAL	887	32.58	33.26	2.311	3.425
Correlação entre Medidas				0.997	

Tabela 2- Tratamento Estatístico dos Dados de Calibração para Pressão

Contudo, o modelo apresentou resultado satisfatório em relação aos dados observados, tendo assim um diagnóstico do sistema referente a vazões e pressões atuais. Atualmente a vazão de entrada e a vazão de saída são praticamente iguais. Se pegarmos a pouca diferença entre estas vazões e dividir pela a área do imenso reservatório do Jordão obtemos uma variação de nível na ordem de centímetros. A figura a seguir mostra o comportamento do reservatório do Jordão ao longo da simulação.



Figura 5 - Nível do reservatório do Jordão

VERIFICAÇÃO DO MODELO

Com o intuito de averiguar o modelo para o sistema nas condições, foi feitas a verificação do modelo através de dados da telemetria dos dias 10 a 13 de março de 2016. Foram levantados 1979 e 1763 dados de medição de vazão e pressão respectivamente.

A verificação do modelo apresentou o índice de correlação entre medidas de 0,999 para as pressões e vazões. As Figura 6 e Figura 7 apresentam a comparação das médias entre os dados medidos e os dados simulados de vazão e pressão respectivamente. Nota-se que o modelo apresentou dados bem próximos dos reais.

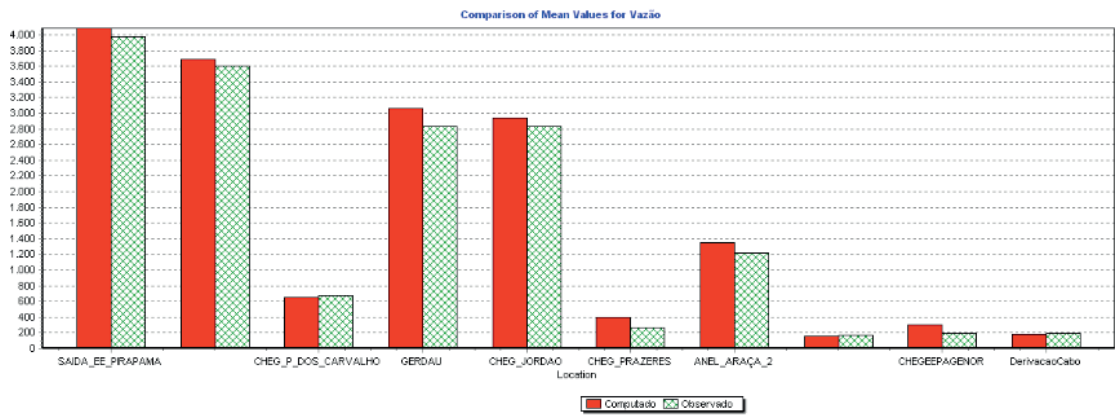


Figura 6 - Comparação das vazões simuladas e observadas

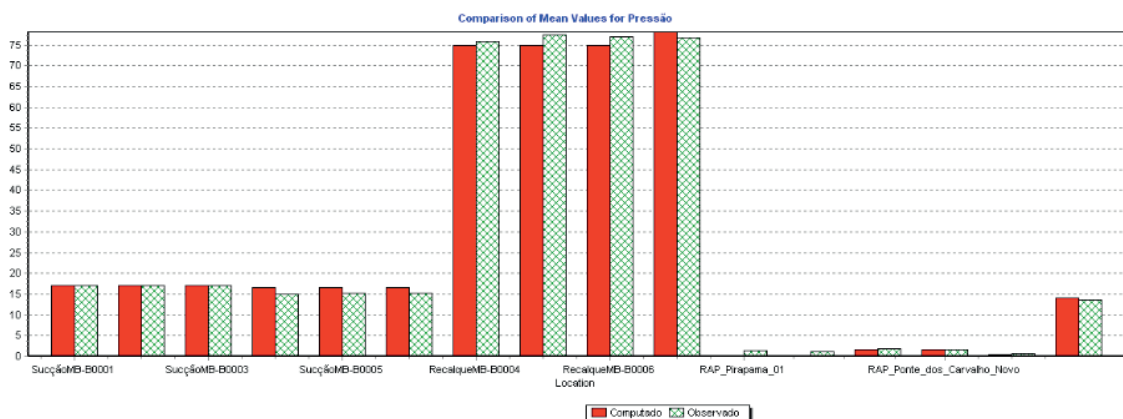


Figura 7 - Comparação das pressões simuladas e observadas

DEFINIÇÃO DAS VAZÕES DE OPERAÇÃO

Mantendo a demanda atual de vazão das áreas de influencias do reservatório do Jordão, e variando a vazão de produção do sistema de 3500 a 5250 L/s, temos o comportamento do enchimento do reservatório objeto deste estudo. Nota-se que para o enchimento do reservatório necessita de uma vazão superior a 4000 L/s (Figura 8).

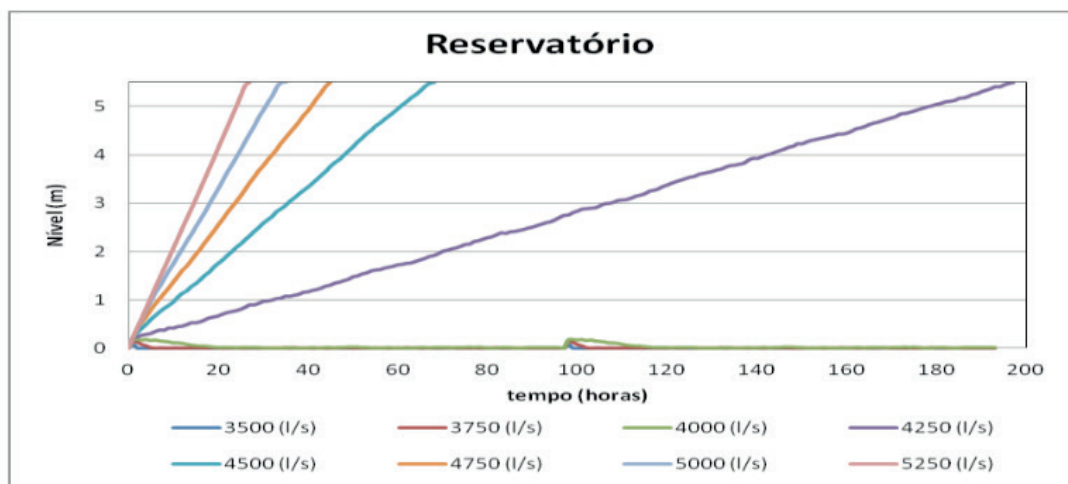


Figura 8 - Enchimento do reservatório

A proposta deste estudo é o balanço de massa no reservatório de Jordão por meio do controle de vazão de saída do mesmo. Foram mantidas as vazões de acordo com as demandas atuais que atendem as áreas de influencia do reservatório do Jordão. A Figura 9 apresenta o esquema do reservatório do Jordão, contendo as vazões de saída. Estas vazões serão mantidas ou controladas para melhor operação do reservatório.

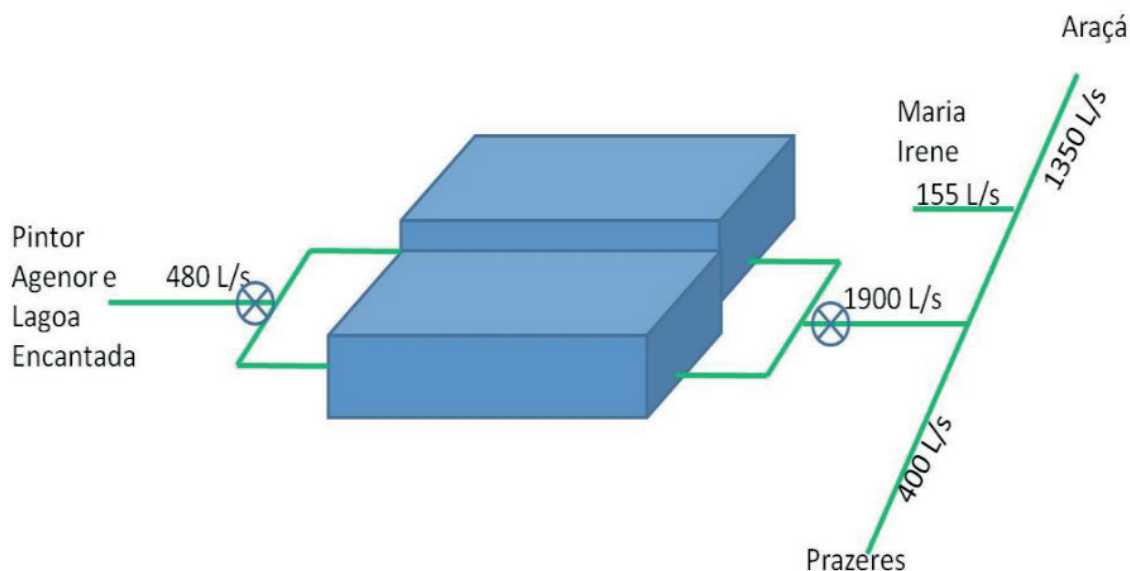


Figura 9 - Esquema das saídas do Reservatório de Jordão

CENÁRIO INICIAL

Atualmente a vazão de recalque da estação elevatória de Pirapama é de 4000 L/s, são três conjuntos ligados 24 horas, com uma despesa de aproximadamente R\$ 18.451,00 por dia, resultando em um custo de R\$ 553.530,00 reais por mês com energia elétrica.

OPERAÇÃO PROPOSTA 1

Mantendo as demandas do cenário inicial, alteramos a produção da Estação elevatória de Pirapama com o objetivo de observar o comportamento do reservatório do Jordão. Foram criados três cenários de operação para cada vazão de produção na estação elevatória de Pirapama. Primeiro desliga um conjunto motor-bomba no horário de pico de energia, o segundo desliga um CMB com o inversor de frequência e um CMB sem inversor de frequência e o terceiro cenário seria com o desligamento de dois conjuntos motor-bomba que não contemplam inversores de frequência. Assim foi analisada a economia de energia, para cada vazão de produção, para os três cenários de operação citado acima.

De posse dos resultados das simulações obtemos a Tabela 3, que traz o

comparativo com a situação atual de custo de energia.

Produção (L/s)	Operação	Volume (m³)	Custo com Energia (R\$/dia)	Economia (%)	Economia (R\$/dia)
Cenário Inicial 4000	3 CMB ligados	345.249,24	18.451,00	0,00%	-
4250	Desligar um CMB	347.608,60	18.347,57	0,56%	103,43
	Desligar um CMB e o CMB com o inversor	343.254,64	18.035,45	2,25%	415,55
	Desligar Dois CMB	329.957,11	17.093,59	7,36%	1.357,41
4500	Desligar um CMB	342.538,37	18.157,95	1,59%	293,05
	Desligar um CMB e o CMB com o inversor	346.593,91	18.281,72	0,92%	169,28
	Desligar Dois CMB	345.353,12	18.209,29	1,31%	241,71
4750	Desligar um CMB	345.670,10	18.379,30	0,39%	71,70
	Desligar um CMB e o CMB com o inversor	339.409,62	18.174,75	1,50%	276,25
	Desligar Dois CMB	347.989,50	18.502,67	-0,28%	(51,67)
5000	Desligar um CMB	350.284,48	18.673,77	-1,21%	(222,77)
	Desligar um CMB e o CMB com o inversor	344.276,53	18.308,30	0,77%	142,70
	Desligar Dois CMB	341.594,86	18.399,52	0,28%	51,48
5250	Desligar um CMB	353.101,39	18.841,18	-2,11%	(390,18)
	Desligar um CMB e o CMB com o inversor	345.518,58	18.472,48	-0,12%	(21,48)
	Desligar Dois CMB	343.713,45	18.318,50	0,72%	132,50

Tabela 3 - Comparativos do custo de energia das operações

OPERAÇÃO PROPOSTA 2

Objetivando a resolução desta problemática, é apresentada uma alternativa para a operação do reservatório de Jordão. Utilizando as duas câmaras do reservatório Jordão (Figura 10), este estudo traz uma rotina na operação do reservatório de maneira que garanta a existência de nível e sem comprometer a continuidade do abastecimento.



Figura 10 - Reservatório do Jordão dividido em duas câmaras

Observando os pistões dos motores mecânicos, percebe-se que os mesmos exercem um movimento de subida e descida dentro do motor a combustão, alternando entre os pistões. Assim consegue-se uma combustão constante punctionando o veiculo ou maquina. Analogicamente, as câmaras do reservatório vão funcionar como pistões, no primeiro momento a câmara 1 inicia-se com o nível alto e a câmara 2 inicia-se com nível baixo, assim a câmara 1 abastece enquanto a câmara 2 pega nível. Quando os níveis das câmaras envolvidas se inverterem, inverte-se também o abastecimento iniciando o segundo momento com as câmaras alternadas.

O gráfico abaixo demonstra o comportamento do reservatório do Jordão durante dez dias, neste visualiza a operação alternada das câmaras 01 e 02 do reservatório do Jordão. Nota-se também, uma operação com períodos bem definidos, assim apresentando uma sincronia entre as câmaras ao longo do tempo.

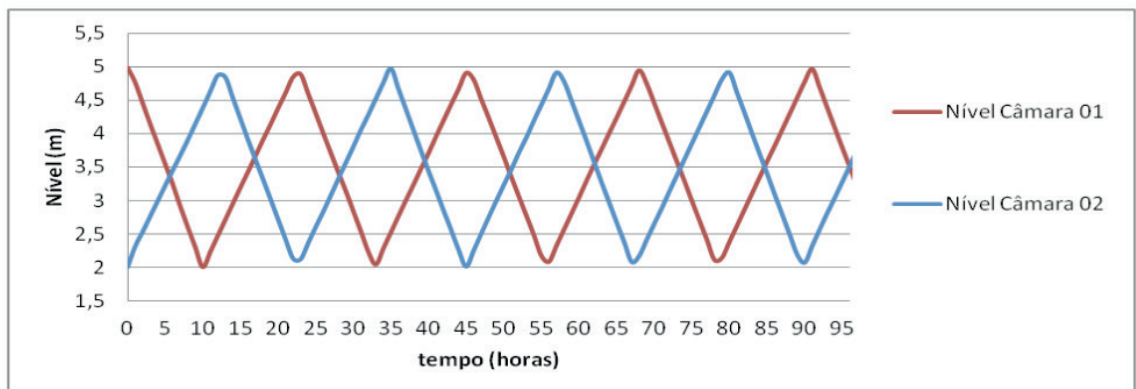


Figura 11 - Comportamento operacional das câmaras do RAP Jordão ao longo dez dias

A operação apresentada permite que a elevatória trabalhe com uma vazão de 3500 L/s, pois no balanço de massas na câmara que abastece a entrada é menor que a saída, enquanto que na outra câmara a saída é fechada e a entrada permite seu enchimento. Com a produção reduzida a economia de energia consumida, proporcionando uma economia no custo de energias elétrica de 14 % comparada com os custos atuais.

Produção (L/s)	Operação	Volume (m³)	Custo com Energia (R\$/dia)	Economia (%)	Economia (R\$/dia)
Atual 4000	3 CMB ligados	345.249,24	18.451,00	0,00%	-
3500	Proposta 02	301.210,01	15.781,65	14,47%	2.669,35

Tabela 4 - Comparativo do custo de energia operação 02

DISCURSÕES

Nota-se que o único cenário, da operação proposta 01, que traz uma economia relevante de energia é com a produção de 4250 L/s e desligando dois conjuntos. Apresenta 7 % de redução do custo com energia. Porém, de acordo com a Figura 12, este cenário não mantém o reservatório cheio, desequilibrando a rotina operacional ao longo dos dias. Nos demais cenários não apresenta redução no custo de energia.

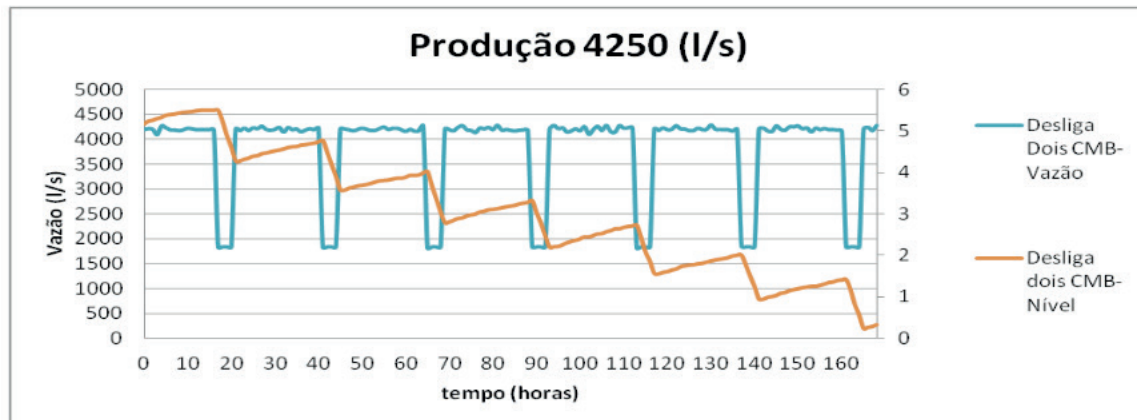


Figura 12 - Produção de 4250 L/s desligando dois CMB

O gráfico seguinte ilustra a operação de desligamento dos conjuntos motor bomba em horário de ponta da energia. Apesar da economia de energia nas 04 (quatro) horas em que a energia tem maior valor, nas 20 (vinte) horas restantes do dia, há a necessidade de aumentar a produção para que haja a recuperação do nível do reservatório. Este tipo de operação nem sempre apresenta economias no custo de energia, como mostra a Tabela 3.

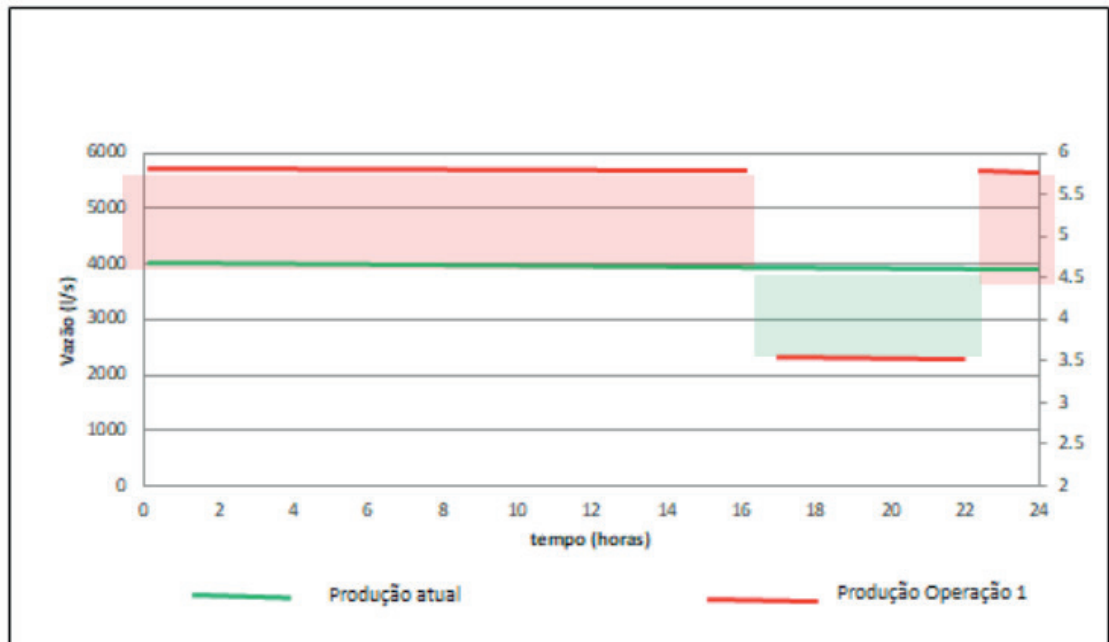


Figura 13 – Comparativo Vazão de produção da operação 01 x Atual

Já na operação proposta 02, os níveis das câmaras do reservatório do Jordão alternam entre elas, com seus níveis operando sempre caindo. Assim, no balanço de massas do reservatório, temos uma vazão de produção menor que a vazão de distribuição, gerando 24 (vinte e quatro) horas de economia de energia decorrente de sua produção inferior comparado ao cenário inicial (Figura 14).

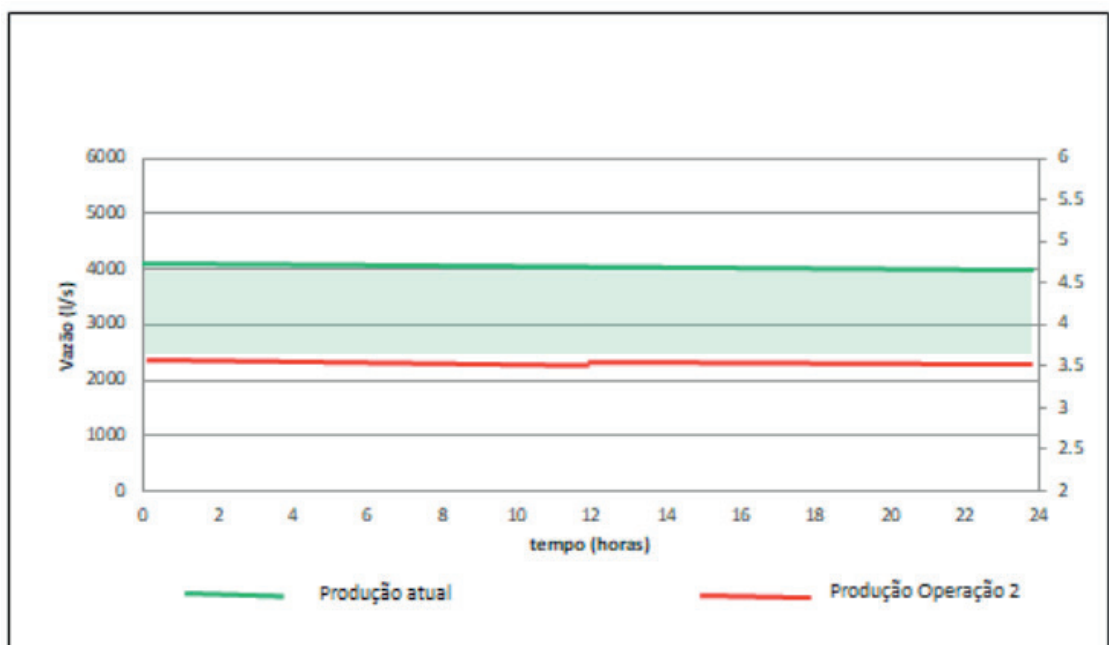


Figura 14 - Comprativo Vazão de produção da operação 02 x Atual

A operação proposta 02 traz um novo tipo de operação para reservatórios, porem, o estudo apresenta algumas recomendações.

A instalação de atuadores elétricos nas válvulas de entrada e saída das câmaras

do reservatório, bem como, instalação de uma válvula controladora de vazão na saída do reservatório com atuador elétrico, com o intuito de garantir o balanço das vazões de entrada e saída do reservatório.

Instalações de telemetria na entrada e nas saídas das câmaras do reservatório do Jordão, bem como a ferramenta de visualização do mesmo (vídeo wall) no Centro de Controle de Operação – CCO, possibilitando o maior controle na operação e sempre mantendo as vazões de equilíbrio.

Recomenda-se a implantação de operadores no reservatório, visto que, podem ocorrer anomalias na rotina operacional ou até mesmo nos casos de defeitos dos equipamentos instalados.

A Figura 15 mostra o comportamento do reservatório do Jordão sem as aplicações das recomendações acima. Nesta percebe-se que ao passar dos dias os níveis das câmaras se unem e decresce a níveis inferiores a cota da geratriz superior da tubulação de saída, retornando as problemáticas da operação do cenário inicial do reservatório do Jordão.

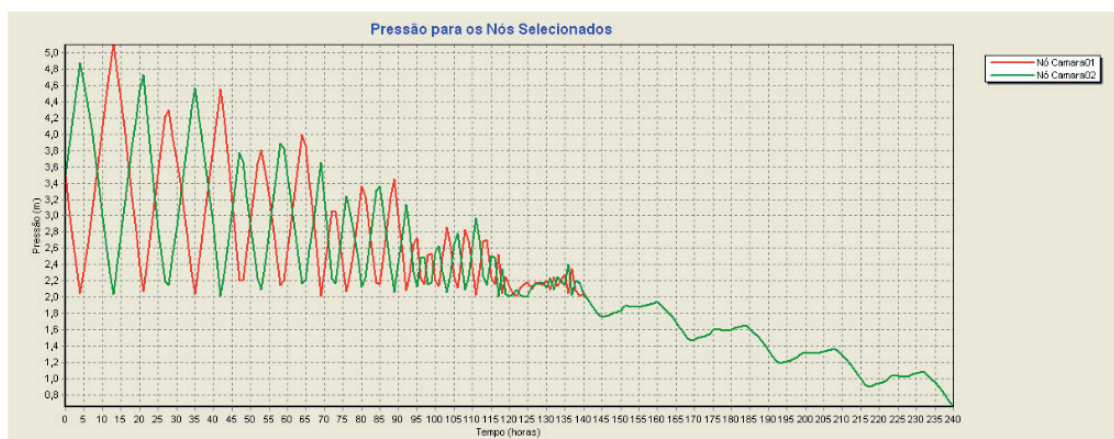


Figura 15 - Comportamento do Reservatório sem o controle operacional

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O sistema Pirapama é o maior sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana do Recife, com a produção de aproximadamente 4 mil L/s atende aproximadamente 3 milhões de pessoas e o mesmo contém a unidade com o maior custo de energia elétrica da companhia de saneamento do estado de Pernambuco. Neste contexto fica clara a necessidade de melhorar a operação deste reservatório, pois o seu tamanho corresponde diretamente com sua importância para o sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de Recife.

A primeira proposta de operação do sistema de Pirapama contém a variação da vazão de recalque da estação elevatória de Pirapama com o desligamento dos conjuntos motor-bomba da elevatória Pirapama. Nestes cenários a economia com

energia elétrica não são significantes, havendo alguns cenários que apresentam gastos maiores de energia comparados com os custos do cenário inicial do estudo. Portanto deve-se ter bastante cautela na escolha destas operações que considera o desligamento no horário de ponta de energia.

A segunda proposta de operação apresentada neste estudo alterna o abastecimento de água entre as câmaras do reservatório do Jordão. Esta rotina na operação garante que ao menos uma das duas câmaras apresente nível satisfatório para o abastecimento, como também apresenta um volume de acumulação com duração média de sete horas. Mantendo sempre nível satisfatório, a operação aqui proposta elimina a possibilidade de entrada de ar na adutora, assim evitando bolhões de ar que podem interromper o abastecimento ou até mesmo originar rupturas na tubulação gerando despesa para a empresa responsável.

O Reservatório operando com volume acumulado e níveis a médio a alto traz mais operacionalização na manutenção em casos de pequenos reparos e manutenções emergenciais a montante do reservatório, proporcionando o abastecimento por um período aproximado de sete horas.

A segunda proposta apresenta uma economia no custo energética de 14% na estação elevatória de Pirapama, comparada as condições atuais, com recalque de 4000 L/s. Esta porcentagem representa um valor de aproximadamente R\$ 2669,00/dia ou ainda, R\$ 80.000,00/mês nos custos de energia na estação elevatória de Pirapama.

REFERÊNCIAS

ALBANEZE, D. B. Análise do Consumo de Energia Elétrica com a Instalação de Um Inversor de Frequência no Sistema de Abastecimento de Água do Bairro Aero Rancho em Campo Grande – MS. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro de Ciência Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande - MS, 2012.

BEHANDISHA, Z.Y. W. Concurrent pump scheduling and storage level optimization using meta-models and evolutionary algorithms. Watertown - USA, 2014.

GOMES, H. P.. Eficiência Hidráulica e Energética em Saneamento: Análise Econômico de Projetos. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil, p.114, 2005.

SOUSA, E. C. Inversor de Frequência e a sua Contribuição Para a Eficiência em Sistemas de Bombeamento. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Elétrica, Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG, 2010.

TSUTIYA, M. T. Redução do custo de energia elétrica em estações elevatórias de água e esgoto. 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Foz do Iguaçu - PR. 1997.

TSUTYIA, M. T. Abastecimento de Água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil, p.634, 2004.

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