

As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Viviane Teleginski Mazur
(Organizadores)

As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Viviane Teleginski Mazur
(Organizadores)

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: Lorena Prestes

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

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de 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

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

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
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
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
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
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 Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	<p>As engenharias e seu papel no desenvolvimento autossustentado 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta, Viviane Teleginski Mazur. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-145-9 DOI 10.22533/at.ed.459202906</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João. III. Mazur, Viviane Teleginski.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado Vol. 1 e 2 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 24 capítulos, com assuntos voltados a engenharia elétrica, materiais e mecânica e sua interação com o meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 27 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, da construção civil com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção de baixo com baixo impacto ambiental.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões sobre temas atuais nas engenharias, de maneira aplicada as novas tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

Viviane Teleginski Mazur

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O PLANETA URBANO: A PELE QUE HABITAMOS E A CIDADE DENTRO DA CIDADE – <i>SMART CITIES</i>	
Adriana Nunes de Alencar Souza	
DOI 10.22533/at.ed.4592029061	
CAPÍTULO 2	14
A BICICLETA COMO “NOVO” MODO DE MOBILIDADE EM LISBOA	
João Carlos Duarte Marrana	
Francisco Manuel Camarinhas Serdoura	
DOI 10.22533/at.ed.4592029062	
CAPÍTULO 3	29
REDE CICLOVIÁRIA DO MUNICÍPIO DE AVEIRO: O QUE É E O QUE PODERIA SER	
José Otávio Santos de Almeida Braga	
Vanessa dos Santos Passos	
DOI 10.22533/at.ed.4592029063	
CAPÍTULO 4	40
A INTERAÇÃO ENTRE AS CIDADES E O TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE ALTO DESEMPENHO À LUZ DE EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS	
Marne Lieggio Júnior	
Brunno Santos Gonçalves	
Sérgio Ronaldo Granemann	
DOI 10.22533/at.ed.4592029064	
CAPÍTULO 5	53
GESTÃO DE ENERGIA E POLUENTES EM TRANSPORTE URBANO DE PASSAGEIROS: UMA OTIMIZAÇÃO INTERMODAL SOB A ÓTICA DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	
Shadia Silveira Assaf Bortolazzo	
João Eugênio Cavallazzi	
Amir Matar Valente	
DOI 10.22533/at.ed.4592029065	
CAPÍTULO 6	68
DEL EDIFICIO AL ÁREA URBANA. ANÁLISIS MULTIESCALAR DE LA DEMANDA DE ENERGÍA RESIDENCIAL Y SU IMPACTO ECONÓMICO-AMBIENTAL	
Graciela Melisa Viegas	
Gustavo Alberto San Juan	
Carlos Alberto Discoli	
DOI 10.22533/at.ed.4592029066	
CAPÍTULO 7	85
UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS SEPARADORES DE ÁGUA E ÓLEO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Neemias Eloy Choté	
Luciana Carreiras Norte	
José Roberto Moreira Ribeiro Gonçalves	
Fabiano Battemarco da Silva Martins	
DOI 10.22533/at.ed.4592029067	

CAPÍTULO 8 98

MAPEAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL GERADOS PELOS CURSOS FIRJAN SENAI: O ESTUDO DE CASO DA UNIDADE RODRIGUES ALVES, RJ

Verônica Silva Neves

Fernanda Valinho Ignacio

Simone do Nascimento Dória

DOI 10.22533/at.ed.4592029068

CAPÍTULO 9 112

TECNOLOGIA AMBIENTAL PARA RECICLAGEM DE *DRYWALL*: APLICAÇÃO EM MATERIAIS DE ALVENARIA

Isabel Pereira Vidigal de Oliveira

Joyce Sholl Altschul

Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega

DOI 10.22533/at.ed.4592029069

CAPÍTULO 10 119

LOGÍSTICA REVERSA EM EMPRESAS DOS MUNICÍPIOS DE REDENÇÃO E XINGUARA

Daniela de Souza Morais

Ana Paula Tomasio dos Santos

Armando José de Sá Santos

Suanne Honorina Martins dos Santos

Jomar Nascimento Neves

DOI 10.22533/at.ed.45920290610

CAPÍTULO 11 130

PROBLEMAS AMBIENTALES DE LA TIERRA VACANTE FRENTE A LA EXPANSIÓN URBANA EN EL PARTIDO DE LA PLATA, BUENOS AIRES, ARGENTINA

Julieta Frediani

Daniela Cortizo

Jesica Esparza

DOI 10.22533/at.ed.45920290611

CAPÍTULO 12 147

A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E OS PARÂMETROS METEOROLÓGICOS NA CIDADE DE CUIABÁ-MT

Levi Pires de Andrade

Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

José de Souza Nogueira

Flávia Maria de Moura Santos

Carlo Ralph De Musis

Jonathan Willian Zangeski Novais

DOI 10.22533/at.ed.45920290612

CAPÍTULO 13 160

METODOLOGIA UTILIZADA PARA O MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO REFERENTE AO ABASTECIMENTO PÚBLICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE - RMBH NO ANO DE 2015

Jeane Dantas de Carvalho

Marília Carvalho de Melo

Luiza Pinheiro Rezende Ribas

Paula Pereira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.45920290613

CAPÍTULO 14	176
DETERMINAÇÃO DE VAZÕES ECOLÓGICAS DE UM RIO ATRAVÉS DE DIFERENTES METODOLOGIAS HIDROLÓGICAS, ESTUDO DE CASO: RIO GUALAXO DO SUL/MG	
Igor Campos da Silva Cavalcante	
Lígia Conceição Tavares	
Ian Rocha de Almeida	
João Diego Alvarez Nylander	
DOI 10.22533/at.ed.45920290614	
CAPÍTULO 15	186
ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DAS CINZAS DO BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR APLICADA COMO ADSORVENTE NO TRATAMENTO DE ÁGUA CONTAMINADA COM FUCSINA BÁSICA	
Milena Maria Antonio	
Mariza Campagnolli Chiaradia Nardi	
DOI 10.22533/at.ed.45920290615	
CAPÍTULO 16	199
TECNOLOGIA INOVADORA PARA TRATAMENTO DE ESGOTO: LODO ATIVADO POR AERAÇÃO ESTENDIDA	
Ana Carolina Carneiro Lento	
Fernando de Oliveira Varella Molina	
Karen Kiarelli Souza Knupp Lemos	
Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega	
DOI 10.22533/at.ed.45920290616	
CAPÍTULO 17	208
PARCELAS E OBJETOS TERRITORIAIS: UMA PROPOSTA PARA O SINTER	
Rovane Marcos de França	
Adolfo Lino de Araújo	
Flavio Boscatto	
Cesar Rogério Cabral	
Carolina Collischonn	
DOI 10.22533/at.ed.45920290617	
CAPÍTULO 18	221
TIJOLO SOLO CIMENTO: ANÁLISE DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	
Ândeson Marcos Nunes de Lima	
Karen Niccoli Ramirez	
DOI 10.22533/at.ed.45920290618	
CAPÍTULO 19	233
ESTABILIZAÇÃO DOS SOLOS COM CAL (UM ESTUDO DE CASO DIRIGIDO A UM SOLO ARENO-ARGILOSO NA FORMAÇÃO AQUIDAUANA)	
Marcelo Macedo Costa	
Jaime Ferreira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.45920290619	
CAPÍTULO 20	244
ESTUDO DA ADIÇÃO DO PAPEL RECICLADO NO CONCRETO PARA FABRICAÇÃO DE PEÇA DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO	
Camilla Gomes Arraiz	
Paulo Rafael Nunes e Silva Albuquerque	
Leticia Maria Brito Silva	

Mariana de Sousa Prazeres
Jayron Alves Ribeiro Junior
Moises de Araujo Santos Jacinto
Thainá Maria da Costa Oliveira
Bruna da Costa Silva
Marcos Henrique Costa Coelho Filho
Yara Lopes Machado
Eduardo Aurélio Barros Aguiar
DOI 10.22533/at.ed.45920290620

CAPÍTULO 21 255

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À ADERÊNCIA ENTRE OS MÉTODOS EXECUTIVOS DE REVESTIMENTO:
ÚMIDO SOBRE ÚMIDO E CONVENCIONAL COM ARGAMASSA ACIII

Rayra Assunção Barbosa Magalhães
Alberto Barbosa Maia
Antônio Sérgio Condurú Pinto
Israel Souza Carmona
Izanara Ferreira da Costa
Luiz Alberto Xavier Arraes
Luzilene Souza Silva
Marcelo De Souza Picanço
Marlos Henrique Pires Nogueira
Mike da Silva Pereira
Núbia Jane da Silva Batista
Pedro Henrique Rodrigues de Souza
DOI 10.22533/at.ed.45920290621

CAPÍTULO 22 266

ESTUDO DE PAVIMENTO DRENANTE COMO SISTEMA ALTERNATIVO DE DRENAGEM URBANA

Augusto César Igawa de Albuquerque
Marcelo Teixeira Damasceno Melo
Antonio Jorge Silva Araújo Junior
Carlos Eduardo Aguiar de Souza Costa
DOI 10.22533/at.ed.45920290622

CAPÍTULO 23 280

AValiação DO INCÔMODO SONORO DEVIDO A EXPOSIÇÃO AO RUÍDO AERONÁUTICO NO ENTORNO
DO AEROPORTO DE BRASÍLIA

Edson Benício de Carvalho Júnior
Wanderley Akira Shiguti
Alexandre Gomes de Barros
Armando de Mendonça Maroja
José Matsuo Shimoishi
Wesley Candido de Melo
Sérgio Luiz Garavelli
DOI 10.22533/at.ed.45920290623

CAPÍTULO 24 296

RECONSTRUÇÃO CADASTRAL DE PROPRIEDADES ATINGIDAS POR LINHAS DE TRANSMISSÃO DA
EMPRESA CGT ELETROSUL

Vivian da Silva Celestino Reginato
Cleice Edinara Hubner
Samuel Abati
DOI 10.22533/at.ed.45920290624

CAPÍTULO 25	308
ILUMINAÇÃO, CONFORTO E SEGURANÇA EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO	
Cristhian Elisiario Nagawo	
Elcione Maria Lobato de Moraes	
Thaiza de Souza Dias	
Sonia da Silva Teixeira	
Athena Artemisia Oliveira de Araújo Vieira	
Ana Caroline Borges Santos	
DOI 10.22533/at.ed.45920290625	
CAPÍTULO 26	320
RELATO DE EXPERIÊNCIA: UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÃO REALÍSTICA E INTERDISCIPLINARIDADE NO CURSO TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO NA CIDADE DE LORENA	
Bruno Leandro Cortez de Souza	
Ana Cecília Cardoso Firmo	
DOI 10.22533/at.ed.45920290626	
CAPÍTULO 27	326
SOS GAMES: JOGO EDUCACIONAL NA ÁREA DE SAÚDE EM SCRATCH	
Guilherme Henrique Vieira de Oliveira	
Bruno Vilhena de Andrade Velasco	
Luciane Carvalho Jasmin de Deus	
DOI 10.22533/at.ed.45920290627	
SOBRE OS ORGANIZADORES	332
ÍNDICE REMISSIVO	333

METODOLOGIA UTILIZADA PARA O MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO REFERENTE AO ABASTECIMENTO PÚBLICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE - RMBH NO ANO DE 2015

Data de aceite: 23/06/2020

Jeane Dantas de Carvalho

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Igam
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7376821846760434>

Marília Carvalho de Melo

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Igam
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/0957587548508629>

Luiza Pinheiro Rezende Ribas

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Igam
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7332773919465622>

Paula Pereira de Souza

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Igam
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7160368033554885>

RESUMO: A água, elemento natural essencial ao ser humano e aos demais seres vivos, é um tema de muita atenção nos últimos anos. Os problemas enfrentados em relação aos recursos hídricos podem ser tanto de natureza quantitativa como qualitativa. Observou-se que um período de escassez hídrica foi intensificado em algumas regiões brasileiras nos últimos anos. Na

região Sudeste, por exemplo, verificou-se a ocorrência de escassez hídrica devido à sequência de períodos chuvosos abaixo da média desde o ano de 2012 que, agregada à alta demanda, provocou redução do volume dos reservatórios do Sistema Paraopeba, composto pelos reservatórios de Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores. A bacia hidrográfica do rio Paraopeba é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 53% da população da Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH (CBH - PARAOPEBA, 2011). O cenário de escassez exigiu a proposição de ações planejadas para garantia da disponibilidade de água. O presente trabalho apresenta a metodologia aplicada pelo órgão gestor de recursos hídricos de monitoramento dos reservatórios em situação de estiagem no Sistema Paraopeba. A metodologia baseou-se na aplicação da Lei da Conservação da Massa ao Volume de Controle, de forma a acompanhar o desempenho dos reservatórios, assim como o padrão de uso de água dos usuários nas bacias de contribuição quanto da aplicação das regras de restrição de uso. O resultado demonstrou que o monitoramento realizado proporcionou ao Poder Público a implementação de uma política pública ativa no que se refere à aplicação da norma de restrição de uso em

situações de escassez, bem subsidiou tomadas de decisão na gestão, contribuindo para a recuperação dos reservatórios e consequente abastecimento da RMBH.

PALAVRAS-CHAVE: Escassez hídrica, Gestão, Monitoramento.

METHODOLOGY USED FOR HYDROMETEOROLOGICAL MONITORING REGARDING PUBLIC SUPPLY IN THE METROPOLITAN REGION OF BELO HORIZONTE - RMBH IN 2015

ABSTRACT: Water that is an essential natural resource for humans and other living beings, has been a subject of great attention in recent years. The problems faced regarding water resources can be both quantitative and qualitative issues. The water scarcity has been intensified in some Brazilian regions in recent years. In the Southeast region, for example, there was a water shortage due to a sequence of below-average rainfall periods since 2012, which, together with the high demand, caused a reduction in Paraopeba System reservoirs volume. Paraopeba System is composed by Rio Manso, Serra Azul and Vargem das Flores reservoirs. The Paraopeba river basin is responsible for supply approximately 53% of the population in the Metropolitan Region of Belo Horizonte - RMBH (CBH - PARAOPEBA, 2011). The scarcity scenario required the proposition of planned actions to guarantee the availability of water to all usages. The present paper presents the methodology applied by the Water Resources Institute to monitor the Paraopeba's reservoirs in the drought situation. The methodology was based on the application of the Mass Conservation Law to the Volume Control, in order to follow the performance of the reservoirs, as well as, the water users in the basins of contribution after the application of the use restriction rules. The result showed that the monitoring system provided the necessary conditions to implement an active public policy. Specially regarding to the application of the restriction rule of water uses in situations of scarcity, contributing to the recovery of the reservoirs and consequently for the water supply of RMBH.

KEYWORDS: Water Scarcity, Management, Monitoring.

1 | INTRODUÇÃO

Frequentemente grande parte do Estado de Minas Gerais vem sendo atingida por eventos hidrometeorológicos extremos, causando significativos danos a toda população, ao meio ambiente, aos bens vulneráveis e às atividades sociais e econômicas.

Dentre as adversidades meteorológicas que mais afetam o ser humano, a escassez hídrica ocupa posição de destaque. As dificuldades associadas à mitigação e combate dos efeitos dessa anomalia climática têm início desde o estabelecimento de uma definição clara do termo seca, até o conhecimento da vulnerabilidade que cada atividade, região ou sociedade apresenta em relação a essa condição climática adversa. Nesse aspecto, Wilhite et al. (1987) afirmam que o estudo da seca não deve ser separado do contexto social. Contudo, para esses autores, todos os casos desse fenômeno são originados por um déficit de precipitação pluvial, que resulta em baixa disponibilidade hídrica para a atividade que a requer.

Sob as diversas abordagens que as avaliações dessa adversidade podem ser conduzidas, entre elas a agrícola, a hidrológica ou até mesmo a sócio-econômica, o enfoque meteorológico, ou simplesmente a seca meteorológica, é relacionada, por autores como Wilhite (2000), a um déficit de precipitação. Em outras palavras, esse último tipo de escassez hídrica ocorre quando os totais de precipitação pluvial observados em determinada região e em um período específico, encontram-se consideravelmente abaixo do que seria climatologicamente.

A escassez hídrica objeto da avaliação do presente estudo foi devido à sequência de períodos chuvosos abaixo da média desde o ano de 2012 que, aliados a alta demanda de uso da água para o abastecimento público concentrada nas grandes cidades, tornaram a situação crítica. Como consequência deste cenário, o balanço hídrico dos reservatórios utilizados para abastecimento foram deficitários pela diminuição das vazões afluentes, em decorrência da redução de vazões nos corpos de água contribuintes. Por este motivo, no ano de 2015, o Estado de Minas Gerais, por intermédio do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH/MG publicou a Deliberação Normativa nº 49 (MINAS GERAIS, 2015), que estabeleceu diretrizes e critérios gerais para a definição de situação crítica de escassez hídrica e estado de restrição de uso de recursos hídricos superficiais nas porções hidrográficas no estado, de forma a garantir o uso prioritário, abastecimento público e os usos múltiplos.

2 | OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a efetividade da aplicação da DN CERH/MG n.º 49/2015 (MINAS GERAIS, 2015), através do monitoramento dos reservatórios do Sistema Paraopeba, no ano de 2015, em razão da aplicação das regras definidas para restrição de uso.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A avaliação foi realizada nos três mananciais do sistema de abastecimento da bacia do rio Paraopeba (Figura 1). O Sistema Paraopeba é composto por três reservatórios: Manso (SRM), cuja implantação foi em 1991, Serra Azul (SSA), de 1983, e Vargem das Flores (SVF), de 1979. O sistema rio Manso localiza-se no município de Brumadinho (20°08'45"S e 44°15'20"W), com vazão outorgada, captada por adução no reservatório, de 9.570 L/s e capacidade de produção de 5.800 L/s. O sistema Serra Azul locado em Juatuba (19°58'20,5"S e 4020'36,2" W), outorga de 2.940 L/s e capacidade de produção de 2.700 L/s. O Sistema Vargem das Flores, cuja localização é o município de Betim (19°55'16"S e 4010'16"W), tem uma autorização para captação e capacidade de produção de 1.390 L/s e 1.400 L/s, respectivamente. Os reservatórios abastecem as seguintes sedes urbanas: Belo Horizonte, Betim, Contagem, Esmeraldas, Ibirité, Igarapé, Juatuba, Mário Campos, Mateus Leme, Pedro Leopoldo, Ribeirão das Neves, Santa Luzia, São Joaquim de Bicas, Sarzedo, Vespasiano.

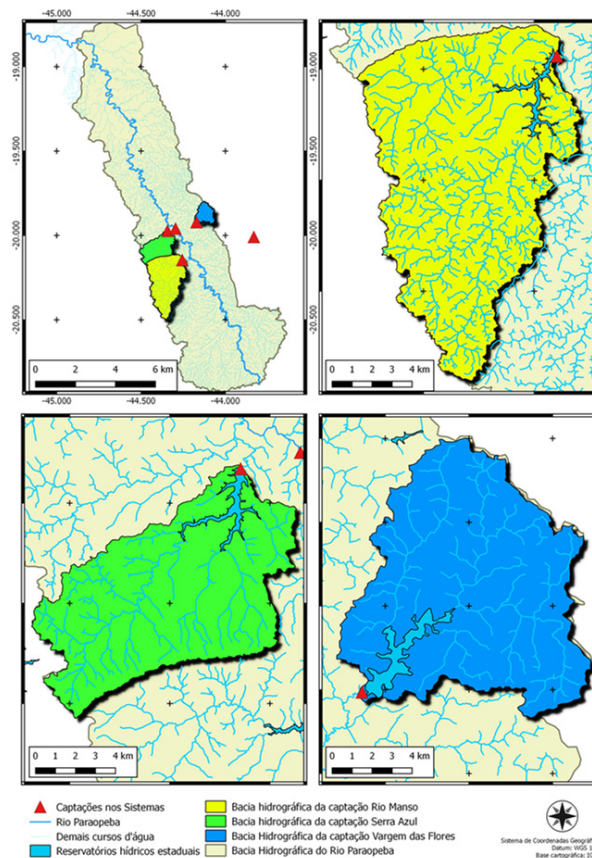


Figura 1 – Sistemas de abastecimento da bacia hidrográfrica do rio Paraopeba

Fonte: Melo (2016).

A metodologia concebida e utilizada foi baseada na Lei da Conservação da Massa ao Volume de Controle. Essa análise avalia a diferença entre o volume de água que afluí ao reservatório e o volume de água que sai. Os volumes que entram no sistema são referentes à precipitação, *Runoff* e vazão de base. O estudo avaliou a efetividade da aplicação da DN CERH/MG n.º 49/2015 (MINAS GERAIS, 2015), através do monitoramento dos reservatórios, no ano de 2015, em razão da aplicação das regras definidas para restrição de uso de forma a garantir o uso prioritário, abastecimento público e os usos múltiplos. As precipitações consideradas na metodologia de cálculo foram baseadas na previsão climática realizada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e pelo Centro de Meteorologia do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. Na 1ª Avaliação, realizada em março, foi utilizada a previsão climática do mês supracitado e para os dois meses subsequentes, considerando os limites em relação à Normal Climatológica¹. Para as 2ª (realizada no mês de junho) e 3ª Avaliações (realizada no mês de julho), foi considerada precipitação igual a zero, tendo em vista que estas avaliações abrangem, praticamente, os meses do período seco, com pouca ou nenhuma precipitação. Já na 4ª Avaliação, feita em setembro, foram adotados três diferentes cenários de precipitação (Acima da Normal Climatológica, Igual à Normal Climatológica e Abaixo da Normal Climatológica). Para a avaliação das vazões afluentes e defluentes nos reservatórios, considerando a vazão de referência adotada em Minas Gerais, utilizou-se a Q7,10, com base na publicação Deflúvios Superficiais do Estado de Minas Gerais (COPASA/HIDROSISTEMAS, 1993). Realizou-se a análise das estações fluviométricas da Agência Nacional de Águas - ANA e da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA,

localizadas na RMBH, que apresentaram as especificidades de comportamento hidrológico local para avaliação da criticidade decorrente do prolongamento da estiagem e diminuição do regime de chuvas nas bacias que drenam.

A Equação 1 foi utilizada nas análises deste artigo.

$$\Delta v = \sum I - \sum O \quad \text{Equação 1}$$

Sendo:

Δv = *variação de volume no tempo (m³)*

$\sum I$ = *somatório dos volumes de água que entram no sistema isolado (m³)*

$\sum O$ = *somatório dos volumes de água que saem do sistema isolado (m³)*

A variação do volume, considerada neste trabalho para o período de um mês, pode ser calculada pelo emprego da Equação 2.

$$\Delta v = P + R_o + Q_b + I - E - O_v - O_u \quad \text{Equação 2}$$

Sendo:

Δv = *variação de volume no tempo, que consideramos de uma mês (m³)*

P = *volume precipitado na superfície da água (m³/mês)*

R_o = *volume referente ao escoamento superficial ou runoff da área que cai na represa (m³/mês)*

Q_b = *volume referente a vazão base que chega à represa (m³/mês)*

I = *infiltração da água no solo na represa (m³/mês)*

E = *evaporação na superfície líquida da represa (m³/mês)*

O_v = *overflow, isto é, volume que sairá da represa (m³/mês)*

O_u = *volume retirada para outros fins, tal como irrigação (m³/mês)*

Os volumes que entram no sistema são referentes à precipitação, *Runoff* e vazão de base. Os volumes de água que saem do sistema são referentes à infiltração, evaporação, captações e vazões defluentes. Para o cálculo da retirada de volume de água foi considerado o volume de água outorgado na bacia hidrográfica de contribuição de cada um dos reservatórios, através do banco de dados do Estado de Minas Gerais, conforme Tabela 1.

Sistema	Outorgas a montante (m ³ /s)
Rio Manso	0,81036
Serra Azul	0,17540
Vargem das Flores	0,02815

Tabela 1 - Outorgas a montante dos sistemas de captação da COPASA.

Fonte: Autor (2016).

Outro volume de saída considerado foi a captação da COPASA. O volume aplicado nos balanços da 1ª Avaliação foi o volume captado em Janeiro de 2015. Para as demais avaliações foi considerado também no prognóstico a captação de 100% do volume outorgado até sua redução para 50% para os reservatórios de Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores. Por último, a saída referente à vazão defluente dos reservatórios foi considerada como sendo o mínimo exigido pela legislação, o que corresponde a 70% da Q7,10.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao longo do ano de 2015 foram realizadas 4 avaliações de desempenho dos reservatórios nos meses de março, junho, julho e setembro que resultaram em 33 semanas em restrição de uso nas porções hidrográficas localizadas nos reservatórios e suas bacias de contribuição, através da publicação de 4 Portarias.

As primeiras Portarias Igam que declararam Estado de Restrição do Uso impostas aos reservatórios do sistema Paraopeba foram publicadas em 08 de abril de 2015: Portaria 13 Reservatório Rio Manso e suas bacias de contribuição; Portaria 14 - Reservatório Serra Azul e suas bacias de contribuição; e Portaria 15 - Reservatório Vargem das Flores e suas bacias de contribuição. Em todas as Portarias, as captações de água passaram a ocorrer nos seguintes termos: redução de 20% do volume diário outorgado, para as captações de água para a finalidade de consumo humano, dessedentação animal ou abastecimento público; redução de 25% do volume diário outorgado para a finalidade de irrigação; redução de 30% do volume diário outorgado, para as captações de água para a finalidade de consumo industrial e agroindustrial e redução de 50% do volume outorgado para as demais finalidades.

Na bacia do reservatório Rio Manso, a redução na captação do volume outorgado imposta pela DN atingiu 18 usuários, a bacia do Serra Azul, 6 usuários e a bacia do Vargem das Flores, 3 usuários, cujo somatório das vazões outorgadas está especificado na Tabela 1.

O cenário meteorológico no qual se desdobraram as avaliações foi de um período de estiagem crítico e com o período chuvoso 2015/2016 que apresentou predominância de chuva abaixo da média climatológica na maior parte do estado. Na região Metropolitana as precipitações ocorridas na estação chuvosa apresentaram valores próximos à normal climatológica.

1ª Avaliação

O cenário inicial dos reservatórios utilizado como base da primeira simulação basearam-se nos dados da COPASA referentes ao mês de fevereiro de 2015 (Tabela 2).

Reservatório	Volume Operacional (m³)	V.O (%)
Rio Manso	64.404.820,00	43%
Serra Azul	7.691.936,00	9%
Vargem das Flores	11.667.908,00	27%

Tabela 2 – Volume registrado em fevereiro de 2015.

Fonte: Autor (2016).

As simulações de operação dos sistemas Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores foram realizadas considerando um balanço mensal cujo resultado tem como referência o volume operacional de cada reservatório. O volume referente à captação da COPASA aplicado nos balanços dos meses de março, abril e maio de 2015, foi o volume aduzido em Janeiro de 2015, considerando também a mesma distribuição de porcentagem de captação em relação à captação total do sistema Paraopeba. Os cenários de precipitação considerados na metodologia de cálculo basearam-se na previsão climática dos meses de março, abril e maio para a região dos reservatórios, considerando os limites em relação à normal. A Tabela 3 mostra os valores previstos em volume acumulado nos três cenários de previsão de precipitação, para os meses de março, abril e maio.

Cenário de Precipitação	Mês	Rio Manso	Serra Azul	Vargem das Flores
		Volume Operacional (m³)	Volume Operacional (m³)	Volume Operacional (m³)
Superior	Março	45.795.789,33	3.543.891,95	16.183.647,25
	Abril	25.859.102,46	-1.988.560,58	14.927.051,63
	Maio	4.490.613,64	-8.322.125,18	10.752.767,24
Média	Março	45.358.301,62	3.203.847,14	15.134.212,25
	Abril	25.071.624,58	-2.600.641,24	13.038.068,63
	Maio	3.528.140,69	-9.070.223,76	8.444.010,24
Inferior	Março	44.920.813,91	2.863.802,34	14.084.777,25
	Abril	24.109.151,63	-3.348.739,81	10.729.311,63
	Maio	2.390.672,65	-9.954.340,26	5.715.479,24

Tabela 3 – Volumes previstos para os sistemas.

Fonte: Autor (2016).

Conforme observado na Tabela 3, na simulação, o reservatório Serra Azul, que iniciava o mês de março com menos de 10% da sua capacidade, exauriria seu volume operacional no mês de abril, sendo o sistema com a avaliação mais crítica. Com base nos cenários futuros elaborados, verificou-se queda contínua de volume nos sistemas Rio Manso e Serra Azul para todos os casos avaliados. Para o sistema Vargem das Flores verificou-se elevação do volume nos meses de março e abril. Na Figura 2 está apresentada a variação prevista do volume acumulado nos sistemas para os meses de março, abril e maio.

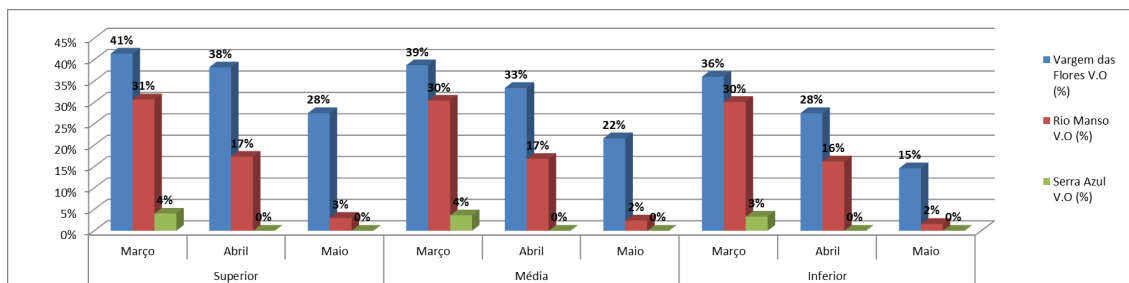


Figura 2 - Variação prevista do volume acumulado nos sistemas

Fonte: Autor (2016).

Estendendo a previsão de porcentagem de volume operacional para os meses de Junho a Novembro e adotando um cenário de previsão de precipitação acumulada igual a zero, o sistema Rio Manso e Vargem das Flores exauririam o volume operacional em junho (Tabela 4).

Sistemas	Rio Manso		Serra Azul		Vargem das Flores	
	% de Volume Operacional	Volume Operacional (m ³)	% de Volume Operacional	Volume Operacional (m ³)	% de Volume Operacional	Volume Operacional (m ³)
Mar	30,1%	44.920.813,91	3,30%	2.863.802,34	36%	14.084.777,25
Abr	16,2%	24.109.151,63	% de Vol. Op.	Déficit de Vol. Op. (m ³)	27,5%	10.729.311,63
Mai	1,6%	2.390.672,65	0%	3.348.739,81	14,6%	5.715.479,24
Mês	% de Vol. Op.	Déficit de Vol. Op. (m ³)	0%	9.954.340,26	% de Vol. Op.	Déficit de Vol. Op. (m ³)
Jun	0%	11.422.343,66	0%	11.972.347,02	0%	88.737,41
Jul	0%	26.624.994,20	0%	14.593.300,68	0%	4.174.402,50
Ago	0%	42.363.324,73	0%	17.482.094,33	0%	8.260.067,59
Set	0%	57.990.741,04	0%	20.277.701,10	0%	12.213.937,04
Out	0%	74.264.751,58	0%	23.434.334,75	0%	6.597.442,13
Nov	0%	90.410.567,89	0%	26.489.141,51	0%	20.780.511,57

Tabela 4 - Prognóstico de Março a Novembro com Previsão de Vazão afluente.

Fonte: Autor (2016).

Considerando o volume não utilizável, apenas o sistema Vargem das Flores operaria mais dois meses, além de junho. Estes resultados demonstraram um cenário de risco de desabastecimento público da Região Metropolitana de Belo Horizonte até o término do período seco, em que habitualmente a climatologia aponta redução dos totais pluviométricos.

2ª Avaliação

Na segunda Avaliação, foi realizada uma atualização e calibração da simulação de

volume operacional acumulado em um prognóstico mensal feito de junho até o mês de novembro de 2015, considerando a captação de 100% do volume outorgado até sua redução para 50% para os reservatórios de Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores, adotando um cenário de previsão de precipitação acumulada igual a zero até novembro. Considerando as captações apresentadas até a data de 01/06/2015 com as reduções impostas pela DN CERH/MG n.º 49/2015(MINAS GERAIS, 2015), observou-se que os sistemas Rio Manso, Vargem das Flores e Serra Azul chegariam ao final de novembro com 4%, 8,7% e 3% de seu volume operacional, respectivamente (Tabela 05).

Volume Operacional (%)				
Cenário de Precipitação	Mês	Vargem das Flores	Rio Manso	Serra Azul
Igual a 0	Junho	35,8%	44,5%	15,1%
	Julho	30,8%	37,2%	13,3%
	Agosto	25,7%	29,2%	11,0%
	Setembro	20,9%	21,2%	9,0%
	Outubro	14,7%	12,6%	6,0%
	Novembro	8,7%	4,0%	3,0%

Tabela 05 - Volumes previstos para os Sistemas de junho a novembro

Fonte: Autor (2016).

Com a redução da vazão captada imposta pela Deliberação Normativa CERH/MG n.º 49/2015(MINAS GERAIS, 2015), os sistemas apresentaram uma pequena melhora no comportamento operacional dos reservatórios, entretanto pouco significativa, pois os reservatórios de Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores chegariam a novembro com níveis muito baixos, permanecendo a insegurança ao abastecimento público, conforme apresentado na Tabela 06.

Volume Operacional (%)																			
Cenário de Precipitação	Mês	Vargem das Flores						Rio Manso						Serra Azul					
		100	90	80	70	60	50	100	90	80	70	60	50	100	90	80	70	60	50
Igual a 0	Jun	31,3	32,2	33,2	34,1	35,0	35,9	37,2	38,7	40,1	41,6	43,0	44,5	7,7	8,6	9,4	10,3	11,2	12,0
	Jul	21,6	23,5	25,3	27,2	29,1	31,0	22,3	25,2	28,2	31,1	34,1	37,0	0,0	0,0	1,7	3,5	5,2	7,0
	Ago	11,9	14,7	17,5	20,3	23,2	26,0	6,7	11,2	15,7	20,1	24,6	29,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
	Set	2,5	6,3	10,0	13,8	17,5	21,3	0,0	0,0	3,2	9,1	15,1	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Out	0,0	0,0	1,1	5,8	10,5	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	12,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Nov	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 06 – Prognóstico de junho a novembro.

Fonte: Autor (2016).

Considerando as outorgas para a região do Rio Manso e adotando a captação de 100% e simulações com intervalo de 10% de redução da vazão captada até o limite de 50% da captação, observou-se que esta redução apresentava um horizonte maior da disponibilidade de água no reservatório. Verificou-se que, com a redução de 20% da captação do volume outorgado, o volume operacional previsto para o final de junho seria de 40,1%, e o sistema entraria em colapso no início de outubro. Com redução de 50% o reservatório chegaria a novembro com 3,7% de seu volume operacional. Na condição sem redução de captação, o reservatório se esgotaria no início de setembro. No sistema Serra Azul observou-se que somente com a redução de 50% de captação de todo volume outorgado, o sistema entraria em colapso em agosto, o que, conseqüentemente, comprometeria o abastecimento público. Nas demais simulações, o volume já entraria em colapso no final de julho. O sistema Vargem das Flores, com esta redução, apresentava um horizonte maior da disponibilidade de água no reservatório. Sem a redução de captação o reservatório entraria em colapso em setembro com 2,5% de volume operacional, o que comprometeria o abastecimento. Com a redução de 50% de captação o reservatório chegaria a novembro com 9,3%. Em razão dos cenários apresentados e tendo em vista os objetivos da declaração de situação crítica de escassez hídrica nas bacias hidrográficas, que visam prevenir ou minimizar os efeitos de secas, prevenir ou minorar grave degradação ambiental, atender aos usos prioritários e minimizar os impactos sobre os múltiplos usos, foi prorrogado o prazo do estabelecimento de situação crítica de escassez hídrica.

3ª Avaliação

Nos moldes da 2ª Avaliação, foi realizada a atualização da simulação de volume operacional acumulado em um prognóstico mensal de agosto a novembro. Considerando

as captações apresentadas até a data de 26/07/2015 com as reduções impostas pela DN CERH/MG n.º 49/2015(MINAS GERAIS, 2015), observou-se que os sistemas Rio Manso, Vargem das Flores e Serra Azul chegariam ao final de novembro com 11%, 11,4% e 3,5% de seu volume operacional, respectivamente (Tabela 07).

Volume Operacional (%)				
Cenário de Precipitação	Mês	Vargem das Flores	Rio Manso	Serra Azul
Igual a 0	Agosto	28,4%	36,0%	11,5%
	Setembro	23,6%	28,1%	9,2%
	Outubro	17,4%	19,6%	6,3%
	Novembro	11,4%	11,0%	3,5%

Tabela 07 - Volumes previstos para os Sistemas de agosto a novembro.

Fonte: Autor (2016).

Os sistemas apresentaram uma melhora no comportamento hidrológico dos reservatórios, sendo que os reservatórios de Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores chegariam a novembro com níveis ainda muito baixos, caracterizando um cenário inseguro. Foi realizado novo prognóstico conforme apresentado na Tabela 08 e verificou-se a necessidade de continuidade na aplicação da norma.

Volume Operacional (%)																			
Cenário de Precipitação	Mês	Vargem das Flores						Rio Manso						Serra Azul					
		100%	90%	80%	70%	60%	50%	100%	90%	80%	70%	60%	50%	100%	90%	80%	70%	60%	50%
Igual a 0	Ago	23,8%	24,8%	25,7%	26,7%	27,6%	28,6%	28,4%	29,9%	31,4%	32,9%	34,4%	35,9%	3,9%	4,8%	5,7%	6,6%	7,5%	8,4%
	Set	14,5%	16,3%	18,2%	20,1%	22,0%	23,8%	13,1%	16,0%	19,0%	21,9%	24,9%	27,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%	3,1%
	Out	3,6%	6,4%	9,3%	12,1%	14,9%	17,8%	0,0%	1,4%	5,9%	10,3%	14,8%	19,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Nov	0,0%	0,0%	0,6%	4,4%	8,1%	11,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,7%	10,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 08 – Prognóstico de agosto a novembro.

Fonte: Autor (2016).

No Rio Manso observou-se que esta redução apresentava um horizonte maior da disponibilidade de água no reservatório. Verificou-se que, captando 100% da vazão outorgada, o volume operacional previsto para o final de setembro era de 13,1%, e o sistema entraria em colapso no início de outubro. Com redução de 50% o reservatório chegaria a novembro com 10,6% de seu volume operacional.

Já no sistema Serra Azul, observou-se que com a redução de 40% e 50% de captação de todo volume outorgado, o sistema entraria em colapso em setembro, o que, conseqüentemente, comprometeria o abastecimento público. Captando 100% da vazão outorgada, o reservatório chegaria ao final de agosto com 3,9% do volume operacional e se esgotaria já no início de setembro. Vargem das Flores, com esta redução, apresentou um horizonte maior da disponibilidade de água no reservatório. Sem a redução de captação, o reservatório entraria em colapso em novembro, com 0,6% de volume operacional, o que comprometeria o abastecimento. Com a redução de 50% de captação o reservatório chegaria a novembro com 11,9%. Em razão dos cenários apresentados, obteve-se o subsídio necessário para a prorrogação do prazo de estabelecimento de situação crítica de escassez hídrica, nas bacias dos reservatórios.

4ª Avaliação

Nesta Avaliação, realizada em outubro de 2015, o comportamento dos reservatórios do sistema Paraopeba foi avaliado em três diferentes cenários de precipitação (Acima da Normal Climatológica, Igual à Normal Climatológica e Abaixo da Normal Climatológica), tendo em vista que o acúmulo de chuvas observadas na região poderia acarretar numa significativa variação de comportamento do sistema. Foi considerada, também, a variação da captação de 100% do volume outorgado até sua redução para 50% para os reservatórios de Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores, cujos resultados estão apresentados na Tabela 09.

Volume Operacional (%)																			
Cenário de Precipitação	Mês	Vargem das Flores						Rio Manso						Serra Azul					
		100%	90%	80%	70%	60%	50%	100%	90%	80%	70%	60%	50%	100%	90%	80%	70%	60%	50%
Superior	Out	42%	43%	44%	45%	46%	46%	29%	30%	32%	33%	35%	36%	10%	11%	12%	13%	13%	14%
	Nov	69%	71%	73%	75%	77%	79%	22%	25%	28%	31%	34%	37%	13%	15%	17%	18%	20%	22%
	Dez	100%	100%	100%	100%	100%	100%	18%	22%	27%	31%	36%	40%	19%	21%	24%	27%	29%	32%
	Jan	100%	100%	100%	100%	100%	100%	13%	19%	25%	31%	37%	43%	24%	27%	31%	34%	38%	41%
	Fev	100%	100%	100%	100%	100%	100%	5%	13%	20%	28%	35%	43%	25%	30%	34%	39%	43%	47%
	Mar	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	4%	13%	22%	31%	40%	24%	29%	35%	40%	45%	51%
Média	Out	35%	36%	37%	38%	39%	40%	27%	29%	30%	32%	33%	35%	8%	9%	9%	10%	11%	12%
	Nov	52%	54%	56%	58%	60%	62%	18%	21%	24%	27%	30%	33%	7%	9%	11%	13%	14%	16%
	Dez	74%	76%	79%	82%	85%	88%	10%	14%	19%	23%	28%	32%	8%	11%	14%	16%	19%	22%
	Jan	94%	97%	100%	100%	100%	100%	2%	8%	14%	20%	26%	32%	9%	12%	16%	20%	23%	27%
	Fev	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	7%	14%	22%	29%	7%	12%	16%	21%	25%	30%
	Mar	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	7%	16%	25%	4%	9%	14%	20%	25%	31%
Inferior	Out	29%	30%	31%	32%	33%	34%	25%	27%	28%	30%	31%	33%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
	Nov	35%	37%	39%	41%	43%	44%	13%	16%	19%	22%	25%	28%	1%	3%	5%	7%	8%	10%
	Dez	43%	46%	49%	52%	55%	58%	2%	7%	11%	16%	20%	25%	0%	1%	3%	6%	9%	11%
	Jan	51%	55%	59%	62%	66%	70%	0%	0%	2%	8%	14%	20%	0%	0%	1%	5%	9%	12%
	Fev	55%	60%	64%	69%	74%	79%	0%	0%	0%	1%	8%	16%	0%	0%	0%	3%	7%	12%
	Mar	57%	62%	68%	74%	79%	85%	0%	0%	0%	0%	1%	10%	0%	0%	0%	0%	5%	11%

Tabela 09 – Volumes previstos para o Sistema Paraopeba de outubro/2015 a março/2016

Fonte: Autor (2016).

Com base nos três cenários de precipitação abordados, verificou-se que, de modo geral, os três reservatórios apresentaram recuperação quando se considerou chuvas acima da Normal, porém os demais cenários refletiam insegurança do ponto de vista de recuperação global do Sistema Paraopeba.

O Sistema Rio Manso, considerando redução de 50% de captação, apresentou recuperação pouco significativa no cenário de precipitação superior à Normal. No cenário de precipitação Normal, não houve recuperação de volume, enquanto que no cenário com precipitação inferior à Normal, o reservatório seguiria em queda contínua registrando 10% de volume acumulado em março. O Sistema Serra Azul apresentou recuperação nos meses de outubro a março para o cenário de precipitação superior à Normal, atingindo até 51% no mês de março. No cenário de precipitação Normal, o reservatório também apresentou recuperação, porém, pouco significativa. Já no cenário com precipitação inferior à Normal,

o reservatório apresentou queda em todas as configurações de simulação. No Sistema Vargem das Flores, tanto no cenário de precipitação superior à Normal quanto no cenário igual à Normal Climatológica, o reservatório apresentou recuperação atingindo 100% do volume operacional. No cenário com precipitação inferior à Normal, o reservatório apresentou recuperação pouco significativa.

Neste contexto, tendo em vista principalmente os cenários de chuva Normal e abaixo da Normal e considerando o término da aplicabilidade da DN CERH/MG n.º 49/2015(MINAS GERAIS, 2015), no final do período considerado oficialmente como, e considerando de fundamental importância o estabelecimento de mecanismos de redução das captações outorgadas por meio da suspensão parcial de outorgas, conforme previsto no art. 20 da Lei n.º 13.199, de 29 de janeiro de 1999, foi aplicada a suspensão parcial das outorgas a montante do sistema Paraopeba e sua bacia de contribuição até maio de 2016.

Nos gráficos, apresentados nas Figuras 3 a 6, pode ser verificado o resultado da imposição da restrição das vazões outorgadas de acordo com DN CERH/MG n.º 49/2015(MINAS GERAIS, 2015). O período de aplicação das declarações de situação crítica de escassez hídrica superficial nas porções hidrográficas localizadas nos reservatórios do Sistema Paraopeba e suas bacias de contribuição f de 08 de abril de 2015 a 09 de maio de 2016. As Figuras 3, 4, 5 e 6 mostram, portanto, o comportamento dos reservatórios no período, durante a aplicação da redução imposta pela DN CERH/MG n.º 49/2015(MINAS GERAIS, 2015).

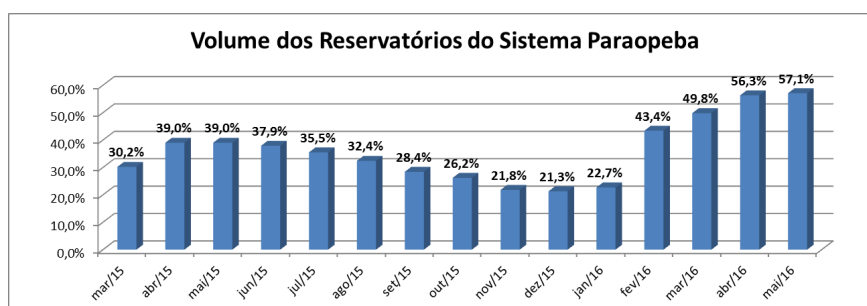


Figura 3 - Variação prevista do volume acumulado nos sistemas

Fonte: COPASA, (2016).

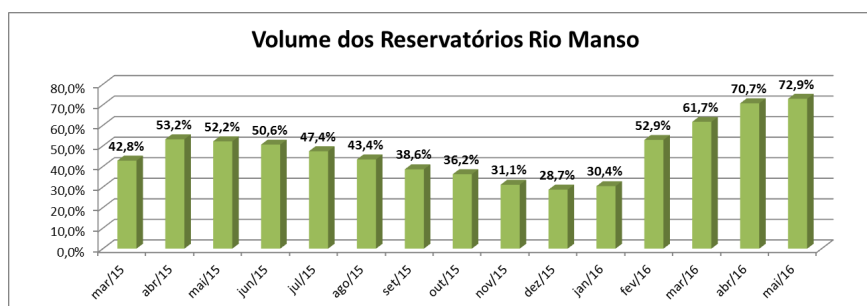


Figura 4 - Variação prevista do volume acumulado nos sistemas

Fonte: COPASA, (2016).

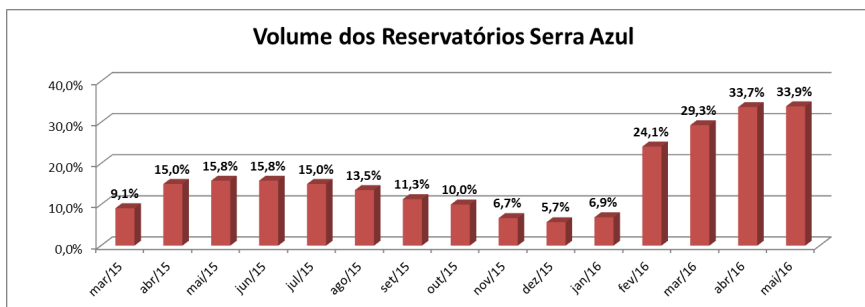


Figura 5 - Variação prevista do volume acumulado nos sistemas

Fonte: COPASA, (2016).

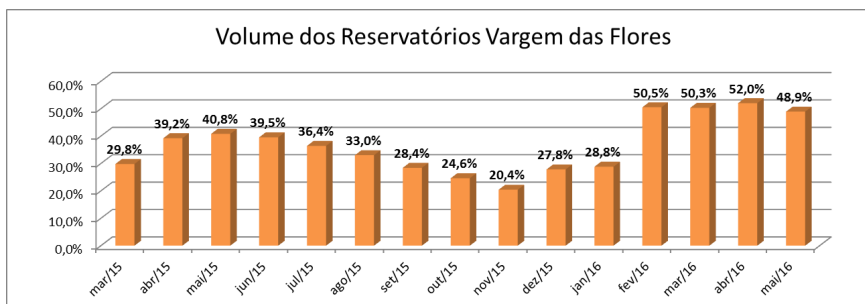


Figura 6 - Variação prevista do volume acumulado nos sistemas

Fonte: COPASA, (2016).

5 | CONCLUSÃO

Com base nas quatro avaliações realizadas, observou-se que nos primeiros meses de aplicação das restrições impostas pela norma os reservatórios apresentaram uma queda no volume mensal durante os meses do ano de 2015. A partir do mês de fevereiro os reservatórios apresentaram uma melhora significativa no comportamento hidrológico. A melhora está associada ao período de 33 semanas de volumes captados reduzidos e do período chuvoso próximo a normal climatológica. Conclui-se que se a redução não tivesse sido aplicada, os volumes dos reservatórios poderiam ter se esgotado antes mesmo do período seco terminar, como mostrado nas avaliações.

O monitoramento contínuo com a metodologia aplicada proporcionou ao Poder Público a implementação de uma política pública ativa no que se referiu à aplicação da norma, bem como na tomada de decisão, com bases técnicas, contribuindo para a recuperação dos reservatórios.

REFERÊNCIAS

CBH-PARAOPEBA. **A Bacia do Paraopeba**. Disponível em: <http://www.aguasdoparaopeba.org.br>. Acesso em: 2012.

COPASA – HIDROSSISTEMAS. **Deflúvios superficiais no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, COPASA. 1993.

COPASA (2016). **Nível dos Reservatórios**. Disponível em: <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/abastecimento-de-agua/nivel-dos-reservatorios>. Acesso em: 2016.

MELO, M. C. **Segurança hídrica para abastecimento urbano: Proposta de modelo analítico e aplicação na bacia do rio das velhas, minas gerais**. 2016. 525f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: UFRJ, 2016.

MINAS GERAIS. (2015). **Deliberação Normativa CERH-MG nº49, de 25 de março de 2015. Estabelece diretrizes e critérios gerais para a definição de situação crítica de escassez hídrica e estado de restrição de uso de recursos hídricos superficiais nas porções hidrográficas no Estado de Minas Gerais**. Disponível em http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/2015_ARQUIVOS/ESCASSEZ/DECLARACOES/Delibera%C3%A7%C3%A3o_Normativa_CERH_n_049.2015.pdf. Acesso em 2015.

WILHITE, D. A.; GLANTZ, M.H. Understanding the drought phenomenon: The role definitions. In: WILHITE et al. **Planning for drought toward a reduction of societal vulnerability**. WESTVIEW,1987. p. 11-14.

WILHITE, D. A., Drought as a natural hazard: Conceptions and definitions. In: WILHITE, D. A. **Drought : A global assessment**. Routledge, 2000. p. 111 – 120.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água 58, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 112, 113, 115, 116, 117, 160, 162, 163, 164, 165, 169, 171, 177, 178, 181, 183, 184, 185, 186, 188, 189, 191, 194, 201, 221, 222, 223, 224, 226, 232, 235, 236, 237, 238, 244, 246, 247, 248, 250, 251, 253, 254, 257, 262, 263, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 276, 277, 278, 297

Ar 66, 147, 148, 149, 151, 152, 158 83, 86, 139, 145, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 204, 238, 272

Aveiro 29, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39

B

Bicicleta 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 34, 36, 37, 38, 39

C

Cadastro 208, 209, 210, 212, 213, 215, 217, 219, 220, 299, 302, 304, 305, 306, 307

Cidades inteligentes 1, 2, 6, 9, 10, 12, 13

Cidades tradicionais 1, 2, 4

Computadores 120, 129, 319

Construção civil 9, 85, 86, 87, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 108, 109, 110, 112, 198, 221, 222, 231, 232, 234, 244, 247, 286, 294

D

Desenvolvimento 3, 4, 6, 13, 16, 18, 23, 31, 32, 40, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 50, 55, 56, 57, 58, 66, 67, 86, 91, 93, 103, 127, 129, 176, 179, 180, 181, 187, 200, 222, 266, 267, 268, 279, 281, 297, 306, 307, 321, 326, 327, 328, 329, 331

Diesel 63, 85, 94, 95, 96, 97

E

Educação ambiental 99, 103, 105, 106, 109, 327

Empresas 48, 86, 89, 91, 99, 110, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 224, 297

Estabilização 195, 233, 234, 235, 237, 243

G

Geração de Resíduos 98

Gestão Territorial 53, 208, 209

L

Lava-rodas 85, 94, 95

Lisboa 14, 15, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 39, 59, 294, 319

Logística Reversa 119, 120, 129

M

Mapeamento 98, 99, 105, 106, 108, 109, 299, 300, 301, 310

Mobilidade 14, 29, 34, 39, 151

Mobilidade urbana 14, 15, 18, 20, 29, 30, 39, 55

O

Óleo 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97

P

Parcelas 66, 72, 133, 135, 136, 208, 210, 211, 214, 216, 217, 218

Passageiros 10, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 282

Pavimentação 109, 233, 234, 243, 245, 246, 247, 248, 249, 252, 253, 254, 266, 268, 271, 273

Planejamento 8, 10, 29, 30, 40, 41, 42, 43, 54, 56, 58, 66, 101, 103, 121, 148, 177, 217, 299, 309, 310

Q

qualidade 3, 8, 10, 12, 22, 30, 38, 56, 86, 103, 120, 148, 149, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 180, 185, 200, 217, 221, 223, 224, 230, 234, 258, 259, 264, 268, 278, 281, 289, 292, 294, 298, 299, 300, 309, 313, 320

Qualidade 66, 85, 148, 151, 223, 278, 332

R

Rede ciclável 14, 15, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 38

Regional 13, 17, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 50, 72, 96, 294, 295

Resíduos 9, 86, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 187, 188, 196, 222, 231, 232, 245, 247, 269

S

Separador 85, 94, 95

SINTER 12, 208, 209, 210, 211, 217, 218, 219

Suporte 233, 237, 239, 243, 320, 321, 322

Sustentabilidade 98, 129, 222, 232, 308, 319

T

Tecnologia 11, 12, 51, 85, 96, 97, 110, 112, 119, 147, 199, 221, 232, 265, 294, 319, 332

Tierra 135, 145

Tijolo solo-cimento 222, 225

Tipologias Cicloviárias 29

Tráfego 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 91, 148, 153, 157, 158, 233, 243, 252, 268, 270, 276, 283, 285, 288, 289, 292, 293, 294, 313, 317

Transporte Ferroviário 51, 54

Transportes 18, 20, 21, 23, 25, 40, 42, 43, 53, 56, 57, 58, 59, 61, 66, 67, 95

Tratamento de Esgoto 199, 204

U

Urbanização 1, 2, 4, 5, 13

Urbano 10, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 26, 29, 30, 31, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 58, 65, 66, 67, 69, 71, 72, 75, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 140, 141, 143, 144, 145, 148, 150, 158, 175, 211, 217, 220, 231, 294, 309

V

Veículos 6, 16, 17, 21, 25, 34, 35, 36, 41, 50, 55, 58, 60, 65, 88, 92, 94, 147, 148, 150, 153, 157, 158, 285, 310, 311, 313, 318

 **Atena**
Editora

2 0 2 0