



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 2

 **Atena**
Editora

Ano 2020



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 2

 **Atena**
Editora

Ano 2020

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

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

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

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

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

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-947-9

DOI 10.22533/at.ed.479202101

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária. I. Silva, Helenton Carlos da.

CDD 628.362

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

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

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados a estas diversas demandas essenciais do conhecimento da engenharia sanitária e ambiental. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do

conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A UTOPIA DA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO NO BRASIL	
Marcelo Motta Veiga	
DOI 10.22533/at.ed.4792021011	
CAPÍTULO 2	13
ANÁLISE DE UMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA MIGRAR AO MERCADO LIVRE DE ENERGIA	
Leonardo Nascimento de Oliveira	
Luis Henrique Pereira da Silva	
Milton Tavares de Melo Neto	
DOI 10.22533/at.ed.4792021012	
CAPÍTULO 3	23
APLICABILIDADE DOS INDICADORES DO DIAGNÓSTICO NO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE BELÉM	
Arthur Julio Arrais Barros	
Marise Teles Condurú	
José Almir Rodrigues Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.4792021013	
CAPÍTULO 4	41
APLICAÇÃO DA ULTRAFILTRAÇÃO NO PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE SANITÁRIO VISANDO O REÚSO URBANO NÃO POTÁVEL	
Layane Priscila de Azevedo Silva	
Marcos André Capitulino de Barros Filho	
Larissa Caroline Saraiva Ferreira	
Moisés Andrade de Farias Queiróz	
Alex Pinheiro Feitosa	
DOI 10.22533/at.ed.4792021014	
CAPÍTULO 5	51
APLICAÇÃO WEB PARA PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	
Rafael Pereira Maciel	
Luís Henrique Magalhães Costa	
Nágila Veiga Adrião Monteiro	
Liércio André Isoldi	
DOI 10.22533/at.ed.4792021015	
CAPÍTULO 6	64
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE LAGOAS APLICADAS AO TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS APÓS REMOÇÃO DE LODO	
Yasmine Westphal Benedet	
Patrick Ikaru Ferraz Suzuki	
Nattália Tose Lopes	
Sara Cristina Silva	
DOI 10.22533/at.ed.4792021016	

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

CAPÍTULO 13 138

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

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210113

CAPÍTULO 14 148

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

Hudson Tiago dos S. Pedrosa
Marcos Henrique Vieira de Mendonça

DOI 10.22533/at.ed.47920210114

CAPÍTULO 15 158

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

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210115

CAPÍTULO 16 167

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

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210116

CAPÍTULO 17 177

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

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210117

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

CAPÍTULO 23 234

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

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210123

CAPÍTULO 24 245

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

Lívia Figueira de Albuquerque
Artemisa Fontinele Frota
Luís Henrique Magalhães Costa

DOI 10.22533/at.ed.47920210124

CAPÍTULO 25 255

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

Murillo Barros de Carvalho
Glaucia Eliza Gama Vieira

DOI 10.22533/at.ed.47920210125

CAPÍTULO 26 265

RETIRADA DE LODO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO COM MÁQUINA ANFÍBIA

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210126

CAPÍTULO 27 275

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

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210127

CAPÍTULO 28286

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

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

DOI 10.22533/at.ed.47920210128

SOBRE O ORGANIZADOR.....295

ÍNDICE REMISSIVO296

APLICABILIDADE DOS INDICADORES DO DIAGNÓSTICO NO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE BELÉM

Data de aceite: 06/01/2020

Arthur Julio Arrais Barros

Companhia de Saneamento do Pará
Belém – Pará

Marise Teles Condurú

Universidade Federal do Pará
Belém – Pará

José Almir Rodrigues Pereira

Universidade Federal do Pará
Belém – Pará

RESUMO: Analisam-se os indicadores da etapa de diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), observando a aplicabilidade para o conhecimento da situação no município de Belém. A pesquisa foi bibliográfica e documental, com abordagem qualitativa e estudo de caso, mediante o levantamento e a análise quantitativa e qualitativa dos indicadores utilizados na elaboração da etapa de diagnóstico do PMSB do município de Belém. Verificou-se que, dos 18 indicadores gerais do PMSB de Belém, 15 não apresentam relação com saneamento básico, bem como não consta nenhum indicador do grupo ambiental e apenas três dos 16 indicadores específicos são aplicáveis à etapa de diagnóstico. Por fim, sugerem-se 20 indicadores para possibilitar o conhecimento

da situação no setor de saneamento básico no contexto de elaboração da etapa de diagnóstico dos PMSB.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento básico. Indicadores. Diagnóstico. Aplicabilidade.

ABSTRACT: Analyze the Municipal Plan of Basic Sanitation (PMSB) indicators of the diagnosis stage, observing the applicability for the understanding of the situation in the city of Belém. The research was bibliographical and documentary, with quantitative and qualitative approach and case study, being carried out the survey and the analysis of the indicators used in the elaboration of PMSB diagnosis stage in the city of Belém. It was verified that 15 of the 18 general indicators of the PMSB of Belém are not related with basic sanitary, that there is no indicator of the environmental group and that only three of the 16 specific indicators are applicable to the diagnostic stage. In conclusion, 20 indicators were suggested to enable the understanding of the situation of the basic sanitation sector in the context of draw up of the diagnostic stage of the PMSB.

KEYWORDS: Information. Indicators. Diagnosis. Investments.

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com Grostein (2001), a dinâmica de crescimento das cidades sem o devido planejamento é caracterizada pela significativa ausência de ações do poder público, resultando em ocupação desordenada de áreas afastadas do centro e em deficiências nos setores de transporte público, habitação e infraestrutura urbana.

No caso do setor de saneamento básico, a falta de instalações e serviços resulta em consumo de água de baixa qualidade, despejo de esgotos a céu aberto, destinação inadequada de resíduos sólidos e alagamentos de vias urbanas. Essa situação insalubre acarreta problemas ao meio ambiente e à saúde pública da população.

Guimarães, Carvalho e Silva (2007) reiteram que o saneamento é promotor da saúde pública preventiva, pois reduz as chances de contágio por várias doenças. Logo, em um local mais saneado, maiores são as possibilidades de vida mais saudável.

Na tentativa de aumentar a eficiência na prestação dos serviços e de universalizar o atendimento da população, foi publicada a Lei Federal 11.445/2007 que estabelece a Política e as diretrizes nacionais para o saneamento básico, compreendendo-o como um conjunto de serviços, de infraestruturas e de instalações operacionais essenciais para a qualidade de vida e o desenvolvimento humano (BRASIL, 2007).

Essa Lei obriga o titular a elaborar o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Este, por sua vez, conforme Lisboa, Heller e Silveira (2013), torna-se instrumento indispensável para o conhecimento da situação, ao planejamento das ações e à aplicação dos recursos públicos nos setores de abastecimento de água potável, de esgotamento sanitário, de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

No que tange à elaboração do PMSB, é necessário observar as diretrizes estabelecidas no Decreto 7.217/2010, que destaca a primeira atividade como o diagnóstico da situação e dos seus impactos nas condições de vida, com base em indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos.

Em suma, realizar o diagnóstico é “buscar conhecer a realidade, é empreender uma aproximação daquilo que se quer entender, mediante o emprego de métodos, técnicas e instrumentos” (BRASIL. Ministério das Cidades, 2016:4). Portanto, o diagnóstico de uma localidade pretende compreender, espacial e temporalmente, como o lugar é em função de determinados aspectos ou variáveis, além de abordar as causas das deficiências encontradas.

O diagnóstico como etapa do PMSB é fundamental para o planejamento estratégico, e, nas revisões periódicas desse Plano, devem ser avaliados os

indicadores levantados na etapa de diagnóstico, pois a melhoria destes demonstra a efetividade das ações estruturais e estruturantes de saneamento básico.

Pelo exposto, o objetivo deste trabalho é analisar se os indicadores utilizados no PMSB de Belém são compatíveis com os previstos no Decreto 7.217/2010, sendo estes adequados para o diagnóstico da situação a ser adotado no planejamento das intervenções no setor, bem como propor um conjunto básico de indicadores para a elaboração da etapa de diagnóstico de um Plano Municipal de Saneamento Básico.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa é um estudo de caso, tendo como objeto o PMSB do município de Belém. Segundo Gil (2016), esse tipo de estudo se detém a determinado objeto de forma profunda e exaustiva, com abordagem qualitativa em que a análise dos dados depende da capacidade e estilo do pesquisador.

A coleta de dados foi bibliográfica e documental, com informações obtidas em documentos do Estado do Pará e do município de Belém, em leis e publicações do governo federal e em livros e periódicos científicos.

O município de Belém, alvo do PMSB analisado no presente trabalho, é a capital do estado do Pará, situado na região Norte do país, pertencendo à mesorregião metropolitana de Belém e à microrregião homônima. Segundo dados de 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população estimada no município era de 1.452.275 habitantes, enquanto que a área territorial era de 1.059,458 km² (IBGE, 2017). A localização geográfica do município está ilustrada a seguir, no Mapa 1.



Figura 1 – Localização geográfica do município de Belém/PA.

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.

A pesquisa foi realizada em duas etapas, no caso, a análise dos indicadores gerais e de saneamento básico do PMSB de Belém, considerando as categorias instituídas no Decreto 7.217/2010 (Etapa 1) e a proposição de conjunto básico de indicadores a serem utilizados na elaboração da etapa de diagnóstico de Planos Municipais de Saneamento Básico (Etapa 2).

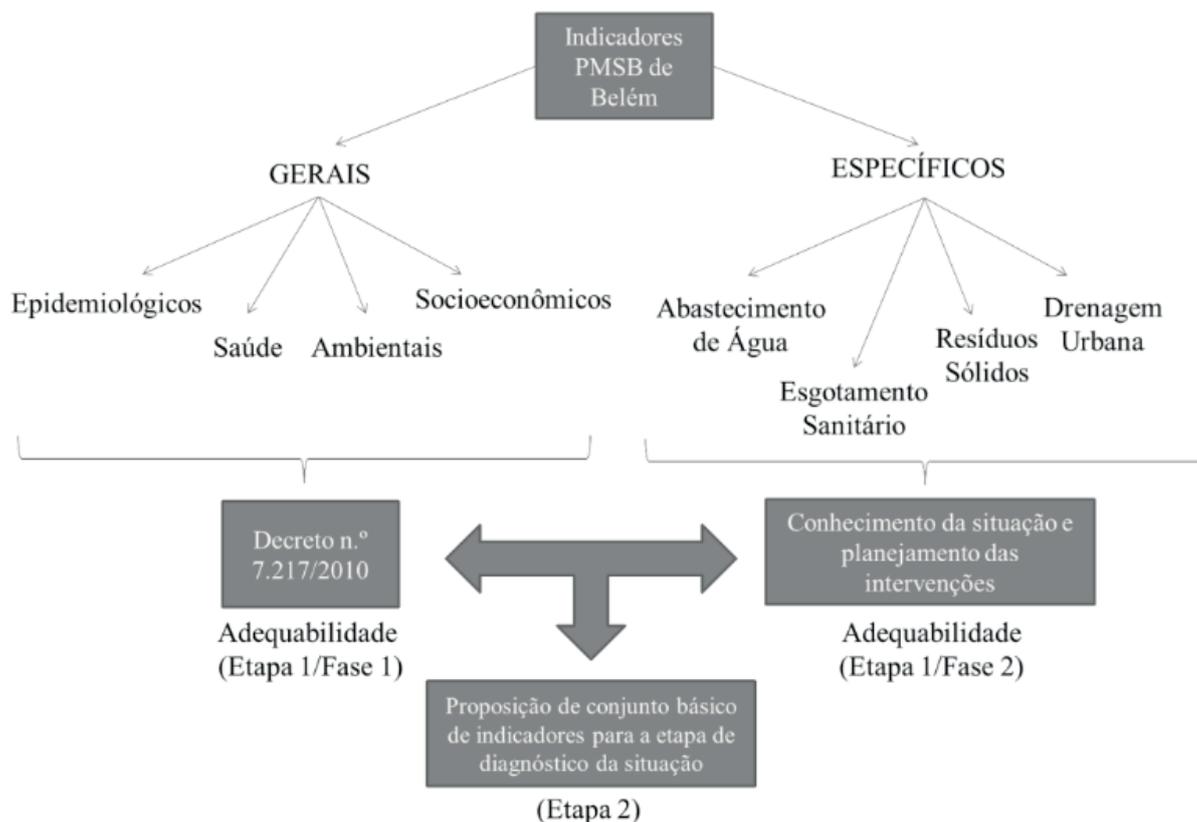
A primeira etapa foi dividida em duas fases. Na fase 1, foram comparados os indicadores gerais utilizados na etapa de diagnóstico do PMSB de Belém com os recomendados no Decreto 7.217/2010, no caso, os indicadores epidemiológicos, de saúde, ambientais e socioeconômicos, sendo avaliado se a quantidade e a qualidade dos indicadores do PMSB de Belém são adequadas para o diagnóstico da situação e dos impactos nas condições de vida.

Na segunda fase, foram pesquisados os indicadores específicos de saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas) constantes no PMSB de Belém. Em seguida, foi avaliada a aplicabilidade desses indicadores para o conhecimento da situação e planejamento das intervenções no setor de saneamento básico do município de Belém.

Finalmente, na Etapa 2, foi proposto um conjunto básico de indicadores para a elaboração da etapa de diagnóstico de Planos de Saneamento Básico visando à

fundamentação técnica do planejamento das intervenções no setor de saneamento básico no município, mais especificamente na definição de metas progressivas para a universalização do atendimento da população com os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana.

No Esquema 1, a seguir, estão ilustradas as etapas adotadas na realização do presente trabalho:



Fluxograma 1 – Fluxograma representativo das etapas adotadas na realização da pesquisa.

Fonte: Autores, 2018.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados da Etapa 1

O PMSB de Belém foi promulgado, em outubro de 2014, com 18 indicadores gerais constantes de bases de dados do governo federal, como o DataSUS, do Ministério da Saúde e o SIDRA, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A finalidade desses 18 indicadores foi possibilitar o diagnóstico da situação no município de Belém, cujas quantidades estão relacionadas por categoria na Tabela 1.

Categorias	Quantidade de indicadores	Percentual em relação ao total de indicadores
Saúde	11	61,1%
Epidemiológicos	02	11,1%
Ambientais	–	–
Socioeconômicos	05	27,8%
Total	18	100%

Tabela 1 – Indicadores gerais utilizados na etapa de diagnóstico no PMSB de Belém.

Fonte: Belém (2014).

• Indicadores Ambientais:

A falta de indicador na categoria Ambiental¹ mostra que o PMSB de Belém ainda não atende ao recomendado no item I do Art. 25 do Decreto n.º 7.217/2010, no caso que o diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida deve ser realizado com “sistemas de indicadores de saúde, epidemiológicos, ambientais, inclusive hidrológicos, e socioeconômicos e apontando as causas das deficiências detectadas” (BRASIL, 2010a).

• Indicadores de Saúde:

Observa-se, ainda, que não existe equilíbrio entre a distribuição dos indicadores do PMSB de Belém, já que 60% dos indicadores são da categoria saúde. Além disso, os 11 indicadores de saúde não são diretamente relacionados com o saneamento básico, conforme relacionado no Quadro 1.

Indicadores de Saúde			
I. Leitos existentes por mil habitantes;	IV. Custo médio por habitante que utiliza o SUS no município;	VIII. Número de óbitos por mil habitantes;	
II. Leitos do Sistema Único de Saúde por mil habitantes;	V. Percentual da população atendida por programas de atenção básica à saúde;	IX. Percentual de óbitos infantis;	
III. Número de internações por 100 habitantes;	VI. Taxa bruta de natalidade;	X. Mortalidade infantil por mil nascidos vivos;	
	VII. Percentual de partos cesáreos e prematuros;	XI. Cobertura vacinal por tipo de imunobiológico.	

Quadro 1 – Indicadores de saúde previstos no PMSB de Belém.

Fonte: Belém (2014).

Assim, esses indicadores são mais apropriados para a representação da situação no setor de saúde do que para os objetivos da etapa de diagnóstico do PMSB

¹ Apesar de não ter nenhum indicador da categoria ambiental, no PMSB de Belém foram identificados seis dados ambientais (atributos climáticos, formação vegetal, atributos geológicos e geomorfológicos, pedologia, hidrologia e hidrogeologia), porém esses dados foram apenas registrados no documento, não sendo realizada nenhuma relação com as informações de atendimento da população por sistema de saneamento básico.

de Belém. Além disso, a característica desses 11 indicadores de saúde inviabiliza a avaliação, direta ou indireta, das consequências ocasionadas por deficiências ou ausência da infraestrutura de saneamento básico no município de Belém, além de dificultar o real conhecimento da situação na área do município, comprometendo o posterior monitoramento dos resultados da implementação de ações estabelecidas no PMSB de Belém.

• Indicadores Epidemiológicos:

O caráter geral também foi identificado nos dois indicadores epidemiológicos do PMSB de Belém. Foi verificado que os indicadores “distribuição percentual das internações” e “mortalidade proporcional (por grupo de causas e faixa etária)” não são suficientes para a representação, direta ou indireta, da deficiência ou falta de saneamento básico, sendo detalhados no Quadro 2.

Indicadores Epidemiológicos	Grupos de Causas	
Distribuição Percentual das Internações	I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias; II. Neoplasias (tumores); III. Doenças sangue órgãos hematólitos e transtornos imunitários; IV. Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas; V. Transtornos mentais e comportamentais; VI. Doenças do sistema nervoso; VII. Doenças do olho e anexos; VIII. Doenças do ouvido e da apófise mastoide; IX. Doenças do aparelho circulatório; X. Doenças do aparelho respiratório; XI. Doenças do aparelho digestivo;	XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo; XIII. Doenças sistema osteo muscular e tecido conjuntivo; XIV. Doenças do aparelho geniturinário; XV. Gravidez, parto e puerpério; XVI. Algumas afecções originadas no período perinatal; XVII. Malformações congênitas, deformidades e anomalias cromossômicas; XVIII. Sintomas ou sinais e achada anormal em exame clínico e laboratorial XIX. Lesões eventuais e algumas outras consequências ou causas externas; XX. Causas externas de morbidade e mortalidade; XXI. Contatos com serviços de saúde.
Mortalidade Proporcional	I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias; II. Neoplasias (tumores); III. Doenças do aparelho circulatório;	IV. Doenças do aparelho respiratório; V. Afecções originadas no período perinatal; VI. Causas externas de morbidade e mortalidade; VII. Demais causas definidas.

Quadro 2 – Indicadores epidemiológicos previstos no PMSB de Belém.

Fonte: Belém (2014).

Vale citar que dos 21 grupos de causas constituintes do indicador “distribuição percentual das internações”, somente um desses grupos (doenças infecciosas e

parasitárias) tem relação com o saneamento básico, ou seja, a representatividade dos outros 20 grupos pode resultar em interpretações equivocadas quanto às questões de saneamento básico. Essa situação também é observada no indicador “mortalidade proporcional”, já que apenas um (doenças infecciosas e parasitárias) dos sete grupos de causa pode ser relacionado com a ausência e/ou má prestação dos serviços de saneamento básico no município de Belém.

- Indicadores Socioeconômicos:

Apenas dois dos cinco indicadores socioeconômicos do PMSB de Belém podem ser relacionados com o déficit de saneamento básico, no caso o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)² e a taxa de crescimento anual. De modo oposto, os indicadores “mulheres em idade fértil”, de “proporção da população feminina em idade fértil” e de “distribuição percentual de rendimentos mensais da população residente” não apresentam aplicação prática ou direta com as questões de saneamento básico.

Assim, na pesquisa foi possível verificar que apenas três dos 18 indicadores gerais do PMSB de Belém são compatíveis com o recomendado no Decreto 7.217/2010, para a etapa de diagnóstico (Tabela 2). Contudo, esse pequeno número de indicadores (um epidemiológico e dois socioeconômicos) não é suficiente para apontar as causas das deficiências de saneamento básico, ou seja, é aquém da necessidade para o real conhecimento da situação no município de Belém.

Categorias	Quantidade de Elementos Informacionais	
	PMSB de Belém	Compatíveis com o Decreto n.º 7.217/2010
Saúde	11	0
Epidemiológicos ³	2	1
Ambientais ⁴	-	-
Socioeconômicos	5	2
Total	18	3

Tabela 2 – Compatibilidade dos elementos informacionais do PMSB de Belém com os instituídos pelo Decreto n.º 7.217/2010.

Fonte: Autores, 2018.

Nota: ¹Os indicadores epidemiológicos do PMSB de Belém são subdivididos em grupos de causas (21 grupos de causas do indicador “distribuição percentual das internações” e sete grupos de causa do indicador “mortalidade proporcional”), entretanto, somente o grupo “algumas doenças infecciosas e parasitárias” pode ser relacionado com a ausência e/ou má prestação dos serviços de saneamento básico no município de Belém.

²Os dados ambientais registrados no PMSB de Belém não são relacionados com as informações de atendimento da população por sistema de saneamento básico.

Além disso, os indicadores não foram detalhados por bairro ou por de área

² Segundo a Organização Mundial da Saúde (2012) pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, o IDH consiste em “medida resumida do progresso a longo prazo em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde”. Portanto, para a aplicabilidade do IDH ser potencializada, a análise precisa ser realizada em conjunto com os indicadores de saúde, o que, novamente, justifica que no PMSB de Belém sejam detalhados os indicadores de saúde, para possibilitar a melhor caracterização do saneamento básico.

de atendimento dos sistemas de saneamento básico no PMSB, o que obriga ao entendimento único da situação em locais bastantes diferentes da cidade de Belém.

Portanto, a quantidade e a qualidade dos indicadores do PMSB de Belém não são adequadas para o diagnóstico da situação e dos impactos nas condições de vida. Isso justifica a necessidade do poder público melhorar e complementar os indicadores gerais do PMSB de Belém, especialmente nas categorias Saúde e Ambiental, para que venham a retratar e relacionar, da forma mais fidedigna possível, a atual realidade do saneamento básico no município de Belém.

Similarmente, no PMSB de Belém, foram identificados 16 elementos informacionais de três componentes do setor de saneamento básico, no caso, nove informações e cinco indicadores do componente abastecimento de água, um indicador do componente esgotamento sanitário e um indicador do componente manejo de resíduos sólidos, conforme descritos na Tabela 3.

Categorias	Quantidade		Total	Total componente/ Total PMSB
	Informações	Indicadores		
Abastecimento de Água	09	05	14	87,5%
Esgotamento Sanitário	–	01	01	6,25%
Manejo de Resíduos Sólidos	–	01	01	6,25%
Drenagem Urbana	–	–	–	–
Total	09	07	16	100%

Tabela 3 – Quantidade de informações e indicadores específicos utilizados na etapa de diagnóstico no PMSB de Belém.

Fonte: Belém (2014).

É oportuno observar que, no PMSB de Belém, não constam elementos informacionais do componente drenagem urbana. Além disso, embora exista o indicador “domicílios por tipo de destino de resíduos sólidos”, este não é relacionado com nenhuma outra informação do PMSB, ressaltando-se que esse instrumento de planejamento foi elaborado apenas para dois componentes do saneamento básico, no caso, abastecimento de água e esgotamento sanitário³.

Ainda, observa-se que a distribuição dos elementos informacionais não foi adequada, pois no componente abastecimento de água está a maior parte (87,5%) dos elementos utilizados na elaboração do diagnóstico do PMSB de Belém, conforme detalhado no Quadro 3.

3 Conforme mencionado anteriormente, o PMSB pode ser elaborado para os quatro componentes do saneamento básico ou de forma específica para cada serviço, cabendo ao titular a posterior compatibilização e consolidação dos documentos dos quatro componentes.

Elementos informacionais de Abastecimento de Água	
I. Domicílios atendidos por tipo de abastecimento de água;	VIII. Ligações de água ativas micromedidas;
II. População urbana coberta com o serviço ⁶ ;	IX. Economias de água totais;
III. População urbana atendida com o serviço ⁷ ;	X. Economias de água ativas;
IV. Índice de cobertura urbana de água ⁸ ;	XI. Economias de água reais;
V. Índice de atendimento urbano de água ⁹ ;	XII. Economias de água residenciais reais;
VI. Ligações de água totais;	XIII. Faturamento do prestador de serviços no município;
VII. Ligações de água ativas;	XIV. Arrecadação do prestador de serviços no município.

Quadro 3 – Elementos informacionais de abastecimento de água previstos no PMSB de Belém.

Fonte: Belém (2014).

Por serem em maior quantidade, as informações do componente abastecimento de água⁴ possibilitam um enfoque mais diversificado e real da situação no PMSB de Belém. Esse maior detalhamento é importante para fundamentar a proposta de projetos e obras para ampliar o sistema de abastecimento de água no município de Belém. Contudo, não são suficientes para a caracterização do componente, sendo necessárias informações complementares como quantidade de perdas ocorridas no sistema e autossuficiência financeira do prestador de serviços de abastecimento de água.

Quanto ao esgotamento sanitário, o único indicador utilizado é “domicílios por tipo de instalação sanitária”, que, apesar da sua importância, não é suficiente para o conhecimento da situação. É oportuno observar a necessidade de melhor detalhamento do componente esgoto sanitário no PMSB de Belém, no caso utilizando indicadores que relacionem dados das vazões de esgotos gerados pela população com extensão da rede coletora, percentual de volume de esgoto coletado que é tratado, despesa operacional por metro cúbico (m³) coletado e/ou tratado, entre outros, para possibilitar o real conhecimento da situação no município de Belém.

Essa situação prejudica o estabelecimento do déficit de atendimento do saneamento básico, fragilizando, com isso, o planejamento dos projetos, obras e programas para atender às metas de curto, médio e longo prazos no setor de saneamento básico do município.

3.2 Resultados da Etapa 2

Ao se considerar conhecimento preciso e atualizado da situação como arcabouço para um bom planejamento, constata-se que as deficiências no diagnóstico do PMSB de Belém prejudicam a determinação da linha de base (déficit), repercutindo no

⁴ Além dos indicadores citados, na etapa de diagnóstico do PMSB de Belém existem informações de mananciais superficiais de água do município, reservação e divisão de setores adotada, rede de distribuição de água tratada, rede coletora de esgoto, estações elevatórias e modalidade de tratamento adotada. Contudo, essas informações não foram relacionadas na forma de indicadores, impedindo a caracterização preconizada no Decreto 7.217/2010.

detalhamento dos projetos, programas e obras das metas dos quatro componentes de saneamento básico no município.

Para aumentar a aplicabilidade do diagnóstico do PMSB, na pesquisa são propostos 20 indicadores. No Quadro 4, encontram-se relacionados oito referentes às quatro categorias estabelecidas no Decreto 7.217/2010 e 12 indicadores específicos ao setor de saneamento básico.

Categorias	Indicadores Propostos	Fórmulas de Cálculo
Epidemiológicos	Incidência de doenças diarreicas e de verminoses	$\frac{\text{Número de internações ocasionadas por diarreia, gastroenterite e verminoses}}{\text{População total do município}} \times 1.000$
	Taxa de incidência de doenças transmitidas pelo <i>Aedes aegypti</i>	$\frac{\text{Número de internações ocasionadas por chikungunya, dengue, febre amarela e febre zica}}{\text{População total do município}} \times 1.000$
Saúde	Taxa de morbidade decorrente de doenças de veiculação hídrica	$\frac{\text{Número de internações ocasionadas por doenças de veiculação hídrica}}{\text{População total do município}} \times 1.000$
	Taxa de mortalidade decorrente de doenças de veiculação hídrica	$\frac{\text{Número de mortes decorrentes de internações por doenças de veiculação hídrica}}{\text{Total de internações ocasionadas por doenças de veiculação hídrica}}$
Ambientais	Índice de Qualidade das Águas ¹¹	$IQA = \sum_{i=1}^n q_i w_i$
	Áreas com ocupação irregular por área urbana total	$\frac{\text{Área total ocupada irregularmente}}{\text{Área urbana total}} \times 100$
Socioeconômicos	Índice de Desenvolvimento Humano ¹²	$IDH = \sqrt[3]{(I_{VIDA} \times I_{EDUCAÇÃO} \times I_{RENDIMENTO})}$
	Produto Interno Bruto ¹³	$PIB = C + I + G + X - M$

Quadro 4 – Indicadores gerais propostos para o diagnóstico da situação nos PMSB.

Fonte: Autores, 2018.

A utilização dos indicadores epidemiológicos é para conhecimento da parcela da população residente internada por causa de doenças diarreicas e de verminoses (amebíase, ancilostomíase, esquistossomose etc.) e por doenças que tenham o *Aedes aegypti* como vetor no município no ano de referência. Vale observar que a incidência dessas doenças de veiculação hídrica pode ser relacionada com a eficiência da prestação dos serviços de saneamento básico no âmbito municipal (CHIEFFI & AMATO NETO, 2003; BRAGA & VALLE, 2007; RIBEIRO & ROOKE, 2010).

A proposição dos indicadores de saúde de morbidade e de mortalidade decorrentes de doenças de veiculação hídrica⁵ permite verificar o número de

5 Doenças de veiculação hídrica de acordo com o DataSUS: Amebíase, ancilostomíase, cólera, dengue (clássica), diarreia e gastroenterite origem infecciosa presumível, esquistossomose, febre amarela, febre hemorrágica devida ao vírus da dengue, febres tifóide e paratifóide, infecções da pele e do tecido subcutâneo, leptospirose icterohemorrágica, leptospirose não especificada, malária não especificada, malária por *Plasmodium falciparum*, malária por *Plasmodium malariae*, malária por *Plasmodium vivax*, outras doenças infecciosas e parasitárias, outras doenças infecciosas intestinais, outras formas

internações e de óbitos, respectivamente, ocorridos na localidade de estudo em dado período de tempo. É oportuno ressaltar que os valores desses indicadores são afetados com a ausência e/ou prestação precária dos serviços de saneamento básico.

Por ser a relação de parâmetros físicos, químicos e biológicos que indica a qualidade dos corpos hídricos do município, o “índice de qualidade das águas” é proposto como indicador ambiental. Esse indicador é diretamente relacionado com o de “volume tratado de esgoto sanitário por volume coletado”, pois à medida que se melhora a infraestrutura de esgotamento sanitário se diminui o lançamento de esgoto bruto nos corpos d’água do município, impactando no enquadramento qualitativo e nos usos previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). Leoneti, Prado e Oliveira (2011) ressaltam a melhoria da qualidade das águas e dos índices de saúde pública com investimentos em coleta e tratamento de esgoto sanitário.

Também foi proposto o indicador “áreas com ocupação irregular por área urbana total” na categoria de indicadores ambientais, por possibilitar o conhecimento da ocorrência de áreas ocupadas de maneira irregular no espaço urbano do município. De acordo com Pessoa (2013), em razão de o mercado imobiliário não ter interesse por áreas de encostas íngremes, topos de morros, beiras de cursos e corpos d’água, áreas alagadiças, entre outras, as áreas de ocupação irregular apresentam grande fragilidade ambiental, oferecendo riscos à população como deslizamentos de encostas, alagamentos, enchentes e inundações, o que, naturalmente, desestrutura e/ou dificulta a prestação dos serviços de saneamento básico.

Finalmente, na categoria socioeconômica são propostos os indicadores “Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)” e “Produto Interno Bruto”. O primeiro consiste em “medida resumida do progresso a longo prazo em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde” (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2012). Por sua vez, o segundo é caracterizado pelo total de valores contabilizados a partir dos bens e serviços produzidos por regiões (cidade, estado ou país) em certo período. Adami (2018) ressalta que o “Produto Interno Bruto” é bastante difundido e utilizado nas análises socioeconômicas com o fim de mensurar o nível de desenvolvimento da economia em determinadas localidades.

Além disso, tendo em vista que o incremento nos indicadores de atendimento com saneamento básico impactará positivamente os indicadores de acesso à educação, de valorização imobiliária, de turismo, de geração de empregos e de internações hospitalares (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2017), espera-se que isso reflita diretamente no somatório das riquezas produzidas na localidade e, por

de leptospirose, outras formas de malária conforme exames parasitológicos, poliomielite aguda, restante de outras febres por arbovírus e febres hemorrágicas por vírus e sequelas de poliomielite.

consequente, no Produto Interno Bruto municipal.

Assim, os indicadores nas quatro categorias representam as condições de vida e as riquezas produzidas na localidade, portanto, os valores do setor de saneamento básico podem ser relacionados com os impactos positivos nos indicadores de acesso à educação, de valorização imobiliária, de turismo, de geração de empregos e de internações hospitalares. Para isso, no presente trabalho, foram propostos 12 indicadores de saneamento básico, conforme apontados no Quadro 5:

Categorias	Indicadores Propostos	Fórmulas de Cálculo
Abastecimento de Água	Domicílios atendidos com rede pública de abastecimento de água potável por total de domicílios da área urbana (%)	$\frac{\text{Domicílios atendidos com rede pública}}{\text{Domicílios totais na área urbana}} \times 100\%$
	Volume de água tratado por volume produzido	$\frac{\text{Volume de água tratada em Estações de Tratamento de Água}}{\text{Volume de água produzido}}$
	Sustentabilidade econômica do prestador de serviços de abastecimento de água	$\frac{\text{Despesas de Exploração}}{\text{Receita operacional}}$
Esgotamento Sanitário	Domicílios atendidos com rede coletora de esgoto sanitário por total de domicílios da área urbana (%)	$\frac{\text{Domicílios atendidos com rede pública}}{\text{Domicílios totais na área urbana}} \times 100\%$
	Volume tratado de esgoto sanitário por volume coletado	$\frac{\text{Volume de esgotos tratado}}{\text{Volume de esgotos coletado}}$
	Sustentabilidade econômica do prestador de serviços de esgotamento sanitário	$\frac{\text{Despesas de Exploração}}{\text{Receita operacional}}$

Categorias	Indicadores Propostos	Fórmulas de Cálculo
Manejo de Resíduos Sólidos	Domicílios atendidos com coleta de resíduos sólidos urbanos por total de domicílios da área urbana (%)	$\frac{\text{Domicílios atendidos com coleta regular}}{\text{Domicílios totais na área urbana}} \times 100\%$
	Volume reciclado por volume coletado de resíduos sólidos urbanos	$\frac{\text{Volume de resíduos sólidos seletivados}}{\text{Volume total de resíduos coletados}}$
	Sustentabilidade econômica da prefeitura no manejo de resíduos sólidos urbanos	$\frac{\text{Despesa dos agentes públicos e privados executores de serviços de manejo de RSU}}{\text{Receitas arrecadadas com taxas e tarifas referentes à gestão e ao manejo de RSU}}$
Drenagem Urbana	Domicílios atendidos com microdrenagem de águas pluviais urbanas (%)	$\frac{\text{Domicílios atendidos com rede de microdrenagem}}{\text{Domicílios totais na área urbana}} \times 100\%$
	Extensão de ruas com microdrenagem por extensão total de ruas da área urbana	$\frac{\text{Extensão de ruas contempladas com dispositivos de microdrenagem}}{\text{Extensão total de ruas na área urbana}}$
	Sustentabilidade econômica da prefeitura no manejo de águas pluviais urbanas	$\frac{\text{Despesa dos agentes públicos e privados executores de serviços de drenagem urbana}}{\text{Receitas arrecadadas com taxas e tarifas referentes à drenagem urbana}}$

Quadro 5 – Indicadores de saneamento básico propostos para o diagnóstico da situação nos PMSB.

Fonte: Autores, 2018.

Ressalva-se que foram propostos indicadores de atendimento por domicílio, de desempenho técnico da prestação dos serviços e de sustentabilidade econômica,

totalizando doze indicadores, sendo três por componente do saneamento básico.

A proposta dos indicadores de domicílios, atendidos por *abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana*, é fundamentada no rápido entendimento da situação, bem como no relacionamento direto dos indicadores de saneamento com os das categorias estabelecidas no Decreto nº 7.217/2010, para, naturalmente, agilizar e tornar mais confiável a tomada de decisão das ações que devem ser realizadas para melhorar a qualidade de vida da população. Além disso, é uma alternativa para análise integrada e com o mesmo referencial (domicílios) utilizado em sistemas governamentais, como os dados oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

O segundo indicador de abastecimento de água possibilita o conhecimento do volume total de água distribuído pelo (s) prestador (es) de serviços em atendimento aos parâmetros de potabilidade da Portaria n.º 05/2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

Por sua vez, o indicador de esgotamento sanitário permite verificar o volume de esgoto coletado que recebe tratamento, sendo essa informação importante para, em caso de valores inadequados, recomendar ações para o atendimento das Resoluções n.º 357/2005 e n.º 430/2011 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que dispõem sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento e as condições e os padrões de lançamento de efluentes, respectivamente (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2005, 2011).

O indicador de desempenho do setor de resíduos sólidos relaciona o volume coletado de resíduos passíveis de reciclagem (papel e papelão, plástico, metal e vidro) com o volume total coletado de resíduos sólidos urbanos no município ao longo do ano de referência adotado. A proposta desse indicador é baseada no conceito de “destinação final ambientalmente adequada” estabelecido na Política Nacional de Resíduos Sólidos, que aponta a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético como alternativas tecnológicas ambientalmente adequadas para a destinação final dos resíduos sólidos urbanos coletados (BRASIL, 2010b).

Por fim, o indicador de desempenho do componente drenagem urbana permite o conhecimento do percentual de vias urbanas contempladas com os dispositivos de microdrenagem, como sarjetas, bocas-de-lobo, poços de visita e galerias de águas pluviais, com a extensão total de vias urbanas presentes no município.

Os indicadores de sustentabilidade econômica dos prestadores dos serviços de saneamento básico relacionam as despesas realizadas na exploração dos serviços – compreendendo despesas com pessoal, produtos químicos, energia elétrica, serviços de terceiros, água importada, esgoto exportado, despesas fiscais ou tributárias computadas, além de outras despesas (BRASIL. Ministério das Cidades,

2014) – e as receitas operacionais oriundas da prestação dos serviços; seja por meio de cobrança direta pelo oferecimento dos serviços ou por taxas contempladas em impostos municipais, como o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). A proposição desses indicadores se baseia no princípio fundamental da eficiência e sustentabilidade econômica na prestação dos serviços de saneamento básico, instituído pela Política Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2007) e reiterado pelo Decreto n.º 7.217/2010 (BRASIL, 2010a).

A proposição desses indicadores não pretende limitar o conjunto de indicadores de saneamento básico do PMSB de Belém, já que cada município tem as suas peculiaridades e pode exigir demandas específicas para cada realidade local. Entretanto, serve como conjunto básico de indicadores, com o objetivando de ampliar a aplicabilidade e a eficiência da etapa de diagnóstico da situação atual dos componentes do saneamento básico no contexto de cada município.

Assim, ao se ratificar que o planejamento precisa ser fundamentado no conhecimento preciso e atualizado da situação, a proposta do presente artigo é uma alternativa para padronizar e comparar as informações de saneamento básico de diferentes áreas do município, tendo como finalidade principal tornar o diagnóstico a linha de base (referência) para o desenvolvimento e tomada de decisão nas etapas seguintes do Plano Municipal de Saneamento Básico. Vale ainda acentuar que, além de fundamentar a realização das atividades técnicas, o diagnóstico adequado facilita a participação e o controle da sociedade, logo, pode ser aplicado em PMSB de municípios brasileiros que objetivem atender ao estabelecido no Decreto n.º 7.217/2010.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora as informações da etapa de diagnóstico do PMSB de Belém tenham sido obtidas em bases de dados do governo federal, os 34 indicadores (18 gerais e 16 específicos) não representam adequadamente a realidade do município. Essa constatação decorre da pequena relação com o setor de saneamento básico, o que, naturalmente, acaba prejudicando as demais etapas constituintes do escopo do PMSB.

Na avaliação qualitativa, foi detectado que os indicadores de saúde correspondem a 60% do total, porém o caráter geral dificulta a correlação desses indicadores com os resultados observados no setor de saneamento básico. No grupo epidemiológico, 20 dos 21 grupos de causas do indicador “distribuição percentual das internações” e seis dos sete grupos de causas do indicador “mortalidade proporcional” não são relacionados à ausência e/ou má prestação dos serviços de saneamento básico. A mesma situação foi observada em três dos cinco indicadores

do grupo socioeconômico.

Além disso, no PMSB de Belém, não constam indicadores do grupo ambiental, bem como os indicadores de saneamento básico não são suficientes para o conhecimento da situação dos quatro componentes do setor nas áreas do município de Belém. Portanto, os indicadores utilizados na etapa de diagnóstico não retratam, de forma fidedigna, a atual situação do saneamento básico no município de Belém, ou seja, não atendem ao objetivo estabelecido no Decreto n.º 7.217/2010.

Com isso, no presente trabalho, foram propostos indicadores básicos para subsidiar a elaboração da etapa de diagnóstico dos PMSB, no caso, oito indicadores gerais e 12 indicadores de saneamento básico, especialmente pela importância da etapa de diagnóstico para a definição de projetos e programas e os estudos dos investimentos necessários para a universalização dos serviços.

Para tanto, é importante que os indicadores propostos sejam especializados de acordo com as subdivisões territoriais do município, como os distritos ou os bairros, ou por sistemas de saneamento básico, o que irá possibilitar uma análise mais detalhada, bem como a hierarquização das intervenções programadas para o setor.

O conjunto proposto de indicadores objetiva facilitar a identificação da situação atual de cada componente do saneamento básico no município, o que permitirá o estabelecimento de metas progressivas mais realistas para a realização de programas, projetos e obras dos quatro componentes do saneamento básico.

Finalmente, a utilização de indicadores adequados na etapa de diagnóstico da situação é essencial para a qualidade do monitoramento e a fiscalização do cumprimento das ações estabelecidas no Plano Municipal de Saneamento Básico, a fim de propiciar a universalização do atendimento da população com os serviços de saneamento básico, conforme previsto na Política Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2007), além de garantir aos cidadãos o direito constitucional do meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida de todos (BRASIL, 1988).

REFERÊNCIAS

ADAMI, A. **Produto Interno Bruto**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/economia/produto-interno-bruto/>>. Acesso em: 09 jun. 2018.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Portal da Qualidade das Águas**. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

BELÉM. Prefeitura Municipal. **Plano municipal de saneamento básico de abastecimento de água e esgotamento sanitário de Belém – Pará**: concepção técnica e proposições. Belém: COSANPA, 2014, v. 1.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. **Epidemiologia e serviços de**

saúde, v. 16, n. 2, p. 113-118, 2007.

BRASIL (1997). **Lei n.º 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>>. Acesso em: 09 jun. 2018.

BRASIL (2007). **Lei n.º 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 24 fev. 2017.

BRASIL (2010a). **Decreto n.º 7.217, de 21 de junho de 2010**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/D7217.htm>. Acesso em: 24 fev. 2017.

BRASIL (2010b). **Lei n.º 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 09 jun. 2018.

BRASIL (2017). Ministério da Saúde. **Portaria de consolidação n.º 05, de 03 de outubro de 2017**. Disponível em: <ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpsessp/bibliote/informe_eletronico/2017/iels.out.17/iels194/U_PRC-MS-GM-5_280917.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Glossário de informações de água e esgoto do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Brasília: Ministério das Cidades, 2014.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Planos de saneamento básico: estudos para elaboração do diagnóstico**. Brasília, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n.º 430, de 13 de maio de 2011**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 16 jun. 2018.

CHIEFFI, P. P.; AMATO NETO, V. Vermes, verminoses e a Saúde Pública. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 1, p. 41-43, 2003.

DAMÁSIO, B.; MAH, L. **Centro de estudos sobre África, Ásia e América Latina – Índice de Desenvolvimento Humano (2011)**. Disponível em: <<https://pascal.iseg.utl.pt/~cesa/index.php/dicionario-da-cooperacao/Glossary-1/%C3%8D/%C3%8Dndice-de-Desenvolvimento-Humano-%28IDH%29-261/>>. Acesso em 16 jun. 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2016. 200p.

GROSTEIN, M. D. Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos "insustentáveis". **São Paulo em perspectiva**, v. 15, n. 1, p. 13-19, 2001.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Saneamento básico**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrj.br>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades Brasileiras**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/panorama>>. Acesso em: 13 fev. 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento brasileiro**. São Paulo: Ex Ante Consultoria Econômica, 2017.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011.

LISBOA, S. S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R. B. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 18, n. 4, p. 341-348, 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Desenvolvimento Humano e IDH, 2012**. Disponível em: <<http://www.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0.html>>. Acesso em: 03 dez. 2016.

PESSOA, M. L. A ocupação irregular em Áreas de Preservação Permanente, em Porto Alegre. **Carta de Conjuntura**, v. 22, n. 5, 2013.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. Juiz de Fora/MG: UFJF, 2010.

ÍNDICE REMISSIVO

A

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

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

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

B

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

Biofiltro 110, 111, 112, 113

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

C

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

D

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

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

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

E

Eficiência energética 13, 14, 22, 225

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

Efluente têxtil 205, 209, 211, 212

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

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

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

F

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

Flotação 177, 178, 179, 180, 183, 184

I

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

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

L

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

M

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

N

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

P

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

Q

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

R

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

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

S

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

T

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

U

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

 **Atena**
Editora

2 0 2 0