



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	<p> Demandas essenciais para o avanço da engenharia sanitária e ambiental 4 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. </p> <p> 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 </p> <p> 1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária. I. Silva, Helenton Carlos da. </p> <p style="text-align: right;">CDD 628.362</p>
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 EROSÃO 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
-------------------------------	------------

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 KUBITSCHKEK UTILIZANDO O SOFTWARE EPANET

Data de aceite: 06/01/2020

Data de submissão: 01/11/2019

Stefan Igreja Mühlhofer

Superintendência de Projetos da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – Caesb.

Brasília – Distrito Federal

StefanMuhlhofer@caesb.df.gov.br

Carolina Silva de Oliveira Sá Teles

Superintendência de Projetos da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – Caesb.

Brasília – Distrito Federal

CarolinaOliveira@caesb.df.gov.br

RESUMO: O trabalho apresenta uma metodologia de levantamento de dados para subsidiar os projetos de Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES) utilizando uma base comum que permite a permuta de informações em ambos os sistemas. Esta metodologia foi utilizada no projeto de concepção da complementação do SAA do Park Way abrangendo o Aeroporto Internacional de Brasília, entre outros setores, no Distrito Federal. A estruturação proposta visa agregar as informações pertinentes aos projetos dos sistemas de água e esgotamento sanitário – população atendida, consumo

per capita, índice de perdas, produção *per capita*, variações horárias do consumo (K2), variações diárias do consumo (K1), taxa de ocupação das unidades residenciais e coeficiente de retorno (C) – associando a elas uma poligonal, um dado espacial. Desta forma se produzem as Unidades de Projeto (UPs), áreas espacialmente definidas consideradas homogêneas do ponto de vista dos parâmetros de interesse para projetos de saneamento. Este trabalho apresenta a metodologia adotada em um projeto piloto realizado na Gerência de Concepção e Microssistemas da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB com o objetivo de facilitar consultas que enfoquem áreas menores de projeto dando mais celeridade e acurácia às situações que se apresentem.

PALAVRAS-CHAVE: Software Epanet. Adução de Água Tratada. Sistema de Abastecimento de Água. Reservação de Água Tratada. Discretização de Dados de Concepção de Projeto de Saneamento.

SANITATION PROJECT DATA COLLECTION
METHODOLOGY APPLIED TO THE WATER
SUPPLY SYSTEM OF THE REGION OF
THE BRAZILIAN INTERNATIONAL AIRPORT
PRESIDENT JUSCELINO KUBITSCHKEK
USING THE SOFTWARE EPANET

ABSTRACT: The work presents a data collection methodology to support the Water Supply Systems (SAA) and Sanitary Sewage Systems (SES) projects using a common basis that allows the exchange of information in both systems. This methodology was used in the Park Way SAA complementation project, covering Brasília International Airport, among other sectors, in the Federal District. The proposed structure aims to add the pertinent information to the water and sewage systems projects - population served, per capita consumption, loss rate, per capita production, hourly variations of consumption (K2), daily variations of consumption (K1), rate of occupation of residential units and coefficient of return (C) - associating to them a polygonal, a spatial data. In this way the Project Units (UPs) produces a spatially defined areas considered homogeneous from the point of view of the parameters of interest for sanitation projects. This paper presents the methodology adopted in a pilot project carried out by the Design and Microsystems Management of the Federal District Environmental Sanitation Company - CAESB with the objective of facilitating consultations that focus on smaller project areas, giving faster and more accurate situations.

KEYWORDS: Software Epanet. Treated Water Adduction. Water Supply System. Reservoir of Treated Water. Data Discretization for Sanitation Project Conception.

1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho foi realizado no âmbito da Superintendência de Projetos da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – Caesb para selecionar a alternativa mais adequada à nível de concepção para o SAA do Park Way, tendo em vista as dificuldades operacionais do sistema, a disponibilidade hídrica insuficiente de uma das fontes de abastecimento, as obras de ampliação do Aeroporto Internacional de Brasília, e o crescimento observado da demanda da área de projeto.

A fim de permitir um maior número de cenários estudados e, assim, selecionar a alternativa mais adequada, idealizou-se um conceito de regionalização para as áreas de abastecimento de forma a facilitar consultas futuras que enfoquem áreas menores de projeto, bem como auxiliar nos projetos de SES da mesma região. Portanto, este trabalho serviu de projeto piloto para esta forma de discretização de dados denominada de Unidades de Projeto (UPs).

Para tanto, optou-se por realizar as seguintes verificações do SAA estudado: sistema produtor e desempenho das adutoras e subadutoras. Em ambas as verificações se utilizou como ferramenta de análise o software EPANET versão 2.0, desenvolvido pela U. S. Environmental Protection Agency (USEPA).

2 | CONHECENDO O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO PARK WAY

Do ponto de vista urbanístico, o SAA do Park Way abrange os Setores 1 e 2

do Setor de Mansões Park Way (SMPW), o Aeroporto Internacional de Brasília e o Núcleo Rural Vargem Bonita.

Do ponto de vista das fontes de abastecimento, o sistema SAA é composto pelas captações do Catetinho Baixo CAP.CTB.001 e CAP.CTB.002; e pelo reservatório apoiado RAP.PKW.001. O Setor 1 do SMPW e o Aeroporto Internacional de Brasília são abastecidos pelo RAP.PKW.001, cuja água provém do Sistema Descoberto. Originalmente o Setor 1 do SMPW era abastecido pelas captações do Catetinho Alto (CAP.CTA.001 e CAP.CTA.002), entretanto atualmente estas captações foram desativadas por falta de cota disponível para suprir o RAP.PKW.001.

O Setor 2 do SMPW e Vargem Bonita são abastecidos pelas captações do Catetinho Baixo CAP.CTB.001 e CAP.CTB.002, que ocorrem no Ribeirão do Gama. Este setor não possui uma unidade de reservação, e a água captada passa por uma Unidade de Tratamento Simplificado (UTS.CTB.001), e em seguida é distribuída por gravidade até o as fontes consumidoras, com exceção dos Conjuntos 15 e 16 da Quadra 17, que contam com uma elevatória tipo booster no seu abastecimento (EBO.PKW.002).

As dificuldades operacionais que motivaram uma nova concepção que funcionasse de forma complementar ao SAA existente foram as seguintes:

- Falta de energia elétrica na UTS.CTB.001: por essa área se localizar em ponta de rede da Companhia de Energia Elétrica de Brasília (CEB), tem-se verificado constantes falhas no fornecimento de energia, o que provoca deficiência no padrão do tratamento e tem exigindo interrupção do abastecimento;

- Rompimento constante da adutora que abastece o Setor 2 do SMPW (AAT.CTB.010), de fibro-cimento com $\varnothing = 350$ mm;

- Baixa produção no período de estiagem das captações CAP.CTB.001 e CAP.CTB.002;

- Em períodos de chuvas intensas, a UTS Catetinho tem dificuldade em manter a turbidez abaixo do Valor Máximo Permitido – VMP definido pela Portaria 2.914 do Ministério da Saúde.

- Intermitência de fornecimento de água na área do Aeroporto Internacional de Brasília. À época, o Aeroporto operava com demanda reprimida e estavam previstas obras de ampliação para todo o complexo aeroportuário. Isso aumentaria significativamente sua demanda, agravando as dificuldades de abastecimento se a configuração desse SAA não fosse ampliada.

Todas estas situações exigiram adequações no sistema, especialmente quanto à produção e adução.

3 | DEFININDO AS UNIDADES DE PROJETO

O SP é subdividido considerando as seguintes condicionantes:

- Setores Urbanos semelhantes (mesmo consumo per capita e padrões de crescimento populacional);
- Setores de Abastecimento, compostos basicamente das Unidades de Distribuição de Água e suas zonas de pressão (mesmos índices de perdas, mesmos padrões de consumo k_1 e k_2); e
- Setores de Esgotamento, considerando as bacias de esgotamento (mesmos coeficiente de retorno e bacia de esgotamento).

Realizada esta etapa de discretização de dados, produzem-se as poligonais de cada região com dados semelhantes. As UPs, que são, portanto, um polígono único com associação geoespacial, que não ultrapassa nenhum dos seguintes polígonos: Região Administrativa, Setor Urbano, Setor de Água e Setor de Esgoto. A Figura 1 ilustra a disposição da UPs na poligonal do Setor de Projeto.



Figura 1: Unidades de Projeto definidas para o Setor de Projeto – Park Way

Definidas as UPs, foi realizada a análise de crescimento populacional de cada UP, bem como os índices de perdas, consumo per capita, e padrões de consumo a fim de se obter as demandas de fim de plano de cada uma das 14 UP definidas para a área de projeto (Figura 1).

O crescimento populacional considerou as informações constantes no PDOT/DF-2009 no que tange a previsão e forma de ocupação das áreas Park Way Setores 1 e 2, bem como a região do Núcleo Hortícola Suburbano Vargem Bonita, além das contagens dos lotes feitas pela Administração Regional do Park Way para elaboração do plano diretor da RA. Não foram encontradas informações oficiais sobre a Vargem Bonita, portanto foi feita uma contagem em campo dos lotes vazios e característica de ocupação.

Tanto o Park Way quanto Vargem Bonita foram classificados no PDOT/DF-2009 como Zona Urbana de Uso Controlado I, com baixa densidade demográfica e sem previsão de alteração dessa classificação para o futuro. Dessa forma, a ocupação máxima aceita nesse projeto para o Park Way foi a saturação dos lotes parcelados em 8 frações, da mesma forma que está sendo considerado pela Administração do Park Way em seus estudos para a elaboração do seu Plano Diretor Local (PDL).

Quanto ao Aeroporto, foi fornecida a planta da 1ª fase de ampliação e a planta com a configuração final da área do Aeroporto (horizonte 2029), dados estimados de demanda de água de longo prazo do Terminal de Passageiros (TPS) e outras áreas afins, e informações quanto ao crescimento do movimento de passageiros até o ano de 2029.

No que diz respeito ao consumo per capita, é importante destacar que os Setores 1 e 2 do SMPW estão formalmente inseridos na Região Administrativa do Núcleo Bandeirante, porém possuem características de consumo muito elevadas às observadas nas demais áreas do Núcleo Bandeirante. Optou-se por utilizar então, os valores de per capita da RA Lago Norte (294,0 L/hab/dia) nos cálculos de demanda das UPs inseridas no SMPW.

Por outro lado, a Vargem Bonita não apresenta consumo per capita equivalente ao do Lago Norte, em virtude de possuir características de ocupação e renda bem diferenciada do Park Way. Assim, foi considerado o per capita mínimo para a área que é de 120,0 L/hab/dia, adequando-se à realidade socioeconômica do local.

No caso do Aeroporto Internacional de Brasília, os dados de demanda considerados no projeto de expansão de todo o complexo do Aeroporto têm horizonte de projeto para 2029.

Para os índices de perdas, optou-se neste projeto pela utilização de $IP = 30,90\%$ para todos os cenários estudados (2010, 2015, 2020, 2025, 2030, 2035, 2040). Sabe-se que esta solução permanece conservadora uma vez que se percebe a tendência de serem atingidos valores inferiores de IP nos próximos anos. No entanto, entende-se que esta solução é menos conservadora.

Para a determinação do consumo per capita incorporou-se as perdas de água do sistema de abastecimento ao consumo efetivo per capita, conforme se observa na equação (01):

$$q = q_e / (1 - IP) \quad (01)$$

Onde: q = consumo per capita de água; q_e = consumo efetivo per capita de água; IP = índice de perdas.

Por fim, foram definidos os coeficientes de variação de vazão. Para o Coeficiente do dia de maior consumo, utilizou-se o valor de literatura $K1 = 1,2$.

O padrão temporal adotado para o $K2$, corresponde ao período de 24 horas,

sendo que a cada hora é atribuído em fator multiplicativo, o qual está associado às variações de consumo de água ao longo do dia. Este padrão inicia à 01:00 hora, horário em que o valor do fator é pequeno (0,878), correspondendo ao baixo consumo que ocorre durante a madrugada, e tem seu valor de pico às 12:00 horas correspondente à 1,403. No entanto, este valor de pico foi alterado para 1,5 de forma que não se utilizasse valores inferiores ao valor referencial bibliográfico onde $K2 = 1,5$. A definição do padrão temporal permite ao modelo de simulação considerar os momentos de maior consumo e representar com mais fidelidade as características do sistema de distribuição de água, assim como o comportamento do nível do reservatório.

Assim, a vazão de projeto foi calculada como mostra a equação (02):

$$Q_h = (n^\circ \text{ de habitantes} \times \text{consumo per capita} \times K1 \times f(K2)) / 86.400 \quad (02)$$

Onde: Q_h : Vazão máxima horária (L/s); $K1$: Coeficiente do dia de maior consumo (adimensional); $K2$: Coeficiente a hora de maior consumo (adimensional).

As UPs consideradas possuem demanda essencialmente residencial, com exceção da UP-08, onde existem características de demanda comercial e industrial, devido à presença do Aeroporto Internacional de Brasília nesta UP. Assim, para as demais UPs, calculou-se o consumo conforme a equação (02).

Os dados de consumo de 2010 foram obtidos através do levantamento realizado pelo Sistema Comercial da Caesb – SICOC, de onde se obteve as demandas médias mensais de cada UP.

4 | ANÁLISE DA DEMANDA DO SISTEMA CATETINHO BAIXO

A vazão média de produção das captações CAP.CTB001 e CAP.CTB.002 é de 43,66 L/s, e a vazão de outorga da CAESB é de 50 L/s. A demanda média de fim de plano apresentada para o sistema Catetinho Baixo no Tabela 4 é de $Q_m = 57,85$ L/s. Considerando somente o índice de perdas $IP = 30,90\%$, a vazão média de produção no fim de plano (2040) deverá ser de 83,72 L/s.

Sabendo que a disponibilidade hídrica do Ribeirão do Gama não é suficiente para fornecer a vazão demandada no fim de plano, e que este sistema não dispõe de unidades de reservação, percebe-se a necessidade de se reduzir a quantidade de economias abastecidas por este sistema, passando-as para serem abastecidas pelo RAP.PKW.001 de forma definitiva.

Assim, recomenda-se que já para o ano de 2015 as Quadras 16 Cj. 01 ao 03 / Qd. 18 / Qd. 20 / Qd. 22 / Qd. 24 (correspondente à UP-12) e Quadra 25 Cj.03 e 04 (correspondente à UP-14) sejam transferidas para o sistema do RAP.PKW.001.

5 | O SOFTWARE EPANET COMO FERRAMENTA DE SIMULAÇÃO

Foram realizadas duas verificações do SAA estudado, uma considerando o sistema produtor e outra referente ao desempenho das adutoras e subadutoras. Em ambas as verificações se utilizou o software EPANET versão 2.0, desenvolvido pela U. S. Environmental Protection Agency (USEPA).

Conforme explicitado em UFPB (2012), o EPANET versão 2.0 é um programa de computador licenciado como domínio público que permite executar simulações estáticas e dinâmicas do comportamento hidráulico e de qualidade da água em redes de distribuição pressurizadas. O programa permite obter os valores da vazão em cada tubulação, da pressão em cada nó, da altura de água em cada reservatório de nível variável e da concentração de espécies químicas através da rede durante o período de simulação, subdividido em múltiplos intervalos de cálculo. Foi concebido para ser uma ferramenta de apoio à análise de sistemas de distribuição, melhorando o conhecimento sobre o transporte e o destino dos constituintes da água para consumo humano.

6 | VERIFICAÇÃO DO RESERVATÓRIO RAP.PKW.001

O RAP.PKW.001 é um reservatório com capacidade total de armazenamento de 3.000,00 m³, com variação de nível entre 1,0m (nível mínimo) e 4,5m (nível máximo). Os dados de níveis reais do RAP.PKW.001 mostram que este reservatório apresenta boa recuperação diária.

Assim, sabendo que atualmente o RAP.PKW.001 tem um bom funcionamento, foi realizada uma simulação, denominada simulação de controle, que representa as características atuais do sistema, a partir da qual se estabeleceu o modelo de funcionamento ótimo do RAP.PKW.001 (Figura 2). Ou seja, a verificação do reservatório consiste em estudar alternativas de reforço no abastecimento deste reservatório para que sejam mantidas suas características atuais de funcionamento quando for demandada a vazão de fim de plano (2040) contando com os Setores 1 e 2 do SMPW, Vargem Bonita e Aeroporto. Desta forma, foram consideradas quatro situações de abastecimento deste reservatório para o cenário de 2040.

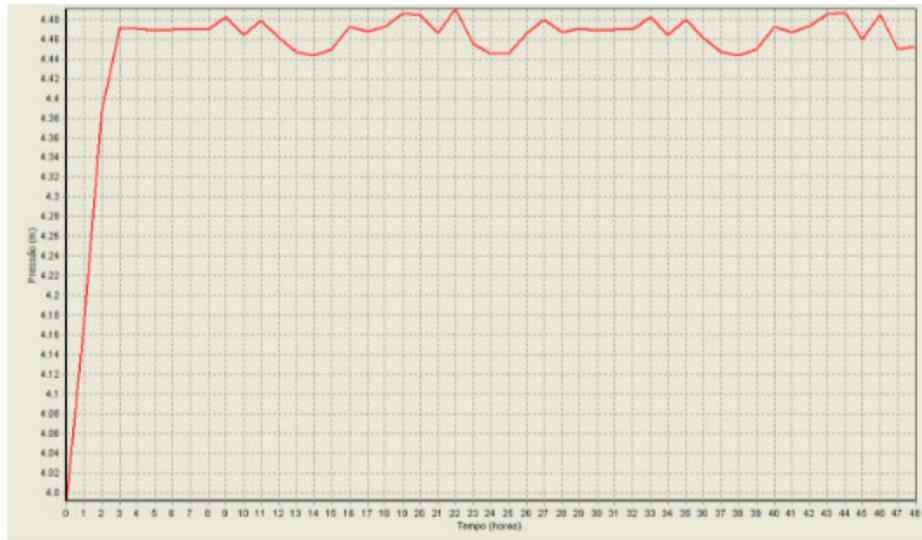


Figura 2: Simulação do funcionamento atual do RAP.PKW.001 com tempo de simulação de 48 horas (Ano 2010)

Observa-se pela análise da Figura 2 que o nível no RAP.PKW.001 praticamente não sofre alterações, mantendo-se no NA máximo. Na prática, o RAP.PKW.001 se mantém na maior parte do tempo com o nível acima de 3,5m, mas chega a atingir o nível mínimo (1,0m) no mês de setembro, o que indica que a simulação representa de forma otimizada o funcionamento deste reservatório.

A seguir é feita a análise de cada proposta de verificação de funcionamento do RAP.PKW.001. A demanda considerada nas verificações corresponde à demanda de fim de plano (ano 2040) na pior hipótese, ou seja, quando é necessário que o abastecimento de todo o sistema ocorra através do RAP.PKW.001, com $Q_h=489,56$ L/s.

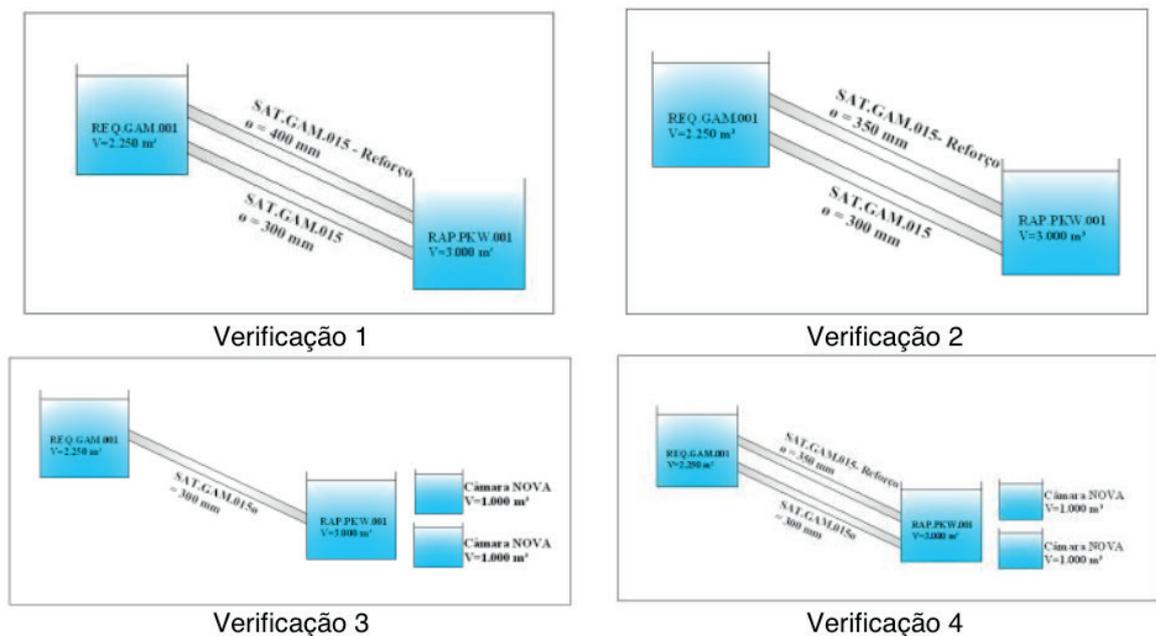


Figura 3: Representação esquemática das verificações propostas no sistema produtor do SAA do Park Way.

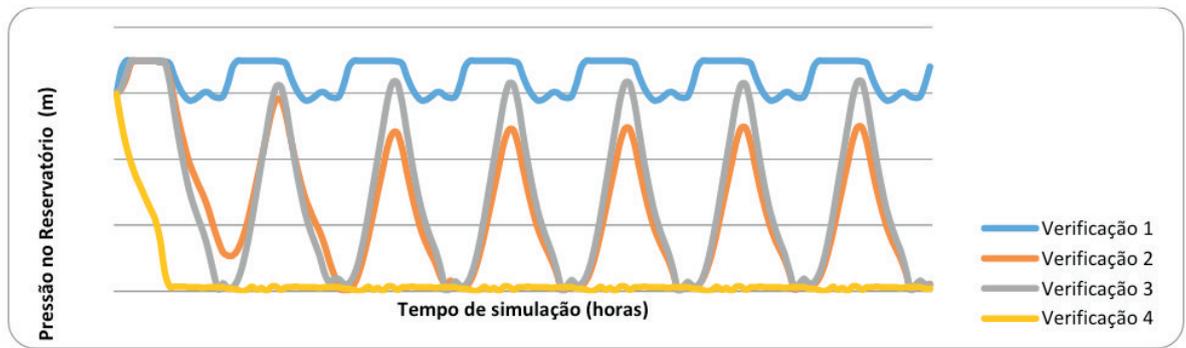


Figura 4: Resultado do comportamento do RAP.PKW.001 para quatro propostas de intervenção no SAA verificadas para a vazão de fim de plano (Ano 2040). Tempo de simulação de uma semana (168 horas).

Verificação 1: considerou o RAP.PKW.001 sendo abastecido pela subadutora SAT.GAM.015 $\varnothing = 200$ mm e pelo reforço desta adutora denominado ADT-T23-REF com $\varnothing = 400$ mm. Análise: Verifica-se o funcionamento ótimo do reservatório compatível com o funcionamento observado atualmente.

Verificação 2: considerou o RAP.PKW.001 sendo abastecido pela subadutora SAT.GAM.015 $\varnothing = 200$ mm e pelo reforço desta subadutora denominado ADT-T23-REF com $\varnothing 350$ mm. Análise: Observa-se que o RAP.PKW.001 atinge o nível mínimo (1,0 m) ao final de cada dia e não apresenta boa recuperação ao longo de uma semana.

Verificação 3: considerou o RAP.PKW.001 sendo abastecido somente pela subadutora SAT.GAM.015 $\varnothing 200$ mm, sem reforço, considerando a execução de duas novas câmaras de 1.000,0 m³ cada, passando a reservação de 3.000,0 m³ (total atualmente) para 5.000,0 m³ (total de projeto). Análise: verifica-se o esvaziamento das câmaras por volta das 10h do 1º dia de simulação.

Verificação 4: considerou o RAP.PKW.001 sendo abastecido pela subadutora SAT.GAM.015 $\varnothing = 200$ mm e pelo reforço desta subadutora denominado ADT-T23-REF com $\varnothing 350$ mm, considerando a execução de duas novas câmaras de 1.000,0 m³ cada, passando a reservação de 3.000,0 m³ (total atualmente) para 5.000,0 m³ (total de projeto). Análise: a construção das 2 câmaras não altera o funcionamento do RAP.PKW.001 de maneira significativa em relação à alternativa onde apenas é feito o reforço de $\varnothing = 350$ mm.

Após realizadas as 4 verificações, conclui-se que, para manter as características atuais de funcionamento do RAP.PKW.001, é necessário executar um reforço da SAT.GAM.015 com $\varnothing = 400$ mm, conforme a apresentado na Verificação 1.

7 | ALTERNATIVAS DE REFORÇO NO SAA PARK WAY

A formulação das alternativas de reforço do SAA Park Way foi feita com fim de

plano em 2040, e considerou as seguintes necessidades:

- Reforçar a SAT.GAM.015 devido ao aumento da demanda do setor;
- Reforçar a SAT.PKW.011 devido à expansão do complexo aeroportuário de Brasília;
- Reforçar a AAT.PKW.010 e substituição do trecho onde essa adutora reduz o diâmetro de $\varnothing = 350$ mm para $\varnothing = 200$ mm;
- Solucionar o problema de intermitência no fornecimento de água do Sistema Catetinho Baixo, propondo a implantação de uma nova adutora através da travessia pela linha férrea e a instalação de uma unidade de reservação a jusante da UTS Catetinho.

No desenvolvimento das alternativas entende-se por reforço a implantação de uma linha adutora paralela e interligada à existente e o termo substituição significa a desativação da linha adutora existente e a implantação de uma nova linha.

Quanto à simulação, os pontos de abastecimento são as UPs. Algumas demandas foram fracionadas nas UPs para permitir uma avaliação mais real das pressões. Esse trabalho enfatizou a capacidade de abastecimento das adutoras de forma a garantir a pressão mínima nos pontos de interligação com a rede de distribuição existente, para tanto, a cota inserida em cada UP foi a cota mais elevada dentro da área de abastecimento da UP, que representa a situação mais desfavorável de abastecimento quando se deseja garantir pressões mínimas. No entanto, as UPs 05, 06, 07 e 14 são caracterizadas pela presença de VRPs no ponto de interligação com a rede de distribuição, e para estas UPs era interessante avaliar pressões máximas. Por isto, apenas para estas UPs, foi introduzida a cota inferior da área abastecida. Não foram detalhados, no entanto, todos os pontos onde se farão necessárias VRPs ou eventuais substituições ou reforços da rede de distribuição. A seguir serão apresentadas as alternativas estudadas.

ALTERNATIVA 1 - TRAVESSIA DA LINHA FÉRREA

- Reforço da SAT.GAM.015 com $\varnothing = 400$ mm;
- Reforço da SAT.PKW.011 com $\varnothing = 350$ mm;
- Reforço de um trecho de 5.502 m da AAT.PKW.010 com $\varnothing = 500$ mm;
- Substituição de um trecho de 2.275 m da AAT.PKW.010 com $\varnothing = 500$ mm;
- Implantação de uma nova adutora interligando o Setor 1 ao Setor 2 do SMPW com $\varnothing = 400$ mm.

As Alternativas 1 e 2 avaliaram o sistema comparando o cenário simulado (adutoras existentes) com os cenários de 2015, 2030 e 2040. Isso possibilitou que se estabeleçam etapas de implantação dos reforços. Verificou-se que, para o ano de 2015, todas as intervenções previstas nesta alternativa já serão necessárias.

ALTERNATIVA 2 – SUBSTITUIÇÃO DA AAT.PKW.010

- Reforço da SAT.GAM.015 com $\varnothing = 400$ mm;
- Reforço da SAT.PKW.011 com $\varnothing = 350$ mm;
- Reforço de um trecho de 5.502 m da AAT.PKW.010 com $\varnothing = 600$ mm;
- Substituição de um trecho de 2.275 m da AAT.PKW.010 com $\varnothing = 600$ mm;

ALTERNATIVA 3 – IMPLANTAÇÃO DE UM RESERVATÓRIO À JUSANTE DA UTS- CATETINHO BAIXO

Prevê a implantação de um reservatório metálico com volume de 1.500 m³, com diâmetro de 15,0 m e altura de 8,0 m. Recomenda-se a implantação desta unidade de reservação a fim de solucionar o problema de intermitência no fornecimento de água do Sistema Catetinho Baixo. Trata-se de uma obra provisória, cujo funcionamento prevê o enchimento do reservatório com água tratada nos períodos de baixo consumo, e, quando houver necessidade de interrupção no abastecimento devido aos elevados valores de turbidez, utiliza-se a água do reservatório.

O funcionamento do reservatório (denominado RAP-CB) foi simulado para o ano de 2015 (Figura 5), onde se observou que ele não possui um bom funcionamento uma vez que é rapidamente esvaziado nas primeiras horas do dia, não sendo capaz de se recuperar ao longo de uma semana.

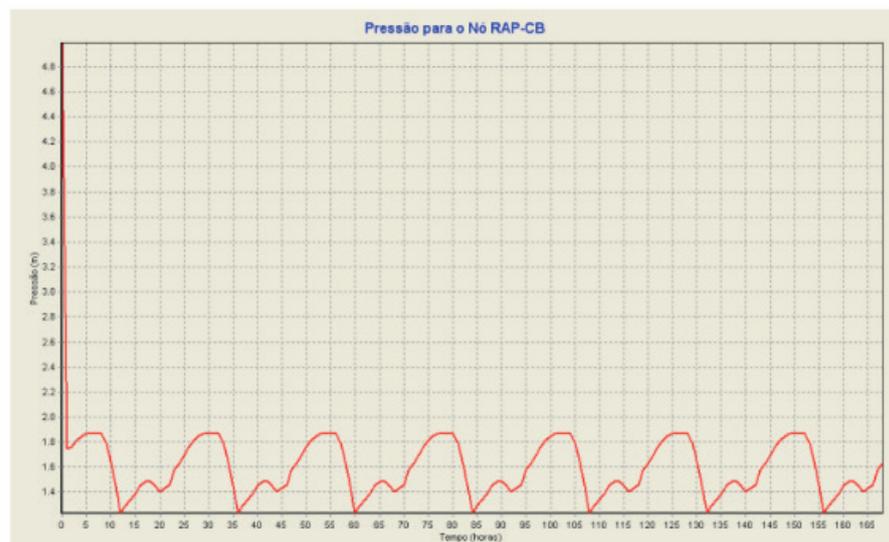


Figura 5: Simulação do comportamento no nível d'água do reservatório RAP-CB em uma semana de simulação

8 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

A verificação do sistema produtor consistiu na proposição de alternativas, combinando reforços no trecho de alimentação do RAP.PKW.001 e ampliação da sua capacidade de reservação, de que sejam mantidas as características atuais de funcionamento do reservatório quando for demandada a vazão de fim de plano

do SAA estudado, de $Q_h = 490 \text{ L/s}$, prevista para ocorrer em 2040. O reservatório responsável pela alimentação do RAP.PKW.001 é o reservatório REQ.GAM.001. A análise realizada no SAA do Park Way permite que se estude os sistemas produtores a partir do REQ.GAM.001.

Observa-se pelo Figura 4 que para manter as características atuais de funcionamento do RAP.PKW.001, é necessário proceder as intervenções referentes à verificação 1, que prevê um reforço na alimentação deste reservatório.

Para a verificação das adutoras e subadutoras do SAA, realizou-se a simulação do SAA considerando o abastecimento por demanda definida em cada UP. As Alternativas 1 e 2 são bastante semelhantes, ambas preveem o reforço na SAT. GAM.015 com $\varnothing = 400 \text{ mm}$, o reforço na SAT.PKW.011 com $\varnothing = 350 \text{ mm}$, o reforço / substituição na AAT.PKW.010 em um trecho de 5.502 m e 2.275 m, respectivamente, sendo que para a Alternativa 1 o diâmetro do reforço / substituição é de $\varnothing = 500 \text{ mm}$ e para a Alternativa 2 é de $\varnothing = 600 \text{ mm}$. Além desta diferença dos diâmetros, a Alternativa 1 prevê a implantação de uma nova adutora interligando o Setor 1 ao Setor 2 do SMPW com $\varnothing = 400 \text{ mm}$.

A Alternativa 3 é apresentada como forma emergencial de resolver os problemas de intermitência que ocorrem no Catetinho Baixo, porém não se mostrou viável nesse primeiro momento, sendo necessário um estudo de topografia mais preciso para verificar se a topografia local permite que o reservatório funcione adequadamente.

Considerando que a Alternativa 1 permite a execução do projeto em etapas e aumenta a capacidade de manobra do sistema, recomendou-se o detalhamento da Alternativa 1 com projeto básico, visando a implantação a curto prazo, compatível com a previsão de início de operação do Sistema Corumbá.

Sabendo que a disponibilidade hídrica do Ribeirão do Gama não é suficiente para fornecer a vazão demandada pelo Sistema Catetinho Baixo no fim de plano, percebe-se a necessidade de se reduzir a quantidade de economias abastecidas por este sistema, passando-as para serem abastecidas pelo RAP.PKW.001 de forma definitiva. Recomendou-se, também, a substituição do trecho da AAT.CTB.010 de cimento amianto de $\varnothing = 350 \text{ mm}$, por ferro fundido de $\varnothing = 400 \text{ mm}$ para solucionar os rompimentos constantes.

9 | CONCLUSÃO

A metodologia de criação da Unidades de Projeto facilitou a consulta e utilização das informações de interesse de projeto como: população atendida, consumo *per capita*, índice de perdas, produção *per capita*, variações horárias do consumo (K2), variações diárias do consumo (K1), taxa de ocupação das unidades residenciais e coeficiente de retorno (C). Permitindo, juntamente com o uso do software EPANET,

uma resposta ágil para as situações de aumento de demanda que se apresentam no estudo de caso.

REFERÊNCIAS

Caesb. Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. **Plano Diretor de Água e Esgotos do Distrito Federal**. Atualizado em 2005.

GDF. Governo do Distrito Federal. **Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal**. 2009.

Porto, Rodrigo de Melo. **Hidráulica Básica**. São Paulo: 2ª. Ed, 2001.

Tsutiya, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de Água**. São Paulo: 2ª. Ed, 2005.

UFPB. Universidade Federal da Paraíba. **Modelagem Hidráulica**. Disponível em http://www.lenhs.ct.ufpb.br/?page_id=32. Acessado em 22.03.2012.

USEPA. U. S. Environmental Protection Agency. Software That Models the Hydraulic and Water Quality Behavior of Water Distribution Piping Systems. Disponível em <http://www.epa.gov/nrmrl/wswrd/dw/epanet.html>.

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