



**Nayara Araújo Cardoso
Renan Rhonalty Rocha
Maria Vitória Laurindo
(Organizadores)**

**NOVOS PARADIGMAS
DE ABORDAGEM NA
MEDICINA ATUAL 2**

Atena
Editora
Ano 2019

Nayara Araújo Cardoso
Renan Rhonalty Rocha
Maria Vitória Laurindo
(Organizadores)

Novos Paradigmas de Abordagem na Medicina Atual 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)

N945 Novos paradigmas de abordagem na medicina atual 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Nayara Araújo Cardoso, Renan Rhonalty Rocha. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Novos Paradigmas de Abordagem na Medicina Atual; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-414-6

DOI 10.22533/at.ed.146192006

1. Medicina – Pesquisa – Brasil. 2. Pesquisa médica. I. Cardoso, Nayara Araújo. II. Rocha, Renan Rhonalty. III. Série.

CDD 610.9

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

A obra “Novos Paradigmas de Abordagem na Medicina Atual” é integrada por uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seus 18 capítulos do volume 2, a qual apresenta dados descritivos e epidemiológicos de doenças emergentes e reemergentes e a atuação dos profissionais da saúde sobre estas.

Nos últimos anos têm sido reconhecidas diversas infecções humanas até então desconhecidas, bem como a reemergência de outras que, ao longo dos anos, haviam sido controladas. As doenças emergentes são as que se desenvolvem com impacto significativo sobre o ser humano, por conta de sua gravidade, da alta probabilidade em acometer órgãos e sistemas principais e da potencialidade de deixar sequelas limitadoras e mesmo morte.

Dentre os fatores que contribuem para o reaparecimento de doenças reemergentes, como a sífilis e a Doença de Chagas, e o desenvolvimento de novas patologias, como microcefalia e variados tipos de câncer, estão os mecanismos de mutação e recombinação genéticas, demografia e comportamentos humanos, mudanças ecológicas, uso inapropriado das tecnologias em saúde e a decadência dos sistemas de saúde, fruto da elevada demanda e dos custos crescentes da assistência médica, que vem a absorver grande parte dos recursos, antes destinados às áreas de prevenção e controle de agravos. Assim, medidas como a potencialização da comunicação e informação em saúde pública e das práticas preventivas em saúde, implantação de políticas de uso racional de medicamentos, estímulo a mudanças no estilo de vida e equilíbrio com a natureza contribuem na prevenção do aparecimento dessas patologias.

Assim, esta obra é dedicada tanto para os estudantes e profissionais da área da saúde, quanto para a população de forma geral e aborda os seguintes temas: fatores epidemiológicos da Doença de Chagas; correlação entre alterações socioambientais e surgimentos de doenças; novos vetores de propagação de doença bacteriana; patologias relacionadas às alterações genéticas; aspectos relacionados à microcefalia; drogas de abuso como problema de saúde pública; fatores relacionados à subnotificação de sífilis; relatos de casos sobre padrões de diferentes neoplasias, entre outros.

Sendo assim, almejamos que esta obra colabore com os profissionais de saúde, atualizando os conhecimentos destes sobre algumas patologias emergentes e reemergentes e assim, norteie o desenvolvimento de estratégias de prevenção e paralelamente embase o tratamento e manejo dos casos já existentes.

Nayara Araújo Cardoso
Renan Rhonalty Rocha

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A DROGA, O ÁLCOOL E SEUS PREJUÍZOS	
Luana Papalardo Brandão	
Sarah Bárbara Campagnolo	
Lohanne Oliveira Carneiro	
Verônica Ferreira Ferraz	
Lorena Oliveira Nunes	
Amanda Carísio Sobrinho	
Marcos Leandro Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.1461920061	
CAPÍTULO 2	9
A IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DE SUBNOTIFICAÇÃO DA SÍFILIS AO COMPARAR DADOS OBTIDOS NO SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO (SINAN) COM OS DE UMA UNIDADE DE SAÚDE DA FAMÍLIA DO MUNICÍPIO DE VILA VELHA - ES	
Gabriela Costalonga Pattuzzo	
Ana Maria Bartels Rezende	
Carolline Panetto da Silva	
Heitor de Angeli Almeida	
Izabella Caser Lopes de Faria	
João Victor Schimith Corcino de Freitas	
Kamille Lirio Ramos	
Leticia Stefanelli Potsch	
Marcela Nascimento Perciano	
Mariana Olympio Rua	
Paloma Casotti Bozzi	
Renato Lannes Magalhães Marques	
Vitor Manzolli Martinelli	
Waleska Souza Reisman	
DOI 10.22533/at.ed.1461920062	
CAPÍTULO 3	18
A MICROCEFALIA POR SÍNDROME CONGÊNITA DO ZIKA VÍRUS NAS MÃOS DE FUTUROS FISIOTERAPEUTAS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA	
Elias Eljeydson de Menezes	
Italine Maria Lima de Oliveira Belizário	
Jordânia Maria Barbosa da Silva	
José Davi Nunes Martins	
Patrícia da Silva Taddeo	
Paulo Fernando Machado Paredes	
DOI 10.22533/at.ed.1461920063	
CAPÍTULO 4	24
ALTERAÇÕES GESTACIONAIS CAUSADAS POR DROGAS DE ABUSO	
Fernanda Folla Pompeu Marques	
Ana Carolina Paim Guimarães	
Mércia Tancredo Toledo	
DOI 10.22533/at.ed.1461920064	

CAPÍTULO 5 36

ANÁLISE E SENSIBILIDADE DO PERFIL BACTERIOLÓGICO EM CULTURAS DE PONTA DE CATETERES NO LABORATÓRIO CENTRAL DE SAÚDE PÚBLICA DO ESTADO DO PIAUÍ

Wallyson André dos Santos Bezerra
Jéssica Milena Moura Neves
Kelly Maria do Rêgo Silva
Tatiana Vieira Sousa Chaves
Leilane Ribeiro de Sousa
Iluska Martins Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.1461920065

CAPÍTULO 6 46

ANGIOMIOLIPOMA RENAL GIGANTE: RELATO DE CASO

Isadora Matias Couto
Nathália Chinellato de Lima Oliveira
Bruna Fachetti Jubé Ribeiro
João Victor Muniz Silvestre de Lima

DOI 10.22533/at.ed.1461920066

CAPÍTULO 7 48

BRAIN STIMULATION USED AS BIOFEEDBACK IN NEURONAL ACTIVATION OF THE TEMPORAL LOBE AREA IN AUTISTIC CHILDREN

Vernon Furtado da Silva
Estélio Henrique Martins Dantas
Patrícia da Cruz Araruna Oliveira
Kaliny Monteiro Simões
Maria Auxiliadora Freire Siza
Mauricio Rocha Calomeni

DOI 10.22533/at.ed.1461920067

CAPÍTULO 8 59

CARCINOMA POUCO DIFERENCIADO DE CÉLULAS EM ANEL DE SINETE EM PÁPILA DUODENAL: UM RELATO DE CASO

Matheus Henrique Benin Lima
Mariana Mafalda Magalhães
Letícia Eickhoff
Daniel Navarini

DOI 10.22533/at.ed.1461920068

CAPÍTULO 9 63

ESTUDO MORFOLÓGICO E MORFOMÉTRICO DA AMPOLA HEPATOPANCREÁTICA

Fernanda Marcante Carlotto
Jaline Ribeiro da Silva
Marcos Dal Vesco Neto
Jorge Roberto Marcante Carlotto
Lucas Duda Schmitz
Juarez Antonio Dal Vesco

DOI 10.22533/at.ed.1461920069

CAPÍTULO 10 67

FORMIGAS COMO VETOR DE PROPAGAÇÃO BACTERIANA NO CONJUNTO HOSPITALAR DE SOROCABA – SP

Pedro Luís Escher Escobosa Parron
Patrícia Junqueira Maia Soares
Marcela Pellegrini Peçanha
Amantina Aparecida Costa
Ângela Maria Carrocci
Neil Ferreira Novo
Ana Eugênia de Carvalho Campos
Clarice Queico Fujimura Leite

DOI 10.22533/at.ed.14619200610

CAPÍTULO 11 79

HEMORRAGIA DIGESTIVA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO: ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS DIAGNÓSTICOS NA EMERGÊNCIA DA UNIDADE ESTADUAL DE REFERÊNCIA: HOSPITAL DÓRIO SILVA

Jeinnifer Zanardo Coaioto
Igor Moraes Araújo Lopes
Kamilla Karine Costa Silva
Rialla Greque Machado
Dyanne Moysés Dalcomunne

DOI 10.22533/at.ed.14619200611

CAPÍTULO 12 85

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS POR METAIS PESADOS: ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE MARIANA

Maria Eduarda de Oliveira Pereira Rocha
Gabriella Alves Costa
Larissa Souza Gonçalves
Renato Sérgio Cavalcante Batista
Fabiola de Almeida Brito

DOI 10.22533/at.ed.14619200612

CAPÍTULO 13 97

INCIDÊNCIAS DA DOENÇA DE CHAGAS NO ESTADO DO MARANHÃO

Maria Madalena Corrêa Melo
Fabricio Viana Sousa
Gustavo Henrique Rodrigues Vale de Macedo
Sabrina Louhanne Corrêa Melo
Andréia Meneses da Silva

DOI 10.22533/at.ed.14619200613

CAPÍTULO 14 107

LESÃO RENAL AGUDA ASSOCIADA AO AFOGAMENTO: RELATO DE CASO

Rafael Sampaio Oliveira
Alice Pignaton Naseri
Dyanne Moyses Dalcomune
Antonio Freitas Netto
Elisama Pimentel Damiani
Lucas Bassetti Médici
Muriell Camara Lombardi
Pedro Victor de Assis Cotias

DOI 10.22533/at.ed.14619200614

CAPÍTULO 15 113

PREVALÊNCIA DE CAQUEXIA EM PACIENTES ONCOLÓGICOS E FATORES ASSOCIADOS

Natália Fernandes dos Santos
Rayara TÁCILA Ferreira Santos
Kezia Cristina dos Santos Cunha
Andrea Cláudia Menezes Paz Barros
Isabel Cristina Leal
Laís Leilane Bastos Silva
Ana Paula Ferreira dos Santos
Ana Carolina Pereira de Mello Moura
Kleres Luciana Gomes Dias da Silva
Edla Karina Cabral
Tamires Regina da Silva Cunha

DOI 10.22533/at.ed.14619200615

CAPÍTULO 16 123

PRIMARY NEUROENDOCRINE NEOPLASM OF THE ESOPHAGUS – REPORT OF 14 CASES FROM A SINGLE INSTITUTE AND REVIEW OF THE LITERATURE

Francisco Tustumi
Rodrigo Hideki Uema
Flavio Roberto Takeda
Guilherme Luiz Stelko Pereira
Ulysses Ribeiro Junior
Rubens Antônio Aissar Sallum
Ivan Ceconello

DOI 10.22533/at.ed.14619200616

CAPÍTULO 17 141

SÍNDROME DE PHELAN-MCDERMID E CROMOSSOMO 22 EM ANEL:RELATO DE CASO

Gabriela Dias Nunes
Heloísa Baptista Sequin
Marcelle Relva de Moraes
Aline Andruskevicius Castro
Rodrigo Ambrosio Fock
Mileny Esbravatti Stephano Colovati
Mirlene Cecília Soares Pinho Cernach

DOI 10.22533/at.ed.14619200617

CAPÍTULO 18 151

TUMOR CARCINOIDE PRIMÁRIO DO OVÁRIO: RELATO DE CASO

Rosiméri Gerlach

Vinícius Paz Lorenzoni

Vitória Treichel Cazarotto

DOI 10.22533/at.ed.14619200618

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 154

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS POR METAIS PESADOS: ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE MARIANA

Maria Eduarda de Oliveira Pereira Rocha

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas

Gabriella Alves Costa

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas

Larissa Souza Gonçalves

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas

Renato Sérgio Cavalcante Batista

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas

Fabíola de Almeida Brito

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas

RESUMO: O rompimento da barragem de Fundão sucedeu-se no município de Mariana-MG em 2015 e é considerado um dos piores desastres socioambientais do país. O acidente teve como resultado vítimas fatais, famílias desabrigadas e contaminação por metais pesados nas bacias hidrográficas da região, acarretando em doenças e impactos ambientais à comunidade. Este trabalho tem como objetivo fazer uma reflexão e analisar a partir da literatura quais os metais pesados encontrados no meio ambiente e suas consequências na saúde da população atingida. Para esta

revisão, foram utilizados artigos dos anos de 2016 a 2018, retirados das principais bases de dados científicas. A partir disso, foi observado a presença de metais pesados como: chumbo, mercúrio, cádmio, cobre, zinco e cromo em níveis elevados, em toda a extensão do Rio Doce neste período do estudo; acarretando no desencadeamento de múltiplas doenças como reações alérgicas cutâneas, além do grande potencial cancerígeno que estes metais podem induzir na saúde humana. Dentre os impactos ambientais até o momento identificados, destaca-se a degradação do solo por meio da impermeabilidade; redução da matéria orgânica e conseqüentemente, a perda da biodiversidade dos ecossistemas terrestre e aquático. Em suma, em decorrência do rompimento, os metais presentes na água do Rio Doce, geraram impactos negativos na qualidade da água, refletindo diretamente tanto na saúde da população como na dos animais. Essas informações são importantes para reflexão e tomada de ações para planejamento pós-desastre, atenuação dos danos e redução dos riscos para população ribeirinha que podem ter um cenário devastado a longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE: Mariana. Barragem do Fundão. Metais pesados. Impactos ambientais.

ABSTRACT: The rupture of the Fundão dam occurred in the municipality of Mariana-MG in

2015 and is considered one of the s worst disasters socioambient woes of the country. The accident resulted in fatalities, homeless families and heavy metal contamination in the watersheds of the region, resulting in diseases and environmental impacts to the community. This work aims to make a reflection and analyze from the li terature what heavy metals found in the environment and its consequences on the health of the affected population. For this review, articles were used from the years 2016 to 2018, taken from the main scientific databases. From this, the Watcher fo i the presence of heavy metals such as: lead, mercury, cadmium, copper, zinc and chromium at elevated levels throughout the entire length of the Doce River during this study period; resulting in desencade am ent m ú ltiplas diseases with allergic skin reactions, besides the great carcinogenic potential that these metals can induce in human health. Among the environmental impacts identified to date, soil degradation is highlighted through impermeability; reduction of organic matter and, consequently, the loss of terrestrial and aquatic ecosystems biodiversity. In short, as a result of the disruption, the metals present in the water of the Doce River, have generated negative impacts on water quality, reflecting directly on the health of both the population and the animals. This information is important for reflection and action for post-disaster planning, mitigation and risk reduction for riverine people who may have a long-term devastated landscape.

KEYWORDS: Mariana. Dam of the Fundão. Heavy metals. Environmental impacts.

1 | INTRODUÇÃO

O meio ambiente está fortemente vinculado à ação humana, sendo, portanto, um aspecto contraditório em que as relações humanas podem refletir negativamente ou positivamente no mesmo. A ocupação desordenada de áreas impróprias à habitação, a construção de empresas de mineração em locais inadequados e a agressão ao meio ambiente pela utilização de técnicas inadequadas de produção causam impactos socioambientais (NUNES et al, 2002).

A legislação brasileira voltada para a mineração e para o meio ambiente retrata as políticas públicas de diferentes períodos de nossa história. Tendo sua atividade mineradora no início ainda no período colonial, seguido pelo período republicano da história brasileira, momento em que foram produzidos os principais regulamentos da atividade mineradora, isto é, os vários Códigos de Mineração (HERMANN et al, 2000).

É fácil perceber que os momentos de profundas mudanças na regulamentação da atividade mineradora no Brasil sempre estiveram associados a períodos de turbulência político-econômica, bem como à geopolítica internacional. A mineração é uma atividade de extração de minerais que possui valor socioeconômico proporcionando a fabricação de utensílios e ferramentas indispensáveis à sobrevivência do homem e ao desenvolvimento técnico-científico, tornando-se uma atividade essencialmente exploracionista (NUNES et al, 2002). Cerca de 1.400 empresas de mineração presente no Brasil, fazem a extração principalmente de metais pesados. As águas das rochas mineralizadas (lixívia) contêm alta concentração desses metais

que podem causar contaminação em áreas com diversos pontos de vulnerabilidade (ROCHA et al, 2016).

De acordo com dados da Promotoria de Meio Ambiente de Minas Gerais, existem mais de 1000 barragens de rejeito de mineração no Estado, e cabe registrar que a de Fundão era uma das consideradas estáveis, e, mesmo assim, rompeu-se, provocando a tragédia que deixou vítimas fatais, pessoas desaparecidas e famílias desabrigadas (RODRIGUES et al, 2016).

O Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) divulgou um laudo técnico parcial relatando que o nível de impacto foi tão profundo e perverso ao longo de diversos estratos ecológicos, que se tornou impossível estimar um prazo de retorno da fauna ao local, visando o reequilíbrio das espécies na bacia, sendo assim, considerado o maior desastre socioambiental do país (IBAMA, 2015). O tema da mineração vem recebendo atenção nos debates há algum tempo, por constituir um desafio socioambiental que ganhou destaque com o rompimento da barragem de Fundão (Figura 1) que pertencia ao complexo minerário de Germano, da empresa Samarco Mineração S.A, localizada no município de Mariana, estado de Minas Gerais, ocorrido na tarde do dia 05 de novembro de 2015 (POEMA et al, 2015).



Figura 1: Imagem de satélite antes do rompimento da barragem de Fundão.

Fonte: IBAMA, 2015

Sabe-se que o Rio Doce e seus afluentes sofrem historicamente com o processo de impacto nos recursos hídricos devido às atividades de mineração. O rompimento da barragem causou grande impacto ambiental, em especial sobre estes recursos (Figura 2). Após o desastre, realizou-se coletas de amostras com o objetivo de avaliar a qualidade das águas do Rio Doce, tendo por foco a verificação de metais pesados. Embora muitos destes elementos sejam necessários aos diversos organismos, em altas concentrações tornam-se tóxicos, danificando os sistemas biológicos devido suas características biocumulativas (DIAS et, al, 2018).



Figura 2: Imagem de satélite depois do rompimento da barragem de Fundão.

Fonte: IBAMA, 2015

Com relação ao ritmo de despejos dos metais pesados, cresceu 83% entre 2009 e 2014, fator que contribuiria para desorganização da barragem. A empresa Samarco informou que todas as operações estavam devidamente licenciadas e regularizadas no momento do acidente, inclusive em relação ao volume de material depositado. Após o desastre, a empresa alegou que a principal linha de investigação seria um tremor de terra que ocorreu a 5 km da barragem de Fundão (FREITAS et al, 2016).

Os prejuízos econômicos públicos, relacionados a ações emergenciais de garantia ao funcionamento dos serviços públicos municipais tem como valor total de R\$ 5 milhões, sendo 36,5% concentrados no afluente o Rio Doce que tem como município Barra Longa. Prejuízos imensos impactaram os serviços públicos essenciais, como geração e distribuição de energia, seguidos de serviços de tratamento de esgotos, saúde pública, limpeza urbana e destinação dos resíduos, transporte e educação, entre outros. Também resultou em prejuízos econômicos no setor privado, afetando principalmente nas atividades industriais e no município de Mariana (FREITAS et al, 2016).

O Índice da Produção Mineral (IPM) mede a variação na quantidade produzida de mineração, mostrando crescimento de 6,3% no segundo semestre de 2015, devido ao aumento na produção no minério de ferro, cobre, níquel e alumínio, além do cromo. Com isso, há vários fatores como, o aprimoramento das operações industriais, que influenciam o aumento da produção (BICCA et al, 2016).

A comparação entre os anos de 2015 e 2018, mostra que a queda no preço médio na quantidade das exportações de minério de ferro ocasionou uma recomposição das participações relativas de cada substância exportada pela Indústria Extrativa Mineral (IME). Enquanto o minério de ferro respondia no primeiro semestre de 2015 por 61,3% das exportações da I.E.M, no mesmo semestre de 2018 essa participação passa a ser

de 64,2%. Esse aumento da participação do minério de ferro ocorreu da mesma forma com o aumento de participação das substâncias cobre (8,2% para 8,8%) e manganês (0,7% para 1,2%) (BICCA et al, 2018). Conforme (Figura 3) abaixo.

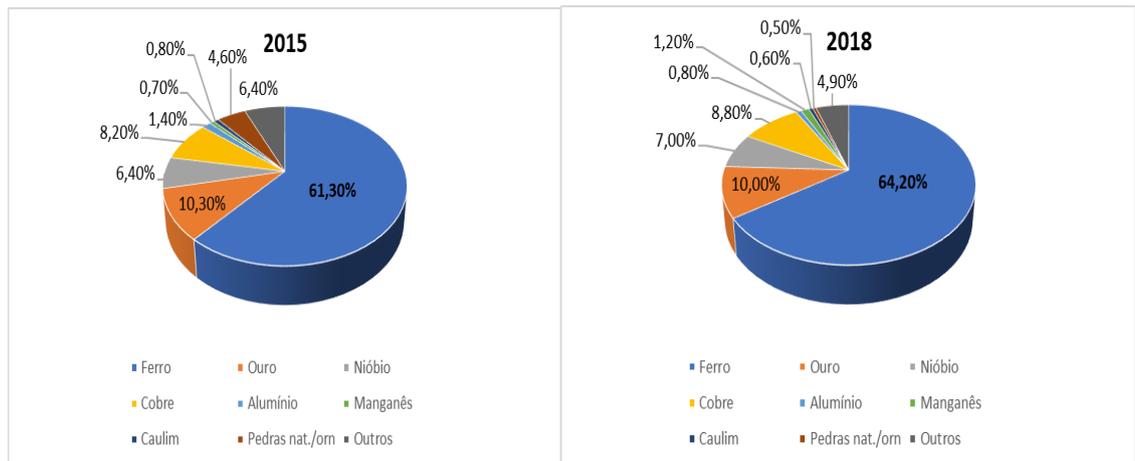


Figura 3: Comparativo da produção da Indústria Extrativa Mineral entre 2015 e 2018 dos minérios.

Fonte: Adaptado de (Andrade, et al 2015, 2018)

Após o desastre ambiental decorrente do rompimento, e a liberação de aproximadamente 36,2 milhões de m³ dos rejeitos de minérios, gerou uma drástica alteração no ecossistema em torno do leito do Rio Doce. Foram observadas alterações nas concentrações de metais pesados no meio hídrico, prejudicando o abastecimento de água para o consumo humano, a dessedentação de animais, bem como para irrigação da lavoura. Além do desaparecimento de espécies de fauna e flora da região (ANA et al, 2015).

Os aquíferos subterrâneos dessas áreas contaminadas, podem estar mais sujeitos à contaminação por metais pesados associados à lama. Em função dos impactos no Rio Doce, pode-se destacar o prejuízo na agricultura de pequena propriedade familiar. As principais culturas agrícolas na região do rio são milho, café, feijão, coco e cana-de-açúcar. Em relação à agropecuária, predomina-se a bovinocultura, sendo assim, o desastre provocou destruição nas margens do rio onde era considerada áreas agrícolas e dos pastos. Isto acontece, pois, os produtores rurais nos municípios no entorno da bacia hidrográfica encontram dificuldades para manter a produção agrícola e pecuária devido à qualidade da água do rio (IBAMA, 2015).



Figura 4: Margens do Rio Doce afetada pelo rompimento da barragem de Fundão, afetando assim a renda agropecuária da população.

Fonte: IBAMA, 2015

Entre os poluentes, os metais pesados, estão entre os que têm a possibilidade de se concentrar na biota. A alimentação é uma das principais formas de exposição aos metais, além disso, o meio em que a população vive consiste em risco atribuído à toxicidade que é provocada pelos metais. É por isso que há a necessidade de um acompanhamento do ambiente contaminado pelo rompimento da barragem de Fundão, com base nos resultados de parâmetros modificados (WALKER et al., 1997).

Souza (2017), relata que a elevação dos níveis de concentração de metais exerce efeitos tóxicos na vida aquática e nos humanos. Segundo a concentração de elementos traço em $\mu\text{g L}^{-1}$ encontrada na água do Rio Doce (Tabela1), onde houve consumo humano, foi maior por zinco e cobre, seguido de ferro e manganês e níquel. Esses e outros mineiros se consumidos em quantidade maior do que a permitida, causam intoxicação (CONAMA, 2015).

Metais encontrados	Concentração $\mu\text{g/L}^{-1}$	Valor permitido $\mu\text{g/L}^{-1}$
Ferro	0,3	300
Arsênio	0,911	50
Cadmio	0,005	1
Chumbo	0,097	30
Zinco	5	180
Níquel	1,078	25
Cromo	0,05	500
Cobre	1,115	20
Mercúrio	0,0002	0,2
Manganês	0,1	100

Tabela 1: Concentração de elementos traço em $\mu\text{g L}^{-1}$ em água coletada do Rio Doce.

Fonte: Adaptado pelo CONAMA, 2015.

As pequenas quantidades de níquel absorvidas são consideradas agentes cancerígenos, tornando-se um sério problema à saúde, podendo causar aumento das imunoglobulinas, alergias, náuseas, vômitos, palpitações, fraqueza e dor de cabeça (ROCHA et al, 2016).

O mercúrio é usado para facilitar o processo de separação de partículas na mineração do ouro. A intoxicação humana por mercúrio é um problema de saúde pública que afeta principalmente as populações ribeirinhas, que têm o peixe como base da dieta alimentar podendo causar perda da visão, debilitamento das funções cerebrais, coma (PIRES et al, 2003). Já o zinco, é muito utilizado na agricultura e na pecuária como micronutriente das plantas e na composição de alguns fungicidas podendo causar tosse, febre, náusea, vômitos sendo que as maiores quantidades foram detectadas nas águas desse trecho do rio Doce, região onde as atividades agropecuária e florestal são mais intensas (PIRES et al, 2003).

Com o rompimento da barragem os seguintes aspectos físico-químicos que são utilizados como parâmetros de avaliação para determinar a qualidade da água foram afetados, como: turbidez, devido ao volume de sólidos em suspensão; pH, temperatura, cor, odor e concentração de oxigênio dissolvido, que é diretamente influenciada pela quantidade de matéria orgânica presente na água, e isso interfere na proliferação dos seres vivos (ROCHA et al, 2016).

Com o carreamento dos rejeitos, vale ressaltar que materiais que estavam sedimentados no fundo do rio, oriundos, por exemplo, de atividades garimpeiras desenvolvidas ao longo de séculos, foram colocados em suspensão causando mudanças ainda mais significativas sobre os parâmetros de qualidade da água (DIAS et al, 2018).

A presença de metais pesados em níveis elevados foi observada em toda a extensão do Rio Doce. desencadeando reações alérgicas como: irritações, vermelhidão, inchaços, pequenas bolhas, sensação de queimação, desconforto, além de destes metais apresentarem um grande potencial cancerígeno em humanos e em animais (ROCHA et al, 2016).

Os gráficos 1 e 2, mostram as concentrações de metais tóxicos nas águas do rio Doce nos períodos anterior e posterior ao acidente, identificando as concentrações de metais em função do distanciamento temporal da ocorrência do desastre. Para a elaboração dos referidos gráficos, Dias (2018) mostra dados de onde as amostras para análise foram extraídas em 14 estações de monitoramento coincidentes com o programa Águas de Minas. Doze (12) delas localizadas na calha do rio Doce e duas (02) em seus afluentes: Rio do Carmo e Rio Gualaxo do Norte. Aquelas da calha do rio Doce tomaram como referência sua extensão no território mineiro até o município de Aimorés, localizado na divisa dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. As estações foram agrupadas em trechos para melhor descrição dos efeitos causados na qualidade das águas após o rompimento da barragem de Fundão.

O primeiro trecho encontra-se os afluentes do Rio Doce que está presente no município de Barra Longa, o segundo trecho é o Montante de Candonga presente no município Rio Doce. Já o terceiro trecho Candonga-Baguari encontra-se nos municípios de Rio Casca e São Domingos do Prata, Marliéria e Pingo d'Água, Belo Oriente, Ipatinga e Periquito, e o quarto trecho localiza-se nos municípios Governador Valadares, Tumiritinga, Conselheiro Pena, Resplendor e Aimorés (DIAS et al, 2018).

Conforme o gráfico 1 abaixo, o trecho Candonga-Baguari indica uma maior e intensa movimentação dos rejeitos durante o período do rompimento, destacando-se a presença de Mercúrio e Zinco, devido ao mesmo está mais próximo de onde ocorreu o rompimento da barragem, sendo assim, foi o mais afetado. Porém, nos trechos 1º e 4º mostra-se uma discreta movimentação dos rejeitos antes do rompimento, isso significa que os rejeitos estavam sendo descartados de forma inadequada afetando assim os afluentes do Rio Doce (DUART et al, 2000).

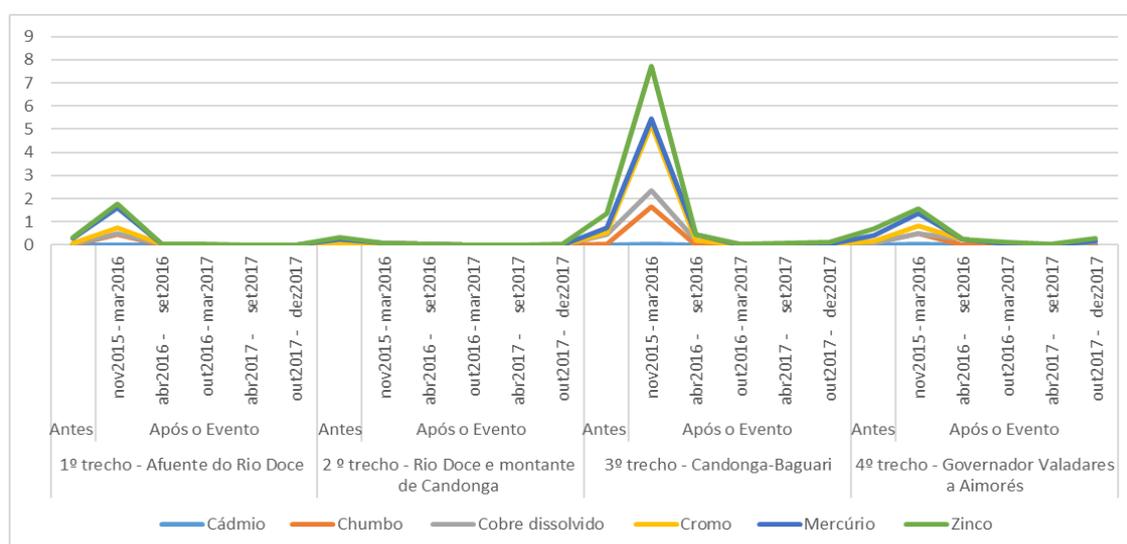


Gráfico 1: Níveis de metais pesados como: cádmio, chumbo, cobre dissolvido, cromo, mercúrio e zinco em 4 trechos do Rio Doce antes e depois do rompimento da barragem de Fundão.

Fonte: Adaptado de (DIAS, et al, 2018)

O gráfico 2 abaixo, observa-se uma elevação de forma intensa no trecho Candonga-Baguari e de forma discreta no trecho 1º e 4º do metal Níquel, que é bastante utilizado na fabricação de baterias, pigmentos e revestimento de superfícies metálicas. As principais vias de exposição ao níquel se dão por meio da ingestão de alimentos e água potável. Já os outros metais não apresentam alterações devido a concentração presente não ser tão nocivo (DIAS, 2018).

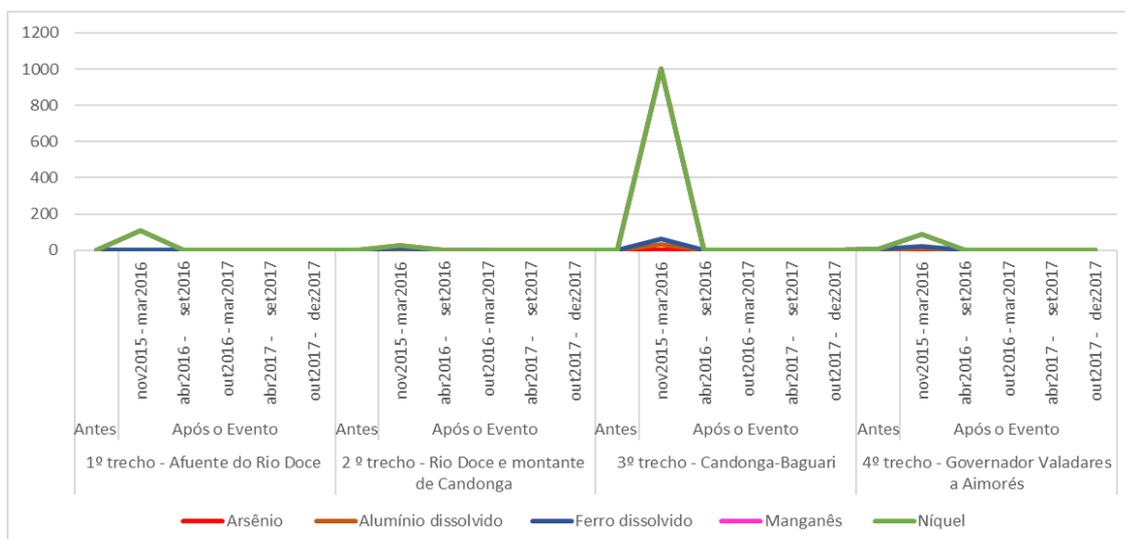


Gráfico 2: Níveis de metais pesados como: arsênio, alumínio dissolvido, ferro dissolvido, manganês e níquel em 4 trechos do Rio Doce antes e depois do rompimento da barragem de Fundão.

Fonte: Adaptado de (DIAS, et al, 2018)

Em relação aos impactos ambientais após o rompimento, houve a degradação do solo por meio da impermeabilidade e redução da matéria orgânica, perda da biodiversidade dos ecossistemas terrestre e aquático e impactos negativos na qualidade da água. A contaminação por metais pesados, seja do solo seja da água, é um elemento que influencia a qualidade do meio ambiente, da água e da vida das pessoas que vivem ao redor, podendo causar riscos e intoxicações (FREITAS et al, 2016).

A destruição de áreas agrícolas e pastos e de áreas de preservação permanente e vegetação nativa de Mata Atlântica, além da mortandade da biodiversidade aquática e da fauna terrestre e conseqüentemente, perda e fragmentação de habitats são alguns dos impactos que causaram alteração tanto da fauna quanto da flora da região de Mariana – MG. Os principais impactos observados foram a alteração físico-químicas na água e a morte de peixes e crustáceos. Toda a ictiofauna que habita os rios, principalmente o rio Doce, foi afetada drasticamente pelo desastre, desestruturando toda a cadeia trófica e o meio de subsistência dos pescadores (IBAMA, 2015).

Em relação aos organismos aquáticos a entrada de luz solar na água devido ao aumento do grau de turbidez, impede a realização da fotossíntese. Atrelado a isso, a quantidade de sólidos em suspensão na água provoca a morte por asfixia. Deve-se considerar ainda que muitos animais em decorrência da descarga sólida e da densidade do rejeito foram soterrados. Sendo assim, evidencia-se que os processos ecológicos responsáveis por produzir e sustentar a diversidade do rio Doce foi afetado. (ANDREAZZA et al, 2013).

Percebe-se que toda atividade mineradora acarreta na devastação da vegetação e isso implica no seu crescimento, além disso, a água quando contaminada, pode também atingir até mesmo águas subterrâneas. De modo geral, a atividade mineradora,

apesar de ter a sua importância, causa alguns impactos, desde a degradação visual da paisagem como contaminação, afetando todo o ecossistema local (RODRIGUES et al, 2017).

Os metais podem ser, para alguns organismos, reativos e bioacumulativo. A ação antrópica vem sendo apresentada com o principal motivo do crescimento dos metais pesados nos solos, ocasionando uma complicada recuperação do ambiente (BERTOLAZI et al, 2010; ROCHA et al, 2016).

Quando os metais estão em excesso, podem causar alterações nos vegetais e nos microrganismos causando interferência nas funções do ecossistema. Biorremediação é uma técnica utilizada para minimizar ou remover poluentes dos ambientes. Esse processo é feito com organismos vivos, plantas ou microrganismos, e é uma alternativa viável para tratar ambientes contaminados por metais pesados, tais como águas superficiais, subterrâneas e solos (GAYLARDE et al, 2005). Além de ser uma alternativa eficiente, ecologicamente aceitável e de baixo custo ao contrário da remediação por meio dos métodos químicos e físicos (ANDREAZZA et al, 2013).

Assim, faz-se necessário propostas como, a implantação de sistemas de alerta, a filtração dos resíduos através de maneiras mais modernas, a manutenção adequada das barragens, a aplicação de meios para o monitoramento eletrônico, o planejamento de planos emergenciais e, sobretudo, uma fiscalização eficaz pelos órgãos competentes contribuíram para a não alteração do ecossistema (LOPES et al, 2016).

2 | CONCLUSÃO

Os impactos desse desastre afetaram o equilíbrio da Bacia hidrográfica do Rio Doce, observou-se a destruição direta de ecossistemas, impactos na fauna e flora, assim como prejuízos socioeconômicos. O impacto mais expressivo relaciona-se à impossibilidade do abastecimento de água tanto para o meio rural como para o urbano. Os municípios banhados pelos rios afetados tiveram suas águas diretamente afetadas pela lama, planícies fluviais também foram afetadas. Desta forma, há necessidade de políticas públicas e intervenção estatal para a tentativa de recuperação e/ou mitigação dos danos das áreas afetadas.

O controle da qualidade da água é essencial para o equilíbrio ecológico aquático da região, assim como a água destinada ao uso da irrigação na lavoura e dessedentação animal é essencial para a proteção da saúde e o bem-estar tanto animal, quanto humano. As causas do rompimento ainda estão sendo investigadas, encontram-se entre as hipóteses: entupimento do sistema de drenagem de líquido da barragem que impede infiltrações e erosões de dentro para fora da estrutura e existência de uma falha devido ao aparecimento de uma trinca. A situação é grave e ainda necessita de providências além das que já foram tomadas pela empresa.

Sendo assim, os especialistas afirmam que se algumas medidas tivessem sido efetuadas, provavelmente o desastre poderia ter sido evitado ou os impactos

reduzidos. Algumas propostas como, a implantação de sistemas de alerta, a filtração dos resíduos através de maneiras mais modernas, a manutenção adequada das barragens, a aplicação de meios para o monitoramento eletrônico, o planejamento de planos emergenciais e, sobretudo, uma fiscalização eficaz pelos órgãos competentes contribuíram para a não alteração do ecossistema.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. Relatório Técnico. **Análise Preliminar Sobre a Qualidade d'água e seus Reflexos sobre os usos da água**. 2015.

ANDREAZZA, R.; CAMARGO, F. A. O.; ANTONIOLLI, Z. I.; QUADRO, M. S.; BARCELOS, A. A. **Biorremediação de áreas contaminadas com cobre**. Revista de Ciências Agrárias, v. 2, n. 36, p. 127-136, 2013.

BERTOLAZI, A. A.; CANTON, G. C.; AZEVEDO, I. G.; CRUZ, Z. M. A.; SOARES, D. N. E. S.; CONCEIÇÃO, J. M.; SANTOS, W. O.; RAMOS, A. C. **O papel das ectomicorrizas na biorremediação dos metais pesados no solo**. Natureza on line, v. 1, n. 8, p. 24-31, 2010.

BICCA, V. H. F. **Informe mineral**. Agência Nacional de Mineração - ANM. 2018.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução no 357/2005, de 17 de março de 2005 – **Portal de qualidade das águas**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/>> Acesso em: 17 fev. 2019.

DIAS, C. A.; COSTA, A. S. V.; UMBELINO, G. J. M.; SOUSA, L. G.; ALVES, J. H.; SILVA, T. G. M. **Impactos do rompimento da barragem de Mariana na qualidade da água do rio Doce**. Revista Espinhaço, v.7, n.1, p. 21-35, 2018.

DUARTE, R. P. S.; PASQUAL, A. **Avaliação do cádmio (Cd), chumbo (Pb), níquel (Ni) e zinco (Zn) em solos, plantas e cabelos humanos**. Energia na Agricultura, v. 1, n.15, p. 46-58, 2000.

FREITAS, C. M.; SILVA, M. A.; MENEZES, F. C. **O desastre na barragem de mineração da Samarco - fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco desastres**. Cienc. Cul. São Paulo, v. 68, n. 3, 2016.

GAYLARDE, C. C. BELLINASSO, M. D. L.; MANFIO, G. P. **Biorremediação. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. v. 34, p. 36-43, 2005.

HERMANN, H.; LINS, F. A. F.; LOUREIRO, F. E. V. L.; ALBUQUERQUE, G. A. S. C. **A mineração sob a óptica legal**. Brasil 500 anos: a construção do Brasil e da América Latina pela mineração. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2000.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2015. Disponível em:<https://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/laudos/laudo_tecnico_preliminar_ibama.pdf> Acesso em: 18 fev. 2019.

LOPES, L. M. N. **O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais**. Sinapse Múltipla, v.1, n.5, p. 1-14, 2016.

NUNES, P.H. F. **Desenvolvimento sustentável e mineração**. In: Congresso internacional de direito ambiental, 2002, São Paulo. Anais... São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo – IMESP p. 625-647, 2002.

PIRES, J. M. M. LENA, J. C.; MACHADO, C. C.; PEREIRA, R. S. **Potencial poluidor de resíduo sólido da Samarco Mineração: Estudo de caso da barragem de Germano**. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.393-397, 2003.

POEMAS. **Antes fosse mais leve a carga: avaliação dos aspectos econômicos, políticos e sociais do desastre da Samarco/Vale/BHP em Mariana (MG)**. Mimeo. 2015.

ROCHA, E. M.; MORAES, L. G. M.; ALMEIDA, L. V.; DALVI, L. C.; BERGAMASCHI, L. K.; BERNADINA, L. S. D.; PEREIRA, W. B.; GIMENEZ, V. G.; NETO, O. C.; ALMEIDA, H. S. **Impacto do rompimento da barragem em Mariana– MG na saúde da população ribeirinha da cidade de Colatina–ES**. *Tempus, actas de saúde colet*, Brasília, v. 3, n. 10, p. 31-45, 2016.

RODRIGUES, S. B.; TEIXEIRA, H. M. S. V. **Os vazios institucionais na mineração: um estudo de caso em Mariana**. *Revista Tecer*, Belo Horizonte, v. 9, n. 17, 2016.

RODRIGUES, T. F. PONTES, A. S.; JESUS, A. P.; MARQUES, H. S.; SILVIA, C. C. J.; BARLETTA, R. V.; NASCIMENTO, M. B.; ROCHA, R. O. **A ação dos metais pesados originários de rejeitos de mineração sobre a saúde humana e seu impacto ao meio ambiente**. *Revista Semioses*, Rio de Janeiro, v 11, n.02, 2017.

WALKER, C. H.; HOPKIN, S. P.; SIBLY, R. M.; PEAKALL, D.B. Pesquisa bibliográfica. In: _____. **Principles of Ecotoxicology**. 4 ed. London, New York: CRC Press, 2012.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Nayara Araújo Cardoso: Graduada com titulação de Bacharel em Farmácia com formação generalista pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada – INTA. Especialista em Farmácia Clínica e Cuidados Farmacêuticos pela Escola Superior da Amazônia – ESAMAZ. Mestre em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará – *Campus Sobral*. Membro do Laboratório de Fisiologia e Neurociência, da Universidade Federal do Ceará – *Campus Sobral*, no qual desenvolve pesquisas na área de neurofarmacologia, com ênfase em modelos animais de depressão, ansiedade e convulsão. Atualmente é Farmacêutica Assistente Técnica na empresa Farmácia São João, Sobral – Ceará e Farmacêutica Supervisora no Hospital Regional Norte, Sobral – Ceará.

Renan Rhonalty Rocha: Graduado com titulação de Bacharel em Farmácia com formação generalista pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada - INTA. Especialista em Gestão da Assistência Farmacêutica e Gestão de Farmácia Hospitalar pela Universidade Cândido Mendes. Especialista em Análises Clínicas e Toxicológicas pela Faculdade Farias Brito. Especialista em Farmácia Clínica e Cuidados Farmacêuticos pela Escola Superior da Amazônia - ESAMAZ. Especialista em Micropolítica da Gestão e Trabalho em Saúde do Sistema Único de Saúde pela Universidade Federal Fluminense. Farmacêutico da Farmácia Satélite da Emergência da Santa Casa de Sobral, possuindo experiência também em Farmácia Satélite do Centro Cirúrgico. Membro integrante da Comissão de Farmacovigilância da Santa Casa de Misericórdia de Sobral. Farmacêutico proprietário da Farmácia Unifarma em Morrinhos. Foi coordenador da assistência farmacêutica de Morrinhos por dois anos. Mestrando em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará.

Maria Vitória Laurindo: Graduada com titulação de Bacharel em Enfermagem pelo Centro Universitário INTA – UNINTA. Foi bolsista no hospital da Santa Casa de Misericórdia de Sobral (SCMS) no setor de Quimioterapia, participei do programa de monitoria na disciplina de Patologia Humana e fui integrante do Projeto de Extensão Humanização Hospitalar. Assim como, desenvolvi ações em educação e saúde como extensionista para pacientes parturientes no hospital Santa Casa de Sobral (SCMS). Pós-Graduada em Urgência e Emergência pela Universidade Cândido Mendes – UCAM.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-414-6

