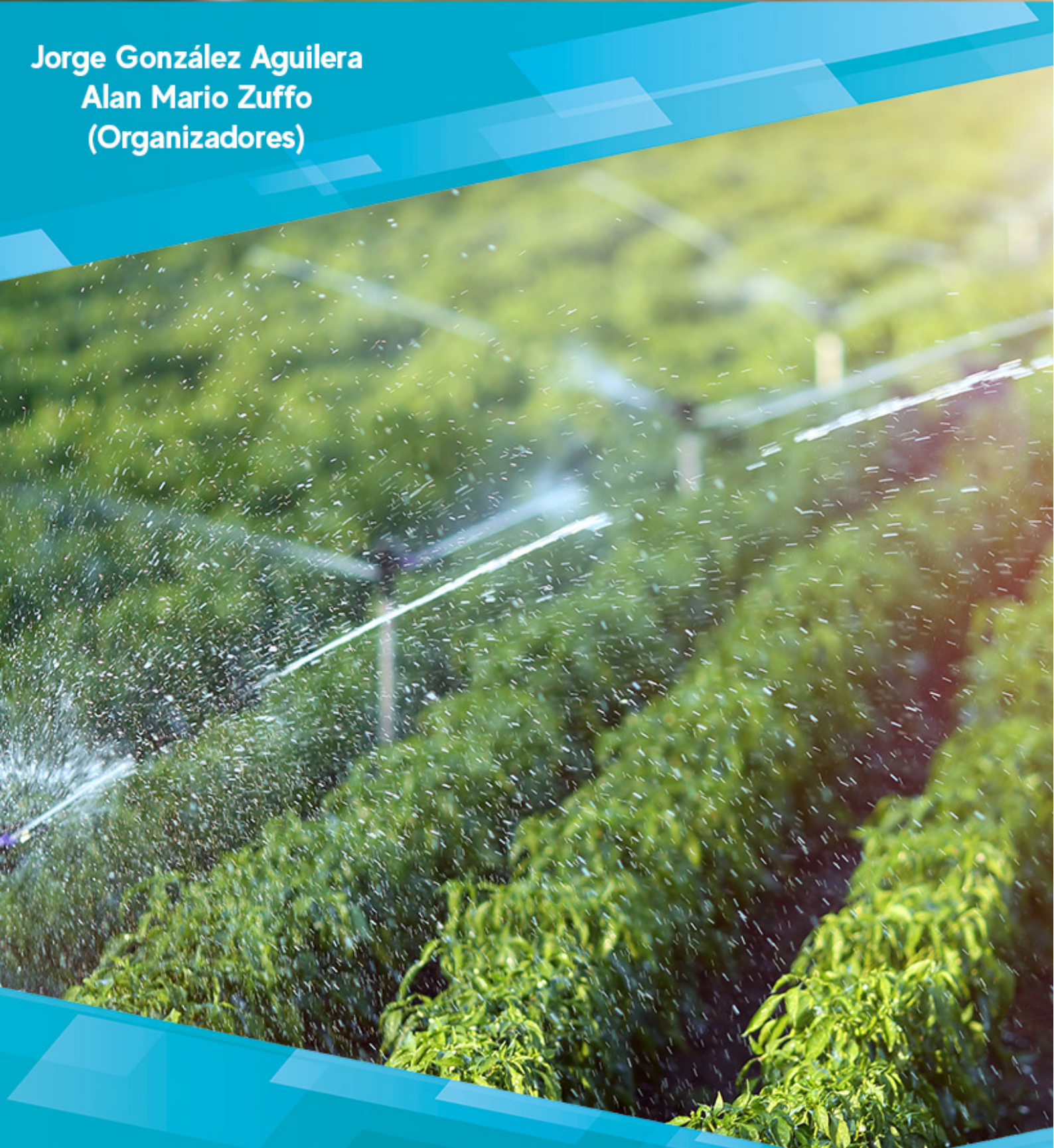


**Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)**



**Ciências Exatas e da
Terra e a Dimensão
Adquirida através da
Evolução Tecnológica 2**

Atena
Editora
Ano 2019

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

(Organizadores)

**Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão
Adquirida através da Evolução Tecnológica
2**

**Atena Editora
2019**

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	Ciências exatas e da terra e a dimensão adquirida através da evolução tecnológica 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida Através da Evolução Tecnológica; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-473-3 DOI 10.22533/at.ed.733191107 1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario CDD 509.81
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica vol. 2*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta, em seus 28 capítulos, conhecimentos tecnológicos e aplicados as Ciências Exatas e da Terra.

Este volume dedicado à Ciência Exatas e da Terra traz uma variedade de artigos que mostram a evolução tecnológica que vem acontecendo nestas duas ciências, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área da matemática, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, biodigestores, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Exatas e da Terra, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Física, Matemática, e na Agronomia e, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A GESTÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO ESTADO DE PERNAMBUCO: ANÁLISE DO POTENCIAL DE USO	
Margarida Regueira da Costa Alexandre Luiz Souza Borba Fernanda Soares de Miranda Torres	
DOI 10.22533/at.ed.7331911071	
CAPÍTULO 2	7
APLICAÇÃO DA ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE SALINIZAÇÃO EM AÇUDES DO SEMIÁRIDO NORDESTINO, CEARÁ/BRASIL	
José Batista Siqueira Sanmy Silveira Lima	
DOI 10.22533/at.ed.7331911072	
CAPÍTULO 3	18
AQUÍFERO DUNAS-POTENGI: DISPONIBILIDADE E POTENCIALIDADE DAS ÁGUAS EM NATAL – RN	
Melquisedec Medeiros Moreira Newton Moreira de Souza Miguel Dragomir Zanic Cuellar Kátia Alves Arraes	
DOI 10.22533/at.ed.7331911073	
CAPÍTULO 4	27
AS ÁGUAS DO AQUÍFERO ALUVIONAR JAGUARIBE E SUA RELAÇÃO COM O USO/OCUPAÇÃO DO SOLO: ÁREA PILOTO DE SÃO JOÃO DO JAGUARIBE – CEARÁ	
Antônio Flávio Costa Pinheiro Itabaraci Nazareno Cavalcante Alexsandro dos Santos Garcês Rafael Mota de Oliveira Emanuel Arruda Pinho	
DOI 10.22533/at.ed.7331911074	
CAPÍTULO 5	42
CULTURA DE SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS DE PESQUISA DA ÁREA QUÍMICA	
Milson dos Santos Barbosa Débora da Silva Vilar Aline Resende Dória Isabelle Maria Gonzaga Duarte Dara Silva Santos Lays Ismerim Oliveira Géssica Oliveira Santiago Santos Luiz Fernando Romanholo Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.7331911075	

CAPÍTULO 6 53

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA ANALÍTICA PARA DETERMINAÇÃO DE FORMALDEÍDO EM COSMÉTICOS

Helder Lopes Vasconcelos
Andressa Almeida

DOI 10.22533/at.ed.7331911076

CAPÍTULO 7 63

DETERMINAÇÃO DA CURVA-CHAVE DAS CONCENTRAÇÕES DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO NA BACIA DO RIO QUARAÍ, NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Mayara Torres Mendonça
Clamarion Maier
Edenir Luís Grimm
Gustavo Henrique Merten
Jainara Fresinghelli Netto
Ricardo Boscaini
Miriam Fernanda Rodrigues
Thais Palumbo Silva
Franciele de Bastos
Raí Ferreira Batista
Suélen Matiasso Fachi

DOI 10.22533/at.ed.7331911077

CAPÍTULO 8 76

DETERMINAÇÃO DE PERÍMETROS DE PROTEÇÃO DE POÇOS DE CAPTAÇÃO EM DIFERENTES SISTEMAS AQUÍFEROS DO ESTADO DE SÃO PAULO

César de Oliveira Ferreira Silva
Manuel Enrique Gamero Guandique

DOI 10.22533/at.ed.7331911078

CAPÍTULO 9 84

DEVELOPMENT OF PROCEDURES FOR CALIBRATION OF METEOROLOGICAL SENSORS. CASE STUDY: CALIBRATION OF A TIPPING-BUCKET RAIN GAUGE AND DATA-LOGGER SET

Márcio Antônio Aparecido Santana
Patrícia Lúcia de Oliveira Guimarães
Luca Giovanni Lanza

DOI 10.22533/at.ed.7331911079

CAPÍTULO 10 93

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE E SAÚDE AMBIENTAL DO MERCADO DO PEIXE, SÃO LUÍS - MARANHÃO

Marcelo Vieira Sodré Barbosa
Ana Carolina Lopes Ozorio
Itapotiará Vilas Bôas

DOI 10.22533/at.ed.73319110710

CAPÍTULO 11 100

ESTUDO DA SÍNTESE SEM SOLVENTE DE ZEÓLITAS UTILIZANDO DIFERENTES LÍQUIDOS IÔNICOS COMO AGENTES DIRECIONADORES DE ESTRUTURA

Imedelais Bordin
Victor de Aguiar Pedott
Elton Luis Hillesheim
Rogério Marcos Dallago
Marcelo Luís Mignoni

DOI 10.22533/at.ed.73319110711

CAPÍTULO 12 109

GEOPROCESSAMENTO PARA DELIMITAÇÃO DE APPS E ESTUDO DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL NAS MARGENS DO BEIJA-FLOR, MUNICÍPIO DE MAZAGÃO-AP

Kerlency Maria Farias Santos
Rudney Lobato Furtado
Mariano Araújo Bernadino Rocha
Olavo Bilac Quaresma de Oliveira Filho

DOI 10.22533/at.ed.73319110712

CAPÍTULO 13 124

GEOQUÍMICA E QUALIDADE DE ÁGUAS NATURAIS DE NASCENTES DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS, SÃO PAULO

Rafael Bassetto Ferreira
Wanilson Luiz Silva

DOI 10.22533/at.ed.73319110713

CAPÍTULO 14 138

IMPACTOS POTENCIAIS DOS ROMPIMENTOS DE BARRAGENS NÃO-SEGURAS NO USO DA ÁGUA NA BACIA DO PARAÓPEBA, MINAS GERAIS

Luciana Eler França
Fernando Figueiredo Goulart
Carlos Bernardo Mascarenhas Alves

DOI 10.22533/at.ed.73319110714

CAPÍTULO 15 153

MODELAGEM DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DE SOLO REFORÇADO NO SISTEMA TERRAMESH

Taila Ester dos Santos de Souza
Carlos Alberto Simões Pires Wayhs
Alan Donassollo

DOI 10.22533/at.ed.73319110715

CAPÍTULO 16 167

POTENCIALIDADES DOS AQUÍFEROS DA BACIA DO RIO VERDE GRANDE E SUAS RELAÇÕES COM OS DOMÍNIOS CLIMÁTICOS E HIDROGEOLÓGICOS

Estefânia Fernandes dos Santos
Leila Nunes Menegasse Velasquez

DOI 10.22533/at.ed.73319110716

CAPÍTULO 17 182

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO OESTE DE SANTA CATARINA, BRASIL

Janete Facco
Fabio Luiz Carasek
Sival Francisco de Oliveira Junior
Luiz Fernando Scheibe
Manuela Gazzoni dos Passos
Mariana Muniz Blank

DOI 10.22533/at.ed.73319110717

CAPÍTULO 18 197

RAIZ DO CAPIM VETIVER: UMA FONTE ALTERNATIVA PARA A PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO

Felipe Coelho Vieira
Alan Rodrigues Teixeira Machado
Marcelo Segala Xavier
Jussara Vitória Reis

DOI 10.22533/at.ed.73319110718

CAPÍTULO 19 210

RELAÇÃO EXISTENTE ENTRE AS CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS DE UMA REGIÃO DO CERRADO MARANHENSE E OS IMPACTOS AMBIENTAIS OCORRENTES NO LOCAL

Karla Bianca Novaes Ribeiro
Kely Silva dos Santos
Karine Silva Araujo
Mayanna de Kássia Silva Rodrigues
James Werllen de Jesus Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.73319110719

CAPÍTULO 20 219

RELEVO COMO FATOR INTENSIFICADOR DAS ONDAS DE CALOR EM ALAGOAS

Dálete Maria Lima de Sousa
Anne Karolyne Pereira da Silva
Rafael Wendell Barros Forte da Silva
João Vitor Benevides de Castro
Francisco de Assis Franco Vieira
David Harley de Oliveira Saraiva

DOI 10.22533/at.ed.73319110720

CAPÍTULO 21 233

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE MILHO (ZEA MAYS L.) EXPOSTAS A ÁCIDO HÚMICO

Monique Ellen Farias Barcelos
Leonardo Barros Dobbss
Amanda Azevedo Bertolazi
Alessandro Coutinho Ramos
Ian Drumond Duarte
Lívia Dorsch Rocha
Leonardo Valandro Zanetti
Silvia Tamie Matsumoto

DOI 10.22533/at.ed.73319110721

CAPÍTULO 22	247
SUPORTES HÍBRIDOS DE SÍLICA-MONOSSACARÍDEOS: MATERIAIS POTENCIAIS PARA IMOBILIZAÇÃO DE PEROXIDASE RAP - TOYOBO	
Ivan Martins Barreto	
Maria Antônia Carvalho Lima Jesus	
Djalma Menezes De Oliveira	
Ronaldo Costa Santos	
Alini Tinoco Fricks	
Heiddy Márquez Alvarez	
DOI 10.22533/at.ed.73319110722	
CAPÍTULO 23	256
USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO RIO PUNHAÍ, LITORAL NORTE DA BAHIA	
Ricardo Acácio de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.73319110723	
CAPÍTULO 24	263
ADMINISTRAÇÃO: FERRAMENTA DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO	
Esmeraldo Bezerra de Melo Junior	
Claudio Jorge Gomes da Rocha Junior	
DOI 10.22533/at.ed.73319110724	
CAPÍTULO 25	275
ORGANIZAÇÃO SOCIAL DOS PRODUTORES DE BANANA DOS MUNICÍPIOS DE PRESIDENTE FIGUEIREDO E RIO PRETO DA EVA, AMAZONAS E PARTICIPAÇÃO DO GOVERNO PARA A SUSTENTABILIDADE DA CULTURA	
Maricleide Maia Said	
Luiz Antonio de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.73319110725	
CAPÍTULO 26	287
AGROECOLOGIA E RE(EXISTÊNCIAS): CONTRIBUIÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR DE BASE AGROECOLÓGICA COMO PASSO PARA GARANTIA DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL EM UM ACAMPAMENTO NO SERTÃO PARAIBANO	
Luymara Pereira Bezerra de Almeida	
Helena Cristina Moura Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.73319110726	
CAPÍTULO 27	299
LEVANTAMENTO DE MOSCAS BRANCAS (<i>Bemisia tabaci</i>) NA CULTURA SOJA, EM UM MUNICÍPIO DO NOROESTE DO RS: ANO I	
Isaura Luiza Donati Linck	
Antônio Luis Santi	
Ezequiel Zibetti Fornari	
Luis Felipe Rossetto Gerlach	
Fernanda Marcolan de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.73319110727	

CAPÍTULO 28 305

QUANTIFICAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS E CLASSIFICAÇÃO DE SUA ATIVIDADE ENZIMÁTICA
PROTEOLÍTICA E LIPOLÍTICA EM LEITE CRUCAPTADO EM LATICÍNIOS NO MUNICÍPIO DE
PIUMHI-MG

Maria Clara de Freitas Guimarães Santos

Eudoro da Costa Lima Neto

Talitha Oliveira de Rezende

Leonardo Borges Acurcio

DOI 10.22533/at.ed.73319110728

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 317

IMPACTOS POTENCIAIS DOS ROMPIMENTOS DE BARRAGENS NÃO-SEGURAS NO USO DA ÁGUA NA BACIA DO PARAOPEBA, MINAS GERAIS

Luciana Eler França

Fernando Figueiredo Goulart

Carlos Bernardo Mascarenhas Alves

RESUMO: Os impactos provenientes do rompimento de barragens na conservação e utilização de recursos hídricos são desastrosos, evidenciados com os casos de rompimento da barragem de Fundão, em Mariana e Barragem I, em Brumadinho. Este artigo analisa os impactos de potenciais rompimentos de barragens não-seguras nas outorgas da bacia hidrográfica do rio Paraopeba (MG). O propósito deste artigo, foi mensurar os impactos potenciais no uso dos recursos hídricos ao longo da bacia, a partir de 18 cenários de rompimentos de barragens de rejeitos. Os resultados indicam como sendo o maior impacto no consumo de água pela atividade de mineração, chegando a 793,68 m³/hora nas áreas com maior consumo. Os rompimentos também irão afetar a irrigação e agropecuária na região, como mostrado pelos altos volumes de água afetados pelos cenários de rompimentos. O rompimento da barragem Bacias de Contenção de Sedimentos 1, 2 e 3, em Conselheiro Lafaiete, foi o que apresentou o maior impacto no volume total de água outorgada, com 2.558,88 m³/h. Considerando os resultados, é possível afirmar que todos os 18 cenários impactarão as áreas sociais e econômicas, além de afetar diretamente na

qualidade da água e o o consumo por parte da população da Bacia do Ro Paraopeba e seus afluentes. A inclusão da análise de risco de rompimento de estruturas geotécnicas de empreendimentos no licenciamento é fundamental para evitar que desastres sócio-ambientais de rompimento ocorram novamente.

PALAVRAS-CHAVE: licenciamento ambiental; impacto ambiental; barragem de rejeito; recurso hídrico

ABSTRACT: Dam failures are known to cause disastrous impacts on human well-being and water-use as highlighted by the failures of the “Fundão” dam, in Mariana and the “Barragem I” dam, in Brumadinho, Minas Gerais State, Brazil. This paper analyses the impacts of the rupture of insecure tailing dams on declared water catchment downstream of those dams, along the Paraopeba River Basin, resulting form 18 dam rupture scenarios. The results indicate the most of them being used by mining activities, impacting 793,68 m³/hour in areas with higher consumption. Irrigation and agriculture will be also affected in any of the scenarios. The failure of the “Bacias de Contenção de Sedimentos 1, 2, & 3” dam, in Conselheiro Lafaiete, resulted in the largest impact on water supply, affecting 2.260 m³/h of water catchment. Therefore, the collapse of any of the selected tailing dams will cause major impact in water supply for

human-use, deeply affecting the wellbeing and economy of those communities in the region. These results call for the need of stricter regulation and more robust failing risk assessment in order to avoid the occurrence of these type of disasters.

KEYWORDS: Environmental impact; Environmental Licensing; Tailings Dam; Water Resources

1 | INTRODUÇÃO

O rompimento de barragens de rejeito de minério apresenta grandes riscos para a biodiversidade e utilização de recursos hídricos. Evidencia-se com dois casos de rompimento de barragens: Fundão, em Mariana (MG) e Barragem I, em Brumadinho (MG). Na barragem de Fundão o dano referente aos recursos hídricos impactou diretamente no abastecimento público, cerca de 1,2 milhões de pessoas ficaram sem água (LACAZ; PORTO; PINHEIRO, 2016). As alterações de parâmetros físico-químico da água prejudicaram o consumo humano, a irrigação de lavouras, bem como levou e dessedentação de animais (CORREIA; MAGALHÃES, 2016).

Recentemente, o rompimento da Barragem I, no dia 25 de janeiro de 2019, em Brumadinho, impactou diretamente nas alterações de parâmetros físico-químico da água da bacia hidrográfica do rio Paraopeba, apresentando riscos à saúde humana e animais. O rompimento também impactou diretamente o abastecimento público dos municípios abastecidos pelas prefeituras e COPASA, que tiveram que traçar alternativas para abastecer seus habitantes (SEAPA, 2019; COPASA, 2019; CORREIO BRASILIENSE, 2019). Adicionalmente, criando uma preocupação das prefeituras com relação a essa falta de água a época da estiagem, principalmente tendo em vista a crise hídrica atual. A população que depende da captação direta da água bruta do rio Paraopeba, também foi afetada, uma vez que a utilização da água foi suspender por tempo indeterminado, até os parâmetros voltarem ao normal, (SEMAD, 2019a; SEMAD, 2019b).

Frente a alta frequência de rompimentos de barragens em Minas Gerais e as consequências desastrosas que tais eventos possuem para a utilização dos recursos hídricos, este artigo analisa os impactos de potenciais rompimentos de barragens não-seguras no uso dos recursos hídricos, como abastecimento público, consumo humano, agricultura, pecuária, industrial, mineração e construção civil, da bacia hidrográfica do rio Paraopeba (MG).

O objetivo principal deste trabalho foi mensurar os impactos potenciais no uso dos recursos hídricos de eventuais cenários de rompimentos de barragens de rejeito de empreendimento minerários não-seguras na bacia hidrográfica do rio Paraopeba, Minas Gerais.

Os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos: (1) construir os cenários de possíveis rompimentos das barragens não-seguras na bacia hidrográfica do Paraopeba; (2) Analisar os impactos de potenciais rompimentos de barragens

de rejeito não-seguras nos usos de diversas finalidades (abastecimento público, consumo humano, agricultura, pecuária, industrial, mineração e construção civil) da bacia hidrográfica do rio Paraopeba (MG), (3) Analisar os impactos de potenciais rompimentos nas faixas de vulnerabilidade dos usos dos recursos hídricos.

2 | MÉTODOS

A bacia hidrográfica do rio Paraopeba possui 510 km aproximadamente de extensão. Nasce no município Cristiano Ottoni e percorre até sua foz, represa de Três Marias, no município de Felixlândia. A bacia hidrográfica está inserida a sudoeste do Estado de Minas Gerais, na bacia hidrográfica do rio São Francisco (MATOS; DIAS, 2011).

A partir do Inventário de Barragens foram levantados os dados de barragens de rejeito de empreendimento minerário na bacia hidrográfica do rio Paraopeba (FEAM, 2017). Desses dados foram selecionadas as barragens não-seguras, ou seja, essas barragens são caracterizadas pelo relatório como: “o auditor não garantir estabilidade” e “Auditor não conclui sobre a situação de estabilidade, por falta de dados ou documentos técnicos”. Essa última categoria se refere ao fato do auditor não ter classificado a barragem como estável devido à falta de estudos geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos ou então não tinha histórico e pode ser constatado alguma incoerência nos documentos apresentados (FEAM, 2017).

A bacia hidrográfica do rio Paraopeba possui 130 barragens de rejeito com uma representatividade de 61% do total de todas as barragens inseridas na bacia hidrográfica do rio São Francisco. Além disso, essa bacia possui o maior risco de ser impactada por algum tipo de colapso ou ruptura de barragem de rejeito de empreendimentos minerários, uma vez que das barragens registradas, 33% não foram conclusivas ou não possuem garantia de estabilidade pelo auditor.

Com o uso de geotecnologia foram selecionadas 17 barragens não-seguras (Tabela 1) e mapeados 18 cenários de rompimento e manchas mínimas de inundação dos rejeitos. Dois deles são cumulativos considerando rompimentos consecutivos, sendo os outros 16 considerando rompimentos únicos. Cabe pontuar que ambos rompimentos recentes, ocorrido em Mariana (2015) e em Brumadinho (2019), envolveram barragens consideradas “estáveis” pelo relatório (FEAM, 2015;2017), o que aponta para o fato de que mesmo as barragens consideradas pelos órgãos fiscalizadores como seguras possuem, na verdade, significativo risco de rompimento.

Considerou-se como manchas mínimas de inundação do rejeito, um buffer de 60 m, a partir do eixo principal do curso de água ao longo do percurso do rejeito desde a localização da barragem até o final da bacia na barragem de Três Marias. O percurso incluiu os reservatórios Serra Azul e Rio Manso e a barragem Retiro de Baixo (Figura 1 e Tabela 1).

Identificação*	Cenários/Barragens	Classe	Município
1	Barragem das bacias de contenção de sedimentos 1, 2 e 3	II	Conselheiro Lafaeite
2	Barragem Quéias	II	Brumadinho
3	Dique Leste I	II	Matheus Leme
4	Dique da Oficina	I	Itatiaiuçu
5	Dique da Oficina II	I	Itatiaiuçu
6	Dique 01 - Serra Azul - Dique Volta e Volta 1	I	Matheus Leme
7	Dique Flotação	I	Itatiaiuçu
8	Dique da Divisa	I	Itatiaiuçu
9	Dique Manzano II	I	Itatiaiuçu
10	Dique Mineira	I	Itatiaiuçu
11	Dique Couves (Musa)	II	Itatiaiuçu
12	Dique Intermediário	I	Itatiaiuçu
13	Dique 14	II	Itatiaiuçu
14	Dique Asfalto	I	Itatiaiuçu
15	Barragem de Captação de Água	I	Itatiaiuçu
16	Barragem 1	III	Brumadinho
17	Dique Intermediário + Dique 14	-	Itatiaiuçu
18	Dique Asfalto + Barragem Captação de água	-	Itatiaiuçu

Tabela 1 – Tabela de Barragens de rejeito mineral não-seguras, na bacia do rio Paraopeba

Fonte: Autores, 2018 Nota (*): Identificação das barragens nas Figuras

A partir desses cenários foram analisados os potenciais impactos ocasionados pelo rompimento dessas barragens não-seguras nas outorgas, ou seja, no uso disponibilizado na bacia. Foram consideradas todas as outorgas sobrepostas as áreas de manchas mínimas de inundação do rejeito, o volume outorgado e a finalidade do uso da água. A política estadual de recursos hídricos constitui a outorga como um instrumento do direito de uso dos recursos hídricos, ou seja, direito ao acesso a água (IGAM, 2010). Esse instrumento tem a funcionalidade de, além de regularizar o uso, disciplinar a demanda crescente da água e o potencial de retirada (volume outorgável) de cada bacia.

Segundo dados fornecidos Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), a bacia do Paraopeba possui 11.470 outorgas cadastradas junto ao Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM). Dessas outorgas foram selecionadas algumas para compor este estudo com as seguintes premissas:

- O prazo de validade vigente;
- Status do processo: Cadastro Efetivado, Outorga Deferida, Outorga Renovada; Outorga Retificada; Processo Formalizado;
- Tipo de Outorga: Superficial;
- Status do Uso: Significante e Insignificante.

Foi realizado o cruzamento dessas outorgas com os cenários, possibilitando extrair as informações das outorgas superficiais que serão impactadas (sobrepostas a mancha mínima de inundação), com relação ao uso, volume e quantitativo caso ocorra o rompimento de alguma barragem de rejeito mineral não-segura (Figura 1).

A partir da seleção do uso dos recursos hídricos, foram analisadas regiões de vulnerabilidade hídrica. Essas regiões foram mapeadas pelo uso e volume de água utilizada e método de densidade de Kernel. O método de Kernel analisa densidade de eventos espaciais no qual os pontos de ocorrência de determinados eventos são ponderados, sendo que pesos mais altos indicam áreas mais densas e mais próximos dos pontos (SOUZA, 2015).

O mapeamento de regiões de vulnerabilidade dos recursos hídricos foram elaborados com objetivo de analisar as regiões de sensibilidade para os usos possibilitando mensurar as áreas de maior impacto caso ocorra algum cenário de rompimento da barragem.

No presente estudo identificou regiões de vulnerabilidade hídrica tendo em vista a densidade de outorgas e o volume de água outorgado. A partir da densidade, foram classificadas faixas de vulnerabilidade hídrica, que se referem a áreas de maior densidade de outorgas e maior volume outorgado, considerando áreas englobando 50%, 70%, 80% e 90% dos pontos e volume outorgado.

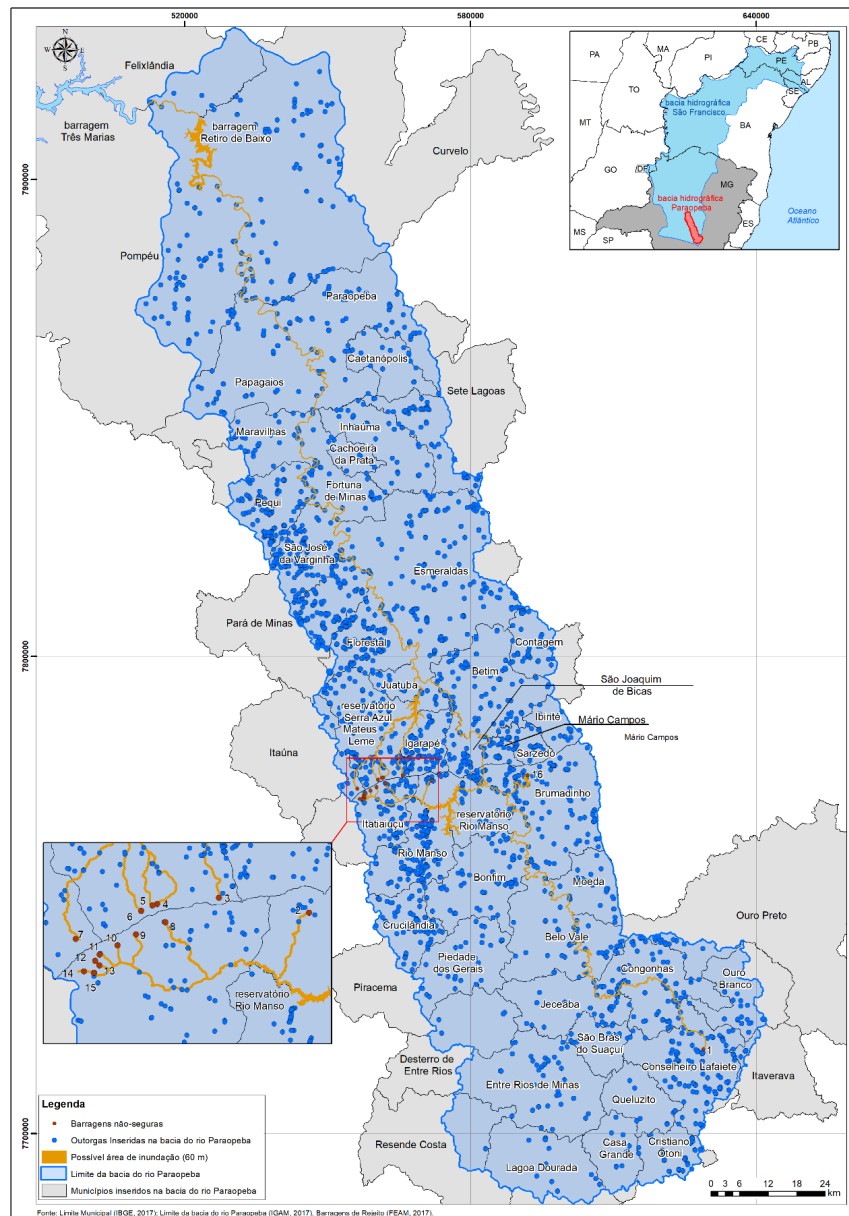


Figura 1 – Cenários e Outorgas existentes na bacia hidrográfica do rio Paraopeba

Fonte: Autores, 2018

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cenário de maior impacto é o da Barragem das bacias de contenção de sedimentos 1, 2 e 3 em Conselheiro Lafaiete, pois esse possui a maior extensão percorrida pelo rejeito, com 474,98 km e maior área de mancha mínima de inundação do rejeito, com 7.635,57 ha. O maior impacto desse cenário será nas atividades de mineração, com 22 (25%) outorgas impactadas, chegando a 793,68 m³/h (31%) e irrigação, com 24 (27,27%), chegando a 546,4 m³/h (Figura 2, Figura 3 e Tabela 2). Esse cenário foi o que apresentou o maior impacto no volume total de água outorgada, com 2.558,88m³/h (8%).

Vale ressaltar que seguido dessas finalidades, a terceira maior impactada será a

que não possui informação de finalidade de uso, com 21 (23,86%), ou seja, não tem como saber qual atividade econômica e/ou social sofrerá impacto.

Foram analisadas 3.152 outorgas (27,48%) a partir das premissas e 50 (1,60%) dessas, poderão ser impactadas pelos cenários são de uso insignificante e 69 (2,19%) dessas são uso significativo. As outorgas de uso significativo apresentam a maior concentração de volume, entretanto 47 (96%) dessas outorgas não possuem informação de volume total utilizado.

O percurso do rejeito e as manchas mínimas de inundação depois do município de Juatuba é coincidente para todos os cenários, no médio e baixo Paraopeba e impactarão 57 outorgas (Figura 2 e Figura 3).

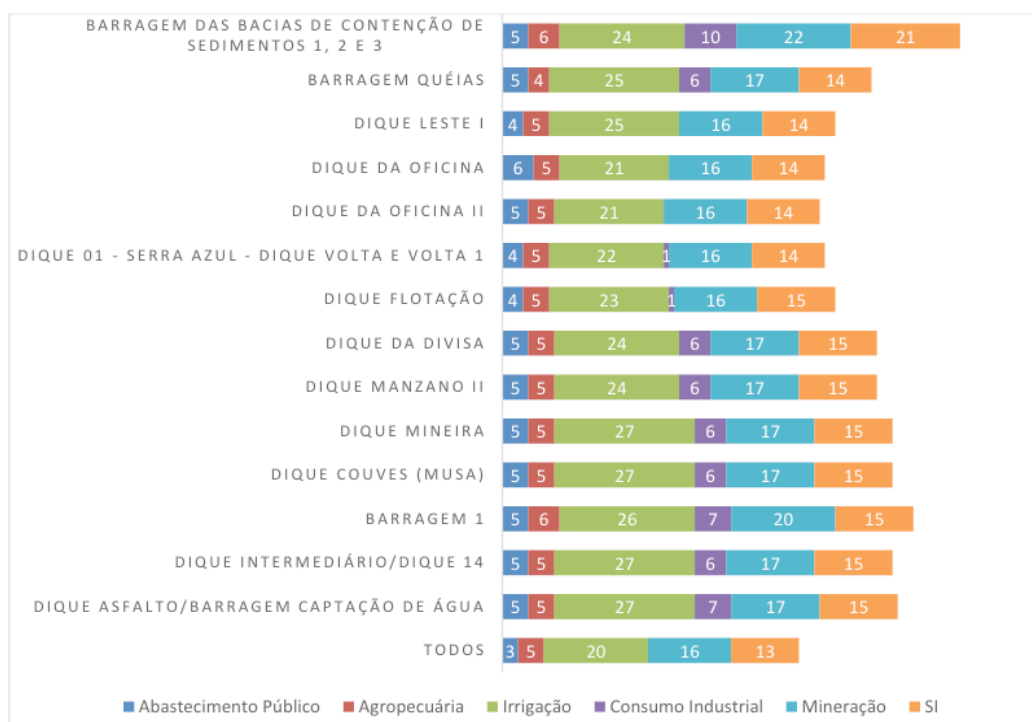


Figura 2 – Outorgas impactadas x Cenários x Finalidade de uso

Fonte: Autores, 2018

produção agrícola da região é destinada para o fornecimento da região metropolitana de Belo Horizonte e Betim. No baixo curso possui destaque na atividade desenvolvida para pecuária extensiva, bem como concentram-se as monoculturas de eucaliptos provimento das siderúrgicas presentes na região (IGAM, 2013). As atividades de pecuária e agricultura são desenvolvidas ao longo de toda a bacia (MATOS; DIAS, 2012), e, portanto, poderão ser impactadas pelos rompimentos.

A finalidade industrial possui o maior consumo de água no cenário barragem das bacias de contenção de sedimentos 1, 2 e 3 com 496,8 m³/h (19,41%). Os cenários barragem Quéias, barragem de Captação de Água, Dique Asfalto, Dique Intermediário, Dique 14, Dique Couves (Musa), Dique Mineira, Dique Manzano II e Dique Divisa impactarão 374,4m³/h de água outorgada (Figura 4 e Tabela 2). Já os cenários Dique 01 - Serra Azul - Dique Volta e Volta 2, Dique Oficina II, Dique Oficina, Dique Leste I e Dique Flotação possuem o consumo bem menor, entre 43,2 m³/h e 72 m³/h (Figura 4 e Tabela 2).

As atividades industriais possuem destaque nos municípios de Conselheiro Lafaiete, Ouro Branco, Congonhas, Ibirité, Sarzedo, principalmente em Betim e Contagem, Sete Lagoas, Cachoeira da Prata e Paraopeba. Apesar dessas atividades serem encontradas em outros municípios da bacia (IGAM, 2013; MATOS; DIAS, 2012).

As outorgas com finalidade de abastecimento público a serem impactadas são dos municípios de Pará de Minas e a região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Desta finalidade, dois reservatórios de abastecimento público poderão ser impactados, o reservatório de Serra Azul e Rio Manso. Todos os cenários, exceto o cenário de rompimento da barragem Bacias de Contenção de Sedimentos 1, 2 e 3, impactarão esses reservatórios. Percebe-se que o impacto ocorrerá diretamente na população que depende dessa finalidade de uso da água. O abastecimento público sofrerá maior impacto nos cenários de rompimento das barragens Dique 01 - Serra Azul - Dique Volta e Volta 2, Dique Oficina, Dique Oficina II, Dique Leste I e Dique Flotação, com 172,8 m³/h (Figura 4 e Tabela 2).

O cenário Dique Leste I impactará o menor volume da finalidade de mineração, chegando a 81,08m³/h (6,23%) (Figura 4 e Tabela 2). A atividade minerária é desenvolvida e toda a bacia, principalmente, no alto e médio curso de água, dada a exploração de minério de ferro e manganês na região. A extração de areia e argila possui destaque, principalmente nos municípios de Cachoeira da Prata, Esmeraldas, Inhaúma, Felixlândia e Fortuna de Minas, com objetivo de fornecimento para construção civil (IGAM, 2013; MATOS; DIAS, 2012).

As outorgas sem informação de finalidade, em relação ao seu uso, representam entre 2% e 8%. Vale ressaltar que a falta dessa informação, da finalidade de uso, caso ocorra um rompimento, pode prejudicar a dimensão do impacto a ser gerado (Figura 4 e Tabela 2).

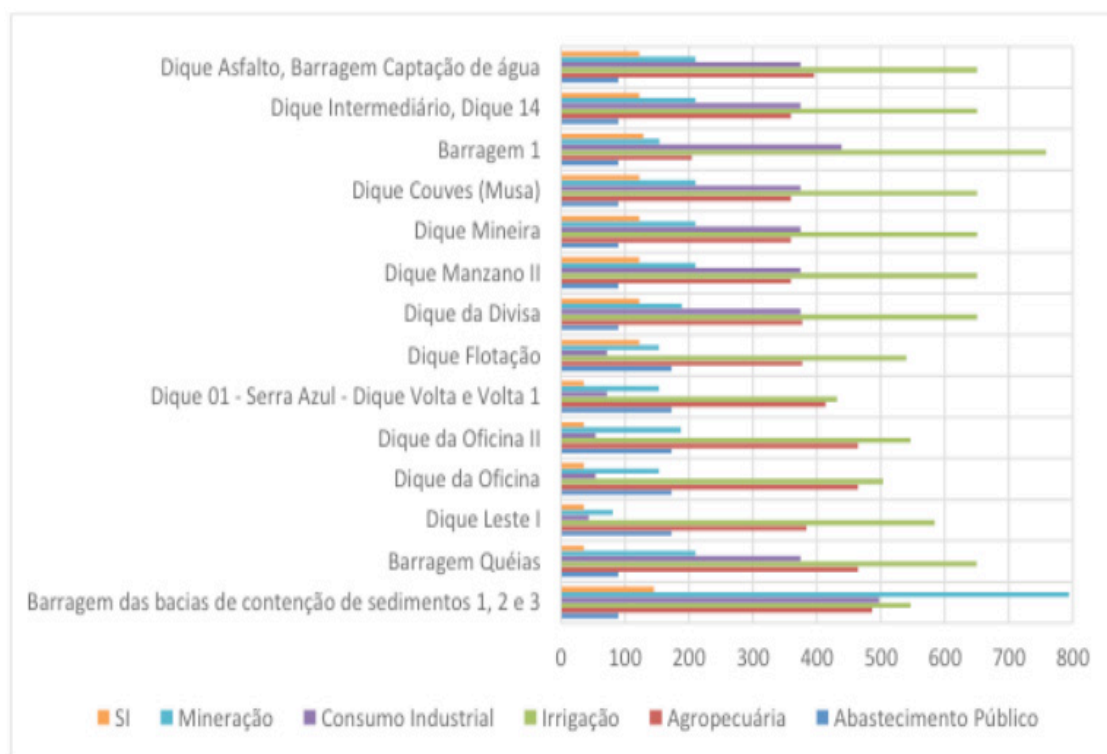


Figura 4 – Volume de outorgas impactadas (m³/h) x Cenários x Finalidade de uso na bacia hidrográfica do rio Paraopeba

Fonte: Autores, 2019

Finalidade de uso	Abastecimento Público (m³/h)	Agropecuária (m³/h)	Consumo industrial (m³/h)	Irrigação (m³/h)	Mineração (m³/h)	SI (Sem Informação) (m³/h)
Cenários						
Barragem bacias de contenção de sedimentos 1, 2 e 3	90	486,6	496,8	546,4	793,68	145,4
Barragem Quéias	90	464	374,4	650	210,68	36
Barragem de Captação de Água; Dique Asfalto; Dique Captação de Água/Dique Asfalto	90	395,6	374,4	650,8	210,68	122,4
Dique Intermediário; Dique 14; Dique Intermediário/Dique 14	90	359,64	374,4	650,8	210,68	122,4
Dique Couves (Musa)	90	359,64	374,4	650,8	210,68	122,4
Dique Mineira	90	359,64	374,4	650,8	210,68	122,4
Dique Manzano II	90	359,64	374,4	650,8	210,68	122,4
Dique da Divisa	90	377,6	374,4	650,8	188,68	122,4
Dique 01 - Serra Azul - Dique Volta e Volta 2	172,8	413,6	72	431,6	153,08	36
Dique Oficina II	172,8	464	54	546,6	187,88	36
Dique Oficina	172,8	464	54	503,6	153,08	36
Dique Leste I	172,8	383,6	43,2	584	81,08	36
Dique Flotação	172,8	377,6	72	539,6	153,08	122,4
Barragem I	90	204,8	439,2	758,4	154	128,64

O mapeamento das faixas de vulnerabilidade dos recursos hídricos foi elaborado pelo método de Kernel e este foi determinado na hierarquização de uma escala que varia entre Muito Baixa (0 - 5,07) - 90%, Baixa (5,07 - 10,13) - 80%, Alta (10,13 - 15,20) - 70%, Muito Alta (15,20 - 25,33) - 50%, sendo esse índice tanto maior quanto maior o grau de vulnerabilidade, ou seja densidade de outorgas e volume outorgado (Figura 6).

O método de Kernel se mostrou apropriado para objetivo do estudo apontando para fato de 48% municípios que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Paraopeba abrangem as regiões de maior vulnerabilidade hídrica (Figura 7). Vale ressaltar que a concentração de barragens não-seguras está localizada nas regiões mais vulneráveis.

As faixas de vulnerabilidade hídrica mais afetadas pelos rompimentos são a Muito Baixa, com 49% e Baixa, com 28% (Figura 5). Vale ressaltar a importância extrema da vulnerabilidade hídrica em relação ao abastecimento público, principalmente o sistema de abastecimento integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte, composto pelos reservatórios Serra Azul e Rio Manso, que atende 8 milhões e 600 mil habitantes (OLIVEIRA, 2018). Existem 17 cenários que impactarão diretamente esse sistema de abastecimento da metrópole (Figura 3).

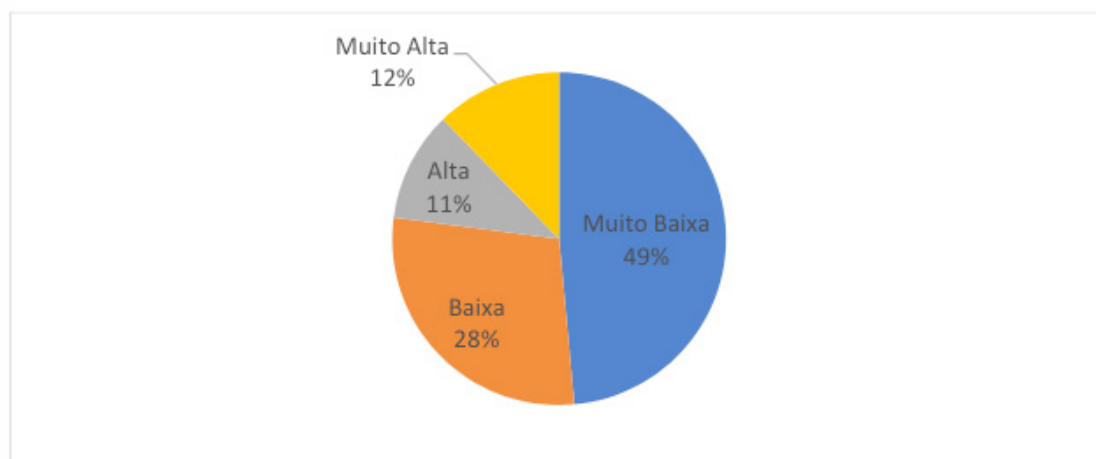


Figura 5 – Faixas de Vulnerabilidade x Cenários

Fonte: Autores, 2019

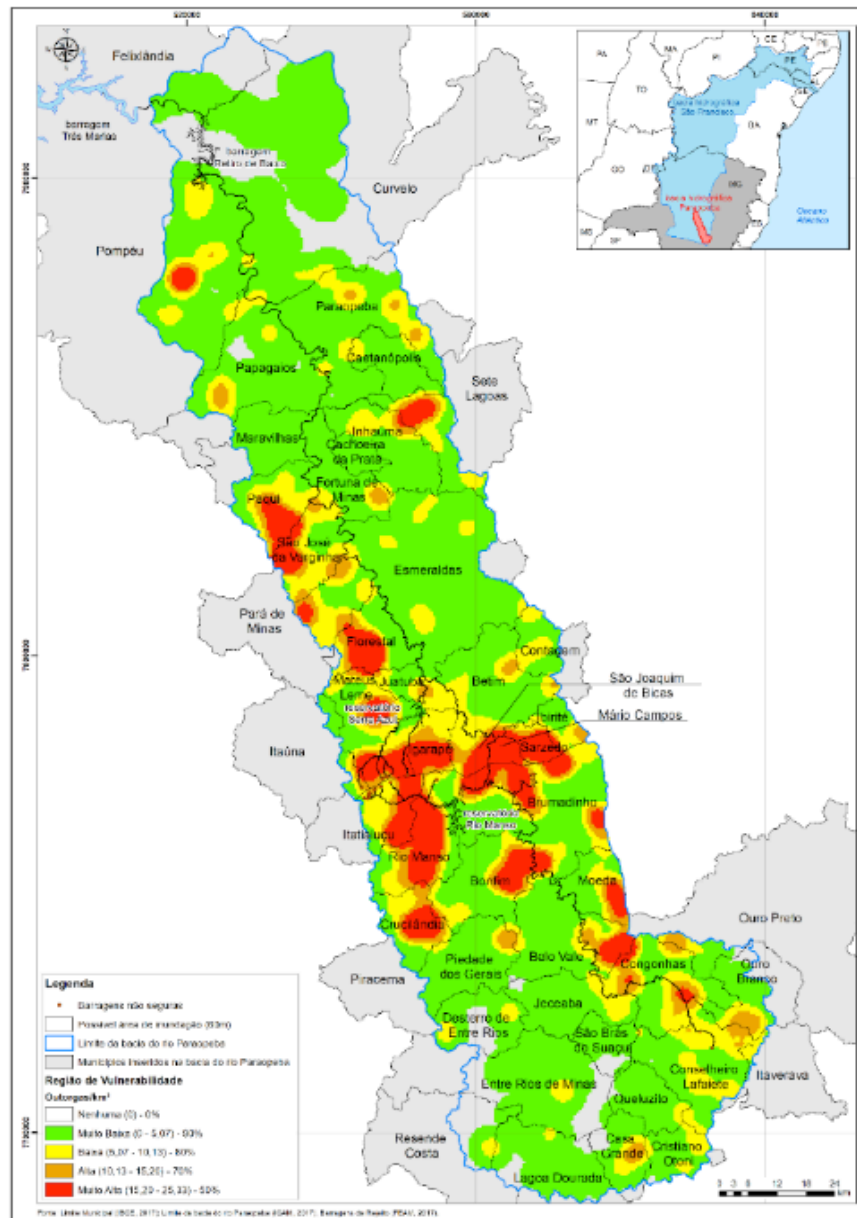


Figura 6 – Mapeamento das regiões de vulnerabilidade de uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraopeba

Fonte: Autores, 2019

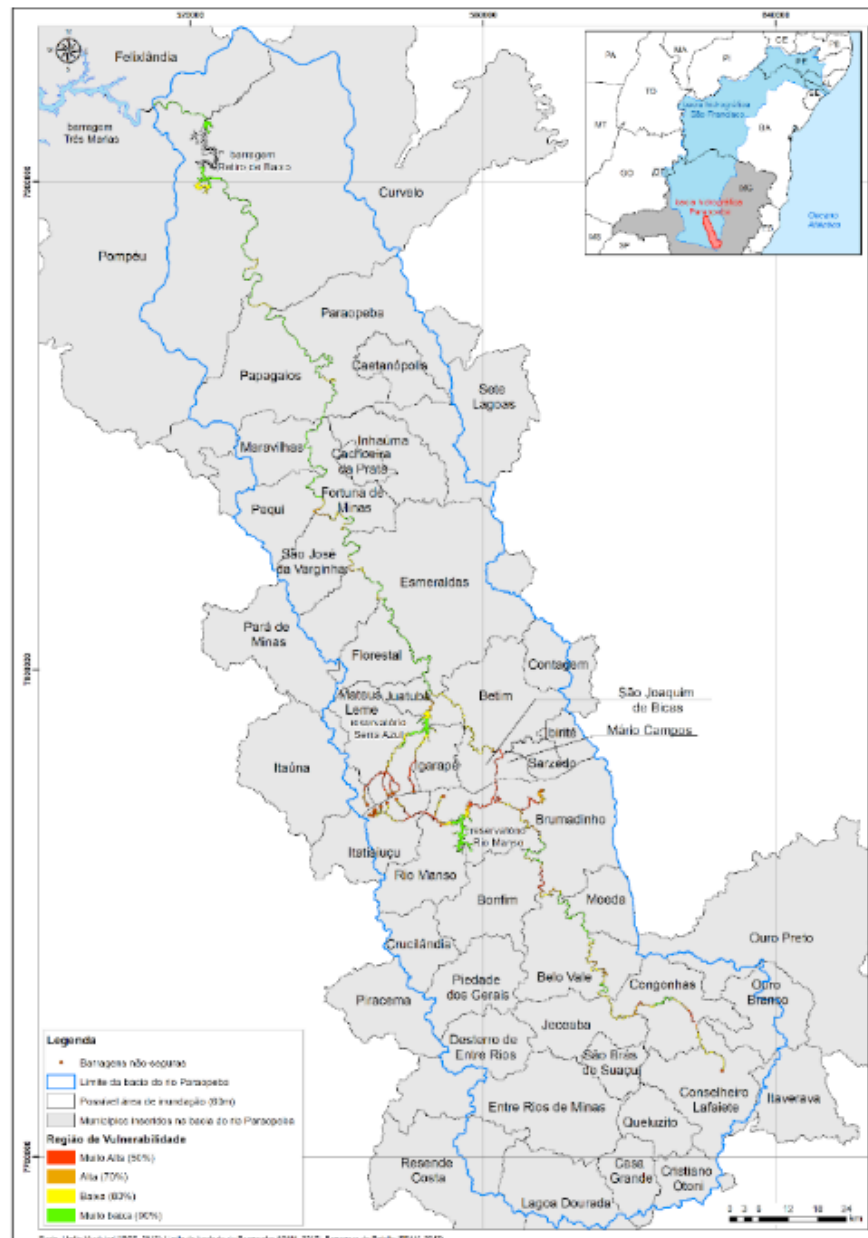


Figura 7 – Mapeamento das faixas de vulnerabilidade x cenários de potenciais rompimentos de barragens

Fonte: Autores, 2019

4 | CONCLUSÃO

É possível afirmar que qualquer desses 18 cenários impactarão profundamente na qualidade da água para a população do rio Paraopeba e seus afluentes. Esse tipo de análise é fundamental para a evolução da discussão do licenciamento ambiental, visto que, atualmente, somente são analisados os impactos ambientais referentes as fases prévia de instalação e operação. A inclusão da análise de risco de rompimento de estruturas geotécnicas de empreendimentos de maneira mais profunda no licenciamento é essencial para evitar que desastres ambientais desse tipo ocorram.

O cenário de rompimento que mais impactará o volume de água destinado a finalidade de irrigação será o da barragem I, em Brumadinho, chegando a 758,4 m³/h. Cabe pontuar que tal barragem se rompeu durante o estudo, mostrando o quão

reais, frequentes e prováveis são os rompimentos desse tipo de estrutura. O cenário barragem bacias de contenção de sedimentos 1, 2 e 3, em Conselheiro Lafaiete, impactará o maior volume de água destinado a finalidade de mineração, chegando a 793,68 m³/h. Dessa forma, o rompimento de barragens de rejeitos é um problema econômico enorme, inclusive para a atividade minerária.

Caso algum desses cenários venham a ocorrer, o impacto econômico vai ser enorme, uma vez que a bacia hidrografia do rio Paraopeba possui diversas atividades econômica relacionadas à irrigação, agropecuária e mineração. Outro impacto de extrema importância é no contexto social, como mostrado pelo número fatalidades humanas. Em Mariana foram 19 óbitos e em Brumadinho foram 171 mortes confirmadas e 139 desaparecimentos, apontando para o potencial genocida do rompimento de tais estruturas.

É importante destacar que algumas outorgas não possuem informações sobre a finalidade do uso, ou seja, possuem uso definido. Essa falta de informação, representa entre 2% e 8%, aproximadamente, das outorgas a serem impactadas, com isso prejudica, caso ocorra um rompimento, a análise do impacto a ser gerado. O mesmo ocorre com a falta de informação de volume captado por outorgas de uso significativo que possui a representatividade de 39%. Conclui-se que a necessidade de fortalecimento de fiscalização e melhoria do sistema de informação por parte do órgão competente, visto que o processo de outorgas é auto declaratório.

Finalmente, percebe-se suscetibilidade das regiões que apresentam a maior vulnerabilidade em relação aos cenários mapeados visto que há uma concentração maior de barragens de rejeito nas regiões e faixas de vulnerabilidade hídrica.

REFERÊNCIAS

COPASA, 2019, 27 jan. **Abastecimento de água na região do Rio Paraopeba**. Disponível em: <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/imprensa/noticias/releases/2019rel/janeiro19rel/abastecimento-de-agua-na-regiao-do-rio-paraopeba-ie14324!/ut/p/a1/zZJPTwIxEMU_CweOTWdhI90eV1T-i8GDy17MsB2WEmhLtxj99haDiRckerKXzpu8ZCa_N7zkBS81vqoavTladyd d9l6mMMmHkwmM54vRPeSTxXwwH90sHmYpf-YILyvtrd_wZaM8scpYbDB82tNRmqYNKIROk2-DJbdWu9DZW0e6wTZo41WIMLgc7QgbCIUHIhFUG7aoSTIzVrjCxlOI9qS9YZIY1kdkGpmj WmHoGOaUYRYdGksrZlqiuNuJTxtarEISo2r9qSol-VIQdpKoJ5iopGRxBZIJSYIlaVdUJJMk E1EAsAwA4MLL4Rqf8TVDGNBxs_6sPi3pN0zpteHFFxZefGHhxRkLL75j4cWfsYTJans4IH kl8BTWm-fFP03w88oCx0cY9aN4AONsCBnkWRqJYR-6SRydDT8EtQxJpheTuEv50y9Pw-732XY9TXb17XsXtomtW60PG1nlnQ!!!dl5/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/> Acessado em: 04/02/2019

CORREIA, R.; MAGALHÃES, J. Assembleia Legislativa do estado de Minas Gerais. **Comissão Extraordinária com a finalidade de realizar estudos, promover debates e propor medidas de acompanhamento das consequências sociais, ambientais e econômicas da atividade mineradora no Estado, notadamente no que tange ao rompimento das barragens ocorrido em Mariana, seus desdobramentos e ações de recuperação dos danos causados, bem como discutir a situação de outras barragens existentes no Estado**: Comissão Extraordinária das Barragens. Relatório Final. Belo Horizonte: [s.n.], 2016. 249 p.

CORREIO BRASILIENSE, 01 FEV. **Brumadinho: rejeitos avançam e afetam cidades banhadas pelo Rio Paraopeba**. Disponível em: <<https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2019/02/01/interna-brasil,734614/brumadinho-rejeitos-avancam-e-afetam-cidades-banhadas-pelo-rio-paraop.shtml>>. Acessado em: 04/02/2019

FEAM. **Inventário de barragem do Estado de Minas Gerais - ano 2016**. Belo Horizonte, 2017.

IGAM, INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Manual técnico e administrativo de outorga de direito de uso de recursos hídricos no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: [s.n.], 2010. 113 p. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/outorga/manual/manual-de-outorga.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

IGAM, IGAM, INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Identificação de municípios com condição crítica para a qualidade de água na bacia do rio Paraopeba**. Belo Horizonte. 2013. 41p.

LACAZ, F. A. C.; PORTO, M. F. S.; PINHEIRO, T. M. M. **Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 42, n. 0, p. 1–12, 2017.

MATOS, F.; DIAS, R. **Consórcios Intermunicipais e a bacia hidrográfica do rio Paraopeba**. ResearchGate, Minas Gerais, p. 1-15, jan. 2015. Disponível em: <<http://www.researchgate.net/publication/277203841>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

OLIVEIRA, R. S. **Experiência e desafios da COPASA MG para a sustentabilidade das bacias de captação de água para o abastecimento humano**. Belo Horizonte: III Simpósio de Modelagem de Sistemas Ambientais e Gestão da Paisagem (27/11/2018), 2018.

SEAPA, 2019, 31 jan. A água do rio Paraopeba apresenta riscos à saúde humana e animal e não deve ser utilizada para qualquer finalidade. Disponível em: <<http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/component/gmg/story/3306-comunicado>>. Acessado em: 04 fev. 2019.

SEMAD, 2019a, 06 fev. **Nota de Esclarecimento 13 – Desastre Barragem B1**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/noticias/1/3757-nota-de-esclarecimento-13-desastre-barragem-b1>> Acessado em: 12/02/2019.

SEMAD, 2019b, 07 fev. **Nota de Esclarecimento 14 – Desastre Barragem B1**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/noticias/1/3758-nota-de-esclarecimento-14-desastre-barragem-b1>> Acessado em: 12/02/2019.

SOUZA, F.C.M. **Implementação de SIG e Mapas de Kernel visando Acessibilidade na Educação Superior**. 84 f. Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2015.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jorge González Aguilera: Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Alan Mario Zuffo: Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-473-3

