

# Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Domingos Martins

– Volume I: Diagnóstico e Prognóstico de Inundações –



ZAV-SED-DIA\_DOM\_01.001-R0

Setembro / 2013

	Nº: ZAV-SED-DIA_DOM_01.001-R0								
	CLIENTE: Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano								
	PROJETO: Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Domingos Martins								
	TÍTULO: VOLUME I: DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DE INUNDAÇÕES						MEIO AMBIENTE		
							ENGENHARIA		
RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO DOCUMENTO: Marco Aurélio Costa Caiado Engenheiro Agrônomo, Ph. D. CREA-ES nº 3757/D						RUBRICA:			
<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	20/09/2013								
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 Domingos Martins, 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 inundação, 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 Domingos Martins 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 Domingos Martins, que também norteou o presente documento.

## SUMARIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	19
3	<b>FUNDAMENTOS</b> .....	20
4	<b>METAS</b> .....	21
5	<b>INFORMAÇÕES CEDIDAS PELO CONTRATANTE E PELO MUNICÍPIO 22</b>	
6	<b>DIAGNÓSTICO</b> .....	24
6.1	<b>ÁREAS DE INTERVENÇÃO</b> .....	24
6.2	<b>APROPRIAÇÃO DA EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS</b> .....	24
6.3	<b>TEMPO DE CONCENTRAÇÃO</b> .....	31
6.4	<b>CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO INSTITUCIONAL MUNICIPAL RELACIONADO AO PDAP</b> .....	35
6.4.1	<b>Estrutura institucional do município na área urbana e habitacional</b> .....	36
6.4.2	<b>Ações governamentais do município nas áreas urbana e habitacional</b> .....	46
6.4.3	<b>Legislação Federal, Estadual e Municipal</b> .....	47
6.4.3.1	<i>Legislação Federal</i> .....	49
6.4.3.1.1	Estatuto da Cidade - Lei Federal nº 10.257/2001.....	50
6.4.3.1.2	Parcelamento do Solo Urbano - Lei Federal nº 6.766/1979 .....	55
6.4.3.1.3	Programa Minha Casa, Minha Vida e Regularização Fundiária de Assentamentos Urbanos - Lei Federal nº 11.977/2009.....	58
6.4.3.1.4	Proteção de Vegetação Nativa - Lei Federal nº 12.651/2012.....	59
6.4.3.1.5	Política Nacional de Meio Ambiente - Lei Federal nº 6.938/1981 .....	63
6.4.3.1.6	Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei Federal nº 9.433/1997	64
6.4.3.1.7	Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei Federal nº 12.305/2010	65
6.4.3.1.8	Saneamento Básico - Lei Federal nº 11.445/2007 .....	66
6.4.3.2	<i>Legislação Estadual</i> .....	69

6.4.3.2.1	Parcelamento do Solo Urbano - Lei Estadual nº 7.943/2004 .....	69
6.4.3.2.2	Instituto de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Estado do Espírito Santo - Lei Estadual Complementar nº 488/2009 .....	71
6.4.3.2.3	Instituto Estadual de Meio Ambiente - Lei Estadual nº 4.886/1994 ...	73
6.4.3.2.4	Política Florestal do Estado - Lei Estadual nº 5.361/1996.....	74
6.4.3.2.5	Política Estadual de Recursos Hídricos - Lei Estadual nº 5.818/1998	75
6.4.3.2.6	Política Estadual de Resíduos Sólidos - Lei Estadual nº 9.264/2009	76
6.4.3.2.7	Política Estadual de Saneamento Básico - Lei Estadual nº 9.096/2008	78
6.4.3.3	<i>Legislação Municipal</i> .....	79
6.4.3.3.1	Plano Diretor – Lei Complementar nº 026/2008 .....	79
6.4.3.3.2	Código de Obras - Lei Municipal nº 1238/1992 .....	80
6.4.3.3.3	Código Municipal de Meio Ambiente - Lei Municipal nº 1586/2001 ...	83
<b>6.4.4</b>	<b>Posturas legais mais impactantes e gargalos institucionais .....</b>	<b>85</b>
<b>6.5</b>	<b>INUNDAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO DO GORDO NO CENÁRIO ATUAL</b>	<b>88</b>
<b>6.5.1</b>	<b>Contextualização .....</b>	<b>88</b>
<b>6.5.2</b>	<b>Apropriação dos valores de vazões máximas .....</b>	<b>93</b>
<b>6.5.3</b>	<b>Modelagem hidráulica do Córrego do Gordo com o Cenário Atual</b>	<b>111</b>
6.5.3.1	<i>Introdução .....</i>	111
6.5.3.2	<i>Domínio do modelo .....</i>	113
6.5.3.3	<i>Geometria do modelo .....</i>	113
6.5.3.4	<i>Riscos de Inundação e Simulação Hidráulica com o Cenário Atual</i>	115
<b>7</b>	<b>PROGNÓSTICO.....</b>	<b>118</b>
<b>7.1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>118</b>
<b>7.2</b>	<b>LEVANTAMENTO DE DADOS E INFORMAÇÕES.....</b>	<b>118</b>
<b>7.3</b>	<b>INUNDAÇÃO DAS BACIAS DO CÓRREGO DO GORDO NO CENÁRIO FUTURO.....</b>	<b>131</b>
<b>7.3.1</b>	<b>Uso do solo futuro e cálculo de vazões .....</b>	<b>131</b>

<b>7.3.2</b>	<b>Modelagem hidráulica do Córrego do Gordo com o Cenário Futuro</b>	<b>140</b>
<b>7.4</b>	<b>VAZÕES MÁXIMAS PARA AS SUB-BACIAS .....</b>	<b>142</b>
<b>7.5</b>	<b>CENÁRIOS ALTERNATIVOS.....</b>	<b>148</b>
<b>7.5.1</b>	<b>Cenário 1 .....</b>	<b>148</b>
<b>7.5.2</b>	<b>Cenário 2 .....</b>	<b>149</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>155</b>
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>157</b>
<b>10</b>	<b>EQUIPE TÉCNICA.....</b>	<b>161</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS

### FIGURAS:

<b>Figura 1-1.</b> Galeria do Córrego Schlenz. Vista montante.....	17
<b>Figura 1-2.</b> Córrego do Gordo em canal aberto. Trecho do bairro Campestre. Vista jusante.....	17
<b>Figura 1-3.</b> Inundação na rua Nicolau Velten (07/02/2009).....	18
<b>Figura 1-4.</b> Inundação na rua Rodolfo Huller (07/02/2009). ....	18
<b>Figura 6-1:</b> Localização do município de Domingos Martins no Espírito Santo....	25
<b>Figura 6-2:</b> Bacia hidrográfica do Córrego do Gordo e sua relação com os bairros de Domingos Martins. ....	26
<b>Figura 6-3:</b> Localização das estações pluviométricas no município de Domingos Martins e entorno. ....	28
<b>Figura 6-4:</b> Curvas intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno na estação pluviométrica Marechal Floriano.....	31
<b>Figura 6-5.</b> Córrego do Gordo em canal aberto. Detalhe para passagem sobre o curso d'água. Trecho do bairro Campestre. Vista montante. ....	90
<b>Figura 6-6.</b> Córrego do Gordo em canal aberto. Trecho do bairro Campestre. Vista jusante.....	90
<b>Figura 6-7.</b> Córrego do Gordo em canal aberto. Vista montante.....	91
<b>Figura 6-8.</b> Córrego do Gordo em canal aberto. Vista montante.....	91
<b>Figura 6-9.</b> Galeria do Córrego Schlenz lançando águas em canal aberto. Vista montante. ....	92
<b>Figura 6-10.</b> Córrego Schlenz em canal aberto. Vista jusante. ....	92
<b>Figura 6-11.</b> Inundação na rua Nicolau Velten (07/02/2009).....	92
<b>Figura 6-12.</b> Inundação na rua Rodolfo Huller (07/02/2009). ....	92
<b>Figura 6-13:</b> Mapa de Divisão das sub-bacias do Córrego do Gordo. ....	94
<b>Figura 6-14:</b> Mapa de uso do solo da bacia do Córrego do Gordo em Domingos Martins. ....	99
<b>Figura 6-15:</b> Mapa Pedológico da bacia do Córrego do Gordo.....	100
<b>Figura 6-16:</b> Hietograma da chuva com recorrência de 25 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia do Córrego do Gordo. ....	103

<b>Figura 6-17:</b> Bacia do Córrego do Gordo modelada pelo programa HEC-HMS.	104
<b>Figura 6-18:</b> TIN do Córrego do Gordo no trecho urbano de Domingos Martins. .....	114
<b>Figura 6-19:</b> Perfil longitudinal da simulação hidráulica do primeiro trecho de galerias no Córrego do Gordo, no cenário atual. ....	116
<b>Figura 6-20:</b> Perfil longitudinal da simulação hidráulica do segundo trecho de galerias Córrego do Gordo, até o início do bairro Parque dos Nobres, no cenário atual. ....	116
<b>Figura 6-21:</b> Perfil longitudinal da simulação hidráulica do córrego do Gordo em canal aberto, para o cenário atual.....	117
<b>Figura 7-1:</b> Mapa temático: Setores censitários por macrozona. ....	123
<b>Figura 7-2:</b> Mapa temático: Setores censitários na Zona Urbana. ....	124
<b>Figura 7-3:</b> Mapa temático: densidade demográfica por setor censitário.....	125
<b>Figura 7-4:</b> Mapa temático: densidade demográfica por setor censitário na Zona Urbana. ....	126
<b>Figura 7-5:</b> Evolução da população de Domingos Martins-ES.....	127
<b>Figura 7-6:</b> Mapa de uso de Solo futuro da bacia do Córrego do Gordo previsto para um horizonte de 20 anos.....	139
<b>Figura 7-7:</b> Perfil longitudinal da estrutura de drenagem do córrego do Gordo, a montante da afluência do córrego Schlenz, no cenário futuro. ....	140
<b>Figura 7-8:</b> Perfil longitudinal da simulação hidráulica do córrego do Gordo, antes da sua junção com o córrego Schlenz, parte em canal aberto, para o cenário futuro.....	141
<b>Figura 7-9:</b> Perfil longitudinal da simulação hidráulica do córrego Schlenz por trás do antigo Hotel Imperador, para o cenário futuro.....	142
<b>Figura 7-10:</b> Hietograma e escoamento superficial da sub-bacia 1 para chuva com tempo de recorrência de 25 anos.....	143
<b>Figura 7-11:</b> Hietograma e escoamento superficial da sub-bacia 2 para chuva com tempo de recorrência de 25 anos.....	143
<b>Figura 7-12:</b> Hietograma e escoamento superficial da sub-bacia 3 para chuva com tempo de recorrência de 25 anos.....	144
<b>Figura 7-13:</b> Hietograma e escoamento superficial da sub-bacia 3A para chuva com tempo de recorrência de 25 anos.....	144

<b>Figura 7-14:</b> Hietograma e escoamento superficial da sub-bacia 3B para chuva com tempo de recorrência de 25 anos.....	145
<b>Figura 7-15:</b> Hietograma e escoamento superficial da sub-bacia 4 para chuva com tempo de recorrência de 25 anos.....	145
<b>Figura 7-16:</b> Hietograma e escoamento superficial da sub-bacia 5 para chuva com tempo de recorrência de 25 anos.....	146
<b>Figura 7-17:</b> Hietograma e escoamento superficial da sub-bacia 6 para chuva com tempo de recorrência de 25 anos.....	146
<b>Figura 7-18:</b> Hietograma e escoamento superficial da sub-bacia 7 para chuva com tempo de recorrência de 25 anos.....	147
<b>Figura 7-19:</b> Hietograma e escoamento superficial da sub-bacia 8 para chuva com tempo de recorrência de 25 anos.....	147
<b>Figura 7-20:</b> Mapa de Localização da Barragem para o cenário alternativo e sua área de drenagem.....	151
<b>Figura 7-21:</b> Gráfico de eficiência de contenção de águas pluviais da barragem estudada.....	152
<b>Figura 7-22:</b> Mapa de detalhe da barragem 1 e sua área de inundação temporária.....	153
<b>Figura 7-23:</b> Estrutura do barramento existente no córrego Schlenz.....	154
<b>Figura 7-24:</b> Detalhe da vegetação da área de inundação temporária da barragem.....	154

## TABELAS:

<b>Tabela 6-1:</b> Estações pluviométricas do interior e no entorno do município de Domingos Martins, os códigos das mesmas e as datas de início e fim da coleta de dados. ....	27
<b>Tabela 6-2:</b> Precipitações máximas anuais medidas na estação Marechal Floriano entre os anos 1950 e 2011. ....	29
<b>Tabela 6-3:</b> Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Marechal Floriano.....	30
<b>Tabela 6-4:</b> Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica Marechal Floriano, associadas a diferentes períodos de retorno e durações. ....	30
<b>Tabela 6-5:</b> Tempo de concentração para as sub-bacias nas quais a bacia do Córrego do Gordo foi dividida. ....	96
<b>Tabela 6-6:</b> Valores de CN médio para as sub bacias do Córrego do Gordo.....	101
<b>Tabela 6-7:</b> Resposta hidrológica da bacia do Córrego do Gordo para chuva com tempo de retorno de 5 anos. ....	105
<b>Tabela 6-8:</b> Resposta hidrológica da bacia do Córrego do Gordo para chuva com tempo de retorno de 10 anos. ....	106
<b>Tabela 6-9:</b> Resposta hidrológica da bacia do Córrego do Gordo para chuva com tempo de retorno de 20 anos. ....	107
<b>Tabela 6-10:</b> Resposta hidrológica da bacia do Córrego do Gordo para chuva com tempo de retorno de 25 anos. ....	108
<b>Tabela 6-11:</b> Resposta hidrológica da bacia do Córrego do Gordo para chuva com tempo de retorno de 30 anos. ....	109
<b>Tabela 6-12:</b> Resposta hidrológica da bacia do Córrego do Gordo para chuva com tempo de retorno de 50 anos. ....	110
<b>Tabela 6-13:</b> Resposta hidrológica da bacia do Córrego do Gordo para chuva com tempo de retorno de 100 anos. ....	111
<b>Tabela 7-1:</b> Densidade demográfica por setor censitário e dados por setor censitário.....	120
<b>Tabela 7-2:</b> Crescimento populacional por setor censitário.....	128
<b>Tabela 7-3:</b> Vazões do Córrego do Gordo para chuva com período de retorno de 5 anos e uso do solo futuro. ....	132

---

<b>Tabela 7-4:</b> Vazões do Córrego do Gordo para chuva com período de retorno de 10 anos e uso do solo futuro.....	133
<b>Tabela 7-5:</b> Vazões do Córrego do Gordo para chuva com período de retorno de 20 anos e uso do solo futuro.....	134
<b>Tabela 7-6:</b> Vazões do Córrego do Gordo para chuva com período de retorno de 25 anos e uso do solo futuro.....	135
<b>Tabela 7-7:</b> Vazões do Córrego do Gordo para chuva com período de retorno de 30 anos e uso do solo futuro.....	136
<b>Tabela 7-8:</b> Vazões do Córrego do Gordo para chuva com período de retorno de 50 anos e uso do solo futuro.....	137
<b>Tabela 7-9:</b> Vazões do Córrego do Gordo para chuva com período de retorno de 100 anos e uso do solo futuro.....	138
<b>Tabela 7-10:</b> Picos de vazão das sub-bacias urbanas e periurbanas do Córrego do Gordo para chuvas com tempo de recorrência de 25 anos.....	148
<b>Tabela 7-11:</b> Principais características das barragens estudadas.....	150

## LISTA DE ANEXOS

**ANEXO I:** Projetos de Macrodrenagem executados em 2009.

**ANEXO II-a:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 179).

**ANEXO II-b:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 180).

**ANEXO II-c:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 147).

**ANEXO II-d:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 148).

**ANEXO III-a:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 179).

**ANEXO III-b:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 180).

**ANEXO III-c:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 147).

**ANEXO III-d:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 148).

**ANEXO IV-a:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 179).

**ANEXO IV-b:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 180).

**ANEXO IV-c:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 147).

**ANEXO IV-d:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 148).

**ANEXO V-a:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 179).

**ANEXO V-b:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 180).

**ANEXO V-c:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 147).

**ANEXO V-d:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 148).

**ANEXO VI-a:** Mapa de soluções propostas para Domingos Martins no Cenário 1 (Folha 1 de 2).

**ANEXO VI-b:** Mapa de soluções propostas para Domingos Martins no Cenário 1 (Folha 2 de 2).

**ANEXO VII-a:** Mapa de soluções propostas para Domingos Martins no Cenário 2 (Folha 1 de 2).

**ANEXO VII-b:** Mapa de soluções propostas para Domingos Martins no Cenário 2 (Folha 2 de 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 Domingos Martins passou de 30.559 em 2000 para 31.847 em 2010, com um crescimento médio anual de 0,96%, estando abaixo da taxa estadual.

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 inundação urbana:

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

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

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

Princípios básicos de drenagem urbana são largamente estudados e apresentados em manuais; entretanto estes não são, normalmente, empregados em cidades brasileiras, incluindo Domingos Martins, 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.

A sede do município de Domingos Martins é drenada pela bacia do Córrego do Gordo, que, por sua vez, possui como principais afluentes os córregos Schlenz (afluente norte) e Nicolau Velten (afluente leste).

A primeira rede drenagem construída em Domingos Martins data, em alguns casos de obras construídas no início do século XX, quando a malha urbana ainda não tinha sido consolidada. Na época a drenagem foi executada com o emprego de calhas em alvenaria de pedra e madeira, seguindo seus cursos naturais, e para facilitar sua travessia estas calhas eram cobertas por dormentes de madeira, abundantes na região.

Como o traçado das vias urbanas e a divisão das terras urbanas não obedeceram às redes de drenagem já construídas, ocorrendo frequentemente a passagem da rede de drenagem por baixo das moradias e inclusive prédios públicos, a gestão municipal passou a ter problemas como:

- restrição ou nenhuma forma de acesso;
- dificuldades para fiscalização de ligações clandestinas de esgoto;
- dificuldades de manutenção e recuperação;

- dificuldades para reformular seu traçado, evitando a passagem da drenagem por dentro de propriedades privadas e por baixo de construções pré-existentes, haja vista que a urbanização da área é muito densa.

Com objetivo de resolver os problemas da macrodrenagem da sede municipal de Domingos Martins, em 2009 foram executadas obras de macrodrenagem na bacia do Córrego do Gordo pela Prefeitura de Domingos Martins. Os projetos substituíram a maior parte do antigo sistema de macrodrenagem, passando as galerias sob as ruas da sede municipal. A **Figura 1-1** apresenta a saída de uma galeria do Córrego Schlenz para um canal aberto, implantada no âmbito do projeto executado em 2009.

Outros trechos ainda escoam em canais naturais, tanto no córrego Schlenz como no córrego do Gordo. A **Figura 1-2** apresenta o aspecto do córrego do Gordo em um trecho de canal natural.



**Figura 1-1.** Galeria do Córrego Schlenz. Vista montante.



**Figura 1-2.** Córrego do Gordo em canal aberto. Trecho do bairro Campestre. Vista jusante.

Outro importante afluente deste sistema hídrico é o córrego Nicolau Velten, que deságua no córrego Schlenz. Este possui uma bacia de drenagem urbana, com área de 0,25 km<sup>2</sup> e extensão de aproximadamente 600 metros, sendo que este também foi contemplado nas obras de macrodrenagem realizadas em 2009

Segundo informações cedidas pela Defesa Civil Municipal, a bacia do córrego Nicolau Ventel sofre com problemas de microdrenagem, causando

alagamentos em algumas ruas durante os eventos de chuva (**Figura 1-3 e Figura 1-4**).



**Figura 1-3.** Inundação na rua Nicolau Velten (07/02/2009).



**Figura 1-4.** Inundação na rua Rodolfo Huller (07/02/2009).

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 Domingos Martins, o que resultou, na estruturação da defesa civil municipal e estadual e, entre outras ações, a inclusão do município de Domingos Martins 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 Domingos Martins 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 Domingos Martins, tendo como foco a bacia do Córrego do Gordo.
- (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 Domingos Martins é baseado nos seguintes princípios:

- Abordagem interdisciplinar no diagnóstico e na solução dos problemas de inundação;
- Bacia hidrográfica do Córrego do Gordo como unidade 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 Domingos Martins 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 inundação 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:

- Ortofotomosaico 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;
- Ortofotomosaico de alta precisão da CESAN para a sede do município de Domingos Martins.

### Informações cedidas pelo Município:

Projetos do serviço intitulado “Complementação dos Serviços de Elaboração dos Estudos necessários ao Detalhamento de Projetos Básicos, Elaboração de Projeto Executivo e dos Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental das Obras de Macrodrenagem para o Município de Domingos Martins”:

- Termo de Referência para Contratação de Obras – Especificações Técnicas;
- Relatório de Serviços de Campo – Volume 1 – Serviços Topográficos;
- Relatório de Estudos Preliminares e Projetos de Engenharia – Relatório de Serviços de Campo – Volume 2 - Serviços Geotécnicos;
- Relatório de Estudos Preliminares e Projetos de Engenharia – Volume 1;
- Relatório de Estudos Preliminares e Projetos de Engenharia – Volume 2;
- Relatório de Estudos Preliminares e Projetos de Engenharia – Adendo ao Projeto de Engenharia do Muro de Contenção Localizado nos fundos da Oficina da Prefeitura;

- Relatório de Estudos Preliminares e Projetos de Engenharia – Projeto de Reforço Estrutural da Barragem e da Ponte da Estrada de Nossa Senhora do Carmo;
- Relatório de Estudos Ambientais.

## 6 DIAGNÓSTICO

### 6.1 ÁREAS DE INTERVENÇÃO

O Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais do município de Domingos Martins tem como foco o trecho urbano da bacia hidrográfica do Córrego do Gordo, que abriga o principal aglomerado populacional do município. A **Figura 6-1** apresenta a localização do município de Domingos Martins no Espírito Santo, enquanto a **Figura 6-2** apresenta a bacia hidrográfica supracitada e sua relação com a área urbana do município.

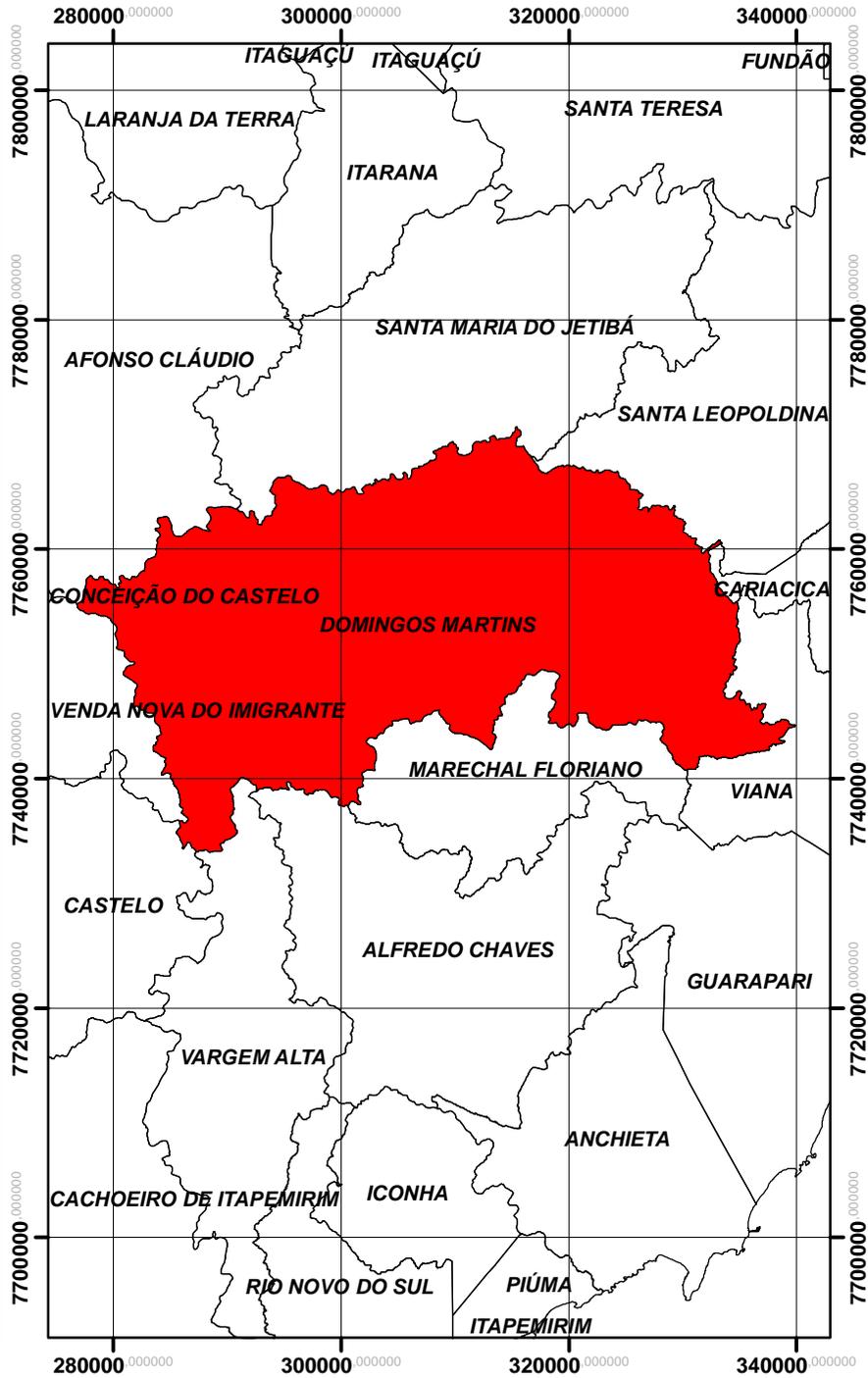
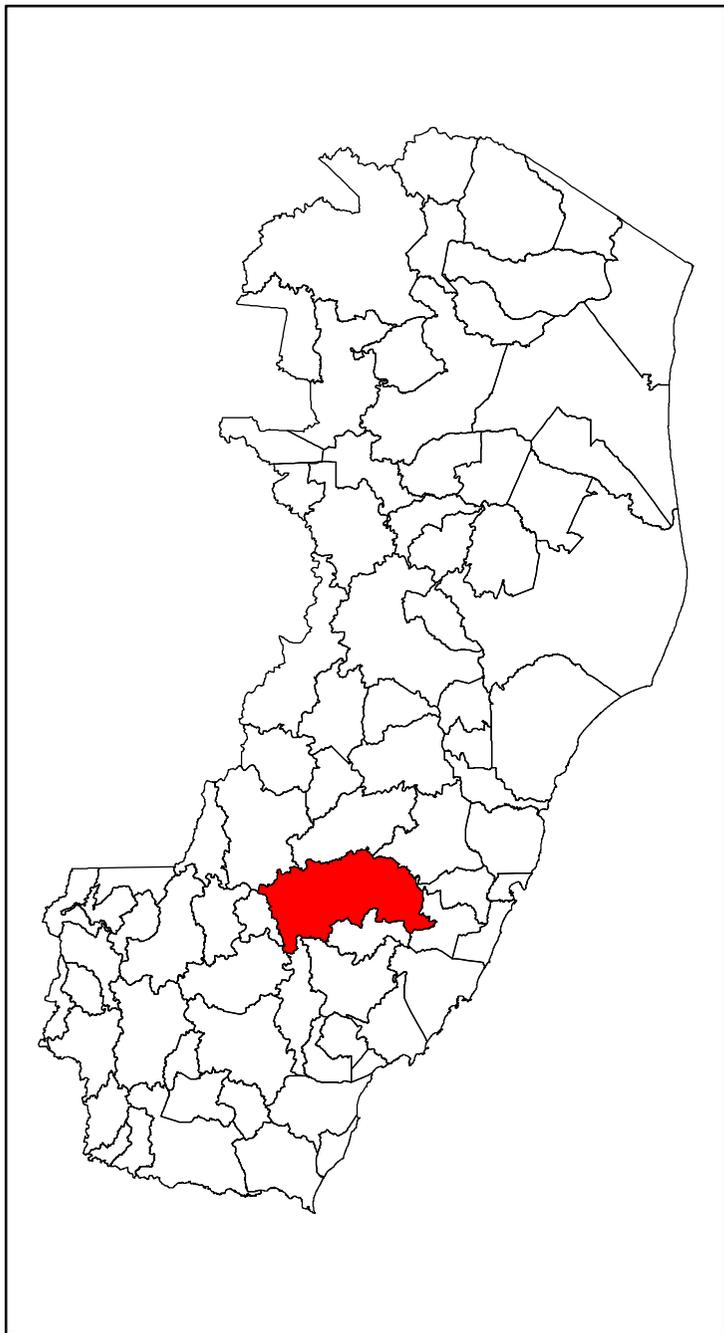
### 6.2 APROPRIAÇÃO DA EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS

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 retorno, 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.



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

**Legenda**

- Limite Municipal de Domingos Martins
- Divisão Municipal e Limite estadual do Espírito Santo

**Documentação e Referências**

GEOBASES. Divisão municipal.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	19/07/2013

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

*Título:*  
 Localização do município de Domingos Martins no Espírito Santo

*Responsável técnico:*  
 Marco Aurélio C. Caiado  
 Eng. Agrônomo, Ph. D.  
 CREA - ES 3757 D

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

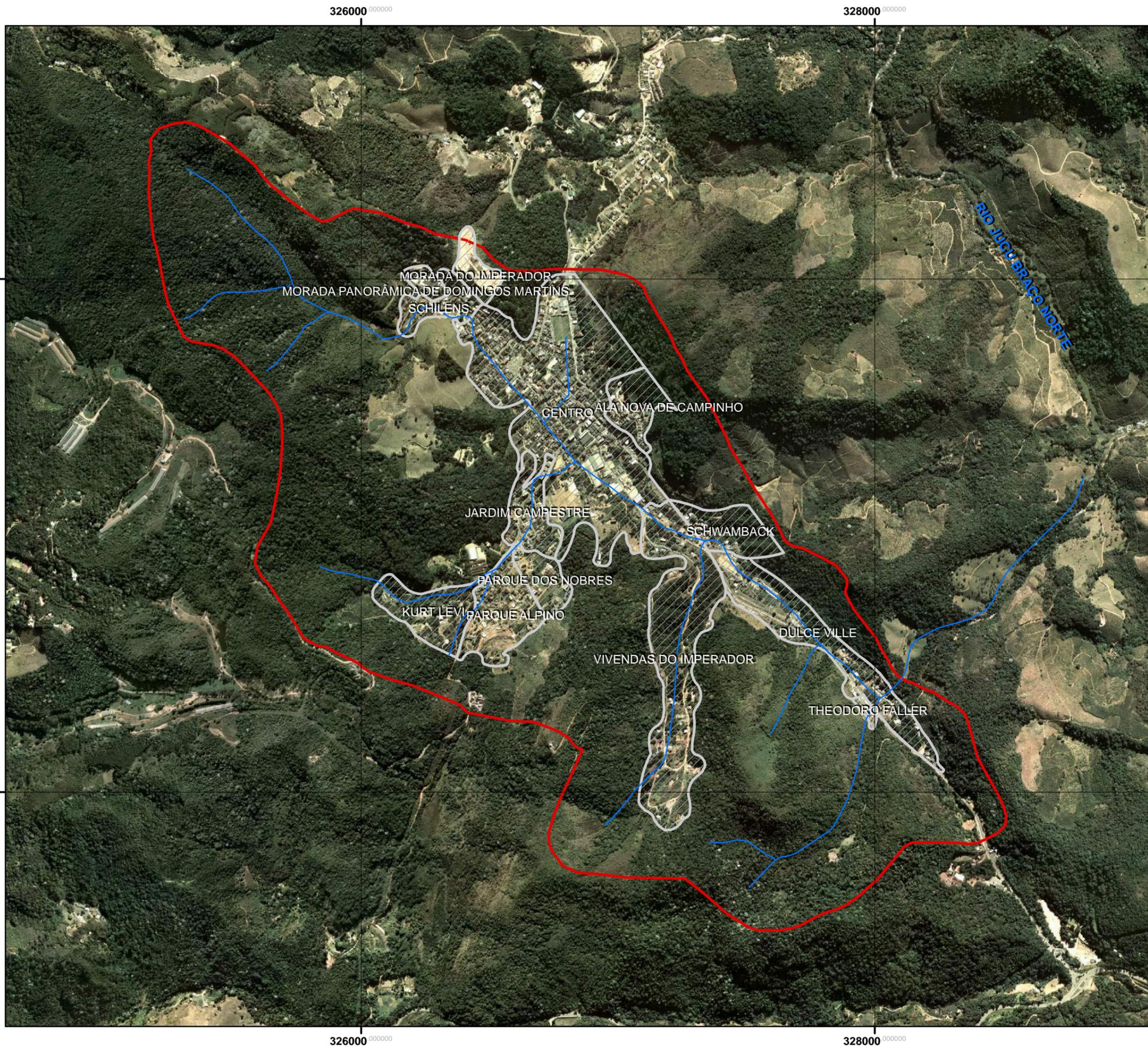
Escala: 1:650.000

Folha: 1 de 1 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A4 Nº: **Figura 6-1**

Contratante: Consórcio:





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

**Legenda**

- Cursos d'água
- Bairros de Domingos Martins
- Limite da bacia urbana**
- Córrego do Gordo

**Documentação e Referências**

- IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.
- GEOBASES. Bacias Hidrográficas.
- GEOBASES. Divisão de Bairros.
- GEOBASES. Cursos d'água.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	24/07/2013

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

**Título:**  
 Bacia do Córrego do Gordo e sua relação com os  
 Bairros de Domingos Martins

**Responsável técnico:**  
 Marco Aurélio C. Caiado  
 Eng. Agrônomo, Ph. D.  
 CREA - ES 3757/D

**Elaboração:**  
 Felipe Zuccolotto Pereira  
 Tecgº em Saneamento Ambiental

**Escala:** 1:15,000

**Folha:** 1 de 1 **Local:** Domingos Martins - ES

**Papel:** A3 **Nº:** Figura 6-2

**Contratante:** **Consórcio:**



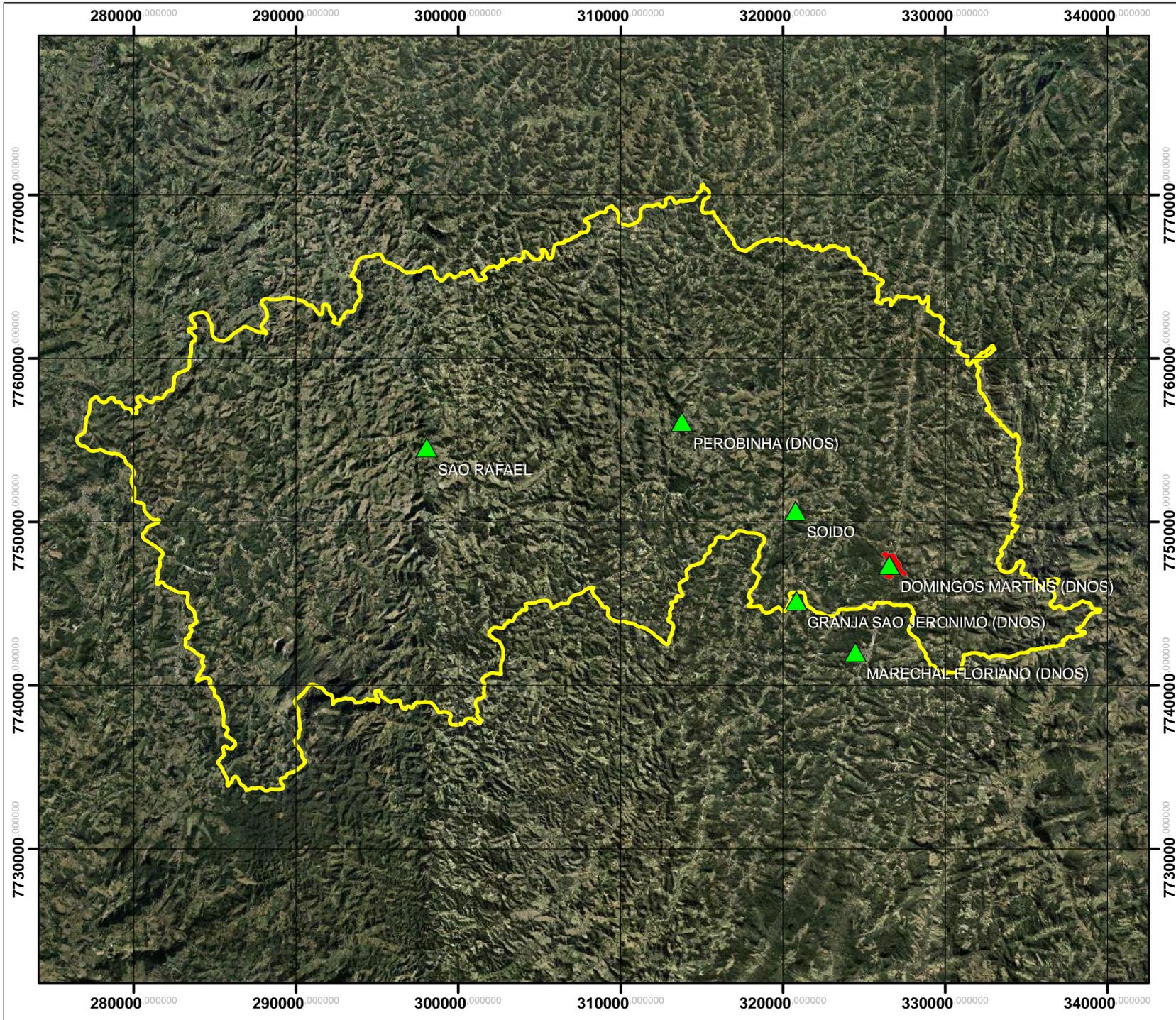
Conforme pode ser observado na **Figura 6-3**, no interior e no entorno do município de Domingos Martins ocorrem as estações pluviométricas Domingos Martins, Perobinha, Granja São Jerônimo, São Rafael, Marechal Floriano e Soído. A **Tabela 6-1**, por sua vez, apresenta os códigos das mesmas e as datas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

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

Nome	Código	Início coleta	Fim coleta
<b>Domingos Martins (DNOS)</b>	2040000	01/01/1947	01/07/1999
<b>Perobinha</b>	2040015	01/01/1971	Dias atuais
<b>Granja São Jerônimo (DNOS)</b>	2040019	01/01/1962	01/12/1983
<b>São Rafael</b>	2040023	01/01/1970	Dias atuais
<b>Marechal Floriano (DNOS)</b>	2040012	01/10/1949	Dias atuais
<b>Soído (DNOS)</b>	2040031	01/01/1963	01/12/1968

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 retorno;
- Conversão das máximas precipitações anuais de 1 dia, associadas a diferentes períodos de retorno, em precipitações máximas de 24 horas;
- Conversão das precipitações máximas de 24 horas, associadas a diferentes períodos de retorno, 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.



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

**Legenda**

- ▲ Estações Pluviométricas
- Mancha urbana de Domingos Martins
- Limite municipal de Domingos Martins

**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

ANA. Estações Pluviométricas.

GEOBASES. Mancha Urbana.

GEOBASES. Limite Municipal.

∅	Emissão original	24/07/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

*Projeto:*

Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais Diagnóstico

*Título:*

Localização das Estações Pluviométricas no interior e no entorno do município de Domingos Martins

*Responsável técnico:*

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

*Elaboração:*

Felipe Zuccolotto Pereira  
 Tecgº em Saneamento Ambiental

Escala: 1:330.000 0 5 10 km

Folha: 1 de 1 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A4 Nº: **Figura 6-3**

Contratante: Consórcio:



A **Tabela 6-2** apresenta as precipitações máximas anuais medidas na estação Marechal Floriano entre os anos 1950 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
1950	90,20	1971	108,00	1992	70,00
1951	65,00	1972	53,00	1993	82,00
1952	83,60	1973	72,00	1994	139,00
1953	85,20	1974	95,00	1995	55,00
1954	105,80	1975	75,00	1996	118,00
1955	50,80	1976	66,00	1997	105,00
1956	86,20	1977	70,00	1998	60,00
1957	78,20	1978	68,00	1999	85,00
1958	91,00	1979	75,00	2000	150,00
1959	75,10	1980	77,00	2001	-
1960	120,00	1981	91,00	2002	74,00
1961	60,00	1982	70,40	2003	91,80
1962	125,00	1983	63,00	2004	65,10
1963	75,00	1984	72,00	2005	101,70
1964	75,00	1985	91,00	2006	66,80
1965	67,00	1986	77,00	2007	76,30
1966	50,00	1987	145,10	2008	75,70
1967	62,00	1988	65,00	2009	137,20
1968	68,00	1989	50,00	2010	96,10
1969	93,00	1990	90,00	2011	110,70
1970	75,00	1991	97,00	-	-

A **Tabela 6-3** apresenta as precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno, 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 retorno e diferentes durações, estimadas para a estação pluviométrica Marechal Floriano.

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

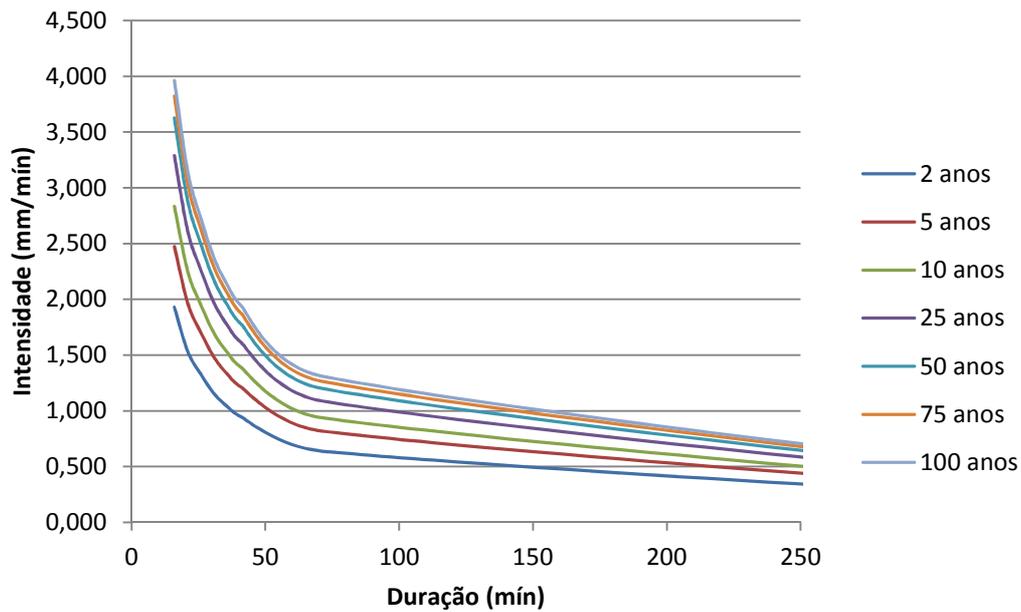
Período de retorno (anos)	Precipitação máxima anual (mm)
2	80,08
5	102,66
10	117,60
25	136,49
50	150,50
75	158,64
100	164,40

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

Duração	Período de Retorno						
	2	5	10	25	50	75	100
24h	91,30	117,03	134,07	155,59	171,56	180,85	187,42
12h	77,60	99,48	113,96	132,26	145,83	153,72	159,30
10h	74,86	95,96	109,94	127,59	140,68	148,29	153,68
8h	71,21	91,28	104,57	121,36	133,82	141,06	146,18
6h	65,73	84,26	96,53	112,03	123,53	130,21	134,94
1h	38,34	49,15	56,31	65,35	72,06	75,96	78,71
30min	28,38	36,37	41,67	48,36	53,32	56,21	58,25
25min	25,82	33,10	37,92	44,01	48,52	51,15	53,01
20min	22,98	29,46	33,75	39,17	43,19	45,53	47,18
15min	19,86	25,46	29,17	33,85	37,33	39,35	40,77
10min	15,32	19,64	22,50	26,11	28,79	30,35	31,45
5min	9,65	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 retorno.

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



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

$$i = \frac{15,776T^{0,1272}}{(t + 11)^{0,751}}$$

**Equação 2**

Sendo:

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

$T$  = Tempo de retorno, em anos;

$t$  = Tempo de duração, em minutos.

### 6.3 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

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*, *Kirpisch*, *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>.

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

**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 córrego do Gordo 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 1935, de agosto de 2007, dispõe sobre a estrutura organizacional da Prefeitura Municipal de Domingos Martins visando orientar, com observância dos princípios fundamentais da administração pública, as funções e competências das unidades administrativas para a execução e aprimoramento da ação governamental. Constituem a estrutura organizacional hoje instituída basicamente doze Secretarias, a saber: Secretaria Municipal de Governo, Secretaria Municipal de Administração e Recursos Humanos, Secretaria Municipal da Fazenda, Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Econômico, Secretaria Municipal de Educação e Esporte, Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social, Secretaria Municipal de Saúde, Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural, Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Cultura e Turismo e Secretaria Municipal do Interior e Transportes. Segundo a referida lei, integram-se ainda a administração os seguintes órgãos: Gabinete do Prefeito, Gabinete do Vice-Prefeito, Procuradoria Geral do Município, Controladoria Interna e a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil.

Os órgãos que atuam mais diretamente na gestão da política urbana e habitacional são: Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social, Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos, a Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Econômico e a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil.

A Coordenadoria Municipal de Defesa Civil está subordinada diretamente ao Prefeito e tem como competência, segundo o Art. 41º da referida lei:

- promoção da participação da comunidade na defesa da própria comunidade, planejando, organizando e coordenando um conjunto de atividades que visem evitar, prevenir ou minimizar as consequências de eventos desastrosos;

- promoção da integração da Defesa Civil Municipal com entidades públicas e privadas, e com os órgãos Estaduais, Regionais e Federais;
- comunicação das ocorrências de desastres aos órgãos estadual e central de defesa civil;
- manutenção atualizada e disponível das informações relacionadas com as ameaças, vulnerabilidades, áreas de risco e população vulnerável;
- coordenação dos serviços prestados pelos órgãos da Administração Pública Municipal, Estadual e Federal, quando da ocorrência de eventos desastrosos;
- estudo, definição e proposição de normas, planos e procedimentos que visem a prevenção, socorro e assistência da população e recuperação de áreas de risco ou quando estas forem atingidas por desastres;
- promoção de treinamento de cidadãos e de servidores públicos para a atuação em situações de emergência e assistência à população atingida;
- proposta de decretação ou homologação de situação de emergência ou de estado de calamidade pública no Município;
- instrução da população sobre os procedimentos a serem adotados em caso de emergências e calamidades;

- realização de desocupação das pessoas dos locais atingidos por calamidades ou ocorrência de alguma situação de emergência;
- e assistência a flagelados em caso de emergências ou calamidades, com a colaboração das Secretarias Municipais em suas diversas especializações.

A Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico tem como competência, segundo o Art. 57º:

- elaboração do planejamento urbano do Município, organizando os planos diretores, o plano urbanístico e a organização viária;
- gestão do Plano Diretor do Município;
- realização das atividades de licenciamento e fiscalização relativas ao cumprimento do Plano Diretor Municipal e demais normas legais pertinentes;
- realização das atividades relativas ao geoprocessamento de dados e informações de importância estratégica para o Município;

Essa Secretaria possui uma Gerência de Desenvolvimento Urbano, que deve executar as seguintes atividades:

- elaboração e acompanhamento da organização e da execução do Plano Diretor Municipal, propondo ou procedendo os ajustes necessários;
- acompanhamento e análise do desenvolvimento físico-territorial do Município;

- elaboração de programas, projetos e propostas para regularização do uso do solo;
- elaboração de estudos para planejar a cidade como um sistema integrado de usos, habitabilidade, cidadania e vida das pessoas;
- elaboração de planos, programas, projetos e adoção de iniciativas e ações necessárias ao planejamento e à organização urbana e viária do Município;
- planejamento da ocupação habitacional em respeito às condições de topografia, necessidades de serviços públicos e condições econômicas da comunidade;
- realização de estudos e análises sobre perímetro urbano, expansão urbana, zoneamento, infraestrutura, equipamentos públicos, preservação do meio ambiente urbano, dentre outros aspectos;
- realização da organização, do processamento e do controle da base de dados que permita a tomada de decisões no processo de fiscalização de obras e urbanística;
- elaboração, controle, avaliação e proposta de revisão do Plano Diretor Urbano e dos demais instrumentos de ordenação da ocupação, do uso ou da regularização da posse do solo urbano;
- coleta e sistematização de informações e dados, bem como a montagem de acervos, cadastros e arquivos de suporte à gestão urbana;

- normatização e fiscalização do plano de alinhamento viário do Município e execução dos planos viários e de intervenções localizadas;
- análise, correção e emissão de licenças, certidões e autorizações relativas ao parcelamento do solo urbano, edificações e conclusões de obras;
- acompanhamento, controle e fiscalização de obras e edificações e do cumprimento da legislação urbanística;
- acompanhamento, controle e fiscalização das posturas municipais;
- e execução da política de regularização fundiária urbana.

Essa Gerência abriga competências das mais importantes para esses Planos de Águas Pluvias/Fluviais e Risco Geológico, visto que ela é a responsável por todo o planejamento urbano da cidade, ordenamento territorial, fiscalização e licenciamento de obras e parcelamentos novos e é responsável pelos programas de habitação e regularização fundiária do município.

Ficam estabelecidas no Art. 88º, as competências da Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social, sendo elas:

- elaboração e execução de planos, programas, projetos e demais iniciativas que sejam necessários à solução de problemas sociais, ao aprimoramento e ao desenvolvimento da realidade social local;
- cumprimento das normas e promoção e execução das ações previstas na Lei Orgânica de Assistência Social;

- elaboração e realização de programas educacionais voltados para a sensibilização e conscientização de comunidades e de grupos sociais específicos;
- prestação de serviços de atendimento às pessoas em situação de risco ou vulnerabilidade social;
- prestação de serviços sociais relativos à moradia, trabalho e economia solidária;
- articulação com órgãos de outros municípios, estaduais ou federais, visando a cooperação e a realização de planos, programas ou projetos de interesse social;
- realização de parcerias com organismos da sociedade civil ou com empresas privadas no desenvolvimento de planos, programas e projetos de interesse social;
- e incentivo ao desenvolvimento de ações de responsabilidade social.

A importância do trabalho dessa secretaria são as ações que: orientam a comunidade a se organizarem e se mobilizarem em prol da conquista de uma dificuldade social; as ações voltadas para os programas de educação e conscientização da comunidade e que poderiam envolver educação preventiva à formação de áreas de risco geológico; e o atendimento social à programas habitacionais de famílias de baixa e que, em alguns casos, envolvem famílias que residem em áreas de risco.

A Secretaria de Obras e Serviços Urbanos tem como competência, segundo o Art. 114º:

- promoção da melhoria da qualidade de vida da população do Município mediante a prestação de

serviços que garantam a utilização das vias urbanas e rurais com segurança e conforto;

- elaboração de planos, programas, projetos de execução de obras e serviços urbanos para atender às necessidades e demandas do Município;
- execução das obras de construção, ampliação, reforma ou conservação das edificações municipais, preservando a estética urbana do Município;
- execução dos demais serviços públicos Municipais que estejam compreendidos no seu âmbito de atuação;
- realização das atividades relativas à manutenção urbana, executando a recuperação de vias urbanas e de drenagem, bem como seus devidos equipamentos, nos termos da Política Municipal estabelecida para aplicação na área;
- planejamento, coordenação e execução dos serviços de limpeza pública urbana no Município;
- planejamento e organização dos serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final do lixo e limpeza de vias e logradouros públicos;
- oferecimento de suporte na participação do processo de licitação e contratação de obras e serviços municipais, no âmbito da Secretaria, a serem executadas por terceiros, fornecendo dados necessários à formalização dos contratos;

- produção de materiais básicos e artefatos de concreto para utilização nas obras públicas do Município;
- e produção de outros materiais e artefatos básicos para construção civil que sejam econômica e socialmente viáveis.

Essa Secretária abriga competências que podem colaborar com a gestão do risco geológico e hidrológico na cidade, valendo destacar o planejamento das obras a serem executadas, devendo ser responsável pelas benfeitorias e obras de infraestrutura que deverão ser executadas no município e a responsabilidade pela limpeza das vias e coleta dos resíduos sólidos.

Por fim, vale destacar as competências da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, regulamentadas pelo Art. 125º:

- elaboração de estudos para subsidiar a política municipal de Meio Ambiente, aplicando as diretrizes e normas dela emanadas;
- planejamento, coordenação, execução e controle de atividades que visem a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente;
- promoção e execução de atividades necessárias ao desenvolvimento e à implementação da educação ambiental no Município;
- articulação com as organizações governamentais, da sociedade civil e do setor privado, objetivando a execução integrada de projetos e a obtenção de recursos para o desenvolvimento de ações de preservação, conservação e recuperação dos recursos ambientais naturais;

- adoção de medidas e ações voltadas à preservação, recuperação e defesa dos recursos naturais do Município, buscando auxílio e suporte técnico ou de pessoal nas demais secretarias municipais, segundo a área de competência de cada um, para que as ações sejam desenvolvidas de forma integrada;
- licenciamento da localização, construção, instalação, modificação, ampliação e operação de empreendimentos ou atividades consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras e/ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental; e
- execução do poder de polícia administrativa para condicionar e restringir o uso e gozo de bens, atividades e direitos, em benefício da preservação, conservação, defesa, melhoria, recuperação e controle do meio ambiente e dos resíduos sólidos.

Dentre os objetivos dessa Secretaria, a maior interface com o Plano de Risco e de Águas Pluviais é sobre o ordenamento das atividades em defesa da qualidade ambiental no que toca à gestão do uso e ocupação do solo, impedindo a ocupação inadequada de Áreas de Preservação Permanente e Áreas Ambientalmente Frágeis.

Em termos de gestão urbana participativa, o Município conta com quatro conselhos que discutem as políticas de habitação social, planejamento urbano e ocupação do solo: o Conselho Municipal de Assistência Social, o Conselho Municipal de Defesa Civil, o Conselho Municipal de Meio Ambiente e o Conselho Gestor do Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social.

O Conselho Municipal de Assistência Social foi criado pela Lei Municipal nº 1378/1996 e alterado pela Lei Municipal nº 1562/2001 e está vinculado à Secretaria Municipal de Assistência Social. Ele tem por competência: aprovar o

Plano Municipal Anual e Plurianual de Assistência Social; apreciar e aprovar a proposta orçamentária da Assistência Social definindo as prioridades da política de Assistência Social; atuar na formulação de estratégias e controles da execução da política de assistência social; acompanhar, avaliar e fiscalizar os serviços de assistência social prestados à população pelos órgãos e entidades públicas e privadas;

O Conselho Municipal de Defesa Civil foi criado pela Lei Municipal nº 1655/2003 e está vinculado à Coordenadoria Municipal de Defesa Civil. A legislação citada somente cria o Conselho, mas não estabelece as devidas competências e, atualmente, esse Conselho não está atuando.

A Lei Municipal nº 1584/2001 cria o Conselho Municipal de Meio Ambiente e tem por finalidade propor, avaliar e acompanhar a execução da Política Ambiental do município de Domingos Martins. O Conselho tem as seguintes competências: definir a Política Ambiental do Meio Ambiente e acompanhar a sua execução; aprovar as normas e padrões de qualidade ambiental, obedecidas as diretrizes gerais federais e estaduais; fixar as diretrizes e as normas de aplicação do Fundo Municipal de Meio Ambiente; fixar diretrizes e conteúdo básico do Estudo de Impacto Ambiental quando da implantação ou ampliação de obras ou atividades potencialmente causadoras de significativa degradação ambiental; apresentar sugestões para a reformulação do Plano Diretor Urbano no que se refere às questões ambientais; sugerir a criação de Unidades de Conservação; examinar qualquer matéria em tramitação na Prefeitura que envolva a questão ambiental, a pedido do Prefeito ou por solicitação da maioria de seus membros; propor e incentivar ações de caráter educativo, visando a formação de consciência pública da necessidade de proteger, conservar e melhorar o meio ambiente; e encaminhar ao Prefeito sugestões do Conselho para adequação das leis e demais atos municipais às normas vigentes sobre proteção ambiental e de ocupação do solo.

O Conselho Gestor do Fundo de Habitação de Interesse Social foi criado pela Lei Municipal nº 2055/2007 e ter por competência: estabelecer diretrizes e fixar critérios para a priorização de linhas de ação, alocação de recursos do FHIS 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 FHIS; fixar critérios para a priorização de linhas de ações; deliberar sobre as contas do FHIS; e dirimir dúvidas quanto à aplicação das normas regulamentares, aplicáveis ao FHIS, nas matérias de sua competência. Atualmente esse Conselho não tem se reunido e atuado conforme previsto por lei.

Os riscos 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**

Em 07 de maio de 2013 realizou-se uma reunião no município de Domingos Martins, a fim de coletar dados para o diagnóstico dos Planos De Águas Pluviais/Fluviais e de Risco Geológico. Um dos objetivos dessa reunião foi descobrir possíveis Planos, Programas, Projetos e Obras relacionados ao planejamento urbano, construção de habitação para população de baixa renda, ou relacionados à infraestrutura urbana, que estão em andamento no município, no entanto constatou-se que o município tem produzido poucas ações nesse sentido.

Pode-se citar algumas obras de recapeamento, que estão sendo executadas em diversos pontos do município, no entanto essas não estão sendo

elaboradas com a qualidade esperada. Não foram coletados dados a respeito do fundo para execução da obra e em qual programa essa se enquadra.

Além disso, o município está iniciando o processo de adesão ao Minha Casa Minha Vida e já foram cadastradas 400 (quatrocentas) famílias pela Secretaria Municipal de Assistência Social.

O município não possui nenhum Plano já elaborado, sendo esses Planos de Redução de Risco Geológico e o Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais, os primeiros a serem executados.

Em se tratando de obras para erradicação de risco, também não foram constatadas nenhuma ação em andamento. Em 2012 foram feitas algumas limpezas de bocas-de-lobo e de córregos; no entanto, essas não acontecem com a devida periodicidade no município. Segundo entrevista com técnicos municipais, as obras para erradicação de risco só acontecem em situações de emergência.

Quanto ao atendimento no período de chuvas e emergência, o Município não possui abrigos para assistir às famílias. No caso da ocorrência de um desastre, as famílias são deslocadas para escolas e igrejas.

Não foram identificados possíveis meios de comunicação ou relacionamento entre a prefeitura e a comunidade com vistas ao atendimento às famílias em áreas de risco, apesar dos distritos e povoados contarem com o apoio de lideranças comunitárias.

### **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 assentamentos existentes, além de viabilizar a adoção de normas legais específicas, compatíveis com a realidade destes assentamentos, para sua regularização fundiária, volta-se um olhar especial para as políticas públicas focadas 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 essas diretrizes são apresentadas 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 capacitá-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 reuso 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 – Lei Complementar nº 026/2008

O Município de Domingos Martins não possui um Plano Diretor, portanto outras legislações urbanísticas, tais como a de Parcelamento do Solo, serão o foco desse trabalho.

A Minuta de Lei do Plano Diretor já está na Câmara Municipal aguardando aprovação. A Lei Municipal nº 816 de abril de 1979 disciplina o Parcelamento do Solo no município de Domingos Martins.

Em seu Art. 4º, fica definido que todo o parcelamento do solo deverá ser implantado com a seguinte infraestrutura: vias pavimentadas e com assentamento de meio fio e sarjetas; rede de abastecimento d'água e respectivo reservatório quando houver necessidade; rede de esgoto pluvial; rede elétrica; arborização de vias e áreas verdes; cessão, por escritura pública das vias de circulação, praças, áreas verdes e demais logradouros públicos e pelo menos 2 (dois) lotes a serem utilizados para finalidade pública ou para permuta com vistas à consecução do mesmo fim.

§ 1º O Prefeito Municipal baixará decreto oficializando a aprovação do loteamento, após a assinatura do termo de compromisso, no qual deverão constar as condições em que o parcelamento é autorizado, as obras a serem realizadas, o prazo para execução as áreas cedidas

ao Município, bem como as áreas caucionadas, como garantia da execução das obras.

Art. 8º Requisitos técnicos para o loteamento:

a) Os loteamentos situados ao longo de cursos d'água e nascentes, deverão prever uma faixa de proteção, com largura mínima de 40 metros de cada lado da margem, podendo-se exigir largura maiores quando a situação ambiental local assim necessitar a qual, poderá conter apenas rede viária transversal ou vias longitudinais para pedestre;

Observa-se que não há uma preocupação com ocupações em áreas com declividade erosivos ou de risco geológico. Também não existe um Zoneamento Municipal vinculado a essa legislação, instituindo parâmetros de ocupação referentes a cada zona superior a 30%, áreas ambientalmente frágeis, com possíveis processos.

Por fim, destaca-se o Art. 15º, onde fica determinado que, “não serão fornecidos alvarás de licença para construção em lotes resultantes de loteamentos ou desmembramentos não aprovados pela Prefeitura Municipal”.

#### 6.4.3.3.2 Código de Obras - Lei Municipal nº 1238/1992

A Lei Municipal nº 1.238 de setembro de 1992 estabelece o Código de Obras de Domingos Martins e, sendo o Art. 1º, ele tem por finalidade “a ordenação programada do desenvolvimento urbano do Município, em tudo quanto se refira à estrutura básica do espaço físico, estabelecendo sua utilização, bem como as atividades permissíveis.”

Em seu Art. 3º, o Código já estabelece a proibição de execução de obras que prejudiquem o meio físico do Município:

I – que acelerem o processo de erosão das terras, comprometendo-lhes a estabilidade, ou modifiquem a composição e disposição das camadas do solo, prejudicando a porosidade, permeabilidade e inclinação dos planos de ciclagem;

II – que modifiquem de modo prejudicial o escoamento de águas de superfície e, especialmente, a capacidade da velocidade dos cursos de água;

III – que prejudiquem o armazenamento, pressão e escoamento das águas do subsolo, com alteração do perfil dos lençóis freáticos profundos;

(...)

Art. 15 – Os proprietários dos terrenos ficam obrigados à fixação, estabilização ou sustentação das respectivas terras, por meio de obras e medidas de precaução contra erosão, desmoronamento e contra carreamento de terras, materiais, detritos, lixo para as valas, sarjetas ou canalizações públicas ou particulares e logradouros públicos.

Art. 16 – Os danos, usurpação ou invasão da via ou servidão pública, bem como das galerias e cursos d'água, perenes ou não, ainda que situados em terrenos de propriedades particulares, constáveis em qualquer época, serão embargados, administrativa ou juridicamente, pelo Poder Público Municipal, por iniciativa da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos.

Na Seção IV desse Código de Obras ficam estabelecidas Zonas Especiais, sendo elas: Zona de Proteção Florestal e Ecológica (ZE-1), visando a

preservação das florestas e demais formas de vegetação natural, bem como a proteção de recursos naturais; Zona de Proteção Paisagística (ZE-2), são os terrenos de preservação ambiental e paisagística como morro, pedras e rios; e a Zona de Expansão Urbana (ZE-3).

Além disso, vale destacar os artigos do Código de Obras que dizem respeito ao licenciamento e fiscalização de obras.

Art. 156 – Dependem de licença a execução de obras de construção e reconstrução, total ou parcial, de modificações, acréscimos, reformas e consertos de uma edificação, marquise, muros de frente ou divisa, canalização de cursos d'água no interior dos terrenos, de qualquer obra nas margens dos mesmos cursos, muralhas, muros de arrimo, desmonte ou exploração de pedreiras, arruamentos, loteamentos, desmembramentos e remembramentos, assentamentos e acréscimos de equipamentos e demolições.

(...)

Art. 158 – De acordo com a espécie da obra, os respectivos projetos obedecerão às normas estabelecidas neste Código.

(...)

§ 2º Aprovado o projeto. Será expedido o respectivo Alvará de Licença (...).

(...)

Art. 213 – O pedido de licença para execução de obras de construção ou de edificação, de acréscimo ou modificações, em prédio existente será feito por meio de requerimento (...).

(...)

Art. 229º - Ao Município assiste o direito de, em qualquer tempo, exercer função fiscalizadora, no sentido de verificar a obediência dos preceitos desta lei e sua regulamentação.

#### 6.4.3.3.3 Código Municipal de Meio Ambiente - Lei Municipal nº 1586/2001

O Código Municipal de Meio Ambiente foi instituído pela Lei Municipal nº 1.586 de dezembro de 2001 e “regula a ação do Poder Público Municipal e sua relação com os cidadãos e instituições públicas e privadas na preservação, conservação, defesa, melhoria, recuperação e controle do meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida.”

Em seu Art. 24º esse Código define o Zoneamento Ambiental, informa sua importância para o município e regulamenta que esse deve ser definido por Lei específica e deverá ser incorporado ao Plano Diretor. No entanto, não há definições, ainda, sobre um Zoneamento Ambiental instituído para o município.

O Art. 64º define que “a execução de planos, programas, projetos, obras, a localização, a construção, a instalação, a operação e a ampliação de atividades de serviços, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, ou capaz, de qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento ambiental municipal com anuência da SEMMA.

O Capítulo III desse Código trata da Política Municipal de Controle de Poluição e Manejo dos Recursos Hídricos e tem alguns de seus objetivos destacados:

I – proteger a saúde, o bem-estar e a qualidade de vida da população;

(...)

V – controlar os processos erosivos que resultem no transporte de sólidos, no assoreamento dos corpos d'água e da rede pública de drenagem;

(...)

VII – o adequado tratamento dos efluentes líquidos, visando preservar a qualidade dos recursos hídricos.

Art. 112 – A ligação de esgoto, sem tratamento adequado, na rede de drenagem pluvial equivale à transgressão do inciso I, do Art. 111, deste Código.

Art. 113 – Toda a edificação fica obrigada a ligar o esgoto doméstico, no sistema público de esgotamento sanitário, quando da sua existência.

O Capítulo IV desse Código trata da proteção do solo do município:

I – garantir o uso racional do solo urbano, através dos instrumentos de gestão competentes, observadas as diretrizes ambientais contidas no Plano Diretor Urbano;

(...)

III – priorizar o controle de erosão, a contenção de encostas e reflorestamento das áreas degradadas.

(...) Art. 123 – Para assegurar a conservação da qualidade ambiental, o parcelamento do solo no município deverá atender às seguintes exigências:

I – adoção de medidas para o tratamento de esgoto sanitário, para que os lançamentos feitos em cursos d'água tenham características compatíveis com a classificação do corpo receptor;

II – proteger as áreas de mananciais;

III – revisão da destinação final adequada para os resíduos sólidos;

IV – proibição de parcelamento de áreas:

sujeitas a inundações;

alagadas e alagáveis;

(...)

com declividade igual ou superior a 30%, sem atendimento de exigências específicas;

cujas condições geológicas não forem propícias para edificação;

de preservação permanente.

(...)

Art. 125 – A utilização do solo ou subsolo em áreas rurais ou urbanas não poderá causar prejuízo por erosão, assoreamento, contaminação ou poluição por rejeitos, depósitos ou outros danos.

#### **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 Domingos Martins. 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 as expectativas relativas a uma política de habitação, risco geológico e drenagem pluvial.

Em relação à Lei Municipal nº 1935 de agosto de 2007 dispõe sobre a estrutura organizacional da Prefeitura Municipal de Domingos Martins, destacam-se as competências da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos, Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Econômico e da Secretaria Municipal de Assistência Social. Essas são muito importantes para a gestão de risco geológico, sendo a Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Econômico responsável pelo planejamento das ações voltadas para criação de moradias para famílias de baixa renda; a Secretaria de Obras responsável pela coordenação e controle das obras públicas, devendo ser responsável pelas benfeitorias e obras de infraestrutura, que deverão ser executadas no município, além das obras de habitação de popular; e a Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social sendo responsável pela mobilização e coordenação da organização popular para atendimentos das famílias em vulnerabilidade social. Somando-se as competências de cada uma dessas é possível criar um programas para atendimentos das famílias de áreas de risco, instituindo campanhas de educação da população, programas e projetos para execução de obras de infraestrutura para erradicação de risco e programas e projetos para reassentamento das famílias que se fizerem necessárias.

Soma-se ao trabalho das Secretarias listadas acima, o trabalho da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil, que tem papel importante na prevenção do risco geológico, desenvolvendo projetos de educação com a população junto à Secretaria de Assistência Social. Também poderá desenvolver um programa de Planejamento para erradicação do risco em conjunto com a Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico, reestruturando o processo de ocupação do espaço urbano. E ainda, trabalhar em conjunto com a Secretaria de Obras para orientar quanto a obras emergenciais e obras de curto e longo prazo.

Para que todo esse conjunto de ações seja possível, torna-se necessário reforçar o canal de comunicação entre os técnicos da Prefeitura Municipal e a comunidade.

Em relação às competências estabelecidas pela Lei para a Secretaria Municipal de Meio Ambiente destaca-se a obrigação em relação ao ordenamento das atividades em defesa da qualidade ambiental no que toca à gestão do uso e ocupação do solo, impedindo a ocupação inadequada de Áreas de Preservação Permanente e Áreas de Risco.

Outro grande problema da legislação de Domingos Martins é o fato do município não possui um Plano Diretor. Existem três fatores regulamentados pela Lei Federal 10.257/2001, que obrigam o município a elaborar um Plano Diretor: o fato do município possuir número de habitantes superior a 20.000; o fato do município ser considerado turístico; e o fato do município estar incluído no cadastro nacional com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos. Torna-se necessário a elaboração desse Plano, a fim de atender a Lei Federal e também colaborar com a expansão ordenada e controlada do município.

O Plano Diretor deverá ser elaborado e instituído, constando em seu conteúdo a obrigação de se instituir Políticas Municipais de Habitação, Saneamento Básico e Gerenciamento de Áreas de Risco, além dos instrumentos da Política Urbana, que serão utilizados para promoção, planejamento, controle e gestão do desenvolvimento urbano. Esses instrumentos serão utilizados para colaborar com a regularização de ocupações inadequadas, tanto no que tange as questões de registro legal do terreno, como a urbanização de áreas ocupadas e que sofrem com a falta de infraestrutura adequada. Eles também poderão ser utilizados para garantir a criação de novos loteamentos e construção de habitação para população de baixa renda.

Destaca-se a Lei de Parcelamento do Solo Lei Municipal nº 816 de abril de 1979, que deverá passar por uma revisão, visto que é muito antiga e não possui os parâmetros necessários para auxiliar na expansão de novos loteamentos e ocupação do solo urbano. Portanto, destaca-se a necessidade de, também, revisar a Lei de Parcelamento do Solo, anexo à qual deverá existir um mapa de Zoneamento da cidade, definindo-se áreas de expansão urbana,

áreas de adensamento restrito, áreas de proteção permanente, áreas com restrições legais, áreas para habitação de interesse social, entre outros. É interessante que, cada área passível de parcelamento no município, esteja inserida em uma Zona com características definidas e que permita sua ocupação de acordo com as especificidades diagnosticadas e sugeridas para o local. Além disso, diretrizes como taxa de ocupação, largura de vias, taxa de permeabilidade, entre outros, também devem estar regulamentadas para cada área Zoneada.

Em relação ao Código de Obras, pela Lei Municipal nº 1.586 de dezembro de 2001, destaca-se a regulamentação, que diz que todas as obras a serem executadas no município são obrigadas a passar pela aprovação de projeto e licenciamento. Essa medida pode coibir a construção irregular, muitas vezes geradora de habitações em situações de risco, mas só será de fato eficaz, se acontecer em conjunto com um trabalho de Fiscalização no município. Destacam-se ainda outras medidas do Código de Obras, tais como a proibição de executar obras que acelerem os processos erosivos ou desestabilizem encostas e que prejudique o escoamento das áreas pluviais.

Por fim, também considera-se importante os Capítulos III e IV do Código de Meio Ambiente – Lei Municipal nº 1586/2001 – que definem medidas para ocupação urbana, controlando a poluição e utilização dos Recursos Hídricos e visando a proteção do solo.

## **6.5 INUNDAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO DO GORDO NO CENÁRIO ATUAL**

### **6.5.1 Contextualização**

A sede do município de Domingos Martins é drenada pela bacia do Córrego do Gordo, que, por sua vez, possui como principais afluentes os córregos Schlenz

(afluente norte) e Nicolau Velten (afluente leste). O presente estudo foca os problemas oriundos do Córrego do Gordo e seus afluentes no interior da área urbana do distrito sede de Domingos Martins.

A primeira rede drenagem construída em Domingos Martins data, em alguns casos de obras construídas no início do século XX, quando a malha urbana ainda não tinha sido consolidada. Na época a drenagem foi executada com o emprego de calhas em alvenaria de pedra e madeira, seguindo seus cursos naturais, e para facilitar sua travessia estas calhas eram cobertas por dormentes de madeira, abundantes na região.

Como o traçado das vias urbanas e a divisão das terras urbanas não obedeceram às redes de drenagem já construídas, ocorrendo frequentemente a passagem da rede de drenagem por baixo das moradias e inclusive prédios públicos, a gestão municipal passou a ter problemas como:

- restrição ou nenhuma forma de acesso;
- dificuldades para fiscalização de ligações clandestinas de esgoto;
- dificuldades de manutenção e recuperação;
- dificuldades para reformular seu traçado, evitando a passagem da drenagem por dentro de propriedades privadas e por baixo de construções pré-existentes, haja vista que a urbanização da área é muito densa.

Desta forma, em 2009 foram executadas obras de macrodrenagem na bacia do Córrego do Gordo pela Prefeitura de Domingos Martins. Os projetos executados estão apresentados no **ANEXO I**.

Afluente da margem direita do Braço Norte do rio Jucu, a bacia urbana do Córrego do Gordo drena uma área de 6 km<sup>2</sup> e possui extensão de aproximadamente 2.500 m. Sua cabeceira encontra-se no extremo sudoeste da cidade de Domingos Martins, numa altitude de 800 m.

No projeto executado em 2009, o córrego do Gordo foi canalizado com manilhas de 1 m da Rua Augusto Mayer até o início do bairro Parque Alpino. A partir desse ponto, este corta o bairro Campestre em canal aberto (**Figura 6-5**

e **Figura 6-6**) com extensão de aproximadamente 180 m, retornando a ser canalizado com galerias de 1,50 x 1,50 m no início da área pertencente à Fábrica de Cerveja e Refrigerantes Coroa.



**Figura 6-5.** Córrego do Gordo em canal aberto. Detalhe para passagem sobre o curso d'água. Trecho do bairro Campestre. Vista montante.



**Figura 6-6.** Córrego do Gordo em canal aberto. Trecho do bairro Campestre. Vista jusante.

Após passar pela área da fábrica da Coroa, o córrego do Gordo recebe a afluição do córrego Schlenz na Rua Roberto Kautsm Sabach, onde percorre cerca de 120 m em galerias de 3,00 x 1,80 m. Estas galerias desagua em um trecho em canal aberto. De acordo com as soluções estruturais de macrodrenagem no projeto realizado pela prefeitura de Domingos Martins, para o córrego do Gordo, neste trecho, a canalização deste seria em galerias de 3,00 x 2,00 m até o encontro com a Av. Presidente Vargas, porém este trecho ainda não foi executado.

A jusante desta avenida, o córrego do Gordo percorre um trecho de 210 metros em canal aberto, até o final do trecho urbano (**Figura 6-7** e **Figura 6-8**).



**Figura 6-7.** Córrego do Gordo em canal aberto. Vista montante.



**Figura 6-8.** Córrego do Gordo em canal aberto. Vista montante.

Um dos principais afluentes do córrego do Gordo, o córrego Schlenz, possui em seu trecho urbano uma área de drenagem de 2,96 km<sup>2</sup> e extensão aproximada de 1.300 m.

O córrego Schlenz apresenta sua cabeceira a noroeste da cidade, desaguando em uma barragem desativada, localizada no bairro Schlenz. A barragem tem altura aproximada de 7 m e comprimento de 70 m, com capacidade de retenção volumétrica de cerca de 1.100 m<sup>3</sup>. Após a passagem pela barragem, o córrego segue por cerca de 190 m em canal aberto até a rua Carlos Germando Schwambach, onde passa a ser canalizado com galeria de 1 metro de diâmetro em uma extensão de 400 m e aumentando para galerias de 2,00 x 1,6 m no início da rua G. Gerald até as proximidades do antigo Hotel Imperador.

A partir desse ponto, o córrego Schlenz percorre 100 m em canal aberto (**Figura 6-9** e **Figura 6-10**), passando por trás do antigo Hotel Imperador, e volta a ser canalizado, na Travessia Xavier, em galerias de 2,00 x 1,60 m por 210 m e aumentando para galerias de 2,20 x 1,80 m da Rua do Beco até o encontro com o córrego do Gordo.



**Figura 6-9.** Galeria do Córrego Schlenz lançando águas em canal aberto. Vista montante.



**Figura 6-10.** Córrego Schlenz em canal aberto. Vista jusante.

Outro importante afluente deste sistema hídrico é o córrego Nicolau Velten, que deságua no córrego Schlenz. Este possui uma bacia de drenagem urbana, com área de 0,25 km<sup>2</sup> e extensão de aproximadamente 600 metros.

O córrego Nicolau Velten nasce nas proximidades do estádio de futebol do Sport Clube Campinho e desagua no córrego Schlenz, no entroncamento da Av. Duque de Caxias com a Travessia Augusto Schwambach. Nas obras de macrodrenagem de 2009, todo o córrego Nicolau Ventel foi canalizado com galerias de 1,00 x 1,50 m e extensão de aproximadamente 400m.

Segundo informações cedidas pela Defesa Civil Municipal, a bacia do córrego Nicolau Ventel sofre com problemas de microdrenagem, causando alagamentos em algumas ruas (**Figura 6-11** e **Figura 6-12**).



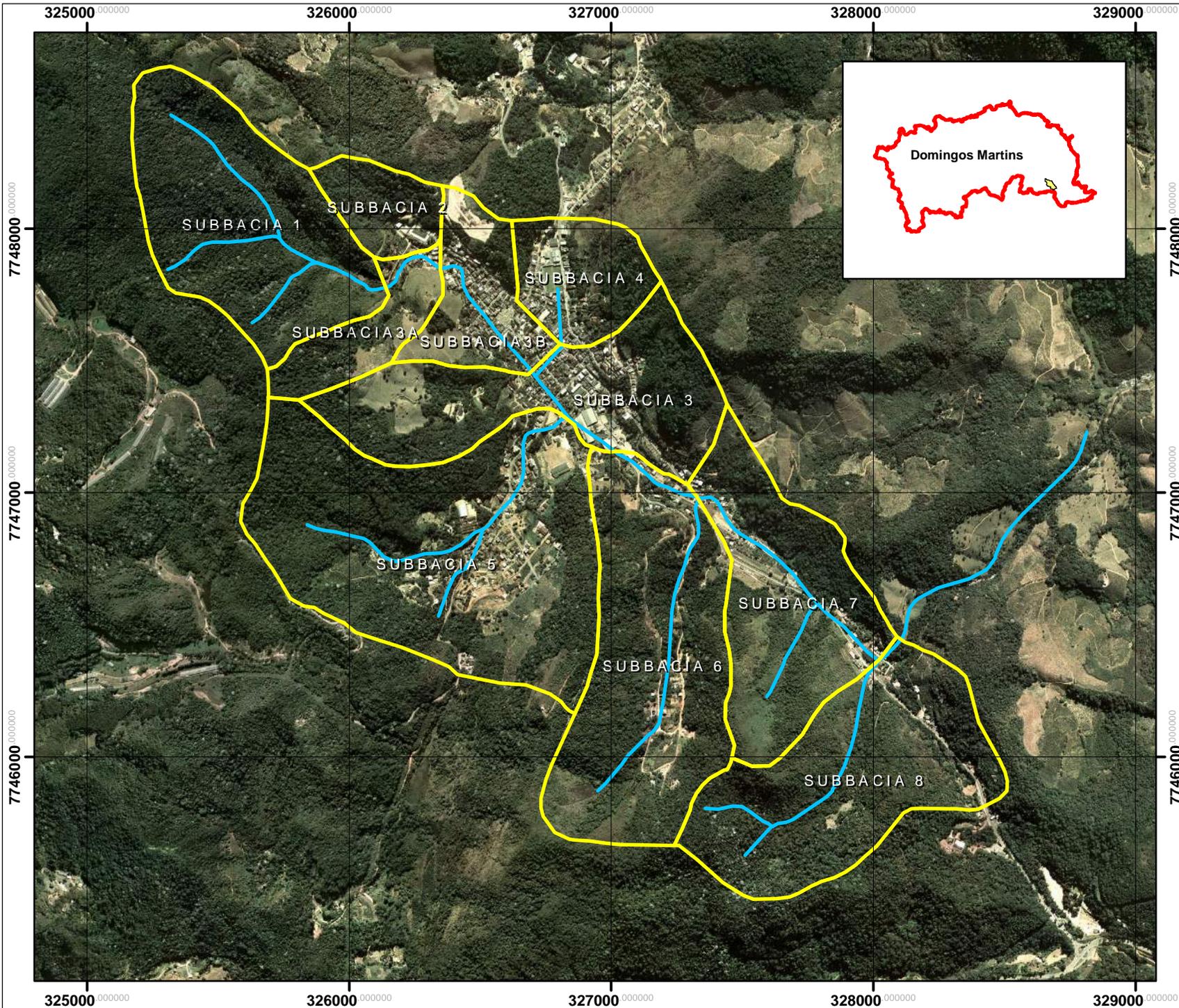
**Figura 6-11.** Inundação na rua Nicolau Velten (07/02/2009).



**Figura 6-12.** Inundação na rua Rodolfo Huller (07/02/2009).

## 6.5.2 Apropriação dos valores de vazões máximas

No presente estudo, a Bacia do Córrego do Gordo foi dividida em 10 sub-bacias urbanas e periurbanas, denominadas sub-bacias 1, 2, 3, 3A, 3B, 4, 5, 6, 7 e 8 (**Figura 6-13**). As vazões provenientes de cada uma das sub-bacias supracitadas foram apropriadas utilizando o modelo HEC-HMS.



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

**Legenda**

- Cursos d'água
- Limite da Bacia Urbana do Córrego do Gordo e suas sub bacias
- Limite municipal de Domingos Martins

**Documentação e Referências**

- IMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.
- GEOBASES. Cursos d'água.
- GEOBASES. Bacias Hidrográficas.

REV	Emissão original	04/09/2013
∅	DESCRIÇÃO	DATA

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

**Título:**  
 Mapa de Divisão das Sub Bacias no trecho urbano  
 do córrego do Gordo - Município de Domingos Martins

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

**Elaboração:**  
 Felipe Zuccolotto Pereira  
 Tecgº em Saneamento Ambiental

Escala: 1:20,000 0 0.25 0.5 Km

Folha: 1 de 1 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A4 Nº: **Figura 6-13**

Contratante: Consórcio:



As vazões do Córrego do Gordo 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 do Córrego do Gordo foi considerado apropriado, dadas as possibilidades de se transformar as características da bacia em variáveis de entrada do modelo.

A partir da equação de chuvas intensas de Domingos Martins, foram calculadas as intensidades de chuva com períodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos e duração igual a três ou quatro vezes o tempo de concentração da bacia. 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.

É relevante observar que foram calculados os tempos de concentração para cada uma das sub bacias. A **Tabela 6-5** apresenta o resultado dos cálculos do tempo de concentração das sub bacias nas quais a bacia do Córrego do Gordo foi dividida.

**Tabela 6-5:** Tempo de concentração para as sub-bacias nas quais a bacia do Córrego do Gordo foi dividida.

Sub-bacia	Método (mín)			Tc médio
	Ven Te Chow	Kirpich	SCS	
1	17,75	8,33	11,01	12,36
2	7,66	3,03	2,76	4,48
3	14,08	6,30	7,31	9,23
3A	10,53	4,45	3,35	6,11
3B	6,14	2,32	3,35	3,94
4	8,59	3,48	9,16	7,08
5	23,85	11,88	16,67	17,47
6	19,92	9,56	16,30	15,26
7	9,12	3,73	3,35	5,40
8	15,47	7,06	8,21	10,25
<b>Gordo</b>	50,58	29,34	44,12	41,35

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:

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)} \quad \text{Equação 10}$$

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:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{Equação 11}$$

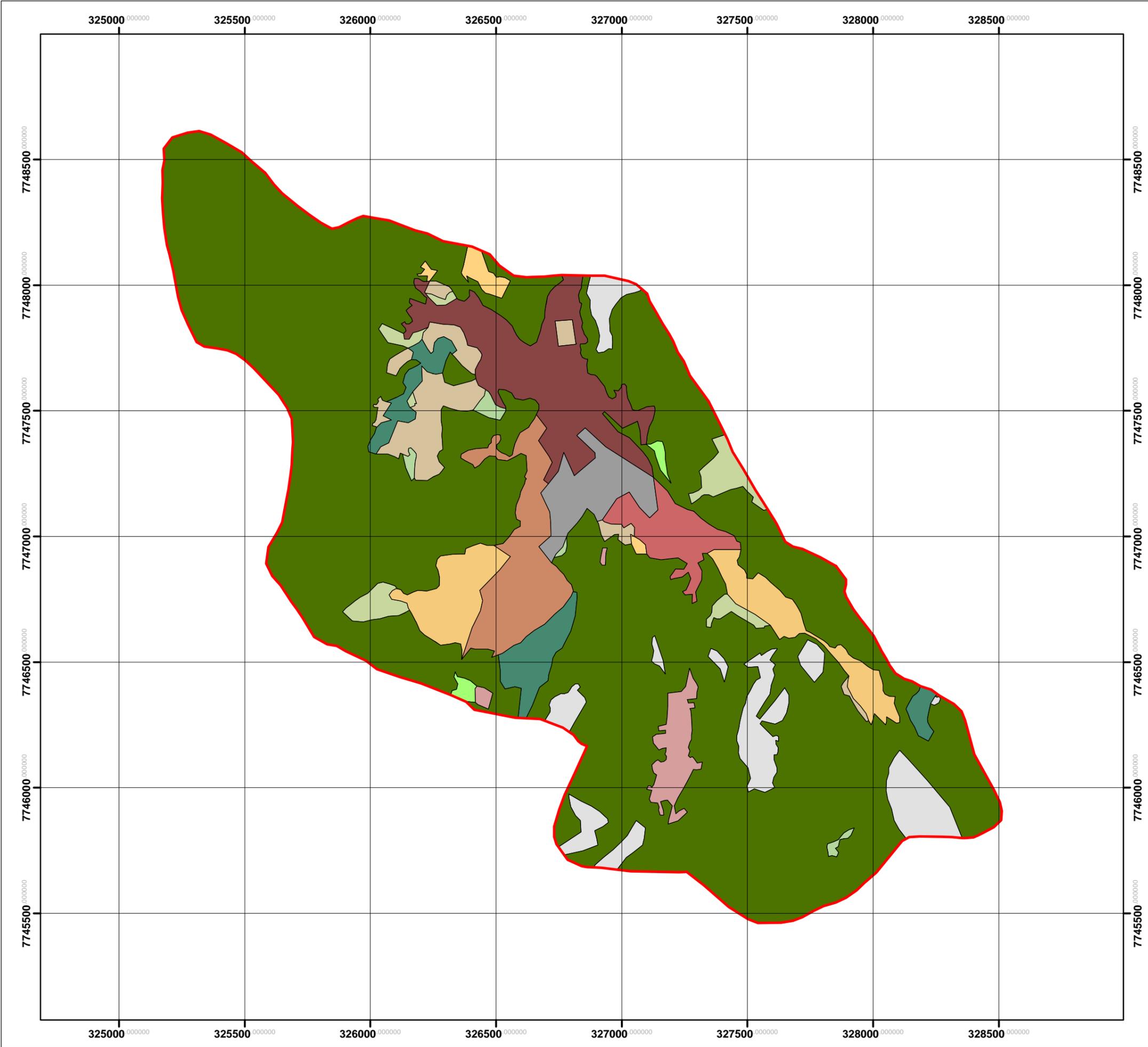
Sendo que o CN é um valor tabelado, relacionado ao uso do solo e ao tipo hidrológico desse. A partir do cruzamento do Mapa de Uso do Solo e do Mapa Pedológico da bacia do Córrego do Gordo, foram apropriados os valores de CN médio para cada uma de suas sub bacias. O mapa de uso e ocupação do solo da bacia do Córrego do Gordo foi elaborado 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 da bacia do Córrego do Gordo está apresentado na **Figura 6-14**. Conforme pode ser observado, a maior parte da bacia encontra-se ocupada por floresta (69%), seguida de áreas urbanas (18%) e afloramentos rochosos (5%). No núcleo urbano, predominam áreas com elevada taxa de impermeabilização (65 e 85%) e zonas industriais, com taxa de impermeabilização média de 72%.

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 Ortofotomoscio do Espírito Sando (IEMA, 2007/2008) em ambiente computacional, possibilitando a elaboração do Mapa Pedológico da Bacia do Córrego do Gordo, o qual está apresentado na **Figura 6-15**.



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

**Legenda**

**Limite de Bacia Urbana**

Bacia do Córrego do Gordo

**Uso e Ocupação do Solo**

- |                     |                |              |
|---------------------|----------------|--------------|
| Afloramento rochoso | Área urbana 85 | Pastagem     |
| Área industrial 72  | Café           | Pasto sujo   |
| Área urbana 12      | Massa d'água   | Solo desnudo |
| Área urbana 25      | Cultura anual  |              |
| Área urbana 30      | Cultura perene |              |
| Área urbana 38      | Floresta       |              |
| Área urbana 65      | Macega         |              |

**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.  
 GEOBASES. Bacias Hidrográficas.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	03/09/2013

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

*Título:*  
 Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do  
 Córrego do Gordo para o Cenário Atual

*Responsável técnico:*  
 Marco Aurélio C. Caiado  
 Eng. Agrônomo, Ph. D.  
 CREA-ES 3757/D

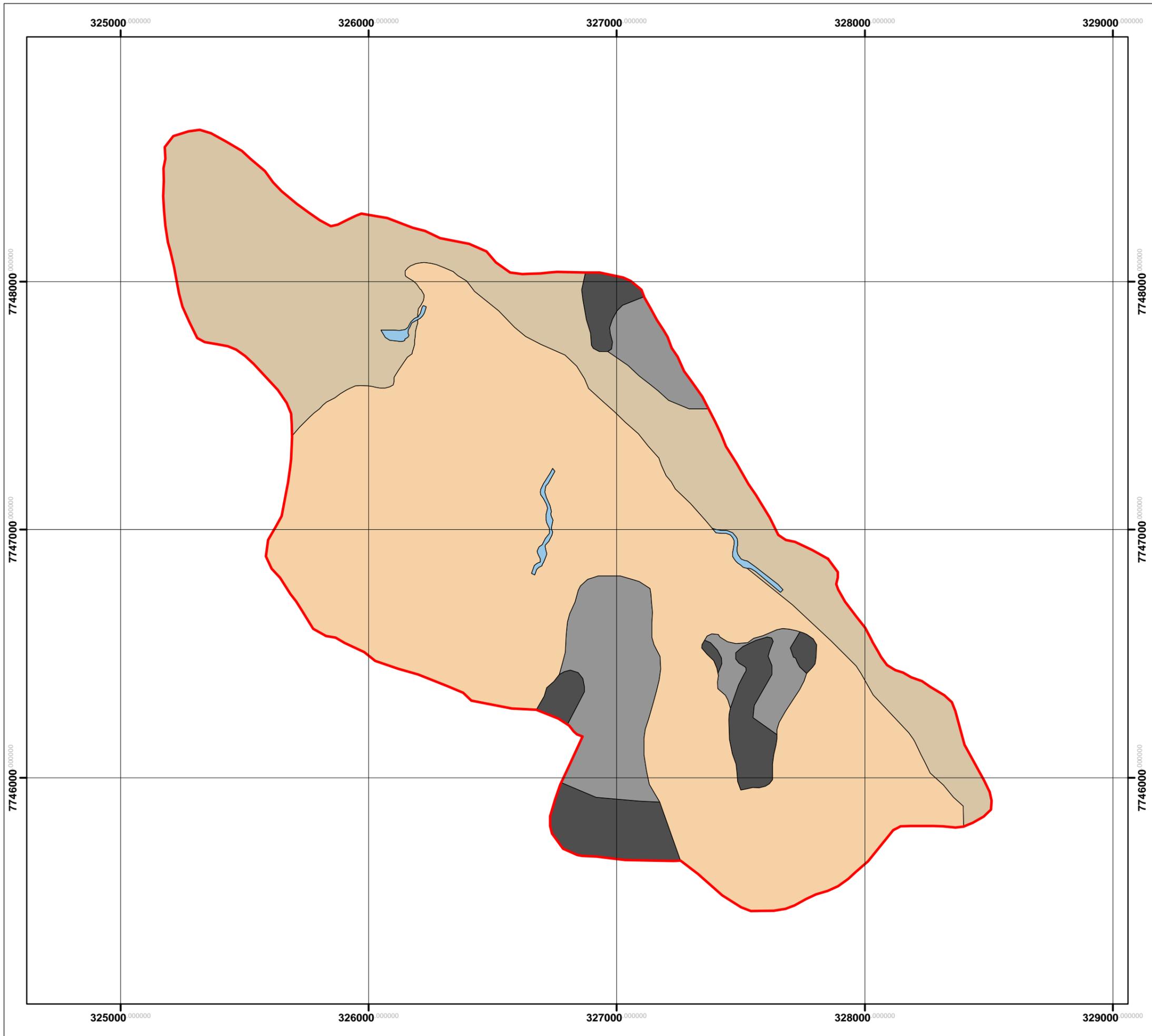
*Elaboração:*  
 Fillipe Tesch  
 Tecgº em Saneamento Ambiental  
 CREA-ES nº 24763/D

Escala: 1:15,000

Folha: 1 de 1 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3 Nº: Figura 6-14

*Contratante:* *Consórcio:*



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

**Legenda**

**Limite da bacia urbana**

Córrego do Gordo

**Pedologia**

- Afloramento rochoso e Neosso Litólico
- Cambissolo Álico
- Gleissolo e Neosso Flúvico
- Latossolo Vermelho Amarelo
- Neosso Litólico

**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	11/09/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

**Projeto:**

Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais  
 Diagnóstico

**Título:**

Mapa Pedológico da Bacia do Córrego do Gordo  
 do Município de Domingos Martins

**Responsável técnico:**

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

**Elaboração:**

Felippe Zuccolotto Pereira  
 Tecgº em Saneamento Ambiental

Escola: 1:15.000 0 0.25 0.5 Km

Folha: 01 de 01 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3 Nº: Figura 6-15

Contratante: Consórcio:



A **Tabela 6-6** apresenta os valores de CN médio e as áreas das sub bacias nas quais a bacia do Córrego do Gordo foi dividida.

**Tabela 6-6:** Valores de CN médio para as sub bacias do Córrego do Gordo.

Sub-bacia	CN médio	Área (km <sup>2</sup> )
1	55,11	0,62
2	57,30	0,13
3	62,30	0,55
3A	44,00	0,16
3B	65,00	0,22
4	70,40	0,22
5	59,42	1,06
6	62,30	0,75
7	62,22	0,52
8	58,53	0,64
<b>Gordo</b>	<b>59,66</b>	<b>4,89</b>

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.

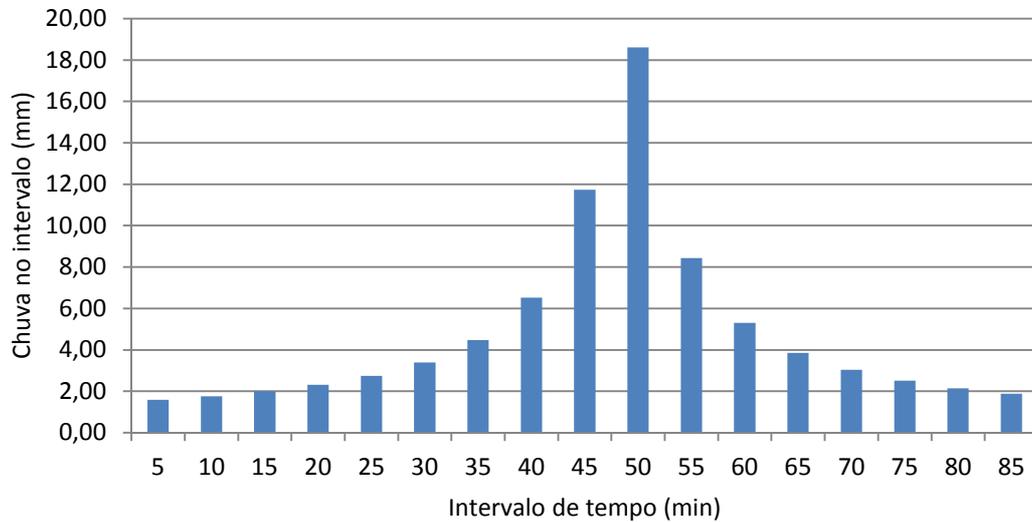
Chow, Maidment e Mays (1988), *apud* Paço (2008) afirmam que o modelo foi inicialmente desenvolvido para a aplicação em bacias hidrográficas de grandes dimensões, variando entre 1300 e 8000 km<sup>2</sup>, tendo-se, posteriormente, demonstrada a sua aplicabilidade em bacias de área mais reduzidas, entre 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 retorno 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 à bacia do Córrego do Gordo utilizando duas abordagens: 1) precipitação com duração referente a três ou quatro vezes o tempo de concentração de cada sub bacia (10 sub bacias) e; 2) precipitação com duração referente a duas vezes o tempo de concentração da bacia do Córrego do Gordo. Os resultados da primeira abordagem são apresentados no **item 7.4**.

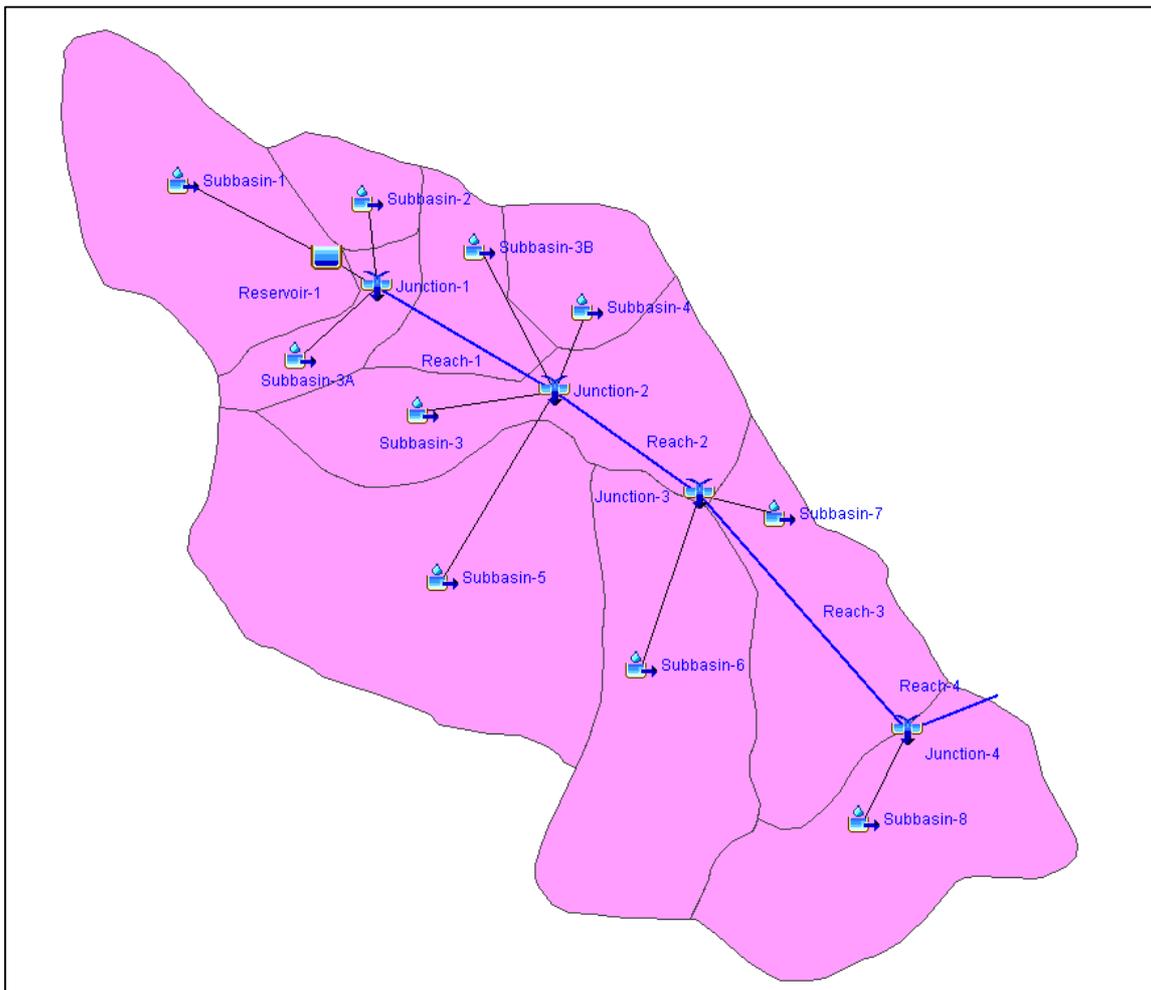
Conforme apresentado na **Tabela 6-5**, os cálculos do tempo de concentração da bacia do Córrego do Gordo resultaram em um valor médio de 41,35 minutos. Foram calculadas as chuvas intensas para durações iguais a duas vezes o tempo de concentração e intervalos de recorrência de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos e apropriados os respectivos hietogramas por meio do método

dos blocos alternados. A **Figura 6-16** apresenta o hietograma da chuva de 25 anos utilizado na simulação.



**Figura 6-16:** Hietograma da chuva com recorrência de 25 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia do Córrego do Gordo.

A tela principal do programa HEC-HMS preparado para a modelagem da bacia do Córrego do Gordo está apresentada na **Figura 6-17**.



**Figura 6-17:** Bacia do Córrego do Gordo modelada pelo programa HEC-HMS.

A **Tabela 6-7**, a **Tabela 6-8**, a **Tabela 6-9**, a **Tabela 6-10**, a **Tabela 6-11**, a **Tabela 6-12** e a **Tabela 6-13** apresentam os resultados da aplicação do HEC-HMS na bacia do Córrego do Gordo para chuvas de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos, respectivamente.

**Tabela 6-7:** Resposta hidrológica da bacia do Córrego do Gordo para chuva com tempo de retorno de 5 anos.

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>	0,91	0,8	<b>Sub bacia-2</b>	0,13	0,3
<b>Junção-2</b>	2,96	7,1	<b>Sub bacia-3</b>	0,55	1,9
<b>Junção-3</b>	4,23	11,4	<b>Sub bacia-3A</b>	0,16	0,2
<b>Junção-4</b>	4,87	12,7	<b>Sub bacia-3B</b>	0,22	2,7
<b>Trecho-1</b>	0,91	0,8	<b>Sub bacia-4</b>	0,22	2,6
<b>Trecho-2</b>	2,96	7,1	<b>Sub bacia-5</b>	1,06	2,5
<b>Trecho-3</b>	4,23	11,4	<b>Sub bacia-6</b>	0,75	2,6
<b>Trecho-4</b>	4,87	12,7	<b>Sub bacia-7</b>	0,52	2,3
<b>Reservoir-1</b>	0,62	0,5	<b>Sub bacia-8</b>	0,64	1,4
<b>Sub bacia-1</b>	0,62	0,8	-	-	-

**Tabela 6-8:** Resposta hidrológica da bacia do Córrego do Gordo para chuva com tempo de retorno de 10 anos.

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>	0,91	1,3	<b>Sub bacia-2</b>	0,13	0,5
<b>Junção-2</b>	2,96	10,5	<b>Sub bacia-3</b>	0,55	2,9
<b>Junção-3</b>	4,23	16,7	<b>Sub bacia-3A</b>	0,16	0,3
<b>Junção-4</b>	4,87	18,7	<b>Sub bacia-3B</b>	0,22	3,5
<b>Trecho-1</b>	0,91	1,3	<b>Sub bacia-4</b>	0,22	3,3
<b>Trecho-2</b>	2,96	10,4	<b>Sub bacia-5</b>	1,06	3,8
<b>Trecho-3</b>	4,23	16,6	<b>Sub bacia-6</b>	0,75	3,9
<b>Trecho-4</b>	4,87	18,7	<b>Sub bacia-7</b>	0,52	3,6
<b>Reservoir-1</b>	0,62	0,9	<b>Sub bacia-8</b>	0,64	2,1
<b>Sub bacia-1</b>	0,62	1,2	-	-	-

**Tabela 6-9:** Resposta hidrológica da bacia do Córrego do Gordo para chuva com tempo de retorno de 20 anos.

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>	0,91	2	<b>Sub bacia-2</b>	0,13	0,7
<b>Junção-2</b>	2,96	15,1	<b>Sub bacia-3</b>	0,55	4,1
<b>Junção-3</b>	4,23	24,2	<b>Sub bacia-3A</b>	0,16	0,5
<b>Junção-4</b>	4,87	27,1	<b>Sub bacia-3B</b>	0,22	4,4
<b>Trecho-1</b>	0,91	2	<b>Sub bacia-4</b>	0,22	4,3
<b>Trecho-2</b>	2,96	15,1	<b>Sub bacia-5</b>	1,06	5,5
<b>Trecho-3</b>	4,23	24	<b>Sub bacia-6</b>	0,75	5,5
<b>Trecho-4</b>	4,87	27,1	<b>Sub bacia-7</b>	0,52	5,1
<b>Reservoir-1</b>	0,62	1,4	<b>Sub bacia-8</b>	0,64	3,1
<b>Sub bacia-1</b>	0,62	1,9	-	-	-

**Tabela 6-10:** Resposta hidrológica da bacia do Córrego do Gordo para chuva com tempo de retorno de 25 anos.

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>	0,91	2,3	<b>Sub bacia-2</b>	0,13	0,8
<b>Junção-2</b>	2,96	16,9	<b>Sub bacia-3</b>	0,55	4,5
<b>Junção-3</b>	4,23	27	<b>Sub bacia-3A</b>	0,16	0,6
<b>Junção-4</b>	4,87	30,2	<b>Sub bacia-3B</b>	0,22	4,8
<b>Trecho-1</b>	0,91	2,3	<b>Sub bacia-4</b>	0,22	4,6
<b>Trecho-2</b>	2,96	16,8	<b>Sub bacia-5</b>	1,06	6,2
<b>Trecho-3</b>	4,23	26,8	<b>Sub bacia-6</b>	0,75	6,1
<b>Trecho-4</b>	4,87	30,1	<b>Sub bacia-7</b>	0,52	5,7
<b>Reservoir-1</b>	0,62	1,6	<b>Sub bacia-8</b>	0,64	3,6
<b>Sub bacia-1</b>	0,62	2,2	-	-	-

**Tabela 6-11:** Resposta hidrológica da bacia do Córrego do Gordo para chuva com tempo de retorno de 30 anos.

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>	0,91	2,6	<b>Sub bacia-2</b>	0,13	0,9
<b>Junção-2</b>	2,96	18,5	<b>Sub bacia-3</b>	0,55	4,9
<b>Junção-3</b>	4,23	29,5	<b>Sub bacia-3A</b>	0,16	0,7
<b>Junção-4</b>	4,87	33	<b>Sub bacia-3B</b>	0,22	5,1
<b>Trecho-1</b>	0,91	2,5	<b>Sub bacia-4</b>	0,22	4,9
<b>Trecho-2</b>	2,96	18,3	<b>Sub bacia-5</b>	1,06	6,8
<b>Trecho-3</b>	4,23	29,2	<b>Sub bacia-6</b>	0,75	6,7
<b>Trecho-4</b>	4,87	32,9	<b>Sub bacia-7</b>	0,52	6,2
<b>Reservoir-1</b>	0,62	1,8	<b>Sub bacia-8</b>	0,64	3,9
<b>Sub bacia-1</b>	0,62	2,5	-	-	-

**Tabela 6-12:** Resposta hidrológica da bacia do Córrego do Gordo para chuva com tempo de retorno de 50 anos.

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>	0,91	3,4	<b>Sub bacia-2</b>	0,13	1,2
<b>Junção-2</b>	2,96	23,2	<b>Sub bacia-3</b>	0,55	6,1
<b>Junção-3</b>	4,23	36,9	<b>Sub bacia-3A</b>	0,16	0,9
<b>Junção-4</b>	4,87	41,6	<b>Sub bacia-3B</b>	0,22	5,9
<b>Trecho-1</b>	0,91	3,3	<b>Sub bacia-4</b>	0,22	5,7
<b>Trecho-2</b>	2,96	23,1	<b>Sub bacia-5</b>	1,06	8,7
<b>Trecho-3</b>	4,23	36,7	<b>Sub bacia-6</b>	0,75	8,3
<b>Trecho-4</b>	4,87	41,4	<b>Sub bacia-7</b>	0,52	7,7
<b>Reservoir-1</b>	0,62	2,3	<b>Sub bacia-8</b>	0,64	5,1
<b>Sub bacia-1</b>	0,62	3,3	-	-	-

**Tabela 6-13:** Resposta hidrológica da bacia do Córrego do Gordo para chuva com tempo de retorno de 100 anos.

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>	0,91	4,5	<b>Sub bacia-2</b>	0,13	1,7
<b>Junção-2</b>	2,96	31	<b>Sub bacia-3</b>	0,55	8,1
<b>Junção-3</b>	4,23	49,1	<b>Sub bacia-3A</b>	0,16	1,4
<b>Junção-4</b>	4,87	55,7	<b>Sub bacia-3B</b>	0,22	7,4
<b>Trecho-1</b>	0,91	4,5	<b>Sub bacia-4</b>	0,22	7,1
<b>Trecho-2</b>	2,96	30,9	<b>Sub bacia-5</b>	1,06	11,8
<b>Trecho-3</b>	4,23	48,9	<b>Sub bacia-6</b>	0,75	11
<b>Trecho-4</b>	4,87	55,5	<b>Sub bacia-7</b>	0,52	10,2
<b>Reservoir-1</b>	0,62	3,2	<b>Sub bacia-8</b>	0,64	7
<b>Sub bacia-1</b>	0,62	4,7	-	-	-

Cabe ressaltar que o elemento Junção-1 representa o início da sede municipal de Domingos Martins, enquanto elemento Trecho-4 representa o fim de sua área urbana da sede municipal.

### 6.5.3 Modelagem hidráulica do Córrego do Gordo com o Cenário Atual

#### 6.5.3.1 Introdução

Para a simulação hidráulica da vazão de projeto no Córrego do Gordo, 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.

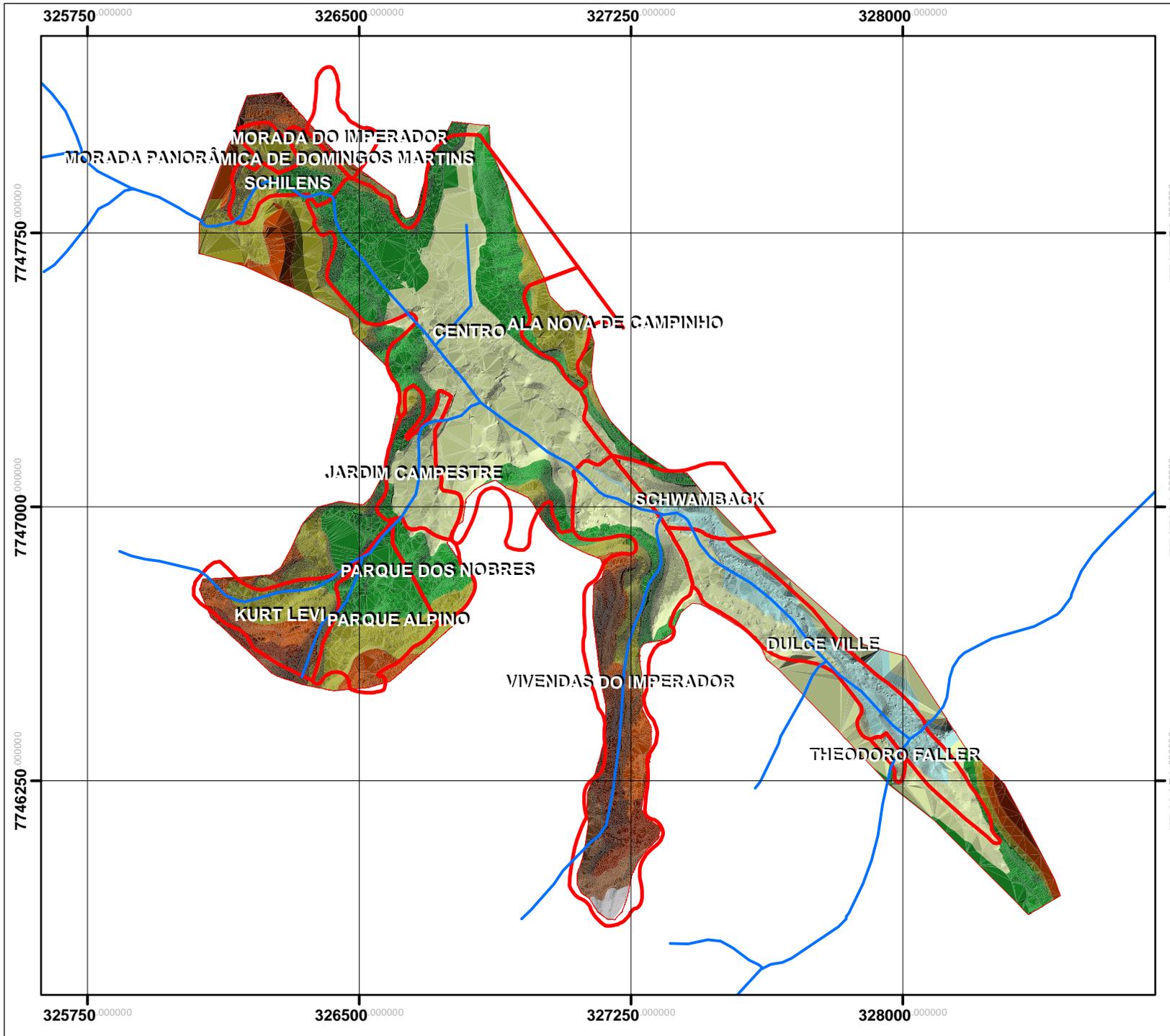
A seguir, é descrita a metodologia utilizada para o desenvolvimento do modelo hidráulico, bem como os dados de entrada e os coeficientes mais relevantes utilizados no presente estudo.

#### 6.5.3.2 *Domínio do modelo*

Foi definido como domínio do modelo o trecho urbano da bacia do Córrego do Gordo, dentro da sede municipal de Domingos Martins, totalizando um trecho de 2,0 quilômetros de extensão.

#### 6.5.3.3 *Geometria do modelo*

Para o desenvolvimento do modelo hidráulico, foram utilizados dados topográficos obtidos a partir de curvas de nível do IBGE (com equidistância vertical de 20 metros) e da CESAN (com equidistância vertical de 2 metros) 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 6-18** apresenta o TIN das geometrias do Córrego do Gordo no trecho urbano de Domingos Martins.



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

**Legenda**

- Bairros
  - Cursos d'água
- Triangulação (Cota em metros)**
- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #cccccc; margin-right: 5px;"></span> 651 - 676</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #808080; margin-right: 5px;"></span> 627 - 651</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #404040; margin-right: 5px;"></span> 602 - 627</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #202020; margin-right: 5px;"></span> 578 - 602</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #909090; margin-right: 5px;"></span> 553 - 578</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #303030; margin-right: 5px;"></span> 529 - 553</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #000000; margin-right: 5px;"></span> 504 - 529</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #000000; margin-right: 5px;"></span> 480 - 504</li> </ul> |
|--|--|

**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.		
GEOBASES. Bairros.		
GEOBASES. Curvas de nível.		
AVANTEC-ZEMLYA. ZAV-SED-TOP-DMR-01.001-R0. Estudos Topográficos. 2013.		
∅	Emissão original	24/07/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

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

*Título:* TIN da Bacia do Córrego do Gordo

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

*Elaboração:* Felipe Zuccolotto Pereira  
 Tecgº em Saneamento Ambiental

*Escala:* 1: 15.000

*Folha:* 01 de 01 *Local:* Domingos Martins - ES

*Papel:* A4 *Nº:* **Figura 6-18**

*Contratante:* *Consórcio:*

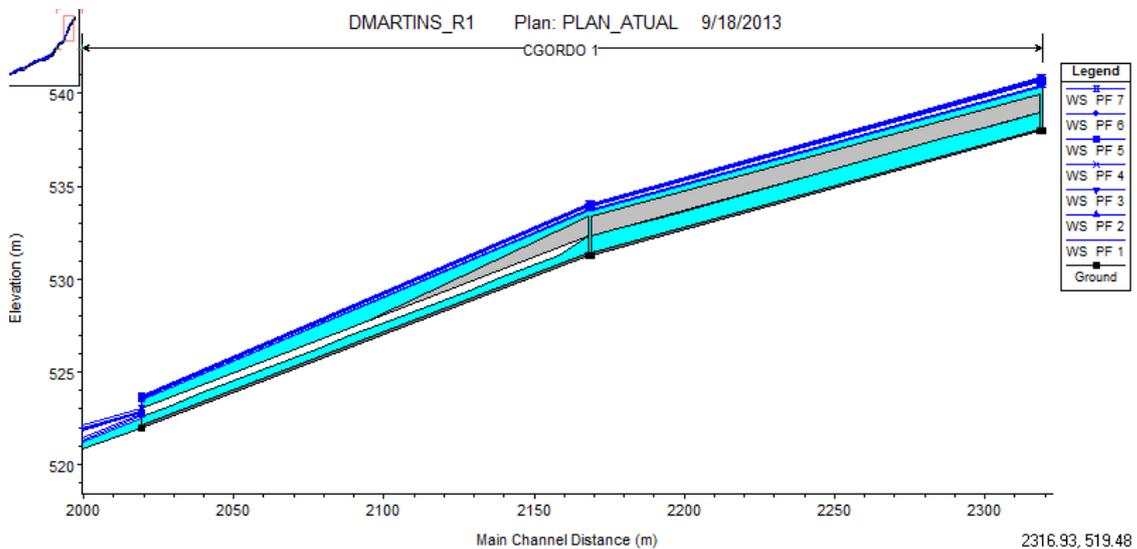


#### 6.5.3.4 Riscos de Inundação e Simulação Hidráulica com o Cenário Atual

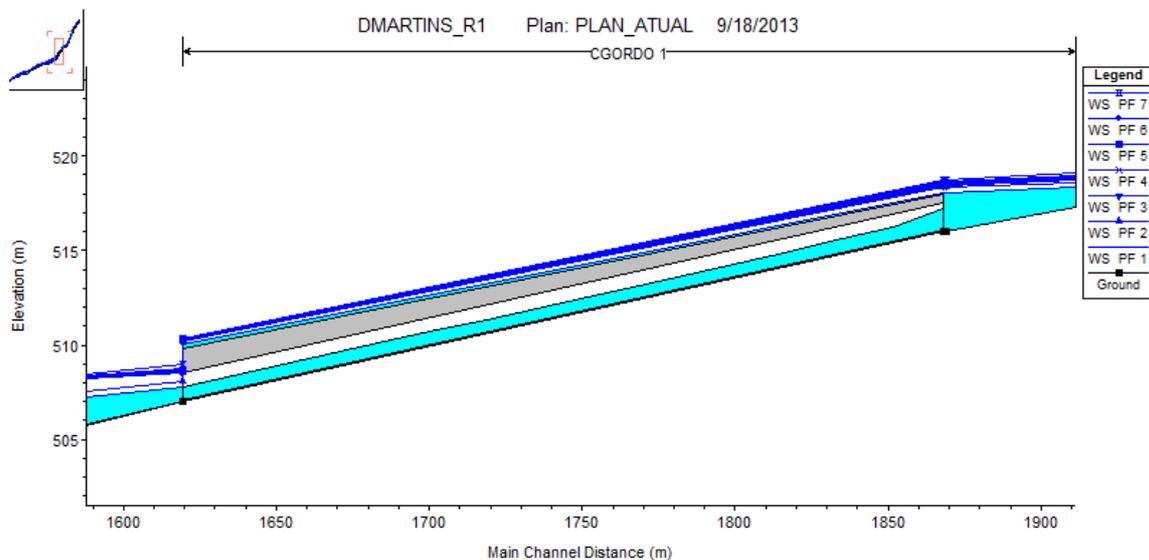
O **ANEXO II** apresenta o Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a sede urbana do município de Domingos Martins-ES, como resultado da modelagem hidráulica. O mapa apresenta as áreas previstas de serem inundadas por cheias com períodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos. A partir do Mapa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

Foi possível observar que não há áreas de inundação na sede de Domingos Martins para tempo de recorrência de 5 anos (também classificada como área de risco muito alto). Os dispositivos de drenagem implantados na sede municipal após 2009, em sua maioria, mostraram-se eficientes para a macrodrenagem urbana. Entretanto, os dispositivos de macrodrenagem do córrego do Gordo, à montante da junção deste com o córrego Schlenz, mostrou-se subdimensionado para a vazão em todos os tempos de

recorrências simulados, conforme apresentado na **Figura 6-19** e na **Figura 6-20**.



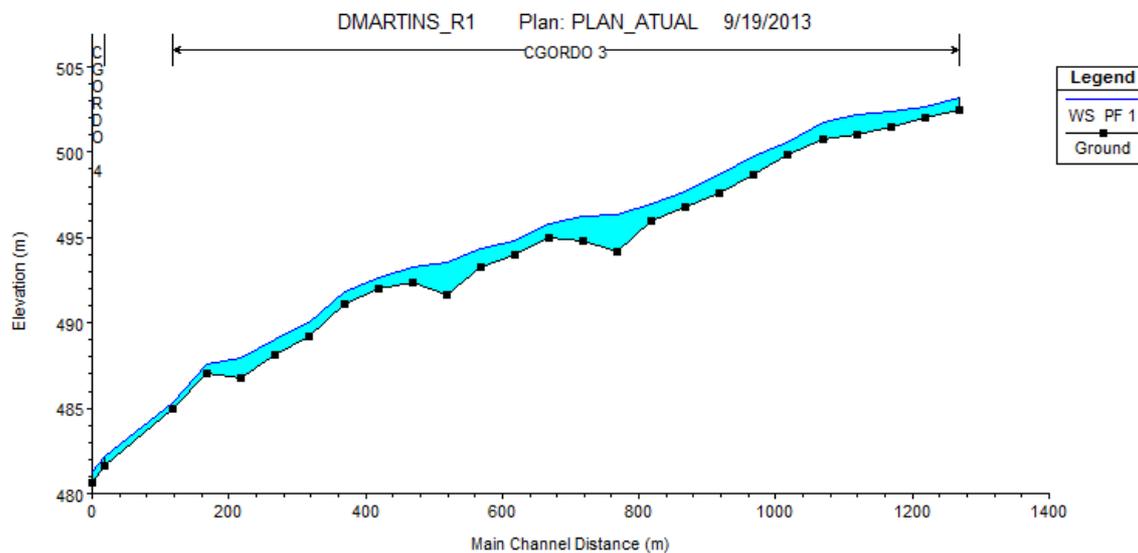
**Figura 6-19:** Perfil longitudinal da simulação hidráulica do primeiro trecho de galerias no Córrego do Gordo, no cenário atual.



**Figura 6-20:** Perfil longitudinal da simulação hidráulica do segundo trecho de galerias Córrego do Gordo, até o início do bairro Parque dos Nobres, no cenário atual.

No trecho que compreende o final na canalização de seu leito, após a fábrica da Coroa, o córrego do Gordo possui uma declividade média de 0,016 m/m e calha de largura média de 6 m, atingindo as casas que se instalaram nas proximidades de sua margem, com cheias com de recorrência de 50 e 100

anos. A **Figura 6-21** apresenta o perfil longitudinal da simulação hidráulica do córrego do Gordo em canal aberto.



**Figura 6-21:** Perfil longitudinal da simulação hidráulica do córrego do Gordo em canal aberto, para o cenário atual.

## 7 PROGNÓSTICO

### 7.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, estão discutidos cenários futuros da bacia do Córrego do Gordo com e sem as obras estruturais que estão sendo sugeridas no presente trabalho. Desta forma, primeiramente se discute o crescimento do município de Domingos Martins 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 da bacia do Córrego do Gordo previsto para um horizonte de 20 anos, ao que chamamos de cenário futuro. Este cenário de uso de solo foi utilizado para a realização de simulações hidrológicas e hidráulicas da inundação com vazões com período de retorno 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 retorno 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 Domingos Martins-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 Domingos Martins; população urbana e população rural; total de domicílios particulares permanente; 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 GIS 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 na bacia hidrográfica do Córrego do Gordo na sede municipal de Domingos Martins e a montante desta. 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 censitário e suas relações com a bacia hidrográfica do Córrego do Gordo estão apresentados na **Tabela 7-1**.

A **Figura 7-1**, a **Figura 7-2**, a **Figura 7-3** e a **Figura 7-4** apresentam, respectivamente, o mapa 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 - DOMINGOS MARTINS/ES						
DADOS GERAIS						
População*	População Urbana*	População Rural*	Domicílios Particulares*	Domicílios Particulares Permanentes Urbanos*		Domicílios Particulares Permanentes Rural*
31847	7741	24106	9760	2584		7176
Num. Habitantes / Domicílio**		Área Territorial (Km²)*		Área Territorial Rural (Km²)**		Área Territorial Urbana (Km²)**
3,26		1.228,35		1217,776		10,574
REFERÊNCIA PARA CÁLCULO DE DENSIDADE DEMOGRÁFICA (hab/Km²)						
Padrão 1	Padrão 2	Padrão 3		Padrão 4	Padrão 5	Padrão 6
ate 100	110 a 500	510 a 1.000		1.010 a 2.000	2.010 a 5.000	5.000 a 11.000
DADOS POR SETOR CENSITÁRIO						
Identificação Setor Censitário*	Densidade (hab/Km²)*	População por Setor (hab)*	Zona	Bairros / Comunidades	Bacia Hidrográfica	Inserção na Bacia
2105	9236.77	616	urbana	Centro	Córrego Gordo	total
2106	354.13	399	urbana	Centro	Córrego Gordo	total
2107	3594.18	136	urbana	Centro	Córrego Gordo	total
2108	10520.88	387	urbana	Centro	Córrego Gordo	total
2109	158.17	172	urbana	Parque das Hortências		
2118	1815.52	431	urbana	Centro	Córrego Gordo	total
2119	1294.35	857	urbana	Centro	Córrego Gordo	total
2120	8941.4	280	urbana	Centro	Córrego Gordo	total
2121	1344.7	1122	urbana	Centro	Córrego Gordo	parcial
2122	708.78	720	urbana	Centro	Córrego Gordo	parcial
2123	2205.22	113	urbana	Centro	Córrego Gordo	total
2125	629.89	909	urbana	Aracê		
2140	106.36	194	urbana	Biriricas		
2142	2327.84	922	urbana	Isabel		
2145	527.6	114	urbana	Melgaço		
2152	1527.29	369	urbana	Parajú		
2110	12.81	248	rural		Córrego Gordo	parcial
2111	20	337	rural			
2112	13.32	389	rural			

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

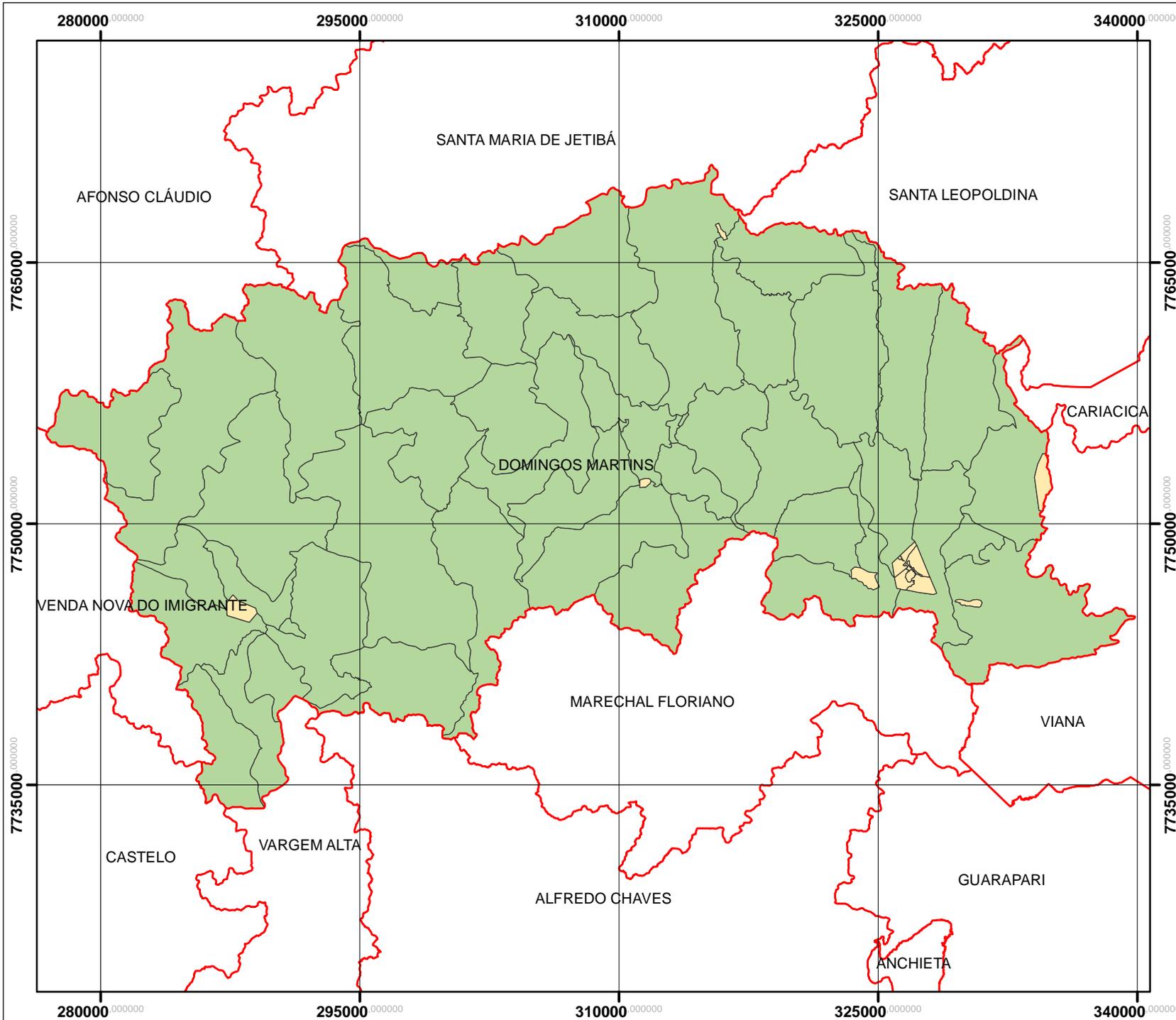
DADOS POR SETOR CENSITÁRIO						
Identificação Setor Censitário*	Densidade (hab/Km <sup>2</sup> )*	População por Setor (hab)*	Zona	Bairros / Comunidades	Bacia Hidrográfica	Inserção na Bacia
2113	14.33	436	rural			
2114	19.57	444	rural		Córrego Gordo	parcial
2115	13.65	289	rural			
2116	608.24	98	rural			
2117	18.33	287	rural		Córrego Gordo	parcial
2124	22.85	638	rural			
2126	15.58	475	rural	Aracê		
2127	82.71	816	rural	Aracê		
2128			rural	Aracê		
2129	16.55	441	rural	Aracê		
2130	29.85	1356	rural	Aracê		
2131	16.55	877	rural	Aracê		
2132	15.09	648	rural	Aracê		
2133	13.04	341	rural	Aracê		
2134	19.92	418	rural	Aracê		
2135	27.26	485	rural	Aracê		
2136	145.96	112	rural	Aracê		
2137	29.17	238	rural	Aracê		
2138	11.44	722	rural	Aracê		
2139	28.45	393	rural	Aracê		
2141	16.19	411	rural	Biriricas		
2143	16.9	768	rural	Isabel	Córrego Gordo	parcial
2144	10.21	52	rural	Isabel		
2146	22.16	1175	rural	Melgaço		
2147	25.72	559	rural	Melgaço		
2148	27.92	649	rural	Melgaço		
2149	24.53	789	rural	Melgaço		
2150	20.4	814	rural	Melgaço		
2151	25.29	513	rural	Melgaço		
2153	2819.07	627	rural	Parajú		

**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
2154	561.38	380	rural	Parajú		
2155	21.66	665	rural	Parajú		
2156	25.74	228	rural	Parajú		
2157	28.94	824	rural	Parajú		
2158	18.04	599	rural	Parajú		
2159	16.8	372	rural	Parajú		
2160	23.63	989	rural	Parajú		
2161	26.31	533	rural	Parajú		
2162	47.5	712	rural	Parajú		
2163	27.94	592	rural	Parajú		
2164	17.35	391	rural	Parajú		
2165	19.55	524	rural	Parajú		
2166	43.23	452	rural	Parajú		

\* Fonte dos dados: IBGE, Censo 2010.

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



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

**Legenda**

- Divisão Municipal
- Zona Urbana
- Zona Rural

**Documentação e Referências**

IBGE. Censo 2010. 2010.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	22/08/2013

**Projeto:**

Plano Diretor Águas Pluviais/Fluviais  
Diagnóstico

**Título:**

Mapa Temático  
Setor Censitário por Macrozona

**Responsável técnico:**

Fernanda Ferreira  
Arquiteto Urbanista  
CAU A56232-7

**Elaboração:**

Felipe Zuccolotto Pereira  
Tecg<sup>o</sup> em Saneamento Ambiental

Escala: 1:310.000 
0
3
6
 km

Folha: 01 de 01

Local: Domingos Martins - ES

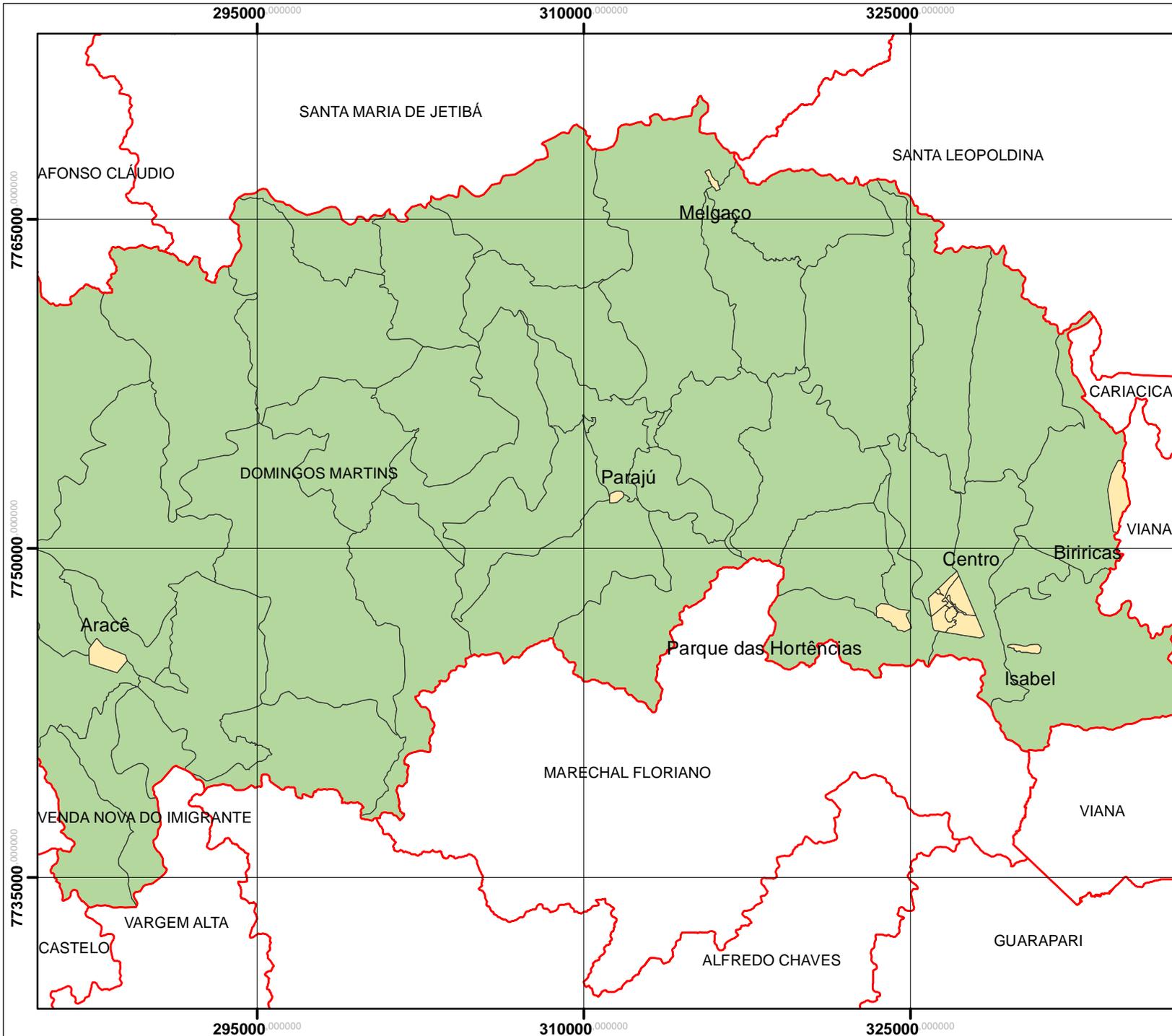
Papel: A4

Nº: Figura 7-1

**Contratante:**

Consórcio:





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

**Legenda**

- Divisão Municipal
- Zona Urbana
- Zona Rural

**Documentação e Referências**

IBGE. Censo 2010. 2010.

REV	EMISSÃO ORIGINAL	29/07/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

**Projeto:**

Plano Diretor Águas Pluviais/Fluviais  
Diagnóstico

**Título:**

Mapa Temático  
Setor Censitário Zona Urbana

**Responsável técnico:**

Fernanda Ferreira  
Arquiteto Urbanista  
CAU A56232-7

**Elaboração:**

Felipe Zuccolotto Pereira  
Tecgº em Saneamento Ambiental

Escala: 1:250.000



Folha: 01 de 01

Local: Domingos Martins-ES

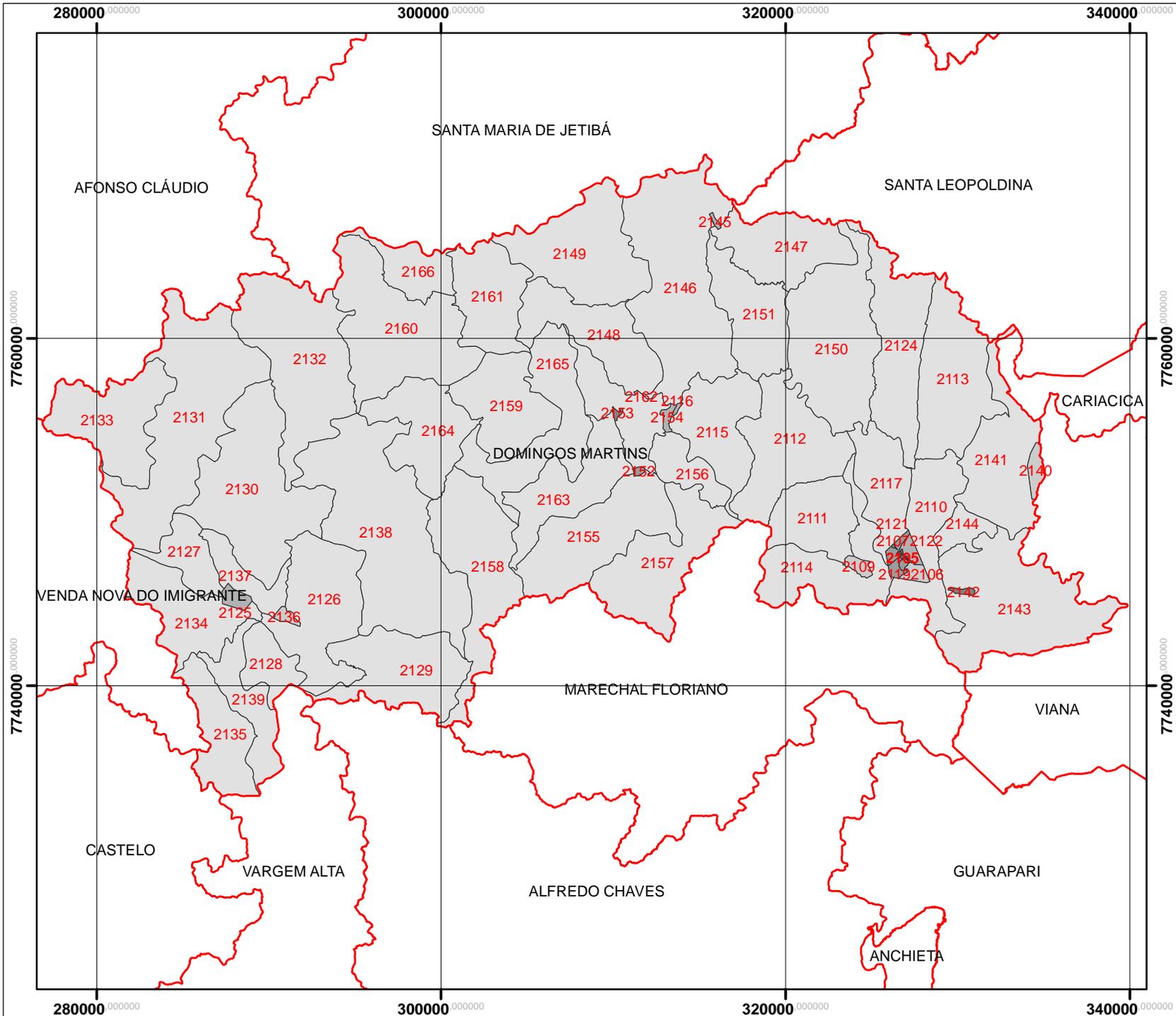
Papel: A4

Nº: **Figura 7-2**

**Contratante:**

Consórcio:





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

**Legenda**

- Divisão Municipal
- Densidade Dem. (hab/km<sup>2</sup>)**
- até 100
- 110 a 500
- 510 a 2000
- 2010 a 3000
- 3010 a 5500
- 10010 a 13050

**Documentação e Referências**

IBGE. Censo 2010. 2010.

Ø	Emissão original	29/07/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:  
 Plano Diretor Águas Pluviais/Fluvias  
 Diagnóstico

Título:  
 Mapa Temático  
 Densidade Demográfica por Setor Censitário

Responsável técnico:  
 Fernanda Ferreira  
 Arquiteta Urbanista  
 CAU A56232-7

Elaboração:  
 Felipe Zuccolotto Pereira  
 Tecg<sup>o</sup> em Saneamento Ambiental

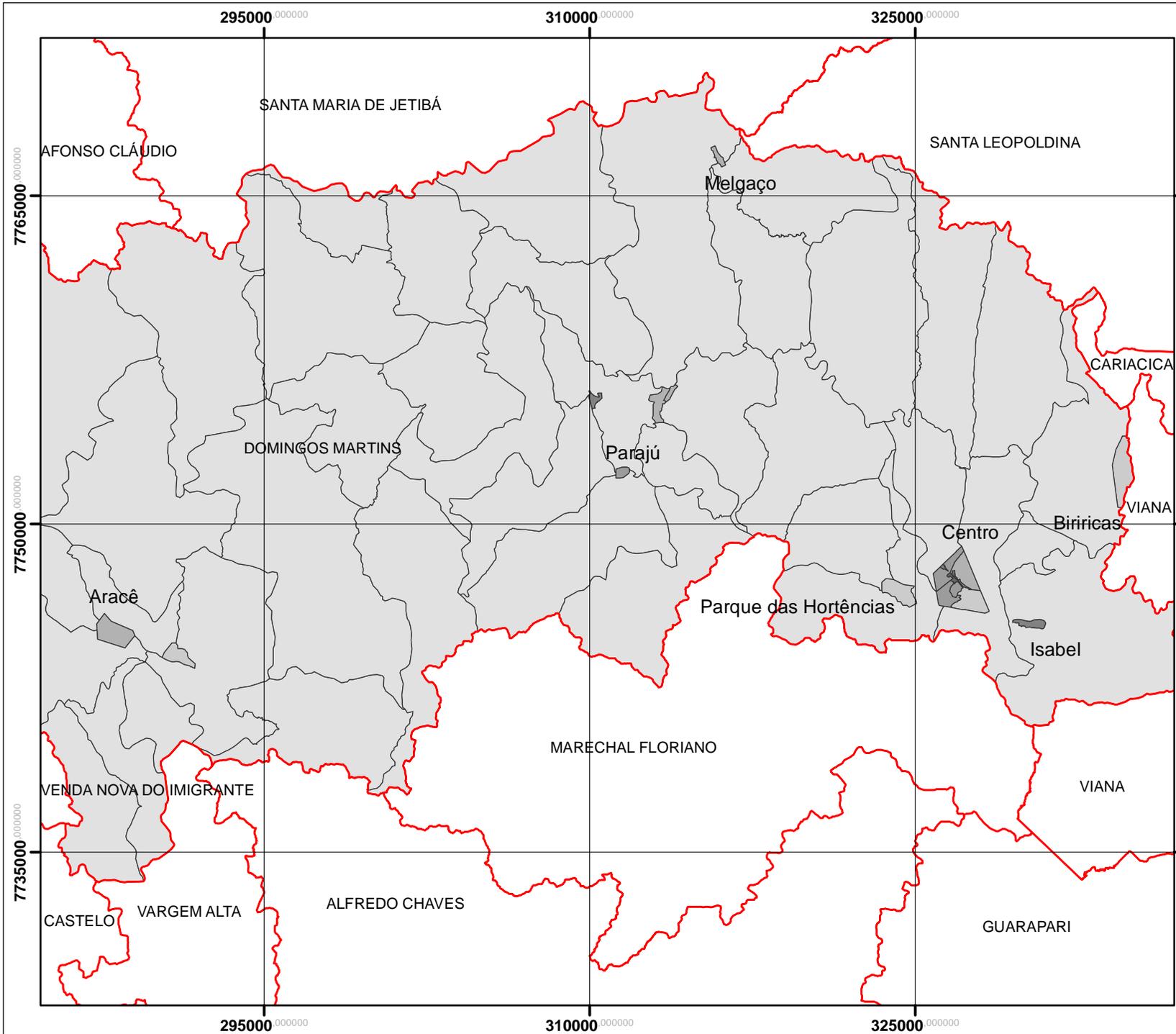
Escala: 1:310.000 0    3,5    7 Km

Folha: 01 de 01    Local: Domingos Martins-ES

Papel: A4    Nº: **Figura 7-3**

Contratante:    Consórcio:





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

**Legenda**

- Divisão Municipal
- Densidade Dem. (hab/km²)**
- ate 100
- 110 a 500
- 510 a 2000
- 2010 a 3000
- 3010 a 5500
- 10010 a 13050

**Documentação e Referências**

IBGE. Censo 2010. 2010.

REV	EMISSÃO ORIGINAL	DATA
0	Emissão original	29/07/2013

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

**Título:**  
 Mapa Temático  
 Densidade Demográfica por  
 Setor Censitário Zona Urbana

**Responsável técnico:**  
 Fernanda Ferreira  
 Arquiteto Urbanista  
 CAU A56232-7

**Elaboração:**  
 Felipe Zuccolotto Pereira  
 Tecgº em Saneamento Ambiental

Escala: 1:250.000

Folha: 01 de 01      Local: Domingos Martins-ES

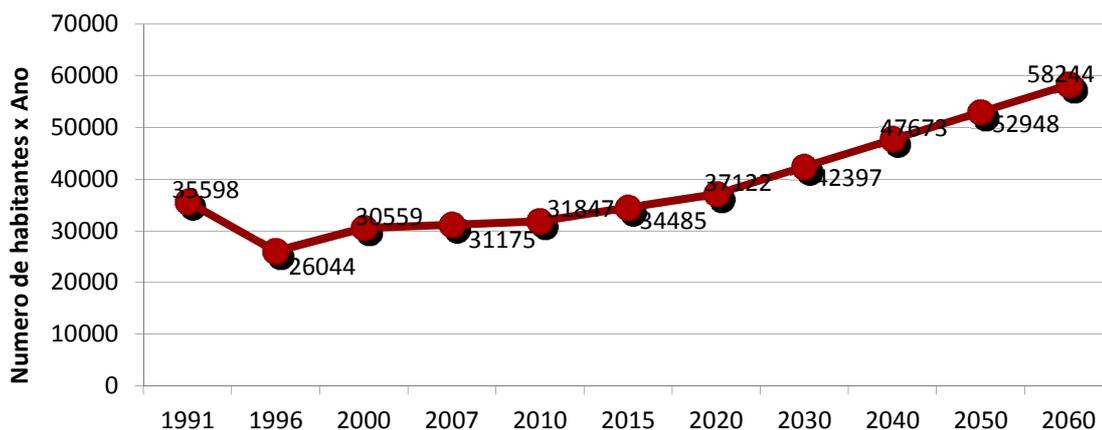
Papel: A4      Nº: **Figura 7-4**

Contratante:      Consórcio:



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**).



**Figura 7-5:** Evolução da população de Domingos Martins-ES.

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

CRESCIMENTO POPULACIONAL POR SETOR CENSITÁRIO												
Identificação Setor Censitário	Densidade (hab/Km <sup>2</sup> )**	População Estimada**										
2105	9033,42	667	9724,38	718	10415,34	769	11106,29	820	15252,04	1126		
2106	346,33	432	372,82	465	399,31	498	425,80	531	584,75	729		
2107	3515,03	147	3783,89	159	4052,76	170	4321,62	181	5934,79	249		
2108	10289,27	419	11076,29	451	11863,31	483	12650,32	515	17372,42	708		
2109	154,68	186	166,51	200	178,34	215	190,17	229	261,16	314		
2118	1775,54	467	1911,35	502	2047,16	538	2182,97	574	2997,82	788		
2119	1265,83	928	1362,65	999	1459,48	1070	1556,30	1141	2137,23	1567		
2120	8744,56	303	9413,42	326	10082,29	350	10751,15	373	14764,32	512		
2121	1315,10	1215	1415,70	1308	1516,29	1401	1616,88	1494	2220,42	2051		
2122	693,18	780	746,20	839	799,23	899	852,25	959	1170,37	1316		
2123	2156,65	122	2321,61	132	2486,57	141	2651,53	150	3641,29	207		
2125	615,78	984	662,88	1060	709,98	1135	757,08	1210	1039,68	1662		
2140	104,03	210	111,99	226	119,95	242	127,91	258	175,65	355		
2142	2276,57	998	2450,70	1075	2624,83	1151	2798,97	1227	3843,76	1686		
2145	516,14	123	555,62	133	595,10	142	634,57	152	871,45	208		
2152	1493,61	400	1607,86	430	1722,10	461	1836,35	491	2521,81	675		
2110	12,53	269	13,49	289	14,45	310	15,41	330	21,16	453		
2111	19,56	365	21,05	393	22,55	421	24,05	449	33,02	616		
2112	13,03	421	14,02	453	15,02	486	16,02	518	22,00	711		
2113	14,01	472	15,09	508	16,16	544	17,23	580	23,66	797		
2114	19,14	481	20,60	518	22,06	554	23,53	591	32,31	812		
2115	13,35	313	14,37	337	15,39	361	16,41	385	22,54	528		
2116	594,88	106	640,38	114	685,88	122	731,38	130	1004,39	179		
2117	17,93	311	19,30	335	20,67	358	22,04	382	30,27	525		
2124	22,35	691	24,06	744	25,77	797	27,48	849	37,74	1166		
2126	15,23	514	16,39	554	17,56	593	18,72	632	25,71	868		
2127	80,86	884	87,04	951	93,23	1019	99,41	1086	136,52	1492		
2128	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0		
2129	16,18	478	17,42	514	18,66	551	19,90	587	27,32	806		
2130	29,19	1468	31,42	1581	33,65	1693	35,88	1805	49,28	2479		

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

CRESCIMENTO POPULACIONAL POR SETOR CENSITÁRIO												
Identificação Setor Censitário	Densidade (hab/Km <sup>2</sup> )**	População Estimada**										
2131	16,18	950	17,41	1022	18,65	1095	19,89	1168	27,31	1603		
2132	14,76	702	15,89	755	17,01	809	18,14	863	24,91	1185		
2133	12,75	369	13,72	397	14,70	426	15,67	454	21,52	623		
2134	19,47	453	20,96	487	22,45	522	23,94	556	32,88	764		
2135	26,65	525	28,69	565	30,73	606	32,76	646	44,99	887		
2136	142,69	121	153,61	131	164,52	140	175,43	149	240,92	205		
2137	28,52	258	30,70	277	32,88	297	35,06	317	48,15	435		
2138	11,18	782	12,04	842	12,89	901	13,75	961	18,88	1320		
2139	27,81	426	29,93	458	32,06	491	34,19	523	46,95	718		
2141	15,84	445	17,05	479	18,26	513	19,47	547	26,74	751		
2143	16,53	832	17,79	895	19,06	959	20,32	1022	27,91	1404		
2144	9,99	56	10,75	61	11,52	65	12,28	69	16,86	95		
2146	21,67	1272	23,33	1370	24,99	1467	26,65	1564	36,59	2148		
2147	25,16	605	27,08	652	29,00	698	30,93	744	42,47	1022		
2148	27,31	703	29,40	757	31,49	810	33,58	864	46,11	1187		
2149	24,00	854	25,83	920	27,67	985	29,50	1050	40,51	1442		
2150	19,95	881	21,48	949	23,01	1016	24,53	1084	33,69	1488		
2151	24,74	555	26,63	598	28,52	640	30,41	683	41,76	938		
2153	2757,04	679	2967,93	731	3178,81	783	3389,69	835	4655,00	1146		
2154	549,05	411	591,04	443	633,04	474	675,03	506	927,01	695		
2155	21,18	720	22,80	775	24,42	830	26,04	885	35,76	1216		
2156	25,17	247	27,10	266	29,02	285	30,95	304	42,50	417		
2157	28,30	892	30,47	960	32,63	1029	34,80	1097	47,79	1506		
2158	17,64	649	18,99	698	20,34	748	21,69	797	29,78	1095		
2159	16,43	403	17,68	434	18,94	464	20,20	495	27,74	680		
2160	23,11	1071	24,87	1153	26,64	1235	28,41	1317	39,01	1808		
2161	25,73	577	27,70	621	29,67	665	31,63	710	43,44	974		
2162	46,45	771	50,00	830	53,56	889	57,11	948	78,43	1302		
2163	27,32	641	29,41	690	31,50	739	33,59	788	46,13	1082		
2164	16,97	423	18,27	456	19,56	488	20,86	521	28,65	715		

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

CRESCIMENTO POPULACIONAL POR SETOR CENSITÁRIO															
Identificação Setor Censitário	2015	Densidade (hab/Km <sup>2</sup> )**	População Estimada**	2020	Densidade (hab/Km <sup>2</sup> )**	População Estimada**	2025	Densidade (hab/Km <sup>2</sup> )**	População Estimada**	2030	Densidade (hab/Km <sup>2</sup> )**	População Estimada**	2060	Densidade (hab/Km <sup>2</sup> )**	População Estimada**
		2165	19,12		567	20,58		611	22,04		654	23,51		698	32,28
2166	42,28	489	45,51	527	48,75	564	51,98	602	71,38	826					

\* Fonte dos dados: IBGE, Censo 2010.

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

## 7.3 INUNDAÇÃO DAS BACIAS DO CÓRREGO DO GORDO NO CENÁRIO FUTURO

No Cenário Futuro, foram previstas alterações do uso do solo da bacia do Córrego do Gordo e simuladas vazões dos mesmos a partir das chuvas com períodos de retorno 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:

- Todo o centro urbano da sede de Domingos Martins passa a ser zona urbana com 85% de impermeabilização;
- A área urbana da cabeceira do córrego do Gordo, nos bairros Kurt Levi, Parque Alpino e Parque dos Nobres, passa a ser zona urbana com 65% de impermeabilização, assim como o bairro Vivenda do Imperador nas proximidades da Av. Presidente Vargas;
- O bairro Dulce Ville, localizada ao norte da área urbana do município, passa a ser zona urbana com 65% de impermeabilização; e
- Áreas de pastagem no início do bairro Schlenz passam a zona urbana com 30% 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 para o Córrego do Gordo para o cenário de uso do solo futuro, correspondentes a chuvas com períodos de retorno 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 da Bacia do Córrego do Gordo.

**Tabela 7-3:** Vazões do Córrego do Gordo para chuva com período de retorno de 5 anos e uso do solo futuro.

Elemento hidrológico	% de aumento	Vazão de pico	Elemento hidrológico	% de aumento	Vazão de pico
	%	m <sup>3</sup> /s		%	m <sup>3</sup> /s
<b>Junção-1</b>	12,5	0,9	<b>Sub bacia-2</b>	33,3	0,4
<b>Junção-2</b>	39,4	9,9	<b>Sub bacia-3</b>	21	2,3
<b>Junção-3</b>	28,9	14,7	<b>Sub bacia-3A</b>	150,0	0,5
<b>Junção-4</b>	26,7	16,1	<b>Sub bacia-3B</b>	22,2	3,3
<b>Trecho-1</b>	12,5	0,9	<b>Sub bacia-4</b>	26,9	3,3
<b>Trecho-2</b>	39,4	9,9	<b>Sub bacia-5</b>	44	3,6
<b>Trecho-3</b>	28,9	14,7	<b>Sub bacia-6</b>	3,8	2,7
<b>Trecho-4</b>	26,7	16,1	<b>Sub bacia-7</b>	34,7	3,1
<b>Reservoir-1</b>	-	0,5	<b>Sub bacia-8</b>	0	1,4
<b>Sub bacia-1</b>	12,5	0,9	-	-	-

**Tabela 7-4:** Vazões do Córrego do Gordo para chuva com período de retorno de 10 anos e uso do solo futuro.

Elemento hidrológico	% de aumento	Vazão de pico	Elemento hidrológico	% de aumento	Vazão de pico
	%	m <sup>3</sup> /s		%	m <sup>3</sup> /s
<b>Junção-1</b>	15,3	1,5	<b>Sub bacia-2</b>	40	0,7
<b>Junção-2</b>	35,2	14,2	<b>Sub bacia-3</b>	13,8	3,3
<b>Junção-3</b>	27,5	21,3	<b>Sub bacia-3A</b>	130	0,7
<b>Junção-4</b>	24	23,2	<b>Sub bacia-3B</b>	17,1	4,1
<b>Trecho-1</b>	15,3	1,5	<b>Sub bacia-4</b>	24,2	4,1
<b>Trecho-2</b>	35,5	14,1	<b>Sub bacia-5</b>	39,4	5,3
<b>Trecho-3</b>	27,1	21,1	<b>Sub bacia-6</b>	2,5	4,0
<b>Trecho-4</b>	23,5	23,1	<b>Sub bacia-7</b>	25	4,5
<b>Reservoir-1</b>	-	0,9	<b>Sub bacia-8</b>	4,8	2,2
<b>Sub bacia-1</b>	8,3	1,3	-	-	-

**Tabela 7-5:** Vazões do Córrego do Gordo para chuva com período de retorno de 20 anos e uso do solo futuro.

Elemento hidrológico	% de aumento	Vazão de pico	Elemento hidrológico	% de aumento	Vazão de pico
	%	m <sup>3</sup> /s		%	m <sup>3</sup> /s
<b>Junção-1</b>	15	2,3	<b>Sub bacia-2</b>	8,3	42,8
<b>Junção-2</b>	30,4	19,7	<b>Sub bacia-3</b>	12,2	4,6
<b>Junção-3</b>	22,3	29,6	<b>Sub bacia-3A</b>	120	1,1
<b>Junção-4</b>	19,5	32,4	<b>Sub bacia-3B</b>	18,2	5,2
<b>Trecho-1</b>	15	2,3	<b>Sub bacia-4</b>	20,9	5,2
<b>Trecho-2</b>	29,1	19,5	<b>Sub bacia-5</b>	34,5	7,4
<b>Trecho-3</b>	21,6	29,2	<b>Sub bacia-6</b>	2	5,6
<b>Trecho-4</b>	19,5	32,4	<b>Sub bacia-7</b>	21,5	6,2
<b>Reservoir-1</b>	-	1,4	<b>Sub bacia-8</b>	3,2	3,2
<b>Sub bacia-1</b>	5,2	2	-	-	-

**Tabela 7-6:** Vazões do Córrego do Gordo para chuva com período de retorno de 25 anos e uso do solo futuro.

Elemento hidrológico	% de aumento	Vazão de pico	Elemento hidrológico	% de aumento	Vazão de pico
	%	m <sup>3</sup> /s		%	m <sup>3</sup> /s
<b>Junção-1</b>	13	2,6	<b>Sub bacia-2</b>	37,5	1,1
<b>Junção-2</b>	27,8	21,6	<b>Sub bacia-3</b>	13,3	5,1
<b>Junção-3</b>	20,7	32,6	<b>Sub bacia-3A</b>	116	1,3
<b>Junção-4</b>	19,2	36	<b>Sub bacia-3B</b>	14,5	5,5
<b>Trecho-1</b>	13	2,6	<b>Sub bacia-4</b>	19,5	5,5
<b>Trecho-2</b>	27,9	21,5	<b>Sub bacia-5</b>	32,2	8,2
<b>Trecho-3</b>	20,8	32,4	<b>Sub bacia-6</b>	2	6,2
<b>Trecho-4</b>	18,9	35,8	<b>Sub bacia-7</b>	19,2	6,8
<b>Reservoir-1</b>	-	1,6	<b>Sub bacia-8</b>	2,7	3,7
<b>Sub bacia-1</b>	4,5	2,3	-	-	-

**Tabela 7-7:** Vazões do Córrego do Gordo para chuva com período de retorno de 30 anos e uso do solo futuro.

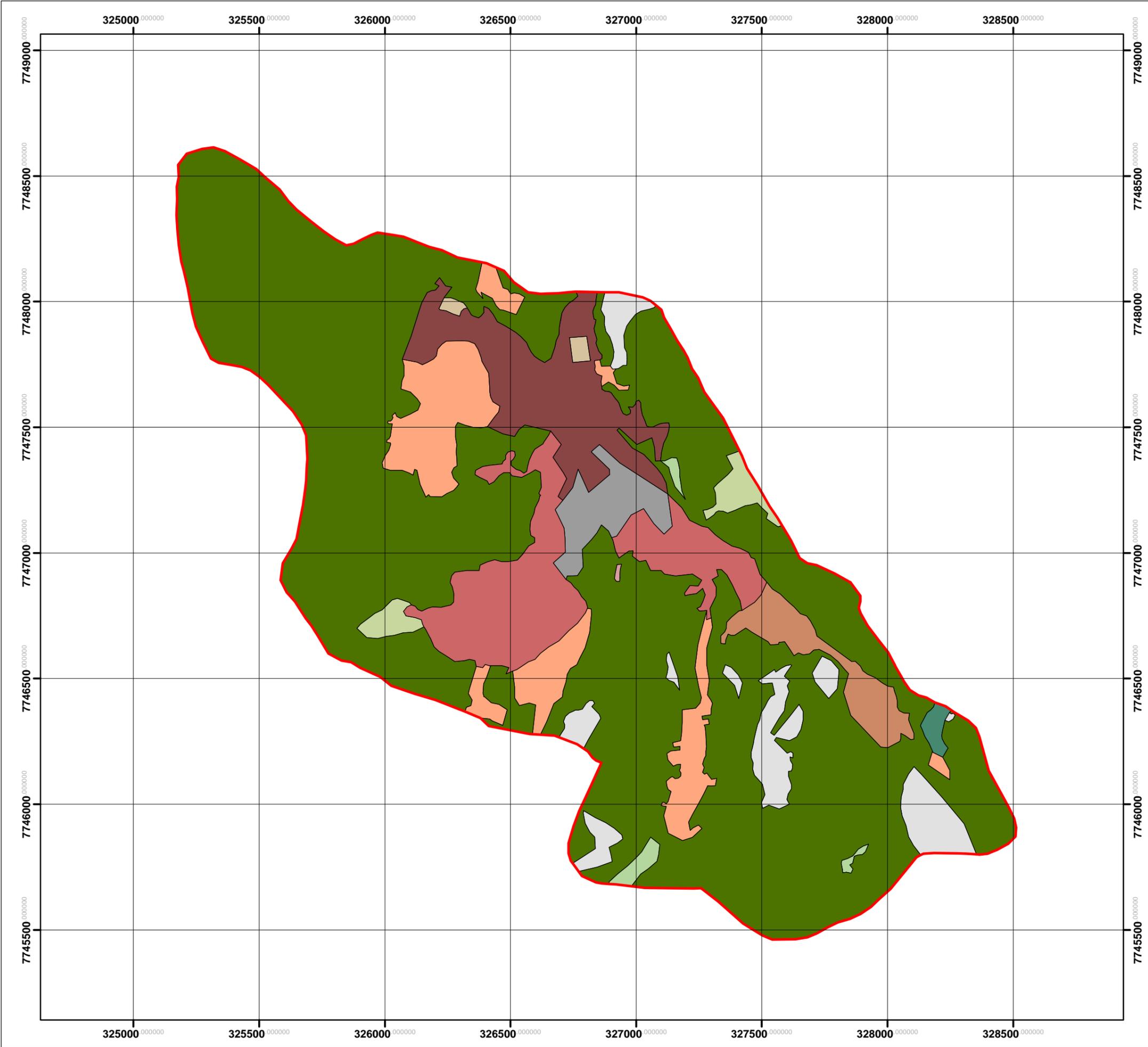
Elemento hidrológico	% de aumento	Vazão de pico	Elemento hidrológico	% de aumento	Vazão de pico
	%	m <sup>3</sup> /s		%	m <sup>3</sup> /s
<b>Junção-1</b>	11,5	2,9	<b>Sub bacia-2</b>	44,4	1,3
<b>Junção-2</b>	25,9	23,3	<b>Sub bacia-3</b>	12,2	5,5
<b>Junção-3</b>	19,3	35,2	<b>Sub bacia-3A</b>	100	1,4
<b>Junção-4</b>	17,5	38,8	<b>Sub bacia-3B</b>	15,6	5,9
<b>Trecho-1</b>	16	2,9	<b>Sub bacia-4</b>	18,3	5,8
<b>Trecho-2</b>	26,7	23,2	<b>Sub bacia-5</b>	30,8	8,9
<b>Trecho-3</b>	19,5	34,9	<b>Sub bacia-6</b>	15	6,8
<b>Trecho-4</b>	17,3	38,6	<b>Sub bacia-7</b>	19,3	7,4
<b>Reservoir-1</b>	-	1,8	<b>Sub bacia-8</b>	2,5	4
<b>Sub bacia-1</b>	4	2,6	-	-	-

**Tabela 7-8:** Vazões do Córrego do Gordo para chuva com período de retorno de 50 anos e uso do solo futuro.

Elemento hidrológico	% de aumento	Vazão de pico	Elemento hidrológico	% de aumento	Vazão de pico
	%	m <sup>3</sup> /s		%	m <sup>3</sup> /s
<b>Junção-1</b>	8,8	3,7	<b>Sub bacia-2</b>	33,3	1,6
<b>Junção-2</b>	23,2	28,6	<b>Sub bacia-3</b>	11,4	6,8
<b>Junção-3</b>	17,3	43,3	<b>Sub bacia-3A</b>	100	1,8
<b>Junção-4</b>	15,8	48,2	<b>Sub bacia-3B</b>	15,2	6,8
<b>Trecho-1</b>	12,12	3,7	<b>Sub bacia-4</b>	17,5	6,7
<b>Trecho-2</b>	23,3	28,5	<b>Sub bacia-5</b>	27,5	11,1
<b>Trecho-3</b>	17,4	43,1	<b>Sub bacia-6</b>	1,2	8,4
<b>Trecho-4</b>	16	48	<b>Sub bacia-7</b>	18,8	9,1
<b>Reservoir-1</b>	-	2,4	<b>Sub bacia-8</b>	19	5,2
<b>Sub bacia-1</b>	3	3,4	-	-	-

**Tabela 7-9:** Vazões do Córrego do Gordo para chuva com período de retorno de 100 anos e uso do solo futuro.

Elemento hidrológico	% de aumento	Vazão de pico	Elemento hidrológico	% de aumento	Vazão de pico
	%	m <sup>3</sup> /s		%	m <sup>3</sup> /s
<b>Junção-1</b>	11,1	5	<b>Sub bacia-2</b>	29,4	2,2
<b>Junção-2</b>	19,3	37	<b>Sub bacia-3</b>	9,8	8,9
<b>Junção-3</b>	14,8	56,4	<b>Sub bacia-3A</b>	78,5	2,5
<b>Junção-4</b>	13	63	<b>Sub bacia-3B</b>	12,16	8,3
<b>Trecho-1</b>	11,1	5	<b>Sub bacia-4</b>	14	8,1
<b>Trecho-2</b>	19,7	37	<b>Sub bacia-5</b>	24,5	14,7
<b>Trecho-3</b>	14,7	56,1	<b>Sub bacia-6</b>	1	11,1
<b>Trecho-4</b>	13,5	63	<b>Sub bacia-7</b>	14,7	11,7
<b>Reservoir-1</b>	-	3,2	<b>Sub bacia-8</b>	1,4	7,1
<b>Sub bacia-1</b>	2,1	4,8	-	-	-



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

**Legenda**

**Limite de Bacia Urbana**

Córrego do Gordo

**Uso e Ocupação do Solo**

- |                     |                |
|---------------------|----------------|
| Afloramento rochoso | Café           |
| Área industrial 72  | Cultura perene |
| Área urbana 12      | Floresta       |
| Área urbana 30      | Pastagem       |
| Área urbana 38      | Pasto sujo     |
| Área urbana 65      |                |
| Área urbana 85      |                |

**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.  
 GEOBASES. Bacias Hidrográficas.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	03/09/2013

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

*Título:*  
 Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do  
 Córrego do Gordo para o Cenário Futuro

*Responsável técnico:*  
 Marco Aurélio C. Caiado  
 Eng. Agrônomo, Ph. D.  
 CREA-ES 3757/D

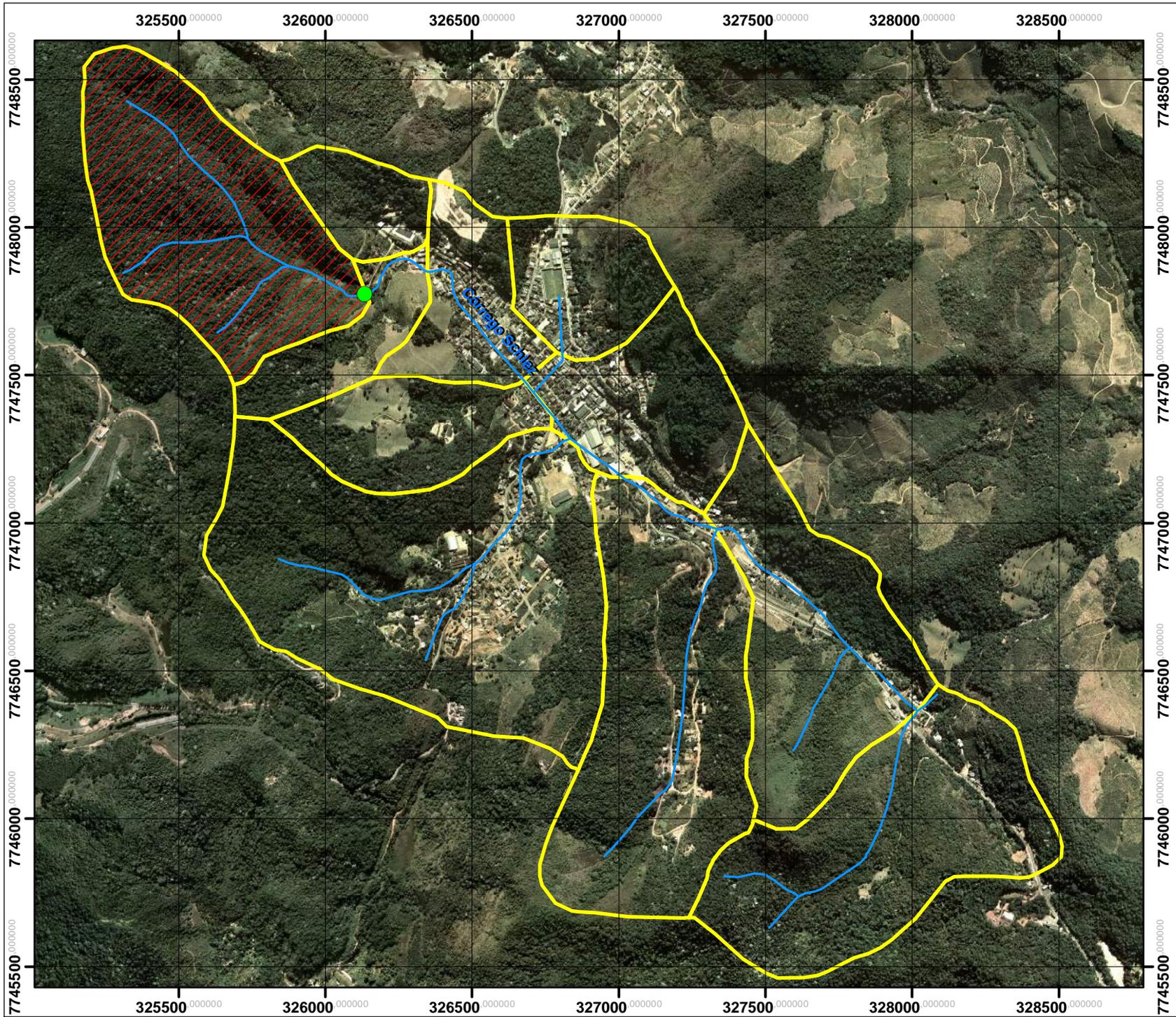
*Elaboração:*  
 Tainah Chistina Teixeira de Souza  
 Estagiária em Engenharia  
 Sanitária e Ambiental

Escala: 1:15,000

Folha: 1 de 1 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3 Nº: **Figura 7-6**

*Contratante:* *Consórcio:*



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

**Legenda**

- Ponto de barramento
- Bacia de drenagem do barramento
- Divisão de subbacias
- Cursos d'água

**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.  
 GEOBASES. Cursos D'água

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	14/08/2013

**Projeto:**  
 Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

**Título:**  
 Mapa da bacia do barramento proposto no Cenário Alternativo

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

**Elaboração:**  
 Felipe Zuccolotto Pereira  
 Tecgº em Saneamento Ambiental

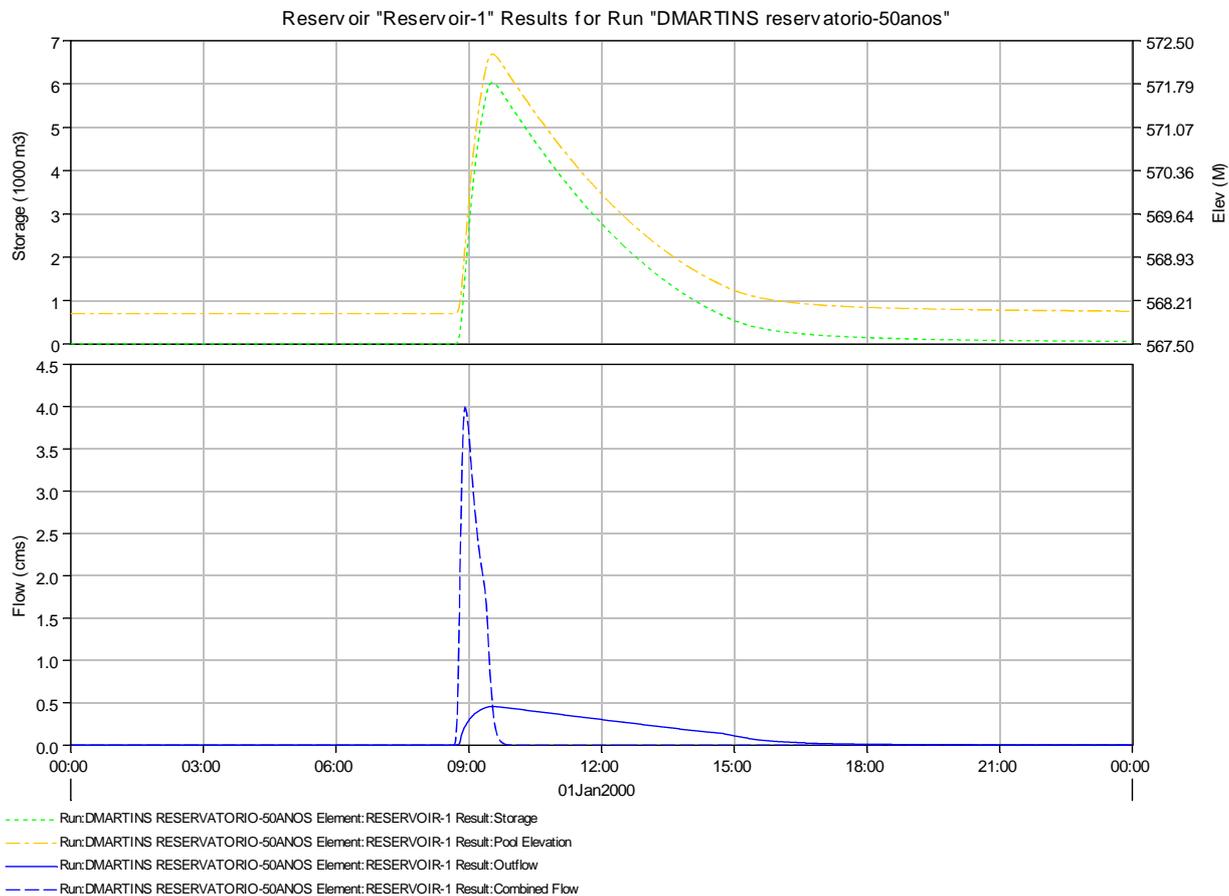
Escala: 1:18.000

Folha: 1 de 1      Local: Domingos Martins - ES

Papel: A4      Nº: **Figura 7-20**

Contratante:      Consórcio:

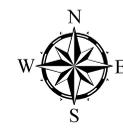
A barragem a ser reativada, está localizada no córrego Schlenz a aproximadamente 200 metros da área urbana Domingos Martins. A **Figura 7-21** apresenta o resultado da modelagem do funcionamento da barragem frente a uma chuva de 50 anos de recorrência.



**Figura 7-21:** Gráfico de eficiência de contenção de águas pluviais da barragem estudada.

É importante observar que a barragem estudada obteve 87,5% de eficiência na redução do pico da vazão, reduzindo o pico de 4,0 m<sup>3</sup>/s para 0,5 m<sup>3</sup>/s, atrasando o mesmo em 35 minutos.

A **Figura 7-22** apresenta o mapa de detalhe da barragem estudada com a área inundada temporariamente.



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

**Legenda**

- █ Barragem
- Área inundada temporariamente
- Cursos d'água

**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.  
 GEOBASES. Cursos D'água

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	14/08/2013

**Projeto:**  
 Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

**Título:**  
 Mapa de Detalhe da Barragem para o cenário alternativo

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

**Elaboração:**  
 Felipe Zuccolotto Pereira  
 Tecgº em Saneamento Ambiental

**Escala:** 1: 2.500

**Folha:** 1 de 1 **Local:** Domingos Martins - ES

**Papel:** A4 **Nº:** **Figura 7-22**

**Contratante:** **Consórcio:**



A área de inundação temporária da barragem estudada é ocupada por espécies vegetais típicas de alagados e brejos, como a Taboa (*Typha dominguensis*), além de algumas espécies arbustivas e arbóreas isoladas, conforme pode ser observadas na **Figura 7-23** e na **Figura 7-24**.



**Figura 7-23:** Estrutura do barramento existente no córrego Schlenz.



**Figura 7-24:** Detalhe da vegetação da área de inundação temporária da barragem.

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

O valor estimado para o cenário 2 foi de **R\$ 5.300.000,00**.

## 8 CONCLUSÕES

Como resultado deste trabalho, conclui-se que:

- Os dispositivos de macrodrenagem existentes no Centro de Domingos Martins mostraram-se eficientes, em sua grande maioria, para precipitações com tempo de recorrência de 25 anos;
- Alagamentos em pontos específicos, em épocas de constante precipitação, podem ser explicados pela falta de manutenção dos dispositivos de microdrenagem, visto que estes se encontram assoreados nos pontos citados;
- No córrego Schlenz, onde este é canalizado com galerias circulares de 1 m, da Rua Carlos Germando Schwambach até a Rua G. Gerald, os dispositivos de drenagem implantados nas obras de 2009, se mostraram eficientes para vazões com recorrência de 30 anos;
- A população de Domingos Martins tem apresentado crescimento populacional que tende a levar sua população dos atuais 31.847 habitantes (censo de 2010) para 42.397 habitantes em 2030 (33,4% de crescimento) e 52.948 habitantes em 2050 (66,2% de crescimento). Este crescimento resultará em mudanças no uso do solo, restringindo-se, principalmente às zonas urbanas e periurbanas;
- Para uma chuva intensa com período de retorno de 25 anos, prevê-se que a vazão no trecho final do córrego do Gordo passe de 22,3 m<sup>3</sup>/s para 34,0 m<sup>3</sup>/s (aumento de 52%) se ocorrer à tendência de expansão urbana prevista;
- Com a expansão urbana, prevê-se:
  - No córrego do Gordo, dentro bairro Jardim Campestre, onde este flui em canal aberto, a mancha de inundação futura foi de 20 m. Com isso, prevê-se que os terrenos dos domicílios construídos junto as margem do córrego do Gordo fiquem inundados em chuvas com períodos de retorno de 20 anos;

- No córrego Schlenz, no trecho em canal aberto, por trás do antigo Hotel Imperador, as simulações hidráulicas futuras mostraram manchas de inundação de 20 metros para tempo de recorrência de 20 anos. Um aumento de 45%, para o mesmo tempo de recorrência, em relação às simulações atuais;
- No córrego Nicolau Velten, em seu trecho canalizado, haverá ineficiência de escoamento dos dispositivos de drenagem existentes para vazões com recorrência de 20 anos.
- Para a solução dos problemas de inundação do córrego do Gordo foram propostos dois cenários alternativos;
- O Cenário 1 é caracterizado, principalmente, pela substituição de dispositivos de drenagem existentes no córrego do Gordo, antes da junção com o córrego Schlenz (entre os bairros Parque Alpino e Centro);
- O Cenário 2 é caracterizado, principalmente, pela reativação da barragem a montante da sede municipal de Domingos Martins, no córrego Schlenz. Assim, os dispositivos de drenagem propostos neste córrego e os posteriores à Fabrica de Refrigerantes Coroa suportarão precipitações de período de recorrência igual a 50 anos;
- A implantação do Cenário 1 teve valor estimado em **R\$ 4.750.000,00**; e
- A implantação do Cenário 2 teve valor estimado em **R\$ 5.300.000,00**.

## 9 REFERÊNCIAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PAÇO, N. M. S. **Estabelecimento de Hidrogramas Unitários. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil**. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. 2008. Disponível em: <[https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/232943/1/Tese\\_final.pdf](https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/232943/1/Tese_final.pdf)> Acesso em: 20 de fev. de 2011.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

WINKLER, A. S., TEIXEIRA, C. F. A., DAMÉ, R. C. F., WINKE, L. O. L. **Estimativa do tempo de concentração de uma bacia hidrográfica: comparação entre metodologias. XIII 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>	Eng <sup>o</sup> 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>	Eng <sup>o</sup> 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>	Felippe Zucolotto Pereira
<b>Formação</b>	Tecnólogo em Saneamento Ambiental
<b>Empresa</b>	<b>AVANTEC Engenharia Ltda.</b>
<b>Responsável pela(s) seção(ões)</b>	Modelagem Hidrológica, Modelagem Hidráulica, Diagnóstico das Bacias, Proposição de Cenários, Geoprocessamento e Orçamento
<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>Profissional</b>	Fillipe Tesch
<b>Formação</b>	Tecg <sup>o</sup> 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>	Coordenação Operacional e Revisão Técnica
<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:** Projetos de Macrodrenagem executados em 2009.

**ANEXO II-a:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual.

**ANEXO II-b:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual.

**ANEXO II-c:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 147).

**ANEXO II-d:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 148).

**ANEXO III-a:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 179).

**ANEXO III-b:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 180).

**ANEXO III-c:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 147).

**ANEXO III-d:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 148).

**ANEXO IV-a:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 179).

**ANEXO IV-b:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 180).

**ANEXO IV-c:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 147).

**ANEXO IV-d:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 148).

**ANEXO V-a:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 179).

**ANEXO V-b:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 180).

**ANEXO V-c:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 147).

**ANEXO V-d:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 148).

**ANEXO VI-a:** Mapa de soluções propostas para Domingos Martins no Cenário  
1 (Folha 1 de 2).

**ANEXO VI-b:** Mapa de soluções propostas para Domingos Martins no Cenário  
1 (Folha 2 de 2).

**ANEXO VII-a:** Mapa de soluções propostas para Domingos Martins no Cenário  
2 (Folha 1 de 2).

**ANEXO VII-b:** Mapa de soluções propostas para Domingos Martins no Cenário  
2 (Folha 2 de 2).

**ANEXO I:** Projetos de Macrodrenagem executados em 2009.







- ### Legenda
- Poços de Visita
  - Schlenz - Trecho1
  - Schlenz - Trecho2
  - Schlenz - Trecho3
  - Nicolau Velten
  - Gordo Principal
  - Gordo Auxiliar
  - Drenagem Existente no Córrego do Gordo
  - Drenagem em Obras no Córrego do Gordo (DER)
  - Drenagem Existente no Córrego Nicolau Velten
  - Drenagem Existente no Córrego Schlenz
  - Drenagem em Obras no Córrego Schlenz (DER)

**PREFEITURA MUNICIPAL DE DOMINGOS MARTINS**  
**SECRETARIA DE OBRAS E SERVIÇOS URBANOS**

COMPLEMENTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS NECESSÁRIOS AO  
 DETALHAMENTO DE PROJETOS BÁSICOS, ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO E DOS ESTUDOS E  
 RELATÓRIOS DE IMPACTO AMBIENTAL DAS OBRAS DE MACRODRENAGEM PARA O  
 MUNICÍPIO DE DOMINGOS MARTINS

CONTEÚDO: **MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS INTERVENÇÕES NA BACIA DO CÓRREGO SCHLENZ**

FIGURA: **Figura 1.1.C** ESCALA: **1/1000** DATA: **Março/2009**

Elano Laminha de Azevedo  
 Responsável Técnico  
 CREA - 17.178 - D  
 Arquitetura Consultoria S/S Ltda  
 AQUARIUM

**ANEXO II-a:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual.



**ANEXO II-b:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual.



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

**Legenda**

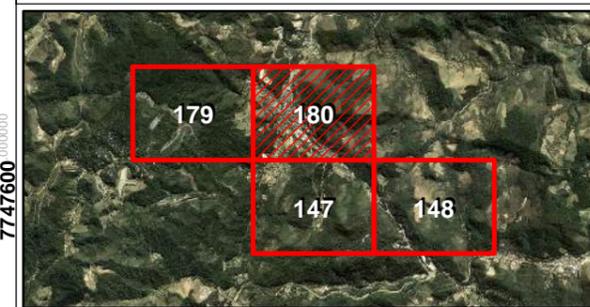
**Suscetibilidade à inundação associada ao tempo de recorrência (Área Molhada)**

- 100 anos (2,95 ha)    20 anos (2,20 ha)
- 50 anos (2,68 ha)    10 anos (1,90 ha)
- 30 anos (2,32 ha)    5 anos (1,70 ha)
- 25 anos (2,25 ha)

**Suscetibilidade à inundação associada ao tempo de recorrência (domicílios atingidos)**

- 5 anos (6 domicílios)
- 25 anos (10 domicílios)

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	17/09/2013

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
Mapa de Suscetibilidade à Inundação de Domingos Martins-ES  
Cenário Atual

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

Elaboração:  
  
Felippe Zuccolotto Pereira  
Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000    0    30    60    120    180    240 m

Carta: 180    Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3    Nº: ANEXO II-b

Contratante:    Consórcio:



**ANEXO II-c:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 147).



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

**Legenda**

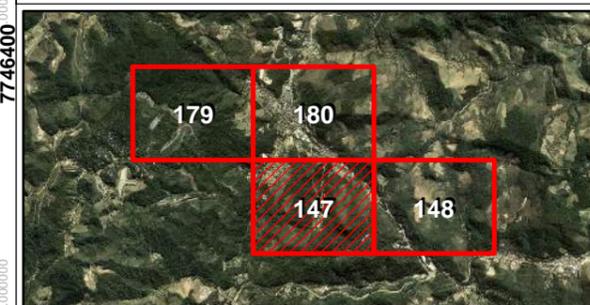
**Suscetibilidade à inundação associada ao tempo de recorrência (Área Molhada)**

- 100 anos (2,95 ha)      20 anos (2,20 ha)
- 50 anos (2,68 ha)      10 anos (1,90 ha)
- 30 anos (2,32 ha)      5 anos (1,70 ha)
- 25 anos (2,25 ha)

**Suscetibilidade à inundação associada ao tempo de recorrência (domicílios atingidos)**

- 5 anos (6 domicílios)
- 25 anos (10 domicílios)

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	17/09/2013

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
Mapa de Suscetibilidade à Inundação de Domingos Martins-ES  
Cenário Atual

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

Elaboração:  
  
Felippe Zuccolotto Pereira  
Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000      0    30    60    120    180    240  
m

Carta: 147      Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3      Nº: ANEXO II-c

Contratante:      Consórcio:



**ANEXO II-d:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 148).



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

**Legenda**

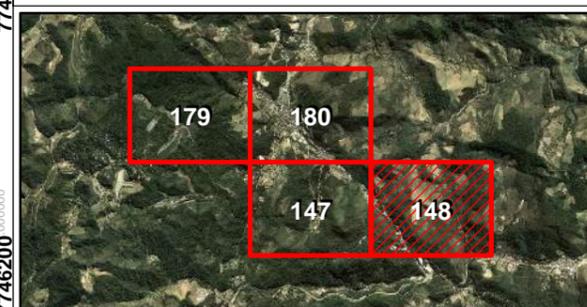
**Suscetibilidade à inundação associada ao tempo de recorrência (Área Molhada)**

100 anos (2,95 ha)	20 anos (2,20 ha)
50 anos (2,68 ha)	10 anos (1,90 ha)
30 anos (2,32 ha)	5 anos (1,70 ha)
25 anos (2,25 ha)	

**Suscetibilidade à inundação associada ao tempo de recorrência (domicílios atingidos)**

5 anos (6 domicílios)  
 25 anos (10 domicílios)

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

∅	Emissão original	17/09/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:  
 Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
 Mapa de Suscetibilidade à Inundação de Domingos Martins-ES  
 Cenário Atual

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

Elaboração:  
 Felipe Zuccolotto Pereira  
 Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000 m

Carta: 148 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO II-d

Contratante: Consórcio:



**ANEXO III-a:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 179).



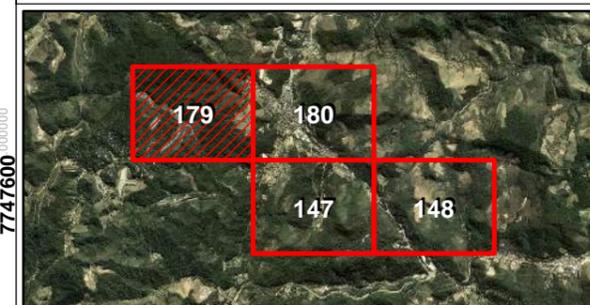
Projeção: Universal Transversa Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
 Fuso: 24 Hemisfério Sul

**Legenda**

**Classes de Risco de Inundação**

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

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	17/09/2013

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
Mapa de Risco à Inundação da Área Urbana de Domingos Martins-ES  
Cenário Atual

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

Elaboração:  
  
Felipe Zuccolotto Pereira  
Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000 m

Carta: 179 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO III-a

Contratante: Consórcio:



**ANEXO III-b:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 180).



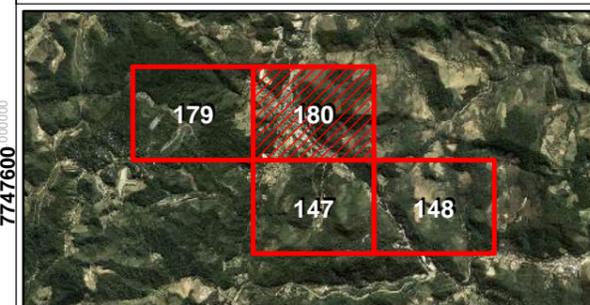
Projeção: Universal Transversa Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
 Fuso: 24 Hemisfério Sul

**Legenda**

**Classes de Risco de Inundação**

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

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	17/09/2013

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
Mapa de Risco à Inundação da Área Urbana de Domingos Martins-ES  
Cenário Atual

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

Elaboração:  
  
Felippe Zuccolotto Pereira  
Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000 m

Carta: 180	Local: Domingos Martins - ES
Papel: A3	Nº: ANEXO III-b

Contratante: Consórcio:



**ANEXO III-c:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 147).



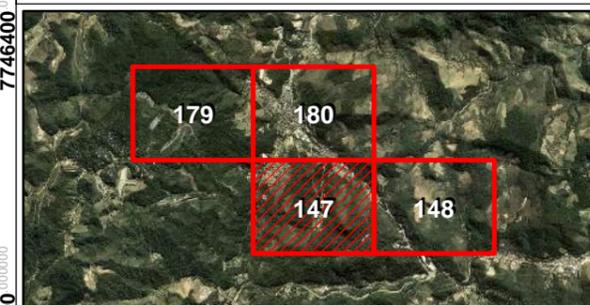
Projeção: Universal Transversa Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
 Fuso: 24 Hemisfério Sul

**Legenda**

**Classes de Risco de Inundação**

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

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	17/09/2013

Projeto:  
 Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
 Mapa de Risco à Inundação da Área Urbana de Domingos Martins-ES  
 Cenário Atual

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

Elaboração:  
 Felipe Zuccolotto Pereira  
 Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000 m

Carta: 147 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO III-c

Contratante: Consórcio:



**ANEXO III-d:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário atual (Carta 148).



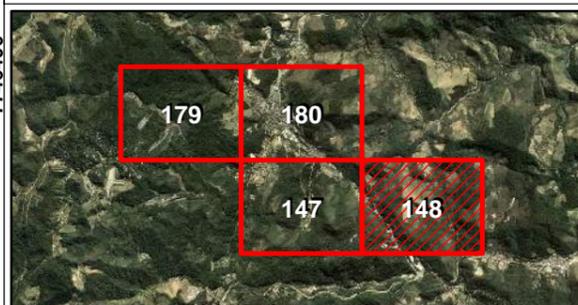
Projeção: Universal Transversa Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
 Fuso: 24 Hemisfério Sul

**Legenda**

**Classes de Risco de Inundação**

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

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	17/09/2013

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
Mapa de Risco à Inundação da Área Urbana de Domingos Martins-ES  
Cenário Atual

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

Elaboração:  
  
Felippe Zuccolotto Pereira  
Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000 m

Carta: 148 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO III-d

Contratante: Consórcio:



**ANEXO IV-a:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 179).



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

**Legenda**

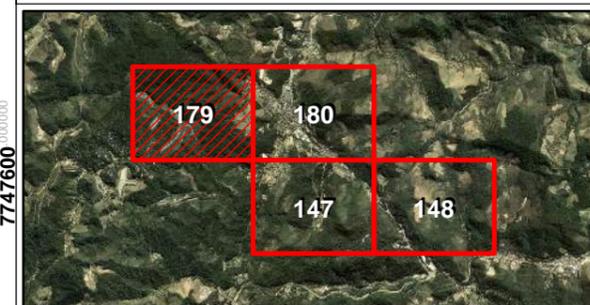
**Suscetibilidade à inundação associada ao tempo de recorrência (Área Molhada)**

- 100 anos (4,35 ha)    20 anos (2,50 ha)
- 50 anos (3,35 ha)    10 anos (2,22 ha)
- 30 anos (2,62 ha)    5 anos (2,00 ha)
- 25 anos (2,55 ha)

**Suscetibilidade à inundação associada ao tempo de recorrência (domicílios atingidos)**

- 5 anos (6 domicílios)
- 25 anos (12 domicílios)

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	17/09/2013

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
Mapa de Suscetibilidade à Inundação de Domingos Martins-ES  
Cenário Futuro

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

Elaboração:  
  
Felippe Zuccolotto Pereira  
Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000    0    30    60    120    180    240 m

Carta: 179    Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3    Nº: ANEXO IV-a

Contratante:    Consórcio:



**ANEXO IV-b:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 180).



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

**Legenda**

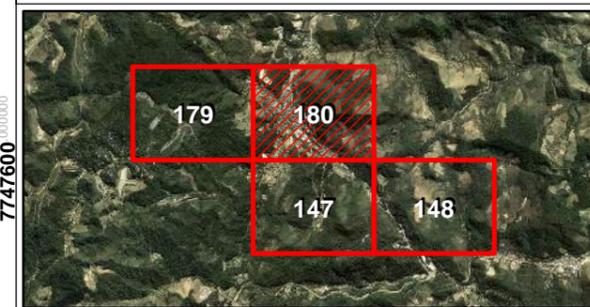
**Suscetibilidade à inundação associada ao tempo de recorrência (Área Molhada)**

- 100 anos (4,35 ha)
- 50 anos (3,35 ha)
- 30 anos (2,62 ha)
- 25 anos (2,55 ha)
- 20 anos (2,50 ha)
- 10 anos (2,22 ha)
- 5 anos (2,00 ha)

**Suscetibilidade à inundação associada ao tempo de recorrência (domicílios atingidos)**

- 5 anos (6 domicílios)
- 25 anos (12 domicílios)

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	17/09/2013

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
Mapa de Suscetibilidade à Inundação de Domingos Martins-ES  
Cenário Futuro

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

Elaboração:  
Felipe Zuccolotto Pereira  
Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000

Carta: 180 Local: Domingos Martins - ES  
 Papel: A3 Nº: ANEXO IV-b

Contratante: Consórcio:



**ANEXO IV-c:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 147).



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

**Legenda**

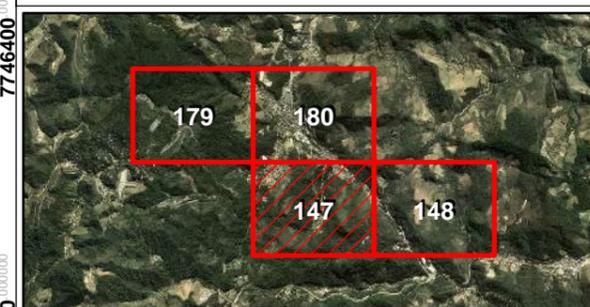
**Suscetibilidade à inundação associada ao tempo de recorrência (Área Molhada)**

- 100 anos (4,35 ha)    20 anos (2,50 ha)
- 50 anos (3,35 ha)    10 anos (2,22 ha)
- 30 anos (2,62 ha)    5 anos (2,00 ha)
- 25 anos (2,55 ha)

**Suscetibilidade à inundação associada ao tempo de recorrência (domicílios atingidos)**

5 anos (6 domicílios)  
 25 anos (12 domicílios)

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	17/09/2013

Projeto:  
 Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
 Mapa de Suscetibilidade à Inundação de Domingos Martins-ES  
 Cenário Futuro

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

Elaboração:  
 Felipe Zuccolotto Pereira  
 Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000    0    30    60    120    180    240 m

Carta: 147    Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3    Nº: ANEXO IV-c

Contratante:    Consórcio:



**ANEXO IV-d:** Mapa de Suscetibilidade a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 148).



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

**Legenda**

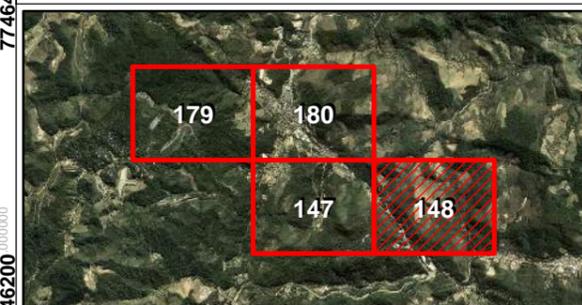
**Suscetibilidade à inundação associada ao tempo de recorrência (Área Molhada)**

100 anos (4,35 ha)	20 anos (2,50 ha)
50 anos (3,35 ha)	10 anos (2,22 ha)
30 anos (2,62 ha)	5 anos (2,00 ha)
25 anos (2,55 ha)	

**Suscetibilidade à inundação associada ao tempo de recorrência (domicílios atingidos)**

5 anos (6 domicílios)  
 25 anos (12 domicílios)

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

∅	Emissão original	17/09/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:  
 Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
 Mapa de Suscetibilidade à Inundação de Domingos Martins-ES  
 Cenário Futuro

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

Elaboração:  
 Felipe Zuccolotto Pereira  
 Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000 m

Carta: 148 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO IV-d

Contratante: Consórcio:



**ANEXO V-a:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 179).

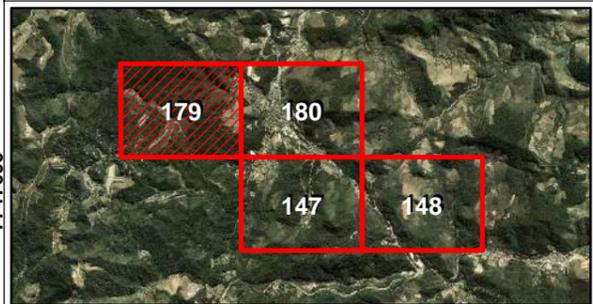


Projeção: Universal Transversa Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
 Fuso: 24 Hemisfério Sul

**Legenda**

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

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	17/09/2013

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
Mapa de Risco à Inundação da Área Urbana de Domingos Martins-ES  
Cenário Futuro

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

Elaboração:  
  
Felipe Zuccolotto Pereira  
Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000 m

Carta: 179 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO V-a

Contratante: Consórcio:



**ANEXO V-b:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 180).



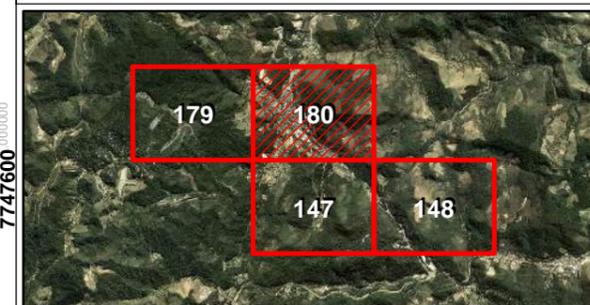
Projeção: Universal Transversa Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
 Fuso: 24 Hemisfério Sul

**Legenda**

**Classes de Risco de Inundação**

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

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

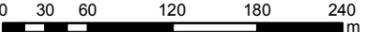
REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	17/09/2013

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
Mapa de Risco à Inundação da Área Urbana de Domingos Martins-ES  
Cenário Futuro

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

Elaboração:  
  
Felipe Zuccolotto Pereira  
Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000 

Carta: 180 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO V-b

Contratante: Consórcio:



**ANEXO V-c:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 147).



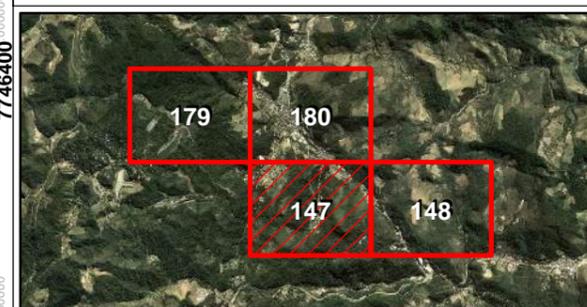
Projeção: Universal Transversa Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
 Fuso: 24 Hemisfério Sul

**Legenda**

**Classes de Risco de Inundação**

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

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	17/09/2013

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
Mapa de Risco à Inundação da Área Urbana de Domingos Martins-ES  
Cenário Futuro

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

Elaboração:  
  
Felippe Zuccolotto Pereira  
Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000 m

Carta: 147 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO V-c

Contratante: Consórcio:



**ANEXO V-d:** Mapa de Risco a Inundação para o município de Domingos Martins-ES no cenário futuro (Carta 148).



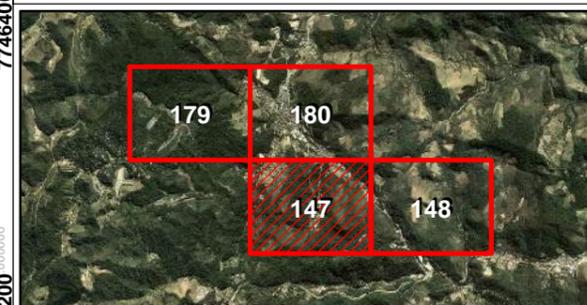
Projeção: Universal Transversa Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
 Fuso: 24 Hemisfério Sul

**Legenda**

**Classes de Risco de Inundação**

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

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	17/09/2013

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
Mapa de Risco à Inundação da Área Urbana de Domingos Martins-ES  
Cenário Futuro

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

Elaboração:  
  
Felipe Zuccolotto Pereira  
Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:5.000 m

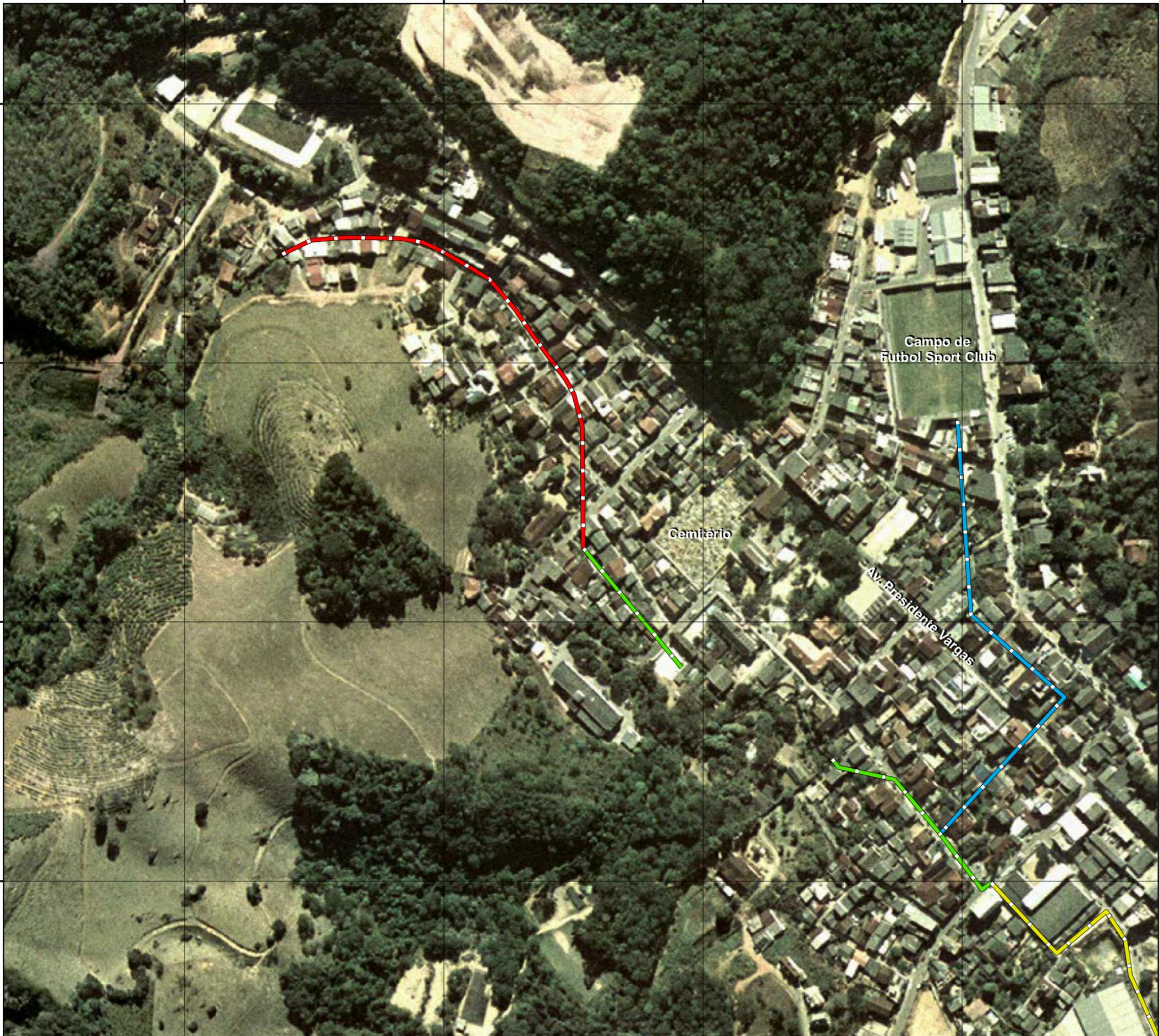
Carta: 147 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO V-d

Contratante: Consórcio:



**ANEXO VI-a:** Mapa de soluções propostas para Domingos Martins no Cenário  
1 (Folha 1 de 2).



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

**Legenda**

- Galeria 2,20m x 1,80m (existente)
- Galeria 2,00m x 1,60m (existente)
- Galeria 1,50m x 1,00m (existente)
- Bueiro 1000mm (existente)

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	11/09/2013

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
Mapa de Soluções Construtivas e Não Construtivas de Domingos Martins-ES  
Cenário 01

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

Elaboração:  
  
Felipe Zuccolotto Pereira  
Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:3.000

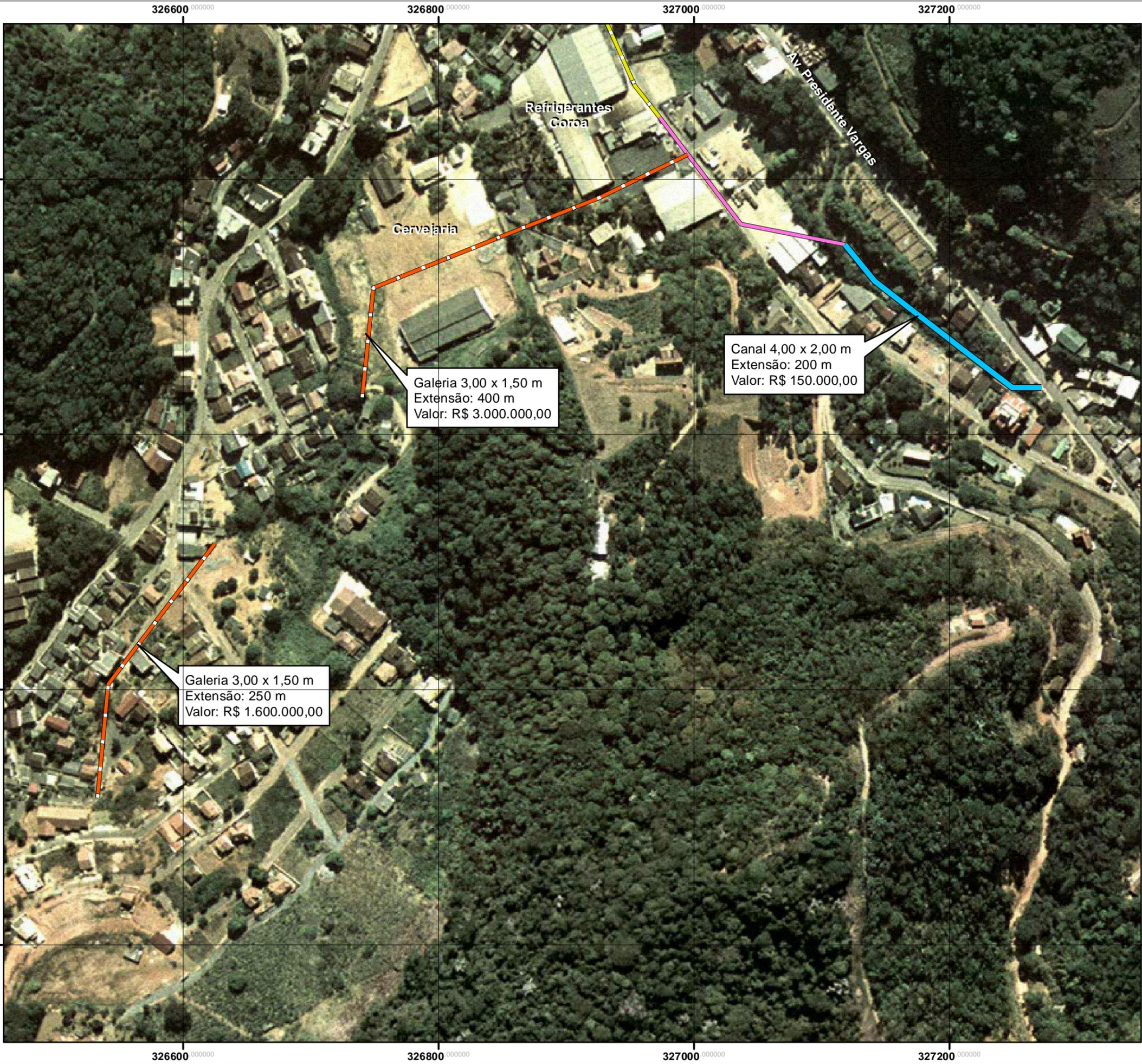
Folha: 01-02      Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3      Nº: ANEXO VI-a

Contratante:      Consórcio:



**ANEXO VI-b:** Mapa de soluções propostas para Domingos Martins no Cenário  
1 (Folha 2 de 2).



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

**Legenda**

- Galeria 3,00m x 1,50m
- Canal 4,00m x 2,00m
- Galeria 3,00m x 1,80m (existente)
- Galeria 2,20m x 1,80m (existente)

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	11/09/2013

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
Mapa de Soluções Construtivas e Não Construtivas de Domingos Martins-ES  
Cenário 01

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

Elaboração:  
  
Felipe Zuccolotto Pereira  
Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:3.000

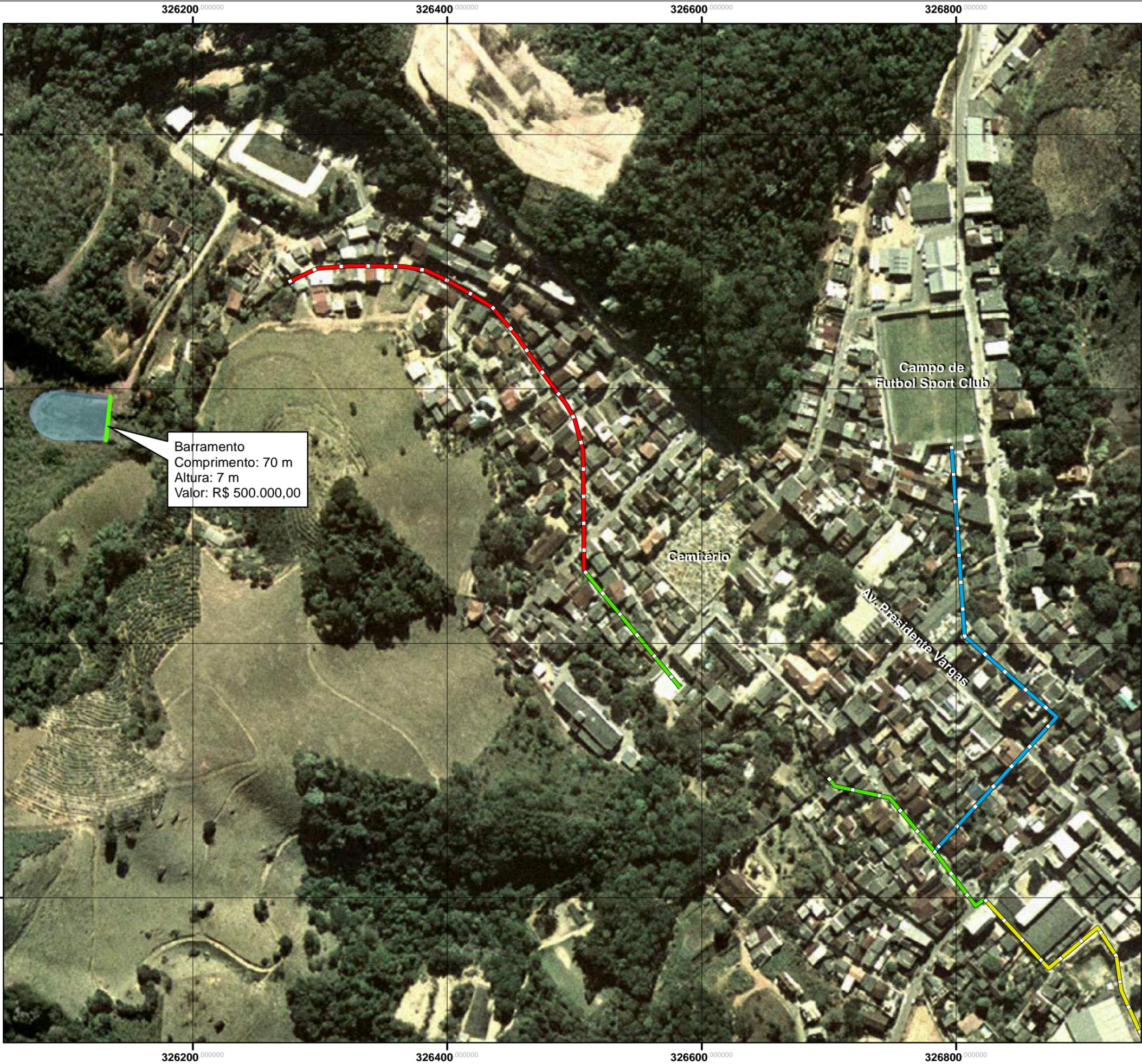
Folha: 02-02 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO VI-b

Contratante: Consórcio:



**ANEXO VII-a:** Mapa de soluções propostas para Domingos Martins no Cenário  
2 (Folha 1 de 2).



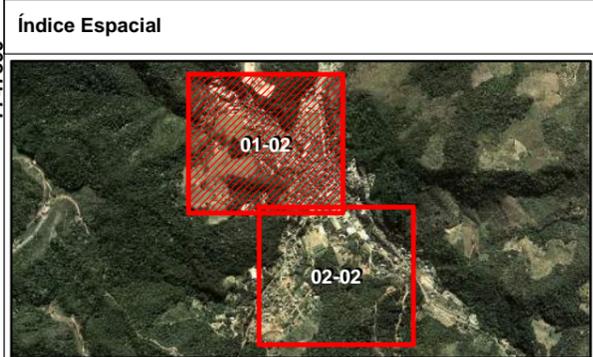
Barramento  
 Comprimento: 70 m  
 Altura: 7 m  
 Valor: R\$ 500.000,00



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

**Legenda**

- Galeria 2,20m x 1,80m (existente)
- Galeria 2,00m x 1,60m (existente)
- Galeria 1,50m x 1,00m (existente)
- Bueiro 1000mm (existente)
- Barramento (existente)
- Área inundada temporariamente



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	11/09/2013

Projeto:  
 Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
 Mapa de Soluções Construtivas e Não Construtivas de Domingos Martins-ES  
 Cenário 02

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

Elaboração:  
 Felipe Zuccolotto Pereira  
 Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:3.000

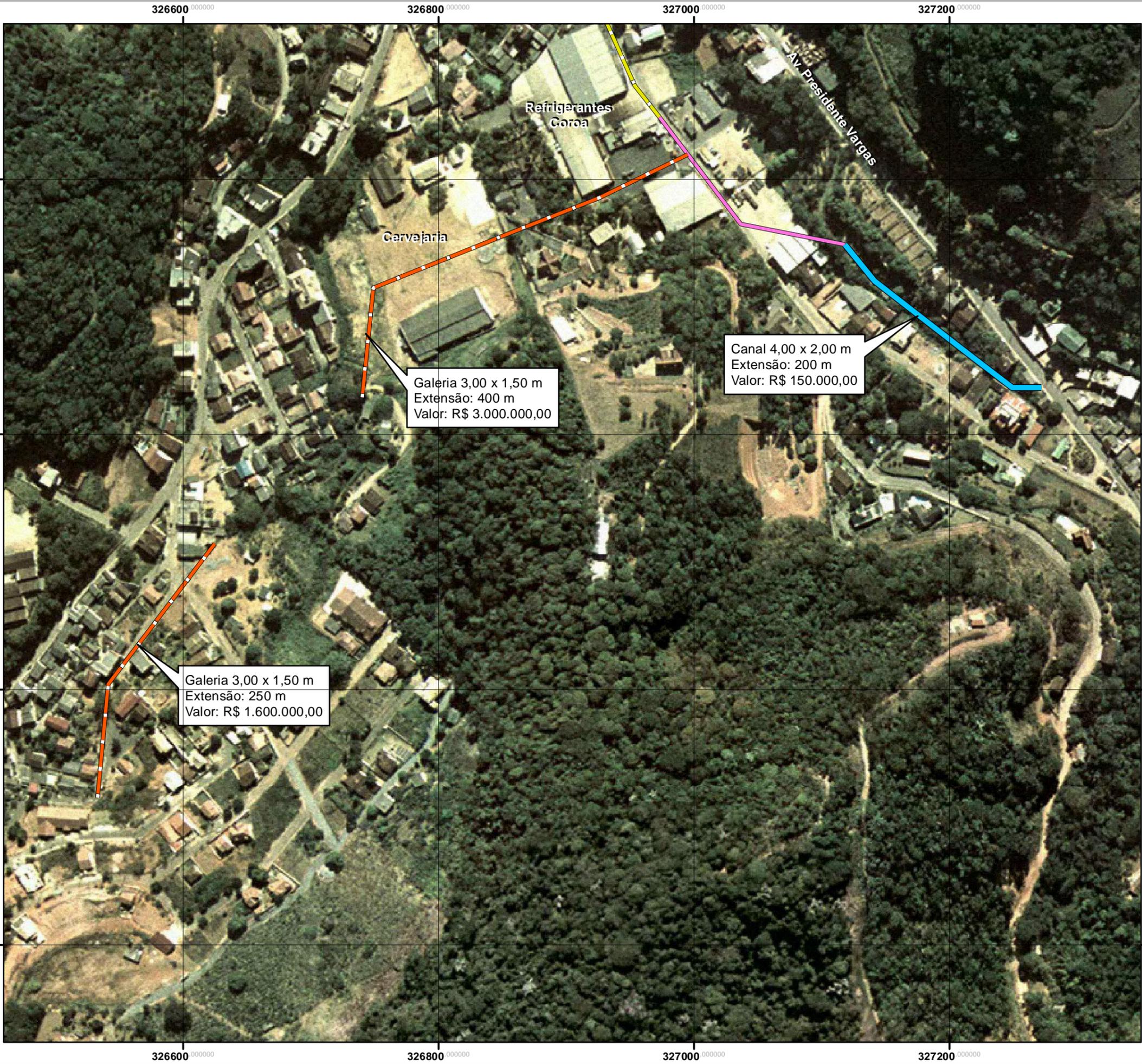
Folha: 01-02      Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3      Nº: ANEXO VII-a

Contratante:      Consórcio:



**ANEXO VII-b:** Mapa de soluções propostas para Domingos Martins no Cenário  
2 (Folha 2 de 2).



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

**Legenda**

- Galeria 3,00m x 1,50m
- Canal 4,00m x 2,00m
- Galeria 3,00m x 1,80m (existente)
- Galeria 2,20m x 1,80m (existente)

**Índice Espacial**



**Documentação e Referências**

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	DATA
0	Emissão original	11/09/2013

Projeto:  
Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:  
Mapa de Soluções Construtivas e Não Construtivas de Domingos Martins-ES  
Cenário 02

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

Elaboração:  
  
Felipe Zuccolotto Pereira  
Tengº Saneamento Ambiental

Escala: 1:3.000

Folha: 02-02 Local: Domingos Martins - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO VII-b

Contratante: Consórcio:

