

# **Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Marechal Floriano**

**– Volume I: Diagnóstico e Prognóstico de Inundações –**



**AVANTEC**  
Engenharia



**Zemlya**  
CONSULTORIA E SERVIÇOS

**ZAV-SED-DIA\_MFL\_01.001-R0**

**Dezembro / 2013**

 <b>SECRETARIA DE SANEAMENTO, HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO</b> <b>ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL</b>		Nº: ZAV-SED-DIA_MFL_01.001-R0										
		<b>CLIENTE:</b> Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano										
		<b>PROJETO:</b> Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Marechal Floriano										
 <b>AVANTEC</b> Engenharia  <b>Zemlya</b>		<b>TÍTULO:</b> VOLUME I: DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DE INUNDAÇÕES								<b>MEIO AMBIENTE</b>		
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO DOCUMENTO:</b> Marco Aurélio Costa Caiado Engenheiro Agrônomo, Ph. D. CREA-ES nº 3757/D												<b>RUBRICA:</b>
<b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>												
<b>REV.</b>	<b> DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS</b>											
0	EMISSÃO INICIAL											
	REV. 0	REV. 1	REV. 2	REV. 3	REV. 4	REV. 5	REV. 6	REV. 7	REV. 8			
DATA	18/12/2013											
EXECUÇÃO												
VERIFICAÇÃO												
APROVAÇÃO												
FORMULÁRIO PERTENCENTE À AVANTEC ENGENHARIA												

## APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o volume I do Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Marechal Floriano, intitulado “Diagnóstico e Prognóstico de Inundações”. Na primeira parte deste volume, está apresentado o diagnóstico do município no que tange às inundações, estando nela incluídos:

- Áreas de intervenção;
- Causas das inundações que acontecem no município, abrangendo: áreas de risco, contornos e cotas das linhas de inundaçao, trechos críticos, singularidades do sistema, eventos pluviométricos críticos e prejuízos causados pelas inundações;
- Análise da legislação de uso e ocupação do solo em vigor, como também do sistema atual de gestão da drenagem, identificando as posturas legais mais impactantes e os “gargalos” institucionais;
- O impacto da urbanização sobre o sistema de drenagem existente.

Na segunda parte deste volume, está apresentado o prognóstico do município, mostrando o comportamento futuro das inundações sem a implantação das propostas do Plano Diretor de Águas Pluviais, utilizando modelos de simulação como ferramentas para a previsão.

Na terceira parte deste volume, estão apresentados os cenários de simulação com a relação e caracterização das obras a serem implantadas por sub bacia de planejamento.

O Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Marechal Floriano está em conformidade com o Termo de Referência que norteou o contrato assinado entre a SEDURB e o Consórcio Zemlya-Avantec, que determina a elaboração do Plano Diretor de Águas Pluviais/Fluviais, Plano Municipal de Redução de Risco Geológico e Projetos de Engenharia, visando ao apoio técnico a 17 municípios na implementação do programa de redução de risco para áreas urbanas.

Anteriormente a este documento, foi entregue ao município o documento intitulado 1ª Etapa: Plano de Trabalho – Município de Marechal Floriano, que também norteou o presente documento.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTOS.....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>METAS .....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>INFORMAÇÕES CEDIDAS PELO CONTRATANTE E PELO MUNICÍPIO 21</b>	
<b>6</b>	<b>DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>22</b>
<b>6.1</b>	<b>ÁREAS DE INTERVENÇÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>6.2</b>	<b>APROPRIAÇÃO DA EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS .....</b>	<b>25</b>
<b>6.3</b>	<b>TEMPO DE CONCENTRAÇÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>6.4</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO INSTITUCIONAL MUNICIPAL RELACIONADO AO PDAP .....</b>	<b>34</b>
<b>6.4.1</b>	<b>Estrutura institucional do município na área urbana e habitacional</b>	
	<b>35</b>	
<b>6.4.2</b>	<b>Ações governamentais do município nas áreas urbana e habitacional .....</b>	<b>41</b>
<b>6.4.3</b>	<b>Legislação Federal, Estadual e Municipal.....</b>	<b>43</b>
<b>6.4.3.1</b>	<b>Legislação Federal .....</b>	<b>44</b>
<b>6.4.3.1.1</b>	<b>Estatuto da Cidade - Lei Federal nº 10.257/2001.....</b>	<b>45</b>
<b>6.4.3.1.2</b>	<b>Parcelamento do Solo Urbano - Lei Federal nº 6.766/1979 .....</b>	<b>50</b>
<b>6.4.3.1.3</b>	<b>Programa Minha Casa, Minha Vida e Regularização Fundiária de Assentamentos Urbanos - Lei Federal nº 11.977/2009.....</b>	<b>52</b>
<b>6.4.3.1.4</b>	<b>Proteção de Vegetação Nativa - Lei Federal nº 12.651/2012.....</b>	<b>54</b>
<b>6.4.3.1.5</b>	<b>Política Nacional de Meio Ambiente - Lei Federal nº 6.938/1981 .....</b>	<b>58</b>
<b>6.4.3.1.6</b>	<b>Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei Federal nº 9.433/1997</b>	<b>59</b>
<b>6.4.3.1.7</b>	<b>Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei Federal nº 12.305/2010</b>	<b>60</b>
<b>6.4.3.1.8</b>	<b>Saneamento Básico - Lei Federal nº 11.445/2007 .....</b>	<b>61</b>
<b>6.4.3.2</b>	<b>Legislação Estadual .....</b>	<b>64</b>
<b>6.4.3.2.1</b>	<b>Parcelamento do Solo Urbano - Lei Estadual nº 7.943/2004 .....</b>	<b>64</b>

6.4.3.2.2	Instituto de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Estado do Espírito Santo - Lei Estadual Complementar nº 488/2009 .....	66
6.4.3.2.3	Instituto Estadual de Meio Ambiente - Lei Estadual nº 4.886/1994 ...	68
6.4.3.2.4	Política Florestal do Estado - Lei Estadual nº 5.361/1996.....	68
6.4.3.2.5	Política Estadual de Recursos Hídricos - Lei Estadual nº 5.818/1998	
	69	
6.4.3.2.6	Política Estadual de Resíduos Sólidos - Lei Estadual nº 9.264/2009	71
6.4.3.2.7	Política Estadual de Saneamento Básico - Lei Estadual nº 9.096/2008	
	72	
6.4.3.3	<i>Legislação Municipal</i> .....	73
6.4.3.3.1	Plano Diretor Municipal – Lei Municipal nº 801/2008 .....	73
6.4.3.3.2	Código de Obras – Lei Municipal nº 168/1995 .....	84
<b>6.4.4</b>	<b>Posturas legais mais impactantes e gargalos institucionais</b> .....	<b>85</b>
<b>6.5</b>	<b>INUNDAÇÕES NA BACIA DO RIO JUCU BRAÇO SUL E DOS CÓRREGOS BATATAL E RANCHO ALEGRE NO CENÁRIO ATUAL</b> .....	<b>89</b>
<b>6.5.1</b>	<b>Contextualização</b> .....	<b>89</b>
<b>6.5.2</b>	<b>Apropriação dos valores de vazões máximas</b> .....	<b>95</b>
6.5.2.1	<i>Regionalização de Vazões Máximas do Rio Jucu Braço Sul</i> .....	95
6.5.2.1.1	Introdução e Objetivo .....	95
6.5.2.1.2	Materiais e Métodos .....	97
6.5.2.1.3	Resultados .....	104
6.5.2.1.4	Vazões máximas do Rio Jucu Braço Sul.....	114
6.5.2.1.5	Vazão máxima instantânea .....	114
6.5.2.2	<i>Modelagem Hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias urbanas do Rio Jucu Braço Sul</i> .....	115
<b>6.5.3</b>	<b>Modelagem hidráulica do Rio Jucu Braço Sul e dos córregos Batatal e Rancho Alegre no Cenário Atual</b> .....	<b>137</b>
6.5.3.1	<i>Introdução</i> .....	137
6.5.3.2	<i>Domínio do modelo</i> .....	138
6.5.3.3	<i>Geometria do modelo</i> .....	139
6.5.3.4	<i>Risco de Inundação e Simulação Hidráulica com o Cenário Atual..</i> 141	
<b>7</b>	<b>PROGNÓSTICO</b> .....	<b>145</b>

---

<b>7.1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>145</b>
<b>7.2</b>	<b>LEVANTAMENTO DE DADOS E INFORMAÇÕES.....</b>	<b>145</b>
<b>7.3</b>	<b>INUNDAÇÃO DAS BACIAS DOS CÓRREGOS BATATAL, RANCHO ALEGRE E DO RIO JUCU BRAÇO SUL NO CENÁRIO FUTURO .....</b>	<b>155</b>
<b>7.3.1</b>	<b>Uso do solo futuro e cálculo de vazões .....</b>	<b>156</b>
<b>7.3.2</b>	<b>Modelagem hidráulica do Rio Jucu Braço Sul e dos córregos Batatal e Rancho Alegre .....</b>	<b>165</b>
<b>7.4</b>	<b>CENÁRIOS ALTERNATIVOS.....</b>	<b>166</b>
<b>7.4.1</b>	<b>Cenário 1 .....</b>	<b>167</b>
<b>7.4.2</b>	<b>Cenário 2 .....</b>	<b>168</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>170</b>
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>172</b>
<b>10</b>	<b>EQUIPE TÉCNICA.....</b>	<b>177</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS

### FIGURAS:

<b>Figura 1-1:</b> Inundação do centro de Marechal Floriano, na Av. Waldemar Hees.	17
<b>Figura 1-2:</b> Inundação do centro de Marechal Floriano, nas proximidades do Banco do Brasil.	17
<b>Figura 6-1:</b> Localização do município de Marechal Floriano no Espírito Santo.	23
<b>Figura 6-2:</b> Bacias hidrográficas do Rio Jucu Braço Sul e dos córregos Batatal e Rancho Alegre e sua relação com os bairros de Marechal Floriano.	24
<b>Figura 6-3:</b> Localização das estações pluviométricas no município de Marechal Floriano e entorno.	26
<b>Figura 6-4:</b> Curvas intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de recorrência na estação pluviométrica Marechal Floriano.	30
<b>Figura 6-5:</b> Inundação do centro de Marechal Floriano, na Av. Waldemar Hees.	89
<b>Figura 6-6:</b> Inundação do centro de Marechal Floriano, nas proximidades do Banco do Brasil.	89
<b>Figura 6-7:</b> Aspecto do trecho em que o córrego Rancho Alegre escoa em canal aberto.	92
<b>Figura 6-8:</b> Entrada da galeria do córrego Rancho Alegre. Seta vermelha indicando a entrada da galeria.	92
<b>Figura 6-9:</b> Canal de concreto do córrego Batatal.	92
<b>Figura 6-10:</b> Encontro do córrego Batatal com o Rio Jucu Braço Sul.	92
<b>Figura 6-11:</b> OAE da Rua Emilio G. Hule sob o Rio Jucu Braço Sul.	94
<b>Figura 6-12:</b> Trecho do Rio Jucu Braço Sul em que foi realizada a dragagem de seu leito a montante do bairro Centro.	94
<b>Figura 6-13:</b> Trecho do Rio Jucu Braço Sul em que foi realizada a dragagem de seu leito no bairro Centro.	95
<b>Figura 6-14:</b> Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 5 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região I.	109
<b>Figura 6-15:</b> Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 25 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região I.	110
<b>Figura 6-16:</b> Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 100 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região I.	110

<b>Figura 6-17:</b> Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 5 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região II. ....	111
<b>Figura 6-18:</b> Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 25 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região II. ....	111
<b>Figura 6-19:</b> Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 100 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região II. ....	112
<b>Figura 6-20:</b> Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 5 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região III. ....	112
<b>Figura 6-21:</b> Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 25 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região III. ....	113
<b>Figura 6-22:</b> Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 100 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região III. ....	113
<b>Figura 6-23:</b> Mapa de Divisão das sub bacias de drenagem do rio Marechal Floriano. ....	117
<b>Figura 6-24:</b> Mapa de uso do solo das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul. ....	124
<b>Figura 6-25:</b> Mapa Pedológico das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul. ....	125
<b>Figura 6-26:</b> Hietograma da chuva com recorrência de 25 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia do córrego Batatal. ....	128
<b>Figura 6-27:</b> Bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul modelada pelo software HEC-HMS. ....	129
<b>Figura 6-28:</b> TIN do trecho urbano da sede de Marechal Floriano. ....	140
<b>Figura 6-29:</b> Simulação hidráulica da OAE da Rua Emílio G. Hule, cenário atual. ....	142
<b>Figura 6-30:</b> Simulação hidráulica da passarela da Rua Mathielde Adelia Stum, no cenário atual. ....	143
<b>Figura 6-31:</b> Simulação hidráulica da OAE da Rua Emílio Gustavo Huller, no cenário atual. ....	143
<b>Figura 6-32:</b> Simulação hidráulica da galeria que atravessa a linha férrea, no cenário atual. ....	144
<b>Figura 6-33:</b> Simulação hidráulica da galeria do córrego Rancho Alegre, no cenário atual. ....	144
<b>Figura 7-1:</b> Setores censitários por macrozona. ....	149

<b>Figura 7-2:</b> Setores censitários na Zona Urbana.....	150
<b>Figura 7-3:</b> Densidade demográfica por setor censitário.....	151
<b>Figura 7-4:</b> Densidade demográfica por setor censitário na Zona Urbana.....	152
<b>Figura 7-5:</b> Evolução da população de Marechal Floriano-ES. ....	153
<b>Figura 7-6:</b> Mapa de uso de Solo futuro da bacia dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul previsto para um horizonte de 20 anos.....	157
<b>Figura 7-7:</b> Simulação hidráulica da OAE da Travessia Josephina Rodrigues, no cenário futuro. ....	166
<b>Figura 7-8:</b> Zoológico localizado às margens do Rio Fundo, em Marechal Floriano-ES. ....	167

## TABELAS:

<b>Tabela 6-1:</b> Estações pluviométricas do interior e no entorno do município de Marechal Floriano, os códigos das mesmas e as datas de início e fim da coleta de dados. ....	25
<b>Tabela 6-2:</b> Precipitações máximas anuais medidas na estação Marechal Floriano entre os anos 1950 e 2011. ....	28
<b>Tabela 6-3:</b> Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de recorrência para a estação pluviométrica Marechal Floriano. ....	28
<b>Tabela 6-4:</b> Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica Marechal Floriano, associadas a diferentes períodos de recorrência e durações. ....	29
<b>Tabela 6-5:</b> Estações fluviométricas instaladas nas bacias dos rios Reis Magos, Jucu, Benevente, Novo, Iconha, Itapemirim e Itabapoana.....	97
<b>Tabela 6-6:</b> Vazões máximas anuais (em m <sup>3</sup> /s) para estações fluviométricas instaladas nas bacias dos rios Reis Magos, Jucu, Benevente, Novo, Iconha, Itapemirim e Itabapoana .....	105
<b>Tabela 6-7:</b> Características fisiográficas e precipitação média de longo período associadas às bacias hidrográficas das estações fluviométricas consideradas..	106
<b>Tabela 6-8:</b> Parâmetros da função regional correspondente à Região I .....	108
<b>Tabela 6-9:</b> Parâmetros da função regional correspondente à Região II .....	108
<b>Tabela 6-10:</b> Parâmetros da função regional correspondente à Região III .....	108
<b>Tabela 6-11:</b> Vazões máximas para os períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25,30, 50 e 100 anos para o Rio Jucu Braço Sul.....	114

<b>Tabela 6-12:</b> Vazões máximas para os períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25,30, 50 e 100 anos à montante da cidade de Marechal Floriano adotadas no presente estudo para o Rio Jucu Braço Sul.....	115
<b>Tabela 6-13:</b> Tempo de concentração das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul.....	119
<b>Tabela 6-14:</b> Valores de CN médio das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul.....	122
<b>Tabela 6-15:</b> Resposta hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 5 anos para o cenário atual,.....	130
<b>Tabela 6-16:</b> Resposta hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 10 anos para o cenário atual,.....	131
<b>Tabela 6-17:</b> Resposta hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 20 anos para o cenário atual,.....	132
<b>Tabela 6-18:</b> Resposta hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 25 anos para o cenário atual,.....	132
<b>Tabela 6-19:</b> Resposta hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 30 anos para o cenário atual,.....	133
<b>Tabela 6-20:</b> Resposta hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 50 anos para o cenário atual,.....	135
<b>Tabela 6-21:</b> Resposta hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 100 anos para o cenário atual,.....	136
<b>Tabela 7-1:</b> Densidade demográfica por setor censitário e dados por setor censitário.....	147
<b>Tabela 7-2:</b> Crescimento populacional por setor censitário.....	154
<b>Tabela 7-3:</b> Resposta hidrológica das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 5 anos .....	158

<b>Tabela 7-4:</b> Resposta hidrológica das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 10 anos.....	159
<b>Tabela 7-5:</b> Resposta hidrológica das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 20 anos.....	160
<b>Tabela 7-6:</b> Resposta hidrológica das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 25 anos.....	161
<b>Tabela 7-7:</b> Resposta hidrológica das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 30 anos.....	162
<b>Tabela 7-8:</b> Resposta hidrológica das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 50 anos.....	163
<b>Tabela 7-9:</b> Resposta hidrológica das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 100 anos.....	164

## LISTA DE ANEXOS

**ANEXO I-a:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 87).

**ANEXO I-b:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 105).

**ANEXO I-c:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 122).

**ANEXO I-d:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 123).

**ANEXO I-e:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 139).

**ANEXO II-a:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 87).

**ANEXO II-b:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 105).

**ANEXO II-c:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 122).

**ANEXO II-d:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 123).

**ANEXO II-e:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 139).

**ANEXO III-a:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 87).

**ANEXO III-b:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 105).

**ANEXO III-c:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 122).

**ANEXO III-d:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 123).

**ANEXO III-e:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 139).

**ANEXO IV-a:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 87).

**ANEXO IV-b:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 105).

**ANEXO IV-c:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 122).

**ANEXO IV-d:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 123).

**ANEXO IV-e:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 139).

**ANEXO V:** Mapa de soluções propostas para o município de Marechal Floriano no Cenário 1.

**ANEXO VI:** Mapa de soluções propostas para o município de Marechal Floriano no Cenário 2.

## 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 Marechal Floriano passou de 12.188 habitantes em 2000 para 14.262 em 2010, com um acréscimo médio anual de 1,45%.

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 inundações urbanas:

- 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 inundações: 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 inundações 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.

Dois condutos 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 inundações 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 Marechal Floriano, 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.

O município de Marechal Floriano sofre com constantes inundações em sua área urbana em consequência das cheias do Rio Jucu Braço Sul e de seus afluentes, os córregos Batatal e Rancho Alegre. De acordo com registros da Defesa Civil Municipal, essas inundações são de recorrência anual em alguns pontos da cidade. A **Figura 1-1** e a **Figura 1-2** apresentam o registro fotográfico do resultado das chuvas ocorridas em dezembro de 2010 que provocou uma série de prejuízos ao município de Marechal Floriano.

Os problemas de macrodrenagem do município de Marechal Floriano podem se resumir em: a) combinação das cheias do Rio Jucu Braço Sul com as dos córregos Batatal e Rancho Alegre; b) aspectos construtivos da entrada da galeria do córrego Rancho Alegre, a qual foi construída com uma curva muito aguda, o que provoca uma perda de carga muito grande e consequente elevação dos níveis d'água; c) travessia de canalização de esgoto dentro do canal do córrego Batatal; d) acelerado processo de assoreamento do canal do Rio Jucu Braço Sul e; e) presença de rochas no final do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul, representando um limitante quanto ao escoamento de águas em seu canal.



**Figura 1-1:** Inundação do centro de Marechal Floriano, na Av. Waldemar Hees.



**Figura 1-2:** Inundação do centro de Marechal Floriano, nas proximidades do Banco do Brasil.

Observa-se, entretanto, preocupação do poder público em níveis estadual e municipal em implementar ações que venham a minimizar e/ou evitar os problemas inerentes às cheias que vem ocorrendo na sede do município de Marechal Floriano, o que resultou, na estruturação da defesa civil municipal e estadual e, entre outras ações, a inclusão do município de Marechal Floriano no contrato de prestação de serviços assinado entre o Consórcio Zemlya-Avantec e a Sedurb, que tem o presente trabalho como um dos produtos.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo geral do presente trabalho é fornecer subsídios técnicos e institucionais ao Município de Marechal Floriano que permitam reduzir os impactos das inundações na cidade e criar as condições para uma gestão sustentável da drenagem urbana. Para tanto, os seguintes objetivos específicos foram perseguidos;

- (1) apresentar soluções para o controle dos principais problemas relacionados a cheias no município de Marechal Floriano, tendo como foco as bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e a bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul.
- (2) mudar o modo com que os problemas relacionados a cheias são encarados no município, por meio da implementação de práticas estruturais e não estruturais que ajudarão a reduzir os prejuízos, diminuir os custos de controle e evitar o aumento dos problemas no futuro, podendo ser replicado em outros municípios do estado ou do país;
- (3) discutir as soluções com o poder público e com a comunidade; e
- (4) treinar agentes locais para o enfrentamento dos problemas inerentes a inundações, buscando a diminuição dos riscos nas áreas de intervenção.

### 3 FUNDAMENTOS

O Plano Municipal de Drenagem Pluvial/Fluvial de Marechal Floriano é baseado nos seguintes princípios:

- Abordagem interdisciplinar no diagnóstico e na solução dos problemas de inundações;
- Bacias hidrográficas como unidades de planejamento;
- Soluções integradas à paisagem e aos mecanismos de conservação do meio ambiente;
- Soluções economicamente viáveis que apresentem relações benefício/custo adequadas;
- Excesso de escoamento superficial controlado na fonte, evitando a transferência para jusante do aumento do escoamento e da poluição urbana;
- Redução dos impactos, sobre o sistema de drenagem, provocados por novos empreendimentos, tendo prioridade para:
  - controle da impermeabilização;
  - restrição da ocupação de áreas de recarga, várzeas e áreas frágeis;
  - implantação de dispositivos de infiltração ou reservatórios de amortecimento ao invés de obras de aceleração e afastamento das águas pluviais (canalização);
- Incorporação desses princípios na cultura da administração municipal, principalmente nos setores diretamente responsáveis pelos serviços de águas pluviais;
- Institucionalização desses princípios incorporando-os na legislação municipal, em especial no Plano Diretor do Município;
- Horizonte de planejamento de 20 anos;
- Apresentação de soluções em nível de planejamento abrangendo tanto medidas de controle estruturais como não estruturais.

## 4 METAS

O Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Marechal Floriano tem as seguintes metas:

- Planejar a distribuição da água pluvial no tempo e no espaço, com base na tendência de ocupação urbana compatibilizando esse desenvolvimento e a infraestrutura para evitar prejuízos sociais, econômicos e ambientais;
- Controlar a ocupação de áreas de risco de inundaçāo através de regulamentação;
- Promover a convivência com as enchentes nas áreas de médio e baixo riscos.

## 5 INFORMAÇÕES CEDIDAS PELO CONTRATANTE E PELO MUNICÍPIO

A seguir são apresentadas as informações cedidas pelo contratante e pelo município para o desenvolvimento do presente estudo.

### Informações cedidas pelo Estado:

- Ortotomosaico do Espírito Santo em escala 1:15.000 com imagens dos anos de 2007 e 2008;
- Banco de dados GEOBASES com diversas bases de dados georreferenciados;
- Levantamento topo-hidrográfico, medições hidráulicas e sedimentológicas do Rio Jucu Braço Sul e seus afluentes realizado pelo INPH. Marechal Floriano – ES.

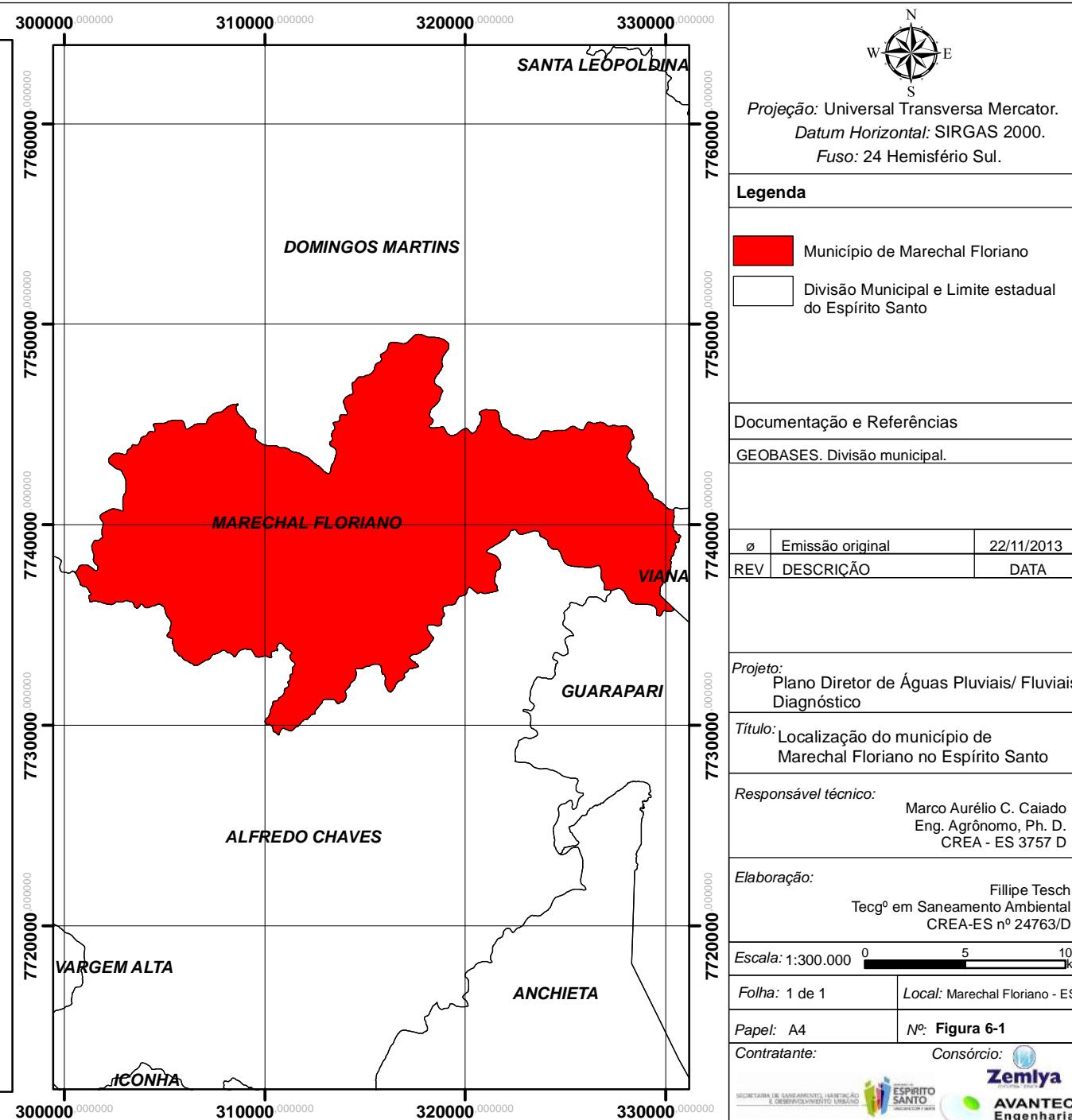
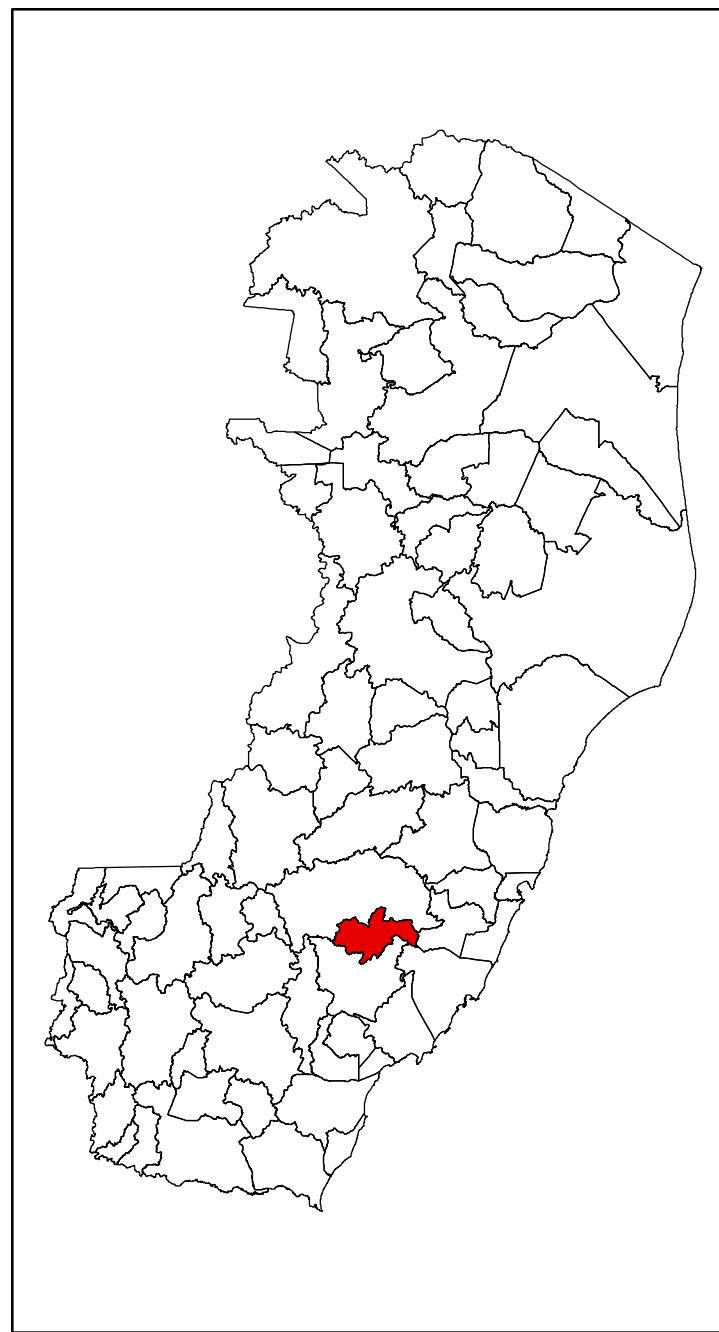
### Informações cedidas pelo Município:

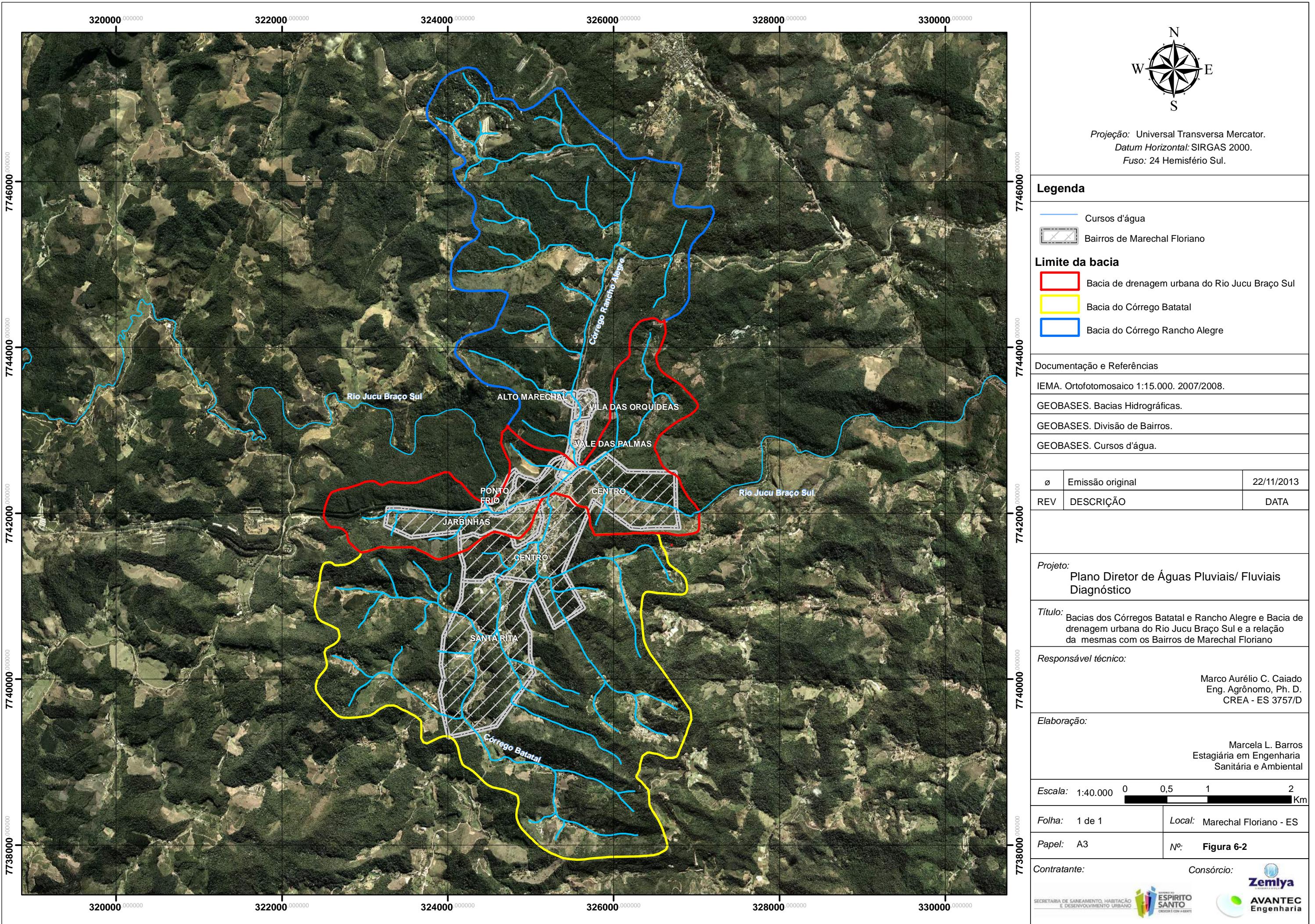
- PDM – Plano Diretor Municipal, Lei nº 801/2008.

## 6 DIAGNÓSTICO

### 6.1 ÁREAS DE INTERVENÇÃO

O Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais do município de Marechal Floriano tem como foco as bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e a bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul, que abrigam o principal aglomerado populacional do município. A **Figura 6-1** apresenta a localização do município de Marechal Floriano no Espírito Santo, enquanto a **Figura 6-2** apresenta as bacias hidrográficas supracitadas e sua relação com a área urbana do município.





## 6.2 APROPRIAÇÃO DA EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS

Nas análises das relações intensidade-duração-frequência das chuvas máximas, comumente é empregada a **Equação 1**.

$$i = \frac{kT^m}{(t + t_o)^n} \quad \text{Equação 1}$$

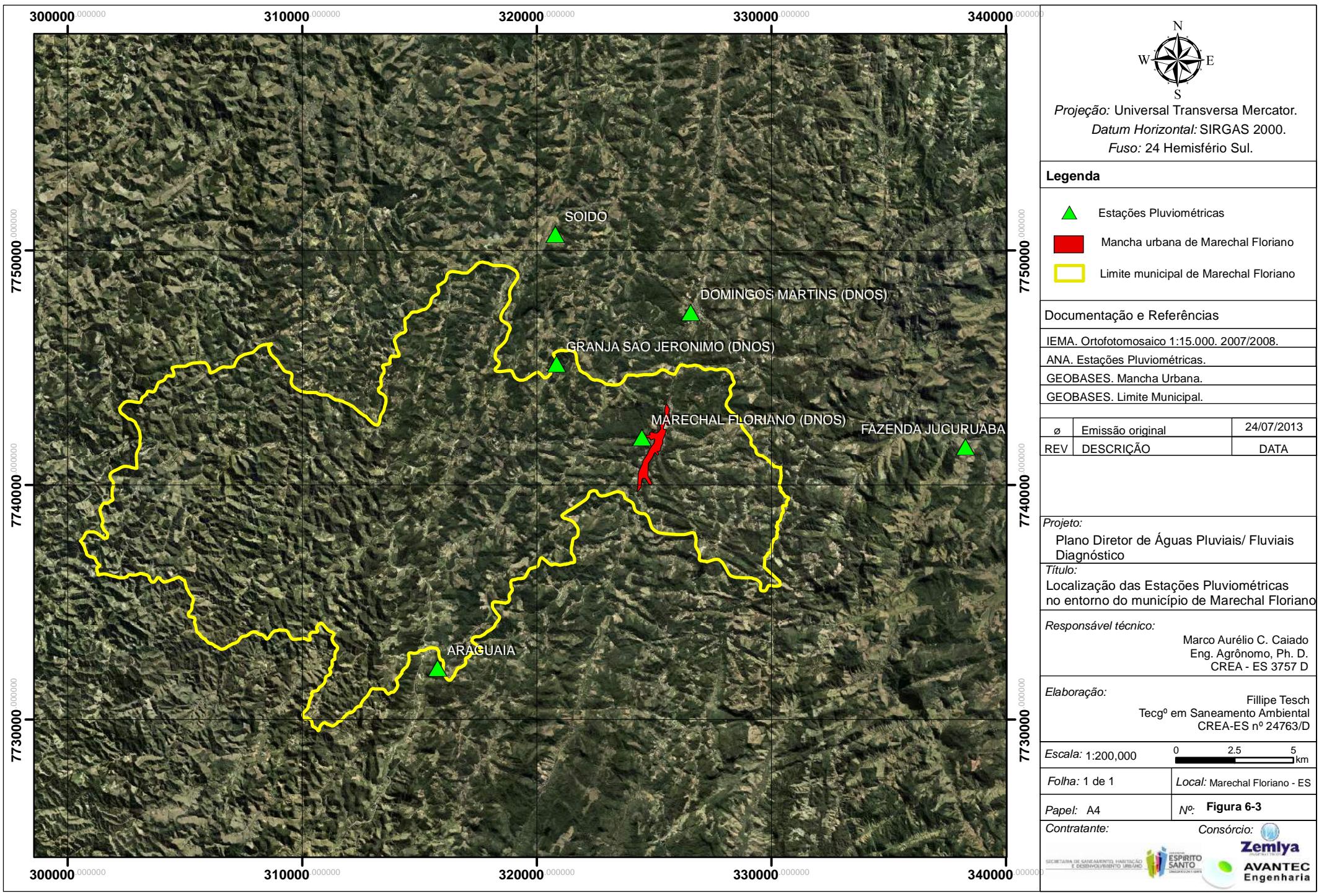
na qual,  $i$  representa a intensidade máxima média;  $t$  é a duração da chuva,  $T$  é o seu tempo de recorrência, enquanto  $k$ ,  $m$ ,  $t_o$  e  $n$  são os parâmetros que se deseja determinar com base nos dados pretéritos de chuva. Uma vez determinados estes parâmetros por análise de regressão, estabelece-se a equação que representa a relação intensidade-duração-frequência válida para a região de influência da estação pluviométrica estudada.

Para localidades desprovidas de dados pluviográficos de longa duração, o método *Chow-Gumbel* tem sido utilizado de maneira eficiente para a determinação da relação intensidade-duração-frequência válida para a região de influência da estação pluviométrica estudada.

Conforme pode ser observado na **Figura 6-3**, no interior e no entorno do município de Marechal Floriano ocorrem as estações pluviométricas Domingos Martins, Marechal Floriano, Granja São Jerônimo, Araguaia, Soído e Fazenda Jucuruaba. A **Tabela 6-1** apresenta os códigos das mesmas e as datas de início e fim da coleta de dados.

**Tabela 6-1:** Estações pluviométricas do interior e no entorno do município de Marechal Floriano, os códigos das mesmas e as datas de início e fim da coleta de dados.

Nome	Código	Início coleta	Fim coleta
<b>Domingos Martins</b>	2040000	01/01/1947	01/07/1999
<b>Marechal Floriano</b>	2040012	01/10/1949	Dias atuais
<b>Granja São Jerônimo</b>	2040019	01/01/1962	01/12/1983
<b>Araguaia</b>	2040028	-	-
<b>Soído</b>	2040031	01/01/1963	01/12/1968
<b>Fazenda Jucuruaba</b>	2040044	12/01/1992	Dias atuais



A estação pluviométrica Marechal Floriano, código 2040012, foi a escolhida para a apropriação da equação intensidade-duração-frequência de chuvas do município por possuir o maior número de anos com dados e por estar funcionando até os dias atuais. Os valores diários de chuva foram obtidos no sítio oficial da Agência Nacional de Água ([www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)). A metodologia de cálculo está apresentada em Soprani e Reis (2007) e resumida a seguir. Seleção das máximas precipitações anuais de 1 dia;

- Análise de frequências dos totais precipitados com ajuste da distribuição probabilística de Gumbel à série de máximas precipitações anuais de 1 dia, estimando as precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de recorrência;
- Conversão das máximas precipitações anuais de 1 dia, associadas a diferentes períodos de recorrência, em precipitações máximas de 24 horas;
- Conversão das precipitações máximas de 24 horas, associadas a diferentes períodos de recorrência, em precipitações máximas de durações menores. Para o caso em apreço, foram consideradas durações de precipitação de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos, 1, 6, 8, 10, 12 e 24 horas;
- Análise de regressão correlacionando duração, frequência e intensidade.

A **Tabela 6-2** apresenta as precipitações máximas anuais medidas na estação Marechal Floriano entre os anos 1951 e 2011.

**Tabela 6-2:** Precipitações máximas anuais medidas na estação Marechal Floriano entre os anos 1950 e 2011.

Ano	Máxima	Ano	Máxima	Ano	Máxima	Ano	Máxima
1950	90,20	1966	50,00	1982	70,40	1998	60,00
1951	65,00	1967	62,00	1983	63,00	1999	85,00
1952	83,60	1968	68,00	1984	72,00	2000	150,00
1953	85,20	1969	93,00	1985	91,00	2001	
1954	105,80	1970	75,00	1986	77,00	2002	74,00
1955	50,80	1971	108,00	1987	145,10	2003	91,80
1956	86,20	1972	53,00	1988	65,00	2004	65,10
1957	78,20	1973	72,00	1989	50,00	2005	101,70
1958	91,00	1974	95,00	1990	90,00	2006	66,80
1959	75,10	1975	75,00	1991	97,00	2007	76,30
1960	120,00	1976	66,00	1992	70,00	2008	75,70
1961	60,00	1977	70,00	1993	82,00	2009	137,20
1962	125,00	1978	68,00	1994	139,00	2010	96,10
1963	75,00	1979	75,00	1995	55,00	2011	110,70
1964	75,00	1980	77,00	1996	118,00	-	-
1965	67,00	1981	91,00	1997	105,00	-	-

A **Tabela 6-3** apresenta as precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de recorrência, resultado do ajuste da distribuição probabilística de Gumbel à série de máximas precipitações anuais de 1 dia.

A **Tabela 6-4** apresenta as intensidades pluviométricas associadas a diferentes períodos de recorrência e diferentes durações, estimadas para a estação pluviométrica de Marechal Floriano.

**Tabela 6-3:** Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de recorrência para a estação pluviométrica Marechal Floriano.

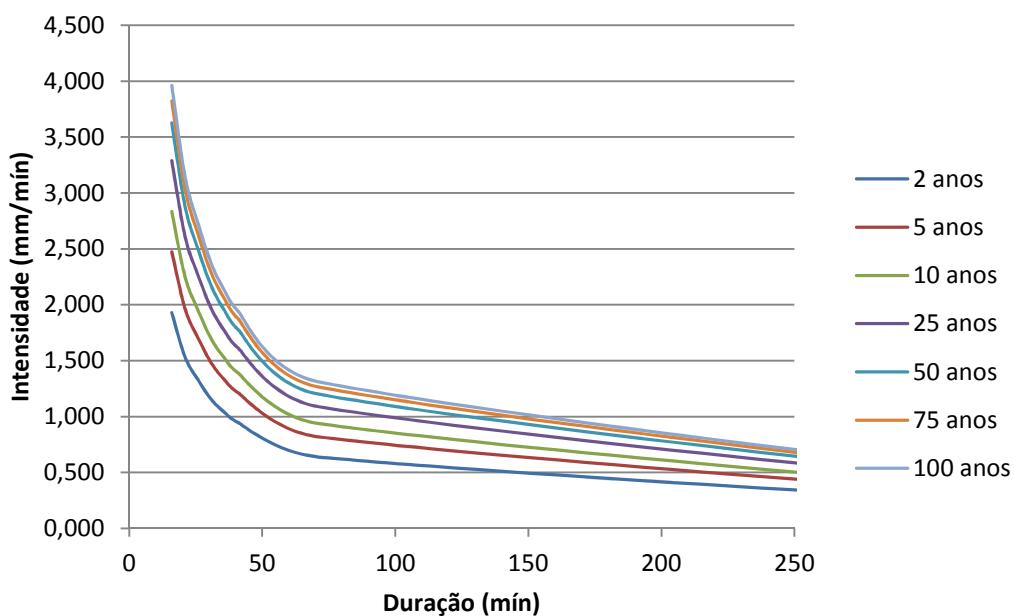
Período de recorrência (anos)	Precipitação máxima anual (mm)
5	80,08
10	102,66
25	117,60
50	136,49
75	150,50
100	158,64

**Tabela 6-4:** Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica Marechal Floriano, associadas a diferentes períodos de recorrência e durações.

Duração	Período de recorrência					
	5	10	25	50	75	100
<b>24h</b>	117,03	134,07	155,59	171,56	180,85	187,42
<b>12h</b>	99,48	113,96	132,26	145,83	153,72	159,30
<b>10h</b>	95,96	109,94	127,59	140,68	148,29	153,68
<b>8h</b>	91,28	104,57	121,36	133,82	141,06	146,18
<b>6h</b>	84,26	96,53	112,03	123,53	130,21	134,94
<b>1h</b>	49,15	56,31	65,35	72,06	75,96	78,71
<b>30min</b>	36,37	41,67	48,36	53,32	56,21	58,25
<b>25min</b>	33,10	37,92	44,01	48,52	51,15	53,01
<b>20min</b>	29,46	33,75	39,17	43,19	45,53	47,18
<b>15min</b>	25,46	29,17	33,85	37,33	39,35	40,77
<b>10min</b>	19,64	22,50	26,11	28,79	30,35	31,45
<b>5min</b>	12,37	14,17	16,44	18,13	19,11	19,80

A **Figura 6-4** apresenta as curvas intensidade x duração para diferentes períodos de recorrência.

A **Equação 2** apresenta a relação intensidade-duração-frequência das chuvas para Marechal Floriano com base nos dados da estação pluviométrica Marechal Floriano.



**Figura 6-4:** Curvas intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de recorrência na estação pluviométrica Marechal Floriano.

$$i = \frac{15,776^{0,1272}}{(t + 11)^{0,751}} \quad \text{Equação 2}$$

Sendo:

$i$  = intensidade da chuva em mm/min;

$T$  = Tempo de recorrência, em anos;

$t$  = Tempo de duração, em minutos.

### 6.3 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é o tempo que leva a área hidrologicamente mais remota da mesma para contribuir com o fluxo de água em seu exutório.

Conhecer o tempo de concentração é essencial para a definição da vazão máxima a que está sujeita uma bacia. Como quanto mais longa é uma chuva, menor é a sua intensidade, aquelas com durações iguais ao tempo de concentração da bacia são as responsáveis pelas cheias mais significativas, já que, as de durações menores que o tempo de concentração não tem toda a bacia contribuindo para o fluxo.

Ao longo do tempo, foram formuladas várias equações para o cálculo do tempo de concentração visando a resolver problemas práticos de engenharia. Por isto, a maior parte delas possui caráter empírico e constituem basicamente equações de regressão, desenvolvidas a partir de preceitos estatísticos (SILVEIRA, 2005).

As fórmulas são obtidas, de modo geral, pelas características da bacia hidrográfica como área, comprimento do talvegue, rugosidade do córrego ou canal e a declividade dos mesmos, podendo ser citadas, entre outras, as fórmulas de *Ven te Chow*, *Kirpich*, *Temez* e *Giandotti*. Segundo Winkler *et al.* (2012) *apud* Kibler (1982), a determinação do tempo de concentração por meio de fórmulas empíricas está sujeita a imprecisões e incertezas por não considerar a variabilidade espacial e temporal da bacia.

A equação de *Giandotti* (**Equação 3**) foi preconizada no Regulamento de Pequenas Barragens de Terra editado em 1973, em Portugal. É normalmente utilizada em bacias com áreas superiores a 300 Km<sup>2</sup>.

$$T_c = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1,5 \times L}{0,8 \times \sqrt{\bar{H}}} \quad \text{Equação 3}$$

Sendo:

$T_c$ : tempo de concentração (horas);

$A$ : área da bacia (Km<sup>2</sup>);

$L$ : comprimento do talvegue principal (Km);

$\bar{H}$ : altura média da bacia (metros).

A equação de *Temez* (**Equação 4**) foi recomendada por IEP (2001), tendo sido desenvolvida e testada em bacias hidrográficas da Espanha e recomendada para bacias naturais com áreas de até 3.000 km<sup>2</sup>.

$$T_c = 0,3 \times \left( \frac{L}{i^{0,25}} \right)^{0,76} \quad \text{Equação 4}$$

Sendo:

$T_c$ : tempo de concentração (horas);

$L$ : comprimento do talvegue principal (Km);

$S$ : declividade (%).

Segundo Silveira (2005), a fórmula de *Ven te Chow* é originalmente uma fórmula de tempo de pico, devendo ser adaptada para tempo de concentração via aplicação de um fator de correção de 1,67, a fim de não subestimar o resultado. A origem desta fórmula está baseada em dados de vinte bacias rurais, com áreas de 1 a 19 Km<sup>2</sup>.

A equação, já com o fator de correção aplicado, assume a seguinte forma:

$$T_c = 9,60L^{0,64}S^{-0,32} \quad \text{Equação 5}$$

Sendo:

$T_c$ : tempo de concentração (minutos);

$L$ : comprimento do talvegue principal (Km);

$S$ : declividade (m/m).

A equação de *Kirpich* (**Equação 6**) apresenta a seguinte formulação:

$$T_c = 0,39 \times \left( \frac{L^2}{S} \right)^{0,385} \quad \text{Equação 6}$$

Em que:

$T_c$ : tempo de concentração em horas.

$L$ : estirão em Km.

$S$ : declividade equivalente Constante em %.

O método NRCS TR 55 foi elaborado pelo Serviço de Conservação de Recursos Naturais (NRCS) dos Estados Unidos em 1975 e apresenta procedimentos simplificados para calcular o tempo de concentração (SCS – USDA, 1986). Este método difere das outras metodologias por considerar que o tempo de concentração é determinado pela combinação do tempo de viagem em três áreas nas quais a bacia é subdividida.

Na área 1, predomina escoamento superficial, na área 2, fluxo concentrado e, na área 3, fluxo em canais. O tempo de concentração é calculado por fórmulas que representam as características fisiográficas de cada área, representadas a seguir:

- Área de escoamento superficial (**Equação 7**).

$$T_c = \frac{0,007 \cdot (\eta \cdot L)^{0,8}}{P^{0,5} \cdot S^{0,4}} \quad \text{Equação 7}$$

Sendo:

$T_c$ : tempo de concentração (horas);

$\eta$ : coeficiente de manning;

$L$ : comprimento do talvegue principal (pés);

$P$ : chuva de 24 horas que acontece em 2 anos (polegadas);

$S$ : declividade (m/m).

- Área de fluxo concentrado (**Equação 8**).

$$V = 16,1345 \cdot \sqrt{S} \quad \text{Equação 8}$$

Sendo:

$V$ : velocidade (pés/s);

$S$ : declividade (m/m).

- Fluxo de canal (**Equação 9**).

$$V = \frac{C \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{\eta} \quad \text{Equação 9}$$

Sendo:

$V$ : velocidade (m/s);

$C$ : 1;

$R$ : raio hidráulico;

$S$ : declividade (m/m);

$\eta$ : coeficiente de manning.

Os tempos de concentração das sub bacias nas quais o Rio Jucu Braço Sul e seus afluentes foi dividido foram calculados utilizando as metodologias acima mencionadas e estão apresentados mais adiante neste trabalho.

#### **6.4 CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO INSTITUCIONAL MUNICIPAL RELACIONADO AO PDAP**

Este item trata do contexto institucional relacionado à gestão do risco hidrológico, ou seja, além dos instrumentos da legislação municipal vigente, toda a estrutura de gestão local voltada para as políticas públicas que interagem com as ações para redução do risco, desde o planejamento e o controle urbano até as ações governamentais no âmbito da política urbana e habitacional.

A partir dessa análise, foi possível estabelecer diretrizes para a estruturação e o funcionamento de programas municipais voltados para o desenvolvimento de ações relacionadas à gestão de riscos hidrológicos para as áreas apontadas por esse plano.

#### 6.4.1 Estrutura institucional do município na área urbana e habitacional

A Lei Municipal nº 565 de 07 de novembro de 2005, dispõe sobre a estrutura administrativa da Prefeitura Municipal de Marechal Floriano e dá outras providências. Constituem a estrutura organizacional hoje instituída basicamente nove Secretarias, a saber: Secretaria Municipal de Finanças; Secretaria Municipal de Administração; Secretaria Municipal de Saúde; Secretaria Municipal de Assistência Social e Direitos Humanos; Secretaria Municipal de Educação, Cultura e Esportes; Secretaria Municipal de Turismo; Secretaria Municipal de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos; Secretaria Municipal de Agricultura; e Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Segundo a referida lei, integram ainda a administração os seguintes órgãos: Gabinete do Prefeito; Gabinete do Vice-Prefeito; e Procuradoria Geral.

Os órgãos que atuam mais diretamente na gestão da política urbana e habitacional são: a Secretaria Municipal de Assistência Social e Direitos Humanos, a Secretaria Municipal de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos, e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

A Secretaria Municipal de Assistência Social e Direitos Humanos tem como objetivo principal, segundo o Art. 61º, a ação, o planejamento, a coordenação, a execução e o controle das atividades integradas com as organizações comunitárias locais, bem como, das atividades de assistência e promoção social:

- o planejamento, a execução e o controle das atividades relativas a assistência social compreendendo as diversas organizações comunitárias e população escolar;
- a execução de levantamentos socioeconômicos das comunidades, bem como a análise para condições de saúde, educação, alimentação, habitação, saneamento básico, trabalho e outros;
- a manutenção de contatos com Órgãos Federais, Estaduais, Municipais, Entidades de Classes, Igrejas, Escolas, Clubes de Serviços e demais organizações comunitárias, visando a aquisição de recursos financeiros

e/ou outros indispensáveis a implantação de atividades para a resolução dos problemas da comunidade;

- a atuação, de forma concreta junto às comunidades, objetivando a conscientização para os seus problemas, bem como o devido encaminhamento aos órgãos afins;
- o apoio à organização e ao desenvolvimento comunitário, com vistas a mobilização da população na condução do seu processo de mudança social;
- a orientação e assistência técnica às organizações sociais e as atividades comunitárias com o objetivo de fortalecer-las e garantir a sua representatividade;
- a promoção de medidas visando o acesso da população urbana e rural de baixo nível e renda a programas de habitação, em articulação com órgãos Estaduais e Federais;
- o albergamento de pessoas desabrigadas e/ou desamparadas, portadoras de carência socioeconômica transitória ou crônica.

A importância do trabalho dessa secretaria são as ações de articulação com entidades públicas e privadas e, em especial, com a comunidade, com vistas ao atendimento às necessidades básicas, devendo criar soluções para os problemas relacionados à habitação. Destaca-se a competência dessa Secretaria na promoção de medidas para acesso aos programas habitacionais, pela população de baixa renda. Além disso, é fundamental o papel de coordenação e orientação da população na organização social.

A Secretaria Municipal de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos tem como objetivo principal, segundo o art. 93º, o planejamento, a coordenação, a execução e o controle das atividades, referentes aos projetos, construções e manutenção de obras próprias Municipais; ao licenciamento e fiscalização de obras em geral no perímetro urbano da sede e dos Distritos e à implantação e aplicação dos Códigos de Obras e Posturas nos seguintes pontos:

- acompanhamento, manutenção, e adequação do Código de Postura Município, bem como a sua divulgação junto a comunidade;

- elaboração quando de ordem interna, e a aprovação quando de ordem particular, de plantas e projetos para a realização de obras dentro do perímetro do município;
- análise em processo para expedição de licenças para demolição e realização de obras de construção, reconstrução acréscimos, reformas, conserto e limpeza de imóveis particulares, em conjunto com o Departamento de Fiscalização de Obras;
- fiscalização e acompanhamento da realização de obras no município, bem como responsável direto pelas medições e análise de planilhas de custos;
- embargo e autuação de obras particulares que venham contrariar o Código de Postura do Município;
- emissão de alvarás de licença para habitação “HABITE-SE” e certidões detalhadas;
- análise de Projetos de Loteamentos, desmembramentos e arruamentos, de acordo com a legislação específica, emitindo parecer de viabilidade;
- auxílio à Superintendência de Obras no controle e coordenação das obras públicas municipais;
- auxílio na fiscalização das obras públicas municipais;
- execução de campanhas de esclarecimentos ao público, a respeito de problemas de coleta de lixo especialmente quanto ao uso de recipientes que atendam ao disposto nas normas específicas;
- recolhimento de resíduos sólidos produzidos dentro do perímetro urbano em domicílios, estabelecimentos comerciais e industriais, edificações públicas e logradouros, promovendo sua remoção para locais previamente determinados;
- execução dos serviços de varrição, capina e roçagem de matagais em vias públicas e logradouros;
- execução de limpeza e desobstrução de canais, valas, ralos de esgoto e galerias pluviais.

Essa Secretaria abriga competências que podem colaborar com a gestão do risco geológico e hidrológico na cidade, vale destacar a aprovação de novos loteamentos e obras, além de fiscalizar e acompanhar os empreendimentos

novos; a responsabilidade pela limpeza da cidade; e a responsabilidade pelas benfeitorias e obras de infraestrutura.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente tem como objetivo principal, segundo o art. 110º, o planejamento, a coordenação, a execução e o controle das atividades, ao atendimento às necessidades do meio ambiente; ao desenvolvimento das suas atividades; da fiscalização das propriedades rurais, da infraestrutura para a preservação ambiental; da pesquisa e desenvolvimento das suas atividades, e da agricultura no Município. São também suas competências:

- promover a política municipal de meio ambiente, conforme legislação em vigor;
- fazer cumprir a legislação municipal pertinente ao meio ambiente, observados os preceitos estadual e federal;
- elaborar programas de proteção e defesa do solo quanto à erosão e contenção de encostas;
- criar medidas que visem ao equilíbrio ecológico da região, principalmente as que objetivem controlar o desmatamento das margens dos rios e/ou nascentes existentes no município;
- fiscalizar e controlar fontes poluidoras e da degradação ambiental, observada a legislação competente;
- promover atividades educativas no Meio Ambiente em articulação com a Secretaria Municipal de Educação;
- assessorar a administração municipal, na elaboração de atos legislativos para garantir a preservação do meio ambiente e das águas do Município.

A Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) do Município de Marechal Floriano, órgão diretamente subordinada ao Prefeito ou ao seu eventual substituto, foi criada pela Lei Municipal nº 394 de 17 de setembro de 2001 e tem como finalidade a coordenação, em nível municipal, de todas as ações de defesa civil, nos períodos de normalidade e anormalidade.

Em termos de gestão urbana participativa, o Município conta com quatro conselhos instituídos, que discutem as políticas de habitação social,

planejamento urbano e ocupação do solo: o Conselho Municipal de Assistência, o Conselho Gestor do Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social, o Conselho Municipal de Meio Ambiente e o Conselho Municipal do Plano Diretor.

O Conselho Municipal de Assistência foi criado pela Lei Municipal nº 672 de 12 de abril de 2007 e está vinculado à Secretaria Municipal de Assistência Social. Ele trata basicamente de: definir as prioridades e atuar na formulação de estratégias e no controle da execução da Política de Assistência Social no âmbito municipal; estabelecer as diretrizes para elaboração do Plano Municipal de Assistência Social; efetuar a inscrição e aprovar os programas de assistência social das organizações não governamentais e dos órgãos governamentais de assistência social para fins de funcionamento; avaliar e fiscalizar os serviços de assistência social prestado à população por órgãos, entidades públicas e privadas no município; aprovar critérios para a programação financeira e orçamentária do Fundo Municipal de Assistência Social; e acompanhar e fiscalizar a gestão dos recursos, destinados à assistência social, avaliando os ganhos sociais e o desempenho dos programas e projetos aprovados e implementados.

O Conselho Gestor do Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social foi criado pela Lei Municipal nº 904 de 15 de abril de 2009 e tem como competência: estabelecer diretrizes e fixar critérios para a priorização de linhas de ação, alocação de recursos do FMHIS e atendimento dos beneficiários dos programas habitacionais, observado o disposto nesta Lei, a política e o plano municipal de habitação; aprovar orçamentos e planos de aplicação e metas anuais e plurianuais dos recursos do FMHIS; e fixar critérios para a priorização de linhas de ações.

O Conselho Municipal de Meio Ambiente, criado pela Lei Municipal nº 782 de 31 de março de 2008, tem como competência: articular e integrar as ações e atividades ambientais desenvolvidas no Município pelos órgãos e entidades diversos, municipais, estaduais, federais e/ou não governamentais; articular e integrar ações e atividades ambientais intermunicipais, favorecendo quaisquer instrumentos de cooperação; identificar e caracterizar os ecossistemas do

Município, definindo as funções específicas de seus componentes, as fragilidades, as ameaças, os riscos e os usos compatíveis; compatibilizar o desenvolvimento econômico e social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico, visando assegurar as condições da sadia qualidade de vida e do bem-estar da coletividade; estabelecer normas, critérios e padrões de emissão de efluentes e de qualidade ambiental, bem como normas relativas a uso e manejo de recursos ambientais, naturais ou não, adequando-os, permanentemente, em face da lei, de inovações tecnológicas e de alterações decorrentes da ação antrópica ou natural; e exercer, sob todas as formas, o poder de polícia administrativa, para condicionar, passiva ou ativamente e restringir o uso e gozo de bens, atividades e direitos individuais, em benefício da manutenção do equilíbrio ecológico, essencial à sadia qualidade de vida.

O Conselho Municipal do Plano Diretor foi criado pela Lei Municipal nº 801 de 23 de abril de 2008, sendo órgão consultivo e deliberativo em matéria de natureza urbanística e de política urbana, composto por representantes do Poder Público e da sociedade civil. Segundo a referida lei, o Conselho será vinculado ao Gabinete do Prefeito e compete a este: acompanhar a implementação do Plano Diretor, analisando e deliberando sobre questões relativas à sua aplicação; deliberar e emitir pareceres sobre proposta de alteração da Lei do Plano Diretor; acompanhar a execução de planos e projetos de interesse do desenvolvimento urbano, inclusive os planos setoriais; deliberar sobre projetos de lei de interesse da política urbana, antes de seu encaminhamento à Câmara Municipal; acompanhar a implementação dos instrumentos urbanísticos; e deliberar sobre as omissões e casos não perfeitamente definidos pela legislação urbanística municipal.

O risco geológico-geotécnico e hidrológico constitui um dos mais graves problemas que tornam uma moradia inadequada, juntamente com outros aspectos como a deficiência de infraestrutura, por exemplo. Sendo assim, o tratamento dessas questões no âmbito das políticas públicas deve se dar de forma integrada e, preferencialmente, a partir da coordenação do órgão responsável pela política habitacional, pois esse tipo de problema, em geral, se concentra territorialmente nos assentamentos de interesse social.

#### 6.4.2 Ações governamentais do município nas áreas urbana e habitacional

O município de Marechal Floriano possui poucos programas, planos e projetos em andamento ou que foram executados, sendo todos implantados a partir de convênio com o Governo Federal ou Estadual. Dentre eles está um convênio com o Ministério das Cidades e com a Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB), através do programa Minha Casa Minha Vida, a partir do qual serão construídas 32 (trinta e duas) habitações que atenderão famílias que foram removidas de áreas de risco, sendo executadas no bairro Santa Rita e em um terreno próximo ao cemitério municipal. Foram inscritas aproximadamente 1.000 (mil) famílias, entretanto somente 32 (trinta e duas) famílias serão contempladas. O contrato com a empreiteira já foi assinado e as obras deverão ser iniciadas em 2014.

Em 2013, foi iniciada a limpeza de rios e córregos, através de convênio com a Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB), que disponibilizou recurso para financiamento de horas trabalhadas de uma retro escavadeira, sendo feita a desobstrução do leito dos rios. A Secretaria Municipal de Meio Ambiente, em parceria com a Secretaria Municipal de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos, também têm por prática fazer a limpeza de galerias de drenagem, poços de visitas e bocas-de-lobo antes do período de chuva.

Além desses dois convênios descritos, foi informado em reunião com técnicos da Prefeitura Municipal que, em 2012, um convênio com o Ministério das Cidades possibilitou a construção da macrodrenagem do canal do Rio Jucu Braço Sul, obra essa que já está concluída.

Em se tratando de obras para erradicação de risco, é prática executar, através da Defesa Civil Municipal e da Secretaria Municipal de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos, obras de estabilização de encostas, tais como muros de

arrimo e taludes. Essas obras são viabilizadas a partir de convênios com o Governo Federal e Governo Estadual.

O município não possui nenhum Plano Urbanístico elaborado para orientação das ações a serem implementadas no município – Plano Municipal de Habitação de Interesse Social, Plano de Drenagem Urbana, Plano de Saneamento, etc. –, com exceção do Plano Diretor Municipal.

Conclui-se, que são poucas as iniciativas da Prefeitura Municipal em ações que atendam a famílias em áreas de risco, loteamentos com falta de infraestrutura, programas de saneamento, programas habitacionais e outros.

Em se tratando de situações de desastre e emergência, os técnicos da Prefeitura Municipal relataram que a cidade possui problemas com inundações e deslizamentos, mas as maiores perdas e desastres se dão nos pontos de deslizamentos.

A Defesa Civil do município ainda não efetua nenhum tipo de conscientização de moradores de áreas de risco no intuito de orientá-los sobre como agir no caso de ocorrência de um desastre; orientar sobre como lidar com edificações que se encontram em áreas de risco já formalizadas; e orientar em relação à prevenção quanto à formação de novos pontos de risco geológico. Também não é prática da Defesa Civil e da Secretaria Municipal de Assistência Social e Direitos Humanos realizar contato com as associações de moradores e/ou lideranças comunitárias, principalmente de áreas com vulnerabilidade social, para que sejam feitas vistorias técnicas nas moradias de áreas de risco geológico e hidrológico ou para que essas sejam assistidas pelo Poder Público Municipal.

O Município não possui abrigos para relocação de famílias, caso ocorra um desastre. Havendo alguma emergência e necessidade de remoção de uma família, esta será assistida pelo Aluguel Social, criado pela Lei Municipal nº 552 de 27 de outubro de 2205, no valor de R\$700,00 sendo disponibilizado por tempo indeterminado.

### 6.4.3 Legislação Federal, Estadual e Municipal

Os procedimentos de redução de risco abordados no presente trabalho compreendem ações interventivas a cargo do Município, com o apoio eventual dos demais entes políticos. Tais ações são instrumentalizadas mediante institutos de Direito Urbanístico, previstos na legislação brasileira e esses têm como norma fundamental a Constituição Federal, instituindo o direito social à moradia, o princípio da função social da propriedade urbana, a participação ativa da sociedade no processo de planejamento das cidades e a distribuição de competências executivas e legislativas sobre habitação e urbanismo. Esses instrumentos interventivos são instituídos, como norma geral, no Estatuto da Cidade.

A Lei Federal 10.257, de 10 de Julho de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade, regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelecendo diretrizes gerais e instrumentos da política urbana. Em seu art. 2º enumera as diretrizes gerais que devem ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, apontando questões como a garantia do direito a cidades sustentáveis, o direito à terra urbana, a gestão democrática da cidade e a urbanização de áreas ocupadas por populações de baixa renda, entre outras.

Um dos mais importantes instrumentos para os processos de urbanização de áreas ocupadas por populações de baixa renda é a instituição de Zonas Especiais de Interesse Social, ou ZEIS, que delimita áreas cuja função social é destinar-se à habitação de interesse social, ou seja, onde a população deve ser predominantemente de baixa renda. Quando delimitado um assentamento existente, além de viabilizar a adoção de normas legais específicas, compatíveis com a realidade destes assentamentos, para sua regularização fundiária, volta-se um olhar especial das políticas públicas focando na urbanização desse assentamento, a fim de garantir a infraestrutura necessária como água, esgotamento, drenagem, calçamento, e edificações em condições

legais, eliminando qualquer possibilidade das habitações estarem em área de risco.

Quanto à gestão democrática da cidade, o Estatuto da Cidade, em seu Capítulo IV, dispõe que deverão ser utilizados como instrumentos os órgãos colegiados de política urbana, os debates, consultas e audiências públicas, as conferências sobre assuntos de interesse urbano e a iniciativa popular de projeto de lei e de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano. Desta forma, entende-se que os processos de planejamento de risco em geral devem incorporar ações voltadas para a promoção da participação da população beneficiária.

Em se tratando de planejamento urbanístico local, segundo a Constituição Federal, é competência municipal promover o ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano. Tal ordenamento é definido no Plano Diretor, instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.

As legislações descritas nesse trabalho, no item específico, são legislações federais, estaduais e municipais mais diretamente relacionadas ao Direito Urbanístico, Habitação Social e que de alguma forma tem desdobramentos nas políticas para redução de risco e drenagem de águas pluviais e fluviais.

#### 6.4.3.1 Legislação Federal

No âmbito federal, os principais instrumentos legais que dão suporte às ações de redução de risco são a Constituição Federal, o Estatuto da Cidade, o Código Florestal, a Lei Federal de Parcelamento do Solo Urbano (Lei Federal 6.766/1979, alterada pela Lei Federal 9.785/1999), e a Lei Federal 11.977/2009. Diversos outros dispositivos legais são aplicáveis, no entanto, as primeiras são as mais diretamente relacionadas ao processo de redução de risco, habitações de baixa renda, regularização fundiária, assentamentos com falta de infraestrutura e outros relacionados ao tema do direito urbanístico.

#### 6.4.3.1.1 Estatuto da Cidade - Lei Federal nº 10.257/2001

A Lei Federal 10.257, de 10 de Julho de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade, regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelecendo diretrizes gerais e instrumentos da política urbana.

Em seu art. 2º enumera as diretrizes gerais que devem ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, apontando questões como a garantia do direito a cidades sustentáveis, o direito à terra urbana, a gestão democrática da cidade e a regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por populações de baixa renda, entre outras. Observa-se que dentre esses diretrizes são apresentados opções, cuja aplicação favorece o processo de redução de risco, portanto destacam-se algumas dessas:

I – garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;

II – gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano;

III – cooperação entre os governos, a iniciativa privada e os demais setores da sociedade no processo de urbanização, em atendimento ao interesse social;

IV – planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência,

(...)

VI – ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar:

(...)

b) a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;

c) o parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivos ou inadequados em relação à infraestrutura urbana;

(...)

f) a deterioração das áreas urbanizadas;

g) a poluição e a degradação ambiental;

h) a exposição da população a riscos de desastres.

(...)

XIV – regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda mediante o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação, consideradas a situação socioeconômica da população e as normas ambientais;

XVI – isonomia de condições para os agentes públicos e privados na promoção de empreendimentos e atividades relativos ao processo de urbanização, atendido o interesse social.

O Capítulo II – Dos Instrumentos da Política Urbana – passa a delimitar instrumentos que devem ser utilizados para alcançar as diretrizes gerais desse Estatuto. Destacam-se os Planos nacionais, regionais, estaduais e municipais, que devem contribuir com a normatização e controle do uso e ocupação do solo, e também os Instrumentos Jurídicos e Políticos, que regulamentam as Zonas Especiais de Interesse Social, as Unidades de Conservação, a Regularização Fundiária, entre outros:

Art. 4º Para os fins desta Lei serão utilizados, entre outros instrumentos:

I – planos nacionais, regionais e estaduais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social;

II – planejamento das regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões;

III – planejamento municipal, em especial:

a) plano diretor;

b) disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo;

c) zoneamento ambiental;

(...)

IV – institutos tributários e financeiros:

a) imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana - IPTU;

b) contribuição de melhoria;

c) incentivos e benefícios fiscais e financeiros;

V – institutos jurídicos e políticos:

a) desapropriação;

(...)

- e) instituição de unidades de conservação;
- f) instituição de zonas especiais de interesse social;
- g) concessão de direito real de uso;
- h) concessão de uso especial para fins de moradia;
- i) parcelamento, edificação ou utilização compulsórios;
- (...)
- m) direito de preempção;
- n) outorga onerosa do direito de construir e de alteração de uso;
- o) transferência do direito de construir;
- p) operações urbanas consorciadas;
- q) regularização fundiária;
- r) assistência técnica e jurídica gratuita para as comunidades e grupos sociais menos favorecidos;

As Seções seguintes, pertencentes a esse capítulo, descrevem com detalhes a utilização de cada um dos instrumentos listados.

O Capítulo III diz respeito à importância e objetivos de um Plano Diretor. O Art. 39º e 40º descrevem:

Art. 39. A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor, assegurando o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas, respeitadas as diretrizes previstas no art. 2º desta Lei.

Art. 40. O plano diretor, aprovado por lei municipal, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.

Segundo o Art. 41º torna-se obrigatório a elaboração de Plano Diretor em municípios incluídos no cadastro nacional com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos.

Art. 42-A. Além do conteúdo previsto no art. 42, o plano diretor dos Municípios incluídos no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos deverá conter:

I - parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo, de modo a promover a diversidade de usos e a contribuir para a geração de emprego e renda;

II - mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos;

III - planejamento de ações de intervenção preventiva e realocação de população de áreas de risco de desastre;

IV - medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres; e

V - diretrizes para a regularização fundiária de assentamentos urbanos irregulares, se houver, observadas a Lei no 11.977, de 7 de julho de 2009, e demais normas federais e estaduais pertinentes, e previsão de áreas para habitação de interesse social

por meio da demarcação de zonas especiais de interesse social e de outros instrumentos de política urbana, onde o uso habitacional for permitido.

§ 1º A identificação e o mapeamento de áreas de risco levarão em conta as cartas geotécnicas.

§ 2º O conteúdo do plano diretor deverá ser compatível com as disposições insertas nos planos de recursos hídricos, formulados consoante a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

#### 6.4.3.1.2 Parcelamento do Solo Urbano - Lei Federal nº 6.766/1979

A Lei Federal 6.766, de 19 de Dezembro de 1979, alterada pela Lei Federal 9.875/1999, dispõe sobre o parcelamento do solo urbano no país, fixando as áreas não passíveis de parcelamento e os requisitos urbanísticos mínimos a serem atendidos pelos loteadores.

Segundo o §5º do Art. 2º, todo o parcelamento urbano deve conter a seguinte infraestrutura básica: equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação. Já os parcelamentos situados em Zonas de habitação de Interesse Social, segundo o §6º, devem ter as vias de circulação, escoamento das águas pluviais, rede para o abastecimento de água potável, e soluções para o esgotamento sanitário e para a energia elétrica domiciliar.

O art. 3º permite o parcelamento do solo para fins urbanos apenas em zonas urbanas ou de expansão urbana fixadas por lei municipal, listando a seguir as áreas onde não será permitido o parcelamento:

- I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;
- II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;
- III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;
- IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;
- V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

Nos art. 4º e 5º são estabelecidos os requisitos urbanísticos para o loteamento do solo, fixando-se, entre outros, o lote mínimo de 125 m<sup>2</sup>, com frente mínima de 5 m e o percentual mínimo da gleba a ser destinado ao sistema de circulação, à implantação de equipamentos urbanos e comunitários e aos espaços livres de uso público, que deverá ser fixado pelo Município. Prevê também a reserva de faixa *non aedificandi* mínima de 15 m de largura ao longo de águas correntes e dormentes e ao longo das faixas de domínio de rodovias, ferrovias e dutos:

Art. 4º. Os loteamentos deverão atender, pelo menos, aos seguintes requisitos:

- I - as áreas destinadas a sistemas de circulação, a implantação de equipamento urbano e comunitário, bem como a espaços livres de uso público, serão proporcionais à densidade de ocupação prevista pelo plano diretor ou aprovada por lei municipal para a zona em que se situem.

II - os lotes terão área mínima de 125m<sup>2</sup> (cento e vinte e cinco metros quadrados) e frente mínima de 5 (cinco) metros, salvo quando o loteamento se destinar a urbanização específica ou edificação de conjuntos habitacionais de interesse social, previamente aprovados pelos órgãos públicos competentes;

III - ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias e ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não-edificável de 15 (quinze) metros de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica;

IV - as vias de loteamento deverão articular-se com as vias adjacentes oficiais, existentes ou projetadas, e harmonizar-se com a topografia local.

§ 1º A legislação municipal definirá, para cada zona em que se divida o território do Município, os usos permitidos e os índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo, que incluirão, obrigatoriamente, as áreas mínimas e máximas de lotes e os coeficientes máximos de aproveitamento.

(...)

Art. 5º. O Poder Público competente poderá complementarmente exigir, em cada loteamento, a reserva de faixa *non aedificandi* destinada a equipamentos urbanos.

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

A Lei Federal 11.977, de 07 de julho de 2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas, tem por finalidade, em se tratando do PMCMV, criar mecanismos de incentivo à produção e aquisição de novas unidades habitacionais ou requalificação de imóveis urbanos e produção ou reforma de habitações rurais, para famílias com renda mensal de até R\$ 4.650,00 (quatro mil, seiscentos e cinquenta reais). Essas poderão ser executadas a partir do Programa Nacional de Habitação Urbana (PNHU) ou pelo Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR).

Em relação à regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas, a Lei 11.977/2009 tem por finalidade atender ao conjunto de medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais que visam à regularização de assentamentos irregulares e à titulação de seus ocupantes, de modo a garantir o direito social à moradia, o pleno desenvolvimento das funções sociais da propriedade urbana e o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Art. 48. Respeitadas as diretrizes gerais da política urbana estabelecidas na Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001, a regularização fundiária observará os seguintes princípios:

I – ampliação do acesso à terra urbanizada pela população de baixa renda, com prioridade para sua permanência na área ocupada, assegurados o nível adequado de habitabilidade e a melhoria das condições de sustentabilidade urbanística, social e ambiental;

II – articulação com as políticas setoriais de habitação, de meio ambiente, de saneamento básico e de mobilidade urbana, nos diferentes níveis de governo e com as iniciativas públicas e privadas, voltadas à integração social e à geração de emprego e renda;

III – participação dos interessados em todas as etapas do processo de regularização;

IV – estímulo à resolução extrajudicial de conflitos; e

V – concessão do título preferencialmente para a mulher.

Essa Lei Federal vem no sentido de complementar os instrumentos, diretrizes e objetivos do Estatuto da Cidade, trazendo normas gerais de Direito Urbanístico especificamente sobre regularização fundiária, garantindo o direito à cidade e à moradia.

#### 6.4.3.1.4 Proteção de Vegetação Nativa - Lei Federal nº 12.651/2012

A Lei Federal 12.651, de 15 de maio 2012, que dispõe sobre a Proteção de Vegetação Nativa, traz determinações a respeito da proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

Art. 3º - Para os efeitos desta Lei, entende se por:

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

(...)

VI - uso alternativo do solo: substituição de vegetação nativa e formações sucessoras por outras coberturas do solo, como atividades agropecuárias, industriais, de geração e transmissão de energia, de mineração e de transporte, assentamentos urbanos ou outras formas de ocupação humana;

(...)

IX - interesse social:

d) a regularização fundiária de assentamentos humanos ocupados predominantemente por população de baixa renda em áreas urbanas consolidadas, observadas as condições estabelecidas na Lei no 11.977, de 7 de julho de 2009;

(...)

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

(...)

Art. 6º Consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando declaradas de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a uma ou mais das seguintes finalidades:

I - conter a erosão do solo e mitigar riscos de enchentes e deslizamentos de terra e de rocha;

II - proteger as restingas ou veredas;

III - proteger várzeas;

IV - abrigar exemplares da fauna ou da flora ameaçados de extinção;

V - proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico, cultural ou histórico;

VI - formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;

VII - assegurar condições de bem-estar público;

VIII - auxiliar a defesa do território nacional, a critério das autoridades militares.

#### 6.4.3.1.5 Política Nacional de Meio Ambiente - Lei Federal nº 6.938/1981

A Lei Federal 6.938, de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. São princípios dessa Política:

- I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;
- II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;
- III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;
- IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;
- V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;
- VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII - recuperação de áreas degradadas;

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X - educação ambiental a todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitar-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Fica o Poder Público Municipal responsável por controlar e fiscalizar atividades capazes de promover a degradação ambiental.

#### 6.4.3.1.6 Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei Federal nº 9.433/1997

A Lei Federal 9.433, de janeiro de 1997, que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos, tem por objetivo assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Em seu Art. 3º a Lei Federal 9.433/1997 estabelece algumas diretrizes a fim de alcançar os objetivos dessa lei e algumas delas estão diretamente relacionadas ao uso e ocupação do solo: a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País; a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental; e a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo.

#### 6.4.3.1.7 Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei Federal nº 12.305/2010

A Lei Federal 12.305, de agosto de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. O Art. 7º dessa lei destaca os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, são eles, entre outros:

- I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
- (...)
- VII - gestão integrada de resíduos sólidos;
- VIII - articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;
- (...)
- X - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos

custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira;

Cabe ao Poder Público Municipal a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados em seu território.

Art. 47. São proibidas as seguintes formas de destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos:

I - lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos;

II - lançamento *in natura* a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração;

#### 6.4.3.1.8 Saneamento Básico - Lei Federal nº 11.445/2007

A Lei Federal 11.455, de janeiro de 2007, estabelece diretrizes de saneamento básico, devendo-se seguir os seguintes princípios básicos, regulamentados no Art. 2º:

I - universalização do acesso;

II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos

realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;

V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;

VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;

IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;

X - controle social;

XI - segurança, qualidade e regularidade;

XII - integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

Destaca-se o Art. 3º, que define o conceito de Saneamento Básico para essa Lei:

I - saneamento básico: conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
- d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;

O Art. 7º regulamenta sobre o serviço de limpeza e manejo de resíduos sólidos urbanos pelo poder público, delimitando as atividades que deverão ser exercidas pelo poder público a fim de garantir esse serviço:

Art. 7º Para os efeitos desta Lei, o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas seguintes atividades:

I - de coleta, transbordo e transporte dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;

II - de triagem para fins de reúso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;

III - de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

#### 6.4.3.2 Legislação Estadual

##### 6.4.3.2.1 Parcelamento do Solo Urbano - Lei Estadual nº 7.943/2004

A Lei Estadual 7.943, de julho de 2004, dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos no Estado do Espírito Santo, devendo-se ater a essa lei os seguintes casos: parcelamentos localizados em área de interesse especial; parcelamentos localizados em áreas limítrofes de municípios, ou quando parte pertencer a outro município; parcelamentos com área superior a 1.000.000 m<sup>2</sup> (um milhão de metros quadrados); e parcelamentos localizados na Região Metropolitana da Grande Vitória. Destaca-se no Art. 2º como áreas de interesse especial as áreas compreendidas no entorno das Lagoas Juparanã e Juparanã-Mirim ou Lagoa Nova, situadas nos Municípios de Linhares, Sooretama e Rio Bananal; a área dos atuais distritos localizados ao longo do litoral do Estado; e a área dos municípios da região de montanha.

Observa-se que toda a Legislação Estadual encontra-se baseada na Lei Federal nº 6.766/1979. Segundo o Art 8º, somente será permitido o parcelamento do solo

para fins urbanos em zonas urbanas, ou de expansão urbana e, segundo o Art. 9º não será permitido o parcelamento:

Art. 9º Não será permitido o parcelamento do solo:

I - em terrenos alagadiços ou sujeitos à inundações, salvo parecer favorável do órgão estadual de conservação e proteção do meio ambiente;

II - em terrenos de mangues e restingas, antes de parecer técnico favorável do órgão estadual de proteção e conservação do meio ambiente;

III - em terrenos que tenham sido aterrados com lixo ou material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;

IV - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas as exigências da autoridade competente;

V - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;

VI - em áreas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até sua correção;

VII - em unidades de conservação e em áreas de preservação permanente, definidas em legislação federal, estadual e municipal, salvo parecer favorável do órgão estadual de conservação e proteção ao meio ambiente;

VIII - em terrenos que não tenham acesso à via ou logradouros públicos;

IX - em sítios arqueológicos definidos em legislação federal, estadual ou municipal;

X - nas pontas e pontais do litoral e nos estuários dos rios, numa faixa de 100 m (cem metros) em torno das áreas lacustres.

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

A Lei Complementar Estadual nº 488, de julho de 2009, cria o Instituto de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Estado do Espírito Santo (IDURB – ES) autarquia com personalidade jurídica de direito público interno, patrimônio próprio, com autonomia técnica, administrativa e financeira, vinculado à Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano - SEDURB. Segundo o Art.2º da referida Lei o IDURB deverá atuar:

I - atuar no planejamento, na gestão e na implementação das políticas de habitação de interesse social e de desenvolvimento urbano, em consonância com as políticas municipais e da União, nas áreas urbanas e rurais do Estado do Espírito Santo;

II - atuar na implementação de obras de infraestrutura urbana e rural nas áreas de saneamento;

III - atuar na implementação de obras de infraestrutura urbana e rural de estradas e vias municipais, sempre que houver delegação de competência para tal;

IV - atuar na implementação de obras de infraestrutura urbana e rural de prevenção ou mitigação dos efeitos de cheias ou secas;

V - atuar na implementação de obras de edificações, espaços e equipamentos públicos;

VI - executar as ações deliberadas pelo Conselho Gestor do Fundo Estadual de Habitação e subsidiar o mesmo com as informações e estudos necessários para tomada de decisões;

VII - promover a gestão de créditos imobiliários, quando houver, decorrentes de cessões de unidades produzidas ou reformadas, ou de materiais de construção custeados com recursos do Fundo Estadual de Habitação de Interesse Social - FEHAB;

VIII - propor e celebrar convênios, protocolos de intenções, concessões, acordos, contratos, termos de ajustes, com os integrantes das administrações públicas direta e indireta, com pessoa jurídica de direito privado, associações e organizações não governamentais e outros procedimentos congêneres ou assemelhados;

IX - atuar de forma proativa com vistas a buscar a remoção dos obstáculos da legislação fundiária, cartorária, urbanística e ambiental, de modo a permitir a ampla execução de programas de regularização e integração de assentamentos precários;

X - identificar e formular planos e projetos direcionados à captação de recursos financeiros em instituições de âmbito nacional e internacional;

XI - prestar apoio técnico e administrativo ao Conselho Gestor do Fundo Estadual de Habitação de interesse social.

#### 6.4.3.2.3 Instituto Estadual de Meio Ambiente - Lei Estadual nº 4.886/1994

A Lei Estadual nº 4.886, de janeiro de 1994, 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.

Art. 2º - Ao Instituto Estadual do Meio Ambiente - IEMA, compete a execução da política estadual do meio ambiente através de estudos, controle, fiscalização, licenciamento e monitoramento dos recursos hídricos, atmosféricos, minerais e naturais, e a condução das atividades relativas ao zoneamento e educação ambiental.

#### 6.4.3.2.4 Política Florestal do Estado - Lei Estadual nº 5.361/1996

A Lei nº 5.461, de dezembro de 1996, dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Espírito Santo, e tem como princípio geral promover e incrementar a preservação, conservação, recuperação, ampliação e utilização apropriada das florestas, dentro de um contexto de desenvolvimento sustentado, visando o atendimento das necessidades econômicas, sociais, ambientais e culturais, das gerações atuais e futuras.

Dentro dos Objetivos da Política Florestal, inscritos no Art. 3º, destacam-se:

I - promover a compatibilização das ações e atividades da política florestal com a Políticas

Fundiária, Agrícola de Meio Ambiente e de Desenvolvimento Urbano e Regional;

(...)

III - estabelecer diretrizes e normas relativas ao uso e ocupação do solo pelas atividades florestais;

IV - promover e estimular a conservação, proteção e recuperação dos solos e manejo integrado de pragas e doenças;

V - promover e estimular a conservação, proteção, recuperação e utilização apropriada dos recursos hídricos;

(...)

XXVIII - garantir a participação da sociedade civil nos processos de planejamento, de decisão e de implementação da política florestal.

#### 6.4.3.2.5 Política Estadual de Recursos Hídricos - Lei Estadual nº 5.818/1998

A Lei nº 5.818, de dezembro de 1998, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, tem como objetivo o gerenciamento da proteção, conservação, recuperação e do desenvolvimento das águas do domínio do Estado. Segundo o Art. 3º essa Política deve garantir:

I. assegurar padrões de qualidade adequados aos usos e melhorar o aproveitamento socioeconômico, integrado e harmônico da água;

- II. garantir à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade;
- III. compatibilizar o desenvolvimento econômico e social com a proteção do meio ambiente;
- IV. promover a articulação entre União, Estados vizinhos, Municípios, sociedade civil organizada e iniciativa privada, visando à integração de esforços para soluções regionais de proteção, conservação e recuperação dos corpos de água;
- V. garantir a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vista ao desenvolvimento sustentável;
- VI. assegurar a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural, ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais;
- VII. manter os ecossistemas do território estadual; e
- VIII. garantir a saúde e a segurança públicas.

Segundo o Art. 4º, que institui diretrizes para a Política de Recursos Hídricos, é importante integrar a gestão das águas com o meio ambiente inserido e com o uso e ocupação do solo. Deve-se ainda haver uma preocupação com o controle de cheias, a prevenção de inundações, a drenagem e a correta utilização das várzeas, além de um zoneamento das áreas inundáveis, com restrição a usos incompatíveis nas sujeitas a inundações frequentes, e a manutenção da capacidade de infiltração do solo.

#### 6.4.3.2.6 Política Estadual de Resíduos Sólidos - Lei Estadual nº 9.264/2009

A Lei nº 9.264, de julho de 2009, dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios, fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos para a Gestão Integrada, Compartilhada e Participativa de Resíduos Sólidos, com vistas à redução, ao reaproveitamento e ao gerenciamento adequado dos resíduos sólidos; à prevenção e ao controle da poluição; à proteção e à recuperação da qualidade do meio ambiente e à promoção da saúde pública, assegurando o uso adequado dos recursos ambientais no Estado do Espírito Santo, a promoção do Econegócio e a Produção Mais Limpa.

O Art. 3º dessa Lei descreve seus objetivos, portanto destacam-se alguns deles:

- I -reduzir a quantidade e a nocividade dos resíduos sólidos;
- II -erradicar as destinações e disposição inadequadas de resíduos sólidos;
- III -assegurar o uso sustentável, racional e eficiente dos recursos naturais;
- IV -promover o fortalecimento de instituições para a gestão sustentável dos resíduos sólidos;
- V-assegurar a preservação e a melhoria da qualidade do meio ambiente, da saúde pública e a recuperação das áreas degradadas por resíduos sólidos;
- VI -reduzir os problemas ambientais e de saúde pública gerados pelas destinações inadequadas;
- (...)
- XII -promover a Gestão Integrada, Compartilhada e Participativa dos Resíduos Sólidos através da parceria entre o Poder Público, sociedade civil e iniciativa privada;

XIII -compatibilizar o gerenciamento de resíduos sólidos com o gerenciamento dos recursos hídricos, com o desenvolvimento regional e com a proteção ambiental;

XV -incentivar a parceria entre Estado, municípios e entidades particulares para a capacitação técnica e gerencial dos profissionais envolvidos na cadeia de resíduos sólidos;

O Art. 10º proíbe a destinação final dos resíduos sólidos em locais inadequados ao solo, com possibilidade de infiltração e sem tratamento prévio; em áreas de proteção especial e área inundáveis; nos cursos hídricos; e em sistemas de drenagem de águas pluviais, de esgotos, terrenos baldios, margens de vias públicas e assemelhados.

#### 6.4.3.2.7 Política Estadual de Saneamento Básico - Lei Estadual nº 9.096/2008

A Lei nº 9.096, de dezembro de 2008, dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento Básico e define os princípios básicos dessa Política em seu Art. 2º:

I - universalização do acesso;

II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades maximizando a eficácia das ações e resultados;

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública e à proteção ao meio ambiente;

IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;

(...)

VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

(...)

XII - integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

#### 6.4.3.3 Legislação Municipal

##### 6.4.3.3.1 Plano Diretor Municipal – Lei Municipal nº 801/2008

O Plano Diretor Municipal de Marechal Floriano está instituído na Lei Municipal nº 801 de 23 de abril de 2008 e, segundo o art. 1º, é o instrumento global e estratégico da implementação da política municipal de desenvolvimento econômico, social, urbano e ambiental ao município de Marechal Floriano, em consonância com o que dispõe o artigo 182 da Constituição Federal, a Lei 10.257, de 10 de julho de 2001, a Lei estadual 7.943 de 16 de dezembro de 2004

e a Lei Orgânica do Município. São princípios fundamentais deste Plano Diretor, segundo o art. 3º:

I - Justiça social e redução das desigualdades sociais e regionais;

(...)

III - Direito universal à cidade, compreendendo o direito à terra urbana, à moradia digna, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte, aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer;

IV - Realização das funções sociais da cidade e cumprimento da função social da propriedade;

(...)

VI - A proteção das áreas especiais de interesse social, urbanístico ou ambiental, para as quais será exigido aproveitamento adequado nos termos previstos na Constituição Federal;

VII - Fortalecimento do setor público, recuperação e valorização das funções de planejamento, articulação e controle;

VIII - Participação da população nos processos de decisão, planejamento, gestão, implementação e controle do desenvolvimento urbano.

O Capítulo IV trata das Diretrizes e Estratégias da Política Territorial, sendo importante destacar o art. 11º, que delimita as seguintes diretrizes:

III - Manter o mapeamento do uso do solo do município com identificação e delimitação das áreas ambientalmente frágeis e daquelas dotadas de

potencial de exploração agrícola atualizado periodicamente para que se promova um processo permanente de planejamento ambiental;

(...)

VIII - Aplicar os instrumentos de gestão da política urbana do Estatuto da Cidade para a implantação de políticas fundiárias e dos programas, projetos e ações estratégicas;

IX - Rever, atualizar e aperfeiçoar as leis que se referem ao uso e ocupação do solo para sua melhor adequação à cidade que se deseja construir com base nesta lei;

(...)

XIII - Promover a justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do processo de desenvolvimento urbano;

A Seção I regulamenta a Política de Uso e Ocupação do Solo, portanto ficam definidas, em seu art. 12º, as seguintes diretrizes:

I - Planejamento do desenvolvimento, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas de modo a prevenir e corrigir as distorções de crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;

(...)

V - Justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do processo de urbanização;

(...)

VII - Regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda mediante o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação, considerando a situação socioeconômica da população e as normas ambientais;

(...)

IX - Gestão democrática por meio de participação da população;

(...)

XII - Implementação dos instrumentos para o uso e ocupação do solo;

XIII - Implementação dos instrumentos para o parcelamento da terra;

A Seção II trata da Política de Habitação do município e o art. 16º determina as diretrizes, que devem ser seguidas no momento da implantação de programas de habitações de interesse social:

IV - Firmar convênio com conselhos de entidades de classe para garantir a qualidade das construções da população de baixa renda mediante a aplicação de um programa de engenharia pública, orientação à população quanto às normas legais de construção de forma a alcançar melhor resultado na qualidade de habitação e na paisagem urbana;

V - Apoiar e desenvolver programas de cooperativas de habitação popular mediante assessoramento para a obtenção de melhores padrões de assentamento, o aperfeiçoamento técnico de suas equipes e a

consecução dos objetivos de proporcionar moradia de qualidade e custo justo;

VI - Definir zonas de interesse social (ZEIS) para a promoção de habitação de interesse social, reurbanização e regularização fundiária de áreas com moradias precárias ocupadas por população de baixa renda;

VII - Desenvolver programas de transferência das habitações localizadas em áreas de risco;

A Seção III institui a Política Ambiental, onde deverá ser promovida a valorização, o planejamento e o controle do meio ambiente seguindo as diretrizes do art. 17º:

III - Criar os instrumentos necessários ao exercício das funções de planejamento, controle, Licenciamento Ambiental e fiscalização de todas as atividades que tenham interferência com o meio ambiente do município;

(...)

V - Monitorar e controlar o uso dos solos urbano e rural, a poluição do ar, água, solo, conforme a legislação federal;

VI - Mapear as áreas ambientais frágeis, de forma a especificar os usos adequados relativos ao solo, procurando preservar ou restabelecer a vegetação original;

VII - Delimitar áreas de interesse para preservação ecológica e de proteção aos mananciais de água;

(...)

XI - Criar um sistema municipal de coleta e disposição adequada do entulho, divulgando esses programas de maneira a evitar que o entulho de construções e de poda de vegetação seja disposto irregularmente em terrenos vazios e sítios rurais;

(...)

XV - Preservar as áreas ambientalmente frágeis ocupadas e recuperar as degradadas, especialmente as margens de córregos urbanos, as encostas e as áreas de notável valor paisagístico;

(...)

Art. 19 - O Município promoverá a proteção e conservação das florestas e demais formas de vegetação natural, consideradas de preservação permanente por força do artigo 2º da Lei Federal nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965, situadas:

I - Ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

a) de 30 m (trinta metros) para os cursos d'água de menos de 10 m (dez metros) de largura;

b) de 50 m (cinqüenta metros) para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 m (cinqüenta metros) de largura;

c) de 100 m (cem metros) para os cursos d'água que tenham de 50 (cinqüenta) a 200 m (duzentos metros) de largura;

(...)

II - Ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

III - Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 m (cinquenta metros) de largura;

IV - Nos topos dos morros e montes;

V - Nas encostas, ou partes destas, com declividade superior a 45º (quarenta e cinco graus), equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

O Título III trata do Ordenamento Territorial e o Capítulo II institui o Macrozoneamento e Zoneamento municipal, estando definidas, no art. 36º a Macrozona Urbana e de Expansão Urbana (MUEU) e a Macrozona Rural e de Proteção Ambiental (MRPA):

Art. 37 - A Macrozona Urbana e de Expansão Urbana caracteriza-se por áreas dotadas de média ou boa infraestrutura com alta incidência de usos habitacionais, comércios e prestação de serviços que requeiram uma qualificação urbanística, tendo maior potencialidade para atrair investimentos imobiliários em áreas com vazios urbanos.

Art. 39 - A Macrozona Rural e de Proteção Ambiental é composta por áreas com características rurais, existência de pequenas vilas urbanas, baixa densidade populacional, rede precária de infraestrutura, predominantemente agrícola e que se confunde com áreas verdes de matas, florestas e recursos hídricos. E ainda é área de grande atrativo turístico e de lazer onde se localizam muitos sítios e

chácaras para tal fim, além de possuir uma zona especial de interesse turístico e cultural.

O Capítulo III institui as Zonas de Uso, estando definidas em seu art. 42º, as Zonas da Macrozona Urbana e de Expansão Urbana, sendo: a Zona Residencial, com predominância de uso para moradias unifamiliares ou multifamiliares e as atividades de apoio a esse uso; a Zona Comercial e de Serviços, onde prevalecem as atividades comerciais e de prestação de serviços, classificadas de acordo com as intensidades dessas atividades; a Zona de Uso Misto, onde as atividades residenciais, comerciais, de serviços, industriais e agrícolas, compatíveis entre si, coexistem, sem a predominância de qualquer dessas atividades; e a Zona de Expansão Urbana, que é aquela propícia ao desenvolvimento da cidade como terrenos não edificados, não utilizados ou subutilizados situados dentro do perímetro urbano.

O art. 43º define as Zonas da Macrozona Rural e de Proteção Ambiental, sendo a Zona Agrícola e a Zona Ambiental. Destacam-se as características da Zona Ambiental, sendo áreas públicas ou privadas destinadas à proteção e recuperação da paisagem e do meio ambiente e caracterizam-se por áreas destinadas a proteção ambiental, como topos de morros, áreas com declividade maior que 45%, nascentes, margens de cursos d'água, florestas de vegetação primária, fragmentos florestais em estágio médio e avançado de regeneração, áreas de várzeas, que estão sob a proteção legal do Código Florestal e de leis estaduais, ou aquelas demarcadas para estabelecimento de corredores verdes, não apenas restrita ao maciço florestal, criando um ambiente de preservação contínuo e coerente, que ajuda a reprodução da fauna e flora.

O Capítulo IV define, ainda dentro do zoneamento municipal, as Zonas Especiais, que compreendem áreas que exigem tratamento diferenciado na definição de parâmetros reguladores de uso e ocupação do solo, sendo: a Zona Especial de Interesse Social (ZEIS); a Zona Especial de Interesse Turístico e Cultural (ZEITC); a Zona Especial de Interesse Industrial (ZEII); a Zona Especial de Interesse Público (ZEIP); a Zonas Especiais de Interesse Ambiental (ZEIA); e a Zona Especial de Interesse Urbanístico (ZEIU). Destacam-se as

características de algumas dessas Zonas, de maior interesse para este diagnóstico do Plano Diretor de Águas Pluviais e do Plano de Redução de Risco Geológico:

Art. 45 - As Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS compõem-se de áreas onde é necessário promover a regularização urbanística e fundiária de assentamentos habitacionais com população de baixa renda, existentes e consolidados, bem como de áreas livres que possibilitem o desenvolvimento de programas habitacionais de interesse social.

(...)

Art. 49 - Zonas Especiais de Interesse Ambiental - ZEIA são áreas públicas ou privadas destinadas à proteção e recuperação da paisagem e do meio ambiente.

O Título III trata do Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo e a Seção I regulamenta a respeito da ocupação do lote pelas edificações. Fica definido em seu art. 57º, que a taxa de ocupação máxima da área do lote será de 70%; e fica definido no art. 63º, que a taxa de permeabilidade do lote deverá ser de, no mínimo, 10%. Nos casos de lotes com 20% de declividade, a taxa de permeabilidade será de 20%.

O art. 83º define que não será permitido o parcelamento do solo: em terrenos alagadiços ou sujeitos à inundação, salvo parecer favorável do órgão estadual de conservação e proteção do meio ambiente; em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação; em unidades de conservação e em áreas de preservação permanente, definidas em legislação federal, estadual e municipal; onde mais de 30% (trinta por cento) da área da gleba tenha declividade superior a 35% (trinta e cinco por cento).

Torna-se obrigatório, a partir do art 84º, a instalação de infraestrutura urbana no momento da implantação do loteamento: sistema de coleta, tratamento e

disposição de esgoto sanitário; sistema de escoamento das águas pluviais; sistema de abastecimento de água potável; rede de energia elétrica; vias de circulações pavimentadas.

Art. 86 - Na elaboração e aprovação do projeto de parcelamento serão obedecidas as seguintes proporções entre a área dos lotes e declividade:

I – Entre zero e 20% (vinte por cento) de declividade – lotes com área mínima de 300,00 m (trezentos metros quadrados) e testada mínima de 12 m (doze metros) na Macrozona Urbana;

II – Entre 20% (vinte por cento) e 30% (trinta por cento) de declividade – lotes com área mínima de 600 m (seiscentos metros quadrados) e testada mínima de 15,00 m (quinze metros) na Macrozona Urbana;

III – Acima de 30% (trinta por cento) e até 40% (quarenta por cento) de declividade – lotes com área mínima de 1000,00 m (mil metros quadrados) e testada mínima de 20,00 m (vinte metros) na Macrozona Urbana.

O Título IV trata dos Instrumentos da Política Urbana, instituindo no Capítulo I o Parcelamento, Edificação ou Utilização Compulsório. Segundo o art. 98º todo imóvel não edificado, subutilizado ou não utilizado, localizado na Macrozona Urbana e de Expansão Urbana, é passível de parcelamento, edificação ou utilização compulsória. Os imóveis nas condições descritas serão notificados pelo Poder Executivo Municipal e, no prazo de um ano, deverão ser protocolados os pedidos de aprovação e execução de parcelamento ou edificação.

Em caso de descumprimento das etapas e prazos do parcelamento, edificação ou utilização compulsório, serão aplicadas alíquotas progressivas do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbano (IPTU) pelo prazo de cinco anos consecutivos até que o proprietário cumpra com a obrigação de parcelar, edificar

ou utilizar, conforme o caso. Decorridos os 05 (cinco) anos de cobrança do IPTU Progressivo no Tempo sem que o proprietário tenha cumprido a obrigação de parcelamento, edificação e utilização, o Município poderá proceder a desapropriação do imóvel com pagamento em títulos da dívida pública.

O Capítulo V trata das Operações Urbanas Consorciadas, que são um conjunto de intervenções e medidas coordenadas pelo município, com a participação dos proprietários, moradores, usuários permanentes e investidores privados e com o objetivo de alcançar transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e a valorização ambiental, ampliando os espaços públicos, melhorias de infra-estrutura e sistema viário, num determinado perímetro contínuo ou descontinuado. As operações urbanas consorciadas podem ser aplicadas com o objetivo de implantação de programas para habitação de interesse social, melhorias estruturais, de infraestrutura viária e sanitária, entre outras.

O Capítulo VI institui o Consórcio Imobiliário, por meio do qual o Poder Executivo Municipal poderá viabilizar empreendimentos de habitação de interesse social. A partir desse instrumento, o proprietário poderá transferir ao Poder Público municipal o seu imóvel e, após a realização das obras, recebe como pagamento, unidades imobiliárias devidamente urbanizadas ou edificadas.

O Capítulo VI regulamenta o Direito de Preferência, por meio do qual o Poder Público poderá exercer o Direito de Preferência para aquisição de imóvel urbano objeto de alienação onerosa entre particulares, sempre que necessitar de áreas para regularização fundiária, ordenamento e direcionamento da expansão urbana, criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental, entre outros.

Por fim, o Título V trata da Gestão Política criando, portanto, o Sistema Municipal de Planejamento e Gestão, instituindo estruturas e processos democráticos e participativos, que visam permitir o desenvolvimento de um processo contínuo, dinâmico e flexível de planejamento e gestão da política urbana.

#### 6.4.3.3.2 Código de Obras – Lei Municipal nº 168/1995

A Lei Municipal nº 168 de 30 de dezembro de 1995 institui o Código de Obras de Marechal Floriano, devendo se aplicar a todas as construções, projetos, arruamentos, loteamentos e assuntos correlatos. Segundo o art. 3º toda e qualquer construção, reconstrução, reforma, acréscimo, demolição, instalações públicas e particulares, só poderão iniciar após cumprir todas as exigências relativas, contidas nesta lei, através da expedição do alvará competente. O alvará será concedido atendendo a requerimento dirigido à Secretaria Municipal de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos.

O art 35º determina que toda obra de particular deverá ser fiscalizada pela Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos, através de seu secretário e seus agentes fiscalizadores, durante a execução da construção, até seu término. Depois de finalizada a construção, a mesma Secretaria deverá ser informada e emitirá o Alvará de Habite-se.

Destacam-se alguns outros Capítulos deste Código de Obras, tais como o Capítulo XII que trata dos gabaritos. O art 86º define que serão permitidas construções de edifícios seguindo as seguintes diretrizes:

- I – Em terrenos de até 300m<sup>2</sup> = 03 pavimentos
- II – Em terrenos entre 300m<sup>2</sup> à 600m<sup>2</sup> = 04 pavimentos
- III – Em terrenos entre 600m<sup>2</sup> à 900m<sup>2</sup> = 06 pavimentos
- IV – Em terrenos acima de 900m<sup>2</sup> = 08 pavimentos

O Capítulo XXIV trata das obras complementares, tais como os arrimos de terra, valas e escoamento de águas. Segundo o art 308º, será obrigatória a execução de obras de arrimo de terras sempre que o nível de um terreno seja superior ao logradouro onde o situe. O art. 309º exige que a drenagem para escoamento de

água pluvial do terreno particular esteja se comunicando diretamente com a rede de logradouro de modo a evitar danos à via pública ou a terrenos vizinhos. E o art. 310º exige que seja executada a canalização ou a regularização de cursos d'água e de valas, nos trechos compreendidos dentro dos terrenos particulares.

Por fim, destaca-se o Capítulo XXVI, que trata do projeto e das obras de arruamento, loteamento e desmembramento. Segundo o art. 325º, esses projetos deverão ser aprovados e analisados pela Secretaria Municipal de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos, sendo a mesma responsável pela fiscalização da execução do projeto.

#### 6.4.4 Posturas legais mais impactantes e gargalos institucionais

Esse capítulo analisa as posturas legais mais impactantes e os gargalos identificados na estrutura administrativa e na legislação instituída no Município de Marechal Floriano. Portanto, estão destacados os pontos mais importantes e que tem maior impacto para esses Planos e quais as legislações devem ser revisadas, a fim de atender às expectativas relativas a uma política de habitação, risco geológico e drenagem pluvial.

Em relação à Lei Municipal nº 565 de 07 de novembro de 2005, que dispõe sobre a estrutura administrativa da Prefeitura Municipal de Marechal Floriano, destacam-se as competências da Secretaria Municipal de Obras, Infraestrutura e Serviços Urbanos e da Secretaria Municipal de Assistência Social e Direitos Humanos. Ambas são muito importantes para a gestão de risco geológico e hidrológico, sendo a Secretaria de Obras responsável pelo planejamento, a coordenação, a execução e o controle das atividades, referentes aos projetos, construções e manutenção de obra; e a Secretaria Municipal de Assistência Social sendo responsável pelo planejamento, a coordenação, a execução e o

controle das atividades integradas com as organizações comunitárias locais, bem como, das atividades de assistência e promoção social.

Em relação à Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social, os programas habitacionais, que estão à cargo dessa, deveriam ser de sua competência somente no que tange a coordenação e a realização das ações de participação, mobilização e organização comunitária para programas habitacionais para população de baixa renda. As demais ações deveriam estar à cargo da Secretaria de Obras tais como: elaboração de programas e projetos para captação de recurso; e coordenação e execução de obras como construção de novas unidades habitacionais, melhorias habitacionais, obras de pavimentação, drenagem e as demais benfeitorias.

Outro fator relevante, que está como competência da Secretaria Municipal de Assistência Social, são as ações de articulação com entidades públicas e privadas e, em especial com a comunidade, com vistas ao atendimento às necessidades básicas, devendo criar soluções para os problemas relacionados à habitação. Além disso, é fundamental o papel de coordenação e orientação da população na organização social. Esse trabalho sendo realizado em conjunto com a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil, pode colaborar para orientar a população tanto na prevenção do risco geológico e hidrológico, quanto nas ações em caso de um estado de alerta ou ocorrência de um desastre.

A Secretaria de Obras tem sua importância na gestão do risco geológico e hidrológico por estar responsável pela coordenação e controle das obras públicas, devendo executar as benfeitorias e obras de infraestrutura do município, tais como pavimentação de vias, conservação de bueiros e drenagem, redes de esgoto, entre outros. Esta também é responsável pela gestão dos resíduos sólidos, desde a limpeza pública, até a coleta e disposição final do lixo gerado pela comunidade, devendo manter a cidade sempre limpa e sem pontos de acúmulo de lixo e entulho, um dos fatores que dificultam o escoamento de águas pluviais, provocando muitas vezes alagamento e inundação.

Destaca-se também a importância da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, responsável pelo licenciamento ambiental e pela fiscalização e controle do crescimento da cidade em Áreas Ambientalmente Frágeis, Áreas de Preservação Permanente, entre outras inadequadas à ocupação urbana.

Entre as diversas competências das Secretarias Municipais, não se identifica nenhuma responsável pelo acompanhamento da revisão e criação de leis que visem ao Planejamento e Controle do Uso e Ocupação do Solo Urbano, além da proposição de programas e planos de Planejamento Urbano, visando orientar o crescimento da cidade. Portanto, deve-se criar um novo setor, dentro da administração pública, que será responsável por essas questões, extremamente importante para garantir o crescimento adequado e equilibrado da cidade.

Em relação à Coordenadoria Municipal de Defesa Civil do município de Marechal Floriano, essa foi criada pela Lei Municipal nº 394 de 2001. Nessa legislação não estão regulamentadas as competências desta Coordenadoria, sendo importante delinear suas atividades e objetivos, orientando melhor o trabalho a ser desenvolvido pela COMDEC. Ela também deveria trabalhar em conjunto com a Secretaria Municipal de Assistência Social, no sentido de mobilizar e orientar a população que reside em área de risco. Entretanto, em entrevista realizada com técnicos municipais, este contato com a comunidade ainda é pouco expressivo, sendo necessário um trabalho de fortalecimento desse vínculo orientando as ações dos técnicos que vão trabalhar nesta ação social e também a comunidade.

A Lei Municipal nº 801 de 23 de abril de 2008, que institui o Plano Diretor de Marechal Floriano encontra-se em perfeito acordo com as necessidades do município de regular o uso e ocupação do solo, a expansão e ordenamento territorial, a proteção do meio ambiente e construção de novos empreendimentos e edificações. Além disso, ela ainda se encontra dentro do prazo de validade estabelecido pelo Estatuto da Cidade, sendo de dez anos.

Destaca-se a importância do Plano Diretor ao instituir o Macrozoneamento e Zonas Urbanas, regulamentar o parcelamento, uso e ocupação do solo urbano, além de regulamentar os instrumentos da política urbana. Entretanto não foram identificados anexos deste Plano Diretor, delimitando e instituindo cada uma

dessas macrozonas e zonas urbanas e rurais, sendo necessário o mapeamento dessas áreas.

A apropriação dessa legislação, de forma veemente e vigorosa pelo poder público municipal, colocando em prática as medidas e diretrizes por essas instituídas e fazendo-se respeitar os critérios para apropriação do espaço urbano, contribuirá de forma positiva para organizar a expansão do território, mitigar os problemas existentes, e melhorar a qualidade e expectativas dos espaços públicos.

O município também possui um Código de Obras, sendo regulamentado pela Lei Municipal nº 168/1995 e devem ser observados seus critérios e diretrizes para aprovação de projeto de edificação e parcelamento do solo, assim como o licenciamento para execução desses. Esse Código institui o poder de fiscalização, pelo Poder Executivo Municipal, das construções no município, a fim de coibir construções irregulares, sem a devida infraestrutura e em condições inadequadas de uso, que podem gerar áreas de risco geológico e hidrológico, se não forem executadas conforme projeto, aprovado previamente pelos técnicos da Prefeitura Municipal.

Não foi identificado um Código Municipal de Meio Ambiente instituído em Marechal Floriano, apesar de haver um projeto de lei a ser aprovado pela Câmara de Vereadores. As questões relacionadas à fiscalização e controle ambiental estão delimitadas, principalmente, no Plano Diretor Municipal. Segundo informações dos técnicos da Prefeitura Municipal, não é prática do Poder Executivo atuar no sentido de fiscalizar e licenciar empreendimentos, que podem causar algum dano ao meio ambiente e isso se deve ao fato do corpo técnico ser extremamente reduzido.

Por fim, destaca-se a atuação ainda inexpressiva do Poder Público Municipal em ações efetivas de proposição de programas, projetos e obras para implementação de habitações de interesse social, prover de infraestrutura básica as áreas deficientes e realizar obras de erradicação e prevenção de risco geológico e hidrológico.

## 6.5 INUNDAÇÕES NA BACIA DO RIO JUCU BRAÇO SUL E DOS CÓRREGOS BATATAL E RANCHO ALEGRE NO CENÁRIO ATUAL

### 6.5.1 Contextualização

O município de Marechal Floriano sofre com constantes inundações em sua área urbana em consequência das cheias do Rio Jucu Braço Sul e de seus afluentes, os córregos Batatal e Rancho Alegre. De acordo com registros da Defesa Civil Municipal, essas inundações são de recorrência quase anual em algumas partes da sede municipal. A **Figura 6-5** e a **Figura 6-6** apresentam o registro fotográfico do resultado das chuvas ocorridas em dezembro de 2010 que provocou uma série de prejuízos ao município de Marechal Floriano.

O Rio Jucu Braço Sul forma, junto com o Rio Jucu Braço Norte, uma das principais fontes de água para abastecimento da Grande Vitória. Até o início do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul, na sede municipal de Marechal Floriano, este curso d'água já drena uma área de 320,4 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 82,3% da área total drenada pela bacia do Rio Jucu Braço Sul.



**Figura 6-5:** Inundação do centro de Marechal Floriano, na Av. Waldemar Hees.



**Figura 6-6:** Inundação do centro de Marechal Floriano, nas proximidades do Banco do Brasil.

O Rio Jucu Braço Sul é formado pelo encontro do córrego São Floriano com o córrego dos Cavalos, na comunidade conhecida como São Floriano. Outro importante afluente do Rio Jucu Braço Sul, a montante da sede municipal de Marechal Floriano é o Rio Fundo, com bacia de drenagem de 115,5 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 36% da área drenada até a montante da sede municipal de Marechal Floriano.

A bacia de drenagem do Rio Jucu Braço Sul tem uso do solo voltado, principalmente, para a atividade agrícola, com foco no plantio de café. Outras atividades que se destacam são a pecuária e atividades hortifrutigranjeiras. A cobertura florestal é razoável, com maior concentração nos topo dos morros.

O Rio Jucu Braço Sul, em seu trecho urbano, corta os seguintes bairros: Ponto Frio, Jarbinhas, Centro e Vale das Palmas. Quanto aos afluentes do Rio Jucu Braço Sul em seu trecho urbano, destacam-se os córregos Batatal e Rancho Alegre.

O córrego Batatal drena uma área de 12,39 Km<sup>2</sup>. O uso do solo de sua bacia já se encontra com áreas urbanas em estágio avançado de ocupação. As principais atividades agrícolas da bacia são as hortifrutigranjeiras e o plantio de café. É possível observar que, apesar do crescimento urbano na bacia do córrego Batatal, a cobertura florestal se encontra em boas condições de conservação, com boa cobertura florestal na maior parte da bacia. O córrego Batatal, em seu trecho urbano, corta os bairros Santa Rita e Centro.

O córrego Rancho Alegre, por sua vez, drena uma área de 8,94 Km<sup>2</sup>. O uso do solo de sua bacia é composto, principalmente, por plantio de café, pastagens e hortifrutigranjeiros. A cobertura florestal se encontra em bom estado de conservação. O córrego Rancho Alegre, em seu trecho urbano, corta os seguintes bairros: Alto Marechal, Vila das Orquídeas e Vale das Palmas.

Durante as visitas de campo, foi possível identificar os principais pontos críticos de ocorrência de enchentes na sede municipal de Marechal Floriano, os quais são discutidos a seguir.

O córrego Rancho Alegre é dividido em dois trechos. O primeiro trecho percorre o bairro Vila das Orquídeas em canal aberto (**Figura 6-7**) em um vale bem

encaixado onde não foi constatado problemas de inundação do mesmo pelos moradores da redondeza. O segundo trecho, por sua vez, corta o bairro Vale das Palmas em uma galeria celular de concreto com 1,5 x 1,5 m (**Figura 6-8**). Segundo informações da Defesa Civil Municipal, a água transborda na galeria na Rua Francisco Neves onde ocorre uma curva em que há uma perda de carga do escoamento, reduzindo sua velocidade e causando a elevação de seu nível d'água. Após a Rua Francisco Neves, a galeria do córrego Rancho Alegre percorre a divisa de lotes do bairro Vale das Palmas até a sua desembocadura no Rio Jucu Braço Sul. Segundo informações da Defesa Civil Municipal, as enchentes do córrego Rancho Alegre são potencializadas quando sua cheia é combinada com a cheia do Rio Jucu Braço Sul, de modo que as águas deste último provocam o remanso dentro da galeria do córrego Rancho Alegre.

O córrego Batatal percorre um trecho de aproximadamente 3,5 Km em canal aberto ao longo dos bairros Santa Rita e Centro. No bairro centro, foi constatada a presença de um canal de concreto com dimensões de 1,5 m de base por 1,7 m de altura, conforme apresentado na **Figura 6-9**. Segundo informações da Defesa Civil Municipal, frequentemente este canal não suporta as vazões do córrego Batatal quando a cheia deste se combina com a cheia do Rio Jucu Braço Sul. No encontro do córrego Batatal com o Rio Jucu Braço Sul, foi constatada a presença de tubulação de esgoto no caminho do escoamento do córrego Batatal, conforme apresentado na **Figura 6-10**.



**Figura 6-7:** Aspecto do trecho em que o córrego Rancho Alegre escoa em canal aberto.



**Figura 6-8:** Entrada da galeria do córrego Rancho Alegre. Seta vermelha indicando a entrada da galeria.



**Figura 6-9:** Canal de concreto do córrego Batatal

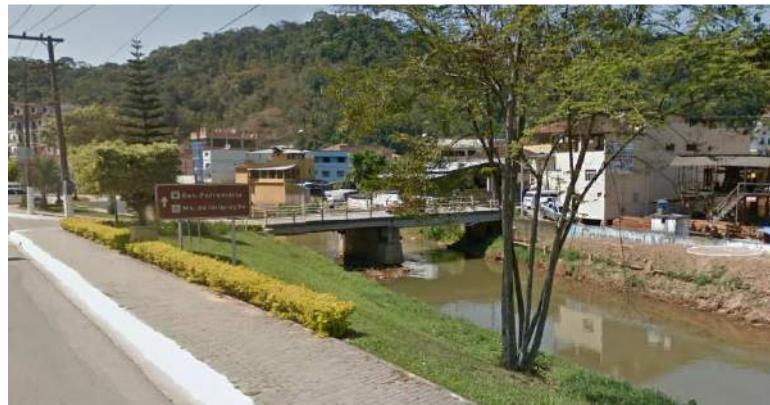


**Figura 6-10:** Encontro do córrego Batatal com o Rio Jucu Braço Sul.

No trecho em que o córrego Batatal corta o bairro Santa Rita este é dividido em dois trechos. No trecho imediatamente a montante do bairro Centro, onde o mesmo encontra-se mais urbanizado e com casas mais próximas à suas margens, os muros das casas formaram um canal irregular do mesmo o que, em muitos casos, causa o afunilamento de seu leito e de sua seção de escoamento. No trecho mais a montante do bairro Santa Rita, ocorre um menor número de casas próximo ao leito do córrego Batatal. Por outro lado, foi possível constatar a presença de bueiros para a travessia de estradas vicinais que aparentaram estar subdimensionados, apresentando diâmetro de 1,0 metros. Segundo informações de moradores locais, durante eventos de chuva mais extremos, estes bueiros não dão vazão às águas do córrego, provocando a inundação de planícies ocupadas por pastagens sujas. Por outro lado, foi constatado durante as atividades de campo, que não há edificações nas áreas de inundação causadas pelos bueiros, desta forma, estas constrições do escoamento foram consideradas positivas para a área urbana de Marechal Floriano.

O Rio Jucu Braço Sul, por sua vez, percorre um trecho urbano de 2,5 Km em declividade bem reduzida (com aproximadamente 0,0012 m/m), quando comparado aos seus trechos imediatamente a montante e imediatamente a jusante da sede municipal de Marechal Floriano. Segundo informações da Defesa Civil Municipal, a área urbana de Marechal Floriano se desenvolveu sobre antigos meandros do Rio Jucu Braço Sul em uma planície de inundação, e, como as cotas de aterro não foram elevadas suficientemente, durante os eventos de cheia, as águas tendem a invadir as áreas por onde passavam os antigos meandros.

Outro ponto crítico observado foi em uma das pontes sob o Rio Jucu Braço Sul, mais especificamente a OAE da Rua Emilio G. Hule. Esta OAE foi executada com um pilar que reduz significativamente a seção hidráulica do curso d'água ( ).



**Figura 6-11:** OAE da Rua Emilio G. Hule sob o Rio Jucu Braço Sul.

Nos dias anteriores aos trabalhos de campo realizados na sede municipal de Marechal Floriano, foi realizada dragagem do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul, conforme apresentado na **Figura 6-12** e na **Figura 6-13**. O material dragado foi disposto nas margens do mesmo curso d'água, sem que houvesse a compactação do material, de modo a criar possibilidade deste material retornar ao leito do curso d'água durante eventos de cheias.



**Figura 6-12:** Trecho do Rio Jucu Braço Sul em que foi realizada a dragagem de seu leito a montante do bairro Centro.



**Figura 6-13:** Trecho do Rio Jucu Braço Sul em que foi realizada a dragagem de seu leito no bairro Centro.

Segundo informações da Defesa Civil Municipal, a solução de dragagem do Rio Jucu Braço Sul já vem sendo executada a alguns anos na sede municipal de Marechal Floriano; porém, alguns pontos negativos foram apontados: a) após os serviços de dragagem, é comum ocorrer problemas estruturais em edificações localizadas próximo às margens do curso d'água e; b) é acelerado o processo de assoreamento de trechos já dragados, necessitando de serviços de limpeza recorrentes da calha do rio.

Outro problema que ocorreu após a dragagem do Rio Jucu Braço Sul, foi a erosão da base da ponte do córrego Batatal antes de seu encontro com o Rio Jucu Braço Sul. Isso ocorreu devido ao aumento da velocidade do escoamento sob a ponte, causando a erosão de sua base.

## 6.5.2 Apropriação dos valores de vazões máximas

### 6.5.2.1 Regionalização de Vazões Máximas do Rio Jucu Braço Sul

#### 6.5.2.1.1 Introdução e Objetivo

A vazão máxima é entendida como a maior vazão que ocorre numa seção de um rio num período definido e representa as condições de inundaçāo do local. A previsão de vazões máximas de longo prazo é usualmente realizada estatisticamente, determinando-se a probabilidade de que ocorra um nível ou vazão com base em dados históricos registrados anteriormente num local de interesse (TUCCI, 2002). Dessa forma, o objetivo de uma curva de probabilidade de vazões máximas é o de se obter a relação entre a vazão extrema e a probabilidade de ocorrerem valores maiores ou iguais a essa vazão.

As estimativas de vazões máximas associadas a um risco de ocorrência são relevantes para a determinação de áreas sujeitas à inundaçāo, sendo indispensáveis para a seleção e adoção de medidas estruturais e não estruturais para controle das cheias ou para a atenuação dos seus efeitos. O conhecimento do comportamento das vazões máximas permite, adicionalmente, o entendimento de problemas relacionados à erosão e ao depósito de materiais sólidos carreados pelas águas.

No entanto, para a adequada apropriação de vazões máximas, é necessária a criação de redes de monitoramento fluviométrico com adequada densidade de estações e com séries longas de registros de vazões. O Brasil possui uma rede de monitoramento hidrológico heterogênea que, em diferentes partes do território nacional, compromete a adequada avaliação dos regimes de vazões nos cursos d'água. Neste contexto, considerando-se o elevado custo para implantação e operação de postos fluviométricos, as técnicas de regionalização hidrológica apresentam-se como alternativas para a descrição do regime de vazões dos cursos d'água.

Por regionalização entende-se a transferência de informações de um local para outro dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante. Esta transferência de informação usualmente ocorre por meio de uma função matemática na qual a variável hidrológica regionalizada é dependente de variáveis fisiográficas ou climatológicas.

Para o presente trabalho, foram estabelecidas funções regionais aplicáveis a construção de curvas de probabilidade de vazões máximas para cursos d'água

das bacias hidrográficas dos rios Reis Magos, Jucu, Benevente, Novo, Iconha, Itapemirim e Itabapoana, conforme descrito a seguir.

### 6.5.2.1.2 Materiais e Métodos

#### 6.5.2.1.2.1 *Estações fluviométricas*

Para a análise regional de curvas de probabilidade de vazões máximas, foram selecionadas as estações fluviométricas instaladas e em operação nas bacias dos rios Reis Magos, Jucu, Benevente, Novo, Iconha, Itapemirim e Itabapoana, tendo sido considerado, como pré-requisito para a seleção das estações, a existência de uma série histórica de registros de vazões com extensão mínima de 30 anos.

Das referidas estações fluviométricas, foram reunidos os registros de vazões médias diárias a partir do sítio oficial da Agência Nacional de Águas (ANA), registros inicialmente manipulados com auxílio do programa computacional HIDRO, programa de domínio público produzido e disponibilizado pela ANA.

A relação das estações fluviométricas consideradas neste trabalho é apresentada pela **Tabela 6-5**.

**Tabela 6-5:** Estações fluviométricas instaladas nas bacias dos rios Reis Magos, Jucu, Benevente, Novo, Iconha, Itapemirim e Itabapoana

Código	Nome	Curso d'água	Latitude (Grau Minuto Segundo)	Longitude (Grau Minuto Segundo)
57040008	Valsugana Velha	Rio Timbui	-19 57 09	-40 33 08
57170000	Córrego do Galo	Rio Jucu - Braço Norte	-20 18 59	-40 39 06
57230000	Fazenda Jucuruaba	Rio Jucu	-20 24 54	-40 29 07
57250000	Matilde	Rio Benevente	-20 33 24	-40 48 41
57300000	Pau D'alho	Rio Novo do Sul	-20 53 11	-40 56 57
57320000	Iconha-Montante	Rio Iconha	-20 47 01	-40 49 33
57350000	Usina Fortaleza	Rio Braço Norte Esquerdo	-20 22 17	-41 24 32
57360000	lúna	Rio Pardo	-20 21 08	-41 31 58
57370000	Terra Corrida- Montante	Rio Pardo	-20 25 49	-41 30 10
57400000	Itaici	Rio Braço Norte Esquerdo	-20 31 42	-41 30 41
57420000	Ibitirama	Rio Braço Norte Direito	-20 32 26	-41 39 56
57450000	Rive	Rio Itapemirim	-20 44 49	-41 27 58
57490000	Castelo	Rio Castelo	-20 36 22	-41 11 59
57550000	Usina São Miguel	Rio Castelo	-20 42 09	-41 10 25
57555000	Coutinho	Rio Itapemirim	-20 45 30	-41 10 25
57700000	Caiana	Rio São João	-20 41 41	-41 55 17
57720000	Dores do Rio Preto	Rio Preto	-20 41 11	-41 50 48
57740000	Guaçuí	Rio do Veado	-20 46 20	-41 40 52
57770000	São José do Calçado	Rio Calçado	-21 01 43	-41 39 07
57830000	Ponte do Itabapoana	Rio Itabapoana	-21 12 22	-41 27 50
57880000	Mimoso do Sul	Rio Muqui do Sul	-21 03 54	-41 21 46
57930000	Santa Cruz	Rio Itabapoana	-21 13 19	-41 18 29

### 6.5.2.1.2.2 Avaliação de vazões máximas

Para as diferentes estações fluviométricas consideradas neste estudo, foram selecionadas as vazões máximas anuais com duração de um dia. Este conjunto de registros permitiu a definição das curvas de probabilidade de vazões máximas associadas, estabelecidas a partir do emprego das distribuições de probabilidade Lognormal - Tipo II, Lognormal - Tipo III, Pearson - Tipo III, Logpearson - Tipo III e Gumbel. O erro padrão associado às estimativas realizadas foi utilizado para a seleção das distribuições de probabilidade.

Para a condução da análise probabilística, foi empregado o Sistema Computacional de Análise Hidrológica (SisCAH), programa de domínio público desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa.

Nos parágrafos subsequentes, as diferentes distribuições de probabilidade são sumariamente apresentadas. Uma detalhada apresentação das diferentes distribuições de probabilidade utilizadas neste trabalho é apresentada por Abramowitz e Stegun (1972), Assis, Arruda e Pereira (1996), Haan (1977) e Kite (1978).

#### 6.5.2.1.2.2.1 Distribuição Lognormal – Tipo II

Para a série gerada a partir dos logaritmos dos eventos da série de vazões máximas anuais, o fator de frequência é determinado a partir da **Equação 10**.

$$K = \frac{\left( e^{\sqrt{\ln(z^2+1)} \cdot D - \frac{\ln(z^2+1)}{2}} \right) - 1}{\sqrt{e^{\ln(z^2+1)} - 1}}$$

Equação 10

Sendo,

$$D = T - \left( \frac{2,30753 + 0,2706T}{1 + 0,99229T + 0,04481T^2} \right)$$

**Equação 11**

$$Z = \frac{\sigma}{\mu}$$

**Equação 12**

A função cumulativa de probabilidade, por sua vez, toma a forma estabelecida pela **Equação 13**.

$$F(x) = 0,398942 \cdot e^{\left( -\frac{(x_i' - \mu_i')}{\sigma'} \right)^2}$$

**Equação 13**

Nas expressões de 10 a 13, D representa o desvio normal padronizado,  $x_i'$  o i-ésimo logaritmo do i-ésimo evento da amostra,  $\mu'$  a média da série de logaritmos dos eventos da amostra e  $\sigma'$  o desvio padrão da série de logaritmos dos eventos da amostra.

#### 6.5.2.1.2.2.2 Distribuição Lognormal – Tipo III

Para a distribuição Lognormal - Tipo III, o fator de frequência é apropriado a partir da **Equação 14**.

$$K = \frac{e^{\sqrt{\ln(W^2+1)}D - \frac{\ln(W^2+1)}{2}}}{W} - 1$$

**Equação 14**

sendo o desvio normal padronizado calculado pela **Equação 11**. A variável auxiliar W, por sua vez, é estimada com auxílio da combinação das expressões de 15 a 16.

$$W = \frac{1 - \omega^{2/3}}{\omega^{1/3}}$$

$$\omega = \frac{-\gamma + \sqrt{\gamma^2 + 4}}{2}$$

**Equação 16**

$$\gamma = \frac{N}{(N-1)(N-2)} \sum_{i=1}^N \frac{(x_i - \mu)}{\sigma^3} \quad \text{Equação 17}$$

A função cumulativa de probabilidade da distribuição Lognormal - Tipo III é semelhante àquela definida para a distribuição Lognormal - Tipo II, definida anteriormente pela **Equação 13**.

#### 6.5.2.1.2.2.3 Distribuição Pearson – Tipo III

A distribuição Pearson - Tipo III, também conhecida como distribuição Gama - Tipo III, possui o fator de frequência por meio da **Equação 18**.

$$K = D + \left( D^2 - 1 \right) \frac{\gamma}{6} + \frac{1}{3} (D - 6.D) \left( \frac{\gamma}{6} \right)^2 - \left( D^2 - 1 \right) \left( \frac{\gamma}{6} \right)^3 + D \left( \frac{\gamma}{6} \right)^4 + \frac{1}{3} \left( \frac{\gamma}{6} \right)^5 \quad \text{Equação 18}$$

sendo o desvio normal padronizado (D) e a assimetria ( $\gamma$ ) estimadas a partir das expressões 11 e 17, respectivamente.

Para a função cumulativa de probabilidade da distribuição pode ser empregada à aproximação proposta pela **Equação 19**.

$$F(x) = \frac{T^\lambda}{\gamma \Gamma(\lambda) e^T} \left[ 1 + \frac{T}{(\lambda+1)} + \frac{T^2}{(\lambda+1)(\lambda+2)} + \frac{T^3}{(\lambda+1)(\lambda+2)(\lambda+3)} + \dots \right] \quad \text{Equação 19}$$

Para a definição das variáveis que constituem a expressão anterior devem ser consideradas as **Equações 20, 21 e 22**.

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4.A}{3}}} \quad \text{Equação 20}$$

$$A = \ln(\mu - x_g) \quad \text{Equação 21}$$

$$x_g = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \ln(x_i) \quad \text{Equação 22}$$

Na **Equação 19**,  $\Gamma$  representa a função Gama, cujo valor pode ser estimado a partir da **Equação 23**.

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} x^{\lambda-1} \cdot e^{-x} \cdot dx$$

**Equação 23**

#### 6.5.2.1.2.2.4 Distribuição Logpearson – Tipo III

Para a distribuição Logpearson - Tipo III (também denominada distribuição Loggama - Tipo III) o fato de frequência e a função cumulativa de probabilidade assumem as mesmas expressões propostas para a distribuição Pearson - Tipo III. A avaliação dos parâmetros da função cumulativa de probabilidade, no entanto, envolve a série gerada a partir dos logaritmos dos eventos da série dos dados originais.

#### 6.5.2.1.2.2.5 Distribuição Gumbel

A distribuição de Gumbel, também conhecida como distribuição de valores extremos - Tipo I ou distribuição - Tipo I de Fisher-Tippet, estima o fator de frequência para séries finitas a partir da **Equação 24** (Kite, 1978).

$$K = -\left\{ 0,45 + 0,7797 \cdot \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right] \right\}$$

**Equação 24**

#### 6.5.2.1.2.3 Regionalização Hidrológica

Para a regionalização hidrológica das curvas de probabilidade de vazões máximas, foi empregado o Método dos Valores Característicos, sumariamente

apresentado na seção subsequente. Na sequência, são apresentadas considerações acerca da apropriação das variáveis independentes do processo de regionalização hidrológica.

#### 6.5.2.1.2.3.1 *Método dos valores Característicos*

No Método dos Valores Característicos são inicialmente estimadas, a partir das curvas de probabilidade de vazões máximas, vazões associadas a diferentes períodos de retorno. Em seguida, esses valores de vazão são relacionados com variáveis explicativas por meio de análises de regressão, que podem ser simples (uso de uma única variável explicativa) ou múltiplas (uso de mais de uma variável explicativa, concomitantemente).

As funções regionais foram estabelecidas neste trabalho a partir de modelos potenciais nos quais as diferentes características fisiográficas e a precipitação média de longo período figuraram como variáveis independentes. Nas análises de regressões simples e múltipla figuraram como variáveis independentes, a área de drenagem, perímetro, comprimento total de cursos d'água, comprimento do curso d'água principal, altitude média, declividade média e precipitação média de longo período de cada bacia hidrográfica.

Para os modelos produzidos a partir da análise de regressão múltipla, a abordagem dos Melhores Subconjuntos (Levine *et al.*, 2005) foi empregada para a seleção das combinações de variáveis independentes que apresentaram as melhores respostas. A abordagem dos melhores subconjuntos avalia todos os possíveis modelos de regressão para um determinado conjunto de variáveis independentes ou os melhores subconjuntos para um determinado grupo de variáveis independentes. Nesta abordagem, dois diferentes critérios foram utilizados para a seleção dos modelos concorrentes:

- O coeficiente de correlação ajustado ( $R^2_{ajustado}$ ), valor derivado do coeficiente de correlação a partir de ajustes introduzidos em função do tamanho da amostra e do número de variáveis independentes;

- O coeficiente  $C_p$ , detalhadamente apresentado e discutido por Levine et al (2005), apropriado a partir da **Equação 25**.

$$C_p = \frac{(1 - r_k^2)(n - \tau)}{(1 - r_\tau^2)} - [n - 2(k + 1)] \quad \text{Equação 25}$$

Na expressão anterior,  $k$  representa o número de variáveis independentes em um modelo de regressão,  $\tau$  representa o número total de parâmetros (incluindo a interseção) a serem estimados pelo modelo de regressão, o coeficiente de determinação múltipla para um modelo de regressão que possua  $k$  variáveis independentes, e o coeficiente de determinação múltipla para um modelo de regressão completo que contenha todos os  $\tau$  parâmetros estimados. Segundo Levine et al. (2005), quando um modelo de regressão com  $k$  variáveis independentes contém somente diferenças aleatórias em relação a um modelo ideal, o valor médio de  $C_p$  é  $k + 1$ , o número de parâmetros. Desta forma, na abordagem dos Melhores Subconjuntos, dentro de um universo de modelos gerados a partir da análise de regressão múltipla, o objetivo é encontrar modelos cujo valor de  $C_p$  seja igual ou inferior a  $k + 1$ . Para a realização da análise de regressão, foi empregada a planilha eletrônica Microsoft Excel.

#### 6.5.2.1.2.3.2 Características fisiográficas e pluviometria

A caracterização fisiográfica das bacias hidrográficas foi realizada com auxílio de Sistemas de Informações Geográficas, tendo sido obtido um Modelo Digital do Terreno e, a partir do qual, produzido o mapa de declividade e apropriados área de drenagem, perímetro, comprimento total dos cursos d'água, comprimento do curso d'água principal, altitude média e declividade média das bacias hidrográficas dos postos fluviométricos estudados. Adicionalmente, utilizando Sistema de Informação Geográfica, foi obtida a precipitação média de longo período para cada bacia hidrográfica estudada.

#### 6.5.2.1.3 Resultados

Na **Tabela 6-6** estão apresentadas as vazões máximas anuais, estimadas para diferentes períodos de retorno, nas diferentes estações fluviométricas consideradas neste trabalho. É relevante registrar que as referidas vazões máximas foram apropriadas com auxílio da distribuição de probabilidade Lognormal - Tipo III, distribuição que não foi rejeitada quando das tentativas de ajuste em nenhuma das estações fluviométricas e que apresentou o menor erro padrão de estimativa na maioria delas.

**Tabela 6-6:** Vazões máximas anuais (em m<sup>3</sup>/s) para estações fluviométricas instaladas nas bacias dos rios Reis Magos, Jucu, Benevente, Novo, Iconha, Itapemirim e Itabapoana

Código	Nome	Período de retorno (anos)								
		2	5	10	20	25	30	50	100	
57040008	Valsugama Velha	13,49	18,22	21,52	24,79	25,85	26,72	29,18	32,59	
57170000	Córrego do Galo	62,45	84,28	98,60	112,25	116,57	120,08	129,88	143,15	
57230000	Fazenda Jucuruaba	119,91	151,16	169,12	184,85	189,60	193,38	203,59	216,72	
57250000	Matilde	24,23	32,57	37,93	42,98	44,57	45,86	49,43	54,23	
57300000	Pau D'alho	42,16	54,41	61,72	68,26	70,26	71,86	76,23	81,92	
57320000	Iconha-Montante	41,66	69,73	88,73	107,20	113,12	117,95	131,54	150,16	
57350000	Usina Fortaleza	56,68	86,73	106,49	125,34	131,31	136,17	149,73	168,11	
57360000	Iúna	39,31	57,13	68,28	78,59	81,80	84,38	91,52	101,01	
57370000	Terra Corrida-Montante	74,23	114,37	141,61	168,13	176,63	183,57	203,11	229,92	
57400000	Itaici	115,12	154,66	177,10	196,60	202,46	207,11	219,66	235,70	
57420000	Ibitirama	117,58	153,43	173,62	191,07	196,29	200,44	211,59	225,81	
57450000	Rive	429,51	649,79	793,27	929,35	972,31	1007,21	1104,37	1235,56	
57490000	Castelo	119,72	154,90	175,42	193,55	199,04	203,43	215,33	230,71	
57550000	Usina São Miguel	146,03	198,61	232,91	265,47	275,76	284,12	307,39	338,84	
57555000	Coutinho	552,05	740,35	851,22	949,81	979,80	1003,80	1068,98	1153,58	
57700000	Caiana	37,67	58,71	72,90	86,67	91,07	94,66	104,76	118,58	
57720000	Dores do Rio Preto	29,40	41,65	49,39	56,60	58,85	60,67	65,70	72,42	
57740000	Guaçuí	59,02	86,60	106,46	126,56	133,15	138,58	154,09	175,88	

57770000	São José do Calçado	19,82	27,50	31,89	35,74	36,89	37,81	40,30	43,50
57830000	Ponte do Itabapoana	262,64	377,91	452,39	522,67	544,78	562,73	612,60	679,72
57880000	Mimoso do Sul	54,85	76,08	88,69	99,97	103,41	106,16	113,67	123,44
57930000	Santa Cruz	260,37	323,85	359,28	389,74	398,82	406,03	425,37	449,95

A **Tabela 6-7** apresenta as características fisiográficas e a precipitação média de longo período associadas à bacia hidrográfica de cada estação fluviométrica estudada.

**Tabela 6-7:** Características fisiográficas e precipitação média de longo período associadas às bacias hidrográficas das estações fluviométricas consideradas

Código	Nome	Área km <sup>2</sup>	Perímetro km	Comprimento do rio principal km	Comprimento total de rios km	Altitude de média m	Declividade de média m/m	Precipitação média mm
57040008	Valsugama Velha	86,93	78,52	17,02	17,02	822,13	0,214001	1582,70
57170000	Córrego do Galo	982,00	202,06	73,10	274,79	910,73	0,282470	1322,05
57230000	Fazenda Jucuruba	1693,00	281,43	110,20	491,22	787,29	0,290627	1384,86
57250000	Matilde	211,00	84,61	25,45	64,23	903,58	0,281667	1764,1
57300000	Pau D'alho	302,00	112,48	44,08	64,98	502,30	0,326955	1572,5
57320000	Iconha Montante	148,00	59,93	14,68	14,68	479,58	0,353985	1564,3
57350000	Usina Fortaleza	192,00	85,74	24,38	42,65	989,74	0,313381	1378,33
57360000	Iúna	405,00	101,45	26,33	101,85	841,96	0,255562	1361,18
57370000	Terra Corrida-Montante	568,00	131,66	38,18	139,69	843,92	0,256803	1358,02
57400000	Itaici	1015,00	174,08	51,03	247,19	835,90	0,290290	1371,65
57420000	Ibitirama	337,00	110,15	32,12	82,06	1204,15	0,314551	1494,43
57450000	Rive	2193,00	297,24	84,14	539,75	789,71	0,289910	1421,01
57490000	Castelo	976,00	170,53	62,01	263,19	790,02	0,330552	1414,01
57550000	Usina São Miguel	1458,00	227,06	75,20	377,86	732,97	0,319058	1473,19
57555000	Coutinho	4576,00	405,48	117,90	1150,30	679,30	0,292691	1446,12
57700000	Caiana	426,54	117,51	40,79	106,08	1026,14	0,313408	1370,35

<b>57720000</b>	Dores do Rio Preto	234,06	90,64	27,60	33,85	1153,76	0,303718	1433,54
<b>57740000</b>	Guacuí	410,46	140,63	44,02	110,41	850,48	0,302238	1499,51
<b>57770000</b>	São José do Calçado	158,09	67,88	24,54	40,57	588,70	0,293093	1392,14
<b>57830000</b>	Ponte do Itabapoana	2821,76	348,58	142,42	715,68	690,86	0,276044	1396,37
<b>57880000</b>	Mimoso do Sul	380,91	128,69	41,76	93,11	508,19	0,327404	1356,05
<b>57930000</b>	Santa Cruz	3760,22	416,75	160,25	921,75	594,00	0,273518	1383,40

A análise das respostas de diferentes funções regionais, estabelecidas a partir da combinação de diferentes variáveis explicativas e de diferentes agrupamentos de estações fluviométricas, conduziu à definição de três diferentes regiões consideradas hidrologicamente homogêneas, assim definidas:

- Região I: região englobando as bacias hidrográficas dos rios Reis Magos, Jucu, Benevente, Novo e Iconha;
- Região II: região definida pela bacia hidrográfica do rio Itapemirim;
- Região III: região definida pela bacia hidrográfica do rio Itabapoana.

Para as Regiões I, II e II, as funções regionais aplicáveis à construção das curvas de probabilidade de vazões máximas foram definidas a partir das **Equações 26, 27 e 28**, respectivamente.

$$Q_{\max,T} = a \cdot A^{b_1} \cdot P_r^{b_2} \cdot C_{tr}^{b_3} \quad \text{Equação 26}$$

$$Q_{\max,T} = c \cdot A^{d_1} \cdot P_r^{d_2} \cdot C_{rp}^{d_3} \cdot C_{tr}^{d_4} \cdot A_{lt}^{d_5} \cdot P_p^{d_6} \quad \text{Equação 27}$$

$$Q_{\max,T} = e \cdot A^{f_1} \cdot P_r^{f_2} \cdot C_{rp}^{f_3} \quad \text{Equação 28}$$

Nas equações anteriores:

- $Q_{\max,T}$  : vazão máxima em  $m^3/s$ , associada ao período de retorno de  $T$  anos;
- $A$ : área de drenagem em  $km^2$ ;

- $P_r$ : perímetro da bacia de drenagem em km;
- $C_{rp}$ : comprimento do rio principal em km;
- $C_{Tr}$ : comprimento total de rios em km;
- $A_{lt}$ : altitude média em m;
- $P_p$ : precipitação média de longo período em mm.
- $a, c, e, b_1, b_2, b_3, d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, f_1, f_2$  e  $f_3$  : coeficientes dependentes do período de retorno, estabelecidos a partir da análise de regressão.

Os coeficientes decorrentes da análise de regressão e que dão forma às **Equações 26, 27 e 28** estão apresentados, por região hidrologicamente homogênea, na **Tabela 6-8**, na **Tabela 6-9** e na **Tabela 6-10**.

**Tabela 6-8:** Parâmetros da função regional correspondente à Região I

Parâmetros	Período de Retorno (anos)							
	2	5	10	20	25	30	50	100
<b>A</b>	-0,3418	-0,1031	0,0115	0,1017	0,1273	0,1472	0,1992	0,2624
<b>b<sub>1</sub></b>	1,6562	1,9130	2,0032	2,0616	2,0763	2,0872	2,1134	2,1413
<b>b<sub>2</sub></b>	-0,4725	-0,6946	-0,7711	-0,8189	-0,8305	-0,8390	-0,8591	-0,8794
<b>b<sub>3</sub></b>	-0,6745	-0,8306	-0,8924	-0,9368	-0,9488	-0,9580	-0,9814	-1,0085

**Tabela 6-9:** Parâmetros da função regional correspondente à Região II

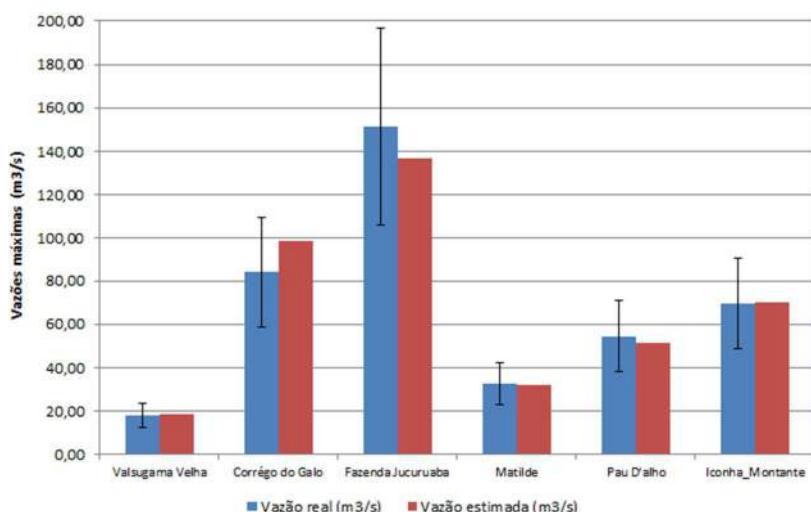
Parâmetros	Período de Retorno (anos)							
	2	5	10	20	25	30	50	100
<b>C</b>	-0,0949	6,7497	10,1028	12,7976	13,5730	14,1801	15,7740	17,7342
<b>d<sub>1</sub></b>	-2,8649	-5,0964	-6,3020	-7,3169	-7,6158	-7,8518	-8,4796	-9,2667
<b>d<sub>2</sub></b>	4,8064	6,7755	7,8064	8,6626	8,9131	9,1105	9,6336	10,2861
<b>d<sub>3</sub></b>	-0,1544	-0,7292	-1,0190	-1,2555	-1,3241	-1,3780	-1,5200	-1,6960
<b>d<sub>4</sub></b>	1,5737	3,0284	3,8148	4,4768	4,6717	4,8256	5,2350	5,7482
<b>d<sub>5</sub></b>	2,5087	2,2792	2,1161	1,9642	1,9173	1,8797	1,7772	1,6443
<b>d<sub>6</sub></b>	-3,4393	-5,4309	-6,3522	-7,0703	-7,2736	-7,4318	-7,8432	-8,3420

**Tabela 6-10:** Parâmetros da função regional correspondente à Região III

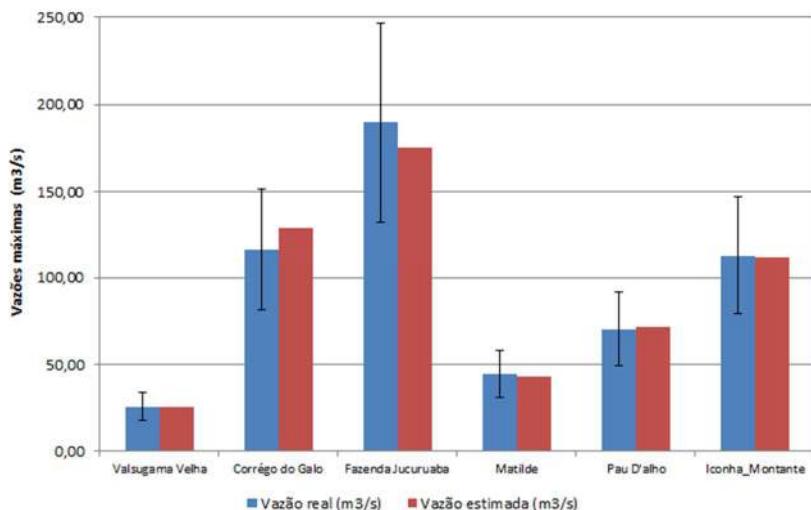
Parâmetros	Período de Retorno (anos)							
	2	5	10	20	25	30	50	100

<b>E</b>	-1,5655	-1,3116	-1,2493	-1,2243	-1,2209	-1,2193	-1,2195	-1,2278
<b>f<sub>1</sub></b>	-0,9053	-0,8561	-0,8584	-0,8716	-0,8770	-0,8818	-0,8964	-0,9178
<b>f<sub>2</sub></b>	1,6194	1,5688	1,6346	1,7239	1,7551	1,7810	1,8553	1,9582
<b>f<sub>3</sub></b>	1,3661	1,2906	1,2172	1,1446	1,1217	1,1033	1,0525	0,9858

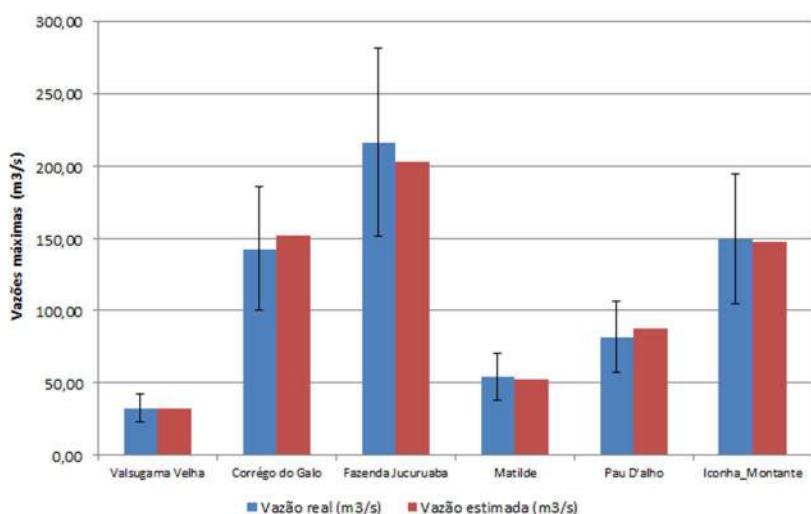
A **Figura 6-14**, a **Figura 6-15** e a **Figura 6-16** apresentam, respectivamente para os períodos de retorno de 5, 25 e 100 anos, os valores de vazões máximas apropriadas com auxílio da distribuição de probabilidade Lognormal – Tipo III (denominadas, na sequência deste texto, como vazões reais) e com emprego da função regional estabelecida para a Região I (vazões estimadas). Nestas figuras, são apresentadas barras de erros de  $\pm 30\%$  entorno das vazões reais estimadas em cada estação fluviométrica que dá forma à Região I. Figuras semelhantes são apresentadas para a Região II (**Figura 6-17**, **Figura 6-18** e **Figura 6-19**) e Região III (**Figura 6-20**, **Figura 6-21** e **Figura 6-22**).



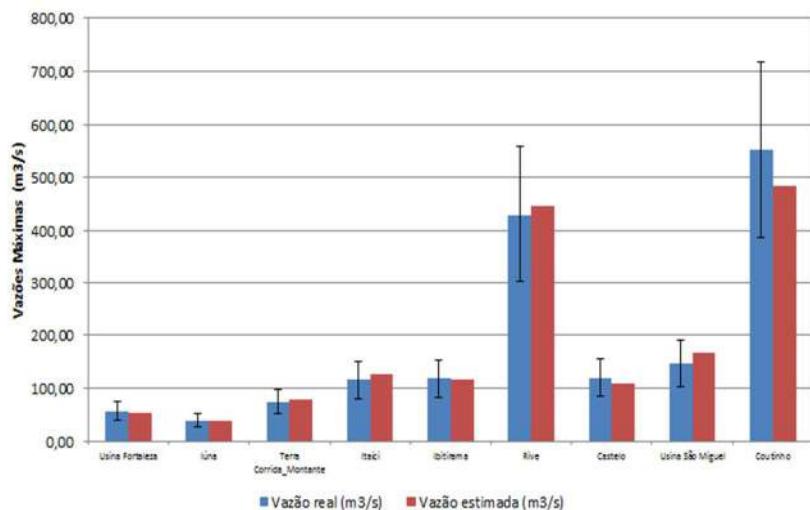
**Figura 6-14:** Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 5 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região I.



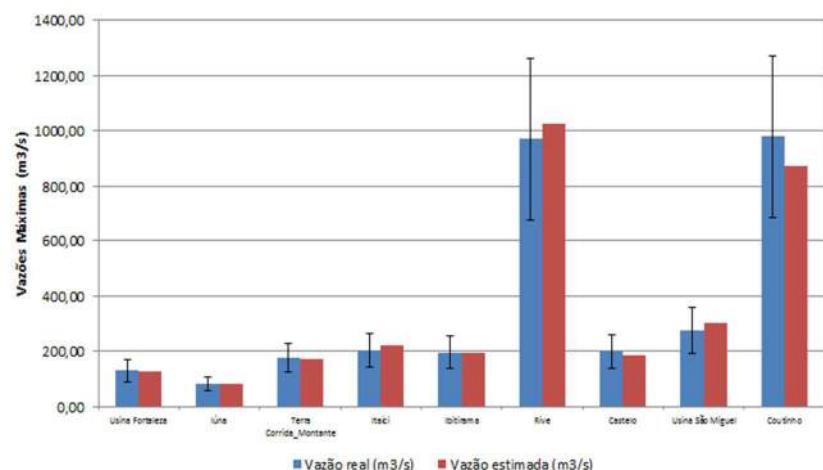
**Figura 6-15:** Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 25 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região I.



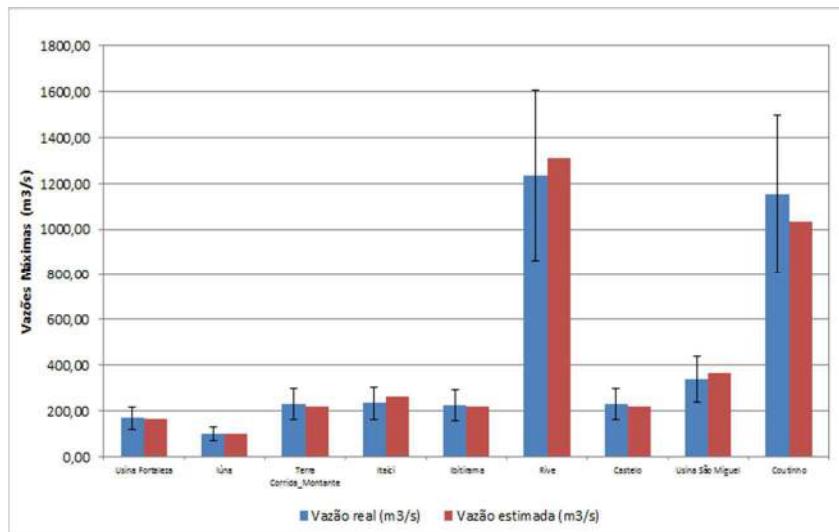
**Figura 6-16:** Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 100 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região I.



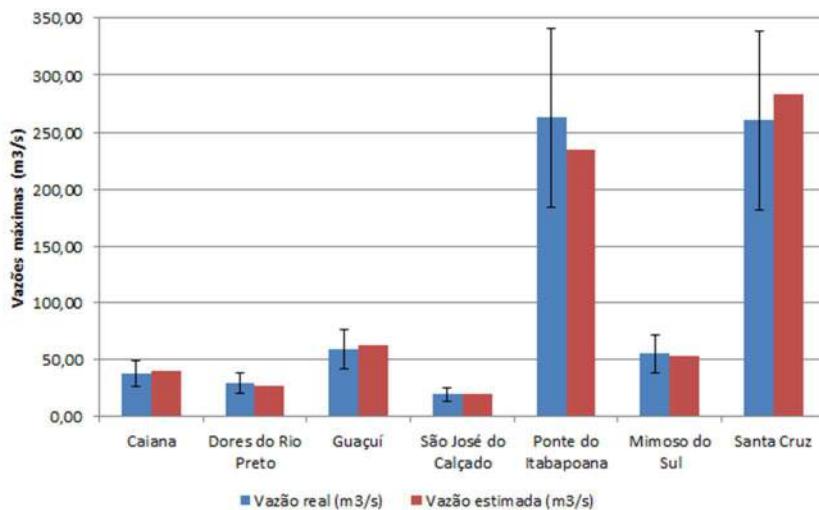
**Figura 6-17:** Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 5 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região II.



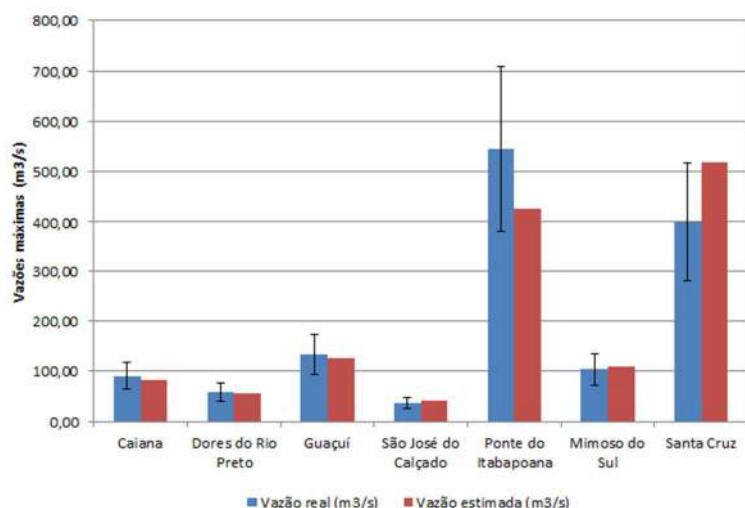
**Figura 6-18:** Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 25 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região II.



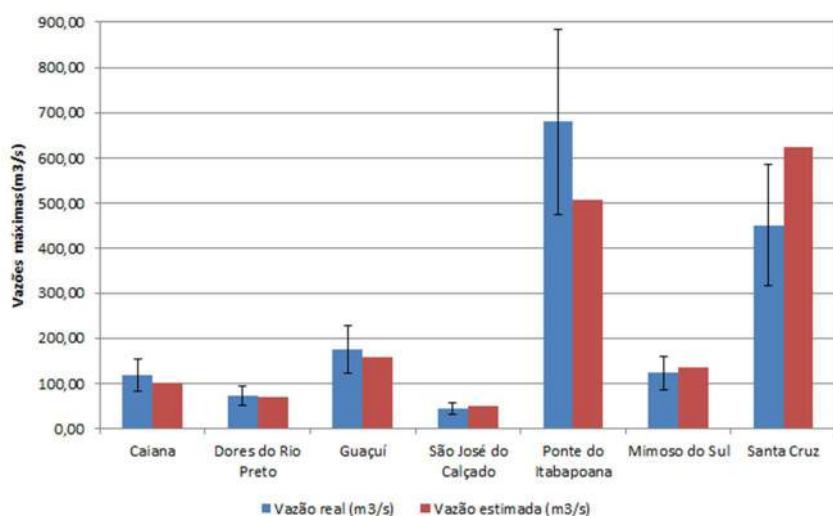
**Figura 6-19:** Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 100 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região II.



**Figura 6-20:** Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 5 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região III.



**Figura 6-21:** Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 25 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região III.



**Figura 6-22:** Vazões máximas reais e estimadas para o período de retorno de 100 anos nas diferentes estações fluviométricas da Região III.

A simples inspeção da **Figura 6-14** até a **Figura 6-19** - e de figuras similares produzidas para dos demais períodos de retorno – permite observar que as funções regionais propostas para as regiões I e II produziram erros percentuais entre vazões máximas reais e vazões máximas estimadas invariavelmente inferiores a 30%, independentemente da estação fluviométrica considerada. Na Região III (**Figura 6-20** até a **Figura 6-22**), desvios superiores foram sistematicamente observados para a estação de Santa Cruz, quando da

apropriação de vazões máximas associadas a períodos de retorno iguais ou maiores que 25 anos. Segundo Eletrobrás (1985), erros de 30% são aceitáveis quando da condução de análise regional de vazões.

#### 6.5.2.1.4 Vazões máximas do Rio Jucu Braço Sul

Para os períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos, a análise regional das vazões resultou nos valores apresentados na **Tabela 6-11**.

**Tabela 6-11:** Vazões máximas para os períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos para o Rio Jucu Braço Sul.

Período de recorrência	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
5 anos	45,78
10 anos	53,03
20 anos	59,84
25 anos	61,97
30 anos	63,70
50 anos	68,5
100 anos	74,93

#### 6.5.2.1.5 Vazão máxima instantânea

Como as estações fluviométricas utilizadas para a regionalização de vazão neste trabalho não possuem registrador contínuo de níveis d'água, as leituras de régua ocorrem apenas duas vezes ao dia. Desta forma, os valores obtidos para as vazões máximas médias diárias foram convertidos para vazões máximas instantâneas por meio do coeficiente de majoração da expressão empírica descrita por Tucci (1991).

$$\frac{Q_p}{Q_d} = 1 + 15,03A^{-0,59}$$

**Equação 29**

Sendo  $Q_p$  a vazão máxima instantânea,  $Q_d$  a vazão máxima de dois valores diários e  $A$  a área de drenagem da bacia estudada. A **Tabela 6-12** apresenta as vazões máximas adotadas no presente estudo após a aplicação do coeficiente de majoração acima descrito.

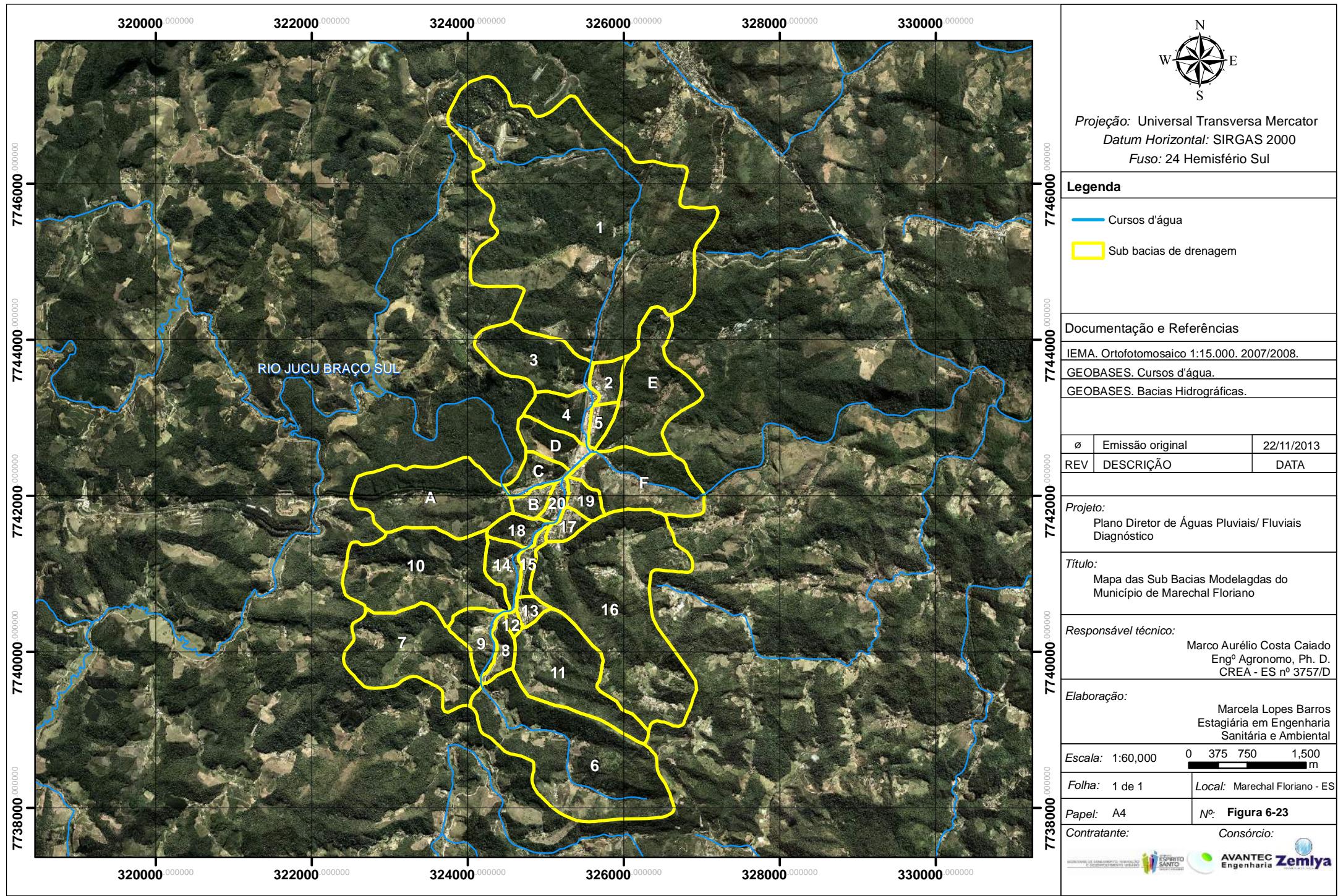
**Tabela 6-12:** Vazões máximas para os períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos à montante da cidade de Marechal Floriano adotadas no presente estudo para o Rio Jucu Braço Sul.

Período de recorrência	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
<b>5 anos</b>	68,65
<b>10 anos</b>	79,52
<b>20 anos</b>	89,73
<b>25 anos</b>	92,93
<b>30 anos</b>	95,52
<b>50 anos</b>	102,72
<b>100 anos</b>	112,36

#### 6.5.2.2 Modelagem Hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias urbanas do Rio Jucu Braço Sul

No presente estudo, as bacias de drenagem dos córregos Batatal e Rancho Alegre e as bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul foram divididas em 26 sub bacias, denominadas sub bacias 1, 2, 3, 4, 5 (sub bacias do córrego Rancho Alegre), 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 (sub bacias

do córrego Batatal), A, B, C, D, E e F (sub bacias urbanas do Rio Jucu Braço Sul) (**Figura 6-23**).



As vazões das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul foram apropriadas por meio do método chuva x vazão, o qual calcula a vazão no exutório de uma bacia com área, tipo de solo e uso de solo conhecidos, a partir de dados de chuva. Para o cálculo de vazão, foi utilizado o programa HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System*), como ferramenta de simulação, sendo o mesmo ajustado para calcular a chuva excedente pelo método do número da curva e a formação do hidrograma de cheia e cálculo do valor da vazão de pico pelo método do hidrograma unitário SCS, os quais estão discutidos em seguida. HEC-HMS tem sido utilizado largamente em muitos países do mundo, principalmente nos EUA e seu uso tem se popularizado no Brasil dada a boa consistência de resposta e estabilidade para simulação de pequenas e grandes bacias hidrográficas. Seu uso para o cálculo da vazão de projeto dos córregos Batatal e Rancho Alegre do e trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul foi considerado apropriado dada as possibilidades de se transformar as características da bacia em variáveis de entrada do modelo.

Para o cálculo do Tempo de Concentração, foram utilizados três métodos (*Kirpich, Ven te Chow* e *NRCS TR 55*) e o valor utilizado foi a média aritmética dos três valores obtidos, tendo sido calculados os tempos de concentração para cada uma das sub bacias. A **Tabela 6-13** apresenta o resultado do cálculo dos tempos de concentração das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul.

**Tabela 6-13:** Tempo de concentração das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul.

Sub bacia	Tempo de concentração (min)				Tc médio	
	Métodos			Tc médio		
	Ven Te Chow	Kirpich	SCS			
1	73,24	45,81	67,71	62,25		
2	6,75	2,60	-	4,68		
3	9,21	3,78	-	6,49		
4	12,77	5,60	-	9,18		
5	5,27	1,93	-	3,60		
6	47,88	27,47	39,74	38,36		
7	32,91	17,49	32,84	27,75		
8	5,00	1,81	-	3,41		
9	12,12	5,26	-	8,69		
10	41,47	23,11	41,61	35,40		
11	35,66	19,27	-	27,46		
12	4,93	1,78	-	3,36		
13	5,94	2,23	-	4,09		
14	9,64	3,99	-	6,82		
15	7,28	2,85	-	5,07		
16	41,88	23,38	30,83	32,03		
17	4,52	1,61	-	3,07		
18	12,14	5,27	-	8,71		
19	8,10	3,24	-	5,67		
20	8,08	3,23	-	5,65		
A	43,34	24,37	32,40	33,37		
B	9,58	3,96	-	6,77		
C	7,52	2,96	-	5,24		
D	18,01	8,47	-	13,24		
E	36,43	19,77	-	28,10		
F	5,85	2,19	-	4,02		
<b>Córrego Batatal</b>	<b>92,07</b>	<b>60,33</b>	<b>92,69</b>	<b>81,70</b>		

Conforme comentado, o método do número da curva foi escolhido para o cálculo da chuva excedente (parte da chuva que se transforma em escoamento superficial) no modelo HEC-HMS. Este método foi desenvolvido pelo *Soil Conservation Service*, ligado ao Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, a partir de dados de chuva e escoamento superficial de um grande número de bacias hidrográficas, aliados a dados de infiltrômetros que datam da década de 1930 e que resultaram na classificação dos solos americanos por Musgrave (1955), em tipos hidrológicos A, B, C e D, com os solos arenosos classificados como A e argilosos como D. Mockus (1949) sugeriu que o escoamento superficial poderia ser estimado a partir dos fatores área, tipo de solo, localização, uso do solo, chuva antecedente, duração e intensidade da chuva, temperatura média anual e data da chuva.

Após a promulgação do *Watershed Protection and Flood Prevention Act*, de 1954, as relações chuva-vazão desenvolvidas anteriormente foram generalizadas e podem ser expressas da seguinte maneira: quando o escoamento natural acumulado é plotado com a chuva acumulada, o escoamento se inicia depois de alguma chuva ter acumulado e a curva resultante da relação chuva x vazão se torna assintótica à linha 1:1. Desta forma, a seguinte relação foi desenvolvida:

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)} \quad \text{Equação 30}$$

Onde:

$Q$  = escoamento superficial.

$P$  = Precipitação acumulada.

$S$  = Retenção máxima potencial no início da chuva.

Com isto,  $S$  ficou sendo o único parâmetro relacionado às características da bacia hidrográfica. Este se relaciona com o número da curva através da seguinte relação:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{Equação 31}$$

Sendo que o CN é um valor tabelado, relacionado ao uso do solo e ao tipo hidrológico desse. A partir do cruzamento do Mapa de Uso do Solo e do Mapa

Pedológico das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul, foram apropriados os valores de CN médio para cada uma de suas sub bacias. Os mapas de uso e ocupação do solo dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul foram elaborados em três etapas:

- a) classificação do uso e ocupação do solo por meio de sistema de informação geográfica utilizando-se imagens do Ortofotomosaico do Espírito Santo (IEMA, 2007/2008);
- b) amostragem e confirmação de uso e ocupação do solo na bacia mapeada durante visitas de campo; e
- c) refinamento e elaboração do mapa final.

O mapa de uso e ocupação do solo das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul está apresentado na **Figura 6-24**.

Para a elaboração do mapa pedológico da área, primeiramente foi feita revisão de um conjunto de trabalhos correlatos já publicados e dos mapas de solos existentes. A região foi contemplada em dois estudos pedológicos oficiais, os quais resultaram nas cartas de solos em escala 1:400.000 (EMBRAPA-SNLCS, 1978) e 1:1.000.000 (RADAMBRASIL, 1983). Este último foi tomado como base cartográfica para este estudo por ser um trabalho mais recente e por ter sido elaborado em escala de 1: 250.000 (depois impresso em 1:1.000.000), mais preciso, portanto, que o de escala 1:400.000. Além disso, suas informações se ajustam melhor às obtidas durante as visitas de campo.

Informações cartográficas e da literatura consultada foram complementadas por campanhas de campo realizadas para este trabalho. Durante as campanhas de campo, os solos da área foram estudados em termos de sua distribuição em função das condições do relevo e geologia e através de observações de perfis em taludes de estradas. As informações foram consolidadas em escritório e complementadas com imagens do Ortofotomosaico do Espírito Santo (IEMA, 2007/2008) em ambiente computacional, possibilitando a elaboração do Mapa

Pedológico das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul, o qual está apresentado na **Figura 6-25**.

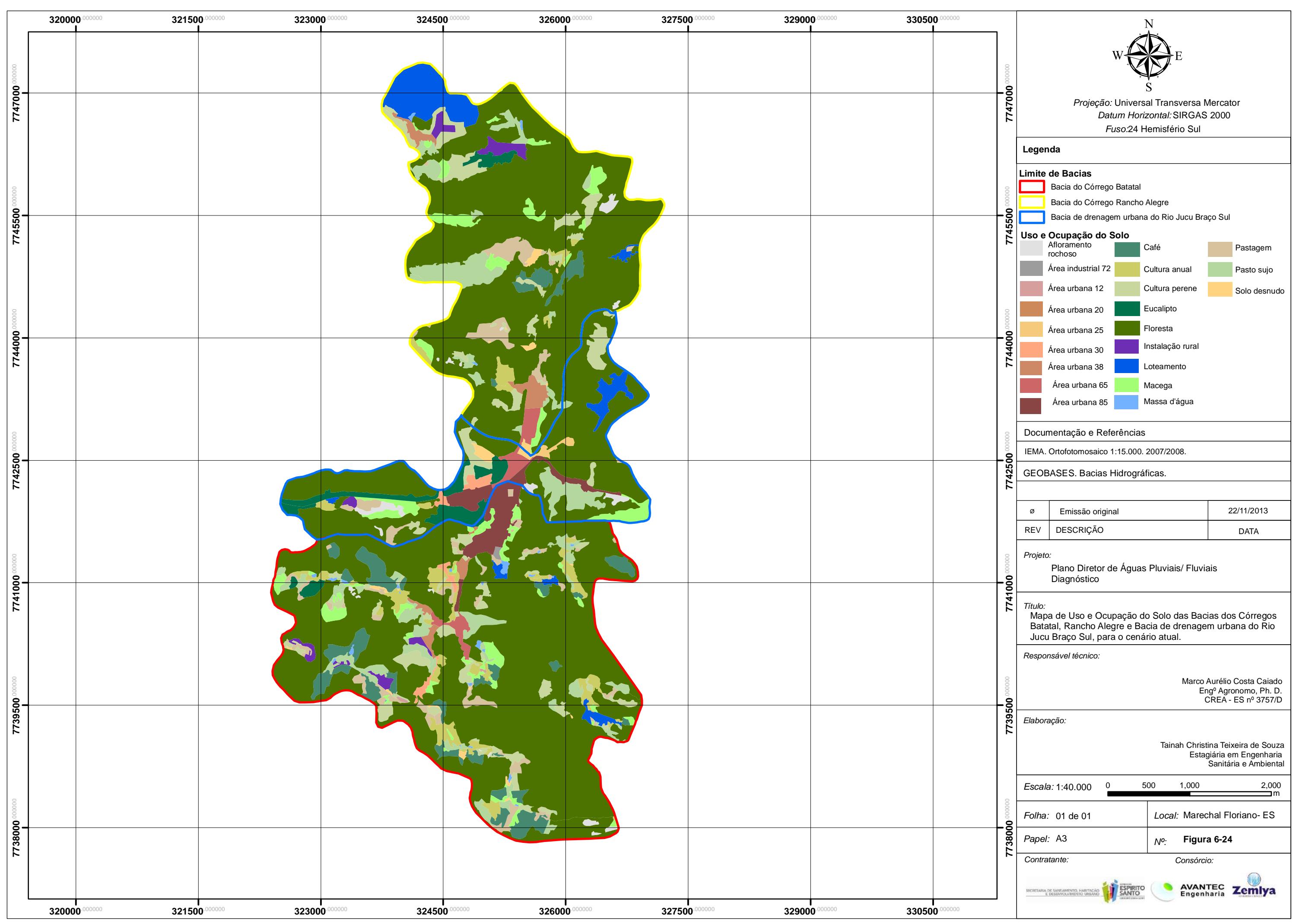
A **Tabela 6-14** apresenta os valores de CN médio e as áreas das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul.

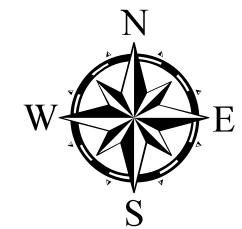
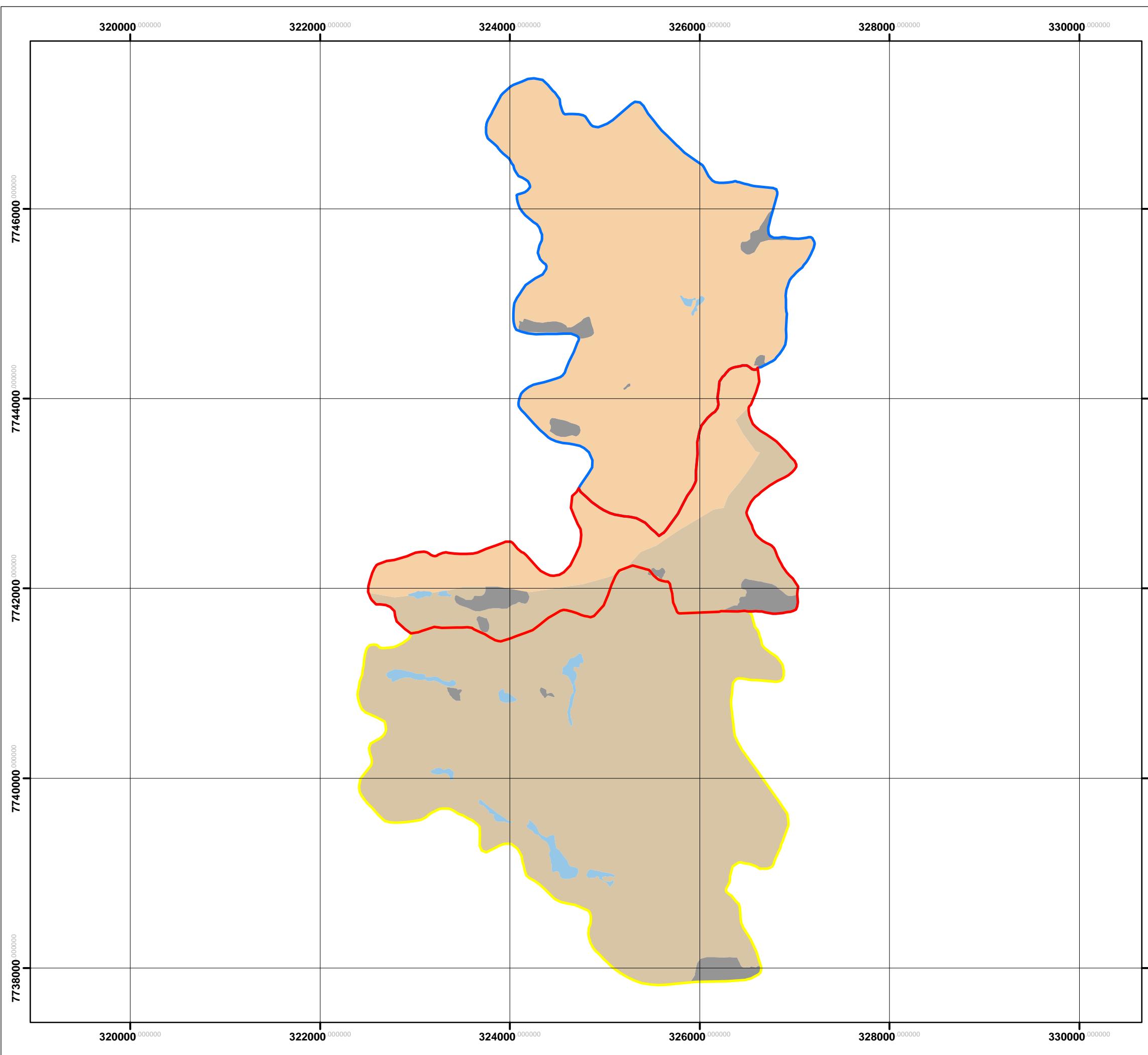
**Tabela 6-14:** Valores de CN médio das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul.

Sub bacia	CN médio	Área (km <sup>2</sup> )
1	40,34	7,35
2	43,82	0,20
3	44,36	0,86
4	44,30	0,40
5	46,88	0,14
6	43,21	2,62
7	39,85	1,47
8	46,18	0,18
9	42,63	0,35
10	41,45	1,83
11	38,94	1,31
12	47,44	0,05
13	56,32	0,11
14	52,05	0,30
15	62,59	0,14
16	39,68	3,37
17	67,68	0,14
18	45,00	0,22
19	50,81	0,18
20	78,78	0,12

**Tabela 6-14 (Continuação):** Valores de CN médio das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul.

Sub bacia	CN médio	Área (km <sup>2</sup> )
A	42,67	1,48
B	58,72	0,15
C	52,35	0,25
D	49,88	0,35
E	38,45	1,22
F	51,27	1,05





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

#### Legenda

- Limite de Bacia**
- Bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul (vermelho)
  - Bacia do Córrego Batatal (amarelo)
  - Bacia do Córrego Rancho Alegre (azul)

- Pedologia**
- Afloramento rochoso e Neossolo Litólico (cinza escuro)
  - Cambissolo Álico (marrom escuro)
  - Gleissolo e Neossolo Fluvico (azul)
  - Latossolo Vermelho Amarelo (laranja)

#### Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

EMBRAPA. Mapeamento de Solos. 1978.

RADAMBRASIL. Pedologia. Folha SF 23/24. 1983.

GEOBASES. Bacias Hidrográficas.

Ø	Emissão original	31/10/2013
REV	DESCRÍÇÃO	DATA

**Projeto:**  
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais  
Diagnóstico

**Título:**  
Mapa Pedológico das bacias dos córregos Batatal, Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul.

**Responsável técnico:**

Marco Aurélio Costa Caiado  
Engº Agrônomo, Ph. D.  
CREA - ES nº 3757/D

**Elaboração:**

Marcela Lopes Barros  
Estagiária em Engenharia Sanitária e Ambiental

**Escala:** 1:40.000 0 500 1,000 2,000 m

**Folha:** 01 de 01 **Local:** Marechal Floriano - ES

**Papel:** A3 **Nº:** **Figura 6-25**

**Contratante:** Consórcio:

SECTERIA DE SANEAMENTO, HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO  
ESPIRITO SANTO  
CRIANDO COM A CIDADE  
AVANTEC Zemlya  
Engenharia Consultoria e Pesquisa

Para a caracterização do total de chuva que foi transformado em vazão, foi escolhido o método do hidrograma unitário. Conceitualmente, o Hidrograma Unitário (HU) é o hidrograma do escoamento direto, causado por uma chuva efetiva unitária (por exemplo, uma chuva de 1 mm, 1 cm, 1 polegada ou outra medida). A teoria considera que a precipitação efetiva e unitária tem intensidade constante ao longo de sua duração e distribui-se uniformemente sobre toda a área de drenagem (COLLISCHONN; TASSI, 2008).

Segundo Paço (2008), o modelo do Hidrograma Unitário (HU), desenvolvido por Sherman em 1932, impôs um importante avanço no nível da análise de cheias.

Conforme Naghettini (1999), além das considerações citadas acima (chuva de intensidade constante e uniformemente distribuída sobre a bacia), o método baseia-se na hipótese de que, uma vez que as características físicas da bacia não se alterem, precipitações semelhantes produzirão hidrogramas semelhantes.

Chow, Maidment e Mays (1988), *apud* Paço (2008) afirmam que o modelo foi inicialmente desenvolvido para a aplicação em bacias hidrográficas de grandes dimensões, variando entre 1300 e 8000 km<sup>2</sup>, tendo-se, posteriormente, demonstrada a sua aplicabilidade em bacias de área mais reduzidas, entre 0,005 Km<sup>2</sup> e 25 km<sup>2</sup>.

Existem muitas técnicas sintéticas de Hidrogramas Unitários abordadas pelos mais diversos autores: Método de Nash, Clark, de Santa Bárbara, da Convolução Contínua, Snyder, SCS (*Soil Conservation Service*) e, CUHP (*Colorado Urban Hydrograph Procedure*). O método do hidrograma unitário SCS é nativo no HEC-HMS e foi escolhido para a transformação dos dados de chuva em vazão. O único parâmetro requerido pelo modelo é o Tempo de Retardo (*Lag time*), que representa o tempo decorrente entre o centroide da precipitação e o pico de vazão a ela associada.

A intensidade da chuva de projeto foi estabelecida a partir da equação IDF para a bacia (**Equação 2**) com tempos de recorrência de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos. Segundo IPH-UFGRS (2005) o tempo total da simulação deve ser de, pelo menos, duas vezes o tempo de concentração, permitindo que toda a precipitação

atue sobre o hidrograma de saída, enquanto *Placer County* (1990) apud *Us Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center* (2000) recomenda uma duração de chuva igual a três ou quatro vezes o tempo de concentração. Para a simulação do Cenário Atual, o modelo HEC-HMS foi aplicado às bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul, com precipitação com duração referente a duas vezes o tempo de concentração do córrego Batatal.

Conforme apresentado na **Tabela 6-13**, os cálculos do tempo de concentração da bacia do córrego Batatal resultaram em um valor médio de 81,70 minutos em sua foz. Foram calculadas as chuvas intensas para durações iguais a duas vezes o tempo de concentração e intervalos de recorrência de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos e apropriados os respectivos hietogramas por meio do método dos blocos alternados.

A equação IDF é calculada para uma estação pluviométrica e a precipitação máxima nesta não ocorre sobre toda a bacia ao mesmo tempo, existindo uma variabilidade espacial natural, com tendência à redução da precipitação da bacia com relação ao máximo valor observado na estação.

O uso do coeficiente de abatimento  $K_A$  possibilita corrigir, pela área da bacia, a altura ou intensidade média da precipitação dada por uma IDF válida para a sub bacia.

Os coeficientes utilizados neste trabalho são provenientes do estudo realizado por Silveira (1996) apud IPH-UFGRS (2005), que estimou a estrutura de correlação espacial para Porto Alegre. O autor obteve uma expressão para o coeficiente de abatimento (redução) radial da precipitação, em função da área ao redor do ponto de maior intensidade. A expressão obtida é dada por:

$$K_A = 1 - 0,25 \frac{\sqrt{A}}{\beta} \quad \text{Equação 32}$$

Onde:

$K_A$ : Coeficiente de abatimento, que varia entre 0 e 1;

$A$ : Área em  $\text{km}^2$ ;

$\beta$ : Distância teórica onde a correlação espacial se anula (variável com a duração do evento). Para Porto Alegre, a equação empírica recomendada para  $\beta$  é:

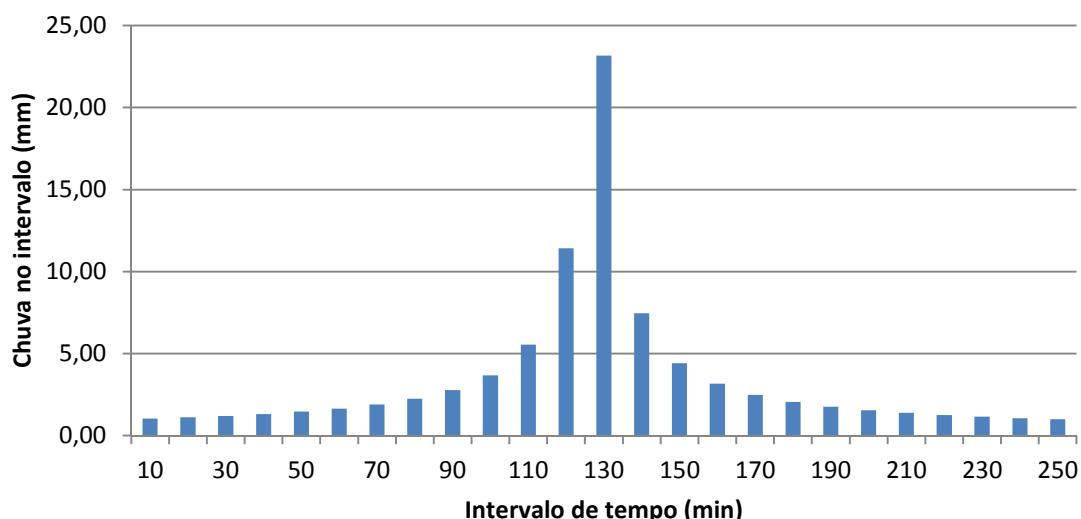
$$\beta = 0,054t + 12,9$$

**Equação 33**

Sendo  $t$  a duração do evento em minutos e  $\beta$  obtido em quilômetros.

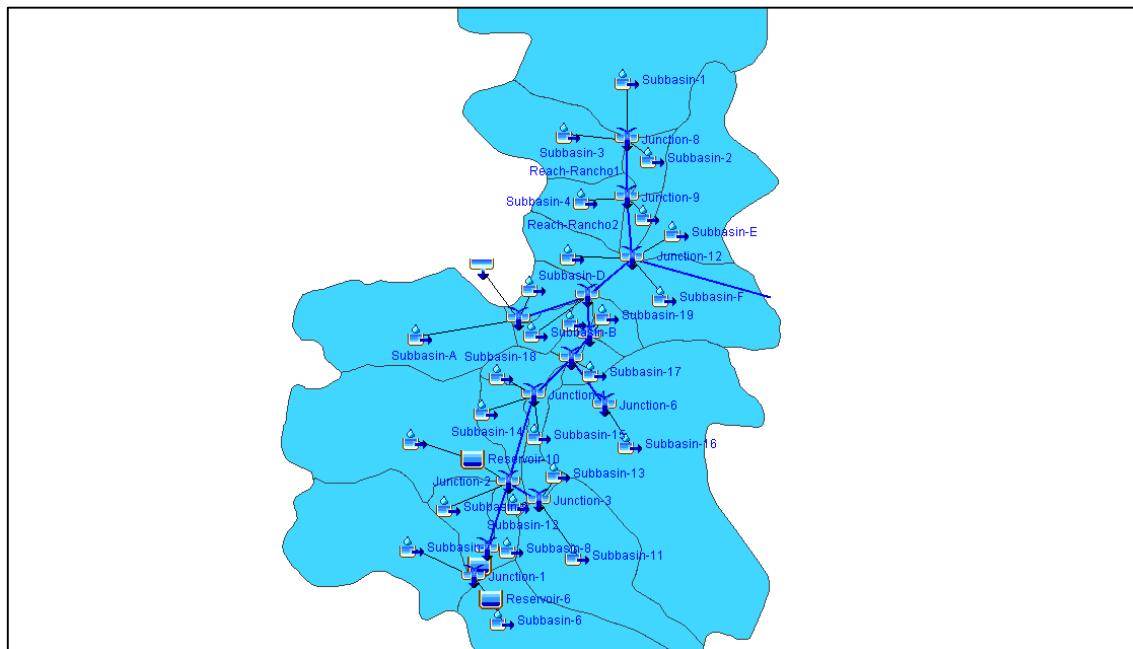
Para a bacia de drenagem urbana do córrego Santa Catarina, o cálculo do coeficiente de abatimento resultou no valor de 0,96.

A **Figura 6-26** apresenta o hietograma da chuva de 25 anos utilizada na simulação depois de aplicado o coeficiente de abatimento.



**Figura 6-26:** Hietograma da chuva com recorrência de 25 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia do córrego Batatal.

A tela principal do programa HEC-HMS preparada para a modelagem está apresentada na **Figura 6-27**.



**Figura 6-27:** Bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul modelada pelo software HEC-HMS.

**A Tabela 6-15, Tabela 6-16, Tabela 6-17, Tabela 6-18, Tabela 6-19, Figura 6-20 e Tabela 6-21** apresentam os resultados da aplicação do HEC-HMS nas bacias modeladas para chuvas de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos, respectivamente.

**Tabela 6-15:** Resposta hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 5 anos para o cenário atual,

Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico
	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s		km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s
<b>Junção-1</b>	4,08	0	<b>Jucu_Sul-1</b>	320,43	68,6
<b>Junção-10</b>	322,16	68,8	<b>Subbacia-1</b>	7,35	0
<b>Junção-11</b>	334,7	71,5	<b>Subbacia-10</b>	1,83	0
<b>Junção-12</b>	346,26	71,7	<b>Subbacia-11</b>	1,3	0
<b>Junção-2</b>	7,94	0,1	<b>Subbacia-12</b>	0,11	0
<b>Junção-3</b>	1,51	0,1	<b>Subbacia-13</b>	0,1	0,1
<b>Junção-4</b>	8,58	0,5	<b>Subbacia-14</b>	0,3	0,1
<b>Junção-5</b>	12,09	1,1	<b>Subbacia-15</b>	0,13	0,5
<b>Junção-6</b>	3,37	0	<b>Subbacia-16</b>	3,37	0
<b>Junção-7</b>	12,39	2,7	<b>Subbacia-17</b>	0,14	1,1
<b>Junção-8</b>	8,4	0,1	<b>Subbacia-18</b>	0,21	0
<b>Junção-9</b>	8,94	0,1	<b>Subbacia-19</b>	0,18	0,1
<b>Junção-res-7</b>	4,26	0	<b>Subbacia-2</b>	0,2	0
<b>Trecho-Af1</b>	1,51	0,1	<b>Subbacia-20</b>	0,12	1,8
<b>Trecho-Af2</b>	3,37	0,1	<b>Subbacia-3</b>	0,85	0
<b>Trecho-Bat1</b>	4,26	0,1	<b>Subbacia-4</b>	0,4	0
<b>Trecho-Bat2</b>	7,94	0,1	<b>Subbacia-5</b>	0,14	0
<b>Trecho-Bat3</b>	8,58	0,5	<b>Subbacia-6</b>	2,62	0,1
<b>Trecho-Bat4</b>	12,09	1,1	<b>Subbacia-7</b>	1,46	0
<b>Trecho-Bat5</b>	12,39	2,6	<b>Subbacia-8</b>	0,18	0
<b>Trecho-JSul1</b>	322,16	68,8	<b>Subbacia-9</b>	0,34	0
<b>Trecho-JSul2</b>	334,7	71,5	<b>Subbacia-A</b>	1,48	0
<b>Trecho-JSul3</b>	346,26	71,7	<b>Subbacia-B</b>	0,15	0,3
<b>Trecho-Rancho1</b>	8,4	0,1	<b>Subbacia-C</b>	0,25	0,10
<b>Trecho-Rancho2</b>	8,94	0,1	<b>Subbacia-D</b>	0,35	0,10
<b>Reservatório-10</b>	1,83	0	<b>Subbacia-E</b>	1,22	0,00
<b>Reservatório-6</b>	2,62	0	<b>Subbacia-F</b>	1,05	0,40
<b>Reservatório-7</b>	4,08	0		-	-

**Tabela 6-16:** Resposta hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 10 anos para o cenário atual,

Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico
	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s		km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s
Junção-1	4,08	0	Jucu_Sul-1	320,43	79,5
Junção-10	322,16	79,8	Subbacia-1	7,35	0
Junção-11	334,7	83,2	Subbacia-10	1,83	0,1
Junção-12	346,26	83,9	Subbacia-11	1,3	0
Junção-2	7,94	0,2	Subbacia-12	0,11	0
Junção-3	1,51	0,2	Subbacia-13	0,1	0,2
Junção-4	8,58	0,8	Subbacia-14	0,3	0,2
Junção-5	12,09	1,4	Subbacia-15	0,13	0,8
Junção-6	3,37	0	Subbacia-16	3,37	0
Junção-7	12,39	3,3	Subbacia-17	0,14	1,4
Junção-8	8,4	0,1	Subbacia-18	0,21	0
Junção-9	8,94	0,2	Subbacia-19	0,18	0,1
Junção-res-7	4,26	0	Subbacia-2	0,2	0
Trecho-Af1	1,51	0,2	Subbacia-20	0,12	2,1
Trecho-Af2	3,37	0	Subbacia-3	0,85	0,1
Trecho-Bat1	4,26	0	Subbacia-4	0,4	0
Trecho-Bat2	7,94	0,2	Subbacia-5	0,14	0
Trecho-Bat3	8,58	0,8	Subbacia-6	2,62	0,2
Trecho-Bat4	12,09	1,4	Subbacia-7	1,46	0
Trecho-Bat5	12,39	3,2	Subbacia-8	0,18	0
Trecho-JSul1	322,16	79,7	Subbacia-9	0,34	0
Trecho-JSul2	334,7	83,2	Subbacia-A	1,48	0,1
Trecho-JSul3	346,26	83,9	Subbacia-B	0,15	0,5
Trecho-Rancho1	8,4	0,1	Subbacia-C	0,25	0,2
Trecho-Rancho2	8,94	0,2	Subbacia-D	0,35	0,2
Reservatório-10	1,83	0	Subbacia-E	1,22	0
Reservatório-6	2,62	0	Subbacia-F	1,05	0,8
Reservatório-7	4,08	0	-	-	-

**Tabela 6-17:** Resposta hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 20 anos para o cenário atual,

Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico
	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s		km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s
<b>Junção-1</b>	4,08	0,1	<b>Jucu_Sul-1</b>	320,43	89,70
<b>Junção-10</b>	322,16	90,10	<b>Subbacia-1</b>	7,35	0,40
<b>Junção-11</b>	334,7	94,50	<b>Subbacia-10</b>	1,83	0,20
<b>Junção-12</b>	346,26	95,90	<b>Subbacia-11</b>	1,3	0,00
<b>Junção-2</b>	7,94	0,40	<b>Subbacia-12</b>	0,11	0,10
<b>Junção-3</b>	1,51	0,40	<b>Subbacia-13</b>	0,1	0,40
<b>Junção-4</b>	8,58	1,30	<b>Subbacia-14</b>	0,3	0,40
<b>Junção-5</b>	12,09	2,00	<b>Subbacia-15</b>	0,13	1,00
<b>Junção-6</b>	3,37	0,20	<b>Subbacia-16</b>	3,37	0,20
<b>Junção-7</b>	12,39	4,10	<b>Subbacia-17</b>	0,14	1,70
<b>Junção-8</b>	8,4	0,60	<b>Subbacia-18</b>	0,21	0,10
<b>Junção-9</b>	8,94	0,60	<b>Subbacia-19</b>	0,18	0,20
<b>Junção-res-7</b>	4,26	0,10	<b>Subbacia-2</b>	0,2	0,00
<b>Trecho-Af1</b>	1,51	0,40	<b>Subbacia-20</b>	0,12	2,40
<b>Trecho-Af2</b>	3,37	0,20	<b>Subbacia-3</b>	0,85	0,20
<b>Trecho-Bat1</b>	4,26	0,10	<b>Subbacia-4</b>	0,4	0,10
<b>Trecho-Bat2</b>	7,94	0,40	<b>Subbacia-5</b>	0,14	0,10
<b>Trecho-Bat3</b>	8,58	1,30	<b>Subbacia-6</b>	2,62	0,40
<b>Trecho-Bat4</b>	12,09	1,90	<b>Subbacia-7</b>	1,46	0,10
<b>Trecho-Bat5</b>	12,39	4,10	<b>Subbacia-8</b>	0,18	0,10
<b>Trecho-JSul1</b>	322,16	90,10	<b>Subbacia-9</b>	0,34	0,00
<b>Trecho-JSul2</b>	334,7	94,50	<b>Subbacia-A</b>	1,48	0,20
<b>Trecho-JSul3</b>	346,26	95,80	<b>Subbacia-B</b>	0,15	0,70
<b>Trecho-Rancho1</b>	8,4	0,50	<b>Subbacia-C</b>	0,25	0,40
<b>Trecho-Rancho2</b>	8,94	0,60	<b>Subbacia-D</b>	0,35	0,30
<b>Reservatório-10</b>	1,83	0,20	<b>Subbacia-E</b>	1,22	0,00
<b>Reservatório-6</b>	2,62	0,10	<b>Subbacia-F</b>	1,05	1,30
<b>Reservatório-7</b>	4,08	0,00	-	-	-

**Tabela 6-18:** Resposta hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 25 anos para o cenário atual,

Elemento hidrológico	Área drenada km <sup>2</sup>	Vazão de pico m <sup>3</sup> /s	Elemento hidrológico	Área drenada km <sup>2</sup>	Vazão de pico m <sup>3</sup> /s
Junção-1	4,08	0,2	Jucu_Sul-1	320,43	92,9
Junção-10	322,16	93,4	Subbacia-1	7,35	0,6
Junção-11	334,7	98,2	Subbacia-10	1,83	0,2
Junção-12	346,26	99,7	Subbacia-11	1,3	0,1
Junção-2	7,94	0,5	Subbacia-12	0,11	0,1
Junção-3	1,51	0,5	Subbacia-13	0,1	0,5
Junção-4	8,58	1,5	Subbacia-14	0,3	0,5
Junção-5	12,09	2,2	Subbacia-15	0,13	1,1
Junção-6	3,37	0,2	Subbacia-16	3,37	0,2
Junção-7	12,39	4,4	Subbacia-17	0,14	1,9
Junção-8	8,4	0,8	Subbacia-18	0,21	0,1
Junção-9	8,94	0,9	Subbacia-19	0,18	0,2
Junção-res-7	4,26	0,1	Subbacia-2	0,2	0
Trecho-Af1	1,51	0,4	Subbacia-20	0,12	2,6
Trecho-Af2	3,37	0,2	Subbacia-3	0,85	0,2
Trecho-Bat1	4,26	0,1	Subbacia-4	0,4	0,1
Trecho-Bat2	7,94	0,5	Subbacia-5	0,14	0,1
Trecho-Bat3	8,58	1,4	Subbacia-6	2,62	0,5
Trecho-Bat4	12,09	2,2	Subbacia-7	1,46	0,1
Trecho-Bat5	12,39	4,3	Subbacia-8	0,18	0,1
Trecho-JSul1	322,16	93,4	Subbacia-9	0,34	0,1
Trecho-JSul2	334,7	98,2	Subbacia-A	1,48	0,3
Trecho-JSul3	346,26	99,7	Subbacia-B	0,15	0,8
Trecho-Rancho1	8,4	0,8	Subbacia-C	0,25	0,5
Trecho-Rancho2	8,94	0,9	Subbacia-D	0,35	0,3
Reservatório-10	1,83	0,2	Subbacia-E	1,22	0
Reservatório-6	2,62	0,7	Subbacia-F	1,05	1,7
Reservatório-7	4,08	0,1		-	-

**Tabela 6-19:** Resposta hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 30 anos para o cenário atual,

Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico
----------------------	--------------	---------------	----------------------	--------------	---------------

	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s		km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s
<b>Junção-1</b>	4,08	0,2	<b>Jucu_Sul-1</b>	320,43	95,5
<b>Junção-10</b>	322,16	96,1	<b>Subbacia-1</b>	7,35	0,7
<b>Junção-11</b>	334,7	101,1	<b>Subbacia-10</b>	1,83	0,3
<b>Junção-12</b>	346,26	102,9	<b>Subbacia-11</b>	1,3	0,1
<b>Junção-2</b>	7,94	0,6	<b>Subbacia-12</b>	0,11	0,1
<b>Junção-3</b>	1,51	0,5	<b>Subbacia-13</b>	0,1	0,5
<b>Junção-4</b>	8,58	1,7	<b>Subbacia-14</b>	0,3	0,6
<b>Junção-5</b>	12,09	2,4	<b>Subbacia-15</b>	0,13	1,2
<b>Junção-6</b>	3,37	0,3	<b>Subbacia-16</b>	3,37	0,3
<b>Junção-7</b>	12,39	4,7	<b>Subbacia-17</b>	0,14	2
<b>Junção-8</b>	8,4	1	<b>Subbacia-18</b>	0,21	0,1
<b>Junção-9</b>	8,94	1,1	<b>Subbacia-19</b>	0,18	0,3
<b>Junção-res-7</b>	4,26	0,2	<b>Subbacia-2</b>	0,2	0,1
<b>Trecho-Af1</b>	1,51	0,5	<b>Subbacia-20</b>	0,12	2,7
<b>Trecho-Af2</b>	3,37	0,3	<b>Subbacia-3</b>	0,85	0,3
<b>Trecho-Bat1</b>	4,26	0,2	<b>Subbacia-4</b>	0,4	0,1
<b>Trecho-Bat2</b>	7,94	0,6	<b>Subbacia-5</b>	0,14	0,1
<b>Trecho-Bat3</b>	8,58	1,6	<b>Subbacia-6</b>	2,62	0,6
<b>Trecho-Bat4</b>	12,09	2,3	<b>Subbacia-7</b>	1,46	0,2
<b>Trecho-Bat5</b>	12,39	4,5	<b>Subbacia-8</b>	0,18	0,1
<b>Trecho-JSul1</b>	322,16	96,1	<b>Subbacia-9</b>	0,34	0,1
<b>Trecho-JSul2</b>	334,7	101,1	<b>Subbacia-A</b>	1,48	0,3
<b>Trecho-JSul3</b>	346,26	102,9	<b>Subbacia-B</b>	0,15	0,9
<b>Trecho-Rancho1</b>	8,4	1	<b>Subbacia-C</b>	0,25	0,6
<b>Trecho-Rancho2</b>	8,94	1,1	<b>Subbacia-D</b>	0,35	0,4
<b>Reservatório-10</b>	1,83	0,3	<b>Subbacia-E</b>	1,22	0,1
<b>Reservatório-6</b>	2,62	0,7	<b>Subbacia-F</b>	1,05	2
<b>Reservatório-7</b>	4,08	0,1		-	-

**Tabela 6-20:** Resposta hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 50 anos para o cenário atual,

Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico
	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s		km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s
<b>Junção-1</b>	4,08	0,4	<b>Jucu_Sul-1</b>	320,43	102,7
<b>Junção-10</b>	322,16	103,6	<b>Subbacia-1</b>	7,35	1,3
<b>Junção-11</b>	334,7	109,6	<b>Subbacia-10</b>	1,83	0,4
<b>Junção-12</b>	346,26	112,1	<b>Subbacia-11</b>	1,3	0,2
<b>Junção-2</b>	7,94	1,1	<b>Subbacia-12</b>	0,11	0,1
<b>Junção-3</b>	1,51	0,8	<b>Subbacia-13</b>	0,1	0,7
<b>Junção-4</b>	8,58	2,2	<b>Subbacia-14</b>	0,3	0,9
<b>Junção-5</b>	12,09	3	<b>Subbacia-15</b>	0,13	1,4
<b>Junção-6</b>	3,37	0,5	<b>Subbacia-16</b>	3,37	0,5
<b>Junção-7</b>	12,39	5,4	<b>Subbacia-17</b>	0,14	2,3
<b>Junção-8</b>	8,4	1,6	<b>Subbacia-18</b>	0,21	0,1
<b>Junção-9</b>	8,94	1,8	<b>Subbacia-19</b>	0,18	0,4
<b>Junção-res-7</b>	4,26	0,6	<b>Subbacia-2</b>	0,2	0,1
<b>Trecho-Af1</b>	1,51	0,7	<b>Subbacia-20</b>	0,12	3
<b>Trecho-Af2</b>	3,37	0,5	<b>Subbacia-3</b>	0,85	0,5
<b>Trecho-Bat1</b>	4,26	0,6	<b>Subbacia-4</b>	0,4	0,2
<b>Trecho-Bat2</b>	7,94	1,1	<b>Subbacia-5</b>	0,14	0,2
<b>Trecho-Bat3</b>	8,58	2,1	<b>Subbacia-6</b>	2,62	0,9
<b>Trecho-Bat4</b>	12,09	3	<b>Subbacia-7</b>	1,46	0,2
<b>Trecho-Bat5</b>	12,39	5,4	<b>Subbacia-8</b>	0,18	0,2
<b>Trecho-JSul1</b>	322,16	103,6	<b>Subbacia-9</b>	0,34	0,1
<b>Trecho-JSul2</b>	334,7	109,6	<b>Subbacia-A</b>	1,48	0,5
<b>Trecho-JSul3</b>	346,26	112,1	<b>Subbacia-B</b>	0,15	1,1
<b>Trecho-Rancho1</b>	8,4	1,6	<b>Subbacia-C</b>	0,25	0,9
<b>Trecho-Rancho2</b>	8,94	1,8	<b>Subbacia-D</b>	0,35	0,6
<b>Reservatório-10</b>	1,83	0,4	<b>Subbacia-E</b>	1,22	0,1
<b>Reservatório-6</b>	2,62	0,9	<b>Subbacia-F</b>	1,05	3,2
<b>Reservatório-7</b>	4,08	0,6	-	-	-

**Tabela 6-21:** Resposta hidrológica dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 100 anos para o cenário atual,

Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico
	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s		km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s
Junção-1	4,08	0,9	Jucu_Sul-1	320,43	112,4
Junção-10	322,16	113,7	Subbacia-1	7,35	2,2
Junção-11	334,7	121,1	Subbacia-10	1,83	0,8
Junção-12	346,26	124,8	Subbacia-11	1,3	0,3
Junção-2	7,94	2,3	Subbacia-12	0,11	0,3
Junção-3	1,51	1,2	Subbacia-13	0,1	0,9
Junção-4	8,58	3,1	Subbacia-14	0,3	1,4
Junção-5	12,09	4,1	Subbacia-15	0,13	1,8
Junção-6	3,37	1	Subbacia-16	3,37	1
Junção-7	12,39	6,6	Subbacia-17	0,14	2,7
Junção-8	8,4	2,7	Subbacia-18	0,21	0,2
Junção-9	8,94	3	Subbacia-19	0,18	0,7
Junção-res-7	4,26	1,3	Subbacia-2	0,2	0,2
Trecho-Af1	1,51	1,1	Subbacia-20	0,12	3,4
Trecho-Af2	3,37	1	Subbacia-3	0,85	0,9
Trecho-Bat1	4,26	1,3	Subbacia-4	0,4	0,4
Trecho-Bat2	7,94	2,3	Subbacia-5	0,14	0,3
Trecho-Bat3	8,58	3	Subbacia-6	2,62	1,6
Trecho-Bat4	12,09	4	Subbacia-7	1,46	0,5
Trecho-Bat5	12,39	6,5	Subbacia-8	0,18	0,3
Trecho-JSul1	322,16	113,7	Subbacia-9	0,34	0,2
Trecho-JSul2	334,7	121	Subbacia-A	1,48	0,8
Trecho-JSul3	346,26	124,8	Subbacia-B	0,15	1,4
Trecho-Rancho1	8,4	2,7	Subbacia-C	0,25	1,3
Trecho-Rancho2	8,94	3	Subbacia-D	0,35	0,9
Reservatório-10	1,83	0,7	Subbacia-E	1,22	0,3
Reservatório-6	2,62	1,4	Subbacia-F	1,05	5,2
Reservatório-7	4,08	1,2		-	-

As vazões referentes ao elemento hidrológico Jucu\_Sul-1 são aquelas calculadas para a seção final do trecho rural do Rio Jucu Braço Sul a montante da sede municipal de Marechal Floriano, calculadas por meio de análises estatísticas e adicionadas ao modelo HEC-HMS. As vazões correspondentes ao Trecho-JSul-1 e Trecho-JSul-3 são, respectivamente, calculadas para o trecho inicial e final do Rio Jucu Braço Sul em seu trecho urbano. Os elementos hidrológicos Trecho-Bat1 e Trecho-Bat5 são, respectivamente, o trecho inicial e o final do córrego Batatal na sede municipal de Marechal Floriano. Por fim, as vazões correspondentes ao Trecho-Rancho1 e Trecho-Rancho2 são, respectivamente calculadas para o trecho inicial e final do córrego Rancho Alegre na sede municipal de Marechal Floriano.

### **6.5.3 Modelagem hidráulica do Rio Jucu Braço Sul e dos córregos Batatal e Rancho Alegre no Cenário Atual**

#### *6.5.3.1 Introdução*

Para a simulação hidráulica da vazão de projeto das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul, 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 procedimento básico de computação é baseado na solução da equação de energia unidimensional (*Bernoulli*), sendo avaliadas as perdas de energia por fricção (equação de *Manning*) e contração ou expansão das seções transversais (coeficiente multiplicado pela velocidade principal). A equação do momento, por sua vez, é utilizada nas situações de cálculo de escoamento em regime misto em ressaltos hidráulicos, pontes e na determinação dos níveis d'água nas confluências dos rios.

O coeficiente *n* de *Manning* é um dos principais parâmetros do modelo, sendo altamente variável e depende de vários fatores: aspereza da superfície do leito, vegetação, irregularidades no canal, alinhamento do canal, erosão ou deposição de sedimentos, obstruções, tamanho e forma do canal, vazões, temperatura e concentração de sólidos em suspensão.

Chow (1959) traz uma quantidade satisfatória de valores de referência para o coeficiente *n* de *Manning*. Somado a isto, HEC (2010) traz uma coletânea de valores do citado parâmetro para as mais diversas situações, sendo mais indicado para uso na modelagem hidráulica com o modelo HEC-RAS.

No caso da modelagem hidráulica de bueiros e pontes, outros dois coeficientes ganham importância: os coeficientes de expansão e contração. Estes tem a função de representar matematicamente o efeito de contração/expansão do escoamento que ocorre a montante/jusante das estruturas.

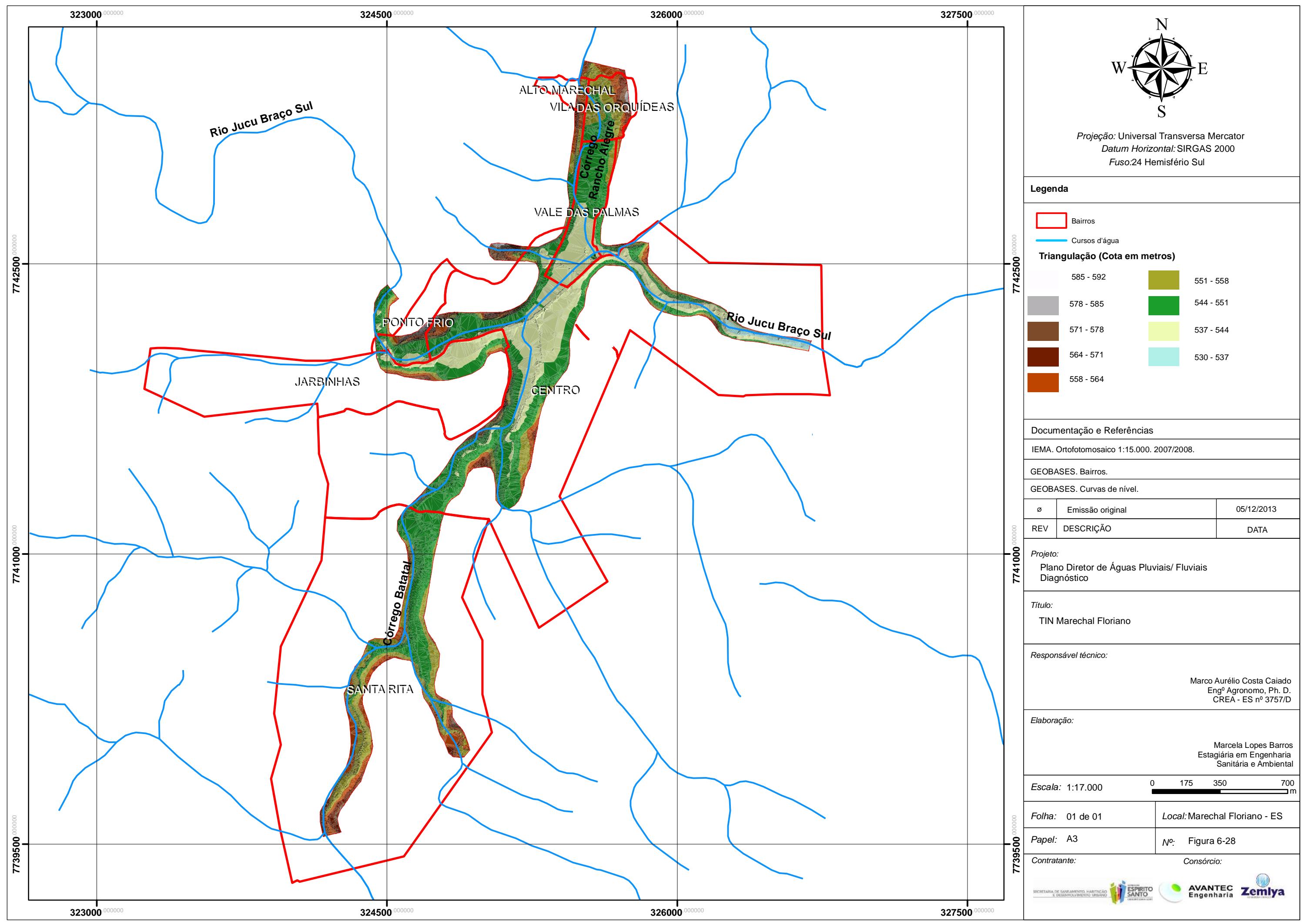
A seguir, é descrita a metodologia utilizada para o desenvolvimento do modelo hidráulico, bem como os dados de entrada e os coeficientes mais relevantes utilizados no presente estudo.

#### 6.5.3.2 Domínio do modelo

Foi definido como domínio do modelo o trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul e dos córregos Batatal e Rancho Alegre, dentro da sede municipal de Marechal Floriano, totalizando uma extensão de aproximadamente 8,2 quilômetros.

#### 6.5.3.3 Geometria do modelo

Para o desenvolvimento do modelo hidráulico, foram utilizados dados topográficos obtidos a partir de curvas de nível com equidistância vertical de 2 metros obtidas a partir de levantamento aerofotogramétrico de previsão e de levantamentos realizados no âmbito do estudo de cheias do município de Marechal Floriano elaborado pelo INPH, cujas informações foram complementadas por levantamento topográfico realizado especificamente para o presente trabalho. A partir dos dados de topografia, foi construído o TIN – *Triangulated Irregular Network* da área modelada, que foi a base de entrada de dados do modelo HEC-RAS. A **Figura 6-28** apresenta o TIN das geometrias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul.



#### 6.5.3.4 Risco de Inundação e Simulação Hidráulica com o Cenário Atual

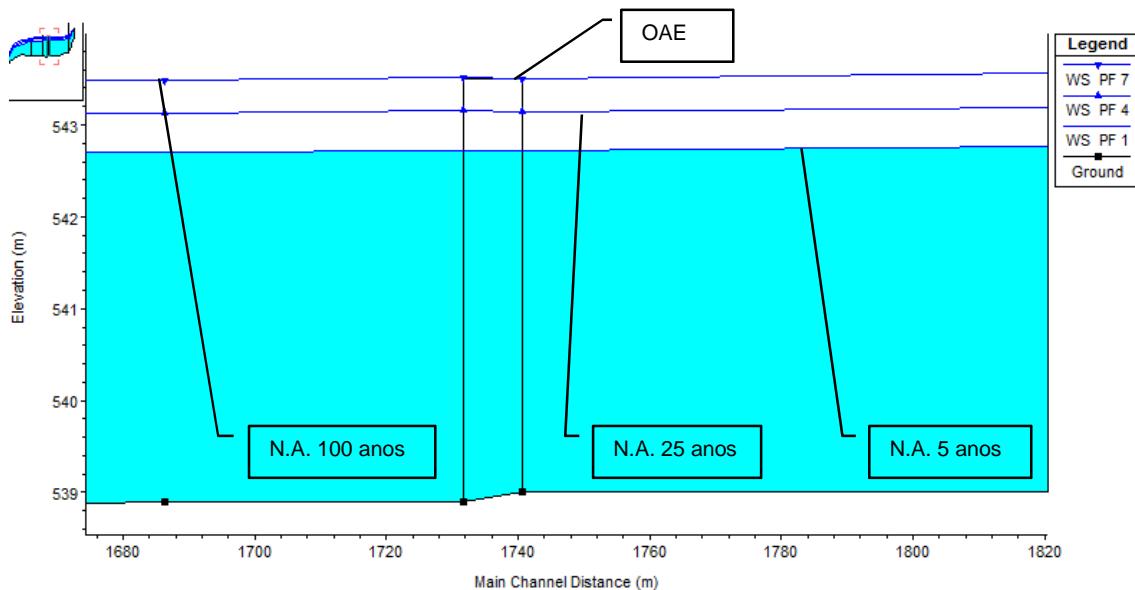
O **ANEXO I** apresenta o Mapa de Suscetibilidade a Inundações para a sede urbana do município de Marechal Floriano - ES, como resultado da modelagem hidráulica. O mapa apresenta as áreas previstas de serem inundadas por cheias com períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos. A partir do Mapa de Suscetibilidade a Inundação, foi possível elaborar o Mapa de Risco de Inundação, apresentado no **ANEXO II**, onde são apresentadas as áreas de risco classificadas como: Muito Alto (áreas abrangidas por cheias com períodos de recorrência iguais ou menores que 5 anos), Alto (áreas abrangidas por cheias com períodos de recorrência maiores que 5 e menores ou iguais a 10 anos), Médio (áreas abrangidas por cheias com períodos de recorrência maiores que 10 e menores ou iguais a 30 anos) e Baixo (áreas abrangidas por cheias com períodos de recorrência maiores que 30 e menores ou iguais a 100 anos).

Cabe ressaltar que, no presente trabalho, foram consideradas 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).

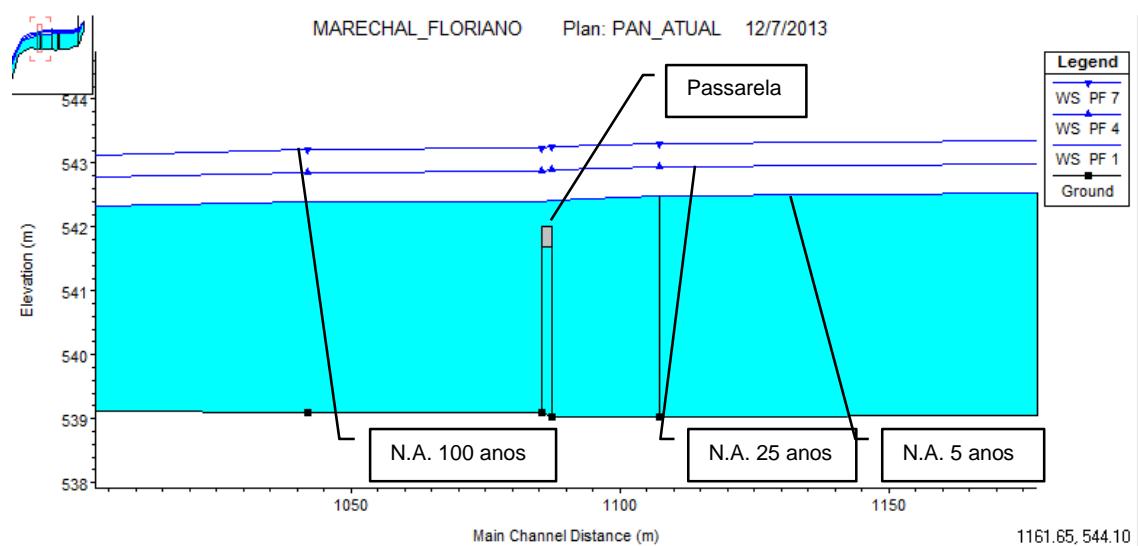
Observa-se uma quantidade considerável de domicílios dentro da área de risco R1 (muito alto), totalizando 480 domicílios, o que indica uma população com grande possibilidade de ser atingida por enchentes em intervalos iguais ou inferiores a 5 anos. Quando se considera a mancha de inundação de 25 anos de recorrência, o número de domicílios sobe para 560, ou seja, cresce consideravelmente o número de domicílios com probabilidade de ser atingido a cada 25 anos.

É importante observar, ainda, que a maior parte das áreas de risco estão na área de influência do Rio Jucu Braço Sul.

Como resultado da modelagem hidráulica, também foi possível observar as pontes e dispositivos hidráulicos que não obtiveram eficiência hidráulica para suas respectivas vazões de projeto. No Rio Jucu Braço Sul, constatou-se problemas de eficiência hidráulica na OAE da Rua Emílio G. Hule (**Figura 6-29**) e da passarela executada em estrutura metálica localizada na Rua Mathielde Adelia Stum (**Figura 6-30**).

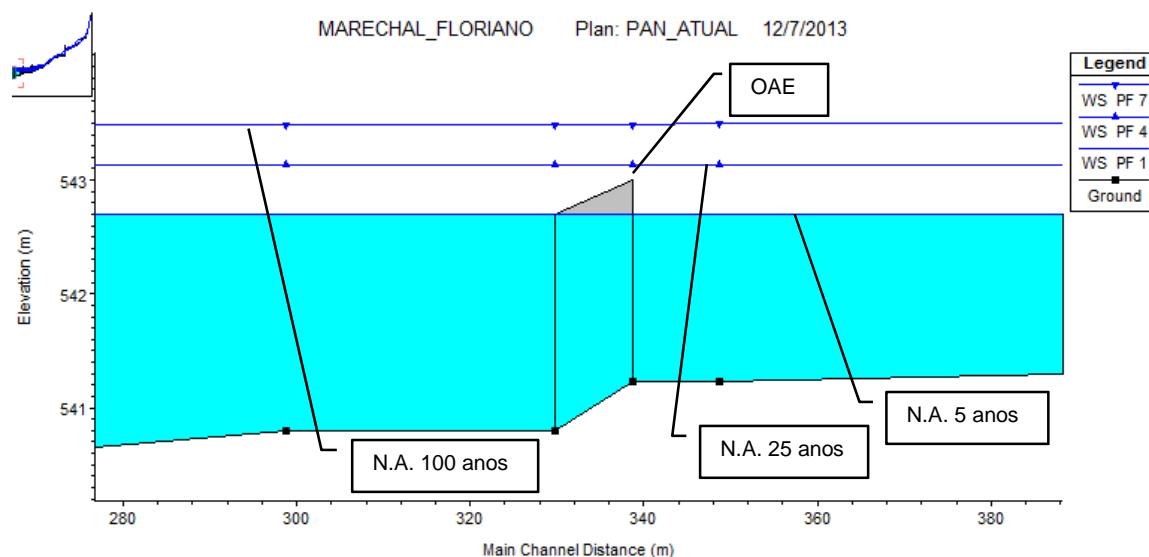


**Figura 6-29:** Simulação hidráulica da OAE da Rua Emílio G. Hule, cenário atual.

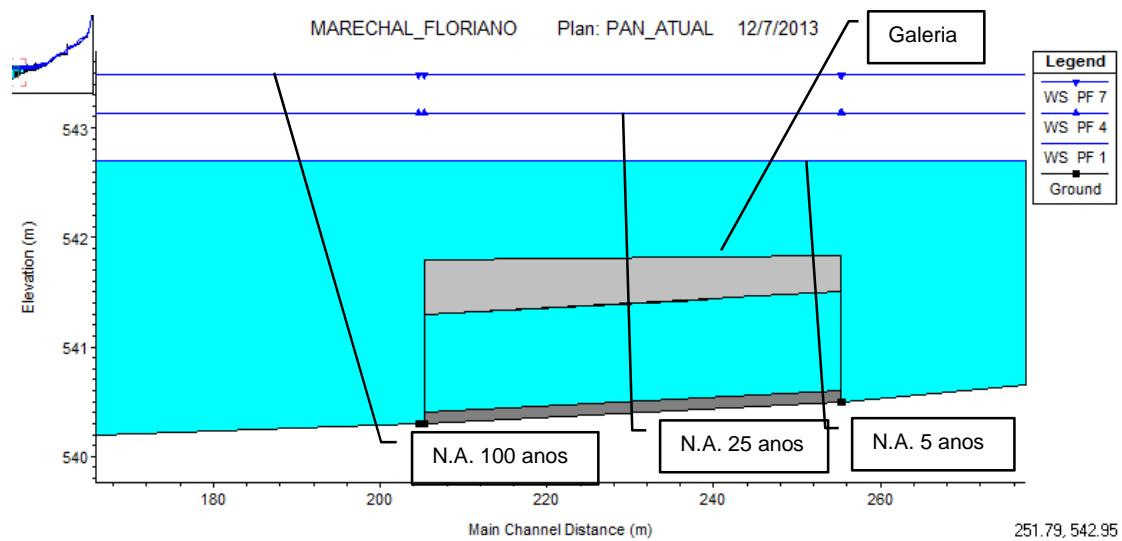


**Figura 6-30:** Simulação hidráulica da passarela da Rua Mathielde Adelia Stum, no cenário atual.

No córrego Batatal, constatou-se a ineficiência hidráulica da OAE da Rua Emilio Gustavo Huller para a vazão de projeto de 100 anos, conforme pode ser observado na **Figura 6-31**. Neste mesmo córrego também foi possível constatar a ineficiência hidráulica da galeria que atravessa a linha férrea, conforme pode ser observado na **Figura 6-32**.

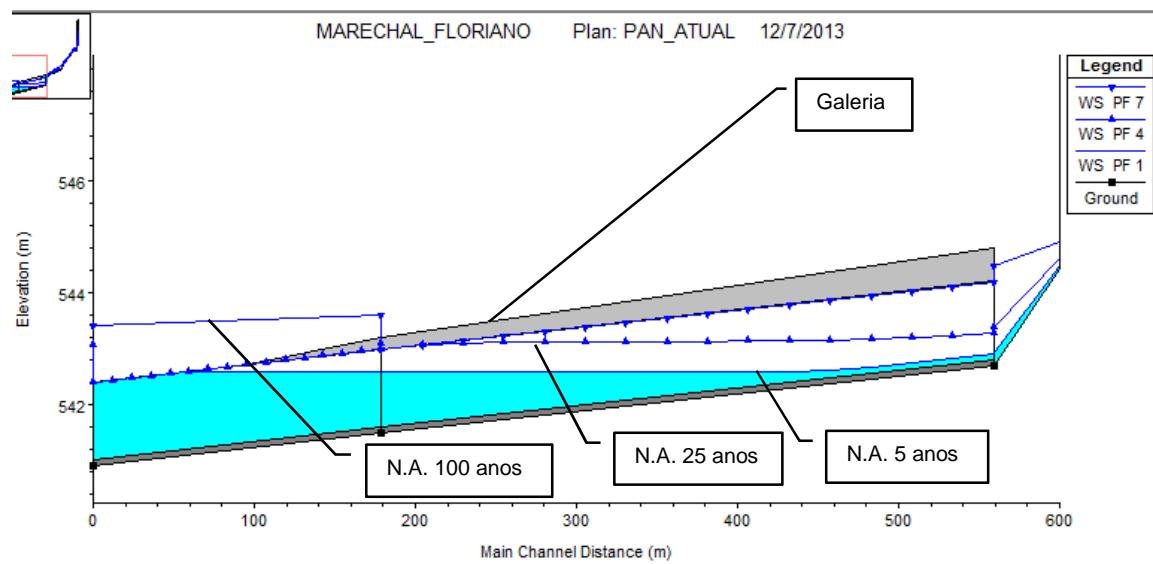


**Figura 6-31:** Simulação hidráulica da OAE da Rua Emílio Gustavo Huller, no cenário atual.



**Figura 6-32:** Simulação hidráulica da galeria que atravessa a linha férrea, no cenário atual. É importante ressaltar que a ineficiência hidráulica dos dispositivos hidráulicos do córrego Batatal se dá, principalmente, pelo remanso provocado pelo Rio Jucu Braço Sul sobre este córrego, elevando os níveis d'água do mesmo.

No córrego Rancho Alegre, foi possível verificar a ineficiência hidráulica da galeria que drena este córrego, conforme pode ser observado na **Figura 6-33**. Verificou-se ainda, que os problemas de drenagem relacionados a esta galeria estão diretamente ligados às cheias do Rio Jucu Braço Sul, já que este último causa o remanso das águas do córrego Rancho Alegre dentro da galeria, causando o seu transbordamento.



**Figura 6-33:** Simulação hidráulica da galeria do córrego Rancho Alegre, no cenário atual.

## 7 PROGNÓSTICO

### 7.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, estão discutidos cenários futuros das bacias de drenagem dos córregos Batatal e Rancho Alegre e as bacias urbanas do Rio Jucu Braço Sul com e sem as obras estruturais que estão sendo sugeridas no presente trabalho. Desta forma, primeiramente se discute o crescimento do município de Marechal Floriano e a projeção de sua população para 5, 10, 15, 20 e 50 anos após o último recenseamento populacional. Em seguida, é apresentado o uso do solo das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul, ao que chamamos de cenário futuro. Este cenário de uso de solo foi utilizado para a realização de simulações hidrológicas e hidráulicas das inundações com vazões com período de recorrência de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos. Por fim, são apresentados os cenários com a implementação das ações estruturais aqui propostas, para vazões com período de recorrência de 25 anos na condição de uso do solo atual.

### 7.2 LEVANTAMENTO DE DADOS E INFORMAÇÕES

Este item trata do levantamento de dados e informações dos setores censitários, a partir do Censo do IBGE 2010, para formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognósticos do Plano Diretor de Águas Pluvias / Fluviais do Município de Marechal Floriano-ES.

Pesquisaram-se alguns dados pertinentes no website eletrônico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes ao Censo de 2010, tais como: população total do município de Marechal Floriano; população urbana e população rural; total de domicílios particulares permanentes; domicílios

particulares permanentes na área urbana e rural; área territorial total; área territorial urbana e área territorial rural; densidade por setor censitário; população total por setor censitário e área total de cada setor censitário. Esses dados foram trabalhados juntamente com as informações dos Mapas Censitário entregues pela SEDURB, mapas esses em base SIG e que foram elaborados no último Censo. Utilizou-se também como fonte de informação o Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES), além de imagens apresentadas no Google Earth.

Através dos dados gerados pela pesquisa, foram feitos mapas temáticos e tabelas, a fim de analisar a ocupação territorial, com foco especial nas ocupações situadas nas bacias dos córregos Rancho Alegre e Batatal e rio Jucu Braço Sul na sede municipal de Marechal Floriano. A partir desses dados, foi possível criar os cenários futuros de expansão da população ao longo do território.

Os dados referentes à densidade demográfica dos setores censitários e suas relações com as bacias hidrográficas dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul estão apresentados na **Tabela 7-1**.

A **Figura 7-1**, **Figura 7-2**, **Figura 7-3** e a **Figura 7-4** apresentam, respectivamente, os mapas dos setores censitários por macrozona, dos setores censitários na macrozona urbana, de densidade demográfica por setor censitário e de densidade demográfica no setor censitário na macrozona urbana.

**Tabela 7-1: Densidade demográfica por setor censitário e dados por setor censitário.**

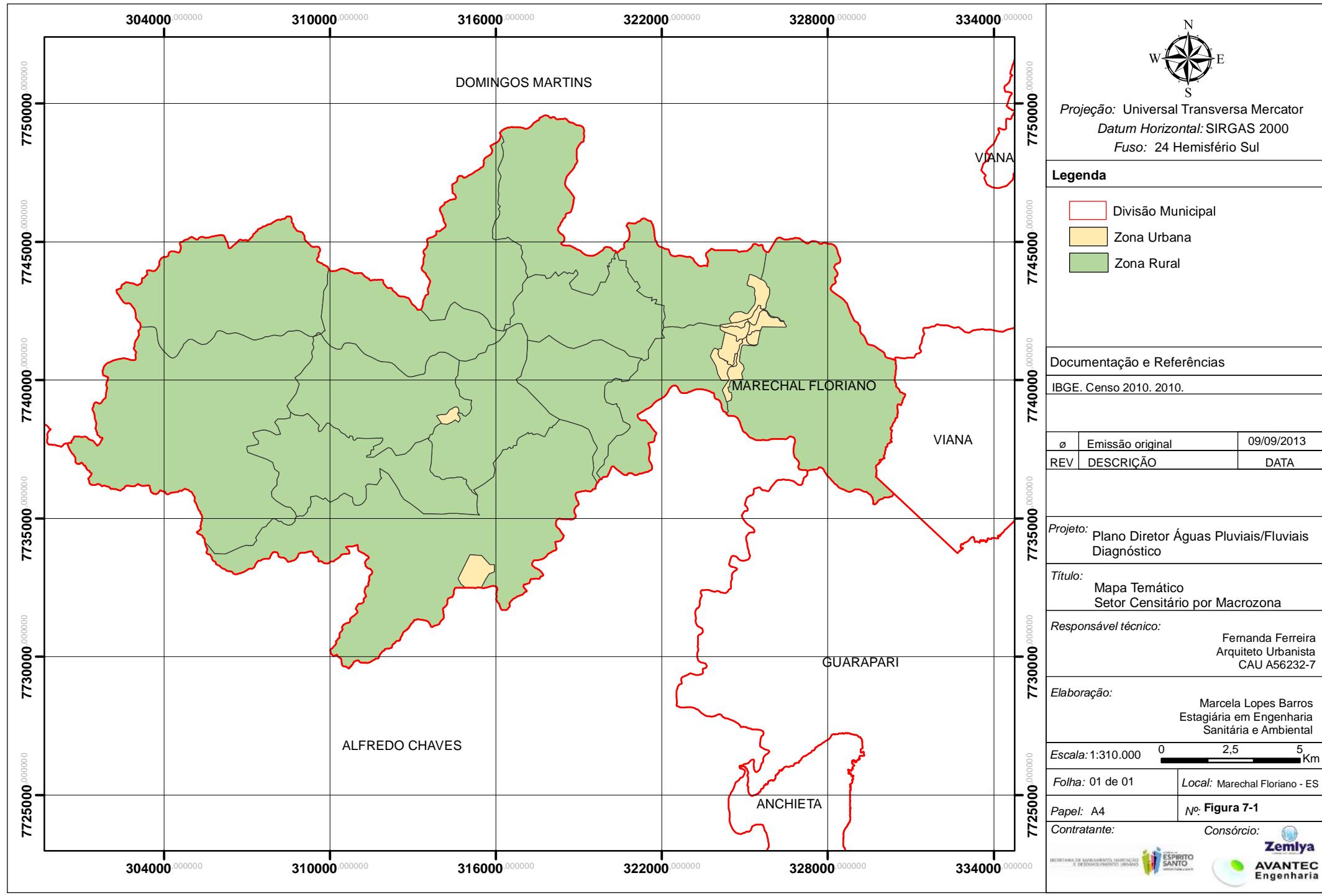
DENSIDADE DEMOGRÁFICA POR SETOR CENSITÁRIO - MARECHAL FLORIANO/ES							
DADOS GERAIS							
População*	População Urbana*	População Rural*	Domicílios Particulares*	Domicílios Particulares Permanentes Urbanos*	Domicílios Particulares Permanentes Rural*		
14262	7421	6841	4538	2434	2104		
Num. Habitantes / Domicílio**		Área Territorial (Km <sup>2</sup> )*		Área Territorial Rural (Km <sup>2</sup> )**	Área Territorial Urbana (Km <sup>2</sup> )**		
3,14		285,379		280,249	5,143		
REFERÊNCIA PARA CÁLCULO DE DENSIDADE DEMOGRÁFICA (hab/Km <sup>2</sup> )							
Padrão 1		Padrão 2		Padrão 3	Padrão 4		
até 100		110 a 500		510 a 1.000	1.010 a 3.000		
Padrão 5							
3.010 a 5.500							
DADOS POR SETOR CENSITÁRIO							
Identificação Setor Censitário*	Densidade (hab/Km <sup>2</sup> )*	População por Setor (hab)*	Zona	Bairros / Comunidades	Inserção na Bacia		
3366	1501.34	746	urbana	sede	Bacia Batatal		
3367	4612.38	599	urbana	sede			
3368	5128.21	871	urbana	sede	Bacia Batatal		
3369	1388.52	1063	urbana	sede	Bacio do Rio Alegre		
3370	2053.28	923	urbana	sede	Bacia Batatal		
3371	2052.24	638	urbana	sede	Bacia Batatal		
3377	3563.62	595	urbana	sede	Bacia Batatal		
3378	650.68	350	urbana	sede	Bacia Batatal		
3379	2307.42	946	urbana	sede	Bacia Batatal		
3382	678.34	636	urbana	Araguaia			
3386	200.53	54	urbana	Santa Maria de Marechal			
3372	73.62	808	rural				
3373	31.14	427	rural				
3374	28.74	277	rural				
3375	25.68	812	rural		Bacia Batatal e Bacia do Rio Alegre		
3376	38.9	408	rural		Bacia do Rio Alegre		
3380	43.04	427	rural		Bacia Batatal		

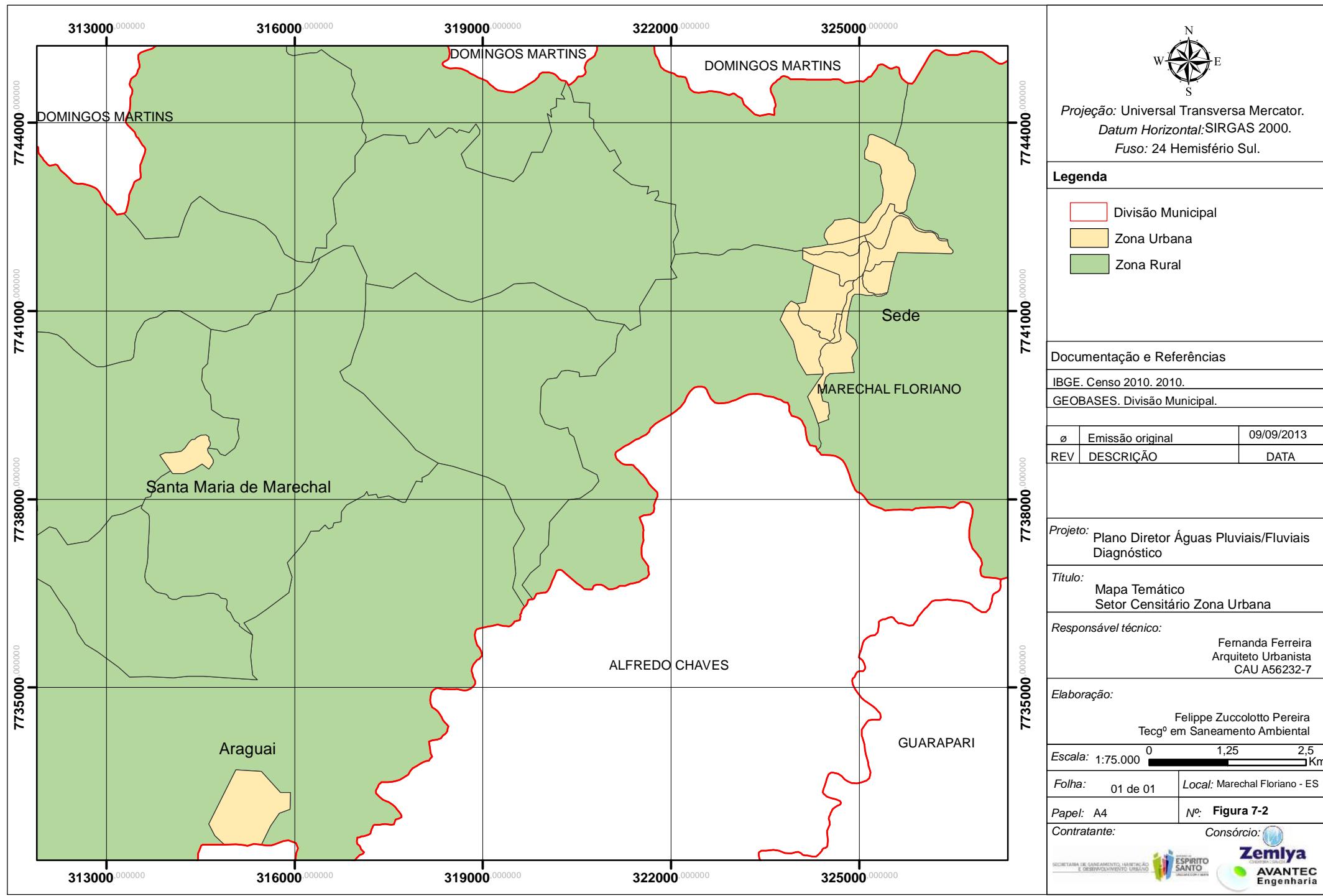
**Tabela 7-1 (Continuação):** Densidade demográfica por setor censitário e dados por setor censitário.

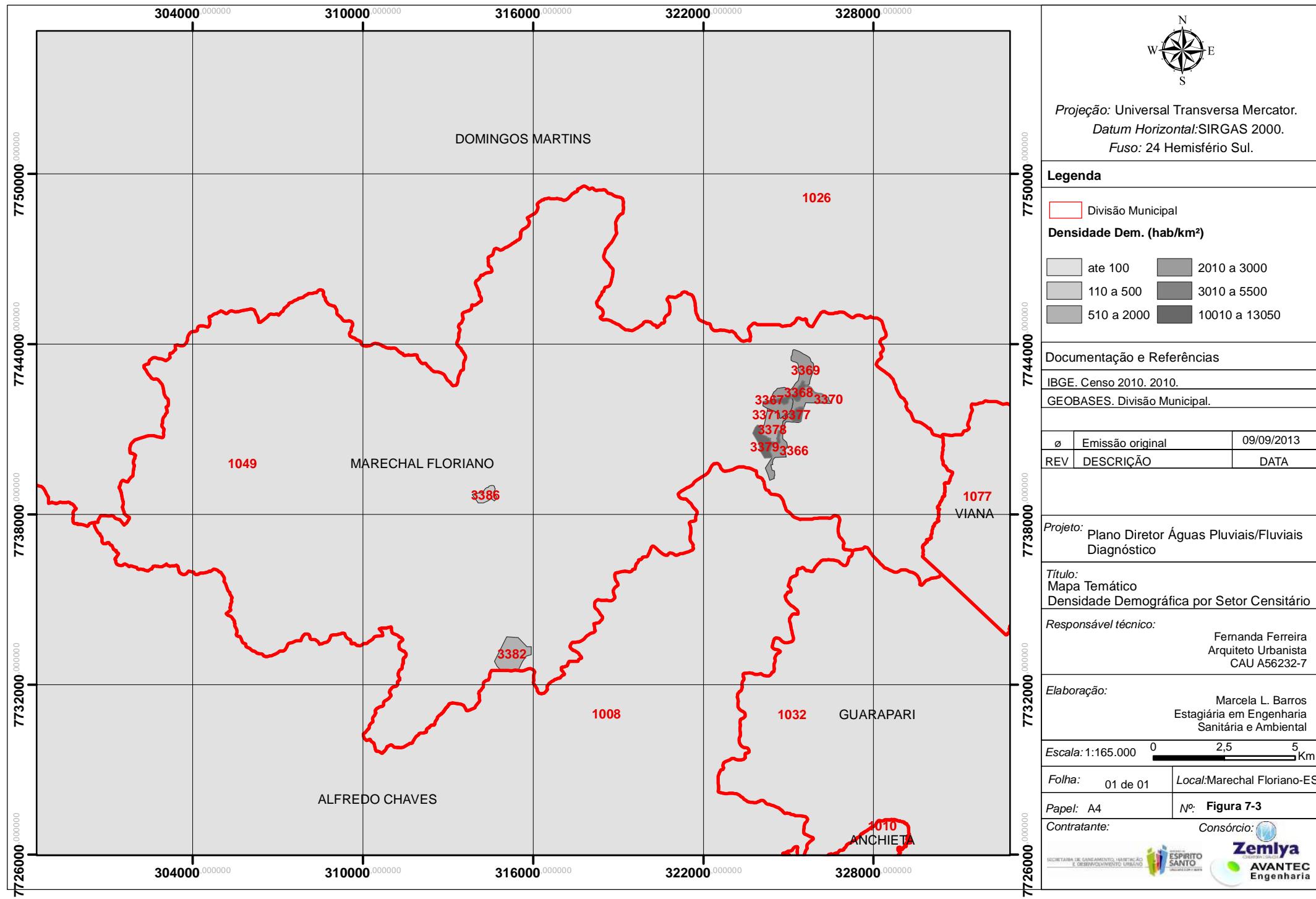
DADOS POR SETOR CENSITÁRIO						
Identificação Setor Censitário*	Densidade (hab/Km <sup>2</sup> )*	População por Setor (hab)*	Zona	Bairros / Comunidades	Bacia Hidrográfica	Inserção na Bacia
3381	27.88	367	rural		Bacia Batatal	total
3383	13.29	530	rural	Araguaia	Bacia Batatal	total
3384	14.81	569	rural	Araguaia	Bacia Batatal	total
3385	19.7	422	rural	Araguaia	Bacia Batatal	total
3387	23.43	291	rural	Santa Maria de Marechal	Bacia Batatal	total
3388	69.64	848	rural	Santa Maria de Marechal	Bacia Batatal	total
3389	20.58	306	rural	Santa Maria de Marechal	Bacia Batatal	total
3390	24.37	349	rural	Santa Maria de Marechal	Bacia Batatal	total

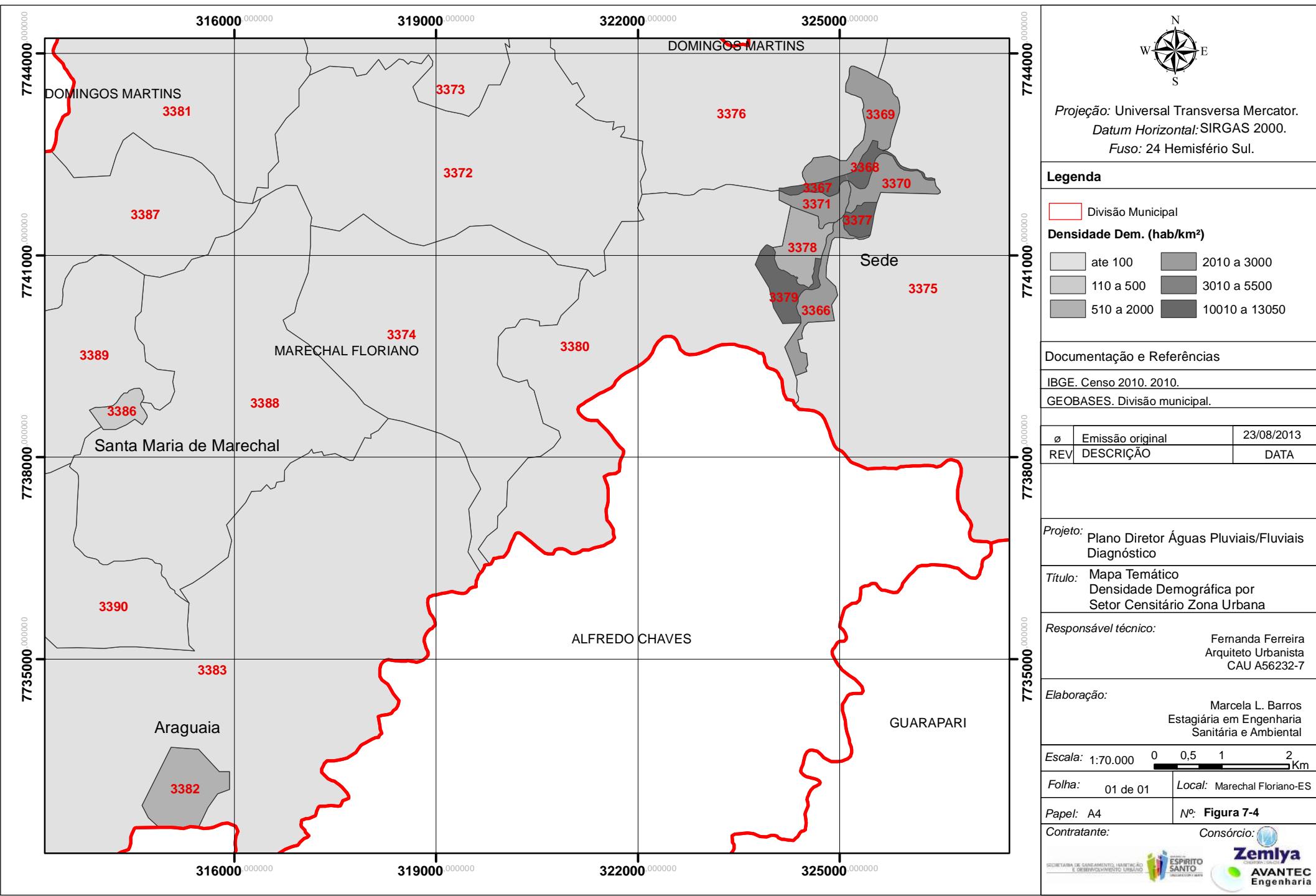
\* Fonte dos dados: IBGE, Censo 2010.

\*\* Dados estimados a partir dos dados consultados no IBGE, Censo 2010.

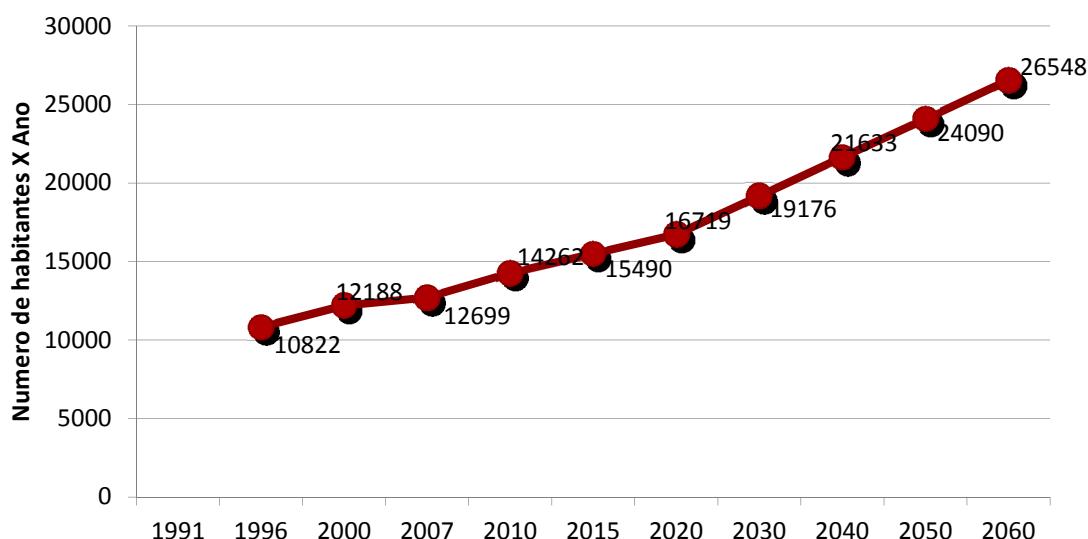








A partir do número total da população nos anos de 1991, 1996, 2000, 2007 e 2010, calculou-se a média de crescimento populacional por ano. Dessa forma, foi possível projetar a população para os anos de 2015, 2020, 2030, 2040, 2050 e 2100 (**Figura 7-5**). A média de crescimento populacional também orientou o cálculo desse crescimento e da densidade demográfica por setor censitário, em horizontes de 5 anos, 10 anos, 15 anos, 20 anos e 50 anos a partir de 2010 (**Tabela 7-2**). Considerando-se os dados coletados nos Censos, calculou-se uma Taxa de Crescimento Populacional de 2,27% ao ano.



**Figura 7-5:** Evolução da população de Marechal Floriano-ES.

**Tabela 7-2: Crescimento populacional por setor censitário.**

CRESCIMENTO POPULACIONAL POR SETOR CENSITÁRIO																	
Identificação Setor Censitário	H	O	Densidade (hab/Km <sup>2</sup> )**	População Estimada**	H	O	Densidade (hab/Km <sup>2</sup> )**	População Estimada**	H	O	Densidade (hab/Km <sup>2</sup> )**	População Estimada**	H	O	Densidade (hab/Km <sup>2</sup> )**	População Estimada**	
3366		H	1472,55	810		H	1589,34	875		H	1706,12	939		H	1822,91	1003	
3367		O	4524,08	651		O	4882,88	702		O	5241,68	754		O	5600,48	805	
3368		R	5030,10	946		R	5429,04	1021		R	5827,97	1096		R	6226,91	1171	
3369		I	1361,97	1155		I	1469,99	1246		I	1578,01	1338		I	1686,03	1429	
3370		Z	2014,00	1003		Z	2173,73	1082		Z	2333,46	1162		Z	2493,19	1241	
3371		O	2012,95	693		O	2172,59	748		O	2332,24	803		O	2491,88	858	
3377		N	3495,39	646		N	3772,61	698		N	4049,83	749		N	4327,05	800	
3378		T	638,22	380		T	688,83	410		T	739,45	440		T	790,07	471	
3379		E	2263,18	1027		E	2442,67	1109		E	2622,16	1190		E	2801,66	1272	
3382		-	665,19	691		-	717,94	746		-	770,70	800		-	823,46	855	
3386		5	196,66	59		5	212,25	63		5	227,85	68		5	243,45	73	
3372		10	72,20	878		10	77,93	947		10	83,66	1017		10	89,38	1086	
3373		A	30,54	464		A	32,97	501		A	35,39	537		A	37,81	574	
3374		N	28,19	301		N	30,42	325		N	32,66	349		N	34,89	372	
3375		O	25,19	882		O	27,18	952		O	29,18	1022		O	31,18	1092	
3376		S	38,15	443		S	41,18	478		S	44,21	513		S	47,23	549	
3380		-	42,21	464		-	45,56	501		-	48,91	537		-	52,26	574	
3381		20	27,34	399		20	29,51	430		20	31,68	462		20	33,85	493	
3383		12	13,03	576		12	14,06	621		12	15,10	667		12	16,13	713	
3384		0	14,52	618		0	15,67	667		0	16,82	716		0	17,97	765	
3385		1	19,32	458		1	20,86	495		1	22,39	531		1	23,92	567	
3387		5	22,98	316		5	24,80	341		5	26,62	366		5	28,44	391	
3388		-	68,29	921		-	73,71	994		-	79,13	1067		-	84,54	1140	
3389		20	20,18	332		20	21,78	359		20	23,38	385		20	24,98	411	
3390		60	23,90	379		60	25,79	409		60	27,69	439		60	29,58	469	
																40,96	650

\* Fonte dos dados: IBGE, Censo 2010.

\*\* Dados estimados a partir dos dados consultados no IBGE, Censo 2010.

### 7.3 INUNDAÇÃO DAS BACIAS DOS CÓRREGOS BATATAL, RANCHO ALEGRE E DO RIO JUCU BRAÇO SUL NO CENÁRIO FUTURO

No Cenário Futuro, foram previstas alterações do uso do solo das bacias de drenagem dos córregos Batatal e Rancho Alegre e trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul e simuladas vazões dos mesmos a partir das chuvas com períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos. As vazões foram simuladas utilizando a mesma metodologia utilizada para a simulação do Cenário Atual. Após o cálculo das vazões, estas foram usadas como dado de entrada para o modelo HEC-RAS para simulação dos níveis d'água e das áreas a serem inundadas pelas respectivas vazões.

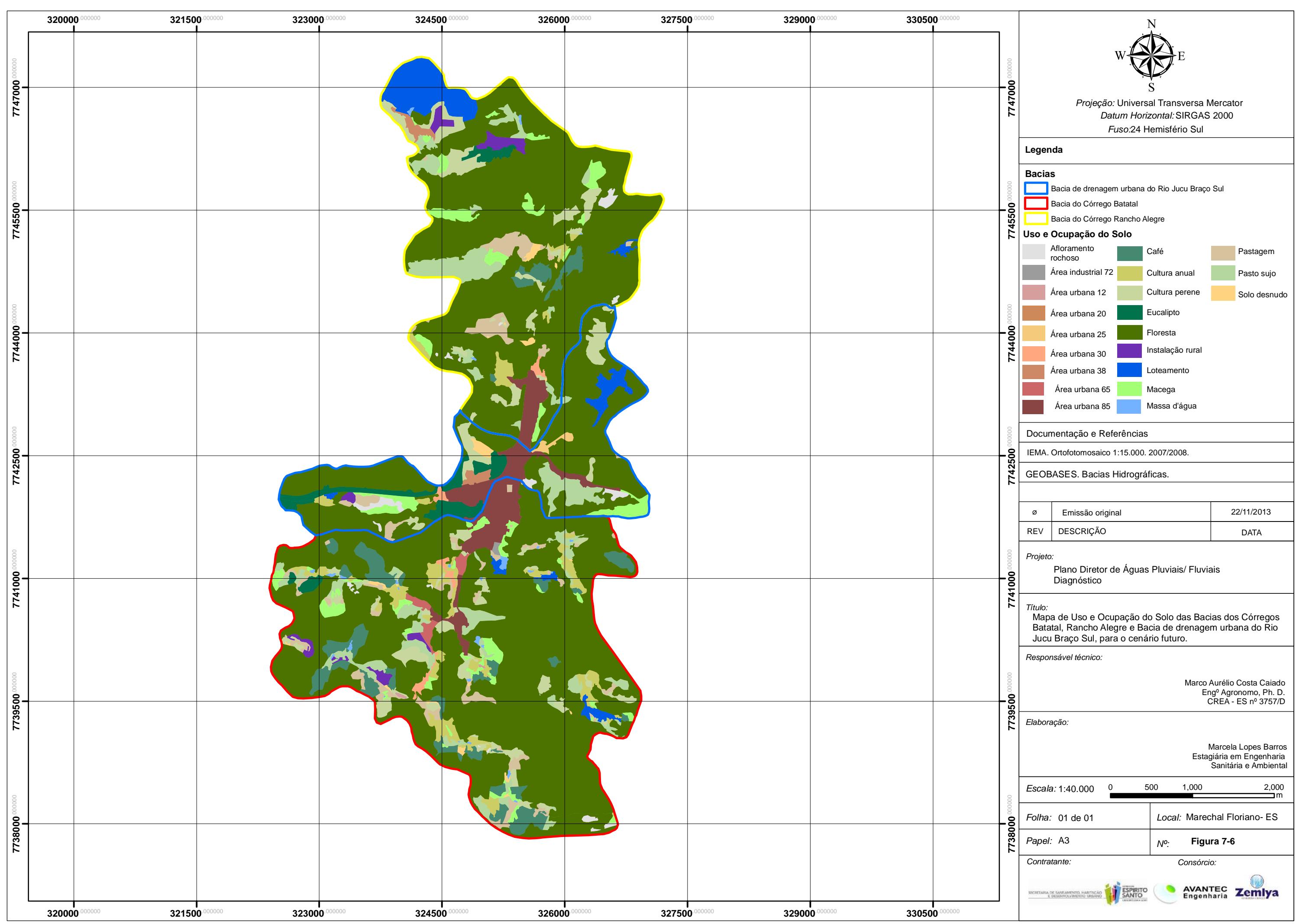
Na construção do cenário futuro, as seguintes mudanças no uso do solo foram consideradas:

- Nas sub bacias 2, 4 e 5, as áreas urbanas com 38% de impermeabilização serão substituídas por áreas urbanas com 65% de impermeabilização, com expansão da mesma no sentido da foz do Córrego Rancho Alegre. Prevendo o adensamento das áreas dentro dos bairros Vale das Palmas e Centro.
- Ainda na bacia do córrego Rancho Alegre, na sub bacia D, a área urbana com impermeabilização de 65% passa a ser 85%; na sub bacia C, área urbana com 30% passam a ser de 38% de impermeabilização; e na sub bacia B, prevê-se uma expansão da área já urbanizada com impermeabilização de 85%
- No trecho do rio Jucu braço Sul, prevê-se um encontro das manchas de 65% com a de 85% nos bairros Jarbinhas e Centro.
- No bairro Centro, nas sub bacias 17,18, 19 e 20, a mancha urbana de 85% de impermeabilização deverá se expandir, cobrindo áreas de macega que margeiam a mancha urbana.
- As sub bacia 9, 10 e 15, do Córrego Batatal, dentro dos limites do bairro Santa Rita, passam de áreas urbanas 38% para áreas urbanas com 65% de impermeabilização.

### 7.3.1 Uso do solo futuro e cálculo de vazões

A **Tabela 7-3**, a **Tabela 7-4**, a **Tabela 7-5**, a **Tabela 7-6**, a **Tabela 7-7**, a **Tabela 7-8** e a

**Tabela 7-9** apresentam os picos das vazões simuladas dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para o cenário de uso do solo futuro, correspondentes a chuvas com períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos, respectivamente, assim como o percentual de aumento do pico com relação ao calculado para o uso do solo no cenário atual. A **Figura 7-6**, por sua vez, apresenta o Mapa de Uso do Solo Futuro das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e das bacias de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul.



**Tabela 7-3:** Resposta hidrológica das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 5 anos.

Elemento hidrológico	Aumento	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Aumento	Vazão de pico
	%	m <sup>3</sup> /s		%	m <sup>3</sup> /s
Junção-1	0,0%	0	Jucu_Sul-1	0,0%	68,6
Junção-10	0,0%	68,8	Subbacia-1	0,0%	0
Junção-11	1,5%	72,6	Subbacia-10	0,0%	0
Junção-12	1,5%	72,8	Subbacia-11	0,0%	0
Junção-2	66,7%	0,3	Subbacia-12	0,0%	0
Junção-3	66,7%	0,3	Subbacia-13	66,7%	0,3
Junção-4	28,6%	0,7	Subbacia-14	0,0%	0,1
Junção-5	21,4%	1,4	Subbacia-15	28,6%	0,7
Junção-6	0,0%	0	Subbacia-16	0,0%	0
Junção-7	27,0%	3,7	Subbacia-17	21,4%	1,4
Junção-8	0,0%	0,1	Subbacia-18	0,0%	0
Junção-9	50,0%	0,2	Subbacia-19	50,0%	0,2
Junção-res-7	0,0%	0	Subbacia-2	100,0%	0,1
Trecho-Af1	66,7%	0,3	Subbacia-20	25,0%	2,4
Trecho-Af2	0,0%	0	Subbacia-3	100,0%	0,1
Trecho-Bat1	0,0%	0	Subbacia-4	100,0%	0,1
Trecho-Bat2	66,7%	0,3	Subbacia-5	100,0%	0,1
Trecho-Bat3	28,6%	0,7	Subbacia-6	0,0%	0,1
Trecho-Bat4	21,4%	1,4	Subbacia-7	0,0%	0
Trecho-Bat5	29,7%	3,7	Subbacia-8	0,0%	0
Trecho-JSul1	0,0%	68,8	Subbacia-9	0,0%	0
Trecho-JSul2	1,5%	72,6	Subbacia-A	0,0%	0
Trecho-JSul3	1,5%	72,8	Subbacia-B	0,0%	0,3
Trecho-Rancho1	0,0%	0,1	Subbacia-C	50,0%	0,20
Trecho-Rancho2	50,0%	0,2	Subbacia-D	50,0%	0,20
Reservatório-10	0,0%	0	Subbacia-E	0,0%	0,00
Reservatório-6	0,0%	0	Subbacia-F	0,0%	0,40
Reservatório-7	0,0%	0	-	-	-

**Tabela 7-4:** Resposta hidrológica das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 10 anos.

Elemento hidrológico	Aumento	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Aumento	Vazão de pico
	%	m <sup>3</sup> /s		%	m <sup>3</sup> /s
Junção-1	0,0%	0	Jucu_Sul-1	0,0%	79,5
Junção-10	0,0%	79,8	Subbacia-1	0,0%	0
Junção-11	1,7%	84,6	Subbacia-10	0,0%	0,1
Junção-12	1,6%	85,3	Subbacia-11	0,0%	0
Junção-2	50,0%	0,4	Subbacia-12	100,0%	0,1
Junção-3	60,0%	0,5	Subbacia-13	60,0%	0,5
Junção-4	20,0%	1	Subbacia-14	33,3%	0,3
Junção-5	22,2%	1,8	Subbacia-15	20,0%	1
Junção-6	0,0%	0	Subbacia-16	0,0%	0
Junção-7	28,3%	4,6	Subbacia-17	22,2%	1,8
Junção-8	50,0%	0,2	Subbacia-18	0,0%	0
Junção-9	50,0%	0,4	Subbacia-19	66,7%	0,3
Junção-res-7	100,0%	0,1	Subbacia-2	100,0%	0,1
Trecho-Af1	50,0%	0,4	Subbacia-20	22,2%	2,7
Trecho-Af2	0,0%	0	Subbacia-3	0,0%	0,1
Trecho-Bat1	100,0%	0,1	Subbacia-4	100,0%	0,1
Trecho-Bat2	50,0%	0,4	Subbacia-5	100,0%	0,1
Trecho-Bat3	20,0%	1	Subbacia-6	0,0%	0,2
Trecho-Bat4	17,6%	1,7	Subbacia-7	0,0%	0
Trecho-Bat5	28,9%	4,5	Subbacia-8	100,0%	0,1
Trecho-JSul1	0,1%	79,8	Subbacia-9	0,0%	0
Trecho-JSul2	1,5%	84,5	Subbacia-A	0,0%	0,1
Trecho-JSul3	1,6%	85,3	Subbacia-B	0,0%	0,5
Trecho-Rancho1	50,0%	0,2	Subbacia-C	33,3%	0,3
Trecho-Rancho2	50,0%	0,4	Subbacia-D	33,3%	0,3
Reservatório-10	0,0%	0	Subbacia-E	0,0%	0
Reservatório-6	0,0%	0	Subbacia-F	0,0%	0,8
Reservatório-7	0,0%	0		-	-

**Tabela 7-5:** Resposta hidrológica das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 20 anos.

Elemento hidrológico	Aumento	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Aumento	Vazão de pico
	%	m <sup>3</sup> /s		%	m <sup>3</sup> /s
Junção-1	0,0%	0,1	Jucu_Sul-1	0,0%	89,7
Junção-10	0,2%	90,3	Subbacia-1	0,0%	0,4
Junção-11	1,7%	96,1	Subbacia-10	0,0%	0,2
Junção-12	1,7%	97,6	Subbacia-11	0,0%	0
Junção-2	42,9%	0,7	Subbacia-12	0,0%	0,1
Junção-3	42,9%	0,7	Subbacia-13	33,3%	0,6
Junção-4	13,3%	1,5	Subbacia-14	0,0%	0,4
Junção-5	16,7%	2,4	Subbacia-15	16,7%	1,2
Junção-6	0,0%	0,2	Subbacia-16	0,0%	0,2
Junção-7	25,5%	5,5	Subbacia-17	22,7%	2,2
Junção-8	0,0%	0,6	Subbacia-18	0,0%	0,1
Junção-9	25,0%	0,8	Subbacia-19	60,0%	0,5
Junção-res-7	0,0%	0,1	Subbacia-2	100,0%	0,2
Trecho-Af1	42,9%	0,7	Subbacia-20	22,6%	3,1
Trecho-Af2	0,0%	0,2	Subbacia-3	0,0%	0,2
Trecho-Bat1	0,0%	0,1	Subbacia-4	50,0%	0,2
Trecho-Bat2	42,9%	0,7	Subbacia-5	50,0%	0,2
Trecho-Bat3	13,3%	1,5	Subbacia-6	0,0%	0,4
Trecho-Bat4	17,4%	2,3	Subbacia-7	0,0%	0,1
Trecho-Bat5	25,5%	5,5	Subbacia-8	0,0%	0,1
Trecho-JSul1	0,2%	90,3	Subbacia-9	100,0%	0,1
Trecho-JSul2	1,6%	96	Subbacia-A	0,0%	0,2
Trecho-JSul3	1,7%	97,5	Subbacia-B	0,0%	0,7
Trecho-Rancho1	16,7%	0,6	Subbacia-C	20,0%	0,5
Trecho-Rancho2	25,0%	0,8	Subbacia-D	40,0%	0,5
Reservatório-10	0,0%	0,2	Subbacia-E	0,0%	0
Reservatório-6	0,0%	0,1	Subbacia-F	0,0%	1,3
Reservatório-7	0,0%	0	-	-	-

**Tabela 7-6:** Resposta hidrológica das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 25 anos.

Elemento hidrológico	Aumento	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Aumento	Vazão de pico
	%	m <sup>3</sup> /s		%	m <sup>3</sup> /s
Junção-1	0,0%	0,2	Jucu_Sul-1	0,0%	92,9
Junção-10	0,2%	93,6	Subbacia-1	0,0%	0,6
Junção-11	1,6%	99,8	Subbacia-10	33,3%	0,3
Junção-12	1,9%	101,6	Subbacia-11	0,0%	0,1
Junção-2	37,5%	0,8	Subbacia-12	0,0%	0,1
Junção-3	37,5%	0,8	Subbacia-13	28,6%	0,7
Junção-4	11,8%	1,7	Subbacia-14	0,0%	0,5
Junção-5	15,4%	2,6	Subbacia-15	15,4%	1,3
Junção-6	0,0%	0,2	Subbacia-16	0,0%	0,2
Junção-7	25,4%	5,9	Subbacia-17	17,4%	2,3
Junção-8	0,0%	0,8	Subbacia-18	0,0%	0,1
Junção-9	10,0%	1	Subbacia-19	66,7%	0,6
Junção-res-7	0,0%	0,1	Subbacia-2	100,0%	0,3
Trecho-Af1	50,0%	0,8	Subbacia-20	18,8%	3,2
Trecho-Af2	0,0%	0,2	Subbacia-3	33,3%	0,3
Trecho-Bat1	0,0%	0,1	Subbacia-4	66,7%	0,3
Trecho-Bat2	28,6%	0,7	Subbacia-5	66,7%	0,3
Trecho-Bat3	17,6%	1,7	Subbacia-6	0,0%	0,5
Trecho-Bat4	15,4%	2,6	Subbacia-7	0,0%	0,1
Trecho-Bat5	25,9%	5,8	Subbacia-8	0,0%	0,1
Trecho-JSul1	0,2%	93,6	Subbacia-9	0,0%	0,1
Trecho-JSul2	1,6%	99,8	Subbacia-A	0,0%	0,3
Trecho-JSul3	1,8%	101,5	Subbacia-B	0,0%	0,8
Trecho-Rancho1	0,0%	0,8	Subbacia-C	28,6%	0,7
Trecho-Rancho2	10,0%	1	Subbacia-D	40,0%	0,5
Reservatório-10	0,0%	0,2	Subbacia-E	0,0%	0
Reservatório-6	0,0%	0,1	Subbacia-F	0,0%	1,7
Reservatório-7	0,0%	0	-	-	-

**Tabela 7-7:** Resposta hidrológica das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 30 anos.

Elemento hidrológico	Aumento	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Aumento	Vazão de pico
	%	m <sup>3</sup> /s		%	m <sup>3</sup> /s
Junção-1	0,0%	0,2	Jucu_Sul-1	0,0%	95,5
Junção-10	0,2%	96,3	Subbacia-1	0,0%	0,7
Junção-11	1,7%	102,9	Subbacia-10	0,0%	0,3
Junção-12	1,9%	104,9	Subbacia-11	0,0%	0,1
Junção-2	33,3%	0,9	Subbacia-12	0,0%	0,1
Junção-3	44,4%	0,9	Subbacia-13	37,5%	0,8
Junção-4	10,5%	1,9	Subbacia-14	0,0%	0,6
Junção-5	14,3%	2,8	Subbacia-15	14,3%	1,4
Junção-6	0,0%	0,3	Subbacia-16	0,0%	0,3
Junção-7	24,2%	6,2	Subbacia-17	16,7%	2,4
Junção-8	0,0%	1	Subbacia-18	0,0%	0,1
Junção-9	8,3%	1,2	Subbacia-19	57,1%	0,7
Junção-res-7	0,0%	0,2	Subbacia-2	75,0%	0,4
Trecho-Af1	44,4%	0,9	Subbacia-20	18,2%	3,3
Trecho-Af2	0,0%	0,3	Subbacia-3	0,0%	0,3
Trecho-Bat1	0,0%	0,1	Subbacia-4	66,7%	0,3
Trecho-Bat2	25,0%	0,8	Subbacia-5	66,7%	0,3
Trecho-Bat3	15,8%	1,9	Subbacia-6	0,0%	0,6
Trecho-Bat4	17,9%	2,8	Subbacia-7	0,0%	0,2
Trecho-Bat5	26,2%	6,1	Subbacia-8	50,0%	0,2
Trecho-JSul1	0,2%	96,3	Subbacia-9	0,0%	0,1
Trecho-JSul2	1,7%	102,8	Subbacia-A	0,0%	0,3
Trecho-JSul3	1,8%	104,8	Subbacia-B	0,0%	0,9
Trecho-Rancho1	0,0%	1	Subbacia-C	25,0%	0,8
Trecho-Rancho2	8,3%	1,2	Subbacia-D	33,3%	0,6
Reservatório-10	0,0%	0,3	Subbacia-E	0,0%	0,1
Reservatório-6	0,0%	0,1	Subbacia-F	4,8%	2,1
Reservatório-7	0,0%	0,1		-	-

**Tabela 7-8:** Resposta hidrológica das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 50 anos.

Elemento hidrológico	Aumento	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Aumento	Vazão de pico
	%	m <sup>3</sup> /s		%	m <sup>3</sup> /s
Junção-1	0,0%	0,4	Jucu_Sul-1	0,0%	102,7
Junção-10	0,2%	103,8	Subbacia-1	0,0%	1,3
Junção-11	1,5%	111,3	Subbacia-10	20,0%	0,5
Junção-12	1,8%	114,1	Subbacia-11	0,0%	0,2
Junção-2	0,0%	1,1	Subbacia-12	66,7%	0,3
Junção-3	33,3%	1,2	Subbacia-13	22,2%	0,9
Junção-4	12,0%	2,5	Subbacia-14	0,0%	0,9
Junção-5	14,3%	3,5	Subbacia-15	17,6%	1,7
Junção-6	0,0%	0,5	Subbacia-16	0,0%	0,5
Junção-7	23,9%	7,1	Subbacia-17	14,8%	2,7
Junção-8	5,9%	1,7	Subbacia-18	50,0%	0,2
Junção-9	5,3%	1,9	Subbacia-19	55,6%	0,9
Junção-res-7	0,0%	0,2	Subbacia-2	83,3%	0,6
Trecho-Af1	36,4%	1,1	Subbacia-20	18,9%	3,7
Trecho-Af2	0,0%	0,5	Subbacia-3	0,0%	0,5
Trecho-Bat1	0,0%	0,2	Subbacia-4	60,0%	0,5
Trecho-Bat2	0,0%	1,1	Subbacia-5	60,0%	0,5
Trecho-Bat3	12,5%	2,4	Subbacia-6	0,0%	0,9
Trecho-Bat4	11,8%	3,4	Subbacia-7	0,0%	0,2
Trecho-Bat5	22,9%	7	Subbacia-8	0,0%	0,2
Trecho-JSul1	0,2%	103,8	Subbacia-9	50,0%	0,2
Trecho-JSul2	1,4%	111,2	Subbacia-A	0,0%	0,5
Trecho-JSul3	1,8%	114,1	Subbacia-B	0,0%	1,1
Trecho-Rancho1	5,9%	1,7	Subbacia-C	18,2%	1,1
Trecho-Rancho2	5,3%	1,9	Subbacia-D	25,0%	0,8
Reservatório-10	20,0%	0,5	Subbacia-E	0,0%	0,1
Reservatório-6	0,0%	0,3	Subbacia-F	0,0%	3,2
Reservatório-7	0,0%	0,2	-	-	-

**Tabela 7-9:** Resposta hidrológica das bacias dos córregos Batatal e Rancho Alegre e bacia de drenagem urbana do Rio Jucu Braço Sul para chuva com tempo de retorno de 100 anos.

Elemento hidrológico	Aumento %	Vazão de pico m <sup>3</sup> /s	Elemento hidrológico	Aumento %	Vazão de pico m <sup>3</sup> /s
Junção-1	0,0%	0,9	Jucu_Sul-1	0,0%	112,4
Junção-10	0,2%	113,9	Subbacia-1	0,0%	2,2
Junção-11	1,6%	123,1	Subbacia-10	0,0%	0,8
Junção-12	2,0%	127,3	Subbacia-11	0,0%	0,3
Junção-2	0,0%	1,7	Subbacia-12	40,0%	0,5
Junção-3	29,4%	1,7	Subbacia-13	25,0%	1,2
Junção-4	11,4%	3,5	Subbacia-14	0,0%	1,4
Junção-5	12,8%	4,7	Subbacia-15	14,3%	2,1
Junção-6	0,0%	1	Subbacia-16	0,0%	1
Junção-7	22,4%	8,5	Subbacia-17	15,6%	3,2
Junção-8	3,6%	2,8	Subbacia-18	33,3%	0,3
Junção-9	6,3%	3,2	Subbacia-19	46,2%	1,3
Junção-res-7	0,0%	0,5	Subbacia-2	77,8%	0,9
Trecho-Af1	31,3%	1,6	Subbacia-20	17,1%	4,1
Trecho-Af2	0,0%	1	Subbacia-3	10,0%	1
Trecho-Bat1	0,0%	0,5	Subbacia-4	50,0%	0,8
Trecho-Bat2	0,0%	1,7	Subbacia-5	62,5%	0,8
Trecho-Bat3	14,3%	3,5	Subbacia-6	0,0%	1,6
Trecho-Bat4	13,0%	4,6	Subbacia-7	0,0%	0,5
Trecho-Bat5	22,6%	8,4	Subbacia-8	40,0%	0,5
Trecho-JSul1	0,2%	113,9	Subbacia-9	33,3%	0,3
Trecho-JSul2	1,7%	123,1	Subbacia-A	0,0%	0,8
Trecho-JSul3	2,0%	127,3	Subbacia-B	0,0%	1,4
Trecho-Rancho1	3,6%	2,8	Subbacia-C	18,8%	1,6
Trecho-Rancho2	6,3%	3,2	Subbacia-D	30,8%	1,3
Reservatório-10	12,5%	0,8	Subbacia-E	0,0%	0,3
Reservatório-6	0,0%	0,6	Subbacia-F	0,0%	5,2
Reservatório-7	0,0%	0,5		-	-

As vazões referentes ao elemento hidrológico Jucu\_Sul-1 são aquelas calculadas para a seção final do trecho rural do Rio Jucu Braço Sul a montante da sede municipal de Marechal Floriano, calculadas por meio de análises estatísticas e

adicionadas ao modelo HEC-HMS. As vazões correspondentes ao Trecho-JSul-1 e Trecho-JSul-3 são, respectivamente, calculadas para o trecho inicial e final do Rio Jucu Braço Sul em seu trecho urbano. Os elementos hidrológicos Trecho-Bat1 e Trecho-Bat5 são, respectivamente, o trecho inicial e o final do córrego Batatal na sede municipal de Marechal Floriano. Por fim, as vazões correspondentes ao Trecho-Rancho1 e Trecho-Rancho2 são, respectivamente calculadas para o trecho inicial e final do córrego Rancho Alegre na sede municipal de Marechal Floriano.

### 7.3.2 Modelagem hidráulica do Rio Jucu Braço Sul e dos córregos Batatal e Rancho Alegre

Para a simulação hidráulica da vazão futura nas bacias em estudo, também foi utilizado o modelo matemático HEC-RAS 4.1 (*River Analysis System*). A metodologia de modelagem foi a mesma apresentada no **item 6.5.3**. O objetivo desta simulação foi verificar quais os impactos do crescimento populacional e consequente aumento da ocupação do solo sobre a inundação do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul.

O **ANEXO III** apresenta o Mapa de Susceptibilidade à Inundação para o município de Marechal Floriano no cenário futuro, como resultado da modelagem hidráulica. A partir do Mapa de Susceptibilidade, foi elaborado o Mapa de Risco à Inundação, apresentado no **ANEXO IV**.

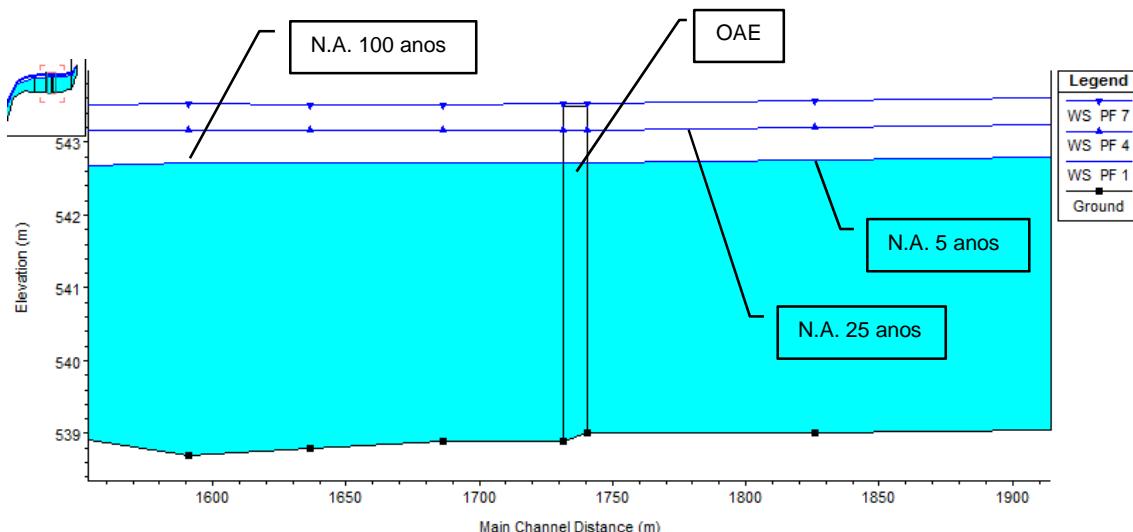
Para o cenário futuro, as manchas de inundação se diferenciaram muito pouco daquelas simuladas para o cenário atual, descrito no **item 6.5.3.4**. Isso se deu, pois, mesmo com a projeção de alto crescimento do município em 20 anos, a maior parte da área drenada da bacia do Rio Jucu braço Sul está em área rural, a qual não foi realizada previsão de modificação do uso do solo no presente trabalho.

Observa-se um crescimento de 6% na quantidade de domicílios dentro da área de risco R1 (muito alto) comparado ao cenário atual, totalizando 510 domicílios neste cenário. Para a mancha de inundação de 25 anos, o crescimento é de 4%, totalizando 580 domicílios.

No bairro Centro, as manchas de inundação de 5 e 25 anos se intensificam comparadas ao cenário atual, principalmente na Rua Clara Endlich.

Observando as pontes e dispositivos hidráulicos que não obtiveram eficiência hidráulica para suas respectivas vazões de projeto, ressalta-se, no Rio Jucu Braço Sul, a passarela localizada na Rua Mathielde Adelia Stum e a ponte sobre a Travessia Josephina Rodrigues.

Assim como no cenário atual, a passarela localizada na Rua Mathielde Adelia Stum mostrou-se ineficiente para a vazão de projeto. Já na OAE localizada na Travessia Josephina Rodrigues foi constata ineficiência hidráulica para a vazão de projeto de 100 anos, conforme pode ser observado na **Figura 7-7**.



**Figura 7-7:** Simulação hidráulica da OAE da Travessia Josephina Rodrigues, no cenário futuro.

Nos córregos Batatal e Rancho Alegre, as ineficiências hidráulicas das pontes e dispositivos hidráulicos foram as mesmas daquelas simuladas para o cenário atual, descrito no **item 6.5.3.4**.

## 7.4 CENÁRIOS ALTERNATIVOS

Para a resolução dos problemas de cheias na bacia do Rio Jucu Braço Sul e dos córregos Batatal e Rancho Alegre, foram simulados dois cenários com a implementação de ações estruturais descritas a seguir, as quais são constituídas de dragagem, derrocagem de canais e estabilização de margens.

Foi analisada a possibilidade de implantação de uma barragem no Rio Fundo, um dos principais afluentes do Rio Jucu Braço Sul a montante da sede municipal de Marechal Floriano. Porém, foi constatado, durante as visitas de campo, que as áreas de baixada do Rio Fundo, apropriadas para um barramento, estão intensamente ocupadas por edificações rurais e, inclusive, por um zoológico (**Figura 7-8**). Desta forma, foi excluída a possibilidade de implantação de uma barragem neste curso d'água pela grande quantidade de desapropriações que seria necessário, além da perda de parte do patrimônio turístico de Marechal Floriano.



**Figura 7-8:** Zoológico localizado às margens do Rio Fundo, em Marechal Floriano-ES.

Assim, mais dois cenários foram analisados e que foram considerados de implementação viável, os quais foram chamados de Cenário 1 e Cenário 2 e que se encontram descritos em seguida.

#### 7.4.1 Cenário 1

O cenário 1 é composto pela dragagem e derrocagem do Rio Jucu Braço Sul com duas seções base: a) no primeiro trecho, que vai da ponte da BR-262 sobre o Rio Jucu Braço Sul até a foz do córrego batatal, a seção terá base de 19 metros e altura de talude de 5 metros, considerando, ainda, a inclinação do talude segundo a relação 1,5Bx1,0H e; b) no segundo trecho, que vai da foz do córrego Batatal até a cachoeira no final da área urbana de Marechal Floriano, a seção terá base de 20 metros e altura de talude de 5 metros, considerando, ainda, a inclinação do talude segundo a relação 1,5Bx1,0H. Desta forma, foi prevista a dragagem de 87.000 m<sup>3</sup> de material sedimentar e a derrocagem de 3.000 m<sup>3</sup> de rocha.

Foi planejado, ainda, a substituição da OAE sob o Rio Jucu Braço Sul da Rua Emílio G. Hule para um modelo sem pilares, a fim de otimizar a seção hidráulica do curso d'água.

Com a implantação do cenário 1 espera-se a melhoria da condutância do Rio Jucu Braço Sul e, consequentemente, a melhoria da capacidade de transporte dos canais dos córregos Batatal e Rancho Alegre, uma vez que o efeito de remanso será reduzido nestes cursos d'água.

Cabe ressaltar que este cenário ainda poderá acarretar riscos aos moradores ribeirinhos, uma vez que, foi constatado em campo vários pontos de risco de solapamento de margens.

O **ANEXO V** apresenta o mapa de soluções para o cenário 1.

O valor total estimado para o cenário 1 foi de **R\$ 8.000.000,00**.

#### 7.4.2 Cenário 2

O cenário 2 é composto pela dragagem, derrocagem e proteção de margens em um canal no Rio Jucu Braço Sul com três seções base: a) no primeiro trecho, que vai da ponte da BR-262 sobre o Rio Jucu Braço Sul até a foz do córrego batatal, a seção terá base de 18 metros e altura de talude de 3 metros, considerando, ainda, a inclinação do talude segundo a relação 1,5Bx1,0H; b) no segundo trecho, que vai da foz do córrego Batatal até a foz do córrego Rancho Alegre, a seção terá base de 19 metros e altura de talude de 3 metros, considerando, ainda, a inclinação do

talude segundo a relação 1,5Bx1,0H e; c) no terceiro trecho, que vai da foz do córrego Rancho Alegre até a cachoeira no final da área urbana de Marechal Floriano, a seção terá base de 20 metros e altura de talude de 3 metros, considerando, ainda, a inclinação do talude segundo a relação 1,5Bx1,0H. Desta forma, foi previsto a dragagem de 61.000 m<sup>3</sup> de material sedimentar e a derrocagem de 3.000 m<sup>3</sup> de rocha.

Foi planejado, ainda, a substituição da OAE sob o Rio Jucu Braço Sul da Rua Emílio G. Hule para um modelo sem pilares, a fim de otimizar a seção hidráulica do curso d'água.

Com a implantação do cenário 2 espera-se a melhoria da condutância do Rio Jucu Braço Sul e, consequentemente, a melhoria da capacidade de transporte dos canais dos córregos Batatal e Rancho Alegre, uma vez que o efeito de remanso será reduzido nestes cursos d'água.

O **ANEXO VI** apresenta o mapa de soluções propostas para o Cenário 2.

O valor estimado para o cenário 2 foi de **R\$ 11.350.000,00**.

## 8 CONCLUSÕES

Como resultado deste trabalho, conclui-se que:

- O Rio Jucu Braço Sul, ao cortar a sede da cidade de Marechal Floriano, possui declividade de 0,0005 m/m em uma extensão de aproximadamente 2 km, dificultando o escoamento rápido de suas águas e intensificando sua cheia em eventos de forte precipitação;
- Os problemas de macrodrenagem do município de Marechal Floriano podem se resumir em: a) combinação das cheias do Rio Jucu Braço Sul com os córregos Batatal e Rancho Alegre; b) a entrada da galeria do córrego Rancho Alegre foi construída com uma curva muito aguda, o que provoca uma perda de carga muito grande e consequente elevação dos níveis d'água; c) travessia de canalização de esgoto dentro do canal do córrego Batatal; d) acelerado processo de assoreamento do canal do Rio Jucu Braço Sul; e) presença de rochas no final do trecho urbano do Rio Jucu Braço Sul, representando um limitante quanto ao escoamento de águas em seu canal e; f) redução da seção hidráulica do Rio Jucu Braço Sul na OAE da Rua Emílio G. Hule pela presença de um pilar.
- Observou-se, a partir da modelagem hidráulica, que 480 domicílios estão na área de risco classificada como muito alto (inundação com 5 anos de recorrência);
- Observou-se, ainda, que 560 domicílios são inundados com vazões de 25 anos de recorrência (vazão de projeto);
- A OAE da Rua Emílio G. Hule e a passarela na Rua Matheilde Adelia Stum, no Rio Jucu Braço Sul e a galeria que atravessa a linha férrea, no córrego Batatal, apresentaram ineficiência hidráulica para a vazão de projeto de 5 anos de recorrência. Já a ponte sobre a Rua Emílio Gustavo Huller, no córrego Batatal e a galeria do córrego Rancho Alegre, apresentaram ineficiência hidráulica para a vazão de projeto de 25 anos de recorrência;
- Marechal Floriano tem apresentado crescimento populacional que tende a levar sua população dos atuais 14.262 habitantes (censo de 2010) para 19.176 habitantes em 2030 (25,62% de crescimento) e 24.090 habitantes

em 2050 (20,399% de crescimento). Este crescimento resultará em mudanças no uso do solo que se restringirá às zonas urbanas e, principalmente, periurbanas do município;

- O crescimento urbano da sede municipal de Marechal Floriano tende a se concentrar nos bairros Centro, Vale das Palmas, Jarinha, Santa Rita e nas proximidades da foz do córrego Rancho Alegre;
- Para uma chuva intensa com período de recorrência de 25 anos, prevê-se que a vazão no trecho final do Rio Jucu Braço Sul passe de 99,70 m<sup>3</sup>/s para 101,50 m<sup>3</sup>/s (aumento de 0,2%) se ocorrer a tendência de expansão urbana prevista;
- Previu-se que a expansão urbana projetada para Marechal Floriano não modificará as manchas de inundação de forma significativa, uma vez que o incremento das vazões em função da redução das taxas de infiltração foi insignificante para a montante da bacia hidrográfica;
- Para a solução dos problemas de inundação do município de Marechal Floriano, a implantação de uma barragem de contenção no rio Fundo foi descartada e foram propostos dois cenários alternativos.
- O Cenário 1 é caracterizado pela dragagem e derrocagem do Rio Jucu Braço Sul. Seu custo foi estimado em **R\$ 8.000.000,00**;
- O Cenário 2 é caracterizado pela dragagem, derrocagem e proteção das margens do Rio Jucu Braço Sul. Seu custo foi estimado em **R\$ 11.350.000,00**;

## 9 REFERÊNCIAS

ABRAMOWITZ , M.; STEGUN, I. A. **Handbook of mathematical functions with formulas, graphs, and mathematical tables**. 10 ed. Washington, D.C., USA: U.S. Government Printing Office. 1972.

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 Hidráulicas.

Porto Marechal Floriano, 2008. Disponível em:<<http://pt.scribd.com/doc/43435101/Apostila-Hidrologia>>. Acesso em: 24 jul. 2012.

ELETROBRÁS. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. **Metodologia para regionalização de vazões**. Rio de Janeiro, 1985.

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 ReJucu\_Suls Publications.1978. 224p.

**LEVINE, D.M.; STEPHAN, D.; KREHBIEL, T.C.; BERENSON, M.L. Estatística – Teoria e Aplicações.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2005.

MOCKUS, V. **Estimation of total (and peak rates of) surface runoff for individual storms.** Exhibit A no Apêndice B, Interim Survey Report (Neosho) Marechal Florianor 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 Marechal Floriano: Editora da Universidade / UFRGS / Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 669p. 1998.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de vazão no Rio Grande do Sul**. Porto Marechal Floriano: IPH/UFRS. 1991.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de Vazões**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

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

## 10 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, Orçamento
<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>	Diagnóstico das Bacias, Proposição de Cenários, Coordenação Técnica
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Fillipe Tesch
<b>Formação</b>	Tecgº em Saneamento Ambiental, Mestrando em Eng. 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>	Modelagem Hidrológica, Modelagem Hidráulica, Diagnóstico das Bacias, Proposição de Cenários e Coordenação Operacional
<b>Assinatura</b>	

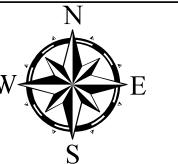
<b>Profissional</b>	Felippe Zucolotto Pereira
<b>Formação</b>	Tecnólogo em Saneamento Ambiental
<b>Empresa</b>	<b>AVANTEC Engenharia Ltda.</b>
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CREA-ES 32.790/D
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Modelagem Hidrológica, Modelagem Hidráulica, Proposição de Cenários, Geoprocessamento
<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.
<b>Assinatura</b>	

<b>Apoio Técnico</b>	
Tainah Christina de Souza	Acadêmica do curso de Eng. Sanitária e Ambiental
Marcela Lopes Barros	Acadêmica do curso de Eng. Sanitária e Ambiental

## **ANEXOS**

**ANEXO I-a:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 87).



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

## Legenda

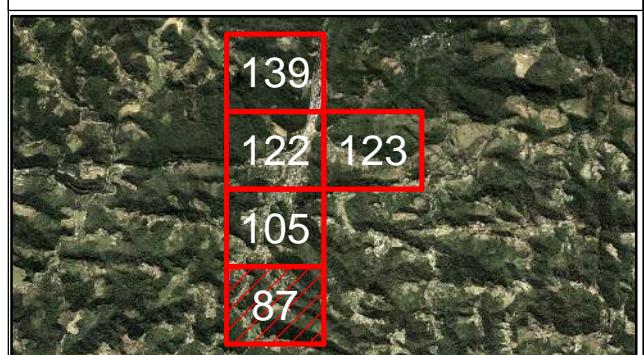
## **Suscetibilidade à Inundação Associada ao Tempo de Retorno (Área Molhada)**

100 anos (30 ha)	20 anos (27 ha)
50 anos (28 ha)	10 anos (26 ha)
30 anos (27 ha)	5 anos (24 ha)
25 anos (27 ha)	

## **Suscetibilidade à Inundação Associada ao Tempo de Retorno (Domicílios Atingidos)**

5 anos (480 domicílios)  
25 anos (560 domicílios)

## Índice Espacial



## Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	06/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

**Projeto:**  
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais  
Diagnóstico

*Título:*  
Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a Área  
Urbana do Município de Marechal Floriano - ES  
Cenário Atual

### *Responsável técnico:*

Marco Aurélio Costa Caiado  
Engº Agrônomo, Ph. D.  
CRFA - ES nº 3757/D

## Elaboração:

Tainah Cristina Teixeira de Souza  
Estagiária em Engenharia  
Sanitária e Ambiental

Escala: 1:50

— m

Carta: 87

ANEXO I

**Contratante:**

Capítulo

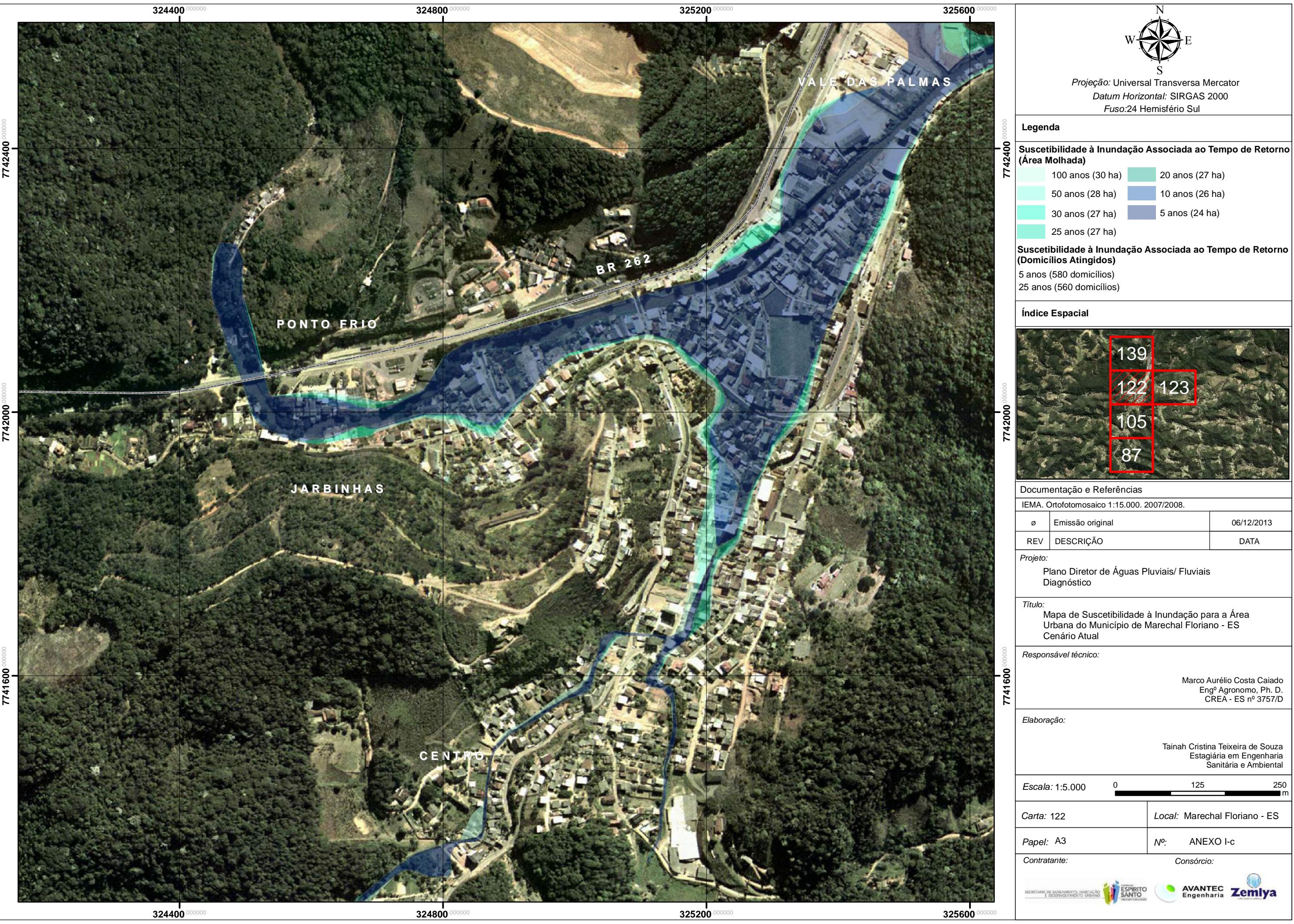
*Contratante:*

### *Consórcio:*

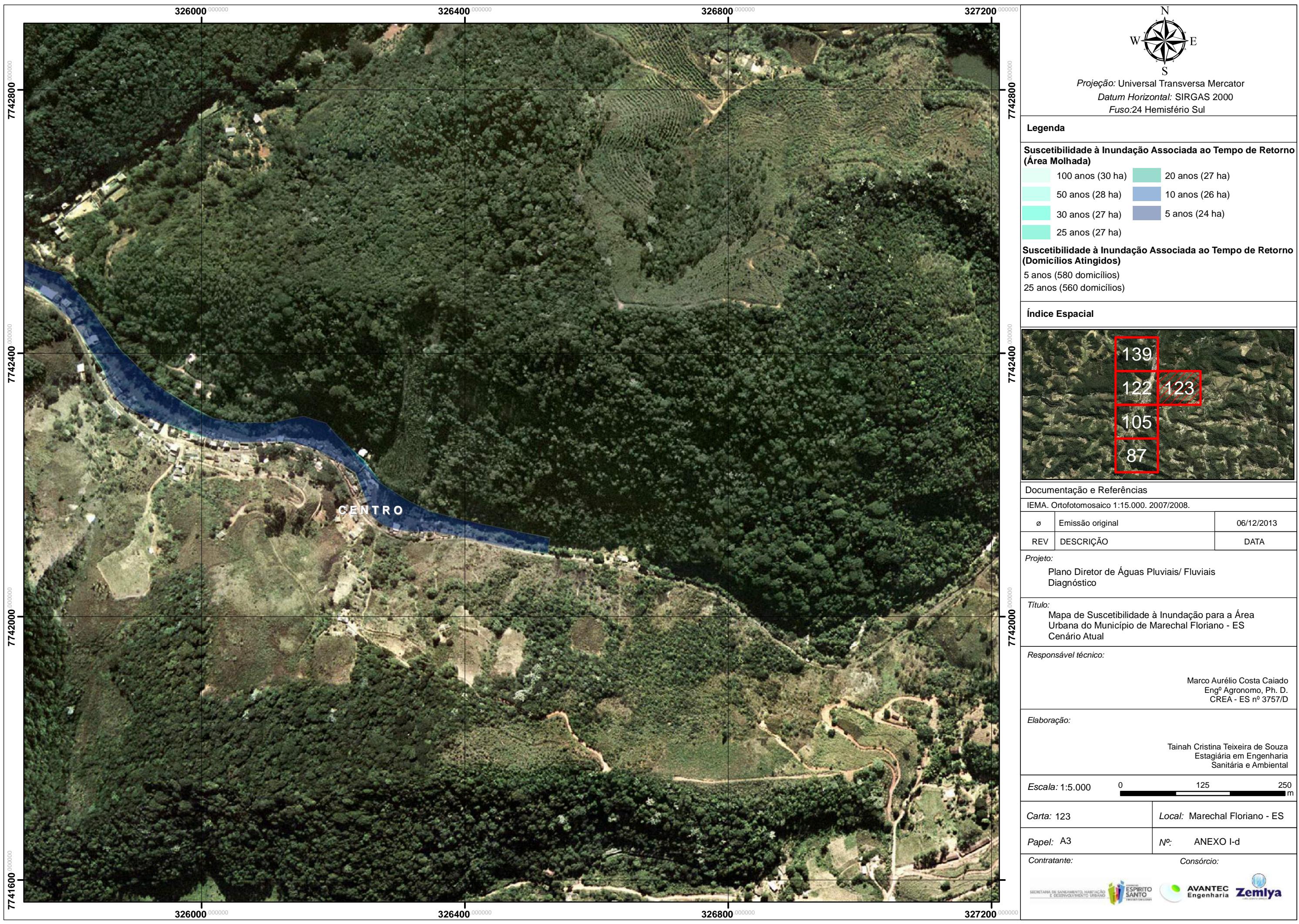
**ANEXO I-b:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 105).



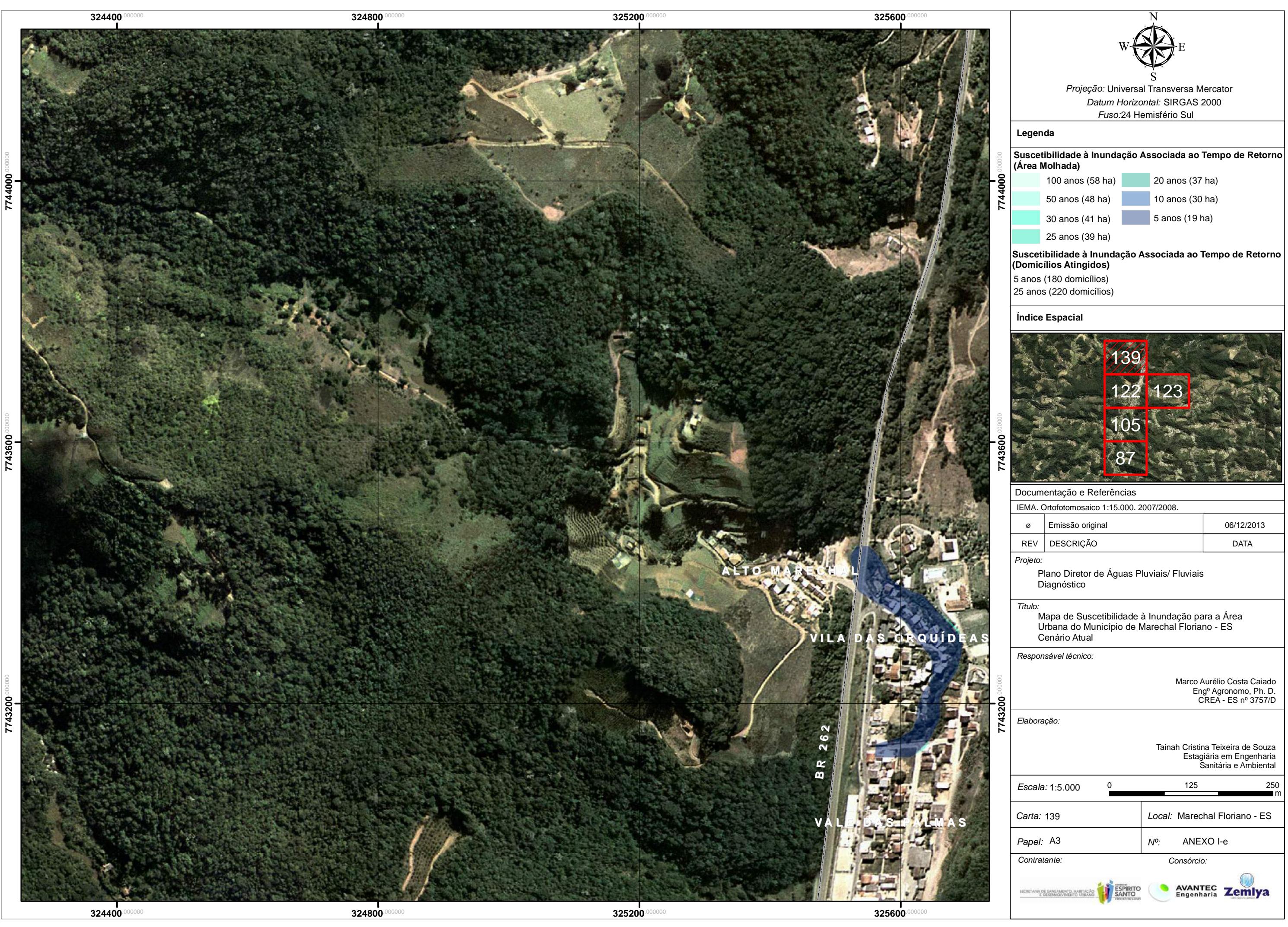
**ANEXO I-c:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 122).



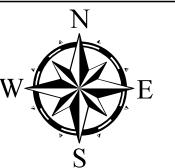
**ANEXO I-d:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 123).



**ANEXO I-e:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 139).



**ANEXO II-a:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 87).



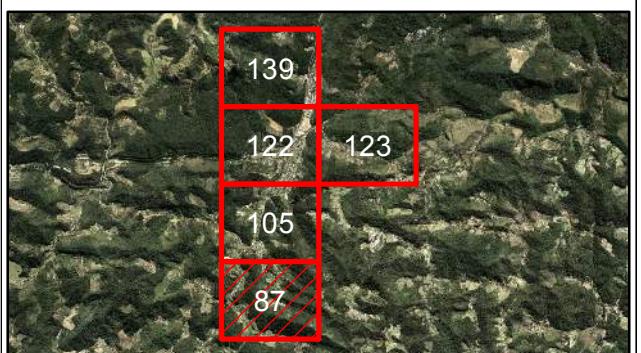
Projeção: Universal Transversa Mercator  
Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
Fuso: 24 Hemisfério Sul

#### Legenda

#### Classes de Risco de Inundação

- Risco 1: Muito Alto (tempo de retorno  $\leq$  5 anos)
- Risco 2: Alto (tempo de retorno >5 e  $\leq$  10 anos)
- Risco 3: Médio (tempo de retorno >10 e  $\leq$  30 anos)
- Risco 4: Baixo (tempo de retorno >30 e  $\leq$  100 anos)

#### Índice Espacial



#### Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	06/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais  
Diagnóstico

Título:  
Mapa de Risco de Inundação para a Área Urbana  
do Município de Marechal Floriano - ES  
Cenário Atual

Responsável técnico:  
Marco Aurélio Costa Caiado  
Engº Agrônomo, Ph. D.  
CREA - ES nº 3757/D

Elaboração:  
Tainah Cristina Teixeira de Souza  
Estagiária em Engenharia  
Sanitária e Ambiental

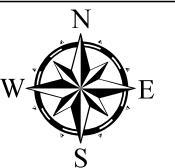
Escala: 1:5.000 0 125 250 m

Carta: 87 Local: Marechal Floriano - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO II-a

Contratante: Consórcio:

**ANEXO II-b:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 105).



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

#### Legenda

#### Classes de Risco de Inundação

- Risco 1: Muito Alto (tempo de retorno  $\leq 5$  anos)
- Risco 2: Alto (tempo de retorno  $>5$  e  $\leq 10$  anos)
- Risco 3: Médio (tempo de retorno  $>10$  e  $\leq 30$  anos)
- Risco 4: Baixo (tempo de retorno  $>30$  e  $\leq 100$  anos)

#### Índice Espacial



#### Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	06/12/2013
REV	DESCRIPÇÃO	DATA

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais  
Diagnóstico

Título:  
Mapa de Risco de Inundação para a Área Urbana  
do Município de Marechal Floriano - ES  
Cenário Atual

Responsável técnico:

Marco Aurélio Costa Caiado  
Engº Agrônomo, Ph. D.  
CREA - ES nº 3757/D

Elaboração:

Tainah Cristina Teixeira de Souza  
Estagiária em Engenharia  
Sanitária e Ambiental

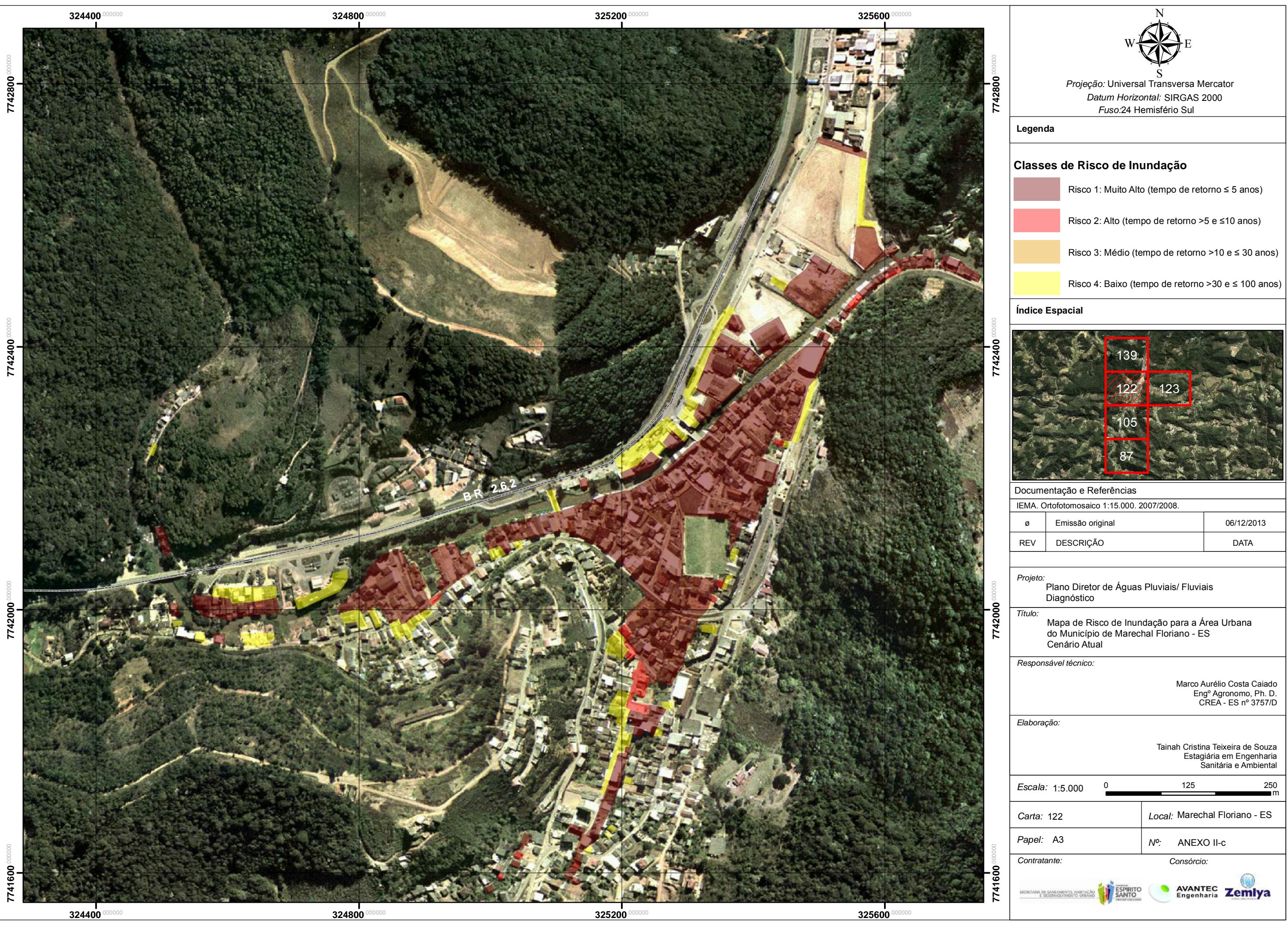
Escala: 1:5.000 0 125 250 m

Carta: 105 Local: Marechal Floriano - ES

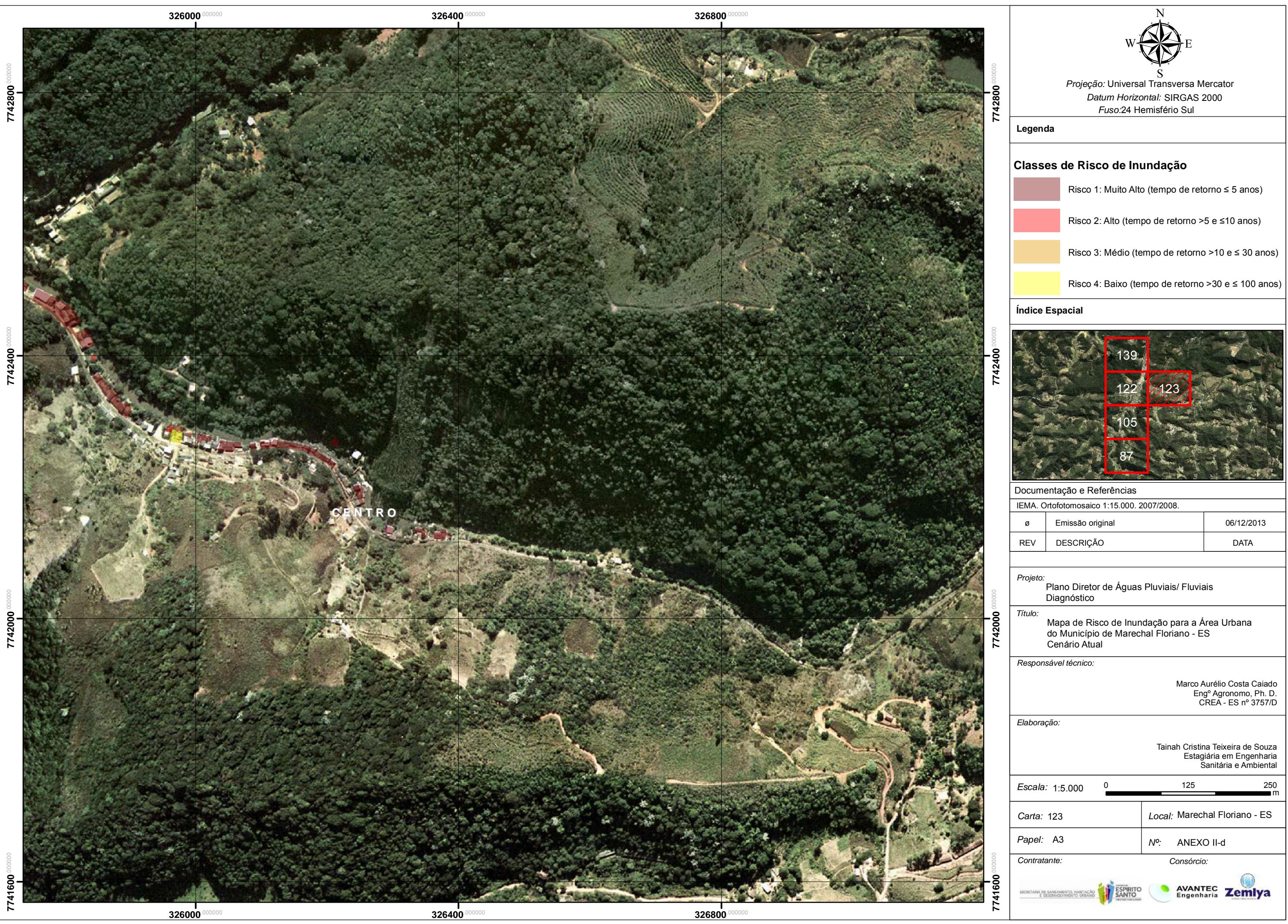
Papel: A3 Nº: ANEXO II-b

Contratante: Consórcio:

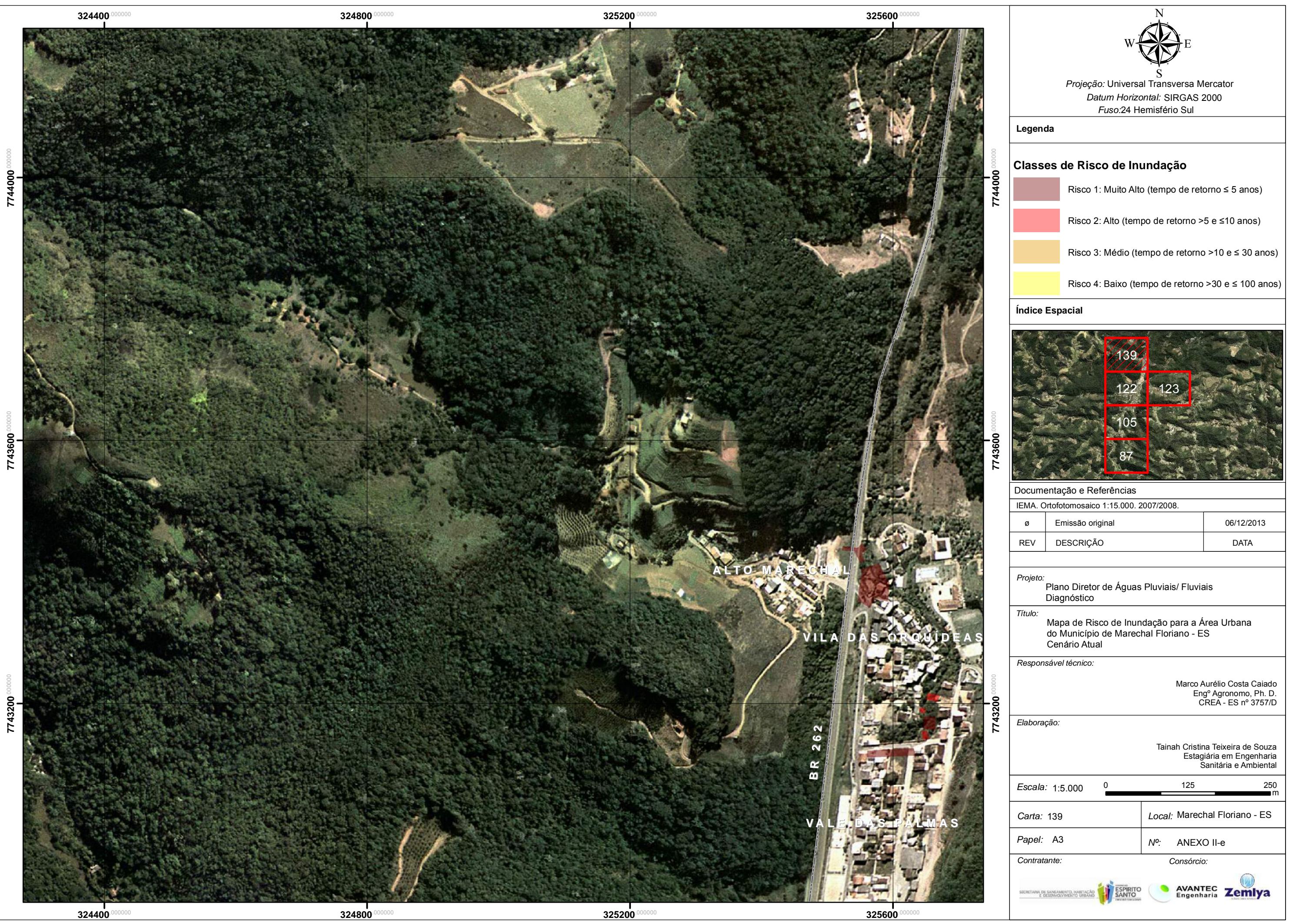
**ANEXO II-c:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 122).



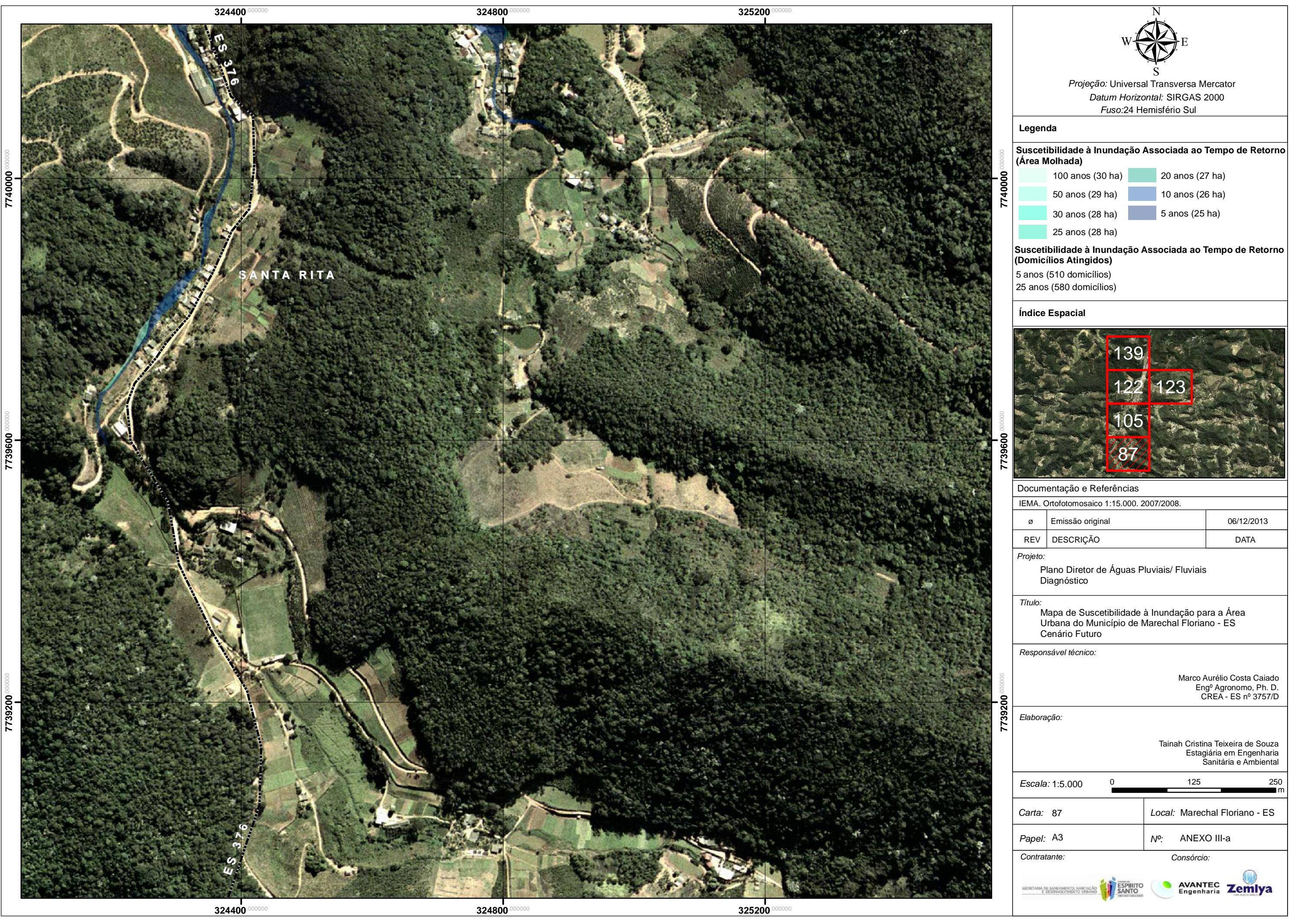
**ANEXO II-d:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 123).



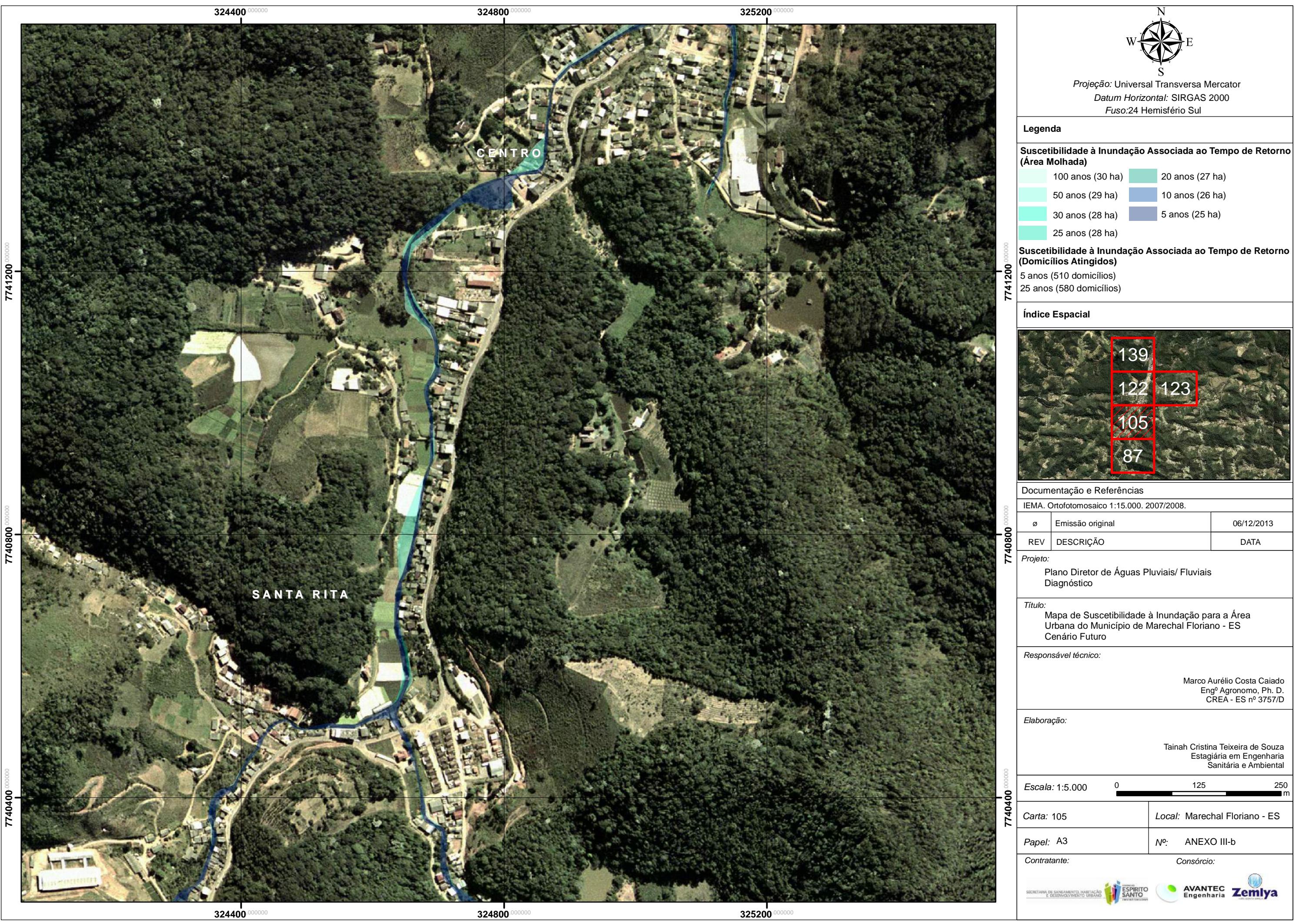
**ANEXO II-e:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário atual (Carta 139).



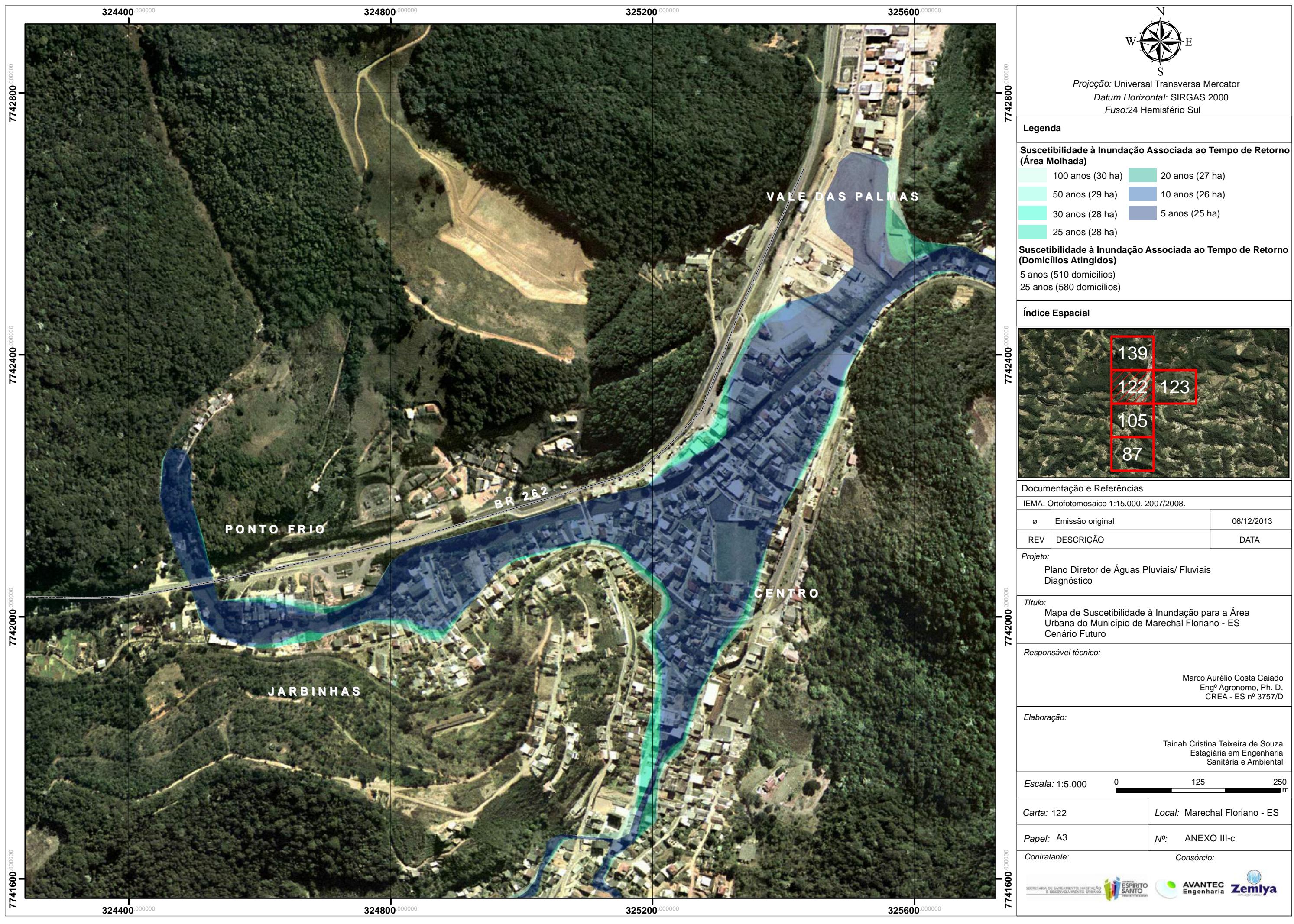
**ANEXO III-a:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 87).



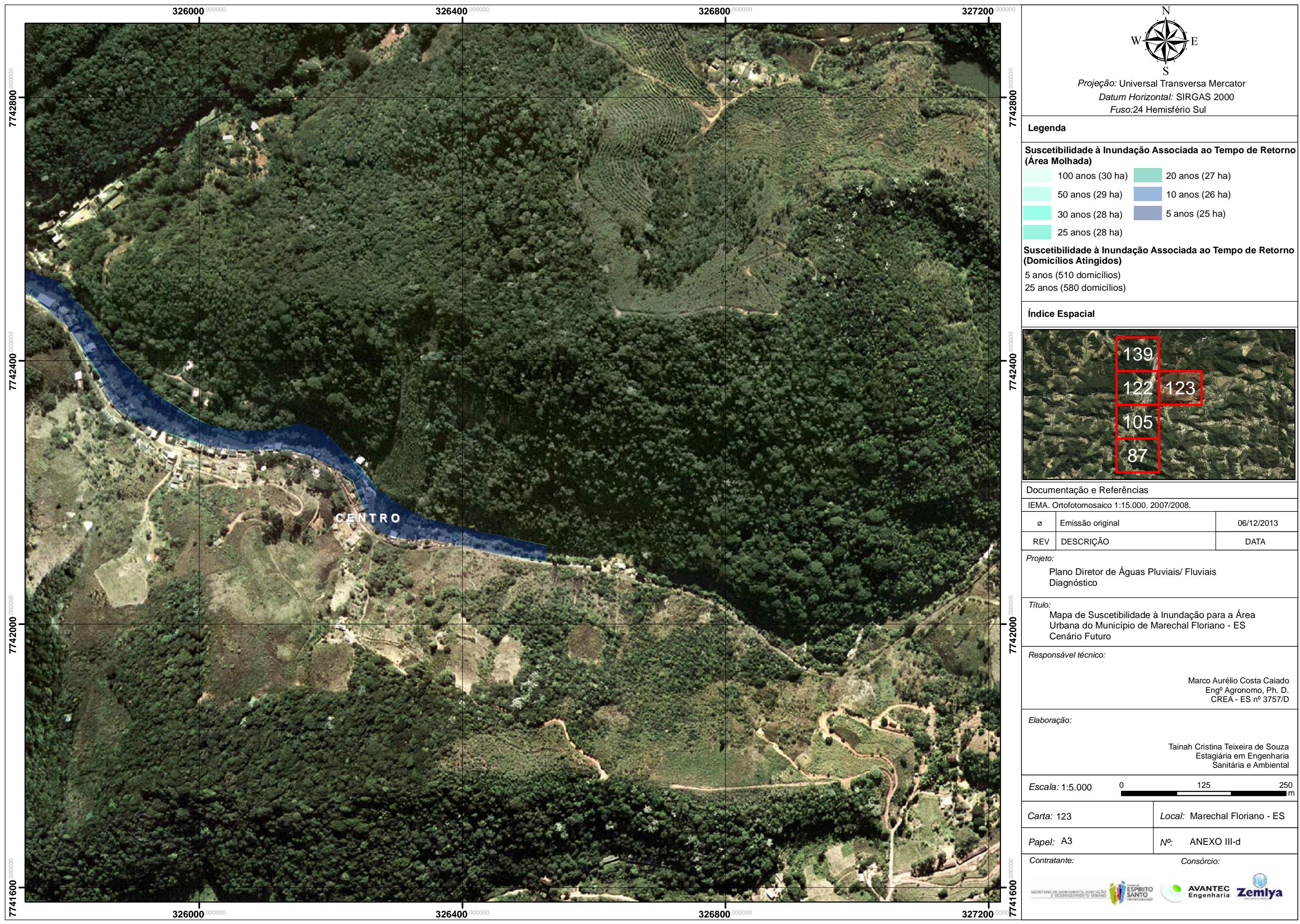
**ANEXO III-b:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 105).



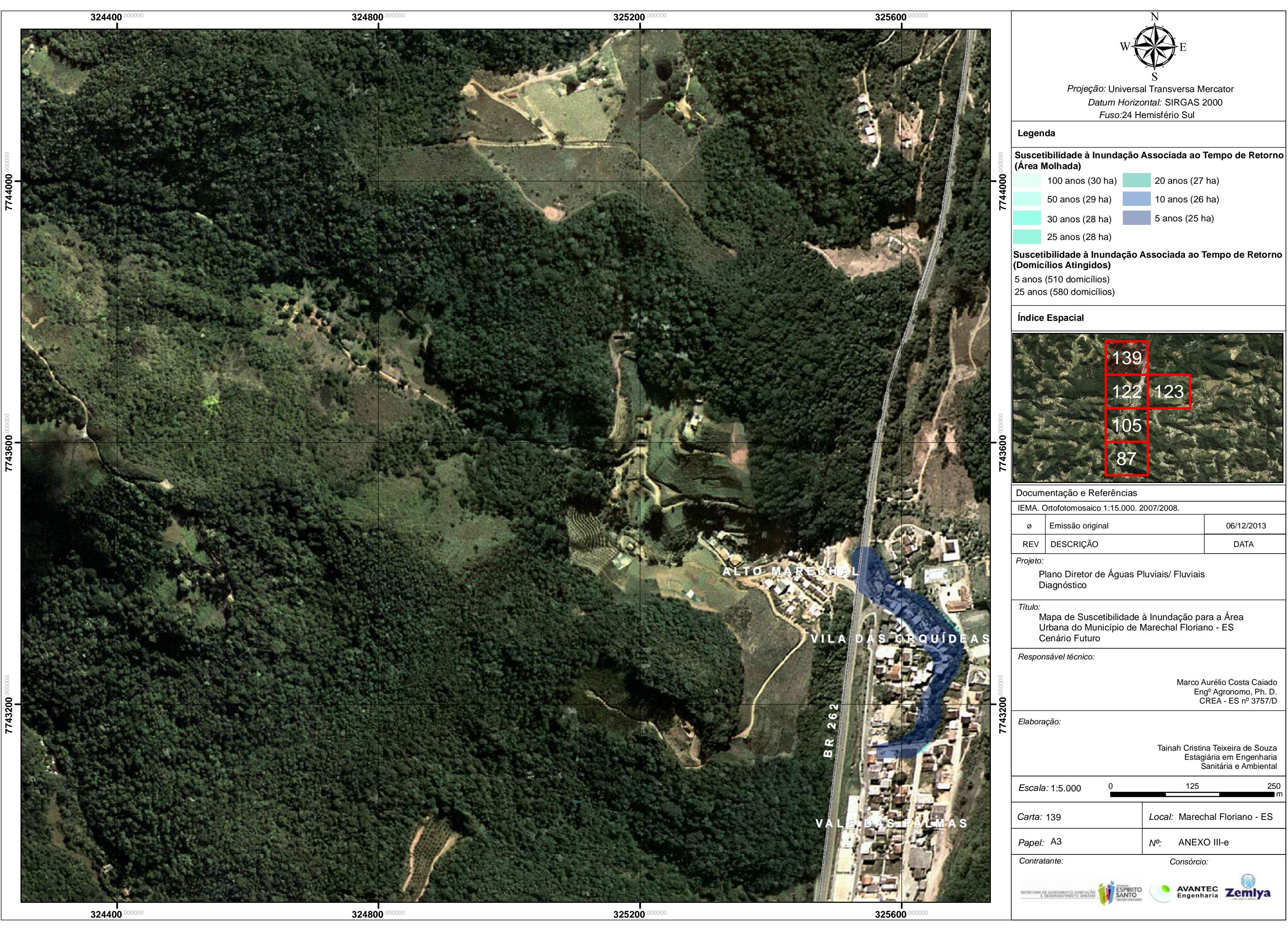
**ANEXO III-c:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 122).



**ANEXO III-d:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 123).



**ANEXO III-e:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 139).



**ANEXO IV-a:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 87).



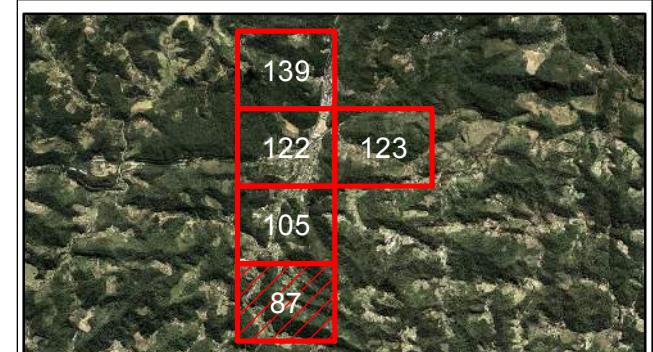
Projeção: Universal Transversa Mercator  
Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
Fuso:24 Hemisfério Sul

## Legenda

## Classes de Risco de Inundação

-  Risco 1: Muito Alto (tempo de retorno  $\leq$  5 anos)
  -  Risco 2: Alto (tempo de retorno  $>5$  e  $\leq$ 10 anos)
  -  Risco 3: Médio (tempo de retorno  $>10$  e  $\leq$  30 anos)
  -  Risco 4: Baixo (tempo de retorno  $>30$  e  $\leq$  100 anos)

## Índice Espacial



## Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	06/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais  
Diagnóstico

*Título:* Mapa de Risco de Inundação para a Área Urbana do Município de Marechal Floriano - ES  
Cenário Futuro

*Responsável técnico:*

Marco Aurélio Costa Caiado  
Engº Agrônomo, Ph. D.  
CREA - ES nº 3757/D

---

*Elaboração:*

Tainah Cristina Teixeira de Souza  
Estagiária em Engenharia  
Sanitária e Ambiental

Escala: 1:50

111

Carla. 61

Nº: ANEXO IV-a

*Contratante:*

Consórcio:  
AVANTEC Engenharia Zemlyva

**ANEXO IV-b:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 105).



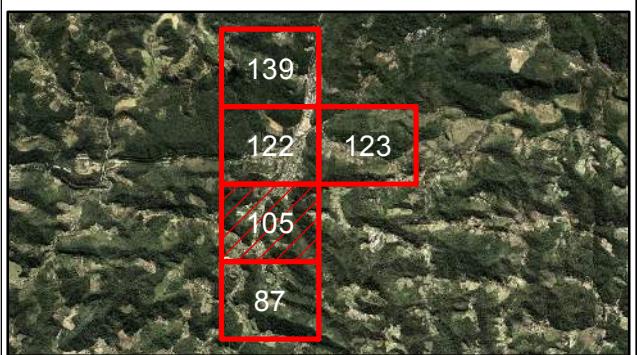
Projeção: Universal Transversa Mercator  
Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
Fuso: 24 Hemisfério Sul

#### Legenda

#### Classes de Risco de Inundação

	Risco 1: Muito Alto (tempo de retorno ≤ 5 anos)
	Risco 2: Alto (tempo de retorno >5 e ≤ 10 anos)
	Risco 3: Médio (tempo de retorno >10 e ≤ 30 anos)
	Risco 4: Baixo (tempo de retorno >30 e ≤ 100 anos)

#### Índice Espacial



#### Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	06/12/2013
REV	DESCRÍÇÃO	DATA

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais  
Diagnóstico

Título:  
Mapa de Risco de Inundação para a Área Urbana  
do Município de Marechal Floriano - ES  
Cenário Futuro

Responsável técnico:

Marco Aurélio Costa Caiado  
Engº Agrônomo, Ph. D.  
CREA - ES nº 3757/D

Elaboração:

Tainah Cristina Teixeira de Souza  
Estagiária em Engenharia  
Sanitária e Ambiental

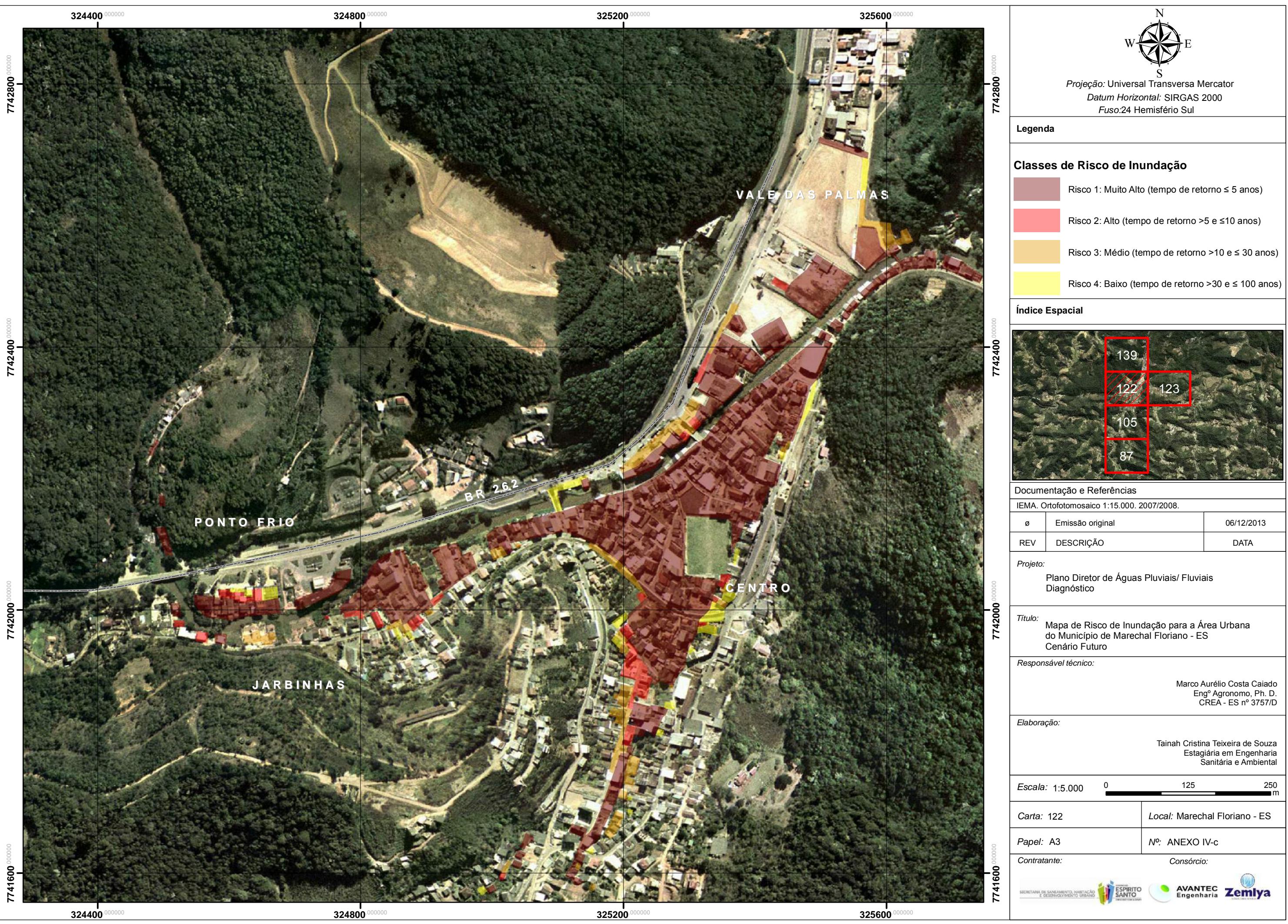
Escala: 1:5.000 0 125 250 m

Carta: 105 Local: Marechal Floriano - ES

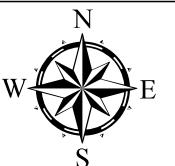
Papel: A3 Nº: ANEXO IV-b

Contratante: Consórcio:

**ANEXO IV-c:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 122).



**ANEXO IV-d:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 123).



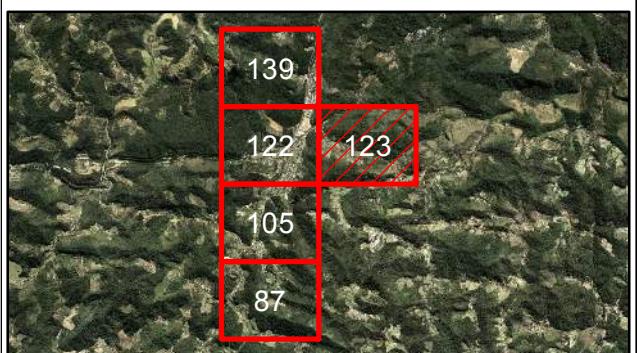
Projeção: Universal Transversa Mercator  
Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
Fuso: 24 Hemisfério Sul

#### Legenda

#### Classes de Risco de Inundação

- Risco 1: Muito Alto (tempo de retorno  $\leq$  5 anos)
- Risco 2: Alto (tempo de retorno  $>5$  e  $\leq$  10 anos)
- Risco 3: Médio (tempo de retorno  $>10$  e  $\leq$  30 anos)
- Risco 4: Baixo (tempo de retorno  $>30$  e  $\leq$  100 anos)

#### Índice Espacial



#### Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	06/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais  
Diagnóstico

Título:  
Mapa de Risco de Inundação para a Área Urbana  
do Município de Marechal Floriano - ES  
Cenário Futuro

Responsável técnico:  
Marco Aurélio Costa Caiado  
Engº Agrônomo, Ph. D.  
CREA - ES nº 3757/D

Elaboração:  
Tainah Cristina Teixeira de Souza  
Estagiária em Engenharia  
Sanitária e Ambiental

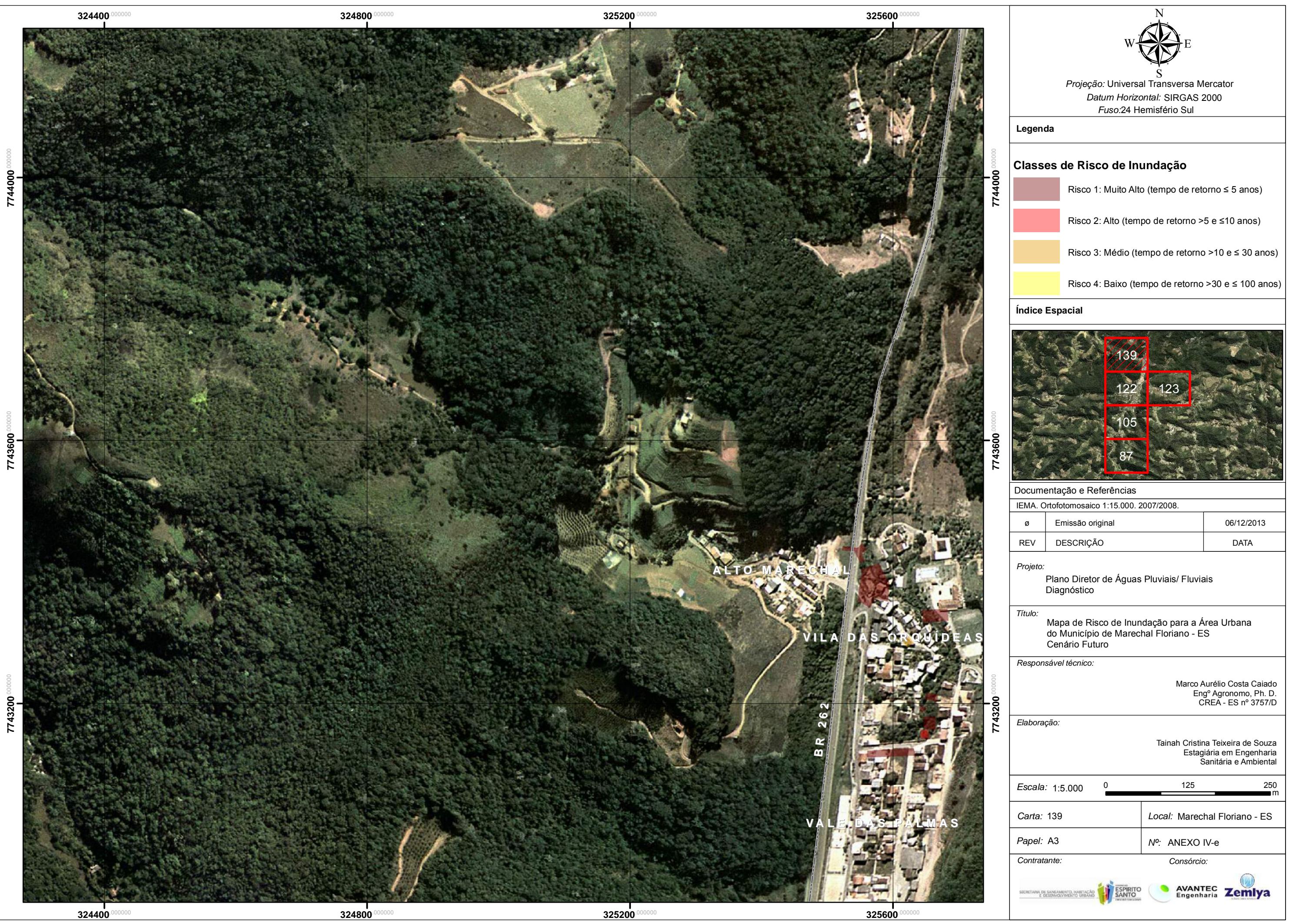
Escala: 1:5.000 0 125 250 m

Carta: 123 Local: Marechal Floriano - ES

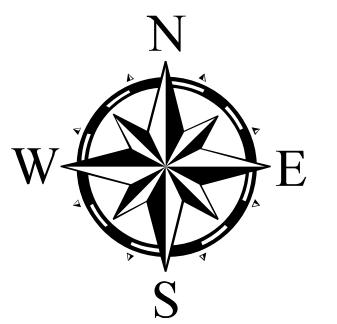
Papel: A3 Nº: ANEXO IV-d

Contratante: Consórcio:

**ANEXO IV-e:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Marechal Floriano-ES no cenário futuro (Carta 139).



**ANEXO V:** Mapa de soluções propostas para o município de Marechal Floriano no Cenário 1.



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

#### Legenda

- Ponte
- - - Dragagem
- Derrocagem
- Cursos d'água

#### Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	09/12/2013
REV	Descrição	DATA

**Projeto:**  
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais  
Diagnóstico

**Título:** Mapa de Soluções Construtivas e Não Construtivas de Marechal Floriano - Cenário 01

**Responsável técnico:** Marco Aurélio Costa Caiado  
Engº Agrônomo, Ph.D.  
CREA-ES nº 3757/D

**Elaboração:** Felipe Zuccolotto Pereira  
Tecgº em Saneamento Ambiental  
CREA-ES nº 32790/D

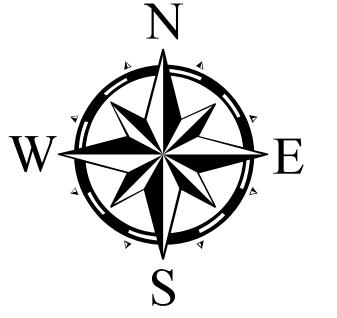
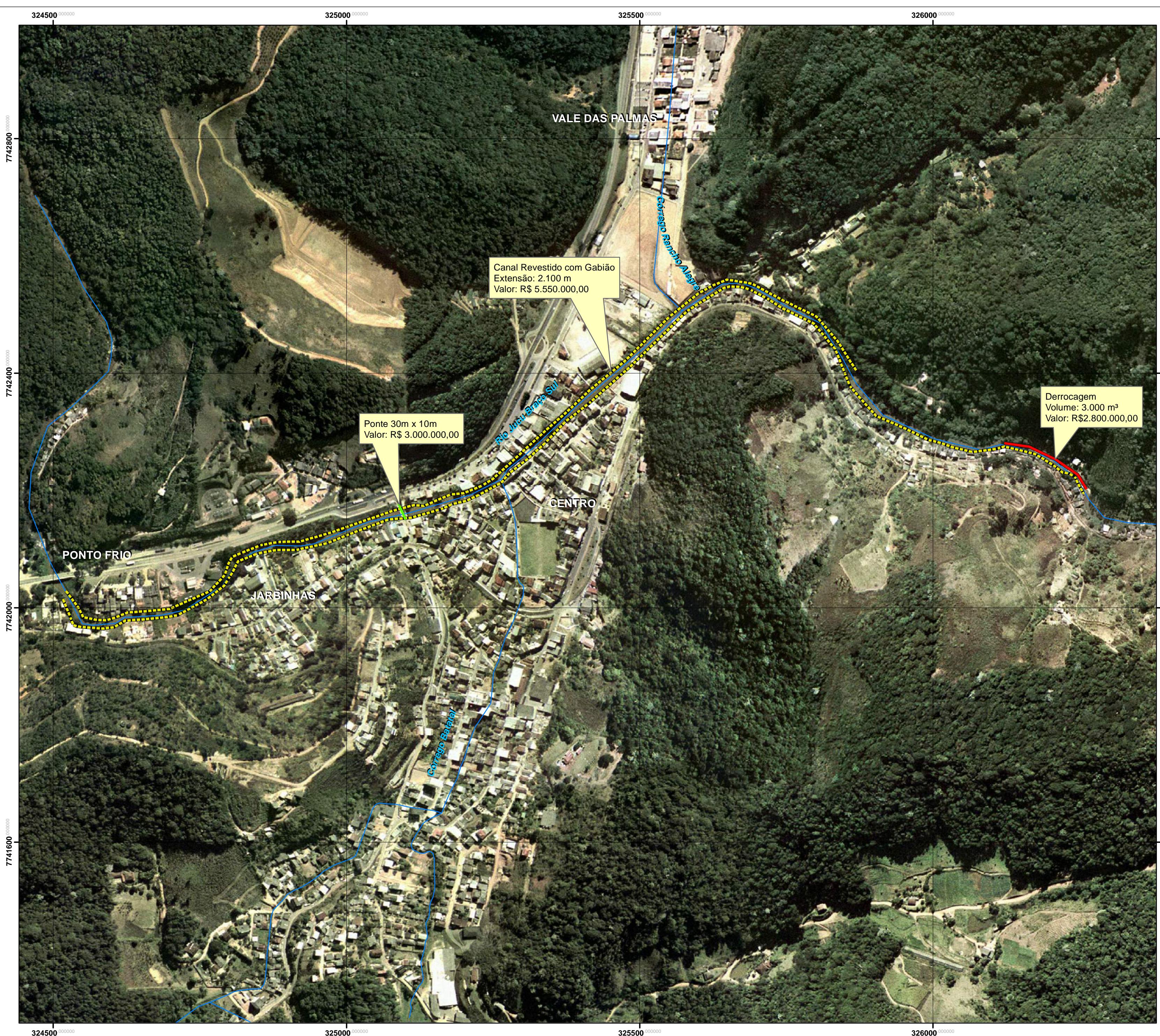
**Escala:** 1:4.500 0 50 100 200 m

**Folha:** 01 de 01 Local: Marechal Floriano - ES

**Papel:** A2 Nº: ANEXO V

**Contratante:** Consórcio:

**ANEXO VI:** Mapa de soluções propostas para o município de Marechal Floriano no Cenário 2.



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

## Legenda

- Ponte
  - Canal revestido com gabião
  - Derrocagem
  - Cursos d'água

## Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

∅	Emissão original	09/12/2013
REV	DESCRÍÇÃO	DATA

*Projeto:*  
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais  
Diagnóstico

*Título:* Mapa de Soluções Construtivas e Não Construtivas de Marechal Floriano - Cenário 02

<p><i>Responsável técnico:</i></p> <p>Marco Aurélio Costa Caiado Engº Agrônomo, Ph.D. CREA-ES nº 3757/D</p>	<p><i>Elaboração:</i></p> <p>Felippe Zuccolotto Pereira Tecg.º em Saneamento Ambiental CREA-ES nº 32.790/D</p>
---	--

Escala: 1:4.500

Folha: 01 de 01 Local: Marechal Floriano - ES

Papel: A2 N°: ANEXO VI