

# **Plano Municipal de Redução de Risco Geológico e Plano Diretor de Águas Pluviais / Fluviais de Castelo**

**– Programa Municipal de Redução de Risco –**



**AVANTEC**  
Engenharia



**Zemlya**  
CONSULTORIA E SERVIÇOS

**ZAV-SED-PRR\_CAS\_01.001-R0**

**Maio / 2014**

**Governador**  
José Renato Casagrande

**Vice Governador**  
Givaldo Vieira

**Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano**  
Iranilson Casado Pontes

**Secretaria de Estado Extraordinária de Projetos Especiais e de Articulação Metropolitana**  
José Eduardo Faria de Azevedo

**Instituto Jones dos Santos Neves**  
José Edil Benedito

**Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural**  
Evair Vieira de Melo

**Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**  
Cláudio Denícoli

**Corpo de Bombeiros Militar**  
Coronel Fronzio Calheira

**Comissão de Gestão contratual e de Coordenação Técnica**  
Eduardo Loureiro Calhau  
Lígia Damasceno de Lima  
Letícia Tabachi Silva

**Comissão de Apoio Técnico do Governo**  
Nádia Machado  
Pablo Jabor  
Luiza Bricalli  
José Geraldo Ferreira da Silva  
Hideko Feitoza  
Leandro Feitoza  
David Viegas Casarin  
Anderson A. Guerim Pimenta  
Roney Gomes Nascimento

**Equipe Técnica Chave da Consultora**  
Kleber Pereira Machado  
Leonardo Andrade de Souza  
Marco Aurélio C. Caiado

**Alfredo Chaves- ES**  
**2014**

		Nº: ZAV-SED-PRR_CAS_01.001-R0								
 SECRETARIA DE SANEAMENTO, HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO <b>ESPIRITO SANTO</b> GARANTIA COM A CIDADANIA		CLIENTE: Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano								
		PROJETO: Plano de Redução de Risco Geológico e Plano Diretor de Águas Pluviais / Fluviais de Castelo								
 <b>AVANTEC</b> Engenharia	TÍTULO: PROGRAMA MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCO							<b>MEIO AMBIENTE</b> ENGENHARIA		
RESPONSÁVEIS TÉCNICOS PELO DOCUMENTO:									RUBRICA:	
Marco Aurélio Costa Caiado Engenheiro Agrônomo, Ph. D. CREA-ES nº 3757/D		Leonardo A. de Souza Engenheiro Geólogo. M.Sc. CREA-MG 78885/D								
<b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>										
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS									
0	EMISSÃO INICIAL									
	REV. 0	REV. 1	REV. 2	REV. 3	REV. 4	REV. 5	REV. 6	REV. 7	REV. 8	
DATA	22/04/2014									
EXECUÇÃO										
VERIFICAÇÃO										
APROVAÇÃO										
FORMULÁRIO PERTENCENTE À AVANTEC ENGENHARIA										

## APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o Programa Municipal de Redução de Risco do Município de Castelo, elaborado com base nos volumes apresentados no Plano Municipal de Redução de Risco Geológico e Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais.

As ações propostas neste programa foram pautadas conforme contrato de prestação de serviço 004/2012, edital de concorrência 001/2012, processo número 53137140/2011 firmado para execução das atividades, celebrado entre o Estado do Espírito Santo por intermédio da Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano – SEDURB e o Consórcio ZEMLYA – AVANTEC.

O Termo de Referência do contrato firmado entre a Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano – SEDURB e o Consórcio ZEMLYA - AVANTEC estabelece seis etapas de trabalho a serem cumpridas, sendo este relatório específico da etapa 4.

- 1 – Serviços Preliminares – Consolidação do Plano de Trabalho;
- 2 – Elaboração do Plano Diretor de Águas Pluviais;
- 3 – Elaboração do Plano Municipal de Redução de Risco;
- 4 – Consolidação do Programa de Redução de Risco;
- 5 – Atividades de divulgação do Programa de Redução de Risco;
- 6 – Elaboração de Estudo e projetos de engenharia.

## SUMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>METAS.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTOS E CONCEITOS.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS NO BRASIL E NO ESPIRITO SANTO.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2</b>	<b>ARCABOUÇO INSTITUCIONAL E LEGISLAÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>CARTAS GEOTÉCNICAS DE SUSCETIBILIDADE E DE RISCO ...</b>	<b>24</b>
<b>3.4</b>	<b>GLOSSÁRIO TÉCNICO.....</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO DE CASTELO 34</b>	
<b>4.1</b>	<b>ASPECTOS DA HIDROLOGIA E DA DRENAGEM URBANA.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2</b>	<b>ASPECTOS DA GEOLOGIA E DA GEOMORFOLOGIA .....</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>PERCEPÇÃO DE RISCO DOS MORADORES DO MUNICÍPIO DE CASTELO 47</b>	
<b>6</b>	<b>MAPEAMENTO DE RISCO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO .....</b>	<b>52</b>
<b>6.1</b>	<b>RISCO GEOLÓGICO.....</b>	<b>54</b>
<b>6.2</b>	<b>RISCO HIDROLÓGICO (INUNDAÇÃO) .....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>PLANOS DE AÇÃO PARA REDUÇÃO DO RISCO .....</b>	<b>59</b>
<b>7.1</b>	<b>PLANOS DE CONTROLE AMBIENTAL .....</b>	<b>60</b>
<b>7.1.1</b>	<b>Plano de conservação e recuperação de maciços arbóreos nas bacias dos Rios Castelo e Caxixe .....</b>	<b>60</b>
<b>7.1.2</b>	<b>Plano de conservação do solo e da água .....</b>	<b>62</b>
<b>7.1.2.1</b>	<b>Práticas de conservação de água e solo em áreas agrícolas .....</b>	<b>62</b>
<b>7.1.2.2</b>	<b>Práticas de conservação de água e solo em pastagens .....</b>	<b>64</b>
<b>7.1.2.3</b>	<b>Adequação de estradas vicinais.....</b>	<b>66</b>
<b>7.1.2.1</b>	<b>Inibição de drenagem de várzeas .....</b>	<b>68</b>
<b>7.2</b>	<b>PLANOS DE ORDENAMENTO TERRITORIAL .....</b>	<b>68</b>
<b>7.2.1</b>	<b>Revisão do Zoneamento do Plano Diretor Municipal de Castelo</b>	<b>68</b>

<b>7.2.2</b>	<b>Revisão do Código Municipal de Obras.....</b>	<b>74</b>
<b>7.2.3</b>	<b>Elaboração do Código Municipal de Meio Ambiente e da Lei de Licenciamento Ambiental .....</b>	<b>74</b>
<b>7.3</b>	<b>PLANOS DE ESTRUTURAÇÃO INSTITUCIONAL.....</b>	<b>75</b>
<b>7.3.1</b>	<b>Instituição da Lei de Estrutura Administrativa da Prefeitura Municipal de Castelo em consonância com a atual gestão municipal .....</b>	<b>75</b>
<b>7.3.2</b>	<b>Criação de uma Secretaria de Planejamento Urbano e Habitação</b>	
	<b>78</b>	
<b>7.3.3</b>	<b>Reestruturação da Secretaria Municipal de Assistência Social .</b>	<b>80</b>
<b>7.3.4</b>	<b>Implementação e fortalecimento das ações com vistas ao planejamento urbano, a infraestrutura urbana e a provisão de habitação de interesse social.....</b>	<b>80</b>
<b>7.3.5</b>	<b>Fortalecimento do Sistema de Gestão Participativa.....</b>	<b>81</b>
<b>7.3.6</b>	<b>Reestruturação e Fortalecimento do Sistema Municipal de Defesa Civil .....</b>	<b>82</b>
<b>7.3.6.1</b>	<b>Apoio técnico e gestão de informações.....</b>	<b>85</b>
<b>7.3.6.1.1</b>	<b>Elaboração de normas e procedimentos.....</b>	<b>86</b>
<b>7.3.6.1.2</b>	<b>Monitoramento permanente dos riscos .....</b>	<b>86</b>
<b>7.3.6.1.3</b>	<b>Instalação e gestão de sistema de monitoramento pluviométrico e fluviométrico.....</b>	<b>89</b>
<b>7.3.6.1.4</b>	<b>Instalação e gestão de um banco de dados georreferenciados .....</b>	<b>96</b>
<b>7.3.6.2</b>	<b>Atendimento a emergências.....</b>	<b>97</b>
<b>7.3.6.2.1</b>	<b>Serviço de atendimento telefônico .....</b>	<b>98</b>
<b>7.3.6.2.2</b>	<b>Realização de vistorias .....</b>	<b>98</b>
<b>7.3.6.2.3</b>	<b>Sistema de alerta .....</b>	<b>99</b>
<b>7.3.6.2.4</b>	<b>Estoque estratégico mínimo.....</b>	<b>100</b>
<b>7.3.6.2.5</b>	<b>Sistema de abrigamento temporário .....</b>	<b>101</b>
<b>7.3.6.3</b>	<b>Ações comunitárias de proteção e defesa civil .....</b>	<b>103</b>
<b>7.3.6.3.1</b>	<b>Atividades socioeducativas .....</b>	<b>104</b>
<b>7.3.6.3.2</b>	<b>Formação de NUDECs.....</b>	<b>107</b>
<b>7.3.6.3.3</b>	<b>Participação comunitária na gestão das intervenções estruturais...</b>	<b>109</b>
<b>7.3.6.4</b>	<b>Proposta de Estruturação da Defesa Civil.....</b>	<b>110</b>

---

<b>7.4</b>	<b>PLANOS DE DRENAGEM URBANA.....</b>	<b>111</b>
<b>7.4.1</b>	<b>Aumento de infiltração e retenção de águas pluviais nos logradouros públicos .....</b>	<b>111</b>
<b>7.4.2</b>	<b>Manutenção do Sistema de Drenagem.....</b>	<b>116</b>
<b>8</b>	<b>PROPOSTA DE MINUTA DE LEI.....</b>	<b>117</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>127</b>
<b>10</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>128</b>
<b>11</b>	<b>EQUIPE TÉCNICA.....</b>	<b>132</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS

### **FIGURAS:**

<b>Figura 3-1:</b> Cartas geotécnicas e aplicação em práticas de planejamento urbano e ordenamento territorial.....	25
<b>Figura 4-1:</b> Localização do município de Castelo no contexto do Espírito Santo.	36
<b>Figura 4-2:</b> Vista montante-jusante da barragem da UHE São João.	38
<b>Figura 4-3:</b> Vista jusante-montante da barragem da UHE São João.	38
<b>Figura 4-4:</b> Vista aérea da restrição do leito do rio Castelo.	39
<b>Figura 4-5:</b> Vista lateral da ponte sobre o rio Castelo.	39
<b>Figura 4-6:</b> Aspecto da área mais baixa do bairro Niterói.	40
<b>Figura 4-7:</b> Talvegue no início do bairro Niterói onde foram implantadas vias e construído um campo de futebol.....	40
<b>Figura 4-8:</b> Rua Antônio Rangel, sob a qual um córrego foi canalizado com manilhas de um metro de diâmetro e que tem se mostrado subdimensionadas.	40
<b>Figura 4-9:</b> Loteamento irregular no bairro Volta Redonda. Área constantemente inundada.	40
<b>Figura 5-1:</b> Chance de ocorrer evento relacionado a deslizamento de terra/bloco ou inundação segundo os entrevistados.....	48
<b>Figura 5-2:</b> Grau de influência das situações de risco segundo a percepção dos entrevistados.	50
<b>Figura 5-3:</b> Grau de influência das situações de risco segundo a percepção dos entrevistados.	51
<b>Figura 6-1:</b> Diagrama dos aspectos da mobilização comunitária.....	53
<b>Figura 6-2:</b> Proposta de etapas para elaboração da carta de risco.	55
<b>Figura 7-1:</b> Maciços florestais nas sub bacias dos Rios Castelo e Caxixe.....	61
<b>Figura 7-2:</b> Caixas secas implantadas em estrada vicinal no município de São Roque do Canaã- ES.	67
<b>Figura 7-3:</b> Bacias de contenção instaladas às margens de rodovia pavimentada.	67
<b>Figura 7-4:</b> Implantação de uma bacia de contenção às margens de uma estrada vicinal .....	67

---

<b>Figura 7-5:</b> Taludes de corte e aterro e áreas não transitáveis recobertos com espécies herbáceas em estrada vicinal. ....	67
<b>Figura 7-6:</b> Modelo de Comunicado de Utilidade Pública. ....	88
<b>Figura 7-7:</b> Localização das estações de monitoramento hidrológico existentes e propostas para as bacias dos Rios Castelo e Caxixe. ....	90
<b>Figura 7-8:</b> Participantes da oficina de capacitação. ....	105
<b>Figura 7-9:</b> Participantes da oficina de capacitação. ....	105
<b>Figura 7-10:</b> Representante do consórcio Zemlya-Avantec durante apresentação. ....	106
<b>Figura 7-11:</b> Pavimento poroso. ....	115
<b>Figura 7-12:</b> Pavimento poroso. ....	115
<b>Figura 7-13:</b> Trincheira de infiltração. ....	115
<b>Figura 7-14:</b> Calçadas vegetadas. ....	115
<b>Figura 7-15:</b> Bacia de detenção. ....	115
<b>Figura 7-16:</b> Bacia de retenção. ....	116
<b>Figura 7-17:</b> Faixas gramadas. ....	116

## TABELAS:

<b>Tabela 4-1:</b> Dados gerais do município de Castelo (IBGE).....	35
<b>Tabela 6-1:</b> Síntese dos setores de risco identificados no PMRR.....	56
<b>Tabela 6-2:</b> Síntese da classificação de risco identificado no Plano Diretor de Drenagem Pluviais e Fluviais.....	58
<b>Tabela 7-1:</b> Lista dos contatos de presidentes de associações. ....	82
<b>Tabela 7-2:</b> Plano preventivo de deslizamento para os setores do PMRR. ....	92
<b>Tabela 7-3:</b> Intensidade de chuva e chuva acumulada que oferecem risco de inundaçāo às áreas de risco Muito Alto, Alto, Médio e Baixo na sede municipal de Castelo, pelos Rios Caxixe e Castelo.....	93
<b>Tabela 7-4:</b> Vazões do Rio Castelo e Níveis d'água em relação à passarela sobre este, onde se localiza uma estação de monitoramento fluviométrico da ANA, que oferecem risco de inundaçāo às áreas de risco Muito Alto, Alto Médio e Baixo na sede municipal de Castelo.....	93
<b>Tabela 7-5:</b> Plano preventivo de inundaçāo antes das obras do cenário proposto no PDAP nas bacias dos Rios Caxixe e Castelo. ....	94
<b>Tabela 7-6:</b> Plano preventivo de inundaçāo antes das obras do cenário proposto no PDAP nos bairros próximos aos Rios Caxixe e Castelo. ....	95
<b>Tabela 7-7:</b> Lista de abrigos disponíveis no município de Castelo.....	103
<b>Tabela 7-8:</b> População mínima a ser abrigada nas comunidades de Castelo com setores de risco alto e muito alto. ....	103
<b>Tabela 7-9:</b> Proposta de estruturação da Defesa Civil e das principais atribuições. ....	110
<b>Tabela 7-10:</b> Características, variantes, funções e efeitos de alguns elementos recomendáveis para um sistema de drenagem urbano sustentável (adaptado de Governo do Estado do Paraná/SUDERHSA, 2002).....	113

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO I:** Carta de Risco Geológico do município de Castelo.

**ANEXO II:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Castelo-ES.

**ANEXO III:** Mapa para orientação do zoneamento em Castelo-ES.

**ANEXO IV:** Sinalização da passarela situada sobre o Rio Castelo, onde se localiza uma estação de monitoramento fluviométrico da ANA, proposta no Programa de Redução de Risco.

## 1 INTRODUÇÃO

A urbanização é um processo característico da civilização humana e os problemas a ela inerente são largamente estudados atualmente. Enquanto em 1800 apenas 1% da população mundial vivia em cidades, a partir da revolução industrial, a urbanização se acelerou em ritmo ascendente, de forma que, durante a primeira metade do século XX, a população total do mundo aumentou 49%, enquanto a população urbana aumentou 240%. Durante a segunda metade do século, a população urbana passou de 1.520 milhões em 1974 para 1.970 milhões em 1982 (TUCCI, 2003).

No Brasil, o processo de urbanização nos últimos 50 anos tem se caracterizado pelo incremento da população em grandes cidades, tendo o número de localidades urbanas com população igual ou maior que 20.000 habitantes passado de 89, em 1950, para 870, em 2010, com a população total nessas localidades passado de 24 para 131 milhões (GEORGE; SCHENSUL, 2013).

Segundo Instituto Jones dos Santos Neves (2011), o estado do Espírito Santo apresentou uma população de 3.514.952 habitantes em 2010, evidenciando aumento de 13,5% (417.720 habitantes) em relação à população registrada em 2000 (3.097.232 pessoas residentes). No decorrer dos anos 2000, o estado destacou uma taxa média de crescimento anual de 1,27%, apresentando valor acima da média nacional (1,17%) e a maior taxa de crescimento populacional da região Sudeste, seguido por São Paulo (1,09%), Rio de Janeiro (1,06%) e Minas Gerais (0,91%). O município de Castelo passou de 32.756 em 2000 para 34.747 em 2010, com um crescimento médio anual de 0,57%.

O crescimento urbano das cidades provoca impactos significativos na população e no meio ambiente. Estes impactos deterioram a qualidade de vida da população devido ao aumento da frequência e do nível das inundações, somado à péssima qualidade das águas pluviais com o aumento da presença de materiais sólidos e, muitas vezes, de esgoto *in natura*.

Estes problemas são desencadeados principalmente pela forma como as cidades se desenvolvem, podendo ser citadas duas grandes causas de inundaçāo urbana:

- Devido à urbanização: relacionadas à ampliação de áreas impermeabilizadas e construção de sistemas de drenagem, como condutos e canais;
- Devido à ocupação de planícies de inundação: quando a legislação de uso do solo e o planejamento urbano são inadequados e após uma sequência de anos em que rios urbanos apresentam baixas vazões, a população passa a ocupar planícies de inundação devido à topografia plana, proximidade com áreas importantes do centro urbano e baixo custo. Entretanto, quando altas vazões ocorrem, os prejuízos podem atingir somas intangíveis e a municipalidade é chamada a investir na proteção da população contra cheias.

Duas condutas do poder público tendem a agravar ainda mais a situação:

- Os projetos de drenagem urbana têm como filosofia escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante. Este critério, via de regra, aumenta a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação de jusante;
- A falta de legislação normatizadora da ocupação do solo ou a falta de meios para aplicar as normas existentes possibilitam a ocupação de áreas ribeirinhas, restringindo a passagem de cheias e ocasionando inundações a montante.

Princípios básicos de drenagem urbana são largamente estudados e apresentados em manuais; entretanto estes não são, normalmente, empregados em cidades brasileiras, incluindo Castelo, e as principais causas são citadas em Tucci *et al.* (2002):

- Rápido e imprevisível desenvolvimento urbano, com tendência à ocupação de jusante para montante, ampliando os riscos de danos;
- Urbanização ocorrendo sem levar a legislação em conta;
- A ocupação dessas áreas é feita por pessoas de baixa renda e não é acompanhada pela infraestrutura recomendável;
- Ausência de programas de prevenção para a ocupação de áreas de risco e, quando as cheias ocorrem, recursos a fundo perdido são colocados à disposição para a municipalidade sem a exigência de programas de prevenção.

- Ausência de conhecimento por parte da população e técnicos locais de como lidar com inundações;
- Falta de organização institucional em drenagem urbana em nível local.

A estes, podem-se acrescentar, entre outros, o sub dimensionamento das estruturas de drenagem como pontes e bueiros, a falta de manutenção das mesmas, que resulta na redução de suas capacidades de transporte, além da não exigência de estudo dos impactos dos novos empreendimentos na drenagem urbana.

Já em relação aos problemas relacionados a movimentos gravitacionais de massa, a conjunção entre especificidades do substrato geológico, características geomorfológicas, eventos climáticos e aumento expressivo da urbanização tem levado a situações críticas por todo o planeta. Comumente observa-se que eventos dessa natureza ocorreram ou estão para ocorrer. No Brasil não é diferente. O histórico brasileiro de crescimento desordenado nas últimas décadas e as atuais taxas de urbanização acima de 80%, só corroboram para o incremento da vulnerabilidade de pessoas, infraestrutura e instalações, tornando a questão da prevenção de desastres e acidentes de natureza geológica um dos maiores problemas nacionais, tanto pelas perdas de vida frequentes, como pelos danos e prejuízos causados à sociedade e ao Estado.

Estes problemas, assim como os processos de inundações, também são desencadeados principalmente pela forma como as cidades se desenvolvem, podendo ser citadas como grandes causas dos movimentos de massa:

- Desconsideração da suscetibilidade natural dos terrenos a ocorrência de movimentos de massa;
- Ocupação de trechos muitos inclinados, com ocorrência de depósitos de cobertura e variações bruscas de permeabilidade entre o substrato rochoso e pacotes de solo;
- Desconsideração da análise dos sistemas de famílias de descontinuidades (falhas, superfície de estratificação, foliação, diáclase, clivagem de fratura, xistosidade), no processo de definição das áreas passíveis de ocupação;
- Ocupação em trechos com concentração do fluxo superficial a partir da análise da rede hidrográfica;

- Interferência antrópica através da alteração do regime de escoamento superficial com a abertura de vias veiculares, geração de aterros lançados de grande porte, principalmente em áreas de baixada, remoção da cobertura vegetal e, principalmente, pela geração de cortes verticalizados, instáveis e não contidos adequadamente;
- A falta de legislação normatizadora da ocupação do solo ou a falta de meios para fiscalizar e aplicar as normas existentes, o que possibilita a ocupação de áreas impróprias ou que necessitam de intervenções estruturantes para ocupação segura;
- Ausência de programas de prevenção e eliminação do risco em áreas onde os problemas já foram identificados, caracterizados e classificados;
- Ausência de conhecimento por parte da população e técnicos locais sobre as suscetibilidades naturais e de como lidar com os problemas.

Assim sendo, o processo de aceleração do crescimento econômico e social que marca o Brasil desde a última década, vem demandando a inclusão do risco na pauta da gestão pública, ficando cada dia mais evidente a importância da articulação das diversas ações existentes, programas e políticas voltadas a identificar e reduzir ameaças, vulnerabilidades e riscos naturais por todos os níveis e setores de governo, no sentido de alcançar a qualificação, sinergia e planejamento integrado, reduzindo perdas e danos às populações, à infraestrutura e à economia.

## 2 METAS

O Programa Municipal de Redução de Risco do Município de Castelo tem as seguintes metas:

- Compatibilizar as ações do Plano Municipal de Redução de Risco Geológico com o Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Castelo;
- Estabelecer diretrizes para controle ambiental das áreas de risco e de áreas de recarga hídrica;
- Estabelecer diretrizes de ordenamento e ocupação territorial;
- Estabelecer as diretrizes técnicas e institucionais para reestruturação e fortalecimento do sistema de defesa civil do Município de Castelo;
- Estabelecer diretrizes de controle da drenagem urbana.

### 3 FUNDAMENTOS E CONCEITOS

#### 3.1 OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS NO BRASIL E NO ESPÍRITO SANTO

De acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (BRASIL, 2011), foram registrados no Brasil 31.909 desastres naturais no período 1991-2010, relacionados com as secas, inundações bruscas e graduais, vendavais, granizo, movimentos de massa, incêndios florestais, geadas, tornados e erosões lineares, marinhas e fluviais. Este levantamento foi baseado nos documentos da Secretaria Nacional de Defesa Civil – SEDEC/MI, nas defesas civis estaduais e do Distrito Federal. Entretanto, é provável que estes desastres ainda estejam subnotificados.

Especificamente em relação ao Estado do Espírito Santo, para a elaboração do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, foram avaliados 1189 documentos oficiais, sendo 379 AVADAN, 102 NOPRED, 361 DECRETOS e 347 PORTARIAS abrangendo os 78 municípios que compõem o Estado e que correspondem a uma área de 45.597 km<sup>2</sup>. Como resultado, foi contabilizado, no período de 1990-2010, 3.989.730 habitantes afetados por desastres naturais, sendo registrados 56 mortes, 10.857 enfermos, 63 gravemente feridos, 1062 levemente feridos, 7 desaparecidos, 15.536 deslocados, 29.553 desabrigados e 159.535 desalojados.

Entretanto, o aumento da percepção da sociedade brasileira no que tange aos problemas associados aos grandes desastres ocorridos no Brasil, tem relação principalmente com as inundações em novembro de 2008 e setembro de 2011, no Vale do Itajaí, em Santa Catarina, as enxurradas e deslizamentos em janeiro de 2011 na região serrana do Rio de Janeiro e, mais recentemente, as cheias da Região Norte e Noroeste do Estado do Espírito Santo em 2013, evidenciando a urgente necessidade de desenvolvimento de instrumentos eficazes para a prevenção e mitigação de riscos e resposta a desastres.

### 3.2 AR CABOUÇO INSTITUCIONAL E LEGISLAÇÃO

O Programa Municipal de Redução de Risco de Castelo é parte integrante de um trabalho que está sendo executado pelo Governo do Espírito Santo em 17 municípios com o objetivo de atender às expectativas da sociedade capixaba para a formulação de estratégias, diretrizes e procedimentos que, efetivamente, consigam ampliar o conhecimento sobre os processos geodinâmicos, riscos e desastres, com proposição de ações estruturais e não estruturais para reduzir os riscos e minimizar o impacto relacionado aos desastres no Estado.

O trabalho está em consonância com a determinação do CAPÍTULO I, artigo 2º da Lei 12.608/12, bem como com o Programa Capixaba de Mudanças Climáticas.

A Lei 12.608/12 estabelece que “É dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre”. O Art. 7º, Seção II do CAPÍTULO II descreve o que “Compete aos Estados”:

- I - executar a PNPDEC (Política Nacional de Proteção e Defesa Civil) em seu âmbito territorial;
- II - coordenar as ações do SINPDEC (Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil) em articulação com a União e os Municípios;
- III - instituir o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil;
- IV - identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios;
- V - realizar o monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das áreas de risco, em articulação com a União e os Municípios;

VI - apoiar a União, quando solicitado, no reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública;

VII - declarar, quando for o caso, estado de calamidade pública ou situação de emergência; e

VIII - apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais.

Parágrafo único. O Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil deverá conter, no mínimo:

I - a identificação das bacias hidrográficas com risco de ocorrência de desastres; e

II - as diretrizes de ação governamental de proteção e defesa civil no âmbito estadual, em especial no que se refere à implantação da rede de monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das bacias com risco de desastre.

O Programa Capixaba de Mudanças Climáticas tem como um dos objetivos contribuir para a implementação de políticas públicas direcionadas a adaptação eficiente do Estado do Espírito Santo aos possíveis impactos causados pelas mudanças climáticas, através da identificação e do mapeamento das áreas de risco a eventos específicos e na mensuração das vulnerabilidades do Estado a tais eventos, sendo um dos projetos o Estudo de Riscos e Vulnerabilidades às Mudanças Climáticas que envolvem a identificação dos principais eventos ligados a mudanças climáticas, o mapeamento das áreas de risco para cada um dos eventos e a construção de um Índice de Vulnerabilidade.

A partir destas premissas, as diretrizes para a elaboração deste trabalho têm como ponto de partida a Lei 12.608/12, que Instituiu a Política Nacional de

Proteção e Defesa Civil – PNPDEC e abrange as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil. Em complementação às ações do Governo no âmbito da prevenção de desastres naturais, foi lançado, em 08/08/2012, o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais. O objetivo do plano é prevenir tragédias em regiões atingidas por desastres naturais e fenômenos climáticos, por meio de um conjunto de ações, compostas por quatro eixos de atuação: Eixo Prevenção, com obras estruturantes nas regiões prioritárias; Eixo Mapeamento, com o mapeamento das áreas de risco; Eixo Resposta, com ações estruturadas de preparação e resposta à ocorrência de desastres; e Eixo Sistema de Monitoramento e Alerta, com ações de estruturação da rede de monitoramento, previsão e alerta.

Soma-se a estes documentos, todo o arcabouço legal que fundamenta as ações do Programa Municipal de Redução de Risco:

#### Legislação Federal

- **Lei Federal nº 10.257/2001- Estatuto da Cidade**

*“Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.”*

- **Lei Federal nº 6.766/1979 – Parcelamento do Solo Urbano**

*“Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.”*

- **Lei Federal nº 11.977/2009 – Programa Minha Casa, Minha Vida e Regularização Fundiária de Assentamentos Urbanos**

*“Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas; altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941, as Leis nos 4.380, de*

21 de agosto de 1964, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 8.036, de 11 de maio de 1990, e 10.257, de 10 de julho de 2001, e a Medida Provisória nº 2.197-43, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.”

- **Lei Federal nº 12.651/2012 – Proteção de Vegetação Nativa**

“Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.”

- **Lei Federal nº 6.938/1981 – Política Nacional de Meio Ambiente**

“Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.”

- **Decreto Federal nº 750/1993**

“Estabelece os critérios de enquadramento das formações florestais, entre outros.”

- **Lei Federal nº 12.651/2012 – Novo Código Florestal Brasileiro**

“Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.”

- **Lei Federal nº 9.433/1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos**

*“Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.”*

- **Lei Federal nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos**

*“Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.”*

- **Lei Federal nº 11.445/2007 – Saneamento Básico**

*“Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.”*

### Legislação Estadual

- **Lei Estadual nº 7.943/2004 – Parcelamento do solo urbano**

*“Dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos e dá outras providências.”*

- **Lei Estadual Complementar nº 488/2009 – Instituto de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Estado do Espírito Santo**

*“Cria o Instituto de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Estado do Espírito Santo - IDURB-ES,*

*autoriza o Poder Executivo a promover a liquidação e extinção da Companhia de Habitação e Urbanização do Espírito Santo - COHAB-ES e dá outras providências.”*

- **Lei Estadual nº 4.886/1994 – Instituto Estadual de Meio Ambiente**

*“Cria o Instituto Estadual de Meio Ambiente – IEMA, autarquia vinculada à Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente – SEAMA, com personalidade jurídica de direito público de autonomia administrativa e financeira, na forma do artigo 7º da Lei nº 3.043/75.”*

- **Lei Estadual nº 248/2002 – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**

*“Cria o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA e dá outras providências.”*

- **Lei Estadual nº 4.126/1988**

*“Cria o Sistema Estadual de Meio Ambiente e a Secretaria Estadual para Assuntos do Meio Ambiente (SEAMA).”*

- **Lei Estadual nº 4.671/1992**

*“Garante a concessão de incentivos especiais decorrentes da obrigação de preservar, conservar e recuperar a cobertura florestal nativa e proteger os ecossistemas.”*

- **Lei Estadual nº 4.701/1992**

*“Dispõe sobre a obrigatoriedade que todas as pessoas, físicas e jurídicas, devem garantir a qualidade do meio ambiente, da vida e da diversidade biológica no desenvolvimento de sua atividade, assim como corrigir*

*ou fazer corrigir às suas expensas os efeitos da atividade degradadora ou poluidora por ela desenvolvida.”*

- **Lei Estadual nº 5.361/1996 – Política Florestal do Espírito Santo**

*“Dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Espírito Santo e dá outras providências.”*

- **Decreto nº 4.124-N/1997**

*“Aprova o Regulamento sobre a Política Florestal do Estado do Espírito do Santo.”*

- **Lei Estadual nº 5.818/1998 – Política Estadual de Recursos Hídricos**

*“Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos, do Estado do Espírito Santo - SIGERH/ES, e dá outras providências.”*

- **Decreto nº 38-R/2000**

*“Aprova o Regulamento do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH.”*

- **Lei Estadual nº 9.264/2009 – Política Estadual de Resíduos Sólidos**

*“Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências correlatas.”*

- **Lei Estadual nº 9.096/2008 – Política Estadual de Saneamento Básico**

*“Estabelece as Diretrizes e a Política Estadual de Saneamento Básico e dá outras providências.”*

## Legislação Municipal

- **Lei Municipal Complementar nº 002/2007 - Plano Diretor Municipal**

*“É instrumento básico, global e estratégico da política de desenvolvimento e orientação dos agentes públicos e privados que atuam na gestão do Município, na medida em que fixa princípios e diretrizes gerais por meio de participação popular.”*

### **3.3 CARTAS GEOTÉCNICAS DE SUSCETIBILIDADE E DE RISCO**

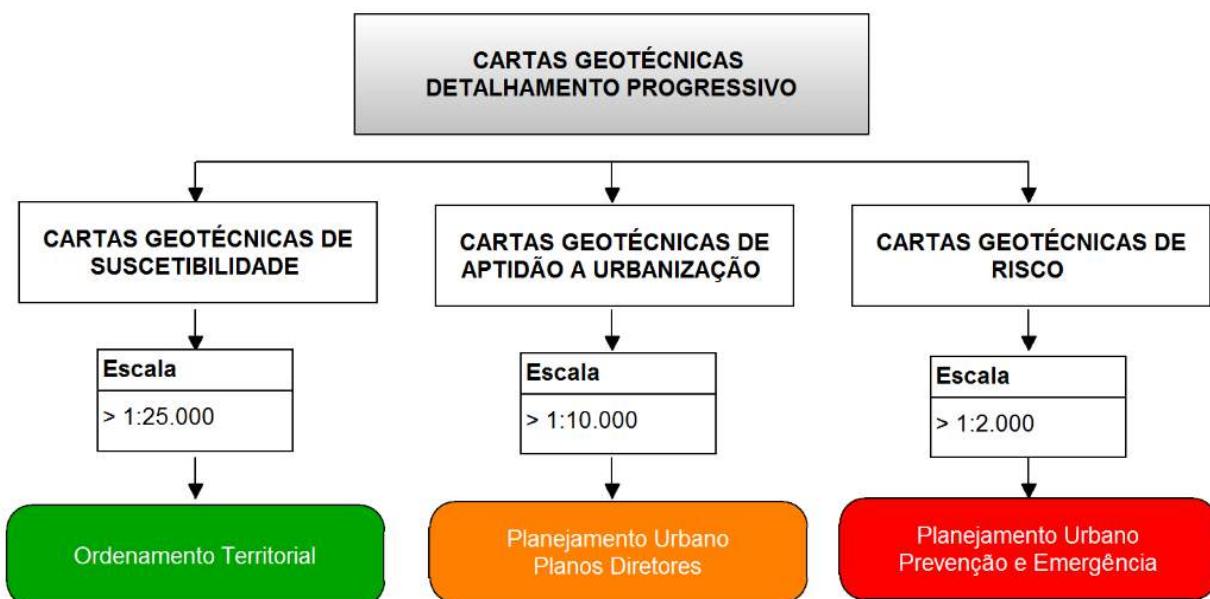
Diretamente relacionado a este trabalho, o termo cartografia geotécnica é empregado de uma forma genérica para aqueles produtos cartográficos que expressam a prática do conhecimento geológico aplicado para enfrentar os problemas gerados pelo uso e ocupação do solo (Prandini et al. 1995) ou que busquem avaliar e retratar as características dos componentes e os comportamentos do meio físico frente aos diferentes tipos de ocupação, avaliando suas limitações e seus potenciais (Zuquette, 1993).

Cerri (1990) afirma que as cartas geotécnicas devem mostrar a distribuição dos diferentes tipos de rochas e solos e suas propriedades geológico-geotécnicas, as formas de relevo e a dinâmica dos principais processos atuantes e o reflexo destes (naturais e induzidos) nas formas do uso e ocupação do solo.

Freitas (2000) considera carta geotécnica como “produto resultante da necessidade de caracterização dos terrenos, comprometido com uma intervenção ou solução para uso e ocupação do solo”, levando em conta atributos ou parâmetros de seus componentes físicos, os quais induzem ou condicionam o desenvolvimento de processos e fenômenos responsáveis pela dinâmica da crosta terrestre.

Cerri (1990) classifica as cartas geotécnicas como cartas geotécnicas clássicas, cartas de suscetibilidade e cartas de risco. Bittar *et al.* (1992) defendem a subdivisão em cartas geotécnicas dirigidas, cartas geotécnicas convencionais, cartas de suscetibilidade e cartas de risco geológico. Prandini *et al.* (1995) e Zaine (2000) classificam as cartas geotécnicas em cartas geotécnicas (propriamente ditas), cartas de riscos geológicos, cartas de suscetibilidade e cartas de atributos ou parâmetros. Apesar dos termos distintos, há uma grande similaridade entre os tipos de documentos produzidos.

Sobreira e Souza (2012) propõem que o modelo do detalhamento progressivo seja seguido também em práticas de planejamento e ordenamento urbano, com os níveis hierárquicos representados pela suscetibilidade (geral), aptidão à urbanização (semi detalhe ou intermediário) e risco (detalhe) (**Figura 3-1**).



**Figura 3-1:** Cartas geotécnicas e aplicação em práticas de planejamento urbano e ordenamento territorial.

### 3.4 GLOSSÁRIO TÉCNICO

Como alguns aspectos conceituais serão abordados durante o texto, para torná-los de fácil compreensão e objetivando definir bases conceituais que subsidiem a confecção do mapeamento da suscetibilidade a inundação urbana e do risco geológico nos municípios, elaborou-se uma relação de terminologias, e suas respectivas definições, acerca da temática risco, para sistematização e embasamento conceitual. Estes conceitos e terminologias foram sintetizados de diversos autores (Cerri & Amaral, 1998; Nogueira, 2002; FIDEM, 2003; Leite, 2005, UNISDR, 2009), cujos trabalhos, entre outros, orientaram a metodologia deste trabalho:

**EVENTO** - Fato já ocorrido, no qual não são registradas consequências danosas.

**ACIDENTE** - Acidente é um fato ocorrido, onde foram registradas consequências danosas. Evento definido ou sequência de eventos fortuitos e não planejados que dão origem a consequência específica e indesejada.

**AMEAÇA** - Fenômeno ou processo natural ou antrópico com potencialidade de causar um dano.

**DANO** - Medida da perda humana, material ou ambiental, física ou funcional, resultante da ação de uma ameaça sobre um meio exposto.

**PERIGO** - Um fenômeno perigoso, substância, atividade humana ou condição que pode causar a perda de vidas humanas, ferimentos ou outros impactos à saúde, danos materiais, perda de meios de subsistência e de serviços, de ruptura social e econômica, ou danos ambientais.

Comentário: Os perigos de acordo com o indicado na nota 3 do Marco de Ação de Hyogo (ONU) estão associados a processos naturais geológicos, meteorológicos, hidrológicos e oceânicos "...perigos de origem natural e afins, perigos ambientais e tecnológicos.", fontes biológicas e tecnológicas, por vezes, agindo em conjunto. Nas considerações técnicas, os perigos são descritos quantitativamente pela frequência, probabilidade de ocorrência de intensidades diferentes para diferentes

áreas, como também determinado a partir dos dados históricos ou análises científicas.

**VULNERABILIDADE** - São as características intrínsecas do sistema exposto a um evento. Corresponde à predisposição do sistema em ser afetado ou sofrer danos. Conjunto de fatores físicos, sociais, ambientais, econômicos e institucionais que condiciona a magnitude do dano sobre um determinado meio, exposto a uma determinada ameaça delimitada no espaço e no tempo. Corresponde à predisposição a sofrer danos ou perdas.

**SUSCETIBILIDADE** – Entende-se como um ou mais atributos físicos que uma determinada área possui e que a torna potencialmente sujeita à ocorrência de desastres relacionados à dinâmica hídrica. Entretanto, acrescentou-se a ação humana como um dos agentes intensificadores da suscetibilidade, pois ao impermeabilizar o solo, por exemplo, o homem pode contribuir para uma significativa alteração da dinâmica hídrica natural.

**RISCO** - A combinação da probabilidade de um evento e suas consequências negativas. Comentário: Esta definição segue de perto a definição do ISO / IEC Guia 73. A palavra "risco" tem duas conotações distintas: no uso popular, a ênfase é geralmente colocada sobre o conceito de chance ou possibilidade, como em "O risco de um acidente" e que, em definições técnicas, a ênfase é geralmente colocada sobre as consequências, em termos de "perdas potenciais" por algum motivo particular, local e período. Pode-se notar que as pessoas não partilham necessariamente a mesma percepção do significado e das causas subjacentes riscos diferentes.

O risco pode ser representado pela expressão matemática:

$$R = A \times V$$

Onde,

**A** = probabilidade de ocorrência de um evento perigoso (ameaça).

**V** = vulnerabilidade dos elementos expostos.

Neste caso, o risco (**R**) é tido como uma condição latente ou potencial, e seu grau depende da intensidade provável da ameaça (**A**) e dos níveis de vulnerabilidade (**V**) existentes. Quando se considera possível prognosticar temporal e espacialmente uma ameaça ou probabilidade (**P**), com base nos processos e mecanismos geradores, permitindo a avaliação dos prováveis danos (**D**), tem-se:

$$R = P \times D$$

Nogueira (2002) propõe que quando se agrega a estas definições a existência de algum gerenciamento do problema, pode-se expressar o risco (**R**) da seguinte forma:

$$R = P (fA) \times C (fV) \times g^{-1}$$

Onde temos a probabilidade (**P**) de ocorrer um fenômeno físico **A** com previsão de local, intervalo de tempo, dimensão, etc. Os danos ou consequências (**C**) que são função da vulnerabilidade (**V**) das pessoas ou bens, o que pode ser modificado pelo grau de gerenciamento (**g**).

Na avaliação da vulnerabilidade consideramos as possibilidades técnicas e econômicas de prevenir ou mitigar os vários efeitos destrutivos do fenômeno. O grau de organização e coesão interna das comunidades em risco, considerando sua capacidade de prevenir, mitigar ou responder às situações de desastre, pode ser denominado de vulnerabilidade social.

**AVALIAÇÃO DE RISCOS** - Uma metodologia para determinar a natureza e extensão do risco através da análise de perigos potenciais e avaliar as condições existentes de vulnerabilidade que, juntas, poderiam prejudicar as pessoas expostas, bens, serviços, meios de vida e do ambiente do qual dependem.

Comentário: avaliações de risco (e mapeamento de risco associados) incluem: uma análise das características técnicas dos perigos tais como a sua localização, intensidade, frequência e probabilidade, a análise de exposição e vulnerabilidade, incluindo a saúde física e social, as dimensões econômica e ambiental; a avaliação da eficácia das alternativas existentes e capacidades de enfrentamento em relação aos cenários de risco provável. Esta série de atividades é às vezes conhecido como um processo de análise de risco.

**CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES (COBRADE)** - Codificação que permite organizar e estabelecer códigos para os diferentes tipos de desastres, com o fim de sistematizar o preenchimento dos pedidos de decretação para Situações de Emergência e Estados de Calamidade Pública, pelos entes federativos, que após análise e aprovação poderão ser formalmente reconhecidos pela SEDEC-MI. Foi instituída pela Instrução Normativa Nº 1/2012 do Ministério da Integração Nacional. Substitui a Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos (CODAR), instituída pelo CONDEC, conforme Resolução nº 2 publicada na seção I do Diário Oficial de 2 de janeiro de 1995, como Anexo B da Política Nacional de Defesa Civil. Seu foco principal era o estudo dos riscos no Brasil iniciado com a elaboração e publicação dos Manuais de Desastres Naturais, Humanos e Mistos da SEDEC/MI.

**CENÁRIO DE RISCO** - situação hipotética de ocorrência de acidentes ou desastres.

**ALTURA PLUVIOMÉTRICA** - medidas realizadas nos pluviômetros e expressas em mm e que significam a lâmina d'água que se formaria sobre o solo como resultado de uma certa chuva, caso não houvesse escoamento, infiltração ou evaporação da água precipitada.

**INTENSIDADE DA PRECIPITAÇÃO** - relação entre a altura pluviométrica e a duração da precipitação expressa em mm/h ou mm/min.

**DURAÇÃO** - Período de tempo contado desde o início até o fim da precipitação.

**TEMPO DE RECORRÊNCIA OU PERÍODO DE RETORNO (T)** - período de tempo médio (medido em anos) em que um determinado evento pluviométrico ou fluviométrico deve ser igualado ou superado pelo menos uma vez.

**RELAÇÃO INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUENCIA** - equação que determina a intensidade da chuva para determinada duração e tempo de retorno.

**CENÁRIO ATUAL** - Cenário de uso do solo no qual será estudado o impacto da urbanização atual sobre o sistema de drenagem existente. Para o mesmo, serão mapeados os elementos conforme eles se encontram no campo atualmente.

**CENÁRIO TENDENCIAL** - Cenário de uso do solo no qual será estudado o impacto da urbanização futura sobre o sistema de drenagem existente. Este cenário representará a tendência de aumento dos prejuízos provocados pelas inundações considerando-se a expansão da mancha urbana sem a implantação das medidas de controle a serem propostas no presente trabalho.

**CENÁRIOS ALTERNATIVOS DE PLANEJAMENTO** - Cenários que representarão os efeitos das diversas alternativas de controle estudadas no Plano.

**CENÁRIO PROPOSTO** - Aquele que, dentre os Cenários Alternativos de Planejamento, será o que apresentar maior eficiência considerando-se os critérios de melhor relação benefício/custo e de menor impacto ambiental.

**DESASTRE** - Uma ruptura grave do funcionamento de uma comunidade ou uma sociedade envolvendo perdas humanas, materiais, prejuízos econômicos ou ambientais e impactos, o que excede a capacidade da comunidade afetada de lidar com o problema através de seus próprios recursos.

Comentário: Os desastres são geralmente descritos como resultado da exposição a um perigo, combinada com as condições de vulnerabilidade que estão presentes, e a insuficiente capacidade para reduzir ou lidar com as consequências negativas. Os impactos dos desastres podem incluir perda de vidas humanas, ferimentos, doenças e outros efeitos negativos na saúde humana física, mental e no bem-estar social, juntamente com danos à propriedade, destruição de bens, perda de serviços sociais e econômicos e a degradação ambiental.

**CAPACIDADE DE RESPOSTA** - Conjunto de ações ou meios que uma comunidade ou indivíduo possui para responder a um desastre.

**GESTÃO CORRETIVA DE RISCOS DE DESASTRES** - As atividades de manejo que abordam e buscam corrigir ou reduzir os riscos de desastres que já estão instalados.

Comentário: Este conceito visa distinguir entre os riscos que já estão instalados e que precisam ser gerenciados e reduzidos agora, e os riscos potenciais que

podem se desenvolver no futuro, se as políticas de redução de risco não forem postas em prática. Veja também gerenciamento de riscos potenciais.

**GESTÃO DE EMERGÊNCIA** - A organização e gestão de recursos e responsabilidades, para abordar todos os aspectos de emergências, em particular de preparação e resposta e as etapas de recuperação inicial.

Comentário: A crise ou emergência é uma condição de ameaça que requer uma ação urgente. Uma ação de emergência eficaz pode evitar a escalada de um evento em um desastre. A gestão de emergência envolve planos e arranjos institucionais para envolver e orientar os esforços do governo, de organizações não governamentais, de agências voluntárias e privadas, de forma abrangente e coordenada, para responder a todo o espectro de necessidades de emergência. A expressão “gestão de catástrofes” é por vezes utilizada em vez de gestão de emergências.

**GESTÃO DE RISCOS** - A abordagem sistemática e prática da gestão de incerteza para minimizar potenciais danos e perdas. Comentário: A gestão dos riscos compreende a avaliação e análise de riscos, e a implementação de estratégias e ações específicas para controlar e reduzir a transferência de riscos. É amplamente praticada por organizações para minimizar os riscos nas decisões de investimento e para enfrentar os riscos operacionais, tais como os de interrupção dos negócios, a falta de produção, danos ambientais, impactos sociais e danos decorrentes de incêndio e desastres naturais. A gestão de riscos é uma questão central para setores como a energia de abastecimento de água e agricultura, cuja produção é diretamente afetada por extremos de tempo e clima.

**GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES** - O processo sistemático que usa diretrizes administrativas, organizações e habilidades operacionais e as capacidades estabelecidas, para implementar estratégias, políticas para a melhoria de capacidades de enfrentamento, visando diminuir os impactos negativos dos riscos e a possibilidade de um desastre.

Comentário: Este termo é uma extensão de "gestão de risco" tornando-o mais direcionado, para abordar a questão específica dos riscos de desastres. A gestão

do risco de desastres tem como objetivo evitar, reduzir ou transferir os efeitos adversos de riscos por meio de atividades e medidas para prevenção, preparação e mitigação.

**MITIGAÇÃO** - A diminuição ou limitação do impacto negativo das catástrofes e desastres relacionados.

Comentário: Os impactos adversos dos riscos, muitas vezes não podem ser evitados totalmente, mas a sua dimensão ou gravidade pode ser substancialmente diminuída por várias estratégias e ações. As medidas de mitigação abrangem técnicas de engenharia e construção resistentes ao perigo, bem como melhoram as políticas ambientais e a conscientização pública.

**PLANO DE REDUÇÃO DE RISCO DE DESASTRES** - Um documento preparado por uma autoridade do setor, organização ou empresa que estabeleça metas e objetivos específicos para reduzir os riscos de desastres relacionados com as ações para alcançar esses objetivos. Comentário: Planos de Redução de Risco de Desastres devem seguir o Marco de Hyogo e serem coordenados no âmbito dos planos de desenvolvimento relevantes já existentes, com alocação de recursos e atividades do programa. Planos no nível nacional deverão ser específicos para cada nível de responsabilidade administrativa (Estadual e Municipal) e adaptados às diferentes circunstâncias geográficas e sociais que estão presentes. Os prazos e responsabilidades para a implementação e as fontes de financiamento, devem ser especificadas no plano.

Diante dos conceitos apresentados é possível perceber que o risco geológico em áreas urbanas não depende apenas das características intrínsecas dos materiais envolvidos nos processos geodinâmicos, da morfologia das encostas ou do regime pluviométrico da estação chuvosa. Está diretamente relacionado à forma de ocupação, tanto em encostas como em baixadas, e à conscientização da população envolvida no que tange a alteração da geometria das encostas sem critérios técnicos ou ocupação de áreas geologicamente instáveis.

Entretanto, ao mesmo tempo em que a ação do homem potencializou o risco, o gerenciamento do problema pode reduzir acidentes ou minimizar as perdas,

interferindo efetivamente na preservação de vidas e até mesmo evitando o desenvolvimento de processos geodinâmicos através de ações estruturais e de educação ambiental.

De acordo com a agência das Nações Unidas, voltada para a redução de desastres (UNITED NATIONS DISASTERS RELIEF OFFICE – UNDRO, 1991), o gerenciamento de riscos ambientais deve sempre estar apoiado em quatro estratégias de ação:

- Identificação e análise dos riscos.
- Planejamento e implementação de intervenções para a minimização dos riscos.
- Monitoramento permanente das áreas de risco e implantação de planos preventivos de defesa civil.
- Informação pública e capacitação para ações preventivas e de autodefesa.

Assim, a execução dos mapeamentos para os municípios do Espírito Santo estarão fundamentadas nos conceitos discutidos neste item, resultando em um plano estratégico que contemple as quatro linhas de ação propostas pela UNDRO.

## 4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO DE CASTELO

O município de Castelo possui uma população de 34.747 habitantes e uma área de 664,226 km<sup>2</sup>. Sua sede está a 141,0 quilômetros da capital do estado (**Tabela 4-1**). O citado município limita-se com os seguintes municípios: Ao Norte com Muniz Freire, Conceição do Castelo, Venda Nova do Imigrante e Domingos Martins, a leste com Vargem Alta, a oeste com Alegre e ao Sul com Cachoeiro de Itapemirim (

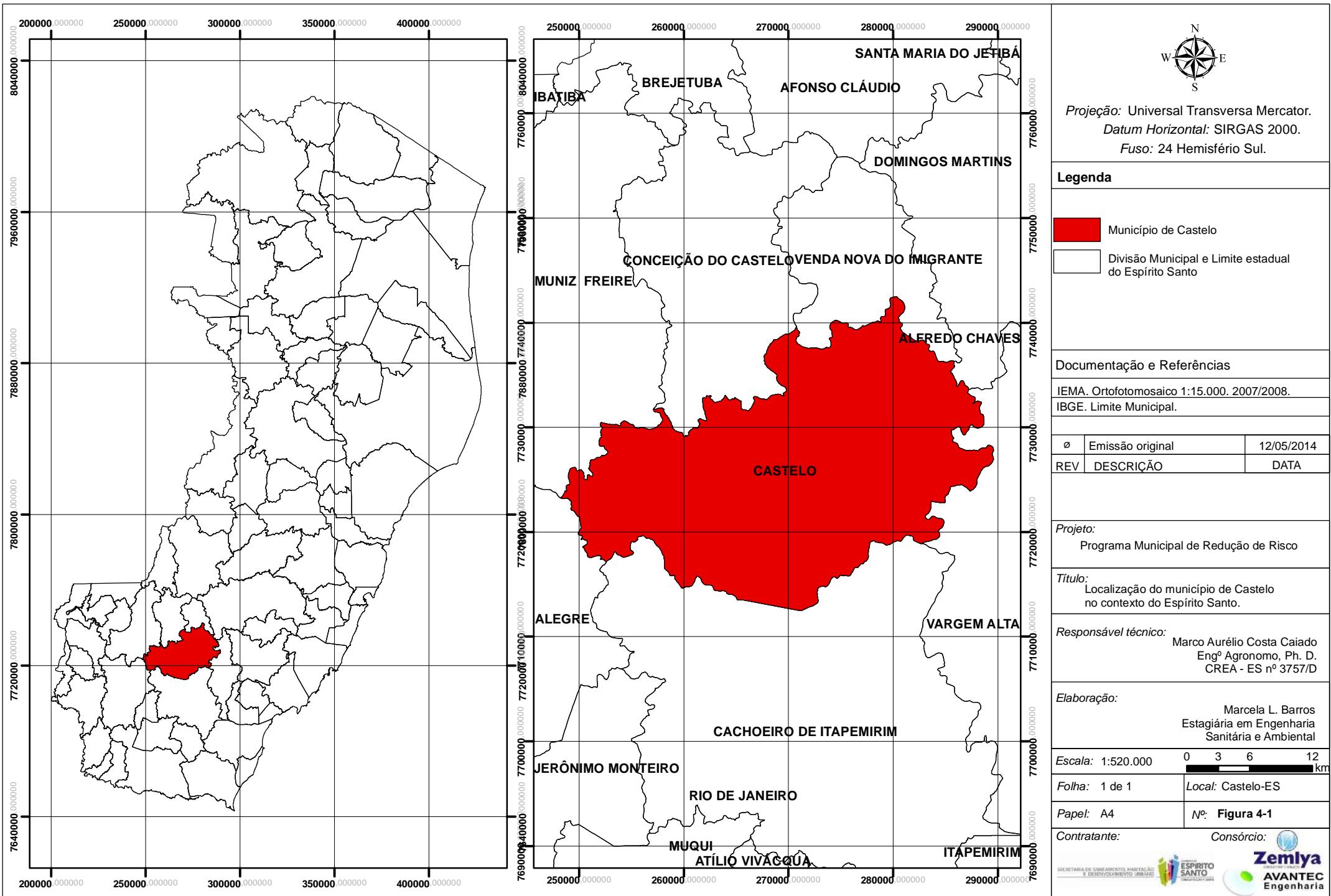
Figura 4-1).

**Tabela 4-1:** Dados gerais do município de Castelo (IBGE)

Dado	Valor
<b>Estimativa da população em 2012</b>	34.747
<b>Área da Unidade Territorial</b>	664,226 km2
<b>Representação política em 2006</b>	26.868 eleitores
<b>Produto interno bruto do município em 2009</b>	R\$ 319.574,00
<b>Ensino – Matrícula – Ensino fundamental - 2009</b>	4.559
<b>Ensino – Matrícula – Ensino médio - 2009</b>	1.222
<b>Ensino – Docentes – Ensino fundamental - 2009</b>	327
<b>Ensino – Docentes – Ensino médio - 2009</b>	88
<b>Estabelecimentos de saúde em 2009</b>	16
<b>Receitas orçamentárias realizadas – correntes em 2009</b>	R\$ 53.534.056,45
<b>Despesas orçamentárias realizadas – correntes em 2009</b>	R\$ 42.602.558,65
<b>Valor do fundo de Participação dos municípios 2009</b>	R\$ 11.570.779,19
<b>Número de unidades locais – cadastro de empresas</b>	1.023
<b>Pessoal ocupado total – cadastro de empresas</b>	7.788

**Mapa de Pobreza e Desigualdade – Municípios Brasileiros 2003 (Dados de Castelo)**

Dado	Valor
<b>Incidência da Pobreza</b>	19,10%
<b>Limite inferior da Incidência da Pobreza</b>	15,25%
<b>Limite Superior da Incidência da Pobreza</b>	22,95%
<b>Incidência da Pobreza Subjetiva</b>	20,12%
<b>Limite inferior da Incidência da Pobreza Subjetiva</b>	18,25%
<b>Limite superior da Incidência da Pobreza Subjetiva</b>	21,98%
<b>Índice de Gini</b>	0,43
<b>Limite inferior do índice de Gini</b>	0,40
<b>Limite superior do Índice de Gini</b>	0,45



As áreas de estudo foram definidas de acordo com o objeto de mapeamento. No caso do mapeamento geológico-geotécnico, a área de estudo compreendeu todo o município de Castelo. Por outro lado, no caso do mapeamento de áreas de inundação, foi dado foco as bacias dos Rios Castelo e Caxixe. A seguir são apresentadas informações gerais do meio físico que foram levantadas durante a fase de diagnóstico do presente trabalho.

#### 4.1 ASPECTOS DA HIDROLOGIA E DA DRENAGEM URBANA

A área urbana do município de Castelo é cortada pelo rio Castelo, por uma extensão de aproximadamente 11 km, e três de seus afluentes urbanos, sendo o rio Caxixe o mais importante. O rio Castelo é um dos principais formadores do rio Itapemirim e possui uma área de drenagem de 1.481,84 Km<sup>2</sup>, drenando terras dos municípios de Conceição do Castelo, Castelo, Venda Nova do Imigrante, Vargem Alta, Muniz Freire e Cachoeiro de Itapemirim.

Os principais afluentes do rio Castelo são: rio São João de Viçosa (área de drenagem de 194,90 km<sup>2</sup>), desaguando próximo à sua cabeceira, no município de Venda Nova do Imigrante; Caxixe (área de drenagem de 223,62 km<sup>2</sup>), desaguando na área urbana de Castelo; Fruteiras (área de drenagem 298,50 km<sup>2</sup>) e rio da Prata (área de drenagem de 132,35 km<sup>2</sup>), desaguando a jusante da área urbana de Castelo. O rio Caxixe drena uma área de intensa agricultura e, em seu trecho final, tem suas águas captadas para o sistema de abastecimento público de Castelo.

Até o núcleo urbano de Castelo, o rio Castelo drena uma área total de 955,72 km<sup>2</sup>, correspondendo a 64,49% da área de drenagem da sua bacia hidrográfica. No núcleo urbano, suas vazões são medidas na Estação Fluviométrica Castelo, código 57490000, operado pela Agência Nacional de Águas, cujos dados foram utilizados na análise hidrológica na qual o presente trabalho se embasou.

Ao longo do percurso do rio Castelo, existem algumas obras hidráulicas de relevância, dentre as quais se destaca a UHE São João, localizada entre o município de Conceição do Castelo e Castelo, a montante da área urbana de Castelo. (**Figura 4-2 e Figura 4-3**).



**Figura 4-2:** Vista montante-jusante da barragem da UHE São João.



**Figura 4-3:** Vista jusante-montante da barragem da UHE São João.

O município de Castelo sofre com constantes inundações em sua área urbana em consequência das cheias dos Rios Castelo e Caxixe, sendo essas inundações de recorrência quase anual em algumas partes da sede municipal, segundo informações da Defesa Civil Municipal.

Parte significativa da cidade foi erguida sobre áreas planas formadas pelo acúmulo de material aluvial depositado pelo rio Castelo. Como exemplo dessas áreas, podem-se citar: parte leste do bairro Garagem; parte leste do bairro Volta Redonda; parte norte do bairro Centro; parte sudoeste do bairro Independência; parte nordeste do bairro Esplanada; bairro Vila Nova; bairro Castelo III; parte oeste do bairro Cava Roxa; e parte oeste do bairro Niterói.

No trecho onde os bairros Cava Roxa e Bela Vista margeiam o rio Castelo, há uma forte constrição natural das margens do rio (**Figura 4-4**), a qual foi intensificada pela construção da ponte Jacarandá (**Figura 4-5**), que dá acesso à Rodovia do Contorno. Para a sua construção, foram feitos aterros em suas cabeceiras, que, segundo relatos da Defesa Civil, tem promovido a intensificação dos problemas de cheias nos bairros situados a montante da mesma.



**Figura 4-4:** Vista aérea da restrição do leito do rio Castelo.



**Figura 4-5:** Vista lateral da ponte sobre o rio Castelo.

Dentre as cheias ocorridas nos últimos anos, destaca-se a de 23 de janeiro de 2009, quando o rio Castelo apresentou vazão com tempo de recorrência de 62 anos, que causou grandes prejuízos em toda a zona ribeirinha da cidade, inundando significativamente os bairros Garagem, Independência, Centro, Volta Redonda, Baixa Itália e Niterói. Durante a cheia, as águas do Castelo atingiram 1,2 m acima da ponte que liga o bairro Baixa Itália ao bairro Independência, atingindo o teto da rodoviária municipal e destruindo o muro do estádio do Comercial Esporte Clube, dentre outras inúmeras ocorrências.

Segundo a Defesa Civil do município, os bairros Niterói, Garagem, Independência e Prainha apresentam problemas em todas as cheias do rio Castelo. A estrada de acesso ao bairro Garagem tem um trecho com cotas muito próximas às do rio Castelo e que é inundada facilmente, promovendo o isolamento de todo o bairro. Em dezembro de 2013, praticamente metade da estrada ficou inundada, provocando o isolamento do bairro por várias horas.

No bairro Niterói, 8 imóveis já foram demolidos e 36 imóveis são afetados por pequenas cheias. A **Figura 4-6** apresenta o aspecto desta área. Além disso, um talvegue que ocorre no início do bairro foi aterrado e, no local, foram implantadas vias e construído um campo de futebol (**Figura 4-7**). Durante pequenas chuvas, as águas que descem pelo talvegue se juntam às do rio Castelo causando distúrbios à população.



**Figura 4-6:** Aspecto da área mais baixa do bairro Niterói.



**Figura 4-7:** Talvegue no início do bairro Niterói onde foram implantadas vias e construído um campo de futebol.

Foram identificadas duas áreas onde ocorrem inundações devido ao mau dimensionamento de estruturas de drenagem. No bairro Volta Redonda, um córrego foi encoberto e sobre ele foi implantada a Rua Antônio Rangel. Para a drenagem do córrego, foi implantado sistema de drenagem constituído por manilhas de um metro de diâmetro (**Figura 4-8**). Este sistema está subdimensionado e tem causado inundações no bairro, atingindo, inclusive, uma creche municipal. A montante desta rua, uma área foi parcelada em 130 lotes (**Figura 4-9**). Para a implantação do loteamento, o talvegue por onde passava o córrego acima citado foi aterrado e, durante chuvas, várias casas são invadidas por águas de escoamento superficial.



**Figura 4-8:** Rua Antônio Rangel, sob a qual um córrego foi canalizado com manilhas de um metro de diâmetro e que tem se mostrado subdimensionadas.



**Figura 4-9:** Loteamento irregular no bairro Volta Redonda. Área constantemente inundada.

No bairro Exposição, um pequeno córrego foi também aterrado e canalizado com manilhas subdimensionadas, o que também tem provocado problemas de inundações por águas pluviais.

Por fim, conclui-se que os problemas de inundaçāo da área urbana de Castelo é consequēncia, dentre vários aspectos, de fatores naturais (a constrição existente), da incorreta ocupação do solo e do subdimensionamento de dispositivos de drenagem urbana e deverão ser avaliados em uma visão macro e micro das bacias de drenagem.

## 4.2 ASPECTOS DA GEOLOGIA E DA GEOMORFOLOGIA

O Estado do Espírito Santo situa-se na Província Estrutural Mantiqueira, a sudeste do Cráton São Francisco (Almeida 1976, 1977). A província Mantiqueira representa um sistema orogênico Neoproterozóico com direção preferencial NE-SW. Em decorrēncia do fato de a partir da divisa do Rio de Janeiro com o Espírito Santo ocorrer uma mudança de direção de NE-SW para N-S alguns autores tem incluído este trecho na faixa Araçuaí (Alkmim & Mashark 1998) sendo esta uma das feições estruturais mais importantes da Faixa Ribeira.

As rochas magmáticas do Orógeno Araçuaí foram agrupadas segundo a seguinte sistemática: 1) hierarquização tectônica ( $\gamma_1$  = pré- a sincolisinal,  $\gamma_2$  = sin- a tardicolisional,  $\gamma_3$  = tardi- a pós-colisional,  $\gamma_4$  =pós- tectônico); 2) Classificação química (I = tipo I cordilheirano; S = tipo S; C = chanockito) (geologia da Folha Se-24-V-A-III – Rio Doce). O magmatismo pré a sinorogênico inclui os granitóides  $\gamma_1S$  e  $\gamma_1I$ .  $\gamma_1S$  é representada pelo Granito Brasilândia e  $\gamma_1I$  é composto por tonalitos foliados e granodioritos, esses granitóides normalmente apresentam fenocristais foliados deformados, geralmente ortoclásio, e uma matriz biotítica foliada, podendo apresentar enclaves estirados sugundo a foliação gnáissica. Predominam texturas miloníticas. Datação U-Pb indica idade de cristalização em 595 Ma (Silva Leite, 2003).

Na porção norte do Cinturão Móvel Ribeira, no Estado do Espírito Santo, são reconhecidos três complexos metamórficos paralelos à costa, correspondendo a três domínios crustais: Complexo Juiz de Fora, Complexo Alegre (Complexo Paraíba do Sul) e Complexo Costeiro (Wiedemann et al. 1986, Campos Neto e Figueiredo 1990). O Complexo Alegre, de idade brasiliiana, é separado de ambas as unidades por zonas de cisalhamento dúctil, compondo-se de rochas supracrustais dobradas (biotita-gnaisses, kinzigitos, gnaisses bandados, migmatitos, quartzitos, quartzo xistos, gnaisses calciosilicáticos e mármore) e ortognaisses de composições diversas. As estruturas exibem um trend geral NE-SW a NNW-SSE e o estilo de deformação e metamorfismo aponta para um cavagamento de leste para oeste, em direção ao cráton do São Francisco. Um plutonismo granítóide/charnockítóide do final do Proterozóico/início do Cambriano intrude essas unidades crustais e marca os estágios finais de um ciclo tectônico (Wiedemann ET al. 2002). O Maciço intrusivo de Várzea Alegre é parte de tal evento magmático, encontrando-se encaixado em gnaisses para e orto-derivados do Complexo Alegre.

### **NPps (Complexo Paraíba do Sul)**

O Terreno Paraíba do Sul aflora como uma klippe sinformal complexamente dobrada sobre o Terreno Ocidental. É constituído por ortognaisses paleoproterozóicos do Complexo Quirino e por um conjunto metassedimentar rico em intercalações de mármore dolomítico e de idade ainda incerta, denominado de Complexo Paraíba do Sul (Tupinambá, M. et. al., 2007). A comparação entre este segmento da Faixa Ribeira e o segmento meridional da Faixa Araçuaí, ainda em andamento, sugere a continuidade lateral do Domínio Juiz de Fora para o denominado Domínio Externo e o prolongamento dos Domínios Cambuci e Costeiro do Terreno Oriental para o Domínio Interno da Faixa Araçuaí. Neste sentido, os metassedimentos do Grupo Rio Doce e os ortognaisses equivalentes ao Tonalito Galiléia poderiam ser correlacionados às unidades litoestratigráficas do Domínio Cambuci, enquanto os metassedimentos de alto grau atribuídos ao Complexo Paraíba do Sul e

ortognaisses da porção leste do Estado do Espírito Santo poderiam ser correlatos às unidades do Domínio Costeiro, incluindo o arco Rio Negro.

### **γ a 4ict: Granitóide tipo I, calcialcalino de alto K (Castelo)**

Junho (1989, 1991, 1992, 1993) concluiu, em sua correlação com outros granitóides brasilianos dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, que as suítes magmáticas do Rio de Janeiro apresentam características geológicas e geoquímicas que as identificam com os complexos de Santa Angélica, **Castelo**, Rio Novo do Sul e Iconha (Wiedemann et al. 1986, Horn, 1986, Offmann & Weber-Diefenbach, 1989 e Mendes, 1990), no Espírito Santo. Estes complexos são zonados, variam de dioritos a granitos, com núcleos mais básicos, enquanto, no Rio de Janeiro o único maciço zonado descrito até então, é o de Pedra Branca. Os maciços graníticos apresentam correlações com granitos pós - tectônicos, do tipo I (Pitcher 1982), dos cinturões Hercíniano e Alpino, em processo de reversão de compressivo para distensivo, corroborado pela química total que é cálcio-alcalina a alcalicálcica. A sequência de cristalização da mineralogia sugere um "trend" típico de cristalização fracionada de magmas cálcio-alcalinos, apresentando texturas de exsolução, intercrescimentos e desestabilização que sugerem a participação de fenômenos de mistura e assimilação magmática. No Espírito Santo, existe paralelamente à associação dos 31 monzogabros-dioritos com monzosienitos e granitos, de tendência alcalina, que foi interpretado por Wiedmann et al. (1987) como indicativo de mudança do ambiente geotectônico de compressivo para distensivo. Horn & Diefenbach (1987) concluíram para os complexos de Santa Angélica, **Castelo**, Rio Novo do Sul e Iconha, "trends" de fracionamento cálcio alcalino e ambiente compressional.

### **NP3a γ1lag: Granitóides foliados e ortognaisses tipo I, calcialcalino de alto e médio-K (Tonalito Alto Guandu)**

A unidade Tonalito Alto Guandu (Féboli, 1993; Viera, 2007) apresenta-se dominante como um metadiorito ou metatalítico com tênue foliação. A granulometria varia de média a grosseira e a textura é granoblástica. Mineralogicamente consiste essencialmente em plagioclásio e horneblenda verde, com acessórios de biotita, titanita, quartzo, apatita e opacos.

## **NP3 a y 1IIm: Granitóides foliados e ortognaisses tipo I, calcialcalino de alto e médio-K (Granodiorito Limoeiro)**

Rocha ígnea semelhante ao granito, mas contendo mais plagioclásio do que feldspato alcalino. Apresenta geralmente hornblenda e biotita, em abundância, o que lhe confere uma aparência mais escura que a do granito.

### **2a y 5Isa: Granitóide tipo I, calcialcalino de alto K (Santa Angélica)**

Granitos Santa Angélica e Conceição de Muquí são partes de intrusões de estruturação complexa (bimodal), tardí e pós-tectônicos, derivam de materiais crustais contaminados por materiais mantélicos que se acumularam na base da crosta. Estas intrusões mostram a mudança do regime compressional para extensional, com a evolução para um magmatismo mais alcalino, com idades 25 a 75Ma mais jovens que a colisão. A diferença de idade entre a intrusão do Tonalito Estrela e dos Granitos Santa Angélica e Conceição de Muqui (60Ma) apoia esta sugestão.

O granito, tardí a pós-transcorrente, é uma rocha de granulação grossa, porfirítica com textura claramente fluidal. A sua cor varia entre cinza a amarela-marrom. Apresenta uma foliação de borda, cuja orientação acompanha a forma do corpo, na região em torno de NE-SW.

O Granito tem uma composição mineralógica de quartzo, feldspato, biotita e às vezes alanita. Tem bastante feldspato potássico grande (até 10cm) com orientação de fluxo. Nas margens do corpo ocorrem enclaves da rocha encaixante em diversos estádios de assimilação e, raramente, restos irregulares de “chilled margins” de composição mais máfica e em geral de granulometria fina ou aspecto vítreo.

## **NP3a y 1Imf: Granitóides foliados e ortognaisses tipo I, calcialcalino de alto e médio-K (Granodiorito Muniz Freire)**

O Batólito Muniz Freire apresenta, particularmente nas bordas, porções deformadas, caracterizadas por um bandamento centimétrico, que confere à rocha uma estrutura gnáissica. A oeste do trevo de Muniz Freire predomina uma

cinemática sinistral, evidenciada por veios de quartzo com geometria sigmoidal e pares S-C de foliações.

### **NP3a y 2S ag : Granitóides foliados peraluminosos, tipo S (Angelim)**

Outro conjunto de rochas plutônicas intrusivas nos metassedimentos do Domínio Costeiro está representado pelo Ortognaisse Angelim (Silva et al. 1978; Rego 1989). É constituído por (granada)-hornblenda-biotita granitóides foliados, predominantemente tonalíticos, com porções granatíferas de composição granítica, principalmente nos contatos com os paragnaisses encaixantes, aonde a foliação chega a ser milonítica.

## 5 PERCEPÇÃO DE RISCO DOS MORADORES DO MUNICÍPIO DE CASTELO

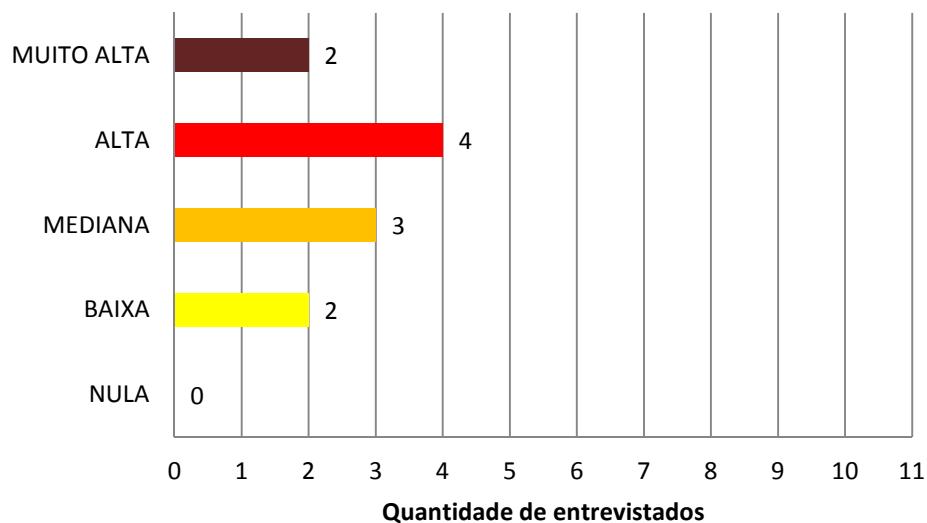
Com o intuito de promover uma maior divulgação das ações de elaboração do PMRR e do PDAP, estimulando alguns moradores das áreas de risco a pensarem sobre as situações críticas dentro do território local, foi elaborada uma metodologia de abordagem da população (moradores e lideranças das principais áreas de risco no município).

Essa metodologia de abordagem buscou, ao mesmo tempo, estabelecer um contato direto entre a equipe responsável pela elaboração do PMRR e PDAP e os representantes das comunidades, permitindo que o conhecimento sobre a realidade local (no que se refere à percepção do risco, à mobilização social e ao acesso às informações) fosse incluído na etapa de diagnósticos subsidiando, consequentemente, o desenvolvimento das demais ações dos planos.

Dessa forma, foi desenvolvida uma metodologia que conjugasse elementos quantitativos e qualitativos visando a construção de um instrumento de pesquisa (questionário) que permitisse a análise das informações coletadas.

A partir das informações obtidas nos formulários, foi possível observar que apesar de todos os (11) onze entrevistados terem lembrança da ocorrência de deslizamento de terra/bloco de pedra ou inundação no bairro em que residem, apenas 3 (três) consideram que suas residências estejam localizadas em área de risco. Outro ponto abordado aponta que 10 (dez) entrevistados já ouviram falar sobre risco geológico e hidrológico.

A **Figura 5-1** retrata o resultado obtido em relação à probabilidade de ocorrência de eventos relacionados a movimentos de massa e/ou processos hidrológicos, segundo a percepção dos entrevistados.



**Figura 5-1:** Chance de ocorrer evento relacionado a deslizamento de terra/bloco ou inundação segundo os entrevistados.

Quando questionados sobre as causas dos problemas relacionados aos deslizamentos e inundações ocorridos em seus bairros, foram citadas as seguintes respostas: Excesso de chuvas; Construções em locais inadequados; Ocupação de casas cedidas pela prefeitura antes da finalização dos aterros; Assoreamento do rio; Rompimento de barragem em Conceição de Castelo; Falta de muro de contenção; Fragilidade na atuação do poder público; e Obras inadequadas dos moradores prejudicando a proteção de talude.

54,54% dos entrevistados concordaram que existem possíveis soluções para os problemas relacionados aos riscos geológicos e hidrológicos em seus bairros e citaram: Limpeza e obras por parte do governo; Fiscalização; Descarte adequado do lixo; Remoções de casas das áreas de risco; e Desassoreamento do rio.

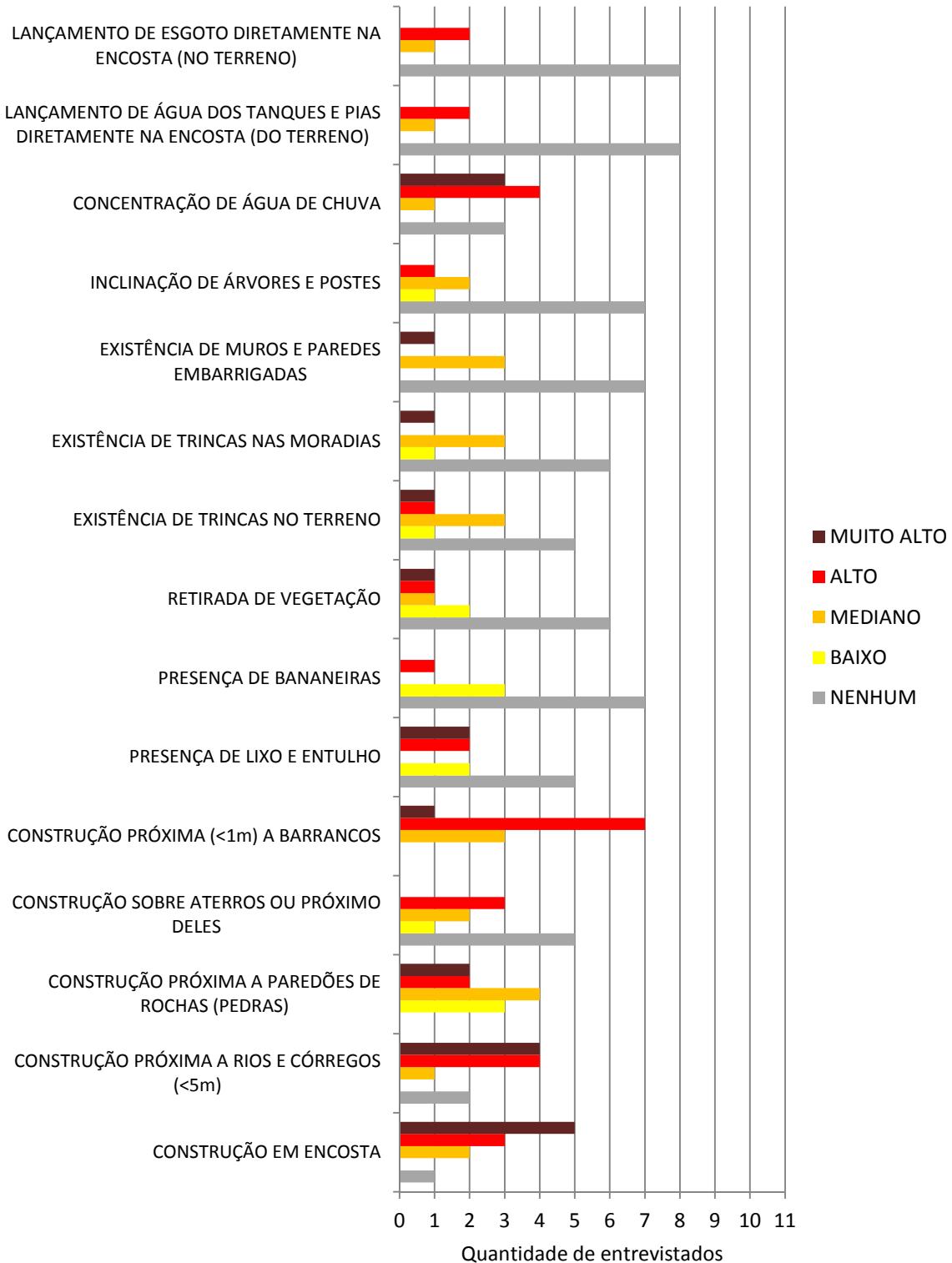
Sobre as ações de intervenção já executadas em seus domicílios, bairros ou comunidades para o enfrentamento das situações de risco, 27,27% das pessoas afirmaram que mantêm cuidados com o lixo e limpam as ruas e bueiros sempre que possível.

Em relação à influência das situações de risco em seus bairros, a maioria dos entrevistados considerou como grau Muito Alto as construções em encostas,

seguidas por construções próximas a rios e córregos. Na sequência, surge o grau Alto sendo indicados pela maioria os casos de construções com afastamento inferior a 1 metro dos taludes, ficando a frente da concentração de água de chuva e novamente a construção próxima a rios e córregos, como pode ser observado na **Figura 5-2**.

Outro ponto abordado durante a aplicação do questionário se referia à questão do fornecimento de informações pela mídia (Televisão, Jornais, etc.) sobre a prevenção dos riscos e, nesse sentido, 72,72% dos entrevistados afirmaram que isso ocorre.

Os resultados dos itens referentes à participação social em relação ao risco podem ser observados na **Figura 5-3**.



**Figura 5-2:** Grau de influência das situações de risco segundo a percepção dos entrevistados.

Tem conhecimento de ações realizadas pelo poder público (Prefeitura) sobre prevenção ou minimização de situação de risco no bairro/comunidade ou no entorno próximo?

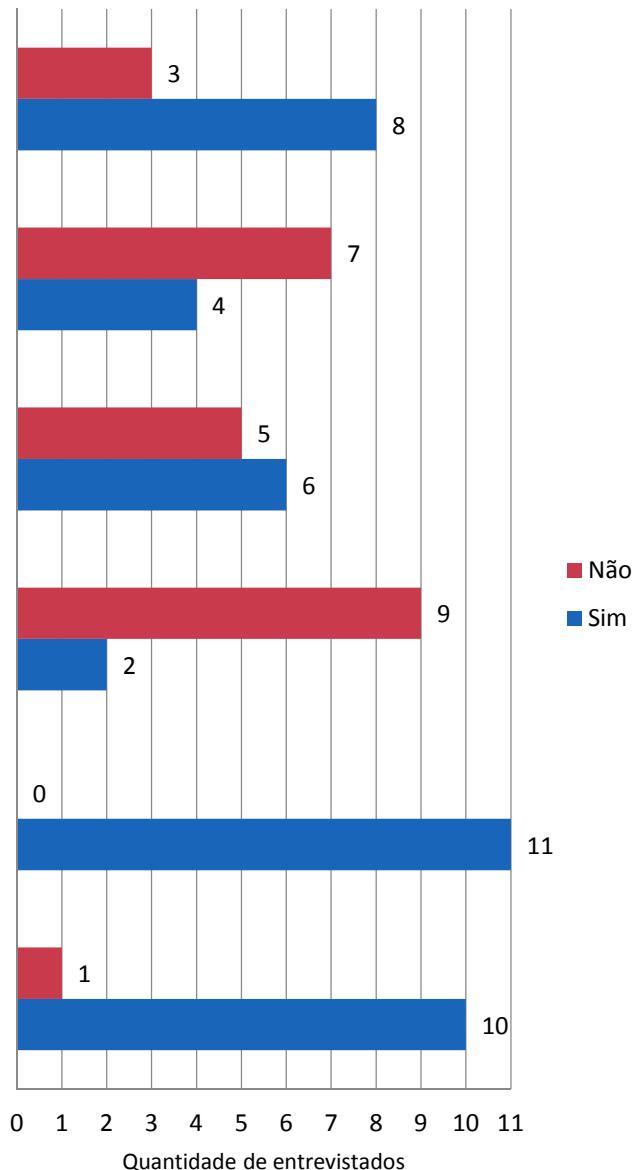
Existe algum trabalho de mobilização (divulgação de informações, treinamentos, reuniões) com os moradores a respeito da prevenção de problemas de risco?

Existe alguma entidade formal (Associação de moradores) que represente os interesses do bairro/comunidade?

Existe alguma discussão entre as entidades locais (Associação de moradores, Igrejas, outras Entidades) a respeito dos problemas de risco?

Existem Sistemas de Alerta através dos quais a população pode ser informada com certa antecedência quanto à previsão de chuvas muito forte, possibilidade de inundação, alagamento e etc. Você já ouviu falar algo...

Existe um Sistema de Alerta (formal ou informal) utilizado no seu bairro/comunidade?



**Figura 5-3:** Grau de influência das situações de risco segundo a percepção dos entrevistados.

## 6 MAPEAMENTO DE RISCO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO

No município de Castelo - ES, o Programa Municipal de Redução de Risco contemplou o mapeamento e diagnóstico das seguintes tipologias de risco geológico e hidrológico: erosão, deslizamento de solo, solapamentos de margens de córregos; os processos de alagamento e inundação, com a delimitação de áreas a serem inundadas em diferentes períodos de retorno.

O PMRR e o PDAP foram estruturados considerando ações para que se tornem públicos e apropriados pela população envolvida, desenvolvendo um trabalho educativo, informativo e de mobilização junto à população moradora de áreas de risco, através das lideranças comunitárias e de entidades da sociedade civil.

O trabalho social dentro do Programa Municipal de Redução de Riscos tem como foco permitir que o conhecimento resultante da investigação sobre a situação de risco no município de Castelo possa ser apropriado pela população local, quer sejam técnicos vinculados à administração municipal ou lideranças comunitárias. Aspecto fundamental do trabalho social nesse plano também é tratar da participação popular dentro do Programa Municipal de Redução de Riscos, promovendo uma troca de informações entre os moradores, equipe técnica e poder público, que ocorrerá, principalmente, durante as atividades do curso de capacitação, nas reuniões com as equipes técnicas locais e na audiência pública de entrega dos trabalhos.

Assim, o trabalho social busca ter um caráter de mobilização social, envolvendo nesta etapa aspectos da participação, conforme ilustra a **Figura 6-1**. Posteriormente os técnicos municipais e representantes da sociedade serão capacitados nas temáticas risco geológico e hidrológico.



**Figura 6-1:** Diagrama dos aspectos da mobilização comunitária

A compreensão do conceito de Mobilização Social aqui empregado passa pela aplicação da seguinte definição:

*“A mobilização ocorre quando um grupo de pessoas, uma comunidade, uma sociedade, decide e age com um objetivo comum, buscando, cotidianamente, os resultados desejados por todos. **Mobilizar é convocar vontades para atuar na busca de um propósito comum, sob uma interpretação e um sentido também compartilhados.** (...) A mobilização não se confunde com propaganda ou divulgação, mas exige ações de comunicação no seu sentido amplo, enquanto processo de compartilhamento de discurso, visões e informações.” (TORO e WERNECK, 2004. Grifo nosso).*

Nesse sentido, anteriormente à etapa de campo, foi realizada no município de Castelo uma oficina de trabalho com a apresentação dos objetivos e da metodologia do Programa Municipal de Redução de Risco.

Os riscos geológicos e hidrológicos que estão aqui apresentados podem ser definidos como a probabilidade de ocorrência de acidentes danosos à população, aos bens públicos e privados e à infraestrutura, resultantes de processos naturais (erosão, movimentos gravitacionais de massa, inundações, enchentes, enxurradas, alagamentos, erosão linear e de margens de canais) em ambientes modificados pela implantação do tecido urbano e pela ação cotidiana do homem.

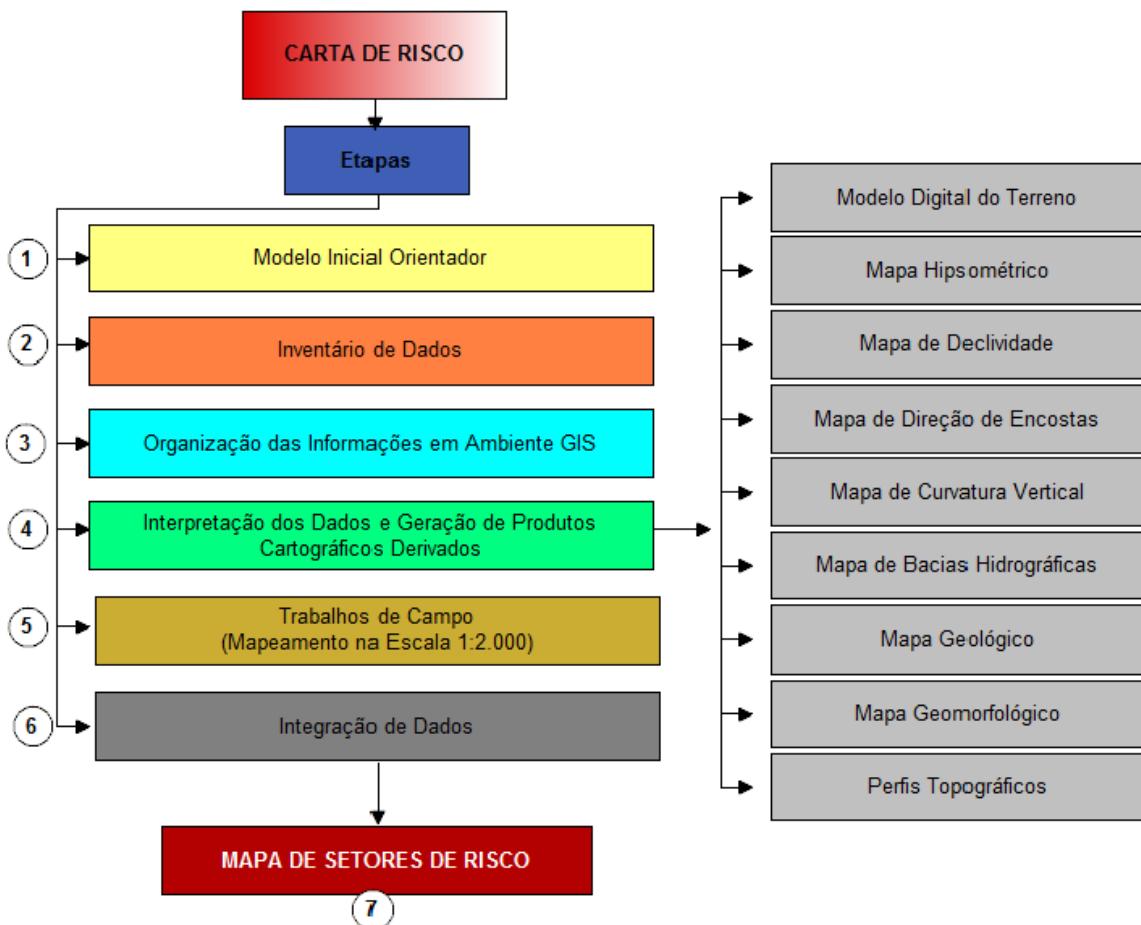
Tratam-se, portanto, de processos sócio naturais, onde se combinam a ação desencadeadora das chuvas, a suscetibilidade do ambiente físico (solo, rochas, forma do relevo e das bacias hidrográficas, vegetação, características fluviais) e a forma de ocupação humana deste ambiente, que o modifica e nele se integra para construir a cidade.

Entretanto, é possível interferir nos fatores condicionantes e deflagradores e nas consequências prováveis para aumentar a margem de segurança dessa convivência.

## 6.1 RISCO GEOLÓGICO

As cartas de risco buscam a mitigação ou erradicação das situações de risco em curto prazo, e a elas devem ser associadas soluções de engenharia, intervenções estruturais ou não estruturais subsidiando instrumentos de planejamento e gestão de risco, tais como, planos municipais de redução de risco geológico, planos de contingência, planos preventivos de defesa civil e sistemas de alerta/alarme.

O procedimento aqui proposto para o mapeamento do risco estabeleceu sete etapas distintas de trabalho, que podem eventualmente ser desenvolvidas concomitantemente (**Figura 6-2**).



**Figura 6-2:** Proposta de etapas para elaboração da carta de risco.

A **Tabela 6-1** sintetiza a setorização do risco geológico no município de Castelo tomando-se como base a metodologia proposta pelo Ministério das Cidades. Os setores identificados como de inundação foram inseridos no PMRR por estarem fora das bacias definidas para modelagem numérica de inundação.

**Tabela 6-1:** Síntese dos setores de risco identificados no PMRR.

Setor nº	Grau	Nº de moradias ameaçadas	Processo Geodinâmico
<b>Setor 01</b>	Alto (R3)	5	Deslizamento de Solo
<b>Setor 02</b>	Alto (R3)	23	Deslizamento de Solo, Rolamento de Bloco
<b>Setor 03</b>	Alto (R3)	16	Deslizamento de Solo, Rolamento de Bloco
<b>Setor 04</b>	Alto (R3)	24	Solapamento
<b>Setor 05</b>	Alto (R3)	3	Solapamento
<b>Setor 06</b>	Alto (R3)	2	Solapamento
<b>Setor 07</b>	Alto (R3)	1	Solapamento
<b>Setor 08</b>	Alto (R3)	17	Solapamento
<b>Setor 09</b>	Alto (R3)	15	Solapamento
<b>Setor 10</b>	Alto (R3)	11	Solapamento
<b>Setor 11</b>	Alto (R3)	16	Solapamento
<b>Setor 12</b>	Alto (R3)	7	Solapamento

O ANEXO I apresenta o mapa de Risco Geológico do município de Castelo.

## 6.2 RISCO HIDROLÓGICO (INUNDAÇÃO)

Diversas metodologias podem ser utilizadas para a delimitação de área de inundação, desde a demarcação *in situ* com base em marcas de enchentes presentes em edificações e informações de moradores até o uso de modelos matemáticos hidrodinâmicos para a simulação de enchentes de rios, córregos e sistemas de drenagem.

Para a simulação hidráulica das vazões de projeto nas bacias dos Rios Castelo e Caxixe, foi utilizado o modelo matemático HEC-RAS 4.1 (*River Analysis System*), o qual foi desenvolvido pelo Centro de Engenharia Hidrológica do Corpo de

Engenheiros do Exército Norte-Americano. Este modelo foi concebido para efetuar cálculos hidráulicos em sistemas de canais naturais ou construídos (HEC, 2010) e é amplamente utilizado em estudos de: (a) determinação da área de inundação de rios e de proteção contra enchentes; (b) efeitos de obstáculos hidráulicos, como pontes, bueiros, vertedores de barragens, diques e outras estruturas hidráulicas; (c) análise das alterações dos perfis de superfície d'água devido às modificações na geometria do canal; (d) múltiplos perfis de superfície d'água (modelagem de cenários para diferentes condições hidráulicas e hidrológicas), erosão em pontes e operação de barragens em sequência.

O **ANEXO II** apresenta o Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a sede urbana do município de Castelo, como resultado da modelagem hidráulica. O mapa apresenta as áreas previstas de serem inundadas por cheias com períodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos.

A partir do Mapa de Suscetibilidade à Inundação, foi possível elaborar o Mapa de Risco de Inundação, apresentado no ANEXO II, do Volume I do Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do município de Castelo, onde são apresentadas as áreas de risco classificadas como: Muito Alto (áreas abrangidas por cheias com períodos de retorno iguais ou menores que 5 anos), Alto (áreas abrangidas por cheias com períodos de retorno maiores que 5 e menores ou iguais a 10 anos), Médio (áreas abrangidas por cheias com períodos de retorno maiores que 10 e menores ou iguais a 30 anos) e Baixo (áreas abrangidas por cheias com períodos de retorno maiores que 30 e menores ou iguais a 100 anos). Cabe ressaltar que, no presente trabalho, foram consideradas como áreas de risco de inundação aquelas atingidas por cheias e que apresentam potenciais prejuízos, de ordem econômica ou de segurança pessoal, ou seja, áreas habitadas ou que tenham elementos construídos. Desta forma, o critério de classificação de risco utilizou somente a variável temporal de recorrência de inundação, que foi simulada pelos modelos matemáticos a partir de dados medidos em campo e utilizados no presente relatório. Deve-se considerar que as áreas de risco atingidas por cheias de maior recorrência (como as de 5 anos) também são atingidas por cheias de menor recorrência (como as de 100 anos).

Ressalta-se, também, que, à medida que as bases de dados forem geradas em escalas de maior detalhe para os territórios municipais, tornar-se-ão possíveis

refinamentos nos modelos propostos de inundação e classificação do risco, a partir da correlação das alturas de lâmina d'água e velocidade de fluxo, com a vulnerabilidade dos elementos expostos. A **Tabela 6-2** apresenta a síntese da classificação de risco identificado no Plano Diretor de Drenagem Pluviais e Fluviais do Município de Castelo.

**Tabela 6-2:** Síntese da classificação de risco identificado no Plano Diretor de Drenagem Pluviais e Fluviais.

Risco	Nº de Moradias	Nº de Pessoas
<b>Risco 1: Muito Alto (tempo de retorno &lt; 5 anos)</b>	445	1780
<b>Risco 2: Alto (tempo de retorno &gt;5 e =10 anos)</b>	189	756
<b>Risco 3: Médio (tempo de retorno &gt;10 e =30 anos)</b>	379	1516
<b>Risco 4: Baixo (tempo de retorno &gt;30 e =100 anos)</b>	911	3644

## 7 PLANOS DE AÇÃO PARA REDUÇÃO DO RISCO

Os planos de ação para redução do risco visam à implementação de ações, programas, diretrizes e medidas para a redução, mitigação e prevenção de riscos relacionados às inundações, solapamento de margens, movimento de massas e deslizamentos.

Os planos de ação descritos no presente Programa Municipal de Redução de Risco são baseados nas informações colhidas e desenvolvidas durante as fases de diagnóstico, prognóstico e planejamento de intervenções para o município de Castelo. Desta forma, assume-se que os planos de ação para redução do risco serão complementados pelo Cenário Proposto e pelas ações estruturais para o município de Castelo. Por outro lado, estes planos de ação também assumem que a implantação do Cenário Proposto exige certo tempo para sua conclusão, de forma que o município deverá estar preparado para o atendimento a emergências imediatas à publicação do Programa Municipal de Redução de Risco.

Os Planos de Ação para Redução do Risco estão divididos em quatro grupos, a saber:

- Planos de Controle Ambiental;
- Planos de Ordenamento Territorial;
- Planos de Estruturação Institucional;
- Planos de Drenagem Urbana.

## 7.1 PLANOS DE CONTROLE AMBIENTAL

Propõem-se dois planos de controle ambiental, (1) Conservação e recuperação de maciços arbóreos nas sub bacias dos Rios Castelo e Caxixe; e (2) Conservação de solo e água.

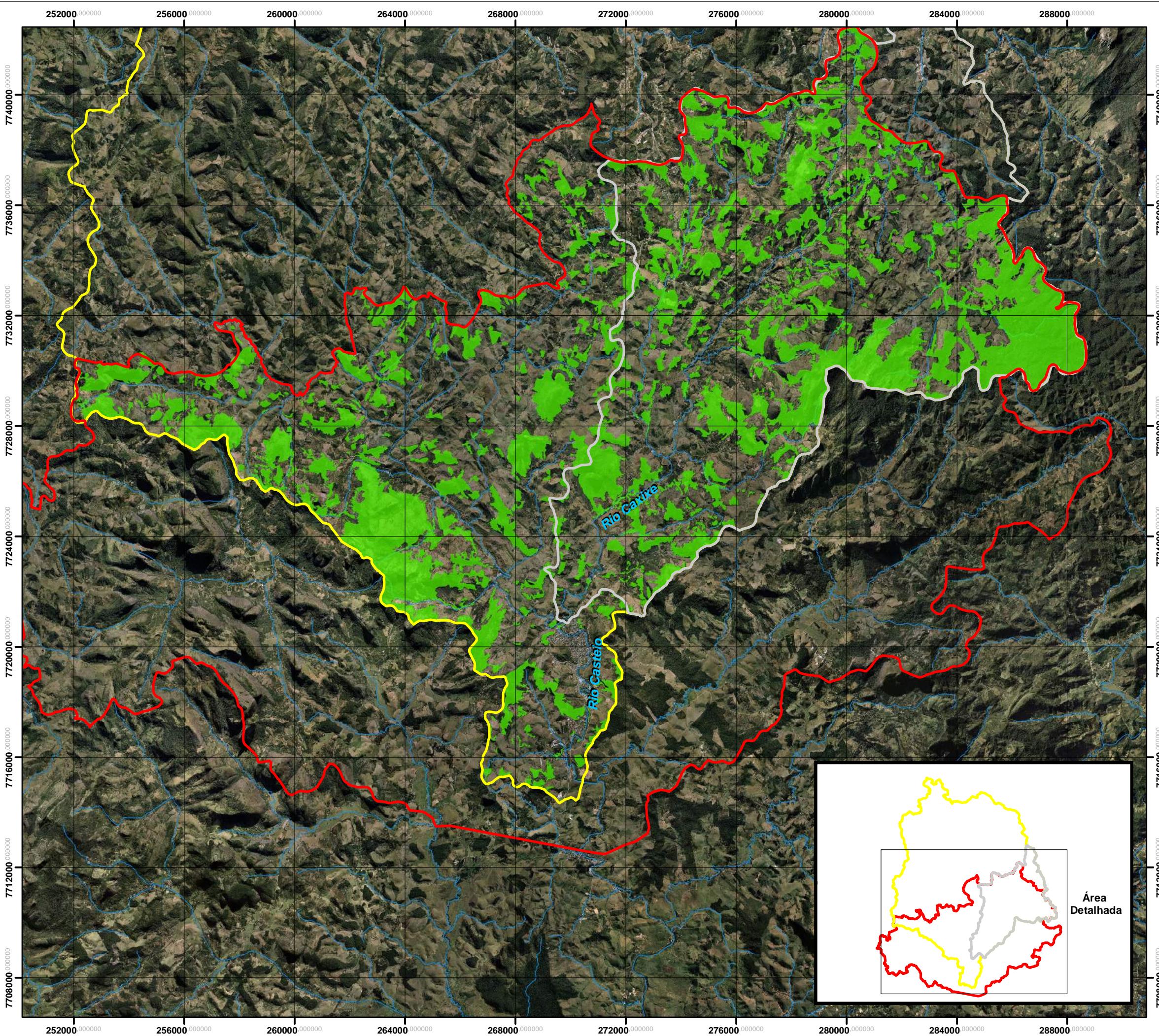
### 7.1.1 Plano de conservação e recuperação de maciços arbóreos nas bacias dos Rios Castelo e Caxixe

A

**Figura 7-1** apresenta a localização dos maciços florestais existentes no interior das bacias dos Rios Castelo e Caxixe.

Na simulação do cenário de uso do solo futuro da bacia, foi considerado que todos esses maciços florestais serão preservados. Aliado ao fato de serem consideradas áreas protegidas pelo Código Florestal Brasileiro, a preservação dessas áreas florestais remanescentes é importante para manter os sítios de infiltração nas bacias supracitadas, no intuito de reduzir o escoamento superficial e a ocorrência de inundações.

Desta forma, recomenda-se que todos os maciços florestais existentes nas bacias dos Rios Castelo e Caxixe, sejam consideradas áreas de proteção permanente e, consequentemente, preservados. Além disso, também recomenda-se a recuperação de áreas desmatadas para aumentar esses sítios de infiltração.



Projeção: Universal Transversa Mercator.  
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.  
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

#### Legenda

- Cursos d'água
- Maciços Florestais
- Límite municipal

#### Límite de Bacia

- Bacia do Rio Caxixe
- Bacia do Rio Castelo

#### Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

GEOBASES - Cursos d'água

GEOBASES - Bacias Hidrográficas

Ø	Emissão original	12/05/2014
---	------------------	------------

REV	Descrição	Data
-----	-----------	------

#### Projeto:

Programa Municipal de Redução de Risco

#### Título:

Maciços florestais nas bacias do Rio Caxixe e do Rio Castelo no município de Castelo.

#### Responsável técnico:

Marco Aurélio C. Caiado  
Eng. Agrônomo, Ph. D.  
CREA - ES 3757 D

#### Elaboração:

Marcela L. Barros  
Estagiária em Engenharia  
Sanitária e Ambiental

Escala: 1:135.000 0 1,25 2,5 5 Km

Folha: 1 de 1 Local: Castelo - ES

Papel: A3 N°: Figura 7-1

#### Contratante:

Consórcio:  
**Zemlya**  
AVANTEC  
Engenharia

Para que a área sob cobertura vegetal seja preservada ou ampliada, é importante que o poder público ofereça incentivos aos proprietários onde as áreas de preservação ocorrem. Uma das formas de promovê-la é através de programas, como o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA, estabelecido pela Lei Estadual nº 9.864, de 26 de junho de 2012.

Essa Lei prevê recompensa financeira prestada ao proprietário rural ou outro facilitador na manutenção e recuperação dos serviços ambientais, além de apoio na elaboração de projetos técnicos e aquisição dos insumos necessários à recuperação desses serviços.

Sugere-se, desta forma, que o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais seja aplicado nas bacias dos Rios Castelo e Caxixe, de forma a incentivar a preservação dos maciços florestais existentes e criação de novos.

### **7.1.2 Plano de conservação do solo e da água**

As bacias estudadas apresentam muitas áreas de pastagens, com algumas regiões de plantio de café e outras culturas perenes, sendo recortadas por um bom número de estradas vicinais. Essas bacias possuem extensas áreas com alto declive, onde a implementação de práticas de conservação do solo e da água é de extrema importância. Nos subitens a seguir serão discutidas práticas de conservação de água e solo em áreas agrícolas, em pastagens e em estradas vicinais de implementação recomendada para as bacias supracitadas.

#### *7.1.2.1 Práticas de conservação de água e solo em áreas agrícolas*

Práticas como plantio em nível, controle de capinas e lançamento de resíduos já são utilizadas por grande parte dos agricultores das bacias em referência e tem

como consequência o aumento da cobertura do solo, aumento das taxas de infiltração de água no solo e redução do escoamento superficial. O controle de capina e/ou substituição desta prática por roçada ou capina química resultam na manutenção de plantas vivas e/ou restos culturais na superfície do solo.

O plantio em nível é uma técnica de plantio em fileiras perpendiculares ao sentido do declive, enquanto que o lançamento de resíduos é a prática de adicionar resíduos de criatórios como esterco de bovinos, equinos e cama de frango, e resíduos vegetais como casca de café, resíduos de podas e palhada de milho na superfície do solo. Essas técnicas são consideradas simples e criam pequenas barreiras que dissipam a energia da água e reduzem as perdas de solo por erosão hídrica e conservam sua qualidade (SÁ; SANTOS; FRANZ, 2009), além de ampliar as taxas de infiltração da água.

A implantação dessas práticas, aliadas a outras como terraceamento, cordões de contorno e cultivo mínimo, que reduzam os efeitos danosos da erosão e aumentem a infiltração, devem ser incentivadas nas bacias através de programas a serem conduzidos pelo Incaper, IDAF, Prefeitura, ONGs e outras organizações com atuação na mesma, de modo a universalizar o uso destas entre os agricultores.

Ressalta-se também a importância de se incentivar a implantação de florestas comerciais com espécies adaptadas à região e a implantação de sistemas agro florestais (SAFs) e silvopastoris.

A implantação de florestas comerciais se caracteriza pelo plantio de maciços florestais com uma única espécie com o objetivo de se colher produtos florestais na mesma. Espécies do gênero *Eucalyptus* e outras que também se mostraram interessantes comercialmente no Brasil como a *Kaya senegalensis* e *Kaya ivorensis* (Mogno Africano), *Shizolobium amazonicum* (paricá), *Toona ciliata* (Cedro-australiano) e *Tectona grandis* (Teca) poderão ser recomendadas.

Os Sistemas agro florestais se caracterizam pela associação de culturas com espécies florestais em uma mesma área e podem ser utilizados para diminuir a erosão além de manter e/ou aumentar a fertilidade no solo. Nesse caso, são

plantadas espécies florestais com uma ou várias espécies, com o objetivo de se colher produtos florestais, entremeadas com alguma cultura comercial nas suas entrelinhas. Como espécies florestais, tem-se observado no Brasil espécies nativas ou exóticas e, como cultura comercial, tem-se observado culturas anuais ou perenes.

Os sistemas silvopastoris se caracterizam pela associação de espécies florestais com pastagens. Para tanto, as fileiras das espécies florestais deverão ser implantadas com distância suficiente para permitir a chegada de luz solar na superfície do solo, de modo a manter as gramíneas do sub bosque vegetando o suficiente para manter uma determinada taxa de lotação animal.

Considerando que nessa região as pastagem e culturas perenes representam uma importante parcela no mapa de uso solo, recomenda-se que sejam implantados maciços de florestas comerciais e utilizados Sistemas agro florestais e silvopastoris nas bacias dos Rios Castelo e Caxixe.

Não cabe neste PMRR determinar as espécies ou os espaçamentos recomendados para a implantação dos sistemas acima citados, já que isto deverá ser feito sob orientação técnica de profissionais habilitados. Todavia, deve-se frisar a importância da implantação dos mesmos como alternativas de negócio para os agricultores da área e como alternativas de melhoria da qualidade ambiental das bacias aqui estudadas, que certamente resultarão na melhoria das condições sócio econômicas dos agricultores, na ampliação da quantidade de água infiltrada e na redução de picos de vazão de cheia, otimizando os efeitos das medidas estruturais apresentadas no item 2, do Volume II do Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais o Município de Castelo.

#### *7.1.2.2 Práticas de conservação de água e solo em pastagens*

Por se tratar de um dos principais usos do solo nas bacias dos Rios Castelo e Caxixe as áreas de pastagens deverão ser alvo de implementação de práticas de manejo conservacionista visando à maximização da cobertura do solo por meio

da melhoria de suas condições químicas, adequação da taxa de lotação, escolha de espécies adaptadas ao solo e ao manejo, entre outras. Por melhoria das condições químicas do solo, entende-se por adequar o pH e teores de nutrientes do solo às exigências da gramínea sobre ele implantada. Isto promove a maximização da produção de massa verde, resultando em uma maior capacidade de lotação e melhor cobertura do solo.

Entende-se por adequação da taxa de lotação a manutenção de um número de animais por hectare que seja compatível com a produção de massa verde da pastagem. Esta adequação resulta em maior lucratividade da atividade, ao mesmo tempo em que proporciona uma constante e adequada proteção do solo pelas gramíneas, resultando na redução da compactação do solo pelo pisoteio animal e melhoria ou manutenção das taxas de infiltração de água no solo.

As espécies de forrageiras que vão compor determinada pastagem devem ser escolhidas em concordância, entre outros, com as condições de manejo, tipo de solo e clima. Obviamente que espécies muito exigentes em fertilidade, quando implantadas em solos muito pobres em nutrientes exigem aplicações de fertilizantes em quantidades que podem inviabilizar a atividade, podendo, inclusive, sua implantação ser impraticável devido às condições sócio econômicas e culturais do proprietário.

Deve-se ressaltar que uma planta não adaptada às condições locais não apresenta produção de massa verde adequada, o que pode incorrer em uma imperfeita cobertura do solo, resultando em maiores taxas de escoamento superficial e consequente perda de solo e água na pastagem. Por outro lado, a escolha de espécies adaptadas ao tipo de solo, clima e manejo resulta na otimização da produção de massa verde, redução da compactação do solo pelo pisoteio animal e melhoria ou manutenção das taxas de infiltração de água no solo.

Em todo o estado do Espírito Santo são observadas áreas degradadas pela aração de áreas muito inclinadas para a renovação de pastagens. Esta prática deve ser evitada, pois tem trazido prejuízos aos agricultores e ao meio ambiente devido à instalação de processos erosivos de grandes dimensões, ocasionando a

perda de camadas superficiais do solo, redução das taxas de infiltração, assoreamento e depleção da qualidade de corpos d'água.

#### 7.1.2.3 Adequação de estradas vicinais

As estradas vicinais são de extrema importância e ocupam papel de destaque nas bacias hidrográficas por serem as vias utilizadas pela população para o seu deslocamento em áreas rurais. Ao mesmo tempo, são locais de grande produção de escoamento superficial e sedimentos.

A implementação de práticas que reduzam o escoamento superficial de águas oriundas de estradas vicinais resultam na melhoria das condições de trafegabilidade, aumento do intervalo entre manutenções e consequente redução dos custos e melhoria da qualidade das águas de escoamento.

Dentre as técnicas que reduzem o escoamento das águas em estradas vicinais, podem-se citar as bacias de contenção e as caixas secas. Trata-se de reservatórios escavados, geralmente nas margens de estradas rurais, para captação das águas de chuva. A água é acumulada e infiltrada gradativamente no solo, evitando erosão e o consequente assoreamento dos rios, permitindo a conservação das estradas rurais e a alimentação de aquíferos subterrâneos (FERREIRA, et al, 2011).

A **Figura 7-2** apresenta uma caixa seca implantada em estrada vicinal no município de São Roque do Canaã- ES, a **Figura 7-3** apresenta bacias de contenção instaladas em faixa lateral a uma estrada pavimentada, enquanto a **Figura 7-4** apresenta a implantação de uma bacia de contenção.

Além dessas estruturas, recomenda-se o recobrimento de taludes de corte e aterro e de áreas não transitáveis com espécies herbáceas, principalmente gramíneas, conforme apresentado na **Figura 7-5**.



**Figura 7-2:** Caixas secas implantadas em estrada vicinal no município de São Roque do Canaã- ES.



**Figura 7-3:** Bacias de contenção instaladas às margens de rodovia pavimentada.



**Figura 7-4:** Implantação de uma bacia de contenção às margens de uma estrada vicinal



**Figura 7-5:** Taludes de corte e aterro e áreas não transitáveis recobertos com espécies herbáceas em estrada vicinal.

As práticas aqui apresentadas são muito eficientes na redução da velocidade de escoamento superficial e na melhoria das condições da superfície do solo e resultam na ampliação das taxas de infiltração e consequente redução do escoamento superficial e erosão, melhorando as condições de trafegabilidade das estradas, tornando-as mais sustentáveis sob o ponto de vista ambiental.

### 7.1.2.1 Inibição de drenagem de várzeas

É indiscutível a importância que as várzeas desempenham como áreas onde águas pluviais e fluviais em excesso são retidas, resultando na redução do fluxo para jusante. Por serem áreas planas e de fertilidade normalmente alta, devido aos altos teores de matéria orgânica nas camadas superiores do solo, as várzeas há muito tempo vem sendo drenadas para serem incorporadas às áreas produtivas das propriedades agrícolas.

O item 1 do Art. 3º da Instrução Normativa IEMA nº 13, de 01/12/2008, reza que “É expressamente proibido causar, direta ou indiretamente, a drenagem ou degradação de alagados ou áreas brejosas, bem como áreas de manguezais”. Desta forma, em obediência à legislação ambiental vigente e objetivando ampliar ao máximo a retenção de água a montante do núcleo urbano de Castelo, recomenda-se que as várzeas e alagados existentes nas bacias hidrográficas dos rios em estudo sejam preservadas por meio da proibição da drenagem das mesmas.

## 7.2 PLANOS DE ORDENAMENTO TERRITORIAL

Estão sendo Propostas três medidas gerais para o ordenamento territorial: (1) Revisão do Zoneamento do Plano Diretor Municipal de Castelo; (2) Elaboração do Código Municipal de Obras; e (3) Elaboração do Código Municipal de Meio Ambiente e da Lei de Licenciamento Ambiental.

### 7.2.1 Revisão do Zoneamento do Plano Diretor Municipal de Castelo

A Lei Municipal nº 002 de 12 de fevereiro de 2007 dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Castelo, o Título IV trata do Ordenamento Territorial e o Capítulo I

desse título institui o Macrozoneamento e Zoneamento Municipal. Neste capítulo estão definidas as áreas de expansão urbana, as áreas de interesse social, as áreas de proteção ambiental, as áreas de uso residencial, as áreas de uso comercial, entre outros, de acordo com as potencialidades e problemas identificados para cada região zoneada. Além disso, os parâmetros urbanísticos para ocupação de cada zona, tais como taxa de ocupação, usos adequados, entre outros, também estão regulamentados. O ANEXO IV do volume II do Plano Diretor Municipal de Castelo apresenta o mapa do zoneamento instituído no Plano Diretor Municipal de Castelo.

Seguem as definições de algumas das Macrozonas Municipais e das Zonas Urbanas, que cabem para essa análise em questão, conforme definido na Seção I e II do Plano Diretor Municipal de Castelo:

Art.100. A Macrozona Urbana do Município de Castelo é aquela ocupada ou já comprometida com a ocupação, bem como as zonas destinadas e necessárias ao crescimento do Município.

Art.101. A ocupação e o uso do solo na macrozona urbana de Castelo, considerando-se a disponibilidade de infraestrutura, o meio físico, a capacidade de adensamento e o grau de incômodo e poluição causados ao ambiente urbano, ficam estabelecidos com os seguintes conceitos e definições:

I – ZR - Zonas Residenciais são aquelas em que prevalece o uso para moradias unifamiliares ou multifamiliares e as atividades de apoio a esse uso, compatíveis entre si;

II – ZCO - Zonas Comerciais e de Serviços são aquelas em que prevalecem as atividades comerciais e de prestação de serviços, classificadas de acordo com as intensidades dessas atividades, admitida à incidência de uso residencial e de atividades econômicas ligadas aos setores primário e secundário;

III – ZM – Zonas Mistas são aquelas em que as atividades residenciais, comerciais, de serviços, industriais e agrícolas, compatíveis entre si, coexistem, sem a predominância de qualquer dessas atividades;

IV – ZIN - Zonas Industriais são aquelas em que prevalece a existência de indústrias e de atividades correlatas do setor secundário e incluem aquelas de seu apoio, viabilidade e complementação, compatíveis entre si;

V – ZOR – Zona de Ocupação Restrita, é a composta por áreas com restrições no aumento da ocupação urbana pela grande declividade do terreno e pela localização próxima com as áreas de vegetação significativa.

(...)

Art.106. A Macrozona Rural engloba toda área que esteja fora da Macrozona Urbana.

(...)

Art. 110. Integram ainda o zoneamento do Município de Castelo as Zonas Especiais a seguir:

I – ZEITA – Zonas Especiais de Interesse turístico-ambiental;

II - ZEPP – Zonas Especiais de Proteção Permanente;

III – ZEIS – Zonas Especiais de Interesse Social.

Art. 111. As Zonas Especiais de Interesse Turístico-Ambiental (ZEITA) são áreas formadas por sítios, ruínas, lugares, obras, monumentos, objetos e conjuntos de relevantes expressões junto ao subjetivo coletivo da população castelense, ou de expressões arquitetônicas, históricas, culturais, paisagísticas, que necessitam de políticas específicas para efetiva proteção, recuperação e manutenção deste patrimônio, compreendendo:

(...)

Art.116. As Zonas Especiais de Proteção Permanente (ZEPP) são áreas públicas ou privadas destinadas à proteção e recuperação da paisagem e do meio ambiente.

(...)

Art. 118. As Zonas de Interesse Social (ZEIS), delimitadas no mapa 3, ANEXO I desta Lei, correspondem às áreas destinadas à manutenção e à instalação de habitação de interesse social (HIS) e aos programas de regularização urbanística e fundiária.

A fim de atender a estas especificidades, identificadas no diagnóstico do PDAP, entende-se como necessária a revisão de algumas Zonas Urbanas e alguns parâmetros urbanísticos, que orientarão o crescimento da malha urbana sem prejudicar o escoamento e a drenagem de águas pluviais. Os zoneamentos e macrozoneamentos que estão sendo propostos neste capítulo, assim como os parâmetros urbanísticos, deverão ser objeto de análise e discussão no momento da revisão do Plano Diretor Municipal. Devendo ser observadas e diagnosticadas com maior nível de detalhes as características de ocupação de cada região do município, levando-se em consideração as propostas aqui levantadas. As áreas, que devem se adequar ao Zoneamento Municipal proposto pelo Plano Diretor, estão delimitadas no Mapa de Orientação para o Zoneamento de Castelo (**ANEXO III**), são essas:

- As Sub Bacias, que se encontram dentro da Macrozona Rural delimitadas pelo Plano Diretor Municipal, devem ser conservadas, como área rural, devendo cumprir o regulamento de uso e ocupação desta macrozona. Esta área deverá ser ocupada para fins urbanos somente depois de esgotadas as opções de parcelamento do solo dentro do Perímetro Urbano Municipal e, após a realização de Estudos de Impactos Ambientais, identificando os problemas e soluções ao se adensar a região.
- Os maciços florestais identificados nesta macrozona deverão ser conservados, sendo restrito seu uso para atividades rurais, devendo ser zoneados como Macrozona de Preservação Ambiental. No **ANEXO III**, não foram delimitadas as áreas de APP ao redor dos cursos d'água da

Macrozona Rural; entretanto, essas também deverão ser preservadas e zoneadas como Macrozona de Preservação Ambiental.

- As Sub-Bacias 13 e 21 estão localizadas na Macrozona Urbana e estão no vetor de crescimento atual da cidade e, apesar de não estarem totalmente ocupadas, elas já apresentam problemas de infraestrutura urbana relacionados à drenagem local, devido ao sub dimensionamento do sistema de drenagem que conduz as águas para o rio Castelo. Estas sub bacias deverão ser zoneadas como Zona de Ocupação Controlada (ZOC). O adensamento e permeabilidade do solo nesta zona serão controlados a partir de parâmetros urbanísticos, garantindo escoamento e infiltração das águas produzidas nestas sub bacias.
- As áreas de baixada e sujeitas a inundação que se encontram dentro da Macrozona Urbana devem ser zoneadas como Zona de Adensamento Restrito (ZAR). Sua ocupação será controlada por parâmetros urbanísticos mais rígidos, devendo ser contido o adensamento e ocupação de forma a evitar a pressão em áreas de risco de inundação. Levando-se em consideração que as medidas estruturais descritas no Item 2, do volume II do Plano Diretor Municipal de Castelo, foram dimensionadas para cheias com período de retorno de 25 anos e que, mesmo após a instalação das mesmas, haverá 55 residências que serão alcançadas por cheias com tempos de retorno menores que 25 anos. E também que, após a instalação das ações propostas, as áreas ribeirinhas poderão ser inundadas por cheias com períodos de retorno maiores que 25 anos. Sugere-se que as construções nesta área apresentem o piso acabado, no mínimo, nas cotas de inundação com período retorno de 30 anos. O ANEXO II, do volume II do Plano Diretor Municipal de Castelo, apresenta mapa de cotas dos pisos acabados, que são as cotas atingidas por cheias com períodos de retorno maiores ou iguais a 30 anos.
- As Áreas de Preservação Permanente que se encontram na Macrozona Urbana, ainda não ocupadas, devem ser conservadas, não permitindo seu parcelamento. Essas áreas deverão ser zoneadas como Zonas Especiais

de Proteção Permanente (ZEP), de forma a reafirmar a presença da APP e a sua conservação, sendo áreas impróprias à ocupação urbana, nas quais deverá ser permitido somente o seu uso sustentável.

Na Zona de Ocupação Controlada (ZOC) será permitido a ocupação para os fins que se fizerem necessários, entretanto os parâmetros serão um pouco mais rigorosos e deverão ser seguidos para qualquer tipo de ocupação, de forma que se garanta o escoamento das águas pluviais e se mantenha a devida permeabilidade do solo, evitando áreas de risco de alagamento e inundações. Estes parâmetros urbanísticos deverão ser analisados e definidos com maior precisão, devendo ser incorporados no PDM de Castelo no momento da revisão desta legislação, onde será feito um estudo vocacional e um diagnóstico para cada região da cidade. Seguem as definições dos parâmetros urbanísticos:

- área mínima do lote 300 m<sup>2</sup>;
- gabarito máximo de 3 pavimentos;
- taxa de ocupação de máxima de 65%;
- taxa de permeabilidade mínima de 20%;
- e coeficiente de aproveitamento de 1,3.

A Zona de Adensamento Restrito (ZAR) também deverá sobrepor ao zoneamento do Plano Diretor Municipal. As edificações a serem construídas, além de respeitar parâmetros urbanísticos mais rígidos, deverão, também, respeitar as cotas de inundações com período retorno de 30 anos.

Segue a definição dos parâmetros urbanísticos da Zona de Adensamento Restrito:

- área mínima do lote de 500 m<sup>2</sup>;
- gabarito máximo de 2 pavimentos;
- taxa de ocupação de máxima de 60%;
- taxa de permeabilidade mínima de 30%;
- e coeficiente de aproveitamento de 1,2.

Este Plano Diretor também deverá incorporar em seu texto um zoneamento que também leve em consideração não só o uso destinado para cada região da cidade, mas também questões relacionadas à áreas de risco, áreas ambientalmente frágeis, loteamentos com falta de infraestrutura urbana, regiões que devem sofrer adensamento prioritariamente ou que não devem ser adensadas, áreas adequadas para implantação de grandes equipamentos, entre outros.

### **7.2.2 Revisão do Código Municipal de Obras**

A revisão do Código Municipal de Obras garantirá que toda construção, reconstrução, reforma, acréscimo, demolição, instalações públicas e particulares, sejam implementados cumprindo as exigências técnicas necessárias para liberação do alvará de construção.

O Código também estabelece parâmetros para aprovação de projeto, diretrizes que devem ser seguidas para execução de obras e institui a fiscalização das obras pelo Poder Executivo Municipal, podendo embargar a obra ou aplicar multas caso os empreendimentos não sejam executados conforme projeto aprovado.

A fiscalização sobre os empreendimentos de pequeno, médio e grande porte, permitirá maior controle, do Poder Público Municipal, sobre a expansão da cidade, garantindo que as construções ocorram de acordo com o desejado pelo Código de Posturas, pelo Plano Diretor Municipal e pela Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo.

### **7.2.3 Elaboração do Código Municipal de Meio Ambiente e da Lei de Licenciamento Ambiental**

A elaboração do Código Municipal de Meio Ambiente e da Lei de Licenciamento Ambiental permitirá maior controle dos impactos ambientais gerados pelos empreendimentos instalados em Castelo.

Este Código estabelecerá normas e diretrizes de Direito Ambiental, com o objetivo de proteger, conservar e recuperar o meio ambiente, propondo-se um desenvolvimento econômico e físico-territorial de forma sustentável. Deverão ser estabelecidas diretrizes diretamente ligadas à ocupação do solo, ao escoamento das águas pluviais, à conservação dos mananciais, às ocupações de áreas vulneráveis e suscetíveis ao risco geológico, entre outros.

O licenciamento ambiental permitirá a avaliação técnica e fiscalização dos novos empreendimentos, que deverão seguir as normas estabelecidas no Código Municipal de Meio Ambiente.

### **7.3 PLANOS DE ESTRUTURAÇÃO INSTITUCIONAL**

Estão sendo propostas seis medidas de estruturação institucional, que virão assegurar as ações estruturais propostas no presente relatório: (1) Instituição da Lei de Estrutura Administrativa da Prefeitura Municipal de Castelo em consonância com a atual gestão municipal; (2) Criação de uma Secretaria de Planejamento Urbano e Habitação; (3) Reestruturação da Secretaria Municipal de Assistência Social; (4) Implementação e fortalecimento das ações com vistas ao planejamento urbano, a infraestrutura urbana e a provisão de habitação de interesse social; (5) Fortalecimento do Sistema de Gestão Participativa; e (6) Reestruturação e Fortalecimento do Sistema Municipal de Defesa Civil.

#### **7.3.1 Instituição da Lei de Estrutura Administrativa da Prefeitura Municipal de Castelo em consonância com a atual gestão municipal**

Dante de pesquisas realizadas no endereço eletrônico da Prefeitura Municipal e da Câmara Municipal de Castelo, além de reunião realizada com os técnicos da Prefeitura Municipal, não foi identificada uma legislação vigente, que trate da atual estrutura administrativa da Prefeitura Municipal. Esta legislação deveria regulamentar as obrigações, ações e objetivos de cada um dos órgãos da administração direta do Poder Executivo Municipal.

É necessário que esta legislação seja criada e instituída vinculada a um organograma, de forma que todas as Secretarias Municipais e demais setores do Poder Público possa identificar qual e que tipo de trabalho deve ser executado por seus agentes gestores, assim como suas competências.

Sugere-se a criação de uma Secretaria responsável pelo Planejamento Urbano e Habitação no município. Esta Secretaria deverá assumir as seguintes competências relativas à disciplina do uso e ocupação do solo urbano e demais questões relacionadas ao planejamento urbano:

- participar das atividades de planejamento urbano e de elaboração e revisão do Plano Diretor do Município, em colaboração com as demais Secretarias e Órgãos da Administração Municipal;
- colaborar na elaboração de proposta de legislação e normas urbanísticas da ocupação e do uso do solo em todo território municipal;
- planejar e disciplinar o uso e a ocupação do solo urbano;
- coordenar e realizar os procedimentos necessários à autorização, licenciamento e fiscalização da instalação de atividades urbanas segundo a legislação vigente, sobretudo as disposições da Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo e do Código de Posturas;
- coordenar e realizar os procedimentos necessários à autorização, licenciamento e fiscalização de edificação particular, segundo a legislação vigente, sobretudo as disposições da Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo e do Código de Obras;

- coordenar e realizar os procedimentos necessários à análise de processos de parcelamento de áreas (loteamentos e desmembramentos), remembramento e desdobro de lotes.

Esta Secretaria também deverá se responsabilizar pelo planejamento dos Programas Habitacionais, assumindo a competência da Secretaria Municipal de Assistência Social relativas à definição de políticas, em integração com as áreas afins, de habitação de interesse social:

- coordenar a elaboração e a implementação da Política Municipal de Habitação de Interesse Social;
- coordenar a implementação de ações para a ampliação da oferta de moradias, entre as quais a produção, aquisição ou locação habitacional;
- coordenar a elaboração e acompanhar a execução de projetos de produção habitacional de interesse social;
- coordenar o planejamento e a execução da política de redução e prevenção de riscos do Município, em especial em assentamentos ou parcelamentos de baixa renda;
- normatizar, monitorar e avaliar as ações implementadas no âmbito da Política Municipal de Habitação;
- gerar recursos para o financiamento dos programas da política habitacional;
- estudar e promover a implantação de novas alternativas habitacionais, em especial pela ocupação de vazios urbanos infra-estruturados;
- promover o levantamento, o acompanhamento e a análise de dados relacionados com a questão habitacional.

Sugere-se também que passe a ser competência desta Secretaria, atuar em conjunto com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente na fiscalização de empreendimentos, que estejam causando impacto ambiental, assim como gerir os programas e contratos da Prefeitura Municipal de Castelo relativos à construção de habitações de interesse social, obras de urbanização de assentamentos

precários e qualquer outra obra de infraestrutura que se fizer necessária em parcelamentos ou assentamentos do município.

### 7.3.2 Criação de uma Secretaria de Planejamento Urbano e Habitação

Sugere-se a criação de uma Secretaria responsável pelo Planejamento Urbano e Habitação no município. Esta Secretaria deverá assumir as seguintes competências relativas à disciplina do uso e ocupação do solo urbano e demais questões relacionadas ao planejamento urbano:

- participar das atividades de planejamento urbano e de elaboração e revisão do Plano Diretor do Município, em colaboração com as demais Secretarias e Órgãos da Administração Municipal;
- colaborar na elaboração de proposta de legislação e normas urbanísticas da ocupação e do uso do solo em todo território municipal;
- planejar e disciplinar o uso e a ocupação do solo urbano;
- coordenar e realizar os procedimentos necessários à autorização, licenciamento e fiscalização da instalação de atividades urbanas segundo a legislação vigente, sobretudo as disposições da Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo e do Código de Posturas;
- coordenar e realizar os procedimentos necessários à autorização, licenciamento e fiscalização de edificação particular, segundo a legislação vigente, sobretudo as disposições da Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo e do Código de Obras;
- coordenar e realizar os procedimentos necessários à análise de processos de parcelamento de áreas (loteamentos e desmembramentos), remembramento e desdobro de lotes.

Esta Secretaria também deverá se responsabilizar pelo planejamento dos Programas Habitacionais, assumindo a competência da Secretaria Municipal de

Assistência Social relativas à definição de políticas, em integração com as áreas afins, de habitação de interesse social:

- coordenar a elaboração e a implementação da Política Municipal de Habitação de Interesse Social;
- coordenar a implementação de ações para a ampliação da oferta de moradias, entre as quais a produção, aquisição ou locação habitacional;
- coordenar a elaboração e acompanhar a execução de projetos de produção habitacional de interesse social;
- coordenar o planejamento e a execução da política de redução e prevenção de riscos do Município, em especial em assentamentos ou parcelamentos de baixa renda;
- normatizar, monitorar e avaliar as ações implementadas no âmbito da Política Municipal de Habitação;
- gerar recursos para o financiamento dos programas da política habitacional;
- estudar e promover a implantação de novas alternativas habitacionais, em especial pela ocupação de vazios urbanos infra-estruturados;
- promover o levantamento, o acompanhamento e a análise de dados relacionados com a questão habitacional.

Sugere-se também que passe a ser competência desta Secretaria, atuar em conjunto com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente na fiscalização de empreendimentos, que estejam causando impacto ambiental, assim como gerir os programas e contratos da Prefeitura Municipal de Castelo relativos à construção de habitações de interesse social, obras de urbanização de assentamentos precários e qualquer outra obra de infraestrutura que se fizer necessária em parcelamentos ou assentamentos do município.

### 7.3.3 Reestruturação da Secretaria Municipal de Assistência Social

Sugere-se a reestruturação da Secretaria Municipal de Assistência Social de forma que esta deverá planejar em conjunto com a Secretaria de Planejamento Urbano e Habitação, as ações voltadas para o atendimento das famílias de baixa renda, relacionadas à construção de habitação, regularização fundiária e urbanização de áreas precárias.

O Planejamento dessas ações deverá ter a participação desta Secretaria porque é ela a responsável pela formulação de políticas voltadas à área social, visando à garantia dos mínimos sociais, ao enfrentamento da pobreza, ao provimento de condições para atender contingências sociais e à universalização dos direitos humanos.

Ela também deverá trabalhar em conjunto com a Secretaria Municipal de Obras no momento da execução de projetos e obras de habitação e urbanização de assentamentos, organizando e mobilizando a população, que será beneficiada com os programas.

### 7.3.4 Implementação e fortalecimento das ações com vistas ao planejamento urbano, a infraestrutura urbana e a provisão de habitação de interesse social

Fortalecer as ações de todas as secretarias municipais, em especial da Secretaria Municipal de Obras, da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e da Secretaria Municipal de Assistência Social, na implementação de programas, projetos e obras que visem os seguintes pontos, entre outros:

- o planejamento urbano e desenvolvimento sustentável do município;

- a garantia de infraestrutura básica em todos os loteamentos, parcelamentos e ocupações do município, atendendo, prioritariamente, as comunidades ocupadas por populações de baixa renda;
- diminuição do déficit habitacional atendendo as famílias com programas de melhoria habitacional, programas de construção de habitações de interesse social, programas de construção em mutirão.

### 7.3.5 Fortalecimento do Sistema de Gestão Participativa

O município de Castelo deverá buscar o fortalecimento do Sistema de Gestão Participativa no município, estabelecendo uma relação entre a Administração Pública e a comunidade, que também deve ser criadora e gestora do espaço em que vive.

A comunidade deve se sentir responsável pela conservação, requalificação e criação do espaço público, atuando na formulação de políticas que solucionem os problemas encontrados e valorizem as potencialidades.

Deve-se garantir a participação direta da população e de associações, representativas de diversos segmentos da população, na formulação e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano, a partir: dos Conselhos municipais; audiências públicas; fóruns; oficinas de capacitação; a partir da interlocução com a Secretaria responsável pelo planejamento urbano; e dos sistemas de informação municipal com dados, informações e indicadores atualizados.

Para tal, propõe-se a criação do Conselho Municipal de Planejamento Urbano, do Conselho Municipal do Plano Diretor, do Conselho Municipal de Meio Ambiente e do Conselho Municipal de Assistência Social para o município e o fortalecimento dos Conselhos existentes.

Foram identificados alguns técnicos e representantes da sociedade civil que podem contribuir para o fortalecimento da gestão participativa conforme quadro a seguir.

**Tabela 7-1:** Lista dos contatos de presidentes de associações.

Nome	Representação	E-mail	Telefone
<b>Lucio Cesconetti</b>	COMPDEC	dclucio@yahoo.com.br	99886-2256
<b>Cristiane Tinoco</b>	COMPDEC	Cris_tinoco@yahoo.com.br	99921-5300
<b>Mario Pupin Tinoco</b>	SEMOB	-	3542-6961
<b>Orlando Nascimento</b>	SEMOB	-	3542-6961
<b>Maria Carolina</b>	SEMOB	-	3542-6961
<b>Paulo</b>	SEMOB	-	3542-6961
<b>Pablo Caretta</b>	SEMOB	-	3542-6961
<b>Letícia Maria A. Rocha</b>	SEMPLAN	-	3542-8525
<b>Fabiano Ceccon</b>	SEMMA	-	3542-8516
<b>Daniela Mendes Pereira</b>	SEMMA	-	3542-8516
<b>Daiana</b>	SEMMA	-	3542-8516
<b>Thuanny Alves Fonseca</b>	SEMAS	thuannyaf@gmail.com	3542-8522
<b>Rosa Eller</b>	SEMAS	-	3542-8522
<b>Daniele Louzada</b>	SEMSA	-	99921-0070
<b>Paulo Melo Andreão</b>	SEMSUR	-	99966-8428
<b>Paulo Requieri</b>	SEMSUR	-	99883-2006
<b>Tarcísio Módolo</b>	Bairro Independência	-	-
<b>Agostinho Piuorbini</b>	Bairro Niterói	-	-
<b>Periquito</b>	Bairro Niterói	-	99901-9432
<b>Flávio</b>	Bairro Garagem	-	99986-2210
<b>Luciene</b>	Bairro Garagem	-	99975-5424
<b>Diretora</b>	Escola Esplanada	-	-

### 7.3.6 Reestruturação e Fortalecimento do Sistema Municipal de Defesa Civil

Entre os planos de ação destinados à gestão municipal de riscos, este Programa Municipal de Redução de Risco recomendou a reestruturação e fortalecimento do sistema municipal de defesa civil.

Tradicionalmente, as administrações municipais reservam à Defesa Civil o papel de articular e de coordenar a mobilização dos demais órgãos da Prefeitura nas atividades de resposta a acidentes ou a desastres naturais.

Historicamente, esses mesmos órgãos municipais de defesa civil, na grande maioria, têm sido tratados com total desatenção pelo Poder Público. Em geral, são desprovidos de toda sorte de recursos: humanos, materiais, orçamentários e administrativos. Tais condições configuram incompatibilidade entre a estrutura administrativa e o número e a complexidade de demandas dos municípios, além de muitas vezes impossibilitar o atendimento da legislação relativa.

No entanto, essa incompatibilidade ampliou-se recentemente com a promulgação da Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil- SINPDEC. Esse diploma legal tem abrangência e importância enormes, pois, além de alterar significativamente o papel e funções das atividades de defesa civil, agora “Proteção e Defesa Civil”, ele constitui importante marco regulatório que institucionaliza uma política pública nacional para a gestão de riscos de desastres, ampliando a responsabilidade e as atribuições dos governos, principalmente os municipais.

As alterações introduzidas pela Lei nº 12.608/2012 aumentaram as atribuições da Defesa Civil, conferindo a ela importante papel na gestão de riscos urbanos e, ao mesmo tempo, introduziram uma profunda mudança de orientação ao seu eixo estratégico de ação, ao determinar prioridade às atividades de prevenção, em contraposição à histórica predominância das atividades de resposta na política de Defesa Civil.

Para a adequação às novas atribuições e demandas, é necessário que se promovam, em relação à Defesa Civil, melhorias nas condições de infraestrutura,

ampliação e capacitação dos quadros técnicos e maior respaldo político da Administração Municipal.

Vale destacar a seguinte observação: “No entanto, as melhores experiências de redução de risco no Brasil estão nos municípios que montaram equipes técnicas e profissionalizaram e capacitaram seus agentes de defesa civil, de modo a cobrir os territórios de risco com monitoramento permanente e ações concretas de redução de risco no dia a dia dessas comunidades.” (ALHEIROS, 2010).

A Defesa Civil municipal deve ser reestruturada de acordo com as condições e possibilidades do município, dentro da ótica que o município é legalmente responsável pela gestão dos riscos e manejo de desastres.

Os recursos federais para implementação e estruturação dos órgãos municipais de Defesa Civil estão previstos no Plano Plurianual (2012-2015) no PROGRAMA 2040 - Gestão de Riscos e Resposta a Desastres; OBJETIVO 0172 - Induzir a atuação em rede dos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Defesa Civil em apoio às ações de defesa civil, em âmbito nacional e internacional, visando à prevenção de desastres (Órgão Responsável: Ministério da Integração Nacional).

Diante das considerações acima, apresenta-se a seguir uma proposta de estruturação do órgão municipal de proteção e defesa civil que, se acompanhada de suficientes recursos orçamentários, humanos e materiais, poderá possibilitar a superação de série de deficiências e, assim, aprimorar a qualidade e amplitude dos serviços de proteção e defesa civil em Marechal Floriano.

Considerando as condições administrativas de Marechal Floriano e a configuração dos riscos no município, pode-se estimar que uma equipe técnica mínima (um geólogo, um engenheiro, um técnico social – psicólogo ou assistente social e dois técnicos de apoio), tem condições de manter o monitoramento permanente em todas as áreas de risco e desenvolver o planejamento, coordenação e a implementação das ações da gestão de riscos de desastres.

A nova lei federal em diversos momentos destaca a necessidade da política de redução de riscos e de defesa civil se integrarem às demais políticas setoriais, bem como preconiza sua incorporação “entre os elementos da gestão territorial e

do planejamento das políticas setoriais". Depreende-se, então, que questões ligadas às medidas de proteção e defesa civil e à gestão de riscos devem ser tratadas com interação contínua, pois configuram temáticas multidisciplinares e ações caracterizadas pela intersetorialidade executiva. Assim, por essa perspectiva, observa-se que a equipe técnica acima sugerida deve ser pensada numa concepção de sistema municipal, que deve contar com a participação das demais secretarias municipais que fazem interface com a gestão de riscos como: obras e serviços, inclusão e desenvolvimento social, planejamento e meio ambiente, cultura, educação, esportes e lazer, saúde, segurança, trânsito e transportes, etc.

Por razões técnicas, administrativas e operacionais, os serviços de proteção e defesa civil municipal podem ser articulados em três áreas de atuação, que eventualmente podem ser estruturadas como divisões administrativas do órgão de municipal de proteção e defesa civil:

- Apoio técnico e gestão de informações;
- Atendimento a emergências;
- Ações comunitárias de proteção e defesa civil.

#### *7.3.6.1 Apoio técnico e gestão de informações*

Essa categoria de serviços prestados pelo órgão municipal de proteção e Defesa Civil está diretamente relacionada às atividades da equipe técnica (geólogos, engenheiros, tecnólogos e técnicos sociais) anteriormente sugerida, e consiste fundamentalmente do planejamento, coordenação e implementação de medidas técnicas destinadas à gestão de riscos, que naturalmente inclui a gestão das informações que devem ser coletadas, armazenadas, sistematizadas e distribuídas.

Sob todos os pontos de vista, é inquestionável que a gestão de riscos sustenta-se no caráter técnico-científico do diagnóstico e das medidas implementadas, inclusive para a sensibilização das comunidades expostas aos riscos. Por outro lado, a gestão da informação permite estabelecer fluxos que garantam a

informação necessária no tempo e na forma convenientes, a fim de subsidiar a geração de ideias, a formulação de solução de problemas e a tomada de decisão.

Entre as atividades relativas a essa área estão à elaboração e implementação de planos, programas e projetos de proteção e Defesa Civil.

A equipe técnica deve também desenvolver estudos e pesquisas, na área de identificação, análise e redução de riscos, celebrando convênios com universidades e institutos de pesquisa.

É extremamente importante que o município através da iniciativa dessa equipe promova anualmente a implementação de seu plano de contingência previamente elaborado, que será tema abordado adiante.

Outras atividades da área estão relacionadas nos itens a seguir.

#### 7.3.6.1.1 Elaboração de normas e procedimentos

No rol de atividades relativas a essa área, é muito importante a orientação técnica às vistorias de monitoramento de riscos e de atendimento a emergências.

Neste sentido, a equipe técnica deverá elaborar uma série de normas e procedimentos técnicos que proporcionem qualidade técnica, padronização e especialização das atividades de proteção e Defesa Civil. Existem várias experiências de elaboração e aplicação de procedimentos técnicos em Defesa Civil que podem ser aproveitadas.

#### 7.3.6.1.2 Monitoramento permanente dos riscos

Para qualquer modelo de gestão de riscos é fundamental ter absoluto conhecimento da situação atual dos riscos, quanto à sua localização, seu grau e

do tipo de medidas que têm sido tomadas para evitar o seu agravamento. Portanto, o município deve garantir o monitoramento permanente da situação dos riscos coordenado pela equipe de apoio técnico da Defesa Civil, através da contínua atualização do mapeamento apresentado pelo Programa Municipal de Redução de Risco, do controle e fiscalização das áreas de risco, do acompanhamento da pluviosidade e do registro contínuo das alterações verificadas.

Deverão ainda, ser realizadas vistorias periódicas e sistemáticas em todas as áreas de risco, coordenadas pela equipe técnica da Defesa Civil, para observação da evolução de situações de perigo já mapeadas ou para registro de novos processos destrutivos instalados, bem como para orientação aos moradores sobre as formas de ocupação adequadas e a necessidade de remoções temporárias mediante volumes acumulados de chuva. A utilização de Comunicados de Utilidade Pública, conforme modelo a seguir (**Figura 7-6**) são importantes para o acompanhamento destas áreas/setores e para a maior agilidade na realização de vistorias.

Nessa atividade as equipes deverão utilizar a metodologia e os procedimentos recomendados, cujos conteúdos constam nos relatórios do PMRR e PDAP. Essas mesmas equipes deverão, também, observar, registrar e coibir (por meio de notificação, auto de interdição ou intimação) novas ocupações em locais suscetíveis a risco, adensamento das áreas de risco ocupadas, intervenções que possam induzir ou agravar situação de perigo aos moradores (construção de fossas, de taludes de corte de altura e inclinação excessiva, lançamento de águas servidas em superfície, deposição de lixo, etc.) e observar e registrar problemas que possam induzir riscos (vazamento de tubulações, lançamento de entulhos, obstrução de valas e drenagens, etc.).

## COMUNICADO DE UTILIDADE PÚBLICA

Senhor (a) morador (a),

Sua residência está localizada em área de risco de deslizamento.

- Preste muita atenção nas recomendações abaixo:

Em caso de chuvas fortes ou prolongadas, fique atento aos seguintes sinais que indicam possibilidade de

Ocorrerem deslizamentos:

- Trincas e rachaduras no solo;
- Aparecimento de degraus ou rebaixamento no terreno;
- Inclinação de árvores, postes, cercas ou muros;
- Valetas com águas mais barrentas que o normal;
- Aparecimento de novas rachaduras nos pisos ou paredes das casas;
- Muros estufados/embarrigados;
- Vazamento de tubulações;
- Estalos, barulhos estranhos ou aumento de fendas em rochas;

Caso observe algum desses sinais, saia imediatamente de casa com toda a sua família e ligue em seguida telefone da defesa civil ou da prefeitura municipal solicitando uma vistoria urgente no local.

**Cuide da sua segurança e sua família: Fique atento!**

.....  
A

- RECEBI DA PREFEITURA MUNICIPAL DE \_\_\_\_\_ A INFORMAÇÃO DE QUE MINHA CASA ESTÁ EM RISCO E ORIENTAÇÃO SOBRE AS MEDIDAS DE SEGURANÇA NECESSÁRIAS.

Nome \_\_\_\_\_

Endereço \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

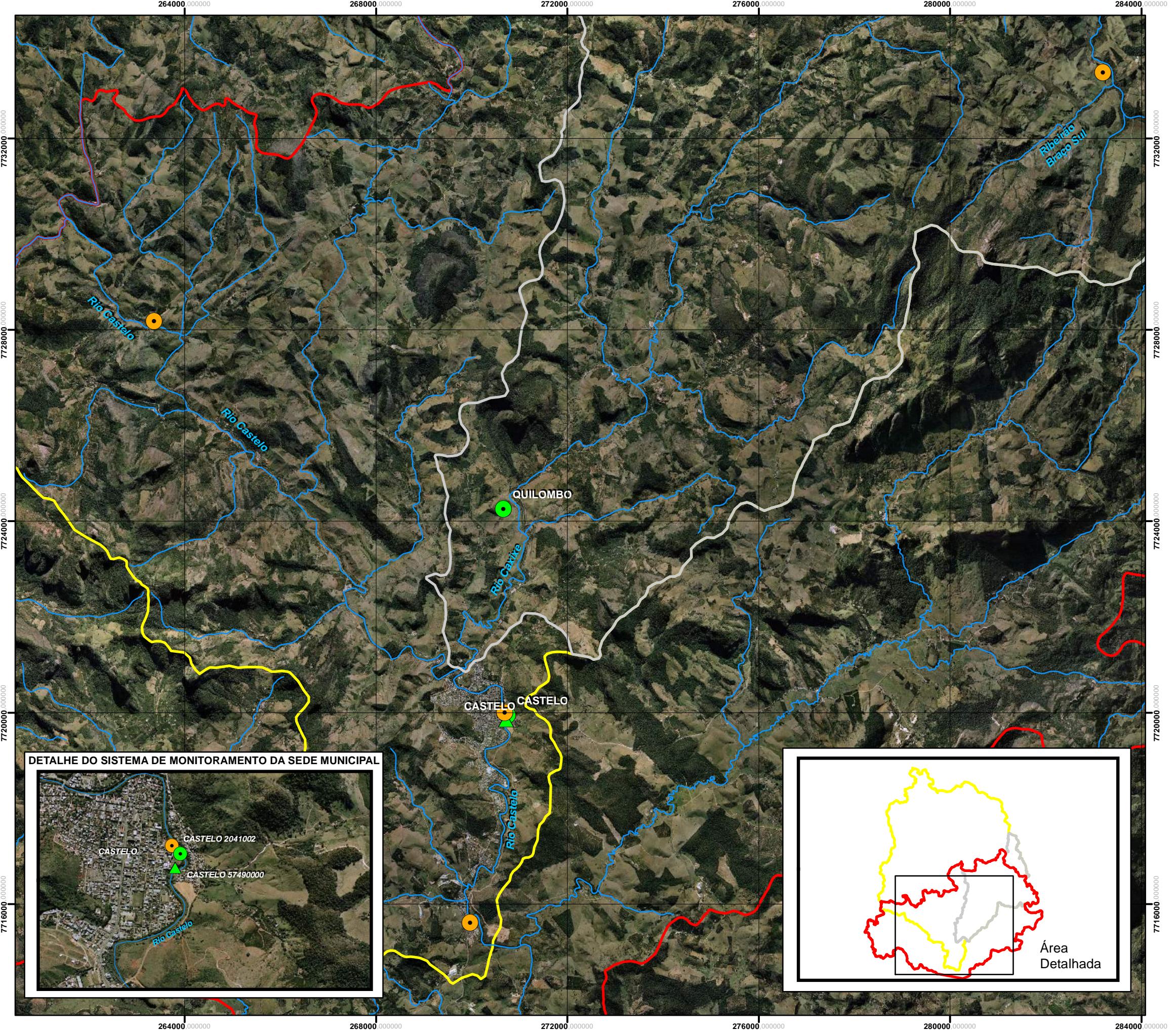
**Figura 7-6:** Modelo de Comunicado de Utilidade Pública.

### 7.3.6.1.3 Instalação e gestão de sistema de monitoramento pluviométrico e fluviométrico

Conforme pode ser visualizado na **Figura 7-7**, as bacias do rio Castelo e Caxixe possuem duas estações pluviométricas, a de Castelo e Quilombo, de códigos 2041002 e 2041038, respectivamente. Entretanto apenas a estação Castelo, operada pela Agência Nacional de Águas, apresenta dados consistentes. A bacia do rio Castelo também possui uma estação fluviométrica, de código 57490000, operado pela Agência Nacional de Águas.

Além dessas, também estão instalados cinco pluviógrafos semi-automáticos e cinco automáticos na bacia do rio Castelo, como parte do Sistema de Monitoramento de Desastres Naturais do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN, para o monitoramento das águas precipitadas sobre a área. E está prevista a instalação de uma estação hidrológica no rio Castelo, a montante do centro urbano, sob responsabilidade do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEEMA.

Propõe-se a melhoria do sistema de monitoramento hidrológico das bacias através da instalação de quatro estações pluviográficas: uma na bacia do Caxixe, na comunidade de Forno Grande; e outras três na bacia do Castelo, uma na comunidade de Aracuí, uma na comunidade de Jabuticabeira e uma na Sede de Castelo. As estações da sede e de Aracuí serão utilizadas para monitoramento de risco geológico. As posições aproximadas das estações propostas estão apresentadas na **Figura 7-7**.



Projeção: Universal Transversa Mercator.  
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.  
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

#### Legenda

- Estação Pluviográfica Proposta
- Estação Pluviométrica Existente
- ▲ Estação Fluviométrica Proposta
- ▲ Estação Fluviométrica Existente
- Cursos d'água
- Limite Municipal

#### Limite de Bacia

- Bacia do Rio Caxixe
- Bacia do Rio Castelo

#### Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

GEOBASES - Cursos d'água

GEOBASES - Bacias Hidrográficas

Ø	Emissão original	12/05/2014
REV	DESCRÍÇÃO	DATA

Projeto:  
Programa Municipal de Redução de Risco

Título:  
Mapa de Localização das estações de monitoramento existentes e propostas.

Responsável técnico:

Marco Aurélio C. Caiado  
Eng. Agrônomo, Ph. D.  
CREA - ES 3757 D

Elaboração:

Marcela L. Barros  
Estagiária em Engenharia Sanitária e Ambiental

Escala: 1:80.000 0 0,75 1,5 3 Km

Folha: 1 de 1 Local: Castelo - ES

Papel: A3 Nº: Figura 7-7

Contratante: Consórcio:

SECRETAÇÃO DE AMBIENTES, HABITAÇÃO E DESenvolvimento URBANO  
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

AVANTEC Engenharia  
Zemlya

O sistema de monitoramento hidrológico proposto para as bacias hidrográficas dos Rios Castelo e Caxixe terá os seguintes objetivos:

- Monitorar a eficiência dos dispositivos estruturais e não estruturais sugeridos neste PDAP;
- Obter dados, em tempo real, para o gerenciamento do risco de inundações;
- Integrar o monitoramento hidrológico a um sistema de alerta à população;
- Dar subsídios para previsão de cheias em cenários futuros de uso do solo;
- Contribuir para o conhecimento científico no que tange à hidrologia e drenagem urbana.

Atualmente, o Centro Capixaba de Meteorologia e Recursos Hídricos (CECAM) ligado ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) é o responsável pela operacionalização de várias estações fluirométricas e pluviométricas instaladas no Espírito Santo e que compõem o sistema de monitoramento hidrológico do estado. Propõe-se que o sistema de monitoramento hidrológico aqui proposto, seja integrado à rede de monitoramento do CECAM, o qual deverá buscar parcerias no município, principalmente com a Defesa Civil Municipal.

Na gestão de riscos de deslizamentos um parâmetro técnico fundamental é o coeficiente de precipitação crítica, também chamado pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC de Valor Acumulado de Chuvas (VAC). Este parâmetro indica, para um determinado local, o limite de chuva acumulada em 72 horas (três dias), limite cujo atingimento indica possibilidade de ali ocorrerem deslizamentos. O VAC não é um valor preciso, é apenas uma referência obtida de estudos estatísticos de correlação chuvas x deslizamentos ao longo de uma série histórica.

O VAC, no entanto, é um notável instrumento de prevenção cujos valores são a base para a tomada de decisões em planos de contingência, ou simplesmente para adotar medidas preventivas na área em questão.

No caso de Castelo, sugere-se para efeito da Operação Verão e até que estudos complementares sejam realizados, estabelecer um único VAC:

**100 mm de chuva em 72 horas, ou três dias**

A **Tabela 7-2** sintetiza a proposta dos níveis de operação para as ações de prevenção do plano municipal de redução de risco com os respectivos critérios de entrada e procedimentos básicos.

**Tabela 7-2:** Plano preventivo de deslizamento para os setores do PMRR.

Nível	Critério de entrada	Procedimentos Básicos
<b>Observação</b>	Início da operação do plano.	Conscientização da população das áreas de risco, monitoramento pluviométrico e acompanhamento da previsão meteorológica.
<b>Atenção</b>	Acumulado > 30 mm no período de 72 horas e previsão de continuidade das chuvas na região.	Realizar vistorias de campo, advertir as secretarias municipais e demais integrantes do Sistema Municipal de Proteção e Defesa Civil.
<b>Alerta</b>	Acumulado > 100 mm no período de 84 horas ou previsão de chuvas que ultrapasse este valor.	Remoções em situações em que é possível prever acidente observado pelas vistorias de campo (setores do risco Alto e Muito Alto), acionamento do alerta comunitário, monitoramento pluviométrico, acompanhamento da previsão meteorológica.
<b>Alerta Máximo</b>	Previsão > 150 mm no período de 84 horas ou previsão de chuvas que ultrapasse este valor ou constatação da necessidade de apoio de instituições estaduais e/ou federais.	Avaliar a necessidade da retirada da população das áreas de risco em todos os setores de risco identificados no plano, monitoramento pluviométrico, acompanhamento da previsão meteorológica.

Será utilizado o sistema de monitoramento pluviográfico supracitado, por meio do monitoramento de dados fornecidos pelas estações pluviométricas da sede e de Aracuí.

Para as inundações das bacias hidrográficas dos Rios Castelo e Caxixe, que abriga a sede municipal de Castelo, foram definidas as intensidades de chuva e a chuva acumulada que poderão acarretar inundações nas áreas de risco Muito

Alto, Alto, Médio e Baixo. A **Tabela 7-3** apresenta as informações inerentes às chuvas que atingem as áreas de risco de inundação na sede municipal de Castelo e a **Tabela 7-4** apresenta as vazões do Rio Castelo e níveis d'água em relação à passarela sobre este, onde se localiza uma estação de monitoramento fluviométrico da ANA, que oferecem risco de inundação às áreas de risco Muito Alto, Alto Médio e Baixo na sede municipal de Castelo.

**Tabela 7-3:** Intensidade de chuva e chuva acumulada que oferecem risco de inundação às áreas de risco Muito Alto, Alto, Médio e Baixo na sede municipal de Castelo, pelos Rios Caxixe e Castelo.

Tipo de chuva	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto, Alto	Risco Muito Alto, Alto e Médio	Risco Muito Alto, Alto, Médio e Baixo
<b>Pico da Intensidade de Chuva (mm/min)</b>	1,63	1,77	2,03	2,36
<b>Chuva acumulada em 12 horas (mm)</b>	82	90	103	120

**Tabela 7-4:** Vazões do Rio Castelo e Níveis d'água em relação à passarela sobre este, onde se localiza uma estação de monitoramento fluviométrico da ANA, que oferecem risco de inundação às áreas de risco Muito Alto, Alto Médio e Baixo na sede municipal de Castelo.

Tipo de chuva	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto, Alto	Risco Muito Alto, Alto e Médio	Risco Muito Alto, Alto, Médio e Baixo
<b>Vazão do Rio do Castelo (m<sup>3</sup>/s)</b>	141,67	178,88	248,06	313,78
<b>Níveis d'água abaixo do tabuleiro da passarela sobre o Rio Castelo (cm)</b>	200	150	80	60

A **Tabela 7-5** e a **Tabela 7-6** apresentam as informações relacionadas ao plano preventivo de inundação que será acionado para a gestão do risco no município de Castelo antes da implantação das obras do cenário proposto do Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do município.

**Tabela 7-5:** Plano preventivo de inundação antes das obras do cenário proposto no PDAP nas bacias dos Rios Caxixe e Castelo.

Nível	Critério de entrada	Procedimentos Básicos
<b>Observação</b>	Início da operação do plano.	Conscientização da população das áreas de risco, monitoramento flúvio-pluviométrico e acompanhamento da previsão meteorológica.
<b>Atenção</b>	Chuva de 35 mm em 6 hora e previsão de continuidade das chuvas.	Mobilização e preparação da equipe de vistorias de campo, monitoramento flúvio-pluviométrico e acompanhamento da previsão meteorológica, advertir as secretaria municipais, lideranças comunitárias e demais integrantes do Sistema Municipal de Proteção e Defesa Civil.
<b>Alerta</b>	Chuva de 40 mm em 6 horas e previsão de continuidade das chuvas e necessitando de remoções preventivas dos domicílios relacionados ao período de retorno de 5 anos.	Remoções em situações em que é possível prever acidentes observados pelos níveis de atingimento, acionamento do alerta comunitário, monitoramento flúvio-pluviométrico, acompanhamento da previsão meteorológica e vistoria de campo.
<b>Alerta Máximo</b>	Chuvas de 45 mm em 6 horas e previsão de continuidade das chuvas e necessidade de remoção preventiva dos domicílios relacionados ao período de retorno de 10 anos, ou constatação da necessidade de apoio de instituições estaduais e/ou federais.	Avaliar a necessidade de retirada da população das áreas de risco, relacionadas aos demais períodos de retorno, monitoramento flúvio-pluviométrico, acompanhamento da previsão meteorológica e vistoria de campo.

**Tabela 7-6:** Plano preventivo de inundação antes das obras do cenário proposto no PDAP nos bairros próximos aos Rios Caxixe e Castelo.

Nível	Critério de entrada	Procedimentos Básicos
<b>Observação</b>	Início da operação do plano.	Conscientização da população das áreas de risco, monitoramento flúvio-pluviométrico e acompanhamento da previsão meteorológica.
<b>Atenção</b>	Marca de <b>ATENÇÃO</b> na passarela sobre o Rio Castelo (500 cm abaixo do tabuleiro da OAE) e previsão de continuidade das chuvas.	Mobilização e preparação da equipe de vistorias de campo, monitoramento flúvio-pluviométrico e acompanhamento da previsão meteorológica, advertir as secretarias municipais, lideranças comunitárias e demais integrantes do Sistema Municipal de Proteção e Defesa Civil.
<b>Alerta</b>	Marca de <b>ALERTA</b> na passarela sobre o Rio Castelo (200 cm abaixo do tabuleiro da OAE) e previsão de continuidade das chuvas e necessitando de remoções preventivas dos domicílios relacionados ao período de retorno de 5 anos dos bairros próximos ao Rio Jucu.	Remoções em situações em que é possível prever acidentes observados pelos níveis de atingimento, acionamento do alerta comunitário, monitoramento flúvio-pluviométrico, acompanhamento da previsão meteorológica e vistoria de campo.
<b>Alerta Máximo</b>	Marca de <b>ALERTA MÁXIMO</b> na passarela sobre o Rio Castelo (150 cm abaixo do tabuleiro da OAE) e necessidade de remoção preventiva dos domicílios relacionados ao período de retorno de 10 anos nos bairros próximos ao Rio Jucu, ou constatação da necessidade de apoio de instituições estaduais e/ou federais.	Avaliar a necessidade de retirada da população das áreas de risco, relacionadas aos demais períodos de retorno, monitoramento flúvio-pluviométrico, acompanhamento da previsão meteorológica e vistoria de campo.

O **ANEXO IV** apresenta a planta passarela situada sobre o Rio Castelo, onde se localiza uma estação de monitoramento fluviométrico da ANA.

Paralelamente, a equipe técnica deve montar e coordenar um sistema de acompanhamento permanente da previsão meteorológica, providenciando cadastramento junto à Secretaria Nacional de Defesa Civil - SEDEC, Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD, Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais – CEMADEN, Coordenação Estadual de Defesa Civil – CEDEC, Departamento Nacional de Águas e Energia

Elétrica – DNAEE e ESCELSA-EDP, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - CEPTEC/INPE, Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, CLIMATEMPO, instituições que distribuem informações e alertas através de e-mails e SMS.

Após a implantação das obras do cenário proposto do Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Castelo, o sistema de macrodrenagem terá suporte para receber águas de chuvas de recorrência de até 25 anos. Desta forma, as áreas de risco muito alto e alto serão protegidas em sua totalidade, enquanto a área de risco média será protegida parcialmente. Por outro lado, não se exclui as possibilidades de chuvas com recorrência maior que 25 anos, oferecendo risco para a população que hoje estão em áreas de risco muito alto, alto, além da possibilidade de atingir os domicílios que estão nas áreas de risco médio e baixo.

#### 7.3.6.1.4 Instalação e gestão de um banco de dados georreferenciados

É fundamental a implementação de um sistema de geoinformações destinado especificamente às atividades da gestão de risco e também como instrumento de planejamento urbano. Preferencialmente, esse sistema deve ser construído no próprio Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo - GEOBASES - que já possui essa função e pode ser utilizado, uma vez que abriga organizações das três esferas de governo. Todas as informações relativas a riscos geológicos e hidrológicos devem ser registradas e armazenadas no banco de dados à medida que forem sendo geradas. Dessa maneira, toda informação coletada em campo nas atividades de monitoramento e nas vistorias da Defesa Civil para atendimento de ocorrências ligadas a riscos geológico-geotécnicos devem ser centralizadas em um único banco de dados multifuncional.

O banco de dados georreferenciado deve ter um conteúdo que forneça as informações necessárias para que a qualquer momento possa informar o estado

atual dos riscos do município (diagnóstico e medidas de gestão aplicadas ou a aplicar).

Além disso, o banco de dados deve fornecer informações que permitam estabelecer: histórico das ocorrências efetivas do município; histórico da pluviometria local; melhor compreensão do comportamento dos desastres; correlação entre chuvas e ocorrências efetivas de desastres, etc.

O banco deve, também, permitir o acesso restrito aos dados possibilitando realizar alterações, inserções, remoções e consulta, por consultentes predefinidos.

As atividades relacionadas à operação do banco de dados também devem ser submetidas a normas e procedimentos técnico-administrativos prévios.

#### 7.3.6.2 Atendimento a emergências

Essa categoria de serviços essenciais prestados pelo órgão municipal de Proteção e Defesa Civil e que devem estar disponíveis no dia a dia, corresponde a um processo que envolve, geralmente, atendimento telefônico de solicitação de vistoria para identificar e avaliar riscos e, eventualmente, para prestar atendimento durante ou imediatamente após a consumação do desastre.

Para um funcionamento efetivo dos serviços de atendimento a emergências, a Administração deve manter um plantão de 24 horas articulado com todos os órgãos e secretarias que participem das atividades de atendimento a emergências.

Se nos períodos de normalidade os atendimentos a emergências são em quantidade relativamente reduzida, nos períodos críticos de seca (incêndios), de vendavais (destelhamentos e queda de árvores) e, especialmente, nas chuvas (deslizamentos, inundações e alagamentos), esse número cresce significativamente, não raro com várias ocorrências simultâneas, exigindo um esforço concentrado do sistema municipal de proteção e defesa civil.

Nesses períodos críticos, os atendimentos a emergências devem ser objeto de um Plano de Contingência, previamente elaborado pelo município, que permitirá maior organização e mais eficácia nas ações da Administração.

#### 7.3.6.2.1 Serviço de atendimento telefônico

O Sistema Municipal de Defesa Civil deve dispor do código especial 199, que é um serviço telefônico especial, não tarifado, destinado à comunicação de emergência com a Defesa Civil, de âmbito local, tendo como público-alvo a população do município. Caso o Estado ainda não tenha tal serviço disponível sugere-se a sua criação.

De preferência, o sistema de telefonia deve estar ligado à rede de informática para registrar e distribuir as informações. Recomenda-se que os servidores deste setor passem por capacitação específica para melhor atendimento, para a seleção criteriosa das informações necessárias que permitem um atendimento mais rápido e objetivo.

Todas as informações geradas pelo atendimento telefônico devem ser sistematizadas e armazenadas no banco de dados. Este mesmo sistema telefônico deverá ser utilizado como instrumento da rede de comunicação para divulgação de boletim, alertas e campanhas públicas.

#### 7.3.6.2.2 Realização de vistorias

Após o atendimento telefônico os agentes e técnicos da Defesa civil realizam vistoria no local da emergência e executam uma série de procedimentos técnicos previamente elaborados e protocolizados. Durante a vistoria que deve ser minuciosamente relatada, com georreferenciamento e documentação fotográfica, e incorporação de depoimentos de moradores, serão tomadas diversas providências desde a constatação da inexistência de risco até uma eventual interdição do imóvel com remoção dos moradores.

É importante destacar que a Lei nº 12.608/2012 (Art. 22) determina os seguintes procedimentos: “realização de vistoria no local e elaboração de laudo técnico que demonstre os riscos da ocupação para integridade física dos ocupantes ou de terceiros (...) e notificação da remoção aos ocupantes acompanhada de cópia do laudo técnico”.

A obrigatoriedade do laudo técnico para os casos de remoção reforça a necessidade da participação de profissional especializado (engenheiro, tecnólogo, geólogo, etc.), e credenciado junto ao respectivo Conselho Profissional.

Para realizar com efetividade essas tarefas, além de qualificação profissional, os agentes públicos devem contar com equipamentos mínimos como veículos, câmaras fotográficas, GPS e Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

Outra importante fonte de informações para manter atualizado o mapeamento e, simultaneamente, para fundamentar a tomada de medidas preventivas ou emergenciais, são as fichas das ocorrências atendidas pela Defesa Civil, que devem incluir documentação fotográfica dos locais vistoriados, identificando moradias e moradores, a composição familiar, e a área de risco a que pertence identificada por nome e número, citando as ruas limites da área, coordenadas geográficas obtidas por GPS, causas e indícios da situação de risco ou do acidente, volume de material mobilizado, tipologia das moradias envolvidas, recorrência do processo, etc.

#### 7.3.6.2.3 Sistema de alerta

O órgão municipal de Proteção e Defesa Civil deve manter atuante uma rede municipal de comunicação com todos os órgãos da Administração Pública (internos e externos ao município) das concessionárias dos serviços de água, luz, telefonia, transportes públicos, gás e rodovias. Essa rede de comunicação deve incluir representantes da sociedade civil organizada, principalmente das comunidades expostas a riscos de desastres.

O sistema municipal de proteção e defesa civil deve elaborar um cadastro de todas as lideranças comunitárias do município, de membros de NUDEC, de voluntários isolados, de Agentes Comunitários de Saúde, principalmente das áreas de risco alto e muito alto (R3 e R4). Nesse cadastro devem constar todos os dados que permitam constatar de imediato todas as pessoas relacionadas para comunicação de alerta de previsões meteorológicas adversas, de possibilidade de atingimento do índice crítico de pluviosidade, da iminência de desastres, etc.

Essa rede de comunicação dará sustentação a um sistema de alerta que deverá se utilizar de todos os meios disponíveis: telefonia fixa e móvel, rádio, SMS, internet (e-mail e homepage da Prefeitura).

Nas comunidades das áreas de risco devem ser previamente preparados esquemas de organização e mobilização da população para atender o sinal de alerta.

#### 7.3.6.2.4 Estoque estratégico mínimo

Durante o ano todo, para atender a população afetada por desastres naturais, o município deve dispor de um estoque estratégico mínimo para assistência humanitária de produtos de primeira necessidade, conforme lista de itens a seguir:

- Kit Limpeza - saco plástico de lixo, vassoura, rodo, pá de lixo, sabão em barra, pano de limpeza, balde, luva de borracha, sabão em pó, esponja de limpeza multiuso, esponja de aço;
- Kit Higiene Pessoal - sabonete, pasta dental, toalha de banho, papel higiênico, absorvente higiênico;
- Kit Dormitório: colchão de solteiro, cobertor de solteiro, lençol de solteiro, fronha, travesseiro;

- Kit Alimentos: arroz, feijão, óleo vegetal, macarrão, açúcar, leite em pó, farinha de mandioca, doce em massa;
- Água Mineral: galão de 5 litros.

Baseado no histórico de acidentes no município deve ser estipulado um estoque mínimo de cada produto necessário. O estoque deverá ser continuamente reposto, de forma que o número mínimo seja constantemente mantido, considerando a população presente na área de risco muito alto e risco alto do município de Castelo, 2712 pessoas.

Esse estoque deve ser rigorosamente controlado com registro de todo item fornecido, com identificação nominal, dados pessoais e documentos dos moradores beneficiados.

Em situações críticas e emergenciais a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC pode complementar o estoque mínimo do município.

#### 7.3.6.2.5 Sistema de abrigamento temporário

O município deve manter constantemente disponível um sistema de abrigamento temporário, devidamente preparado, que garanta um acolhimento humanizado aos moradores desabrigados ou removidos das áreas de risco.

As experiências recomendam preparar abrigos momentâneos (refúgios), que consistem em espaços públicos ou privados utilizados para receber famílias por uma noite ou poucos dias, quando ocorre o agravamento de alguma situação de risco ou um acidente. Enquanto a família fica abrigada provisoriamente em um local seguro, é realizada vistoria para avaliação da situação de risco (possibilidade de novos acidentes na área, situação de precariedade da moradia, previsão ou ocorrência de precipitações intensas, etc.). Esta avaliação deve indicar se é possível recuperar imediatamente a segurança do local ou minimizar a possibilidade de acidente com uma intervenção emergencial, após a qual os moradores poderão retornar à moradia.

O município deve organizar uma rede de refúgios próximos às áreas de risco alto e muito alto, de forma que para toda área de risco haja no mínimo um refúgio. Essa rede deve ser amplamente divulgada de forma que todas as comunidades das áreas de risco conheçam o endereço do refúgio mais próximo e seu representante encarregado por ele.

Se após a vistoria for constatada a impossibilidade de retorno imediato à moradia, a Administração deve indicar a remoção temporária ou definitiva dos moradores. Nos casos de abrigamento temporário alguns municípios constroem instalações especificamente projetadas para tal finalidade, adotando os atuais critérios de assistência humanitária, e mantém nos locais atividades com profissionais especializados (das áreas de saúde, serviço social, esporte e lazer, cultura, segurança, etc.). Em muitos casos os municípios improvisam abrigos em equipamentos públicos como ginásios esportivos e escolas, que além de não serem adequados, prejudicam as atividades precípuas desses equipamentos.

Na tabela **Tabela 7-7** é possível identificar as instituições utilizadas pela Prefeitura de Castelo como abrigos temporários. Atualmente, existem dois locais disponíveis para abrigamentos.

Um sério problema que deve ser evitado é prolongar o abrigamento, que deve ser, de fato, temporário. Nos casos das interdições ou acidentes que motivaram a remoção definitiva das famílias, a Administração deve, o mais breve possível, solucionar seu problema habitacional, seja através de programas que subsidiem o pagamento de aluguel de outra moradia para essas famílias (bolsa-aluguel, bolsa-moradia, etc.) ou a sua imediata inclusão nos programas habitacionais de reassentamento ou de construção de moradias para a população de baixa renda administrados pela Prefeitura.

**Tabela 7-7:** Lista de abrigos disponíveis no município de Castelo.

INSTITUIÇÃO	ENDEREÇO
<b>EMEIEF – Madalena Pisa</b>	Praça Mário Lima, nº 43, Vila Isabel.
<b>Escola Estadual de Ensino Fundamental Nestor Gomes</b>	Avenida Nossa Senhora da Penha, nº 73, Centro
<b>Centro Unificado Constantino José Vieira</b>	Avenida Nossa Senhora da Penha, s/nº, Centro

A **Tabela 7-8** apresenta a população mínima a ser abrigada nas comunidades do município de Castelo.

**Tabela 7-8:** População mínima a ser abrigada nas comunidades de Castelo com setores de risco alto e muito alto.

Comunidade	População mínima a ser abrigada
<b>Castelo Sede</b>	2636
<b>Aracuí</b>	76

### 7.3.6.3 Ações comunitárias de proteção e defesa civil

É sabido que um dos aspectos críticos na gestão de risco é a vulnerabilidade das comunidades instaladas nas áreas de riscos. Vulnerabilidade, aqui entendida como um conjunto de características e condições que tornam as comunidades mais frágeis aos efeitos de um evento danoso. A vulnerabilidade depende de vários fatores conjugados: físicos, sociais, econômicos, ambientais, políticos, etc. Como exemplo, uma condição que torna mais vulnerável uma comunidade é sua falta de informação e de consciência dos riscos a que está exposta.

As experiências internacionais e nacionais demonstram que o sucesso das políticas de gestão de riscos de desastres está associado ao grau e à qualidade da participação das comunidades expostas.

Especialistas acenam com a gestão de proximidade como estratégia de aproximação com a comunidade através de um processo contínuo de envolvimento dos moradores e da sua participação nas atividades de proteção e defesa civil em todas suas fases. O processo de monitoramento permanente das áreas de risco, através da presença dos agentes e técnicos da Defesa Civil durante o ano todo, quando as equipes estabeleçam relações de confiança com os moradores, desenvolve a proximidade entre comunidade e gestão pública.

Essa proximidade possibilita que a Administração comprehenda a “leitura” e o grau de percepção que a comunidade tem dos riscos e desastres que as ameaça e assim possa melhor intervir. Ao mesmo tempo, isso permite que a comunidade se aproprie de conhecimentos técnicos e métodos de administrá-los.

Outra diretriz importante para a participação comunitária é a implementação da gestão compartilhada com a comunidade que configura um grau de evolução na relação entre a Administração Pública e as comunidades, configurando uma relação de parceria que pressupõe que a comunidade se apropriou dos conceitos e significados básicos de riscos e desastres e de como enfrentá-los e, principalmente, se dispõe a se organizar para administrá-los junto com o Poder Público.

A forma de organização que, por excelência, materializa a convergência de gestão participativa e gestão compartilhada é o NUDEC (Núcleo de Defesa Civil) que será abordado adiante.

Seguem algumas das ações comunitárias que a Defesa Civil municipal deve priorizar.

#### 7.3.6.3.1 Atividades socioeducativas

O município deve adotar a prática permanente de ações socioeducativas nas comunidades, buscando desenvolver seu nível de percepção de risco, formar uma

consciência crítica e abrir a perspectiva da participação comunitária na gestão de riscos.

Uma primeira ação foi executada durante a elaboração do PMRR e PDAP onde o objetivo foi o de capacitar os profissionais da Prefeitura envolvidos no gerenciamento de áreas de risco e representantes da sociedade, nas temáticas de mapeamento e gestão de riscos geológico e hidrológico tomando-se como subsídio o curso de gerenciamento de áreas de risco e o livro *Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios*, ambos do Ministério das Cidades.

Durante o curso estiveram presentes os representantes das Secretarias Municipais de Meio Ambiente, Assistência Social, Saúde, Planejamento, Serviços Urbanos, Obras, além de membros da Defesa civil e entidades de moradores.



**Figura 7-8:** Participantes da oficina de capacitação.



**Figura 7-9:** Participantes da oficina de capacitação.

A capacitação ocorreu através de aulas expositivas, debates entre os participantes com a utilização de recursos visuais, nos quais foram expostos mapas, fotos, fichas de campo e quadros auxiliares para orientação sobre o diagnóstico de situações de riscos executados no município, além de visitas a campo.

O conceito e as classificações do risco geológico e hidrológico foram repassados aos participantes, sendo apresentados todos os setores cartografados no território municipal envolvendo riscos geológicos e hidrológicos, bem como problemas similares em diferentes regiões do Brasil, os impactos dos mesmos e a

importância da adoção de estratégicas metodológicas de gerenciamento e mapeamento dos mesmos para a diminuição das perdas humanas e econômicas relacionadas aos bens públicos ou privados (**Figura 7-10**).



**Figura 7-10:** Representante do consórcio Zemlya-Avantec durante apresentação.

No que diz respeito às comunidades expostas aos riscos, as atividades socioeducativas promovidas pela gestão pública podem ser realizadas de diversas formas: palestras nas comunidades, oficinas, exibição de filmes, distribuição de cartilhas e folders, cursos e exercícios simulados, etc, dirigidos ao conhecimento dos processos perigosos, à identificação de sinais de instabilidade geotécnica, dos procedimentos preventivos e das ações de autoproteção a serem tomadas diante de situações de perigo.

As atividades socioeducativas previstas para as comunidades expostas aos riscos promovidas pela gestão pública podem ser realizadas de diversas formas: palestras nas comunidades, oficinas, exibição de filmes, distribuição de cartilhas e folders, cursos e exercícios simulados, etc, dirigidos ao conhecimento dos processos perigosos, à identificação de sinais de instabilidade geotécnica, dos procedimentos preventivos e das ações de autoproteção a serem tomadas diante de situações de perigo.

As atividades ligadas às comunidades de áreas de riscos devem contar com a participação dos servidores que rotineiramente exercem suas atividades como,

por exemplo, os agentes comunitários de saúde. Novamente, sugere-se criação dos NUDECs, atores e parceiros fundamentais no gerenciamento das áreas de risco.

#### 7.3.6.3.2 Formação de NUDECs

Núcleo de Defesa Civil (NUDEC) é um grupo organizado de moradores de áreas de risco que, após capacitação e treinamento pela Prefeitura (em geral pela Defesa Civil), exercem, em regime de voluntariado, atividades de proteção e defesa civil relacionadas à prevenção e minimização dos riscos de desastres na sua comunidade. São, também, capacitados para orientar e prestar socorro em situações de emergências. O êxito dessa associação é baseado na forte integração dos voluntários à comunidade onde vivem, no conhecimento que tem do espaço físico e de seu relacionamento com o conjunto dos moradores.

Os NUDECs, expressão de mobilização e organização da comunidade, podem significar importante instrumento de divulgação de informações, de ampliação da consciência e de modificação de comportamentos em relação à redução de riscos de desastres.

A Prefeitura deve elaborar e aplicar um plano de formação de NUDECs que deveria basear-se num programa mínimo que poderia ser:

- Seleção de áreas de riscos/comunidades pra implantar NUDEC;
- Contato e articulação com as lideranças comunitárias das áreas selecionadas;
- Palestra (oficina) com os moradores para criar o grupo;
- Processo de capacitação dos voluntários:
  1. Módulo Teórico
  2. Módulo Prático
  3. Preparação para participação no Plano de Contingência

- Elaboração da programação de atividades com seu respectivo calendário.

Os membros de NUDEC devem sentir-se efetivamente envolvidos, parceiros, e assim compartilhar a gestão do espaço urbano. Neste sentido, é preciso inicialmente “conhecer o problema”, que significa abordar a questão dos riscos geológicos de forma integrada e interdisciplinar e os possíveis cenários de risco previstos para cada uma das áreas que serão alvo da implementação dos NUDECs. Devem ser divulgadas as políticas públicas destinadas e/ou implementadas para gerenciamento das áreas de risco, destacando as parcerias, quando houver.

Além disso, os NUDECs devem acompanhar as ações da Defesa Civil e junto com ela realizar treinamentos para os moradores, chamando a atenção para os sinais de perigo e indícios de possíveis acidentes, e ajudando a organizar os moradores para que toda informação importante chegue à Defesa Civil em tempo hábil para a realização de uma ação preventiva.

A consolidação do NUDEC se faz por meio da gestão compartilhada, onde os membros se reconhecem como sujeitos do processo e participam das ações integradas junto ao poder público.

Os NUDECs participam no diagnóstico, açãoam a prefeitura, orientam moradores e multiplicam as informações que a Defesa transmitir, ou seja, compartilham decisões e soluções.

Baseado no diagnóstico dos riscos produzidos para o PMRR recomenda-se que sejam criados pelo menos 3 Núcleos de Defesa Civil no município sendo um na região de Aracuí, um englobando os bairros Industrial e Esplanada e um terceiro no núcleo urbano da Sede distribuídos abrangendo as áreas de risco de escorregamentos que apresentarem setores de risco alto (R3), bem como as áreas sujeitas as inundações, de forma que se consiga estabelecer uma rede interligada que cubra todo o município. O principal critério para priorizar a escolha da área é, portanto, o grau de risco dos setores e eventualmente, devido à proximidade geográfica, mais de uma área pode ser servida pelo mesmo NUDEC.

Quando por qualquer motivo não for possível criar um NUDEC numa área, deve-se recrutar um representante das comunidades que será capacitado individualmente, de forma que se garanta que toda área de risco alto ou muito alto disponha de voluntário capacitado que será o contato formal com a Defesa Civil. A sugestão acima deve ser entendida como uma proposta de uma rede mínima que deverá ser estendida com a multiplicação dos NUDECs.

Vale destacar que após o processo de criação do NUDEC é fundamental que se realize de imediato uma programação de atividades, sob pena de o grupo se esvaziar.

Como foi observado anteriormente, todos os membros dos NUDECs devem estar cadastrados na rede de comunicação da Defesa Civil, de modo que possam ser contatados a qualquer hora do dia e da noite.

Sugere-se que o município atente para as experiências do projeto NUDEC Jovem, inicialmente desenvolvido na região metropolitana do Recife, tem como princípio sensibilizar os jovens, professores e outros integrantes da escola, para o que representa os riscos e desastres na comunidade. Essa experiência tem obtido êxito e vem sendo difundida.

#### 7.3.6.3.3 Participação comunitária na gestão das intervenções estruturais

Em relação às medidas estruturais indicadas pelo Programa Municipal de Redução de Risco e incorporadas pela Administração Municipal, a participação e integração das comunidades beneficiadas pelas obras devem ser estimuladas desde a sua aprovação. Dessa maneira, sugere-se que sejam realizadas nessas comunidades, palestras ou oficinas para apresentar o projeto aprovado, esclarecendo sua finalidade, importância, custos e investimentos, população beneficiada, cronograma e apresentar propostas de participação da comunidade no acompanhamento das obras e posteriormente na sua manutenção.

Após a execução da obra, novamente deve-se convocar as comunidades, para através de oficina ou palestra:

- capacitar à população beneficiária para o uso e apropriação adequados das obras realizadas;
- estimular e organizar os moradores para a consolidação das melhorias introduzidas pela intervenção realizada.
- informar a comunidade sobre outras medidas complementares necessárias para manter estável a situação de risco. A Administração deve, posteriormente, realizar oficinas e visitas de caráter social visando essas e outras demandas.

A Prefeitura deve envolver os agentes executores das obras em todas essas atividades.

Esta prática estimula o controle social sobre os investimentos públicos e sobre a gestão das obras implantadas na comunidade.

#### *7.3.6.4 Proposta de Estruturação da Defesa Civil*

**Tabela 7-9:** Proposta de estruturação da Defesa Civil e das principais atribuições.

APOIO TÉCNICO E GESTÃO DE INFORMAÇÕES	ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS	AÇÕES COMUNITÁRIAS DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL
Embasar tecnicamente as medidas de gestão de riscos. Elaborar normas e procedimentos.	Operação do sistema de atendimento telefônico (199).	Atividades socioeducativas (palestras, oficinas, cursos).
Coordenar o monitoramento permanente de riscos.	Realização de vistorias.	Formação contínua de NUDECs.
Elaboração e operação de banco de dados georreferenciado.	Organização e operação do sistema de alerta.	Instalação de rede de NUDECs.
Realização de estudos	Manutenção e gestão de	Estimular a participação

APOIO TÉCNICO E GESTÃO DE INFORMAÇÕES	ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS	AÇÕES COMUNITÁRIAS DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL
técnicos, elaboração de estoque planos, programas e cursos.	estratégico mínimo.	comunitária praticando gestão de proximidade e gestão compartilhada.
Estabelecer parcerias técnico-científicas.	Manutenção de um sistema de abrigamento temporário.	Realizar simulados com as comunidades expostas a riscos.

## 7.4 PLANOS DE DRENAGEM URBANA

Nos planos de drenagem urbana devem-se observar as diretrizes e propostas realizadas no âmbito do Plano Diretor de Águas Pluviais / Fluviais - PDAP do município de Castelo em suas medidas estruturais e não estruturais. Além disso, algumas soluções tecnológicas e rotinas de trabalho deverão ser adotadas pela Prefeitura Municipal de Castelo no que tange a adequação do sistema de drenagem urbana.

### 7.4.1 Aumento de infiltração e retenção de águas pluviais nos logradouros públicos

Considerando-se que Castelo, após a implementação deste PDAP, venha a apresentar um crescimento sustentável em termos de drenagem urbana, faz-se necessária a implementação de várias ações que venham a modificar o modo de crescimento da cidade e a implantação de novos empreendimentos imobiliários. Desta forma, recomenda-se neste item que o poder público passe a tomar providências tendo como objetivos a restrição à impermeabilização nas sub bacias urbanas e a retenção de águas pluviais nos logradouros públicos e áreas privadas. Várias são as fontes onde são descritas práticas que possuem estes

objetivos (SILVA, 2004; Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 2005; Department of Energy and Water Supply, 2013).

A **Tabela 7-10** apresenta características, variantes, funções e efeitos de alguns elementos recomendáveis para um sistema de drenagem urbano sustentável, enquanto as **Figura 7-11** a **Figura 7-17** apresentam o aspecto de alguns desses elementos.

**Tabela 7-10:** Características, variantes, funções e efeitos de alguns elementos recomendáveis para um sistema de drenagem urbano sustentável (adaptado de Governo do Estado do Paraná/SUDERHSA, 2002).

Obra	Características principais	Variantes	Função	Efeito
Pavimento Poroso ( <b>Figura 7-11 e Figura 7-12</b> )	Pavimento com camada de base porosa como reservatório	Revestimento superficial pode ser permeável ou impermeável, com injeção pontual na camada de base porosa. Esgotamento por infiltração no solo ou para um exutório	Armazenamento temporário da chuva no local do próprio pavimento. Áreas externas ao pavimento podem também contribuir.	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado pelo pavimento e por eventuais áreas externas
Trincheira de infiltração ( <b>Figura 7-13</b> )	Reservatório linear escavado no solo preenchido com material poroso.	Trincheira de infiltração no solo ou de retenção, com esgotamento por um exutório impermeável	Infiltração no solo ou retenção, de forma concentrada e linear, da água da chuva caída em superfície limítrofe.	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado em área adjacente.
Vala de infiltração ( <b>Figura 7-13</b> )	Depressões lineares em terreno permeável	Vala de infiltração efetiva no solo ou vala de retenção sobre solo pouco permeável	Infiltração no solo, ou retenção, no leito da vala, da chuva caída em áreas marginais	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado em área vizinha
Poço de Infiltração	Reservatório vertical e pontual escavado no solo	Poço preenchido com material poroso ou sem preenchimento, revestido.	Infiltração pontual, na camada não saturada e/ou saturada do solo, da chuva caída em área limítrofe	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado na área contribuinte ao poço
Microrreservatório	Reservatório de pequenas dimensões tipo 'caixa d'água' residencial	Vazio ou preenchido com material poroso. Com fundo em solo ou vedado, tipo cisterna	Armazenamento temporário do esgotamento pluvial de áreas impermeabilizadas próximas	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial de áreas impermeabilizadas
Telhado sustentável	Telhado com função de reservatório ou cuja água de drenagem é captada	Vazio ou preenchido com material poroso ou interligado a sistema de armazenamento	Armazenamento temporário da chuva no telhado da edificação ou em reservatório apropriado	Retardo do escoamento pluvial da própria edificação. Aproveitamento da água de chuva para usos menos nobres
Bacia de Detenção ( <b>Figura 7-15</b> )	Reservatório vazio (seco)	Reservatório sobre leito natural ou escavado. Com leito em solo permeável ou impermeável, ou com leito revestido	Armazenamento temporário e/ou infiltração no solo do escoamento superficial da área contribuinte	Retardo e/ou redução do escoamento da área contribuinte
Bacia de Retenção ( <b>Figura 7-16</b> )	Reservatório com água permanente	Reservatório com leito permeável (freático aflorante)	Armazenamento temporário e/ou infiltração no solo do	Retardo e/ou redução do escoamento da área contribuinte

Obra	Características principais	Variantes	Função	Efeito
Bacia subterrânea	Reservatório coberto, abaixo do nível do solo	ou com leito impermeável Reservatório vazio, tampado e estanque. Reservatório preenchido com material poroso	escoamento superficial da área contribuinte Armazenamento temporário do escoamento superficial da área contribuinte	Retardo e/ou redução do escoamento da área contribuinte
Condutos de armazenamento	Condutos e dispositivos com função de armazenamento	Condutos e reservatórios alargados. Condutos e reservatórios adicionais em paralelo	Armazenamento temporário do escoamento no próprio sistema pluvial	Amortecimento do escoamento afluente à macrodrenagem
Faixas gramadas (Figura 7-17)	Faixas de terreno marginais a corpos d'água	Faixas gramadas ou arborizadas	Áreas de escape para enchentes	Amortecimento de cheias e infiltração de contribuições laterais



**Figura 7-11:** Pavimento poroso.



**Figura 7-12:** Pavimento poroso.



**Figura 7-13:** Trincheira de infiltração.



**Figura 7-14:** Calçadas vegetadas.



**Figura 7-15:** Bacia de detenção.



**Figura 7-16:** Bacia de retenção.



**Figura 7-17:** Faixas gramadas.

#### 7.4.2 Manutenção do Sistema de Drenagem

Segundo São Paulo (2012) a manutenção do sistema de drenagem pode ser definida como o conjunto de atividades destinadas a garantir as condições operacionais pré-estabelecidas para o sistema, de forma a reduzir o risco de falhas, devido ao mau funcionamento dos seus componentes.

As estruturas de drenagem devem estar aptas a receber, conduzir e armazenar as águas pluviais a qualquer momento, reduzindo o risco de inundações. Por isso, as manutenções devem ser periódicas e executadas tanto em período secos como chuvosos, mesmo que com uma frequência diferenciada (SÃO PAULO, 2012).

Dentre os problemas observados nos sistemas de drenagem instalados, os mais comuns são: assoreamento, acúmulo de resíduos sólidos e crescimento de vegetação.

Dessa forma, é fundamental que sejam realizadas inspeções periódicas no sistema de drenagem, de modo a orientar a execução das manutenções, que devem ser realizadas, de modo que o sistema projetado mantenha as condições e dimensões hidráulicas de projeto.

Além disso, propõe-se que as manutenções sejam mantidas em registro pela Secretaria Municipal responsável, para que haja o controle das limpezas e dragagens realizadas.

## 8 PROPOSTA DE MINUTA DE LEI

Em especial na região sudeste, em regiões afastadas do mar, as pequenas vilas e aglomerados localizados ao longo dos rios, fornecedor de água potável para o ser humano, cresceram e deram origem à grande maioria de nossas cidades.

Assim, a formação das cidades brasileiras, em um percentual significativo, ocorre com a ocupação do solo sem planejamento inicial e acelera o processo de crescimento na segunda metade do século XX sem controle pelos agentes públicos, inertes para planejar o crescimento das cidades.

Sem planejamento e controle as ocupações avançam nas margens de córregos, rios e canais, restringindo a capacidade de vazão e, consequentemente, potencializando as inundações e enchentes.

De forma similar as ocupações também avançam sobre áreas com declividade excessiva e a impermeabilização do solo provocada pelo processo de urbanização, sem drenagem adequada, associado às escavações e exposição do solo ao intemperismo transformam áreas inicialmente de baixo risco em risco elevado.

Sem controle as áreas de risco aumentam e se transformam em um ônus para toda a sociedade. Famílias passam a conviver com o risco de forma mais frequente.

As chuvas intensas provocam perdas econômicas que atingem toda à sociedade e não só aquela atingida pelos seus efeitos. Na recuperação e reconstrução, além das perdas individuais, o poder público, seja municipal, estadual e federal, disponibilizam recursos dos impostos para restaurar os danos provocados pelas chuvas.

Desta forma é imperioso que o poder público municipal, que tem a competência para legislar sobre o uso e ocupação solo urbano, e toda a sociedade hajam de forma harmônica, implantando e respeitando o ordenamento jurídico que trata do uso e ocupação do solo de forma sustentável, como forma de evoluir e tornar nossas cidades mais resilientes a efeitos climáticos, contribuindo para diminuir os riscos de perdas de vidas e as perdas econômicas.

## PROJETO DE LEI COMPLEMENTAR Nº **XXXXX**

A presente lei institui diretrizes e estabelece parâmetros técnicos para uso e ocupação do solo em áreas aclivosas ou de inundação.

### CAPÍTULO I

#### DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

**Art. 1º** Esta Lei Complementar institui o Programa Municipal de Redução de Risco do Município de Castelo, em consonância com o que dispõe a Lei Federal Nº 12.608, de 10 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC e a Lei Orgânica Municipal de Castelo de 04 de abril de 1990, como instrumento de desenvolvimento local sustentável, determinante para todos os agentes públicos e privados e toda a população do município.

**Art. 2º** Para os efeitos desta lei complementar considera-se:

- I. Risco: probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos;
- II. Avaliação de riscos: uma metodologia para determinar a natureza e extensão do risco através da análise de perigos potenciais e avaliar as condições existentes de vulnerabilidade que, juntos, poderiam prejudicar as pessoas expostas, bens, serviços, meios de vida e do ambiente do qual dependem;
- III. Áreas e setores de risco geológico: porções do território sujeitos a sediar evento geológico (Movimentos gravitacionais de massa, erosões, queda e rolamento de blocos) e hidrológico

(inundações, alagamentos e enxurradas) natural ou induzido ou serem por eles atingidos.

- IV. R1- Áreas com risco baixo: os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. Áreas com alagamentos ou enxurradas provocados por chuvas com período de retorno entre 30 e 100 anos;
- V. R2- áreas com risco médio: os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. Áreas com alagamentos ou enxurradas provocados por chuvas com período de retorno entre 10 e 30 anos;
- VI. R3 – áreas com risco alto: os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo. Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano. Áreas com alagamentos ou enxurradas provocados por chuvas com período de retorno entre 5 e 10 anos;
- VII. R4 – áreas com risco muito alto: os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade

para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. As evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de deslizamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano. Áreas com alagamentos ou enxurradas provocados por chuvas com período de retorno até 5 anos;

**Parágrafo único.** Os anexos contêm as plantas da área urbana da cidade com a identificação dos setores de risco geológico e os setores de risco de inundaçāo.

**Art. 3º** O Programa Municipal de Redução de Risco é um dos instrumentos básicos da política de desenvolvimento sustentável do Município, contendo estudos, diretrizes e proposições de medidas que possam ser adotadas visando à redução dos riscos de desastre.

**Parágrafo único.** As medidas previstas no Programa Municipal de Risco poderão ser adotadas com a colaboração de entidades públicas ou privadas e da sociedade em geral.

**Art. 4º** Esta lei complementar deve orientar e ter precedência sobre legislações que tratem do uso e ocupação do solo no que se refere ao risco, devendo as construções a ser edificadas no município, após sua publicação, obedecer às diretrizes e parâmetros técnicos estabelecidos nesta lei complementar.

**Parágrafo único.** Quando o imóvel já estiver edificado em área de risco caberá à Prefeitura, com a participação da Defesa Civil Municipal, avaliar a situação para um determinado momento, considerando que as condições de segurança podem se modificar com o tempo, e adotar as medidas necessárias, que vão desde a prevenção, com o monitoramento sistemático da área e implantação de um sistema de alerta-alarme, passando pela comunicação do risco por meio de palestras, reuniões, elaboração de cartilhas etc, ou até a remoção, provisória ou definitiva, de seus ocupantes.

**Art. 5º** Princípios e objetivos do Programa Municipal de Redução de Risco desta lei complementar:

- I. Harmonizar o crescimento das cidades e a ocupação do solo urbano ou rural de forma equilibrada e sustentável, respeitando os fenômenos naturais, principalmente os provocados por chuvas intensas que aceleram processos de deslizamento de massa, erosões, rolamento de blocos rochosos e inundações;
- II. Mapear as áreas de risco e disponibilizar o acesso à informação para a sociedade;
- III. Aumentar a prevenção contra fenômenos naturais e reduzir riscos de morte;
- IV. Proporcionar conhecimento à Defesa Civil para atuar de forma mais eficaz junto à população em áreas de risco;
- V. Permitir responsabilizar o cidadão quando este efetuar intervenções no solo em desacordo com esta lei complementar;
- VI. Estimular a implementação de ações estruturais e de gestão que visem à redução de perdas econômicas provocadas por fenômenos naturais e induzidos;
- VII. Ordenar a ocupação urbana sem aumentar, de forma significativa, a suscetibilidade para o desenvolvimento de processos erosivos, de movimento de massas e de aumento das

contribuições das águas pluviais para os sistemas de drenagem e rios.

## CAPÍTULO II

### DO RISCO DE PROCESSOS EROSIVOS E DE MOVIMENTO DE MASSA

**Art. 6º** As construções, reformas ou ampliações, seja nas áreas urbanas ou rurais, devem obedecer às seguintes taxas de ocupação “TO” e taxa de permeabilidade do solo “TP”:

- I. Em lotes/terrenos cuja declividade não ultrapasse a 17,63% (10°) as taxas de ocupação e de permeabilidade devem ser as estabelecidas no Plano Diretor Municipal;

OU (na ausência de Plano Diretor Municipal)

Em lotes/terrenos cuja declividade não ultrapasse a 17,63% (10°) a taxa de ocupação deve ser limitada a 70% da área do lote/terreno e a taxa de permeabilidade mínima deve ser de 20% da área do lote/terreno;

- II. Em lotes/terrenos cuja declividade ultrapasse a 17,63% (10°) e seja inferior a 26,79% (15°), a taxa de ocupação deve ser limitada a 50% da área do lote/terreno e a taxa de permeabilidade mínima deve ser de 30% da área do lote/terreno;

- III. Em lotes/terrenos cuja declividade ultrapasse a 26,79% (15°) e seja inferior a 36,40% (20°), a taxa de ocupação deve ser limitada 40% da área do lote/terreno e a taxa de permeabilidade mínima deve ser de 40% do lote/terreno;

- IV. Em lotes/terrenos cuja declividade ultrapasse a 36,40% (20°) e seja inferior a 46,63% (25°), a taxa de ocupação deve ser limitada a 30% da área do lote/terreno e a taxa de

permeabilidade mínima deve ser de 50% da área do lote/terreno, com ocupação da área condicionada à execução de estudos geológicos-geotécnicos;

- V. Em lotes/terrenos cuja declividade ultrapasse a 46,63% (25°) e seja inferior a 57,74% (30°), a taxa de ocupação deve ser limitada a 15% da área do lote/terreno e a taxa de permeabilidade mínima deve ser de 60% da área do lote/terreno, com ocupação da área condicionada à execução de estudos geológicos-geotécnicos;
- VI. Lotes/terrenos cuja declividade ultrapasse a 57,74% (30°) são não edificantes.

**§ 1.º** A declividade do terreno em percentual poderá ser estabelecida a partir de plantas planialtimétricas que apresentem curvas de nível de metro em metro, com a implantação da construção pretendida ou poderá ser medida por um topógrafo ou engenheiro contratado pelo interessado, devendo sempre ser registrada a responsabilidade dos profissionais.

**§ 2.º** A declividade também poderá ser estabelecida por técnicos da municipalidade.

**§ 3.º** Para atender o inciso IV e V o empreendedor deverá apresentar estudo geológico-geotécnico com soluções de estabilidade como condicionante para obter aprovação e licença de construção.

**§ 4.º** Sempre que for julgado necessário, face às características geológicas do terreno, o Poder Público poderá solicitar do empreendedor estudo geológico-geotécnico com soluções de estabilidade como condicionante para obter aprovação e licença de construção.

**Art. 7.º** Os cortes e aterros necessários à implantação de qualquer construção e acessos devem obedecer aos seguintes critérios:

- I. Toda ocupação que implique na necessidade de adequação do terreno para implantação do imóvel e acessos, com previsão de cortes ou aterros

com altura superior a 3,00 metros, fica condicionado à apresentação de projeto de estabilidade de taludes da edificação projetada, com anotação de responsabilidade técnica (ART) do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia;

II. Após a aprovação do projeto de estabilidade de taludes, qualquer corte ou aterro só deve ser iniciado e executado se as obras e serviços de contenção ou estabilização já estiverem com execução prevista, e devem ser iniciadas no prazo máximo de 30 dias após a execução dos cortes ou aterros;

III. Para as previsões de cortes com altura inferior a 3,00 metros, caso não seja feito contenção, os mesmos devem ter um ângulo de inclinação do talude de 2:1 (dois na vertical e um na horizontal), ou seja, para a altura máxima de 3,00 m a base do talude deve ter 1,50 m;

IV. Todos os cortes e aterros devem ser executados com medidas de proteção que incluem solução adequada para a drenagem e proteção superficial com revegetação dos taludes de corte e aterro.

### CAPÍTULO III

#### DAS ÁREAS SUJEITAS A INUNDAÇÃO

**Art. 8º** As construções, reformas ou ampliações nas áreas urbanas limítrofes com rios, córregos e canais devem obedecer aos critérios e princípios estabelecidos nesta lei, que visa reduzir as consequências de inundações, alagamentos e enxurradas, de maneira a propiciar uma convivência mais segura em períodos de chuvas intensas, que são fenômenos naturais e recorrentes.

**Art. 9º** Nas áreas urbanas identificadas no ANEXO II com manchas de inundaçāo de 5 anos, são consideradas áreas de risco muito alto e deverão obedecer às seguintes condicionantes:

- I. Não serão permitidas novas edificações;
- II. As edificações já consolidadas não poderão ser reformadas e ampliadas, devendo ser preferencialmente removidas;

III. Os imóveis remanescentes dentro da mancha de inundação de 5 anos devem ser cadastrados na Defesa Civil Municipal que, dispendo de informações sobre previsão de chuvas intensas, deverá emitir alerta para os moradores.

**Art. 10.** As áreas urbanas identificadas no ANEXO II com manchas de inundação provocadas por chuvas com probabilidade de acontecer a cada 25 anos, são consideradas áreas preferencialmente não edificantes, porém passíveis de convívio com as cheias desde que atendam às seguintes exigências:

- I. Qualquer nova edificação deverá ser autorizada e executada atendendo à cota mínima estabelecida no ANEXO II para que a edificação tenha seu piso acima da cota de inundação de 30 anos;
- II. Eventualmente, áreas externas e primeiro piso em pilotis poderão ficar abaixo da cota com conhecimento e solicitação do proprietário.

**Art. 11.** As emissões de alvará de construção ou licença de construção ficam condicionadas ao atendimento das exigências contidas nesta lei complementar.

**Art. 12.** As construções iniciadas sem atender aos requisitos desta lei complementar devem ser paralisadas pelo poder público até que sejam adequadas à esta legislação ou demolidas quando em área não edificante.

**Art. 13.** Esta lei complementar entra em vigor na data de sua publicação.

Gabinete do Prefeito Municipal de Castelo, Estado do Espírito Santo, DATA.

NOME DO PREFEITO

PREFEITO MUNICIPAL



## 9 CONCLUSÃO

Pode-se concluir pelo presente trabalho que, os problemas relacionados à gestão de riscos geológicos e hidrológicos no município de Castelo necessitam ser resolvidos com esforços do poder público e apoio da sociedade.

A execução das obras sugeridas no Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais e no Plano Municipal de Redução de Risco Geológico do Município de Castelo deverão ser seguidas pela implantação de uma série de planos de ação que garantirão a efetividade das obras e, principalmente, para a melhor gestão dos riscos relacionados à inundações, solapamento de margens, movimentação de massas e deslizamentos.

Conclui-se também, que é necessária uma reestruturação do poder público municipal para o enfrentamento dos desafios impostos pela complexidade do problema.

## 10 REFERÊNCIAS

ASSIS, F. N. de; ARRUDA, H. V. de; PEREIRA, R. P. **Aplicações de estatística à climatologia – teoria e prática.** Pelotas: Editora Universitária, 1996. 161p.

CHOW, V. T. **Open Channel Hydraulics.** McGraw-Hill Book Company, NY. 1959.

CHOW, V. T.; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W. **Applied Hydrology.** McGraw-Hill International Student Edition, Singapura, 1988.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Precipitação.** In: **Introduzindo Hidrologia. Universidade Federal do Rio Grande Sul. Instituto de Pesquisas Hídricas.** Porto Alegre, 2008. Disponível em:<<http://pt.scribd.com/doc/43435101/Apostila-Hidrologia>>. Acesso em: 24 jul. 2012.

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de solo.* Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

FELÍCIO, L. C. **Modelagem da dinâmica de sistemas e estudo da resposta.** São Paulo: Rima, 2007.

FORD, A. **Modelling the environment: an introduction to systems dynamics models of environmental systems.** Washington: Island Press, 1999.

GEORGE, M. e SCHENSUL, D. (Eds) **The demography of adaptation to climate change. New York, London, and Mexico City: UNFPA, IIED and El Colegio de Mexico.** 2013.

HAAN, C. T. **Statistical methods in hydrology.** Ames, USA: ISUP. 1977. 378p.

IEMA. **Ortofotomosaico do Estado do Espírito Santo.** Escala 1:35.000. 2007/2008.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Demografia e urbanização.** Vitória, ES. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Plano Diretor de Drenagem Urbana Manual de Drenagem Urbana** - Volume VI. Porto Alegre, 2005.

KIBLER, D.F. **Urban stormwater hydrology.** Washington, D.C., AGU, 1982.

KITE, G. W. **Frequency and risk analyses in hydrology.** Fort Collins, Colorado: Water Resources Publications. 1978. 224p.

MOCKUS, V. **Estimation of total (and peak rates of) surface runoff for individual storms.** Exhibit A no Apêndice B, Interim Survey Report (Neosho) River Watershed USDA. 1949.

MUSGRAVE, G.W. **How much of the rain enters the Soil?** In: Yearbook of Agriculture 1955, Water. USDA: Washington DC. 1955.

NAGHETTINI, M. **Engenharia de recursos hídricos.** Belo Horizonte: UFMG, 1999.

PAÇO, N. M. S. **Estabelecimento de Hidrogramas Unitários. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil.** Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. 2008. Disponível

em:<[https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/232943/1/Tese\\_final.pdf](https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/232943/1/Tese_final.pdf)> Acesso em:  
20 de fev. de 2011.

**Placer County Flood Control And Water Conservation District Stormwater Management Manual.** Auburn, CA. 1990.

RADAMBRASIL. Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória; **Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro:** MME/SG/Projeto RADAMBRASIL. 1983.

SCS-USDA. **Urban hydrology for small watersheds.** TR-55. 1986.164 p.

SILVEIRA, A. L. L. **Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, n. 10, 2005.

SOPRANI, M. A. S; REIS, J. A, T. **Proposição de equações de intensidade-duração-frequência de precipitações para a bacia do rio Benevente, ES.** Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia n.2, p. 18-25, 1. Sem. 2007.

TUCCI, C. E. M. **Modelos Hidrológicos.** Porto Alegre: Editora da Universidade / UFRGS / Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 669p. 1998.

TUCCI, C. E. M. **Workshop for decision makers on flood in South America (Nov 2002: Porto Alegre, RS).** Porto Alegre. 2003.

Us Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center. **Hydrologic Modeling System - HEC-HMS Technical Reference Manual.** 2000.

US ARMY CORPS OF ENGINEERS. **Hydrologic Engineering Center (HEC).**  
HEC-RAS, River Analysis System: Hydraulic Reference Manual Version 4.1.  
January 2010.

WINKLER, A. S., TEIXEIRA, C. F. A., DAMÉ, R. C. F., WINKE, L. O. L.  
**Estimativa do tempo de concentração de uma bacia hidrográfica:  
comparação entre metodologias. XCIII CIC – Congresso de Iniciação  
Científica, do XI ENPOS.** I Mostra Científica, Universidade Federal de Pelotas,  
Brasil. Disponível em:<  
[http://www.ufpel.edu.br/cic/2009/cd/pdf/EN/EN\\_00388.pdf](http://www.ufpel.edu.br/cic/2009/cd/pdf/EN/EN_00388.pdf)>. Acesso em: 24 jul.  
2012.

WOODWARD, D.E.; HAWKINS, R. H.; HJELMFELT JR., A.T.; VAN MULLEM, J.  
A.; QUAN, Q. D. **Curve number method: origins, applications and limitations.**  
[ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NWMC/CN\\_info/Woodward\\_paper.doc](ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NWMC/CN_info/Woodward_paper.doc). Acessado em  
15/06/2013.YARNELL, D. L. Bridge Piers as Channel Obstructions. Technical  
Bulletin 442, U. S. Department of Agriculture, Washington D.C. 1934.

## 11 EQUIPE TÉCNICA

<b>Profissional</b>	Kleber Pereira Machado
<b>Formação</b>	Engº Civil, Especialista em Engenharia Ambiental
<b>Empresa</b>	<b>AVANTEC Engenharia Ltda.</b>
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CREA-ES 7.839/D
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Coordenação Geral
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Marco Aurélio Costa Caiado
<b>Formação</b>	Engº Agrônomo, Ph.D. em Engenharia de Biossistemas
<b>Empresa</b>	<b>FACTO/AVANTEC Engenharia Ltda.</b>
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CREA-ES 3.757/D
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Coordenação de Recursos Hídricos e Macrodrenagem
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Leonardo A. de Souza
<b>Formação</b>	Engº Geólogo, Doutorando em Geotecnia
<b>Empresa</b>	<b>ZEMLYA Consultoria e Serviços</b>
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CREA-MG 78885/D
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Coordenador de Mapeamento de Risco Geológico
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Fillipe Tesch
<b>Formação</b>	Tecnólogo em Saneamento Ambiental, Mestrando em Engenharia Ambiental
<b>Empresa</b>	<b>AVANTEC Engenharia Ltda.</b>
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CREA-ES 24.763/D
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Estudos Hidrológicos e Hidráulicos, Diagnóstico das Bacias, Proposição de Cenários, Geoprocessamento e Orçamento
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Felippe Zucolotto Pereira
<b>Formação</b>	Tecnólogo em Saneamento Ambiental
<b>Empresa</b>	<b>AVANTEC Engenharia Ltda.</b>
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CREA-ES 32.790/D
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Estudos Hidrológicos e Hidráulicos, Diagnóstico das Bacias, Proposição de Cenários, Geoprocessamento e Orçamento
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Thiago Eugênio de Melo Dias
<b>Formação</b>	Engº de Produção Civil
<b>Empresa</b>	<b>AVANTEC Engenharia Ltda.</b>
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CREA-MG 121.601/D – Visto-ES 20140160
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Projeto Geométrico de Drenagem Urbana
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Fernanda Ferreira
<b>Formação</b>	Arquiteta e Urbanista
<b>Empresa</b>	<b>ZEMLYA Consultoria e Serviços</b>
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CAU A56232-7
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Caracterização do contexto institucional, projeção do cenário futuro e zoneamento do uso e ocupação do solo.
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Fabiano Vieira Dias
<b>Formação</b>	Arquiteto e Urbanista
<b>Empresa</b>	<b>ZEMLYA Consultoria e Serviços</b>
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CAU A54437-0
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Planos e projetos de urbanização em assentamentos precários, programas ou projetos na área de planejamento urbano ou urbanismo em assentamentos precários.
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Sidney Crisafulli Machado
<b>Formação</b>	Engº Geólogo
<b>Empresa</b>	<b>ZEMLYA Consultoria e Serviços</b>
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CREA-MG 62.699/D
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Projetos de contenção e/ou estabilização de taludes.
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Dourine Pereira Aroeira Suce
<b>Formação</b>	Assistente Social
<b>Empresa</b>	<b>ZEMLYA Consultoria e Serviços</b>
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Trabalho de Desenvolvimento Socioeconômico de Comunidades
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Leonardo Vello de Magalhães
<b>Formação</b>	Advogado
<b>Empresa</b>	<b>ZEMLYA Consultoria e Serviços</b>
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Desenvolvimento Urbano, Habitação e Direito Urbanístico.
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Silvia C. Alves
<b>Formação</b>	Assistente Social
<b>Empresa</b>	<b>ZEMLYA Consultoria e Serviços</b>
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Trabalho de Desenvolvimento Socioeconômico de Comunidades
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Larissa Tostes L. Belo
<b>Formação</b>	Geógrafa
<b>Empresa</b>	<b>ZEMLYA Consultoria e Serviços</b>
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Trabalho de Desenvolvimento Socioeconômico de Comunidades
<b>Assinatura</b>	

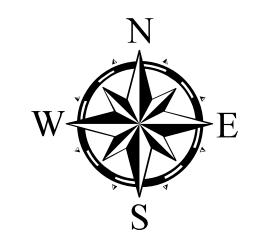
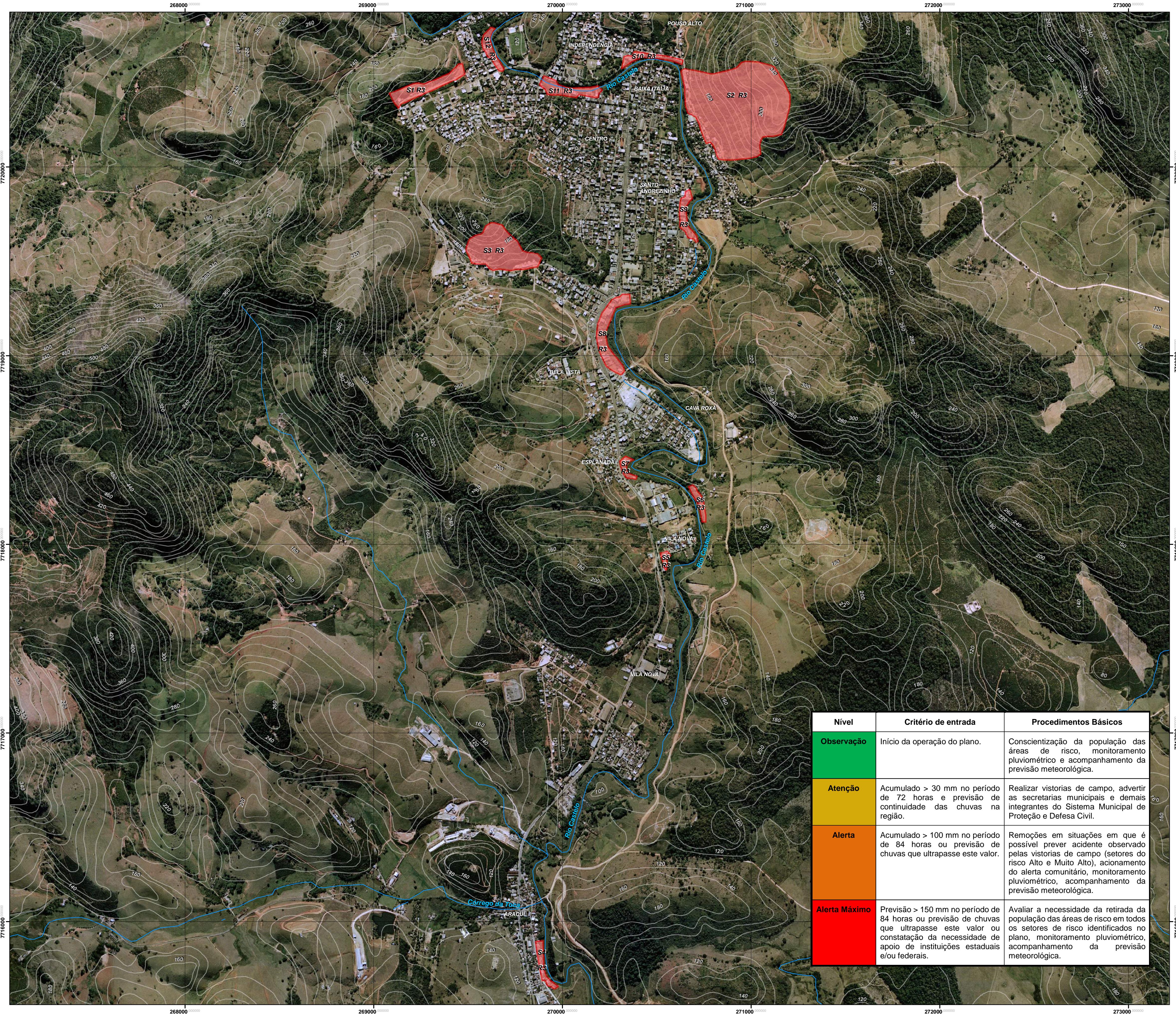
<b>Profissional</b>	Gilvimar Vieira Perdigão
<b>Formação</b>	Geógrafo
<b>Empresa</b>	<b>ZEMLYA Consultoria e Serviços</b>
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Geoprocessamento e assessoria técnica
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Halysson Mendes e Souza Pinto
<b>Formação</b>	Biólogo
<b>Empresa</b>	<b>ZEMLYA Consultoria e Serviços</b>
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Assessoria técnica
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Gilvandro Pinto
<b>Formação</b>	Administrador
<b>Empresa</b>	<b>ZEMLYA Consultoria e Serviços</b>
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Logística e Apoio
<b>Assinatura</b>	

<b>Apoio Técnico</b>	
Tainah Christina de Souza	Acadêmica do curso de Eng. Sanitária e Ambiental (IFES)
Marcela Lopes Barros	Acadêmica do curso de Eng. Sanitária e Ambiental (IFES)
Marcela Majesk	Acadêmica do curso de Eng. Sanitária e Ambiental (IFES)
Raphael H. O. Pimenta	Acadêmico do curso de Eng. Ambiental (Instituto Metodista Izabela Hendrix)

**ANEXO I:** Carta de Risco Geológico do município de Castelo.



Projeção: Universal Transversa Mercator.  
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.  
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

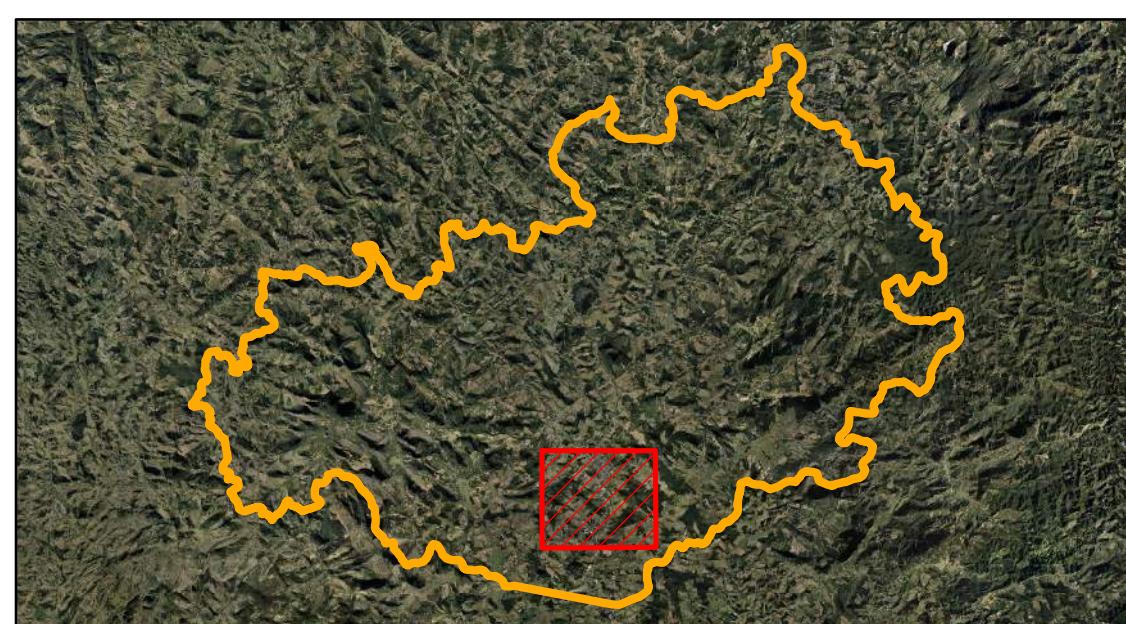
#### Legenda

- Cursos d'água
- Curva de nível
- Limite Municipal

#### Grau de Risco Geológico

- R3 - Risco Alto

#### Articulação



Documentação e Referências  
IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	13/05/2014
REV	DESCRÍÇÃO	DATA

Projeto:  
Programa Municipal de Redução de Risco

Título:  
Mapa de Risco Geológico de Castelo

Responsável técnico:  
Leonardo A. de Souza  
Engº Geólogo, M.Sc.  
CREA-MG 78885/D

Elaboração:  
Fillipe Tesch  
Tecgº em Saneamento Ambiental  
CREA-ES nº 24763/D

Escala: 1:10.000

0 175 350 700 m

Folha: 1 de 1

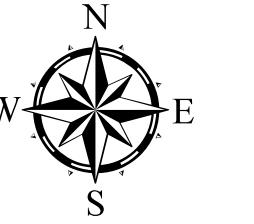
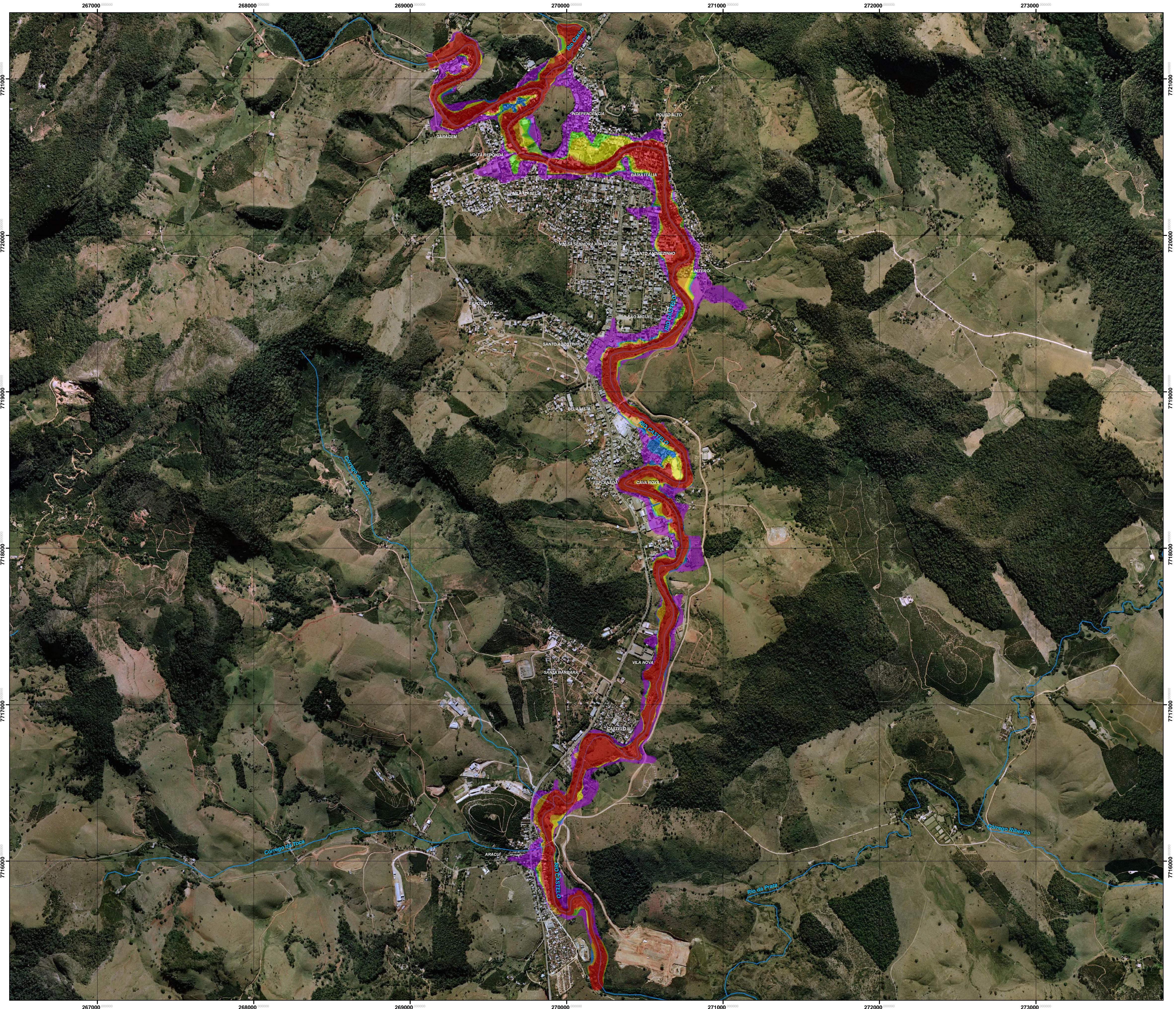
Local: Castelo - ES

Papel: A1

Nº: ANEXO I

Contratante:  
Consórcio:

**ANEXO II:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Castelo-ES.



*Projeto: Universal Transversa Mercator.*  
*Datum Horizontal: SIRGAS 2000.*  
*Fuso: 24 Hemisfério Sul.*

## Legenda

## **Suscetibilidade à inundação (Tempo de Recorrência)**

- 5 anos (R4 - Risco Muito Alto)
  - 10 anos (R3 - Risco Alto)
  - 20 anos
  - 25 anos
  - 30 anos (R2 - Risco Médio)
  - 50 anos
  - 100 anos (R1 - Risco Baixo)

## Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

∅	Emissão original	13/05/2014
REV	DESCRIÇÃO	DATA
<i>Projeto:</i>		
Programa Municipal de Redução de Risco		
<i>Título:</i>		
Mapa de Suscetibilidade Hidrológica de Castelo		
<i>Responsável técnico:</i>		<i>Elaboração:</i>
Marco Aurélio Costa Caiado Engº Agrônomo, Ph.D. CREA-ES nº 3.757/D		Fillipe Tesch Tecgº em Saneamento Ambiental CREA-ES nº 24763/D

## *Projeto:* Programa Municipal de Redução de Risco

# Título: Mapa de Suscetibilidade Hidrológica de Castelo

<i>Responsável técnico:</i>	<i>Elaboração:</i>
Marco Aurélio Costa Caiado Engº Agrônomo, Ph.D. CREA-ES nº 3.757/D	Fillipe Tesch Tecgº em Saneamento Ambiental CREA-ES nº 24763/D

Escala: 1:12.000

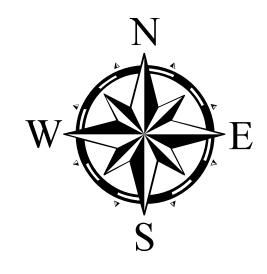
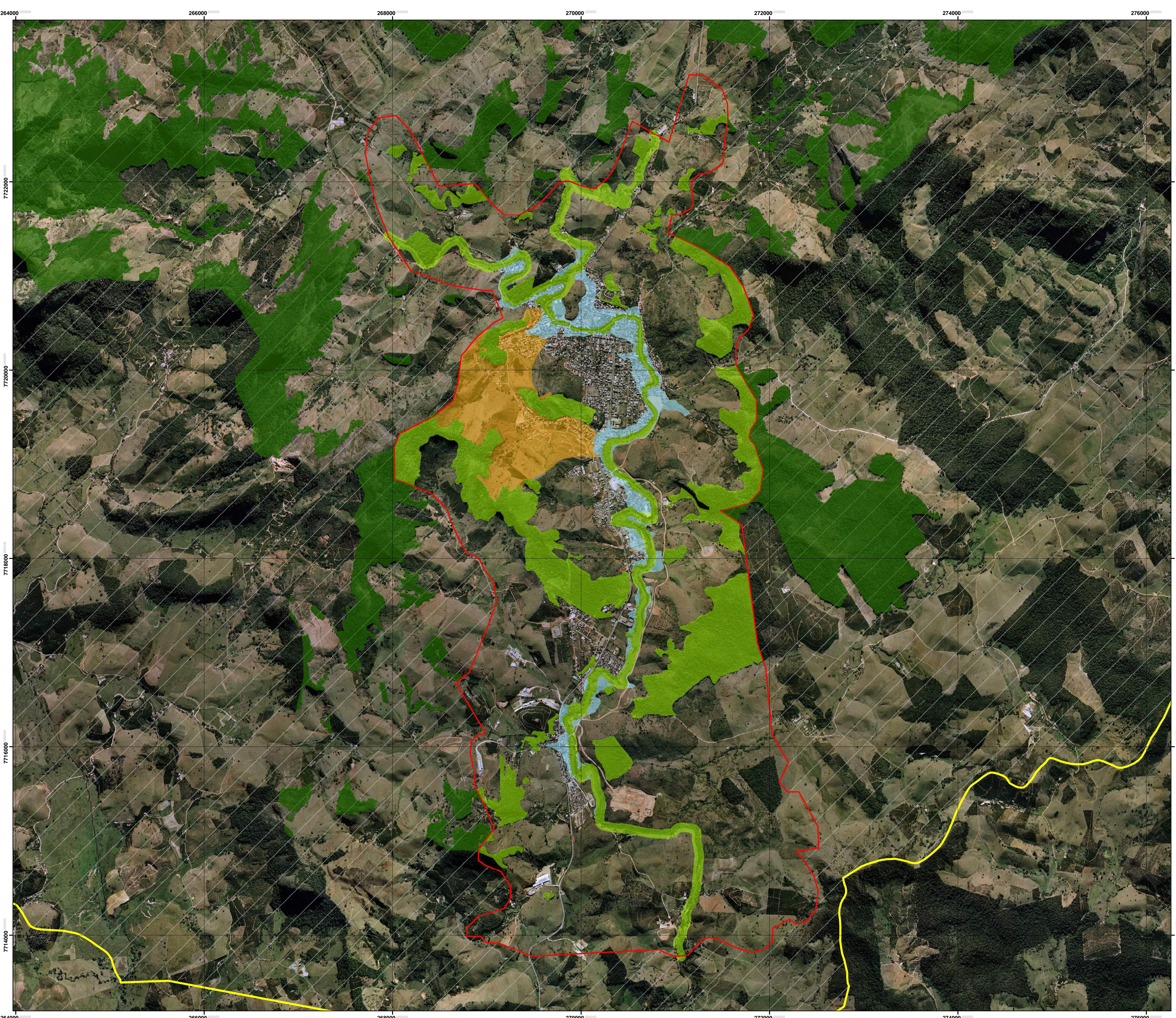
Folha: 1 de 1 Local: Castelo - ES

*Panel:* A1 *Nº:* **ANEXO II**

Contratante: Consórcio:

*Contratante:* \_\_\_\_\_ *Consorcio:* \_\_\_\_\_

**ANEXO III:** Mapa para orientação do zoneamento em Castelo-ES.



Projeção: Universal Transversa Mercator.  
Datum Horizontal: SIRGAS 2000.  
Fuso: 24 Hemisfério Sul.

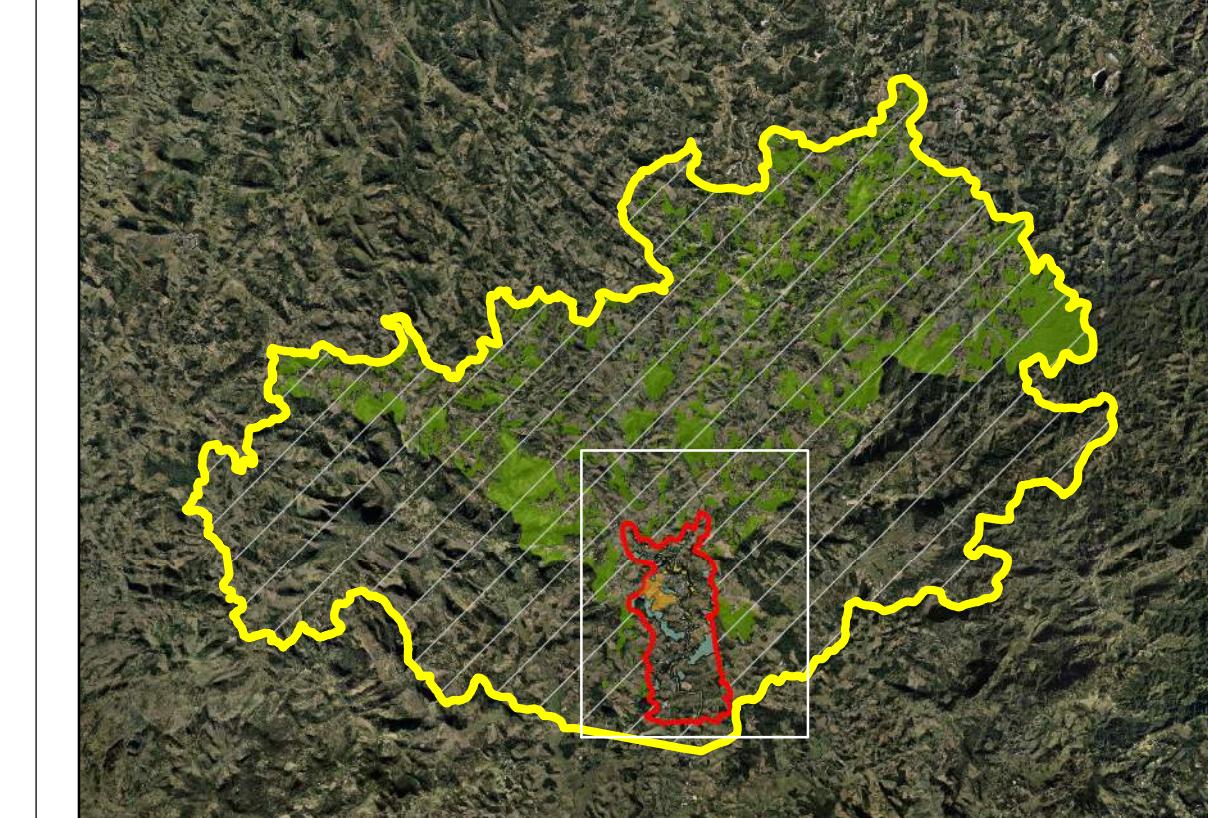
#### Legenda

- █ Zona Especial de Proteção Permanente (ZEPP)
- █ Zona de Adensamento Restrito (ZAR)
- █ Zona de Ocupação Controlada (ZOC)
- █ Macrozona de Preservação Ambiental
- █ Macrozona Urbana
- █ Macrozona Rural
- █ Limite Municipal de Castelo

#### Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

#### Índice espacial



Ø	Emissão original	13/05/2014
REV	Descrição	Data

Projeto:  
Programa Municipal de Redução de Risco

Título:  
Mapa para Orientação do Zoneamento em Castelo

Responsável Técnico:	Elaboração:
Marco Aurélio C. Caiado Eng. Agrônomo, Ph. D. CREA-ES 3757/D	Marcela Majesk Estagiária em Engenharia Sanitária e Ambiental

Escala: 1:20.000      0 375 750 1.500 m

Folha: 1 de 1      Local: Castelo - ES

Papel: A1      Nº: ANEXO III

Contratante:      Consórcio:

**ANEXO IV:** Sinalização da passarela situada sobre o Rio Castelo, onde se localiza uma estação de monitoramento fluviométrico da ANA, proposta no Programa de Redução de Risco.

Pens. 1 à 9, cor 7

Promoção, color

Promoção

Espresso

1 0,1

2 0,2

3 0,3

4 0,4

5 0,5

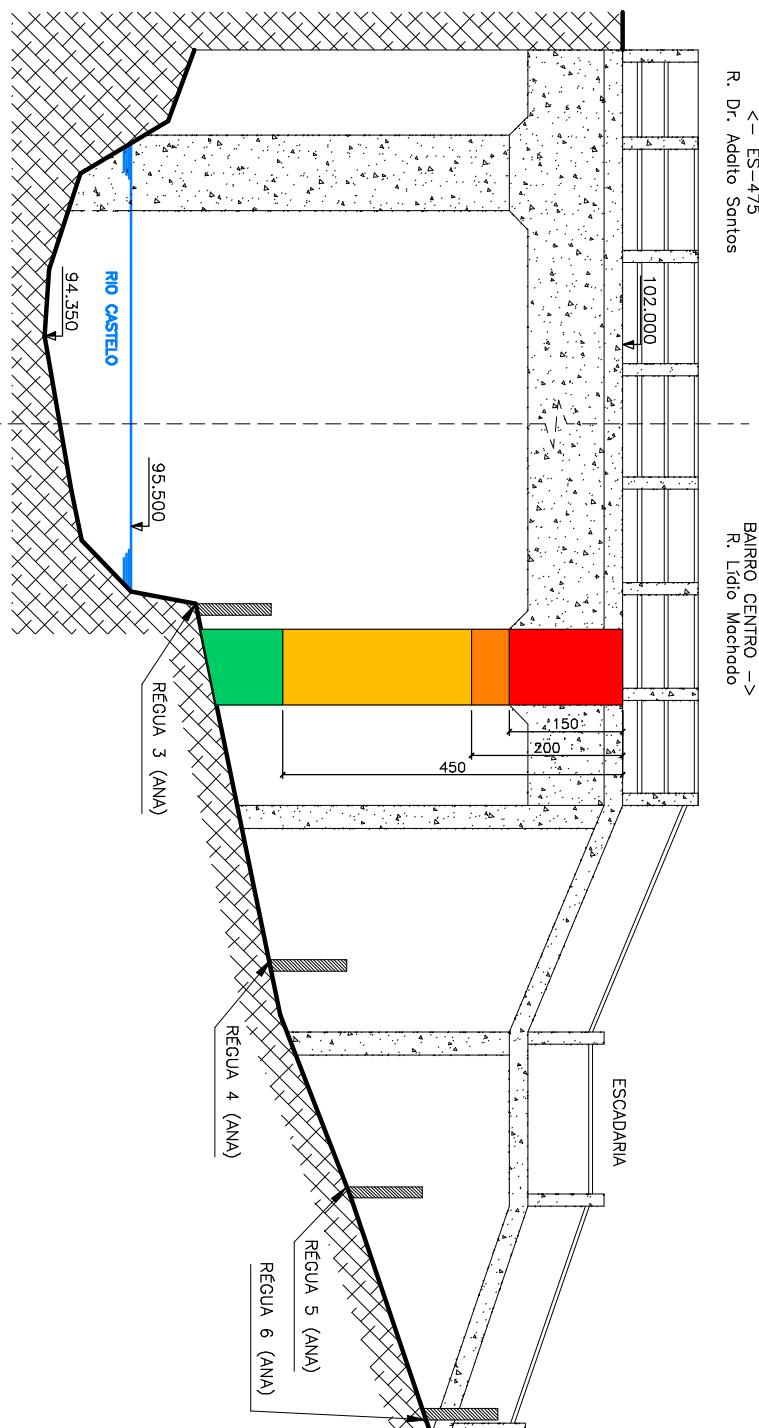
6 0,6

7 0,25

8 0,05

9 0,08

RESI. 0,4



OBSERVAÇÕES: MEDIDAS EM CENTÍMETROS.  
ALTIMETRIA EM METROS.

## VISTA LATERAL

ESCALA 1/100

CONTRATANTE:



SECRETARIA DE ESTADO DE SANEAMENTO, HABITAÇÃO E  
DESENVOLVIMENTO URBANO

CONSORCIO:



AVANTEC  
Engenharia

PLANO DIRETOR DE ÁGUAS PLUVIAIS/FLUVIAIS (PDAP),  
PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCO GEOLOGICO (PMRR)  
E PROJETOS DE ENGENHARIA

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

MARCO ALFÉIO G. CAIADO  
Grau: Bacharel

REVISÃO: DATA DE PRODUÇÃO: ESCALA:

SINALIZAÇÃO DA PASSARELA SOBRE O RIO CASTELO  
PROPOSTA NO PROGRAMA DE REDUÇÃO DE RISCO

TIPO: MUNICÍPIO: PRONAMH:  
CASTELO / ES 01/01

