

CONFLITOS, RISCOS
E IMPACTOS ASSOCIADOS
A BARRAGENS

Sumário

Prefácio	13
Introdução	15
1 Contaminação de sedimentos, solos e da biota em rompimentos de barragens de rejeitos: contribuições da geoquímica e da ecotoxicologia	21
1.1 Introdução	21
1.2 Contaminação de bacias hidrográficas por rejeito de mineração	23
1.3 A contaminação de sedimentos	25
1.4 Impactos do fluxo de rejeitos nos solos	27
1.5 Ecotoxicologia de água e solo	28
1.6 Testes agudos e crônicos	29
1.7 Bioindicadores utilizados	30
1.8 Protocolos	33
1.9 Perspectivas atuais e futuras	36
Referências	37
2 Fitotecnologias: interação entre plantas e microrganismos para remoção de elementos potencialmente tóxicos	47
2.1 Introdução	47
2.2 Contaminação do solo	48
2.3 Fitorremediação como técnica para recuperação de áreas degradadas	50
2.4 A importância socioambiental da fitorremediação em áreas contaminadas pela mineração	51
2.5 Metodologias para fitorremediação e emprego de plantas hiperacumuladoras	53
2.6 Fitoextração induzida por agentes quelantes	57
2.7 Simbioses radiculares como mediadores nos processos de fitorremediação . .	58
2.8 Indicadores de qualidade e monitoramento de áreas impactadas por elementos-traço	60

2.9	Considerações finais e perspectivas	61
	Referências	62
3	A produção de desastres na mineração em larga escala (2000-2021)	71
3.1	Introdução	71
3.2	Barragens de rejeitos de mineração em larga escala	72
3.3	Rompimentos de barragens de mineração em larga escala	76
3.4	A produção de desastres	79
3.5	Considerações finais	82
	Referências	83
4	Insegurança hídrica em área atingida por desastre: uma análise sobre o Rio Paraopeba e seus afluentes em Brumadinho/MG	91
4.1	A ocupação histórica no Rio Paraopeba e seus afluentes em Brumadinho . .	92
4.2	O impacto da lama de rejeitos no Rio Paraopeba e seus afluentes em Brumadinho	96
4.3	Segurança hídrica em zonas de desastre	98
4.4	Considerações finais	103
	Referências	104
5	O uso da Internet das Coisas (IoT) para segurança de barragens e da comunidade	113
5.1	Introdução	113
5.2	Arquiteturas, modelos, tecnologias e protocolos selecionados pela IoT	114
5.3	Aplicações selecionadas pela IoT	115
5.4	O uso das tecnologias da IoT em segurança de barragens e de comunidades .	117
5.5	Sistema de monitoramento de segurança de barragens de rejeitos	120
5.6	Proposta de projeto de uma rede de IoT para segurança de barragens e da comunidade	121
	Referências	123
6	Segurança de barragens e a legislação brasileira	125
6.1	Legislações	125
6.2	Fiscalização	129
6.3	Conclusões	139
	Referências	140
7	Introdução à modelagem numérica de canais naturais	143
7.1	Introdução	143
7.2	Modelagem do Escoamento em canais	144
7.3	Resolução Numérica das Equações de Saint-Venant	151
7.4	Estudos Numéricos	155
7.5	Conclusões	160
	Referências	160

8	Modelos matemáticos de brechas em barragens	163
8.1	Introdução	163
8.2	Primeira metodologia: DLBreach	165
8.3	Segunda metodologia: modelando a brecha como um canal	176
	Referências	191
9	Identificação do impacto da ruptura de barragens de rejeitos	193
9.1	Introdução	193
9.2	Fundamentos	199
9.3	Estimações e estratégia	202
9.4	Casos especiais	212
9.5	Conclusão	216
	Referências	218
10	Modelos matemáticos de rompimento das barragens de aterro, uma revisão	219
10.1	Introdução	219
10.2	Parâmetros utilizados nos modelos	220
10.3	Rompimento por galgamento e erosão interna	223
10.4	Modelos “feitos nas unhas” que usam bases de dados	226
10.5	Modelos paramétricos	228
10.6	Modelos físicos	231
10.7	Conclusões	234
10.8	Lista de siglas e acrônimos	235
	Referências	235
11	Cálculo dos parâmetros necessários para a simulação de fluidos em canais naturais a partir de medições simples	239
11.1	Introdução	239
11.2	Equações de Saint-Venant	240
11.3	Formas alternativas para a equação de quantidade de movimento	243
11.4	Dificuldade para conhecer as condições iniciais	244
11.5	Determinação da forma da área transversal	244
11.6	Quando a parábola cúbica falha	247
11.7	Velocidades, conservação da massa e correção de áreas	250
11.8	Coeficientes de Manning e inclinação do solo	252
11.9	Evolução do sistema	254
11.10	Cálculos necessários em cada passo temporal para a evolução do sistema .	256
11.11	Conclusões	257
	Referências	257

12	Potencial de uso de modelos de simulação 2D para prevenção de catástrofes em rompimento de barragens de rejeitos	259
12.1	Introdução	259
12.2	Simulações de escorregamentos e quedas de blocos realizadas com Titan2D	260
12.3	Experimento de aplicação do Titan2D no rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho	261
12.4	Experimento com uso do Hand para mapear áreas com risco de inundação na área da barragem de rejeitos em Brumadinho	270
12.5	Conclusões	271
	Referências	276
13	GT Educação e Sociedade – recortes de um percurso coletivo de construções de espaços para dizer dos conflitos, riscos e impactos associados a barragens	277
13.1	Introdução	278
13.2	Bases de trabalho	279
13.3	Escritas coletivas	287
13.4	Considerações finais	300
	Referências	300
	Sobre as autoras e os autores	303