

MEIO AMBIENTE, SUSTENTABILIDADE E AGROECOLOGIA 2

Tayronne de Almeida Rodrigues
João Leandro Neto
Dennyura Oliveira Galvão
(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

Tayronne de Almeida Rodrigues
João Leandro Neto
Dennyura Oliveira Galvão
(Organizadores)

Meio Ambiente, Sustentabilidade e
Agroecologia
2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

M514 Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 2 [recurso eletrônico]
/ Organizadores Tayronne de Almeida Rodrigues, João Leandro Neto, Dennyura Oliveira Galvão. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-328-6

DOI 10.22533/at.ed.286191604

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Rodrigues, Tayronne de Almeida. II. Leandro Neto, João. III. Galvão, Dennyura Oliveira. IV. Série.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

APRESENTAÇÃO

A obra Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia vem tratar de um conjunto de atitudes, de ideias que são viáveis para a sociedade, em busca da preservação dos recursos naturais.

Em sua origem a espécie humana era nômade, e vivia integrada a natureza, sobreviviam da caça e da colheita. Ao perceber o esgotamento de recursos na região onde habitavam, migravam para outra área, permitindo que houvesse uma reposição natural do que foi destruído. Com a chegada da agricultura o ser humano desenvolveu métodos de irrigação, além da domesticação de animais e também descobriu que a natureza oferecia elementos extraídos e trabalhados que podiam ser transformados em diversos utensílios. As pequenas tribos cresceram, formando cidades, reinos e até mesmo impérios e a intervenção do homem embora pareça benéfica, passou a alterar cada vez mais negativamente o meio ambiente.

No século com XIX as máquinas a vapor movidas a carvão mineral, a Revolução Industrial mudaria para sempre a sociedade humana. A produção em grande volume dos itens de consumo começou a gerar demandas e com isso a extração de recursos naturais foi intensificada. Até a agricultura que antes era destinada a subsistência passou a ter larga escala, com cultivos para a venda em diversos mercados do mundo. Atualmente esse modelo de consumo, produção, extração desenfreada ameaça não apenas a natureza, mas sua própria existência. Percebe-se o esgotamento de recursos essenciais para as diversas atividades humanas e a extinção de animais que antes eram abundantes no planeta. Por estes motivos é necessário que o ser humano adote uma postura mais sustentável.

A ONU desenvolveu o conceito de sustentabilidade como desenvolvimento que responde as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer seus próprios anseios. A sustentabilidade possui quatro vertentes principais: ambiental, econômica, social e cultural, que trata do uso consciente dos recursos naturais, bem como planejamento para sua reposição, bem como no reaproveitamento de matérias primas, no desenvolvimento de métodos mais baratos, na integração de todos os indivíduos na sociedade, proporcionando as condições necessárias para que exerçam sua cidadania e a integração do desenvolvimento tecnológico social, perpetuando dessa maneira as heranças culturais de cada povo. Para que isso ocorra as entidades e governos precisam estar juntos, seja utilizando transportes alternativos, reciclando, incentivando a permacultura, o consumo de alimentos orgânicos ou fomentando o uso de energias renováveis.

No âmbito da Agroecologia apresentam-se conceitos e metodologias para estudar os agroecossistemas, cujo objetivo é permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maior sustentabilidade, como bem tratam os autores desta obra. A agroecologia está preocupada com o equilíbrio da natureza e a produção de alimentos sustentáveis, como também é um organismo vivo com sistemas integrados

entre si: solo, árvores, plantas cultivadas e animais.

Ao publicar esta obra a Atena Editora, mostra seu ato de responsabilidade com o planeta quando incentiva estudos nessa área, com a finalidade das sociedades sustentáveis adotarem a preocupação com o futuro.

Tenham uma excelente leitura!

Tayronne de Almeida Rodrigues

João Leandro Neto

Dennyura Oliveira Galvão

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
USO DA ÁGUA NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E A SEGURANÇA DOS ALIMENTOS	
Eulália Cristina Costa de Carvalho	
Ana Tereza de Sousa Nunes	
Jéssica Brito Rodrigues	
Adenilde Nascimento Mouchrek	
DOI 10.22533/at.ed.2861916041	
CAPÍTULO 2	7
REÚSO DA ÁGUA CONDENSADA POR APARELHOS DE AR CONDICIONADO NO IFPI, CAMPUS TERESINA CENTRAL	
Jéssica Aline Cardoso Gomes	
Josélia da Silva Sales	
Tássio Henrique Fernandes Medeiros	
Ronaldo Cunha Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.2861916042	
CAPÍTULO 3	17
REAPROVEITAMENTO DO REJEITO DO TRATAMENTO DE ÁGUA NO SETOR DE HEMODIÁLISE	
Claudinéia Brito dos Santos Scavazini	
Lucimar Maciel Milheviez	
DOI 10.22533/at.ed.2861916043	
CAPÍTULO 4	27
EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA NA SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL: TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	
Felipe Werle Vogel	
Breno Hädrich Pavão Xavier	
Thais Ibeiro Furtado	
Paloma da Silva Costa	
Geraldo Gabriel Araújo Silva	
Michele da Rosa Andrade Zimmermann de Souza	
Elisângela Martha Radmann	
DOI 10.22533/at.ed.2861916044	
CAPÍTULO 5	38
AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DE ÁGUA POR PROCESSO DIFUSIVO EM GEOMEMBRANAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)	
Marianna de Miranda	
Paulo César Lodi	
Sandra Regina Rissato	
DOI 10.22533/at.ed.2861916045	

CAPÍTULO 6	47
APROVEITAMENTO DAS FONTES HIDRICAS ALTERNATIVAS DO IFPB CAMPUS CAJAZEIRAS (PB) – ENFOQUE NA SUSTENTABILIDADE	
Jéssica Silva	
Eliamara Soares Silva	
DOI 10.22533/at.ed.2861916046	
CAPÍTULO 7	56
ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DO LODO ADOTADO PELA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE MARINGÁ – PR	
Luiz Roberto Taboni Junior	
Cláudia Telles Benatti	
Célia Regina Granhen Tavares	
DOI 10.22533/at.ed.2861916047	
CAPÍTULO 8	66
BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO: ESTUDO DE CASO RIBEIRÃO ISIDORO	
Geisiane Aparecida de Lima	
Camila Marques Generoso	
Cosme Martins dos Santos	
Luciana Aparecida Silva	
Rayssa Garcia de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.2861916048	
CAPÍTULO 9	81
CONSUMO DE ÁGUA SOB A ÓTICA DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA DE ABATE DE SUÍNOS DO ESTADO DA BAHIA	
Anderson Carneiro de Souza	
Silvio Roberto Magalhães Orrico	
DOI 10.22533/at.ed.2861916049	
CAPÍTULO 10	91
CONDIÇÃO NUTRICIONAL EM SOLO E FOLHAS DE ARROZ EM TRANSIÇÃO AO SISTEMA ORGÂNICO	
Luana Bairros Lançanova	
Luciane Ayres-Peres	
Thiago Della Nina Idalgo	
DOI 10.22533/at.ed.28619160410	
CAPÍTULO 11	103
DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS GERADOS EM UM LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE ÁGUA E EFLUENTE	
Bruna Maria Gerônimo	
Sandro Rogério Lautenschlager	
Cláudia Telles Benatti	
DOI 10.22533/at.ed.28619160411	

CAPÍTULO 12	115
DIAGNÓSTICO DOS CÓREGOS DE INFLUÊNCIA DIRETA DA LAGOA DA PAMPULHA COM BASE NOS REQUISITOS DO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO SIG	
Geisiane Aparecida de Lima Natália Gonçalves Assis Elizabeth Rodrigues Brito Ibrahim	
DOI 10.22533/at.ed.28619160412	
CAPÍTULO 13	128
CONSIDERAÇÕES ETNOECOLÓGICAS SOBRE O “PLANTIO DE ÁGUA” EM ALEGRE, NO SUL DO ESPÍRITO SANTO	
Gustavo Rovetta Pereira Ana Cláudia Hebling Meira	
DOI 10.22533/at.ed.28619160413	
CAPÍTULO 14	134
DIAGNÓSTICO DE MICROSSISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ÁREA URBANA DE SANTARÉM – PARÁ	
Caio Augusto Nogueira Rodrigues José Cláudio Ferreira dos Reis Junior Bianca Krithine Santos Nascimento Tiago Reis Scalabrin	
DOI 10.22533/at.ed.28619160414	
CAPÍTULO 15	142
IMPACTO DA PRESENÇA DE MATADOUROS NA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO MANANCIAL DO RIO GRANDE NA ZONA RURAL DE SÃO LUÍS/MA	
Ágata Cristine Sousa Macedo Josélia Castro da Silva Debora Danna Soares da Silva Eduardo Mendonça Pinheiro Amanda Mara Teles Adenilde Nascimento Mouchrek	
DOI 10.22533/at.ed.28619160415	
CAPÍTULO 16	149
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-MECÂNICA DE MATERIAL GEOTÊXTIL APLICADO NA SORÇÃO DE ÓLEOS EM MEIO AQUÁTICO	
Luciano Peske Ceron Marcelo Zaro	
DOI 10.22533/at.ed.28619160416	

CAPÍTULO 17 158

A IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANCS)
PARA A SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BASE
ECOLÓGICA

Cristine da Fonseca
Patrícia Braga Lovatto
Gustavo Schiedeck
Letícia Hellwig
Amanda Figueiredo Guedes

DOI 10.22533/at.ed.28619160417

CAPÍTULO 18 164

EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MILHO ORGÂNICO INOCULADO
COM AZOSPIRILLUM BRASILENSE SOB DIFERENTES PERÍODOS DE
ARMAZENAMENTO

Bruna Thaina Bartzen
Joice Knaul
Gabriele Larissa Hoelscher
Priscila Weber
Juliana Yuriko Habitzreuter Fujimoto
Leticia Delavalentina Zanachi
Cláudio Yuji Tsutsumi

DOI 10.22533/at.ed.28619160418

CAPÍTULO 19 169

INCIDENTES E ACIDENTES EM BARRAGENS

Lucas Vasconcellos Teani Machado
Dolapo Gbadebo Azeez
Gleide Alencar Do Nascimento Dias

DOI 10.22533/at.ed.28619160419

CAPÍTULO 20 177

IMPLANTAÇÃO DE HORTA SUSPensa COM O USO DE PLANTAS REPELENTES
A INSETOS EM RIO POMBA

Fabrcio Santos Ferreira
Jaqueline Aparecida de Oliveira
Renan Ribeiro Rocha
Vânia Maria Xavier
Leonardo da Fonseca Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.28619160420

CAPÍTULO 21 185

IMPLEMENTAÇÃO DA SISTEMÁTICA AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE:
DIRECIONADA A FERRAMENTARIAS

Luis Fernando Moreira
Fabio Teodoro Tolfo Ribas

DOI 10.22533/at.ed.28619160421

CAPÍTULO 22	196
IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL PEDAGÓGICO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA	
<ul style="list-style-type: none"> Vinícius Fernandes do Nascimento Fernando Caixeta Lisboa Fernanda Vital Ramos de Almeida Siro Paulo Moreira Fabício de Freitas de Oliveira 	
DOI 10.22533/at.ed.28619160422	
CAPÍTULO 23	202
IMPORTÂNCIA E FUNÇÃO DAS NASCENTES NAS PROPRIEDADES RURAIS: ANÁLISE CONCEITUAL DOS CINCO PASSOS PARA SUA PROTEÇÃO	
<ul style="list-style-type: none"> João Paulo Pereira Duarte 	
DOI 10.22533/at.ed.28619160423	
CAPÍTULO 24	216
POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA NO MUNICÍPIO DE FEIRA DE SANTANA PARA O CULTIVO DE MILHO	
<ul style="list-style-type: none"> Priscila Freitas Santos Isabella Albergaria Pedreira Anderson Carneiro de Souza Eduardo Henrique Borges Cohim Silva 	
DOI 10.22533/at.ed.28619160424	
CAPÍTULO 25	225
OS RECURSOS HÍDRICOS EM AMBIENTES GEOMORFOLÓGICOS DISTINTOS DO NORDESTE BRASILEIRO	
<ul style="list-style-type: none"> José Falcão Sobrinho Marcos Venícios Ribeiro Mendes Edson Vicente da Silva Cleire Lima da Costa Falcão 	
DOI 10.22533/at.ed.28619160425	
CAPÍTULO 26	241
PESQUISA PARTICIPATIVA COMO MÉTODO INOVATIVO: CULTIVO E BENEFICIAMENTO DE QUINOA NA AGRICULTURA FAMILIAR AGROECOLÓGICA NO ASSENTAMENTO CONTAGEM, DF	
<ul style="list-style-type: none"> Lizzi Kelly Pereira Araújo Solange da Costa Nogueira Eder Stolben Moscon Carlos Roberto Spehar Nara Oliveira Silva Souza Joaquim Dias Nogueira 	
DOI 10.22533/at.ed.28619160426	

CAPÍTULO 27	248
O PRESENTE DO PASSADO NA TRAJETÓRIA DE VIDA DA JUVENTUDE: O PAPEL DA AGROECOLOGIA E DA EDUCAÇÃO DO CAMPO NOS TERRITÓRIOS DA REFORMA AGRÁRIA	
Roberta Brangioni Fontes Yan Victor Leal da Silva Maria Izabel Vieira Botelho	
DOI 10.22533/at.ed.28619160427	
CAPÍTULO 28	262
O PAPEL DO TÉCNICO AGRÍCOLA COMO UM EDUCADOR AMBIENTAL	
Claudenir Bunilha Caetano Silvana Maria Gritti Clarice Borba dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.28619160428	
CAPÍTULO 29	275
O PODER, OS SUJEITOS E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
Ronaldo Desiderio Castange	
DOI 10.22533/at.ed.28619160429	
CAPÍTULO 30	285
PRODUÇÃO DE PEIXES ORNAMENTAIS_ OPÇÃO DE RENDA PARA CONTRIBUIR COM A SOBERANIA ALIMENTAR EM COMUNIDADES CAMPONESAS	
Kenia Conceição de Souza Matheus Anchieta Ramirez Agatha Bacelar Rabelo Ranier Chaves Figueiredo Daniela Chemim de Melo Hoyos Andressa Laysse da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.28619160430	
SOBRE OS ORGANIZADORES	290

INCIDENTES E ACIDENTES EM BARRAGENS

Lucas Vasconcellos Teani Machado;

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro - RJ

Dolapo Gbadebo Azeez

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro - RJ

Gleide Alencar Do Nascimento Dias

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro - RJ

RESUMO: Uma barragem é uma estrutura usada pelos mineradores para reter resíduos sólidos e água dos processos de beneficiamento de minério. No entanto, as barragens com seus reservatórios têm um certo potencial de risco, que não deve ser subestimado em termos de danos econômicos e catastróficos que podem advir de operações e avarias incorretas. Essas estruturas são caras e, se não forem devidamente monitoradas, podem levar à perda de dinheiro usado na construção ou, pior, à perda de vidas e propriedades. As vantagens e desvantagens da construção de barragens e seu impacto no ambiente social e ambiental devem ser avaliadas inicialmente nos estudos de viabilidade e em profundidade nas etapas do projeto a se seguir. Métodos indiretos, como a eletrorresistividade (ERT), são usados para monitorar rachaduras e falhas na estrutura da barragem e podem prevenir qualquer dano que

possa ocorrer, como a tragédia da Samarco, que foi o maior desastre ambiental da história do país.

PALAVRAS-CHAVE: barragem, ERT, Samarco

ABSTRACT: A dam is a structure used by miners to retain solid waste and water from ore beneficiation processes. However, dams with their reservoirs have a certain risk potential, which should not be underestimated in terms of the economic and catastrophic damage that can come about from wrong operations and malfunctions. These structures are costly and, if not properly monitored, can lead to the loss of money used in construction or worse, the loss of lives and property. The advantages and disadvantages of dam construction and its impact on the social and environmental environment should be evaluated initially in the feasibility studies and in depth in the following design steps. Indirect methods, such as electroresistivity (ERT), are used to monitor cracks and faults in the dam structure, and can prevent any damage that could possibly occur, such as the Samarco tragedy, which was the biggest environmental disaster in Brazil's history.

KEYWORDS: dam, ERT, Samarco

1 | INTRODUÇÃO

Problemas de instabilidade de grandes barragens e a possibilidade de uma falha de barragens ameaçam a segurança das pessoas e da propriedade industrial, além de causar efeitos ambientais substanciais. Vários acidentes com falhas de barragens ocorreram nos últimos anos. Muitos desses eventos de falha resultaram em danos maciços sob a forma de baixas humanas, destruição de propriedade, poluição do meio ambiente e perda econômica para o setor de mineração.

A tragédia envolvendo o rompimento de duas barragens da mineradora Samarco, em Mariana (MG), trouxe à tona a segurança dessas estruturas, que são parte integrante da mineração em todo o mundo. O processamento de minérios gera resíduos que são estocados em lagoas de decantação, ou de rejeitos, criadas a partir da construção de barragens denominadas "barragens de rejeito".

Segundo pesquisadores do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, o projeto e a construção das barragens e das lagoas de rejeito precisam ser embasados em técnicas adequadas para garantir sua segurança. A poluição ambiental representa atualmente um dos aspectos mais relevantes em mineração, constituindo-se em uma de suas consequências mais combatidas.

Tem-se que a mineração é um dos setores básicos da econômica do país, contribuindo de forma decisiva para o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade, desde que sejam operadas com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável (Figura 1).

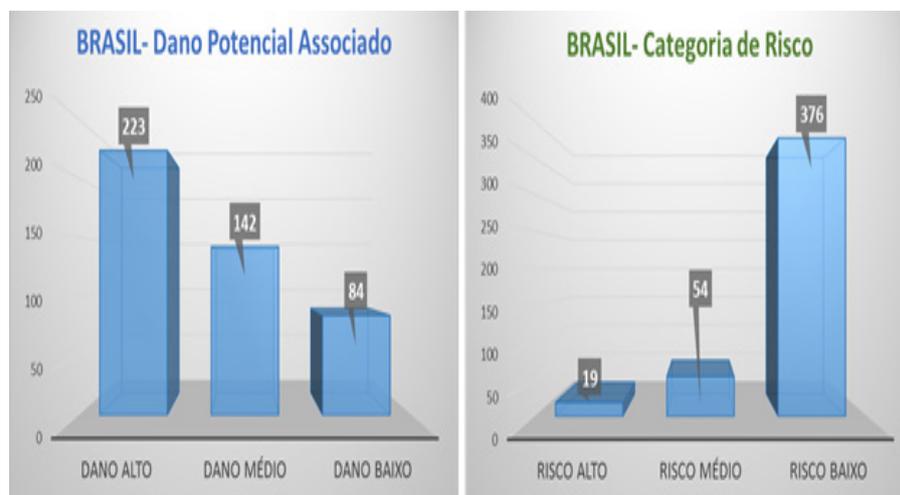


Figura 1: Dano potencial e categoria de risco (DNPM)

2 | METODOLOGIA

As barragens têm sido utilizadas para regular os rios por séculos. Civilizações antigas construíram barragens para abastecimento de água potável, controle de

inundações e irrigação. No entanto, toda a conquista alcançada pela sociedade moderna através da construção de barragens vem com um preço e com responsabilidade. O preço consiste na alteração do meio ambiente e em todos os efeitos que resultam disso. Em muitos casos, as possíveis falhas da barragem podem resultar em uma catástrofe com perda considerável de vida ou propriedade.

Segundo a Deliberação Normativa COPAM nº. 62, de 17 de dezembro de 2002, barragem é definida como qualquer estrutura que forme uma parede de contenção de rejeitos, de resíduos e de formação do reservatório de água. Rejeito é o material descartado, resultante do processo de beneficiamento do minério (lavagem, moagem, britagem, tratamento químico, etc.). Assim, uma barragem para armazenar rejeitos é uma obra com a finalidade de reter sólidos e líquidos gerados pela operação de usinas de tratamento de minério e outras indústrias. As características e o tipo de barragem dependem do tipo de rejeitos.

Muitas vezes em uma mineração é necessário aumentar a capacidade de armazenamento de uma barragem de rejeito existente, através da construção de alteamentos de acordo com os métodos de alteamento à montante, à jusante e por linha de centro, como podemos ver na figura 2. O método de alteamento à montante consiste na construção de um dique inicial ou de partida, utilizando-se geralmente aterro compactado ou enrocamento. Os rejeitos são descarregados hidráulicamente, desde a crista do dique de partida, formando uma praia de rejeito que, com o tempo, será adensada e servirá como fundação, fornecendo material para futuros diques de alteamento, que serão construídos com o próprio material do rejeito. O processo é repetido até que seja atingida a cota de ampliação prevista no projeto. Esse método está associado à maioria dos casos de ruptura de barragens de rejeitos em todo o mundo.

O método de alteamento à jusante consiste na instalação de um núcleo impermeável e zonas de drenagem que permitem que esse tipo de barramento contenha um volume substancial de água diretamente em contato com o seu talude à montante, sem que haja comprometimento da estabilidade da estrutura. Inicialmente é construído um dique de partida com aterro compactado ou enrocamento, os rejeitos são depositados à montante desse dique. À medida que a borda livre é atingida, são feitos alteamentos sucessivos para jusante. No método de alteamento por linha de centro, é construído um dique de partida, a fim de formar uma praia de rejeitos à montante. Os rejeitos são lançados a partir da crista do dique inicial e quando os alteamentos se tornam necessários, novos diques são construídos, tanto sobre os rejeitos dispostos à montante quanto sobre o aterro do dique anterior, de forma que o eixo de simetria se mantém.



Figura 2 – Classificação das barragens de contenção de rejeitos. Duarte, A. P.(2008).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Comissão Internacional de Grandes Barragens (ICOLD) publicou, em 2001, o boletim 121 intitulado: “Tailings Dams Risk of Dangerous Occurrences, Lessons Learnt From Practical Experiences” (Risco de Ocorrências de Perigo em Barragens de rejeito, Lições Aprendidas a Partir de Experiências Práticas), onde é apresentada uma relação com 221 registros dos casos de falhas em barragens de rejeitos espalhados pelo mundo. No histórico de acidentes reportados pela (ICOLD), as principais causas de rompimento de barragens são problemas de fundação, capacidade inadequada dos vertedouros, instabilidade dos taludes, falta de controle de erosão, deficiências no controle e inspeção pós-operação. Todas as causas dos incidentes estão diretamente relacionadas à falta de controle durante a operação das barragens de rejeitos e estão associadas a problemas operacionais que envolvem a presença de água (Figura 3)

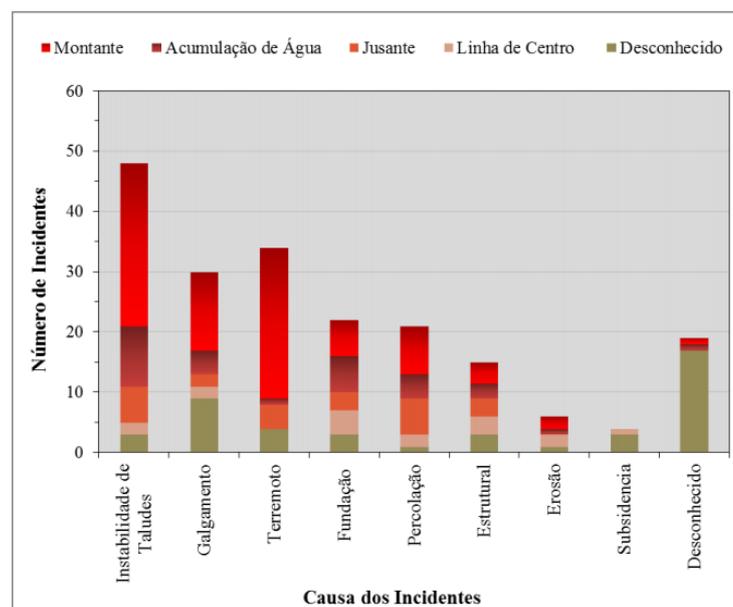


Figura 3 - Causas de ruptura de barragens de rejeitos

No Brasil o rompimento de barragens de rejeitos minerários é o mais recorrente, no entanto, na Europa, Ásia e América do Norte, muitas barragens de água, voltadas a melhorar o abastecimento humano, se romperam no último século. Dentre os fatores vulneráveis a esses eventos estão as legislações negligentes, a corrupção dos agentes públicos, bem como fatores naturais, como solos instáveis e ausência de planejamento e tecnologias adequadas nas construções.

O número de barragens rompidas no Brasil nos últimos anos também é alarmante, principalmente no Estado de Minas Gerais, onde 6 barragens se romperam nos últimos 15 anos. Na tabela 1 são mostrados os acidentes de algumas barragens no Brasil.

O Brasil hoje conta com legislação específica que trata de barragens, a Lei 12.334/10, que estabelece a política Nacional de Segurança de Barragens. Conta também com outros dispositivos como a Portaria no 416/12, que, dentre outras coisas, cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração; a Resolução nº 143, que estabelece os critérios gerais de classificação de barragens; e a Portaria no 526/13, que trata dos detalhes do Plano de Ação de Emergência das Barragens de Mineração (PAEBM).

O PLS 224/2016 modifica a Lei 12334/2010, estabelecendo novos critérios para a inclusão de represas no âmbito das políticas para o setor. O texto também muda as definições dos termos barragem e empreendedor e inclui definições para acidente e desastre. E reitera a responsabilidade civil objetiva do empreendedor por danos decorrentes de falhas da barragem independente de culpa do ponto de vista penal.

De acordo com a Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei nº 12.334/2010), a responsabilidade pela fiscalização dos barramentos de rejeitos de mineração é do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), do Ministério de Minas e Energia. De acordo com a lei, a responsabilidade de fiscalizar se divide entre quatro grupos, de acordo com a finalidade da barragem:

- Barragens para geração de energia, fiscalizadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel);
- Para contenção de rejeitos minerais, fiscalizadas pelo DNPM;
- Barragens para contenção de rejeitos industriais, sob responsabilidade do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e órgãos ambientais estaduais;
- As de usos múltiplos, sob fiscalização da Agência Nacional de Águas (ANA) ou de órgãos gestores estaduais de recursos hídricos.

Nome/Local/Data (Minério / Tipo de rejeitos)	Danos Causados
---	----------------

<p>Fernandinho/rodovia Ouro Preto, 40 km de Belo Horizonte, Brasil /1984 (Ferro)</p>	<p>Um dique central foi construído para dividir o barramento. Rejeitos foram colocados em um enquanto o outro foi drenado e seco. Resíduos secos então foram escavados e colocados em outro lugar. Um caminhão estava na crista e ficou preso na lama. Dois outros foram enviados para ajudar e enquanto isso acontecia, a falha do deslizamento começou. A crista estava 2m acima dos rejeitos, mas eles foram colocados longe da represa, que tinha água contra ela. Os movimentos de rotação logo permitiram o <i>overtopping</i>. (ICOLD, 2001).</p>
<p>Mina Mineradora Serra Grande/ Crixas, Goiás, Brasil/02-1994 (Ouro)</p>	<p>Deslizamento rotacional principal na inclinação a jusante que não abaixou a crista. Barragem inicial do vale construída de terra compactada que era bastante impenetrável. Filtro drenagem embaixo mal construído e ineficaz. Cortina de argamassa cortada sob esta barragem de terra. O comportamento anormal dos piezômetros não foi diagnosticado. Tempestades violentas no final de 1993 e no início de 1994 trouxeram a superfície freática (ICOLD, 2001).</p>
<p>-----/Itabirito (MG)/05-1986 (Ferro)</p>	<p>Barragem de construção de alvenaria usando tijolos feitos de barro e rejeitos de minério de ferro estouraram, é dito, devido à saturação da alvenaria. (ICOLD, 2001).</p>
<p>Forquilha (Ferro)</p>	<p>O menor reservatório desse esquema de disposição estava em construção, em um vale adjacente ao topo ativo. Uma sela entre os dois vales tinha uma pequena represa para evitar transbordamento. Em um momento de nível máximo de água no reservatório superior, ocorreu uma falha de tubulação na extremidade esquerda da barragem, liberando água no reservatório inferior, provocando a perfuração da barragem de rejeitos em construção, eliminando uma quantidade considerável de aterro (ICOLD, 2001).</p>
<p>Rio Verde/ NOVA LIMA (MG)/2001 (Ferro)</p>	<p>Relatado pelos grupos formados pela SEMAD, o acidente ocorreu após obras de alteamento, elevando o nível da barragem, houve excesso de água pelo descuido com a drenagem, com isso a estrutura liquefez, ocorrendo o rompimento.</p>
<p>Cataguases (MG)-03-2003 (Lixívia negra)</p>	<p>O Laudo 1.362/2003, do Instituto Nacional de Criminalística (INC), identificou como causas do acidente problemas como a falta de manutenção e de fiscalização e o excessivo prolongamento da vida útil da barragem, o que resultou em um processo erosivo da obra (EBC, 2018).</p>
<p>Mirai (MG)/2006 (Bauxita)</p>	<p>Após ter sido executado um alteamento da barragem, ocorreu um incidente devido a abertura de uma brecha entre as placas de concreto já submersas e o maciço, situadas na base da torre inclinada (Rocha, 2015).</p>
<p>Mirai (MG)/01-2007 (Bauxita)</p>	<p>Depois e algumas horas de chuva o nível do reservatório foi elevando-se até atingir a soleira do vertedouro (G1, 2007 <i>apud</i> CETEM, 2018).</p>
<p>B1/Itabirito (MG)/09-2014 (Ferro)</p>	<p>Canais subterrâneos originários de um fenômeno geológico raro, conhecido como “inversão de relevo”, podem ter levado ao rompimento da barragem B1. Foi descrito no Auto de Fiscalização nº 54.928 lavrado no dia 10/09/2014 que o rompimento da Barragem B1 provocou comprometimento do talude de jusante da Barragem B2 e todo o material das duas barragens causaram o assoreamento da Barragem B3. Ambas as estruturas se encontravam à jusante da Barragem B1 (FEAM, 2018).</p>

Fundão/ Mariana (MG)/ 11-2015 (ferro)	As causas ainda estão sendo apuradas, refere-se uma das maiores tragédias ambientais já acontecidas no Brasil.
--	--

Tabela 1 – Falhas em barragens

4 | CONCLUSÃO

O risco imposto por toda a barragem de contenção de rejeitos será específico para o local, dependendo, por exemplo, do projeto, da construção e manutenção da barragem, das características da rocha subjacente, das condições de precipitação e da atividade sísmica na área, por isso, cada aspecto deve receber devida atenção, de modo a evitar falhas e acidentes.

Os impactos ambientais das barragens têm tido uma atenção renovada nos anos recentes. Torna-se necessário um amplo estudo e aplicação das Leis regulatórias nas barragens para contenção de eventuais impactos ambientais, garantindo a segurança do meio ambiente que a cerca. Muito dano foi causado pelos desastres nas barragens pelo mundo, é dever das empresas responsáveis tomarem as medidas cabíveis para conter danos e preservar o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

Alves, H. R.. **O ROMPIMENTO DE BARRAGENS NO BRASIL E NO MUNDO: DESASTRES MISTOS OU TECNOLÓGICOS?** DOM TOTAL, 18 dez. 2015.

Barba, M. D. **Mesmo sem ser tóxica, lama de barragem em Mariana deve prejudicar ecossistema por anos.** In: BBC Brasil. 2015. Disponível em: http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/11/151107_barragem_mariana_mdb_fd. Acesso em: 13 de dez. 2015.

BRASIL. **Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais.** In: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Minas Gerais, 2015. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/laudo_tecnico_preliminar.pdf. Acesso em: 07 de dez. 2015.

Brasil, S. (20 de Setembro de 2017). Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4o da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000. **LEI Nº 12.334, DE 20 DE SETEMBRO DE 2010.** Fonte: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm

“FEAM - “FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – **Inventário de Barragem do Estado de Minas Gerais**” Belo Horizonte, 2015”.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS –ICOLD. Bulletin 121: Tailings Dams Risk of Dangerous Occurrences: Lessons Learnt from Practical Experiences. Paris, 2001. 239 p.

Lei nº 12334/2010 - Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Brasília, 2010.

Rafael, Herbert Miguel Angel Maturano. **Análise do potencial de liquefação de uma barragem de rejeito**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Civil, 2012.

Relatório: **Rompimento da barragem de rejeitos de mineração é a principal causa de desastres ambientais** por Zoe Sullivan em 1 Março 2018 | Translated by Bruno de Oliveira

Rezende, Viviane Aparecida. **Estudo do comportamento de barragem de rejeito arenoso alterada por montante**/ Viviane Aparecida Rezende – 2013. Xxiv, 153f: il., color.; grafs.; tabs

Rocha F. F. **Retro análise da ruptura da barragem São Francisco** – Mirai, Minas Gerais, Brasil. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais.

SEMAD - **Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável** - PARECER ÚNICO N° 0155/2014 (1020566/2014)

SOBRE OS ORGANIZADORES

TAYRONNE DE ALMEIDA RODRIGUES Filósofo e Pedagogo, especialista em Docência do Ensino Superior e Graduando em Arquitetura e Urbanismo, pela Faculdade de Juazeiro do Norte-FJN, desenvolve pesquisas na área das ciências ambientais, com ênfase na ética e educação ambiental. É defensor do desenvolvimento sustentável, com relevantes conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem. Membro efetivo do GRUNEC - Grupo de Valorização Negra do Cariri. E-mail: tayronnealmeid@gmail. com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9378-1456>

JOÃO LEANDRO NETO Filósofo, especialista em Docência do Ensino Superior e Gestão Escolar, membro efetivo do GRUNEC. Publica trabalhos em eventos científicos com temas relacionados a pesquisa na construção de uma educação valorizada e coletiva. Dedicar-se a pesquisar sobre métodos e comodidades de relação investigativa entre a educação e o processo do aluno investigador na Filosofia, trazendo discussões neste campo. Também é pesquisador da arte italiana, com ligação na Scuola de Lingua e Cultura – Itália. Amante da poesia nordestina com direcionamento as condições históricas do resgate e do fortalecimento da cultura do Cariri. E-mail: joaoleandro@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1738-1164>

DENNYURA OLIVEIRA GALVÃO Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (2016). Atualmente é professora titular da Universidade Regional do Cariri. E-mail: dennyura@bol.com.br LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4808691086584861>

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-328-6

