



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

APLICAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS EM HIDROMETRIA COM BASE EM ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRO

Data de aceite: 09/01/2020

Luiz Claudio Drumond

Engenheiro Mecânico pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade de Federal de Rio de Janeiro (UFRJ) e Especialista em Automação Industrial pela CEFET/RJ – Atua no Departamento de Micromedição da CEDAE – Rio de Janeiro

RESUMO: Os medidores velocimétricos após algum tempo apresentam desgaste e começam a registrar consumo inferior ao real fornecido. Água fornecida e não contabilizada representa perda por submedição e pode impactar de forma significativa o faturamento de uma empresa de saneamento. Identificar os medidores na rede com desgaste, é premissa essencial para manter o controle adequado sobre o faturamento. Para isso torna-se necessário uma abordagem mais técnica e criteriosa, fundamentada na gestão da malha de micromedição. Os hidrômetros podem ter, dependendo do fabricante e tecnologia, desempenhos diferentes. Através da análise em laboratório, é possível identificar o ponto em que um tipo de medidor apresenta submedição elevada. O presente trabalho tem o objetivo de apresentar um método de análise que permita a identificação na rede dos medidores com

desgaste e, com base em estudo de viabilidade econômica financeiro, determinar em quais clientes se aplicam medidores velocimétricos, volumétricos ou os eletrônicos denominados de medidores estáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Submedição, Medidores estáticos, Viabilidade.

APPLICATION OF NEW HYDROMETRY TECHNOLOGIES BASED ON FINANCIAL ECONOMIC FEASIBILITY STUDIES

ABSTRACT: Velocity water meter after a time of use, create wear and begin to record lower consumption instead of the real. Water supplied and non-revenue represents a loss by sub-measurement and can significantly impact a water company's revenues. Identify worn meters in water system is an essential premise for maintaining proper control over billing. It requires a more technical and careful approach, based on the management of the micrometering mesh. Hydrometers may have different performances depending on the manufacturer and technology. Through laboratory analysis, it is possible to identify the point at which a type of meter has highest sub-measurement. The present work aims to present a method of analysis that allows the identification worn meters in water system and, based on a study of economic and financial viability, to determine which customers apply

velocity meters, volumetric meters or electronics called static meters.

KEYWORDS: Sub-measurement, Static Meters, Viability.

INTRODUÇÃO

Muitas empresas, concessionárias dos serviços de abastecimento de água vêm investindo em programas de redução e controle de perdas buscando melhoria nos seus indicadores e, objetivando também minimizar a retirada de água bruta dos mananciais. A melhoria do desempenho dos sistemas de abastecimento focada na redução de perdas tem impactado positivamente o grau de eficiência operacional e energética de empresas operadoras, refletindo na redução de gastos com insumos como produtos químicos, equipamentos e energia elétrica. No balanço hídrico proposto pela IWA as Perdas de Água têm uma abordagem direcionada aos volumes fornecidos e não faturados, designados de Perdas Aparentes, e se dividem em submedição por imprecisão dos hidrômetros, pois estes são aparelhos mecânicos que possuem desde sua fabricação, dificuldade em medir o volume efetivamente entregue em função do abastecimento indireto. As torneiras bóias das caixas d'água provocam o amortecimento das vazões abaixo das capacidades dos hidrômetros. À medida que os hidrômetros se desgastam, os efeitos da submedição aumentam gradativamente. O percentual de submedição incide sobre todo o volume micromedido. As ligações clandestinas, hidrômetros fraudados e ligações com falhas de cadastros também representam uma parcela de Perda Aparente, mas não serão abordados no presente estudo. Como aliado no combate às perdas aparentes, temos percebido a chegada de novos medidores com diferentes princípios de funcionamento, mas com ênfase na eletrônica, os denominados medidores estáticos. Estes aparelhos apesar dos custos serem bem acima dos medidores convencionais podem contribuir para a redução das perdas aparentes, desde que um estudo de viabilidade econômico financeiro prévio seja feito para auxiliar na tomada de decisão.

TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS PARA APLICAÇÃO NA MICROMEDIÇÃO–CUSTO X BENEFÍCIO

Além dos conhecidos e amplamente utilizados no Brasil e no mundo, os medidores velocimétricos, com os estudos recentes de Ensaios para Determinação dos Erros de Medição em conformidade com a norma ABNT 15538¹ tem proporcionado reflexões sobre os medidores volumétricos que, apesar do sua vulnerabilidade relacionada a travamento por particulado em suspensão, seu ponto forte é a performance apresentada frente aos velocimétricos, considerando que no Brasil o abastecimento indireto evidencia ainda mais os efeitos da submedição.

Atualmente encontramos também disponíveis no mercado medidores para medição e faturamento com a tecnologia ultrassônica ou eletromagnética com baterias de alta performance embarcada, proporcionando precisão e durabilidade superior aos hidrômetros convencionais mecânicos. Outra vantagem destes medidores é que, por não possuírem partes móveis, não são suscetíveis a travamentos ou desgastes, fato frequente nos medidores de turbinas, limitando a permanência destes na rede em poucos anos em média. Mas se por um lado temos maior precisão e durabilidade, por outro lado os custos de aquisição para aplicação podem inviabilizar o investimento. O custo para aquisição de cada tipo de medidor tem obedecido a seguinte relação apresentada na Tabela 1:

FAIXA DE MEDIÇÃO	TECNOLOGIA	CUSTO*	ÍNDICE DE DESEMPENHO DA MEDIÇÃO (IDM _N)
0 ~5 m³/h	Velocimétrico Classe B	C₁	93 ~96 %
	Volumétrico Classe C	2 C₁	98 %
	Ultrassônico R 250	6 C₁	99%

Tabela 1: Relação de Custo Médio de Medidores por Tecnologia x IDM.

(*) O uso desta tabela deve ser precedido de uma pesquisa de mercado, atualizando a relação de custo sugerida a título de exemplo.

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE DESEMPENHO DA MEDIÇÃO: ESTUDOS EM LABORATÓRIO

A metodologia consiste em obter o IDM de amostras estratificadas de hidrômetros novos e usados, por fabricante, tipo e capacidade. Para o presente estudo, os ensaios foram realizados no Laboratório de Medidores da CEDAE/RJ, certificado pela Inmetro, em conformidade com a ISO 17025, através do CRL 1083.



Figura 1: Laboratório de Medidores da CEDAE-RJ e Bancada de Ensaio de IDM.

O plano de amostragem foi montado contendo diferentes faixas de volume

totalizado nos hidrômetros retirados da rede. Em conformidade com a ABNT NBR 15538¹ o IDM, Índice de Desempenho da Medição pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$IDM = 100 * Epi \quad \text{Equação (1)}$$

Os ensaios de avaliação de eficiência de medidores tomam como base o perfil de consumo típico de abastecimento domiciliar sendo obtido pela associação entre o perfil de consumo e o erro relativo apresentado pelo medidor de água (Epi), nas faixas de vazões detalhadas na Figura 2.

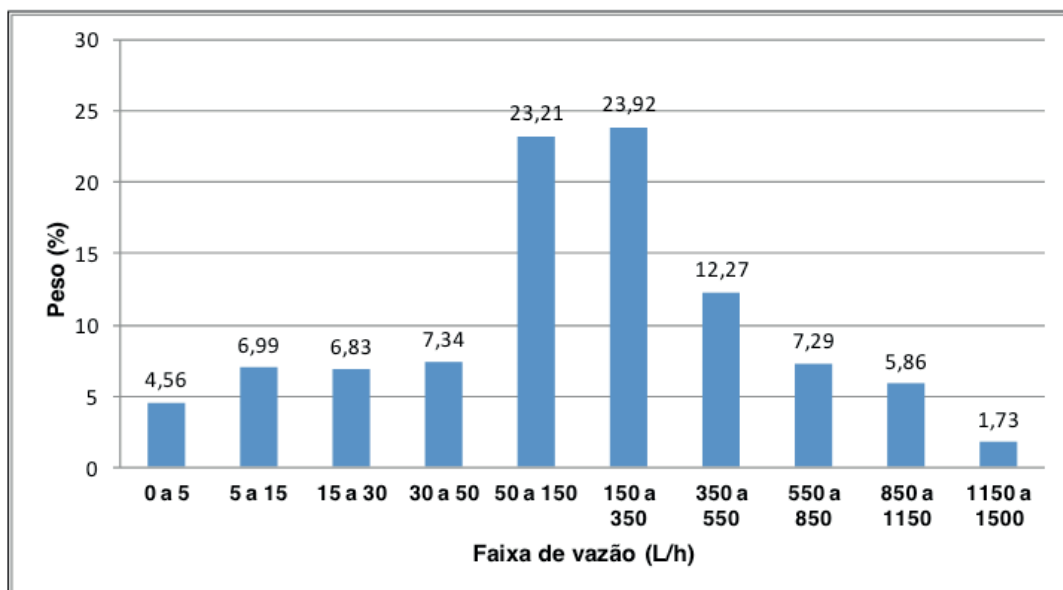


Figura 2: Histograma elaborado e função perfil típico de abastecimento domiciliar.

Realizando ensaios definidos pela norma em (n) amostras e adotando critérios estatísticos utilizando a distribuição (t) de Student pela Equação (2) os dados obtidos são plotados em um gráfico conforme apresentado na figura 3.

$$\left(\bar{x} - t_{(n-1,0.05)} \times \frac{s}{\sqrt{n}} , \bar{x} + t_{(n-1,0.05)} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right). \quad \text{Equação (2)}$$

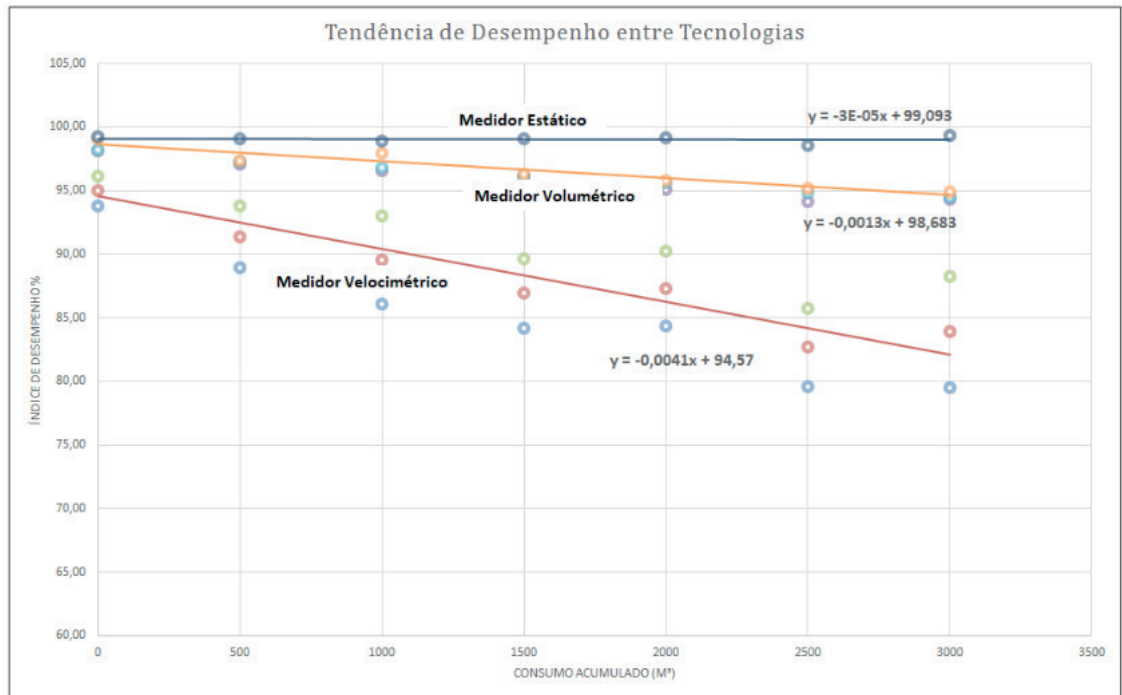


Figura 3: Tendência de desempenho metrológico—Medidor Velocimétrico x Volumétrico x Estático.

As linhas de tendência evidenciam que os medidores estáticos não sofrem desgaste e mantêm a performance, mas no caso dos medidores Velocimétricos e Volumétricos, o IDM sofre decaimento à medida que o volume acumulado aumenta, comprovando que o desgaste é função do número de rotação da turbina e não do tempo de instalação. As equações lineares podem ser reescritas em função da Leitura (L) de cada medidor e do IDM. Estas equações representam a efetividade de medição dos medidores unijatos marca (x), volumétrico marca (y) e ultrassônico marca (z). Por exemplo a efetividade de medição dos medidores velocimétricos unijatos, marca (x) é:

$$IDM(L) = -0,0041 * L + 94,57 \quad \text{Equação (3)}$$

VOLUME SUBMEDIDO EM UM MEDIDOR EM USO

O primeiro passo na escolha de qual medidor deve ser aplicado em substituição ao medidor existente no campo é identificar qual desempenho da medição que o hidrômetro em uso está apresentando. Com base no volume submedido (V_s) será possível calcular o potencial de recuperação de receita. A fórmula é:

$$V_s = V_m * \left(\frac{IDM_n}{IDM_{uso}} - 1 \right) \quad \text{Equação (4)}$$

Sendo:

V_m= Volume médio mensal

IDM_n- Índice de Desempenho do Hidrômetro novo (%)

IDM_{uso}- Índice de Desempenho do Hidrômetro em uso (%)

CÁLCULO DA RECUPERAÇÃO FINANCEIRA APÓS TROCA DO MEDIDOR

Devemos considerar que uma troca de hidrômetro com desgaste por um novo medidor proporcionará uma melhora na medição e possivelmente no faturamento. Esta melhora será em função do desgaste do medidor em uso, da qualidade do novo medidor e do valor da tarifa, obedecendo a estrutura tarifária de cada companhia. Como exemplo utilizamos a Estrutura Tarifária da CEDAE vigente em Janeiro de 2017 na tabela 2:

TARIFA	FAIXA	VALOR DA TARIFA
T ₁	0 ~15 m ³ /mês	R\$ 3,54
T ₂	>15 ~30 m ³ /mês	R\$ 7,80
T ₃	>30 ~45 m ³ /mês	R\$ 10,63
T ₄	>45 ~60 m ³ /mês	R\$ 21,27
T ₅	>60 m ³ /mês	R\$ 28,36

Tabela 2: Estrutura Tarifária – CEDAE Jan/2017

Portanto podemos obter valor mensal recuperado (R) após a troca de um hidrômetro utilizando a seguinte expressão:

$$Rf = V_s * T \quad \text{Equação (5)}$$

$$Rf = \left(V_m * \left(\frac{-0,0041 * L_0 + 94,57}{-0,0041 * L_{uso} + 94,57} - 1 \right) \right) * T$$

Caso a localidade possua o serviço de coleta, transporte e tratamento de esgoto, o valor mensal recuperado é multiplicado por 2, então a expressão será:

$$Rf = \left(V_m * \left(\frac{-0,0041 * L_0 + 94,57}{-0,0041 * L_{uso} + 94,57} - 1 \right) \right) * T * 2$$

1º Exemplo – Troca de um medidor em uso por um novo velocimétrico:

Em um cliente com volume medido no hidrômetro velocimétrico tipo unijato marca x em uso de 16 m³/mês com leitura de 850 m³, qual será a perda por submedição recuperada e qual será o valor mensal recuperado caso seja efetuada a substituição por um mesmo hidrômetro da mesma marca, porém novo?

Cálculo da Perda por submedição recuperada:

$$V_s = 16 * \left(\frac{-0,0041 * 0 + 94,57}{-0,0041 * 850 + 94,57} - 1 \right)$$

$$V_s = 0,61 \text{ m}^3/\text{mês} \quad \text{ou} \quad V_s = 20,4 \text{ litros}/\text{ligação.dia}$$

Cálculo da valor mensal recuperado

Considerando a segunda faixa Tarifária utilizaremos $T_2 = R\$ 7,80$

$$Rf = \left(16 * \left(\frac{-0,0041 * 0 + 94,57}{-0,0041 * 850 + 94,57} - 1 \right) \right) * 7,80 * 2$$

$$Rf = R\$ 9,54/\text{mês} \quad \text{Recuperação do Faturamento}$$

Neste caso a substituição de um medidor antigo por um novo irá proporcionar um Valor de Faturamento Recuperado em R\$ 9,54 / mês.

AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE ECONÔMICA FINANCEIRA

As boas práticas de gestão de projetos sugerem estudos prévios de viabilidade econômica. A essência da avaliação econômico-financeira é medir o retorno de um projeto de maneira comparável com outros investimentos. O primeiro passo para a realização da avaliação econômica é a montagem do fluxo de caixa, isto é, a definição do fluxo de entradas e saídas de dinheiro durante o ciclo de medição desejado. A avaliação utilizando o Fluxo de Caixa auxiliará no processo de tomada de decisão. Portanto no exemplo citado teremos o seguinte fluxo de caixa, considerando que o custo tenha sido da ordem de R\$ 80,00, sendo R\$ 50,00 a compra do medidor e R\$ 30,00 o custo de Mão de Obra de substituição:

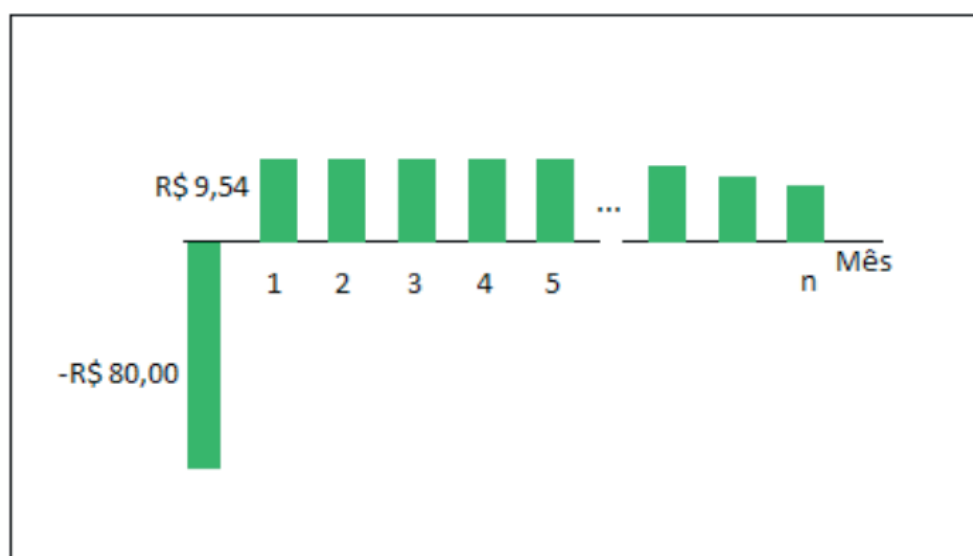


Figura 4: Fluxo de caixa da substituição do medidor em uso por novo medidor.

Para calcular o Valor Presente Líquido usamos a seguinte equação:

$$VPL = \left(\left(\frac{FC1}{(1+I)^1} + \frac{FC2}{(1+I)^2} + \dots + \frac{FCn}{(1+I)^n} \right) \right) - FC0 \quad \text{Equação (6)}$$

O Valor Presente Líquido de uma substituição possui as seguintes possibilidades de resultado:

- Maior do que zero a troca é economicamente viável.
- Igual a zero: não terá retorno
- Menor do que zero: não é economicamente atrativo.

AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE DO MEDIDOR VELOCIMÉTRICO

Portanto, para uma taxa estimada em 8% ao ano, o Valor Presente Líquido em 12 meses do exemplo apresentado será : $VPL = R\$ 26,00$

Com base no exemplo anterior, podemos constatar que a troca é economicamente viável, considerando que o VPL em 12 meses será positivo e o Pay back do investimento de R\$ 80,00 ocorrerá em 9 meses.

2º Exemplo – Troca de um medidor em uso por um medidor volumétrico:

Adotando-se o mesmo cliente do exemplo anterior com volume medido no hidrômetro velocimétrico tipo unijato marca x em uso de 16 m³/mês com leitura de 850 m³, qual será a perda por submedição recuperada e qual será o valor mensal recuperado caso seja efetuada a substituição por um hidrômetro **volumétrico**, porém novo?

Comentário: Substituindo o medidor antigo por um medidor **volumétrico** de 1,5 m³/h classe C com Custo = 2C, considerando o $IDMn = -0,0013 * L + 98,6$ teremos:

$$Vs = 16 * \left(\frac{-0,0013 * 0 + 98,6}{-0,0041 * 850 + 94,57} - 1 \right)$$

$$Vs = 1,32 \text{ m}^3/\text{mês} \quad \text{ou} \quad Vs = 44,0 \text{ litros}/\text{ligação.dia}$$

Cálculo da valor mensal recuperado

Considerando a segunda faixa Tarifária utilizaremos $T_2 = R\$ 7,80$

$$Rf = \left(16 * \left(\frac{-0,0013 * 0 + 98,6}{-0,0041 * 850 + 94,57} - 1 \right) \right) * 7,80 * 2$$

$$Rf = R\$ 20,59/\text{mês} \quad \text{Recuperação do Faturamento}$$

Neste caso a substituição de um medidor antigo por um novo volumétrico irá proporcionar um Valor de Faturamento Recuperado em R\$ 20,59 / mês.

AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE DO MEDIDOR VOLUMÉTRICO

O Fluxo de Caixa substituindo o medidor antigo por um medidor **volumétrico** de 1,5 m³/h classe C com Custo = 2C (R\$ 160,00), terá um VPL = 76,00 e o Pay back em 8 meses, tornando esta opção de troca mais vantajosa.

Podemos concluir que apesar do custo do medidor volumétrico ser superior, o resultado financeiro ao longo de 1 (um) ano demonstra-se favorável à aplicação da tecnologia volumétrica nos clientes com perfil do exemplo apresentado.

AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS

Com base no presente estudo será possível avaliar cenários para cada caso, conforme o próximo exemplo:

Considerando clientes com consumo acumulado em torno de 1.000 m³ no totalizador, com medidores velocimétricos instalados e estabelecendo o retorno financeiro por cada tipo de medidor, é possível criar cenários para a tomada de decisão e escolha da tecnologia empregada. Nesta análise foi adotada uma taxa de 12% ao ano.

Consumo Médio (m ³ /mês)	Velocimétrico			Volumétrico			Estático		
	Payback	VPL	TIR	Payback	VPL	TIR	Payback	VPL	TIR
14	13	R\$ 86,36	8%	11	R\$ 268,07	9%	27	R\$ 50,79	2%
15	11	R\$ 111,49	10%	10	R\$ 315,00	11%	24	R\$ 108,06	3%
16	10	R\$ 138,47	11%	10	R\$ 364,20	12%	22	R\$ 168,02	3%
17	9	R\$ 167,30	13%	9	R\$ 415,69	13%	20	R\$ 230,70	4%
18	8	R\$ 198,01	15%	8	R\$ 469,49	15%	19	R\$ 296,11	5%
19	7	R\$ 230,60	17%	8	R\$ 525,63	16%	17	R\$ 364,29	5%
20	7	R\$ 265,10	19%	7	R\$ 584,11	17%	16	R\$ 435,24	6%
21	6	R\$ 301,52	21%	7	R\$ 644,96	19%	15	R\$ 509,00	7%
22	6	R\$ 339,88	24%	6	R\$ 708,21	21%	14	R\$ 585,59	7%
23	5	R\$ 380,19	26%	6	R\$ 773,86	22%	13	R\$ 665,03	8%
24	5	R\$ 422,46	29%	6	R\$ 841,94	24%	12	R\$ 747,35	9%
25	5	R\$ 466,72	32%	5	R\$ 912,47	26%	12	R\$ 832,56	9%
26	4	R\$ 512,99	34%	5	R\$ 985,46	27%	11	R\$ 920,70	10%
27	4	R\$ 561,27	37%	5	R\$ 1.060,95	29%	11	R\$ 1.011,79	11%
28	4	R\$ 611,58	40%	5	R\$ 1.138,95	31%	10	R\$ 1.105,85	12%
29	4	R\$ 663,95	44%	4	R\$ 1.219,48	33%	10	R\$ 1.202,91	12%
30	4	R\$ 718,39	47%	4	R\$ 1.302,57	35%	9	R\$ 1.302,99	13%
31	3	R\$ 851,64	55%	4	R\$ 1.527,17	41%	8	R\$ 1.575,39	15%
32	3	R\$ 915,53	59%	4	R\$ 1.623,35	43%	8	R\$ 1.691,13	16%
33	3	R\$ 981,73	63%	4	R\$ 1.722,39	46%	7	R\$ 1.810,25	17%
34	3	R\$ 1.050,27	67%	4	R\$ 1.824,30	48%	7	R\$ 1.932,78	18%
35	3	R\$ 1.121,16	72%	3	R\$ 1.929,12	51%	7	R\$ 2.058,74	19%

Tabela 3: Análise de Viabilidade por tipos de medidores

TOMADA DE DECISÃO COM BASE NO CENÁRIO APRESENTADO

Para medidores identificados no campo, com leitura em torno de 1.000 m³, a tecnologia a ser empregada em cada substituição será definida com base na

Taxa Interna de Retorno (TIR) que deverá ser próximo ou superior à taxa de juros estabelecida, adotando como a melhor opção, o maior VPL apresentado comparando as tecnologias. Com base nesta premissa teremos a seguinte decisão:

Aplicação de Medidores Velocimétricos – Consumo entre 0 à 15 m³/mês

No caso da estrutura tarifária adotada, onde a tarifa mínima é de 15 m³ mês, não haverá retorno financeiro significativo nas trocas, mas é recomendável sua substituição ou verificação subsequente em intervalo não superior a 7 anos em conformidade com o Regulamento Técnico Metrológico² do Inmetro, aprovado pela Portaria 295/2018, e por este motivo o medidor velocimétrico se apresenta a melhor opção.

Aplicação de Medidores Volumétricos – Consumo entre 16 à 30 m³/mês

Com base na tabela 3, o medidor volumétrico apresenta-se como a melhor opção na faixa de consumo, entre 16 à 30 m³/mês considerando que a TIR é superior ao medidor ultrassônico nesta faixa e o VPL apresenta-se superior, se comparado com as demais tecnologias.

Aplicação de Medidores Estáticos – Consumo maior que 30 m³/mês

Em clientes com consumo á partir de 30 m³ mês observa-se que a tecnologia ultrassônica se mostra como uma opção preferencial, pois o VPL é superior. A TIR também é superior a 12% comprovando a viabilidade da estratégia empregada.

CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado, concluiu-se que:

O método apresentado pode ser empregado em diferentes estruturas tarifárias e permitirá a escolha correta de qual tecnologia deverá ser empregada;

Os resultados apresentados demonstram que as trocas de medidores são necessárias e as ações devem ser realizadas com critérios e métodos bem definidos visando o maior retorno possível do investimento aplicado;

Devido a diversificação de medidores instalados no campo o método proposto é eficaz desde que seja definindo para cada nicho de clientes as tecnologias distintas. Com isso será possível obter os melhores resultados com o menor investimento possível;

Os medidores estáticos, apesar do custo elevado, demonstram-se viáveis, desde que seja precedido do presente estudo.

REFERÊNCIAS

1. ABNT 15538. Medidores de água potável - Ensaio para avaliação de eficiência. São Paulo. Publicada em 9/12/2011 e substituída em 2014.

2. Portaria 295/2018. Regulamento Técnico Metrológico do Inmetro – Medidores de água potável fria ou quente. Publicada em 28/06/2018.

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