



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 4

Atena
Editora

Ano 2020



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 4

Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

Conselho Técnico Científico

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

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

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

D371 Demandas essenciais para o avanço da engenharia sanitária e ambiental 4 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-85-7247-952-3
 DOI 10.22533/at.ed.523202101

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

CDD 628.362

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 29 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia sanitária e ambiental, tendo como base suas demandas essenciais interfaces ao avanço do conhecimento.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ALGORITMO DE BUSCA EXAUSTIVA PARALELA EM PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
Artemisa Fontinele Frota Luís Henrique Magalhães Costa Rafael Pereira Maciel Marco Aurélio Holanda De Castro	
DOI 10.22533/at.ed.5232021011	
CAPÍTULO 2	25
POÇO ARTESIANO; AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA QUE ABASTECE A ZONA RURAL NO MUNICÍPIO DE CALÇADO-PE	
Angela Maria Coêlho de Andrade Caio Cesário de Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.5232021012	
CAPÍTULO 3	38
AVALIAÇÃO DE DIGESTOR ANAERÓBIO PARA OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL E VIABILIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS NA GERAÇÃO DE ENERGIA	
Felipe R. A. dos Santos Clément Van Vlierberghe Guilherme F. Campos	
DOI 10.22533/at.ed.5232021013	
CAPÍTULO 4	52
AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA, SUINOCULTURA E LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO (<i>Zea mays</i> L.)	
Rhégia Brandão da Silva Leonardo Duarte Batista da Silva Alexandre Lioi Nascentes Antonio Carlos Faria de Melo Dinara Grasiela Alves Everaldo Zonta João Paulo Francisco Marcos Filgueiras Jorge	
DOI 10.22533/at.ed.5232021014	
CAPÍTULO 5	76
DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB APLICADA À HIDRÁULICA DE CANAIS	
Lenise Farias Martins Rafael Pereira Maciel Luis Henrique Magalhães Costa	
DOI 10.22533/at.ed.5232021015	

CAPÍTULO 6 86

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

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

DOI 10.22533/at.ed.5232021016

CAPÍTULO 7 98

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

Marcos Henrique Vieira de Mendonça
Hudson Tiago dos S. Pedroso

DOI 10.22533/at.ed.5232021017

CAPÍTULO 8 111

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

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

DOI 10.22533/at.ed.5232021018

CAPÍTULO 9 122

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

José Roberto Rasi
Roberto Bernardo
Cristiane Hengler Corrêa Bernardo

DOI 10.22533/at.ed.5232021019

CAPÍTULO 10 136

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

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

DOI 10.22533/at.ed.52320210110

CAPÍTULO 11 145

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

Flávia Oliveira Della Santina
Rodolfo Gustavo Ferreras

DOI 10.22533/at.ed.52320210111

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

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

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

CAPÍTULO 24 318

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

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

DOI 10.22533/at.ed.52320210124

CAPÍTULO 25 327

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

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

DOI 10.22533/at.ed.52320210125

CAPÍTULO 26 338

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

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

DOI 10.22533/at.ed.52320210126

CAPÍTULO 27 349

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

Sebastiana Flávia Lima dos Santos
Gustavo Lima Magalhães Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.52320210127

CAPÍTULO 28 360

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

Jaqueline Ineu Golombieski
Débora Seben
Joseânia Salbego
Elisia Gomes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.52320210128

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

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

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

DOI 10.22533/at.ed.52320210129

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

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

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

Data de aceite: 09/01/2020

Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE),
Engenharia Elétrica

Companhia Pernambucana de Saneamento
(Compesa)
Recife - PE

Tiago Pontual Waked

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE),
Engenharia Mecânica

Companhia Pernambucana de Saneamento
(Compesa)
Recife - PE

Bruno Roberto Gouveia Carneiro da Cunha

Universidade de Pernambuco (UPE), Engenharia
Mecânica

Companhia Pernambucana de Saneamento
(Compesa)
Recife - PE

RESUMO: Este trabalho analisa uma empresa estadual de saneamento básico no estado de Pernambuco, comparando-a com os fatores que se considera como pilares para adequada manutenção eletromecânica, de forma a compreender o que se pode melhorar para atingir um nível de excelência. Por fim, busca extrair informação dos mantenedores para identificar os entraves, o grau de compreensão sobre a

gestão da manutenção e do *status quo*. Verificou-se, então, que os itens que mais próximos da empresa de referência são: engajamento e motivação (82%), estrutura organizacional definida para o setor de manutenção (78,3%), Sistema de monitoramento das condições – Inspeção preventiva e preditiva (66,57%). Enquanto que os itens mais distantes são: Sistema de custeio da manutenção (40%), Suprimentos de matérias (45%).

PALAVRAS-CHAVE: Gestão da Manutenção; Manutenção Preventiva; Manutenção Evolutiva

DETERMINING FACTORS FOR EFFECTIVE ELECTROMECHANICAL MAINTENANCE MANAGEMENT IN A SANITATION COMPANY

ABSTRACT: This paper analyzes a state sanitation company in the state of Pernambuco, comparing it with the factors considered as pillars for proper electromechanical maintenance, in order to understand what can be improved to reach a level of excellence. Finally, it seeks to extract information from maintainers to identify barriers, the degree of understanding of maintenance management, and the status quo. It was found, then, that the closest items to the reference company were: engagement and motivation (82%), organizational structure defined for the maintenance sector (78.3%), Condition monitoring system - Preventive

Inspection and predictive (66.57%). While the most distant items are: Maintenance Costing System (40%), Material Supplies (45%).

KEYWORDS: Maintenance Management; Preventive maintenance; Evolutionary Maintenance

1 | INTRODUÇÃO

Os Serviços de Abastecimento de Água e Coleta de Esgoto (SAACE), em muitos países em desenvolvimento, apresentam-se bastante depreciados e muito distantes de atingir a universalização do atendimento (TUROLLA, 2002).

No Brasil, não é diferente, muitas das empresas que oferecem esses serviços têm mais de 40 anos de existência, as quais possuem sistemas produtivos depreciados o que torna muito mais difícil sua manutenção.

Quando se fala em manutenção em um SAACE, deve-se levar em conta os diversos aspectos técnicos e produtivos, nos quais esse serviço é essencial para a continuidade do atendimento.

É importante destacar que eles, normalmente, possuem em seus sistemas produtivos dispositivos eletromecânicos para garantir a operação e produção de água, tais quais motores, bombas e quadros de comando para os acionamentos.

Ao se comparar uma empresa que oferece os SAACE em abrangência regional, denominada neste trabalho de Empresa de Saneamento Básico Estadual (ESBE), com uma empresa industrial convencional, deve-se levar em conta os diversos aspectos que a diferencia, como os entraves inerentes à empresa pública (dificuldade em se substituir funcionários, aspectos licitatórios para adquirir serviços e materiais) e o deslocamento (custo/tempo) por ela ter a sua produção distribuída ao longo do estado.

Viana (2013), fez uma revisão na literatura sobre os fatores determinantes para uma boa gestão da manutenção, e chegou a conclusão dos seguintes itens:

- Sistemas computadorizados de administração da manutenção;
- Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM);
- Sistema de custeio da manutenção;
- Estrutura organizacional definida para o setor da manutenção;
- Sistema de segurança no trabalho e saúde ocupacional;
- Engenharia da manutenção;
- Melhoria Contínua;
- Sistema de monitoramento das condições – Inspeção preventiva e preditiva;
- Capacitação das pessoas da manutenção;
- Suprimentos de matérias;
- Integração da manutenção e operação;
- Engajamento e motivação.

Este trabalho analisa uma ESBE no estado de Pernambuco, comparando-a com esses fatores, de forma a compreender o que se pode melhorar para atingir um nível de excelência. Por fim, busca extrair informação dos mantenedores para identificar os entraves, o grau de compreensão sobre a gestão da manutenção e do *status quo*.

2 | METODOLOGIA

O modelo utilizado para a obtenção do melhor entendimento para o tema se constituiu numa pesquisa descritiva, onde os dados são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados.

A metodologia para elaboração baseia-se em revisão da literatura para obter o benchmark sobre o tema, seguido de caracterização da instituição e do setor de manutenção eletromecânica de equipamentos de saneamento, com o intuito de comparar o nível de maturidade da gestão da manutenção.

Por fim, foi repassado aos líderes dos setores os 12 fatores determinantes da manutenção, solicitando que eles estabelecessem um ranking do mais importante para o menos importante, e depois o grau de distância da situação na empresa para o que eles acreditam ser a referência.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após questionário aos líderes da manutenção (08 no total), que envolveu técnicos, engenheiros e coordenadores envolvidos com a manutenção, no que foi inquirido sobre o quão próximo cada um dos itens estão do benchmark para uma indústria, verifica-se, pela Tabela 01, que todos os itens foram atendidos parcialmente, com o percentual de proximidade adequado, pelos motivos apresentados a seguir.

Destaque-se que os itens que estão mais próximos da empresa de referência são: engajamento e motivação (82%), estrutura organizacional definida para o setor de manutenção (78,3%), Sistema de monitoramento das condições – Inspeção preventiva e preditiva (66,57%);

Entre os fatores mais distantes estão o Sistema de custeio da manutenção (40%), o que dificulta o processo de engenharia de manutenção, em identificar o ponto ótimo para adquirir equipamentos novos, ou de definir a melhor estratégia de manutenção.

Outro fator é o Suprimentos de matérias (45%), resultado esperado devido aos entraves que existe na empresa pública para o processo de aquisição de materiais para realizar a manutenção. Caso esse problema não seja acompanhado, pode provocar o sucateamento dos sistemas, bem como ociosidade das equipes.

ITEM	DESCRIÇÃO	MÉDIA(%)
01	Sistemas computadorizados de administração da manutenção;	53,33
02	Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM);	53,33
03	Sistema de custeio da manutenção;	40,00
04	Estrutura organizacional definida para o setor da manutenção;	78,33
05	Sistema de segurança no trabalho e saúde ocupacional;	45,83
06	Engenharia da manutenção;	50,00
07	Melhoria Contínua;	60,83
08	Sistema de monitoramento das condições – Inspeção preventiva e preditiva;	66,67
09	Capacitação das pessoas da manutenção;	65,00
10	Suprimentos de matérias;	45,00
11	Integração da manutenção e operação;	55,00
12	Engajamento e motivação.	82,50

Tabela 01 – Resultado do questionário sobre proximidade da manutenção prática em relação ao *benchmark*

Fonte: elaborado pelo autor;

Confrontando-se os resultados dos questionários com a análise qualitativa, advém os seguintes resultados:

3.1 Sistemas computadorizados de administração da manutenção

Em pesquisa realizada por Reis et al. (2013), 70% das empresas de grande porte da Região Metropolitana do Recife utilizam um software para a gestão da manutenção. No caso da ESBE, também é utilizado, neste caso do tipo Enterprise Resource Planning (ERP), que integra os diversos setores da empresa.

Destaque-se, porém, que esse tipo de sistema tem apresentado dificuldades para o mantenedor desde a gestão de ativos, bem como a de custos, e, por não ser exclusivo da manutenção, tem-se verificado problemas de relacionamento com os módulos de logística e suprimentos, bem como o contábil, que tem um tempo de resposta considerável para correções de problemas.

Desse modo, o resultado apresentado de 53,33% representa que, apesar de muito se ter avançado em relação ao tema, ainda há um considerável percurso, em especial no tocante a análise de informação, como relatórios e sistemas de custeio.

3.2 Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção

Segundo Branco Filho (2008), o PCM consolida o ciclo de gerenciamento de manutenção pela implementação de diversas atividades, das quais destaca-se:

a) definir e manter indicadores de desempenho, fazer atualização dos planos de manutenção, fiscalização sistemática e não-sistemática dos planos de manutenções, organização do almoxarifado e dos sobressalentes, análises dos serviços planejados, programações e backlogs, histórico técnico estruturados dos equipamentos, máquinas e instalações.

No caso da empresa, há um núcleo de PCM que centraliza o controle das Ordens de Serviço corretivas, e PCMs independentes que fazem os planos de manutenção preventivas, preditivas e evolutivas (visto existirem sistemas ultrapassados). Já são utilizados alguns indicadores que representam a realidade da manutenção. Estes estão num processo de melhoria. Por fim, tem-se dificuldade em obter histórico técnico estruturado de forma automática, sendo ainda necessária demandar um tempo de pesquisa e análise para construí-lo.

A pesquisa apontou que na visão dos mantenedores, apesar de existe um PCM, ainda é possível avançar, visto o resultado de 53,33%. Em especial, identifica-se oportunidades de melhorias em geração e acompanhamento de indicadores, em unificação de PCMs, bem como acompanhamento de histórico de problemas para evolução do *status quo*.

3.3 Sistema de custeio da manutenção

De igual modo, devido à necessidade de ajuste entre o setor de suprimentos e contábil, não é automática a obtenção de custos por equipamento e unidade, ou mesmo tipo de manutenção, mas já há a visão da parte gerencial da necessidade, bem como um processo avançado de construção de relatório para obtenção deste resultado.

Tudo isso se reflete na percepção dos mantenedores, verificada no questionário, de 40% de proximidade da situação ideal.

3.4 Estrutura organizacional definida para o setor da manutenção

A empresa possui estrutura organizacional bem definida, conforme Figura 1, há uma gerência de manutenção metropolitana (GMM), à qual estão interligadas seis coordenações: Coordenação de Manutenção Elétrica (CME), Coordenação de Eficiência Energética (CEN), Coordenação de Poços do Interior (CPI), Coordenação de Poços Metropolitana (CPM), e a coordenação administrativa e financeira (CAF) e dois núcleos de staff, planejamento e controle da manutenção (PCM), núcleo de desenvolvimento e normatização da manutenção (NDM).

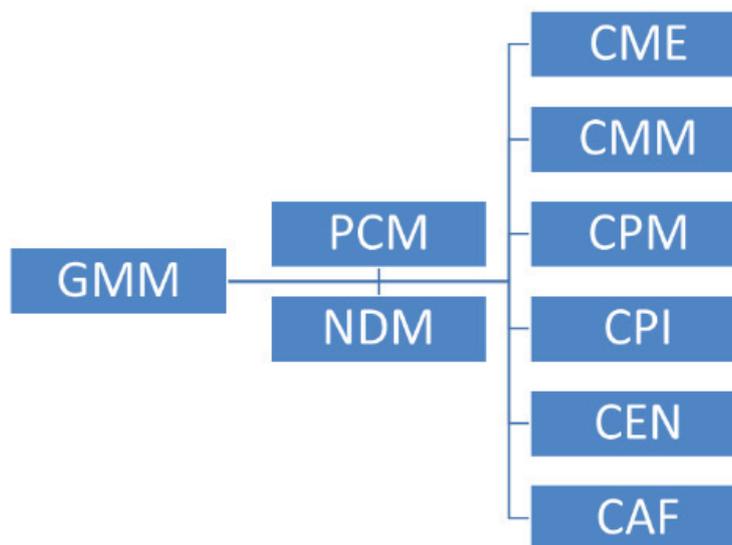


Figura 01 - Organograma do setor de manutenção

3.5 Sistema de segurança no trabalho e saúde ocupacional

No tocante à Segurança do Trabalho e saúde ocupacional, são efetuados exames periódicos dos funcionários, sempre há campanhas de vacinação e prevenção. Existe técnico dedicado exclusivamente ao assunto. Existe a formação da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA).

Há ainda alguns problemas de suprimentos, o qual atrasa o fornecimento de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Coletivo (EPC). No entanto, tem havido um avanço, com maior celeridade no processo licitatório para um atendimento mais preciso. No entanto, para os mantenedores é ainda grande a oportunidade de melhoria referente ao tema.

3.6 Engenharia da Manutenção

O processo de engenharia de manutenção ocorre de forma descentralizada nas coordenações. Já há acompanhamento dos equipamentos nas unidades, bem como a atividade de manutenções preventivas para melhorar a confiabilidade dos equipamentos. No entanto, toda análise consiste em análises predominantemente qualitativas.

3.7 Melhoria Contínua

Na empresa de saneamento, ocorre o processo de melhoria contínua não necessariamente por estar num processo avançado de manutenção, como afirma Wireman (1998), mas devido à própria necessidade de se atualizar padrões ultrapassados, ou modificações de paradigmas de manutenção, que, inevitavelmente, provocam paradas inesperadas.

3.8 Sistema de monitoramento das condições – Inspeção preventiva e preditiva

De igual forma, o processo de manutenção preditiva e preventiva evoluiu consideravelmente nos anos recentes, de forma que todas as coordenações utilizam esse recurso com o uso de calendários, roteiros e sistema informatizado. Para isso, têm-se instrumentos adequados, tais quais câmaras termográficas, analisador de vibração.

3.9 Capacitação das pessoas da manutenção

É possível identificar a participação dos mantenedores e líderes em treinamentos e palestras. Apesar de os treinamentos gerenciais serem rotineiros, as capacitações da parte técnica normalmente são oriundas da identificação da necessidade de padronizar atividades ou processos, ou por oportunidades oferecidas por fornecedores. Raramente, ocorre de forma sistemática.

3.10 Suprimentos de matérias

Provavelmente, o maior problema para a ESBE é o suprimento de materiais. Por se tratar de empresa pública, é necessário atender à lei 8.666/93 e, mais recentemente, à Lei 11.638/2007. Por isso, muitas vezes, a demanda por estoque deve ser planejada em 06 meses antes de ocorrer, caso contrário o material deve ser comprado de forma emergencial, que também traz uma limitação de um quantum financeiro por grupo de material.

É fato que tem havido uma grande evolução nesse processo, com a utilização de Ata de Registro de Preço (ARP), obtenção de histórico de materiais que foram consumidos pela GMM no sistema informatizado, mas está ainda aquém do ideal. Fato esse comprovado pela pesquisa com 45%.

3.11 Integração da manutenção e operação

Para a manutenção em uma ESBE é essencial a integração entre operação e manutenção, visto que muitos problemas eletromecânicos são oriundos da má operação, bem como, o inverso, a operação depende, muitas das vezes, da manutenção para realizar seu serviço. Esse processo tem evoluído consideravelmente com reuniões para dirimir conflitos, treinamentos em sala e in loco, reunião com gerentes. No entanto, segundo a visão dos mantenedores, ainda está distante do ideal, 50%.

3.12 Engajamento e motivação

Outra grande dificuldade para a empresa pública é deixar os funcionários

engajados e motivados. Primeiro, pela dificuldade em realizar contratações, depois, de premiar os mais dedicados. Por fim, os próprios entraves inerentes da empresa, na aquisição de material, e de realização de melhorias para o sistema informatizado.

Apesar disso, a pesquisa aponta que os funcionários se encontram motivados e engajados segundo os líderes. A justificativa para tal situação

4 | CONCLUSÃO

Este estudo dedicou-se a analisar, de forma qualitativa, uma empresa de saneamento de abrangência regional no estado de Pernambuco, para verificar se os fatores necessários para uma boa gestão da manutenção são atendidos por ela.

Para isso, utilizou-se a pesquisa realizada por Viana (2013), na qual o autor identifica na literatura, doze fatores que contribuem para a excelência na gestão da manutenção. Ao compará-lo com o status quo da empresa, verificou-se que todos os itens são atendidos de forma parcial.

O principal entrave para atendê-los totalmente são identificados nas características de empresa de economia mista, como dificuldade de aquisição de materiais e equipamentos, em substituir funcionários desmotivados, demora do processo licitatório, impossibilidade de incentivos financeiros, falta de recursos humanos e materiais.

Desse modo, verificou-se ainda há fatores que estão muito aquém do ideal, como Sistema de custeio da manutenção (40%), o que dificulta aos tomadores de decisão na melhor forma de atender, ou de substituição por equipamentos novos, Suprimentos de matérias (45%), representado pelas dificuldades que a empresa pública tem de adquirir materiais adequados para execução do serviço.

Por outro lado, há fatores que estão bastante avançados, tais quais engajamento e motivação (82%), estrutura organizacional definida para o setor de manutenção (78,3%), Sistema de monitoramento das condições – Inspeção preventiva e preditiva (66,57%);

Esses resultados podem ser utilizados como instrumentos para o direcionamento dos esforços e recursos para a evolução da manutenção eletromecânica na empresa.

REFERÊNCIAS

BRANCO FILJO, F. G. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro, Ciência Moderna, 2008.

REIS, Ana Carla Bittencourt; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas; ALMEIDA, Adiel Teixeira. Diagnóstico da gestão da manutenção em indústrias de médio e grande porte da região metropolitana de Recife. **Produção**, vol.23, no.2, p.226-240, ISSN 0103-6513, Jun 2013.

TUROLLA, F. A. **Política de saneamento: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas**. Brasília. Ipea, 2002.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Fatores de Sucesso para Gestão da Manutenção de Ativos: um modelo para elaboração de um plano diretor de manutenção**. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRG. Porto Alegre – RS, 2013.

WIREMAN. T. **Development Performance Indicator for Managing Maintenance**. New York: Industrial Press, 1998.

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