

Índice de Figuras

1 – Exemplo de risco ambiental	28
2 – Perfil esquemático do processo de enchente e inundação	34
3 – Corrida de detritos	41
4 – Queda de blocos	42
5 – Subsidência ou colapso	43
6 – Rastejamento	43
7 – Tipos de deslizamento	44
8 – Normalização dos valores	55
9 – Coincidência espacial: sobreposição de planos de informação de mesma resolução	55
10 – Localização da cidade de São João del-Rei/MG	76
11 – Histórico e expansão urbana de São João del-Rei	78
12 – Embasamento da Formação Tiradentes em São João del Rei	82
13 – Geologia da cidade de São João del-Rei na escala de 1:50.000	83
14 – Vista de São João del-Rei, Aquarela de Rugendas, 1824	84
15 – Unidades geomorfológicas de São João del-Rei na escala de 1:250.000	86
16 – Mapa de Solos da cidade de São João del-Rei na escala de 1:650.000	88
17 – Localização da Bacia do Rio das Mortes	90
18 – Hidrografia da cidade de São João del-Rei	91
19 – Bacia do Ribeirão Água Limpa e Microbacia do Córrego do Lenheiro	92
20 – Histórico de precipitações e temperaturas em São João del-Rei entre os anos de 1931 e 1990	93
21 - Linha do tempo de registros de inundações em São João del-Rei	103
22 - Correnteza causou estragos	104
23 - “Furacão”	105
24 - Temporal em São João del-Rei	106
25 - Desastre em São João del-Rei	106
26 - Registro da Estação Fluviométrica do Córrego do Lenheiro	107
27 - Chuva brava	108
28 - Enchentes no Córrego do Lenheiro	108
29 - Chuvas causam grandes prejuízos	109
30 - Enchentes causam prejuízos	110
31 - Áreas indicadas na Figura 30	111
32 - Insistentes chuvas causam graves prejuízos	112

33 - Inundação em 1999	113
34 - Chuva traz prejuízos e assusta população	113
35 - Chuva derruba casas e deixa centenas sem teto	114
36 - Chuva rápida causou enchente e estragos	115
37 - Chuva ocasiona inundações e desabamentos	117
38 - Chuvas inundam ruas na Colônia do Marçal	119
39 - Esquema ilustrativo do relevo e estrutura viária da Colônia do Marçal	119
40 - Chuvas causam prejuízos e morte	120
41- Esquema ilustrativo do relevo e estrutura viária da Avenida Leite de Castro ...	126
42 - Mapa de localização dos canais fluviais e pontos de referência descritos na seção 4.2	143
43 - Esclarecimento sobre as obras do Lenheiro	139
44 - A falência da empreiteira	139
45 - Vereadores perguntam e ministério responde	140
46 - Obras no Córrego do Lenheiro	141
47 - Lenheiro terá 80 m demolidos	142
48 - Demolição da canalização	143
49 - Ampliação das obras de canalização do Córrego do Lenheiro, 1995	145
50 - Síntese do histórico de canalização	147
51 - Mapa de modificação da paisagem fluvial da foz do Ribeirão Água Limpa ...	153
52 - Planta da Várzea do Marçal, 1893	154
53 - Possível desvio do Ribeirão Água Limpa e Rio das Mortes	155
54 - Fluxograma: síntese metodológica empregada	162
55 - Macrozoneamento municipal de São João del-Rei	166
56 - Microzoneamento de São João del-Rei e localização dos loteamentos	167
57 - Áreas de risco, vazios urbanos, APNC e APC de São João del-Rei	171
58 - Disposição dos Vazios Urbanos de São João del-Rei	172
59 - Croqui do parque urbano proposto pela Fundação João Pinheiro	176
60 - Área de estudo para o desenvolvimento do estudo proposto no Capítulo 6 ...	186
61 - Fluxograma e síntese metodológica	188
62 - Triangular Irregular Networks (TIN)	189
63 - Raster: Modelo Numérico de Terreno (Mapa de Hipsometria de São João del-Rei)	190
64 - Mapa de declividade de São João del-Rei	192
65 - Composição do Modelo de Suscetibilidade à Inundação	196
66 - Composição do Modelo de Suscetibilidade a movimentos em massa	197

67 - Fluxograma síntese da classificação do UCT	198
68 - Composição dos Modelos de Perigo	199
69 - Validação das áreas de suscetibilidade em campo (Avenza Systems)	201
70 - Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais em massa	205
71 - Carta de suscetibilidade à inundação	206
72 - Geometria urbana e relevo da Colônia do Marçal	209
73 - Composição do risco	209
74 - Mapa de Perigo de inundação	210
75 - Mapa de Perigo de movimentação em massa	210
76 - Mapa de Vulnerabilidade da cidade de São João del-Rei	211
77 - Mapa de Risco de inundação	212
78 - Mapa de Risco de movimentação em massa	212

Índice de Fotografias

1 - Ruas Antônio Rocha e Hermílio Alves, São João del-Rei	103
2 - Rua Arthur Bernardes, antiga Rua Moreira César	104
3 - Enchente de 1919 e cenário atual	106
4 - Enchente de 1983	110
5 - Entulho e casas que causam obstrução do canal fluvial	112
6 - Imediações da rodoviária de São João del-Rei	115
7 - Alagamento no Matosinhos	116
8 - Alagamento na Avenida Leite de Castro, cruzamento com a Rua Frei Cândidos	116
9 - Rachaduras na calçada e muretas	117
10 - Situação atual do locais	118
11 - Inundação no Tejucos	121
12 - Ventania e inundações	121
13 - Ponte do Bezerrão (via de ligação entre a Avenida Leite de Castro e a Colônia do Marçal), 2012	122
14 - Enxurradas na Avenida Luiz Giarola	123
15 - Nível elevado do Lenheiro na altura do Tejuco	124
16 - Vila Nossa Senhora de Fátima	124

17 - Escola Garcia de Lima	124
18 - Rua Joaquim Timóteo	124
19 - Avenida Leite de Castro	125
20 - Avenida Leite de Castro	125
21 - Avenida Luiz Giarola	125
22 - Inundações e alagamentos de 13 de fevereiro de 2020	126
23 - Transbordamento do Rio das Mortes	127
24 - Alagamento na Travessa Lopes Bahia - região central de São João del-Rei ...	127
25 - Alagamento na Avenida Eduardo Magalhães - região central de São João del-Rei ...	127
26 - Rua General Osório	128
27 - São João del-Rei, 1921	137
28 - Cachoeira do Córrego do Lenheiro (natural na fotografia em preto e branco e atualmente concretado)	137
29 - Córrego do Lenheiro nas imediações da Estação Ferroviária – Década de 1980	144
30 - Final do trecho canalizado do Córrego do Lenheiro	144
31 - Canalização do Córrego do Lenheiro no bairro Tejuco, Rua Rossini Bacarini, 1990	145
32 - Trecho canalizado do Córrego do Lenheiro entre ruas Antônio Josino de Andrade e Aldo Zerlotine, 1995/2021	146
33 - Confluência do Córrego do Lenheiro com o Ribeirão Água Limpa, 2021 ...	147
34 - Diferença volumétrica, energética e efeito remanso do Água Limpa sobre o Lenheiro	148
35 - Córrego do Morro das Bêtas em 1930 e 2021	149
36 - Casa sobre o Córrego da Caieira	149
37 - Córrego da Voçoroca do Dom Bosco	150
38 - Córrego da Voçoroca do Dom Bosco canalizado sob a Avenida Leite de Castro	150
39 - Córrego Dom Bosco	151
40 - Possível desembocadura do Córrego do Dom Bosco	151
41 - Córrego do Segredo.....	152
42 - Ponte da Misericórdia	152
43 - Vale colmatado do Ribeirão Água Limpa	155
44 - Conversão de ZPP em loteamento urbano (Campana del-Vento)	169
45 - Voçorocas no entorno dos Vazios Urbanos	173
46 - Comportas protetoras de inundação/alagamento	208

Índice de QUADROS

I – Classificação do grau dos desastres segundo o Glossário da Defesa Civil	32
II – Condicionantes naturais e antrópicos que propiciam a ocorrência das enchentes, alagamentos e inundações	35
III – Elementos que compõem a drenagem urbana	39
IV – Componentes da vulnerabilidade e relação com a exposição ao perigo	202
V – Síntese dos procedimentos que compuseram o risco	203

Índice de TABELAS

I – Suscetibilidade litológica a processos de deslizamento	82
II – Relação entre bairros e densidade demográfica	94
III – Reclassificação da hipsometria	191

ÍNDICE

Dedicatória	5
Agradecimentos	6
Prefácio	7
Apresentação	11

CAPÍTULO 1 - DEFINIÇÕES E CONCEITOS ASSOCIADOS AO RISCO E

AOS INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO	17
1.1 Os elementos do risco e o desastre	19
1.1.1 Perigo	19
1.1.2 Suscetibilidade	22
1.1.3 Vulnerabilidade	23
1.1.4 Risco: etimologia e conceituação	25
1.1.4.1 Tipologias de riscos	27
1.1.5 Desastres	30
1.2 Enchentes, inundações, enxurradas e alagamentos em áreas urbanas	33
1.2.1 Sistema de drenagem	37
1.3 Deslizamentos em ambientes urbanos	41
1.4 Mapeamento de áreas suscetíveis a inundações e movimentos em massa	46
1.4.1 A importância das técnicas de análise espacial na gestão e prevenção do risco: a aplicabilidade do geoprocessamento	49
1.4.1.1 Álgebra de mapas e análise multicritério	52
1.5 A paisagem como instrumento de planejamento e gestão	56
1.5.1 Planejamento da paisagem	56
1.5.2 Algumas considerações acerca do planejamento urbano no Brasil	60
1.6 Instrumentos políticos de planejamento da paisagem urbana, prevenção de riscos e desastres	62
1.6.1 Plano Diretor Municipal	63
1.6.1.1 Plano Diretor de Drenagem Urbana	65
1.6.2 Plano Municipal de Saneamento Básico	67
1.6.3 Plano de Contingência, Proteção e Defesa Civil	70
1.7 Considerações gerais	71

CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DE SÃO JOÃO DEL-REI	73
2.1 Localização da área de estudo	75
2.2 Histórico de urbanização	76
2.3 Geologia	80
2.4 Geomorfologia	84
2.5 Solos	87
2.6 Hidrografia	89
2.7 Clima	93
2.8 Sociedade e economia	94
2.9 Considerações gerais	95
 CAPÍTULO 3 - LEVANTAMENTO HISTÓRICO-GEOGRÁFICO DOS EVENTOS DE INUNDAÇÃO E MOVIMENTOS EM MASSA NA CIDADE DE SÃO JOÃO DEL-REI NO PERÍODO DE 1774 A 2021	 97
3.1 O inventário secular das inundações e dos movimentos em massa na cidade de São João Del-Rei	101
3.2 Considerações gerais	129
 CAPÍTULO 4 - AS MODIFICAÇÕES ANTRÓPICAS NA PAISAGEM FLUVIAL DA CIDADE SÃO JOÃO DEL-REI	 131
4.1 As modificações antrópicas na paisagem fluvial de São João Del-Rei	134
4.2 Considerações gerais	156
 CAPÍTULO 5 - A QUESTÃO DA SUSCETIBILIDADE E RISCO DE INUNDAÇÕES E MOVIMENTOS EM MASSA NOS INSTRUMENTOS POLÍTICOS DE PLANEJAMENTO URBANO DE SÃO JOÃO DEL-REI: UMA ANÁLISE CRÍTICA	 159
5.1 Os instrumentos políticos de planejamento urbano de São João Del- -Rei e a temática risco	162
5.2 Considerações gerais	177

CAPÍTULO 6 - PROPOSTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO EM AMBIENTES URBANOS A PARTIR DA ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO RELEVO	181
6.1 Materiais	185
6.2 Métodos	187
6.2.1 Modelo de Suscetibilidade	187
6.2.1.1 Elaboração do Modelo Numérico de Terreno	188
6.2.1.2 Elaboração da Base Hipsométrica	189
6.2.1.3 Elaboração da Base de Declividade	191
6.2.1.4 Índice de Concentração da Rugosidade	192
6.2.1.5 Índice de Hack	193
6.2.1.6 Densidade de Drenagem	194
6.2.1.7 Álgebra de Mapas	195
6.2.2 Modelo de Perigo	197
6.3.2.1 Trabalhos de campo	199
6.3.2.2 Validação dos modelos de inundação e movimentação em massa ...	200
6.2.3 Base e Modelo de Vulnerabilidade	201
6.2.4 Modelo de Risco	203
6.3 A identificação de áreas de suscetibilidade, perigo e risco em ambien- tes urbanos a partir da análise morfométrica: resultados e discussões	203
6.4 Considerações gerais	213
Conclusão	215
Referências bibliográficas	219