

Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Ibatiba

– Volume I: Diagnóstico e Prognóstico de Inundações –



AVANTEC
Engenharia


Zemlya
CONSULTORIA E SERVIÇOS

ZAV-SED-DIA_IBT_01.001-R0

Dezembro / 2013

 SECRETARIA DE SANEAMENTO, HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO ESPIRITO SANTO <small>ONDE CRESCE A VIDA</small>	Nº: ZAV-SED-DIA_IBT_01.001-R0								
	CLIENTE: Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano PROJETO: Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Ibatiba.								
 AVANTEC Engenharia Zemlya	TÍTULO: VOLUME I: DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DE INUNDAÇÕES							MEIO AMBIENTE ENGENHARIA	
								RUBRICA:	
RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO DOCUMENTO: Marco Aurélio Costa Caiado Engenheiro Agrônomo, Ph. D. CREA-ES nº 3757/D									
ÍNDICE DE REVISÕES									
REV.	 DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS								
0	EMISSÃO INICIAL								
	REV. 0	REV. 1	REV. 2	REV. 3	REV. 4	REV. 5	REV. 6	REV. 7	REV. 8
DATA	27/12/2013								
EXECUÇÃO									
VERIFICAÇÃO									
APROVAÇÃO									
FORMULÁRIO PERTENCENTE À AVANTEC ENGENHARIA									

APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o volume I do Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Ibatiba, 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 inundaçāo, 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 Ibatiba 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 1^a Etapa: Plano de Trabalho – Município de Ibatiba, que também norteia o presente documento.

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS.....	19
3	FUNDAMENTOS.....	20
4	METAS.....	21
5	INFORMAÇÕES CEDIDAS PELO CONTRATANTE E PELO MUNICÍPIO	22
6	DIAGNÓSTICO	23
6.1	ÁREAS DE INTERVENÇÃO.....	23
6.2	APROPRIAÇÃO DA EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS	23
6.3	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	30
6.4	CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO INSTITUCIONAL MUNICIPAL RELACIONADO AO PDAP	34
6.4.1	Estrutura institucional do município na área urbana e habitacional	35
6.4.2	Ações governamentais do município na área urbana e habitacional	45
6.4.3	Legislação Federal, Estadual e Municipal.....	47
6.4.3.1	<i>Legislação Federal</i>	49
6.4.3.1.1	Estatuto da Cidade - Lei Federal nº 10.257/2001.....	49
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.....	57
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	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	<i>Política Estadual de Resíduos Sólidos - Lei Estadual nº 9.264/2009</i>	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	Parcelamento do Solo Urbano – Lei Municipal nº 017/1989.....	Erro! Indicador não definido.
6.4.3.3.2	Código de Obras do Município – Lei Municipal nº 128/1991	Erro! Indicador não definido.
6.4.3.3.3	Código Municipal de Meio Ambiente – Lei Municipal nº 1196/2001	
	Erro! Indicador não definido.	
6.4.4	Posturas legais mais impactantes e gargalos institucionais.....	92
6.5	INUNDAÇÃO NA BACIA DO RIO PARDO E DOS CÓRREGOS DO IPÊ E SÃO JOSÉ.....	95
6.5.1	Contextualização.....	95
6.5.2	Apropriação dos valores de vazões máximas.....	104
6.5.3	Modelagem hidráulica da bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José no Cenário Atual.....	122
6.5.3.1	<i>Introdução</i>	122
6.5.3.2	<i>Domínio do modelo</i>	123
6.5.3.3	<i>Geometria do modelo.....</i>	123
6.5.3.4	<i>Calibração do modelo.....</i>	125
6.5.3.5	<i>Riscos de Inundação e Simulação Hidráulica com o Cenário Atual</i>	125
7	PROGNÓSTICO.....	131
7.1	INTRODUÇÃO	131
7.2	LEVANTAMENTO DE DADOS E INFORMAÇÕES.....	131

7.3	INUNDAÇÃO NA BACIA DO RIO PARDO E DOS CÓRREGOS DO IPÊ E SÃO JOSÉ NO CENÁRIO FUTURO	142
7.3.1	Uso do solo futuro e cálculo de vazões	143
7.3.2	Modelagem hidráulica da bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José no Cenário Futuro	152
7.4	CENÁRIOS ALTERNATIVOS.....	152
7.4.1	Cenário 1	153
7.4.2	Cenário 2	159
7.4.3	Cenário 3	160
8	CONCLUSÕES	161
9	REFERÊNCIAS.....	163
10	EQUIPE TÉCNICA	167

LISTA DE ILUSTRAÇOES E TABELAS

FIGURAS:

Figura 1-1: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro centro	17
Figura 1-2: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro centro	17
Figura 1-3: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro Centro	18
Figura 1-4: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro centro	18
Figura 6-1: Localização do município de Ibatiba no Espírito Santo.....	24
Figura 6-2: Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José e a relação das mesmas com os bairros do município.....	25
Figura 6-3: Localização das estações pluviométricas no município de Ibatiba e entorno.....	27
Figura 6-4: Curvas intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno na estação pluviométrica lúna	30
Figura 6-5: Divisão de sub bacias de drenagem urbana do município de Ibatiba.	97
Figura 6-6: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro centro	98
Figura 6-7: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro centro	98
Figura 6-8: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro Centro	98
Figura 6-9: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro centro	98
Figura 6-10: Trecho dragado do Rio Pardo em área menos urbanizada.	98
Figura 6-11: Trecho dragado do Rio Pardo em área mais urbanizada.	98

Figura 6-12: Retroescavadeira executando o projeto de dragagem do Rio Pardo, em 09 de dezembro de 2013.	99
Figura 6-13: Dragagem executada próximo à via de acesso de Ibatiba, no Rio Pardo.	99
Figura 6-14: Trecho do Rio Pardo onde não foi possível realizar a dragagem, entre as pontes da Rua Salomão Fadiala e da Rua Michel Chequer.	99
Figura 6-15: Trecho do córrego do Ipê onde não foi possível realizar a dragagem, a montante da Rua Moacir Corrêa.	100
Figura 6-16: Curva acentuada do Rio Pardo, a jusante da ponte da Rua Dimas A. Trindade.	100
Figura 6-17: Muro de concreto para proteção da fundação da edificação localizada na ponte da Rua Michel Chequer. Detalhe para o defeito causado pelo escoamento d'água.	101
Figura 6-18: Efeito do escoamento d'água através do muro de proteção defeituoso.	101
Figura 6-19: Marca d'água da enchente de dezembro de 2010 em uma edificação da Rua Manoel Trindade.	102
Figura 6-20: Marca d'água da enchente de dezembro de 2010 em uma edificação da Rua Nancife Alcure.	102
Figura 6-21: Ponte da BR-101 sobre o Rio Pardo, em Ibatiba-ES.	103
Figura 6-22: Ponte da Av. Nassif Alcure sobre o Rio Pardo, em Ibatiba-ES. Fonte: INPH, 2013.	103
Figura 6-23: Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José, município de Ibatiba para o Cenário Atual.	108
Figura 6-24: Mapa Pedológico da bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José.	109
Figura 6-25: Hietograma da chuva com recorrência de 25 anos e duração igual três vezes o tempo de concentração da bacia.	113
Figura 6-26: Bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José modeladas pelo programa HEC-HMS.	114

Figura 6-27: TIN das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José...	124
Figura 6-28: Simulação hidráulica da OAE da Rua José Ângelo de Oliveira sobre o Rio Pardo, no cenário atual.....	127
Figura 6-29: Simulação hidráulica da OAE da Rua Cleuza G. Souza sobre o Rio Pardo, no cenário atual.....	127
Figura 6-30: Simulação hidráulica da OAE da Rua Amancio Teixeira sobre o Rio Pardo, no cenário atual.....	128
Figura 6-31: Simulação hidráulica da OAE da Rua Manoel A. de Oliveira sobre o Rio Pardo, no cenário atual.....	128
Figura 6-32: Simulação hidráulica da OAE da Rua Dimas A. Trindade sobre o Rio Pardo, no cenário atual.....	129
Figura 6-33: Simulação hidráulica da OAE da Rua Salomão Fadialah sobre o Rio Pardo, no cenário atual.....	129
Figura 6-34: Simulação hidráulica da OAE da Rua Euzébio de Freitas sobre o Rio Pardo, no cenário atual.....	130
Figura 6-35: Simulação hidráulica da OAE da Rua de Março sobre o Rio Pardo, no cenário atual.....	130
Figura 7-1: Setor censitário por macrozona.....	135
Figura 7-2: Setor censitário na macrozona urbana.....	136
Figura 7-3: Densidade demográfica por setor censitário.....	137
Figura 7-4: Densidade demográfica na macrozona urbana.....	138
Figura 7-5: Evolução da população de Ibatiba - ES.....	139
Figura 7-6: Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José, município de Ibatiba para o Cenário Futuro.	144
Figura 7-7: Mapa de situação da barragem 1 do cenário 1.....	154
Figura 7-8: Mapa de situação da barragem 2 do cenário 1.....	155
Figura 7-9: Relação Cota x Volume do reservatório do córrego do Ipê.	156
Figura 7-10: Relação Cota x Volume do reservatório do Rio Pardo.....	157

Figura 7-11: Resultado gráfico da simulação do reservatório do córrego do Ipê.....	157
Figura 7-12: Resultado gráfico da simulação do reservatório do Rio Pardo.....	158

TABELAS:

Tabela 6-1: Estações pluviométricas do interior e entorno do município de Ibatiba, os códigos das mesmas e as datas de início e fim de coleta de dados.....	26
Tabela 6-2: Precipitações máximas anuais medidas na estação lúna entre os anos 1955 e 2011.	28
Tabela 6-3: Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica lúna.	28
Tabela 6-4: Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica lúna, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.....	29
Tabela 6-5: Tempo de concentração para as sub bacias na qual a bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José foram divididas.....	105
Tabela 6-6: Valores de CN médio para as sub bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José.	110
Tabela 6-7: Resposta hidrológica das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com tempo de retorno de 5 anos.....	115
Tabela 6-8: Resposta hidrológica das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com tempo de retorno de 10 anos.....	116
Tabela 6-9: Resposta hidrológica das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com tempo de retorno de 20 anos.....	117
Tabela 6-10: Resposta hidrológica das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com tempo de retorno de 25 anos.....	118
Tabela 6-11: Resposta hidrológica das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com tempo de retorno de 30 anos.....	119
Tabela 6-12: Resposta hidrológica das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com tempo de retorno de 50 anos.....	120

Tabela 6-13: Resposta hidrológica das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com tempo de retorno de 100 anos.....	121
Tabela 7-1: Densidade demográfica por setor censitário e dados por setor censitário.....	133
Tabela 7-2: Crescimento populacional por setor censitário.....	140
Tabela 7-3: Vazões da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com período de retorno de 5 anos e uso do solo futuro e aumento percentual em relação às vazões simuladas para o cenário atual.....	145
Tabela 7-4: Vazões da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com período de retorno de 10 anos e uso do solo futuro e aumento percentual em relação às vazões simuladas para o cenário atual.....	146
Tabela 7-5: Vazões da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com período de retorno de 20 anos e uso do solo futuro e aumento percentual em relação às vazões simuladas para o cenário atual.....	147
Tabela 7-6: Vazões da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com período de retorno de 25 anos e uso do solo futuro e aumento percentual em relação às vazões simuladas para o cenário atual.....	148
Tabela 7-7: Vazões da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com período de retorno de 30 anos e uso do solo futuro e aumento percentual em relação às vazões simuladas para o cenário atual.....	149
Tabela 7-8: Vazões da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com período de retorno de 50 anos e uso do solo futuro e aumento percentual em relação às vazões simuladas para o cenário atual.....	150
Tabela 7-9: Vazões da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com período de retorno de 100 anos e uso do solo futuro e aumento percentual em relação às vazões simuladas para o cenário atual.....	151
Tabela 7-10: Principais características da barragem estudada.....	156

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I-a: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 293).

ANEXO I-b: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 294).

ANEXO I-c: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 308).

ANEXO I-d: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 309).

ANEXO I-e: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 310).

ANEXO I-f: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 328).

ANEXO I-g: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 345).

ANEXO II-a: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 293).

ANEXO II-b: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 294).

ANEXO II-c: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 308).

ANEXO II-d: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 309).

ANEXO II-e: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 310).

ANEXO II-f: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 328).

ANEXO II-g: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 345).

ANEXO III-a: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário futuro (Carta 293).

ANEXO III-b: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário futuro (Carta 294).

ANEXO III-c: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário futuro (Carta 308).

ANEXO III-d: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário futuro (Carta 309).

ANEXO III-e: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário futuro (Carta 310).

ANEXO III-f: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário futuro (Carta 328).

ANEXO III-g: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário futuro (Carta 345).

ANEXO IV-a: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 293).

ANEXO IV-b: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 294).

ANEXO IV-c: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 308).

ANEXO IV-d: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 309).

ANEXO IV-e: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 310).

ANEXO IV-f: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 328).

ANEXO IV-g: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 345).

ANEXO V: Mapa de soluções propostas para o município de Ibatiba no Cenário 1.

ANEXO VI: Mapa de soluções propostas para o município de Ibatiba no Cenário 2.

ANEXO VII: Mapa de soluções propostas para o município de Ibatiba no Cenário 3.

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 Ibatiba passou de 19.210 em 2000 para 22.366 em 2010, com um crescimento médio anual de 1,41%, pouco acima da média 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 inundações urbanas:

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

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

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

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

Dentre as cheias ocorridas em Ibatiba, destacam-se as de dezembro de 2010, quando enxurradas atingiram o município, causando estragos nos bairros ribeirinhos. A **Figura 1-1**, **Figura 1-2**, **Figura 1-3** e a **Figura 1-4** apresentam o registro fotográfico da inundações ocorrida em dezembro de 2010.



Figura 1-1: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro Centro.



Figura 1-2: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro Centro.



Figura 1-3: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro Centro.



Figura 1-4: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro Centro.

Em resumo, constatou-se os seguintes problemas na macrodrenagem de Ibatiba: a) assoreamento dos canais de drenagem dos cursos d'água urbanos; b) presença de lixo e entulho nas calhas fluviais; c) crescimento de vegetação dentro dos cursos d'água, aumentando a fricção do escoamento; d) OAEs com seção hidráulica inferior ao requisito de vazão de projeto; e) solapamento de margens devido a curvas acentuadas do Rio Pardo e; f) ocupação desordenada da cidade, tanto nas margens quanto em encostas.

Observa-se, entretanto, preocupação do poder público em nível estadual e municipal em implementar ações que venham a minimizar os problemas inerentes às cheias que veem ocorrendo no município de Ibatiba, o que resultou, na estruturação da defesa civil municipal e estadual, na recente limpeza do leito do rio Pardo e, entre outras ações, a inclusão do município de Ibatiba 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 Ibatiba 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 Ibatiba, tendo como foco a bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José;
- (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 à diminuição dos riscos de inundação nas áreas de intervenção.

3 FUNDAMENTOS

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

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

4 METAS

O Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Ibatiba 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 inundaçao 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;
- Levantamento topo-hidrográfico, medições hidráulicas e sedimentológicas do Rio Pardo. Ibatiba – ES.

Informações cedidas pelo Estado:

- Fotografias da inundação de Ibatiba de dezembro de 2010.

6 DIAGNÓSTICO

6.1 ÁREAS DE INTERVENÇÃO

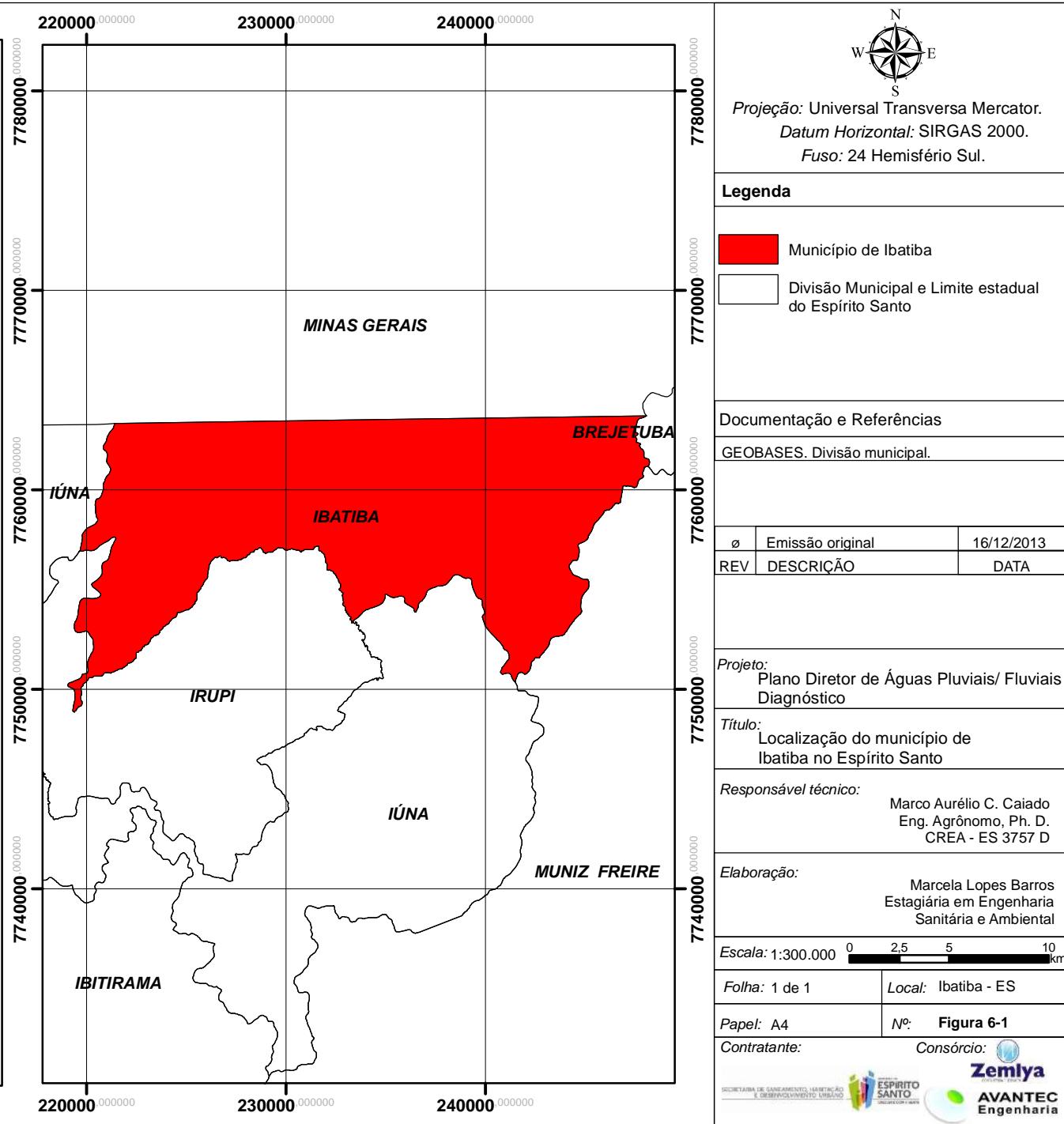
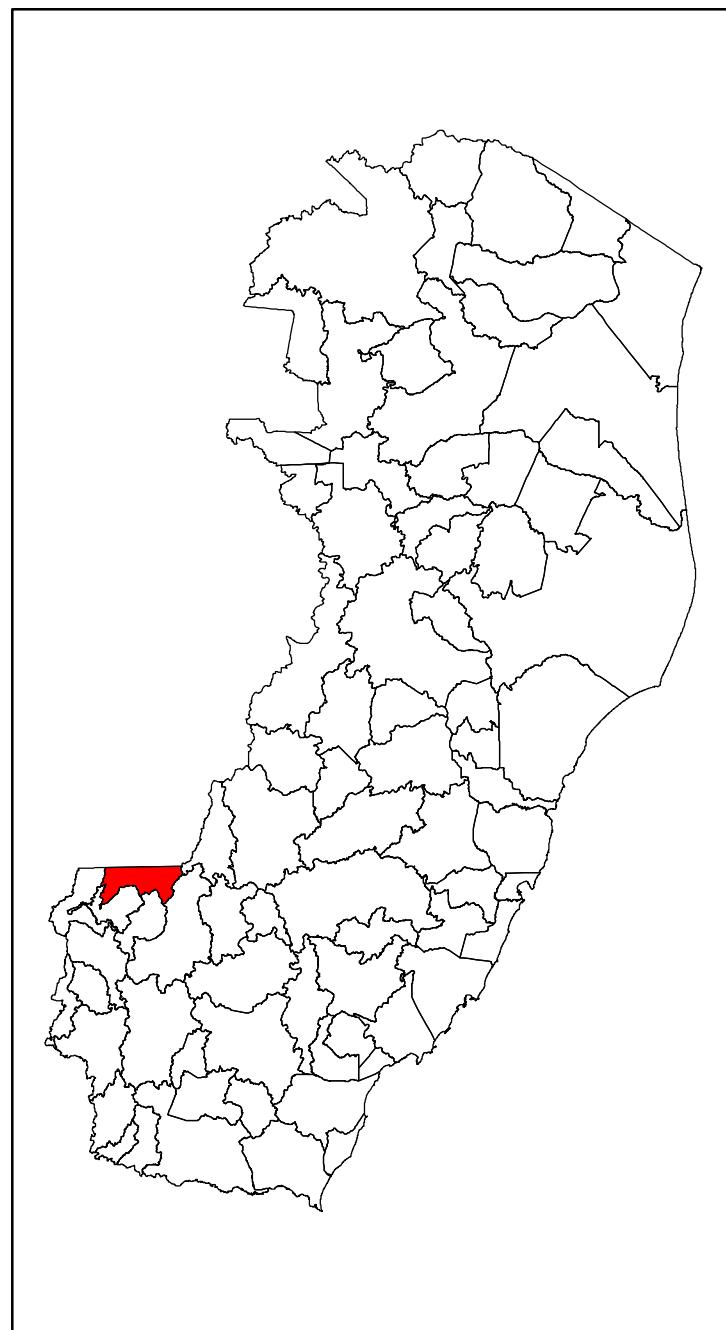
O Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais do município de Ibatiba tem como foco a bacia hidrográfica que abriga o principal aglomerado populacional do município, o seu distrito Sede, e que, segundo a defesa civil municipal, tem apresentado problemas de inundação mais frequentes, a bacia do Rio Pardo e seus afluentes, os córregos do Ipê e São José. A **Figura 6-1** apresenta a localização do município de Ibatiba no Espírito Santo, enquanto a **Figura 6-2** apresenta a bacia hidrográfica supracitada e a relação da mesma com a área urbana do município.

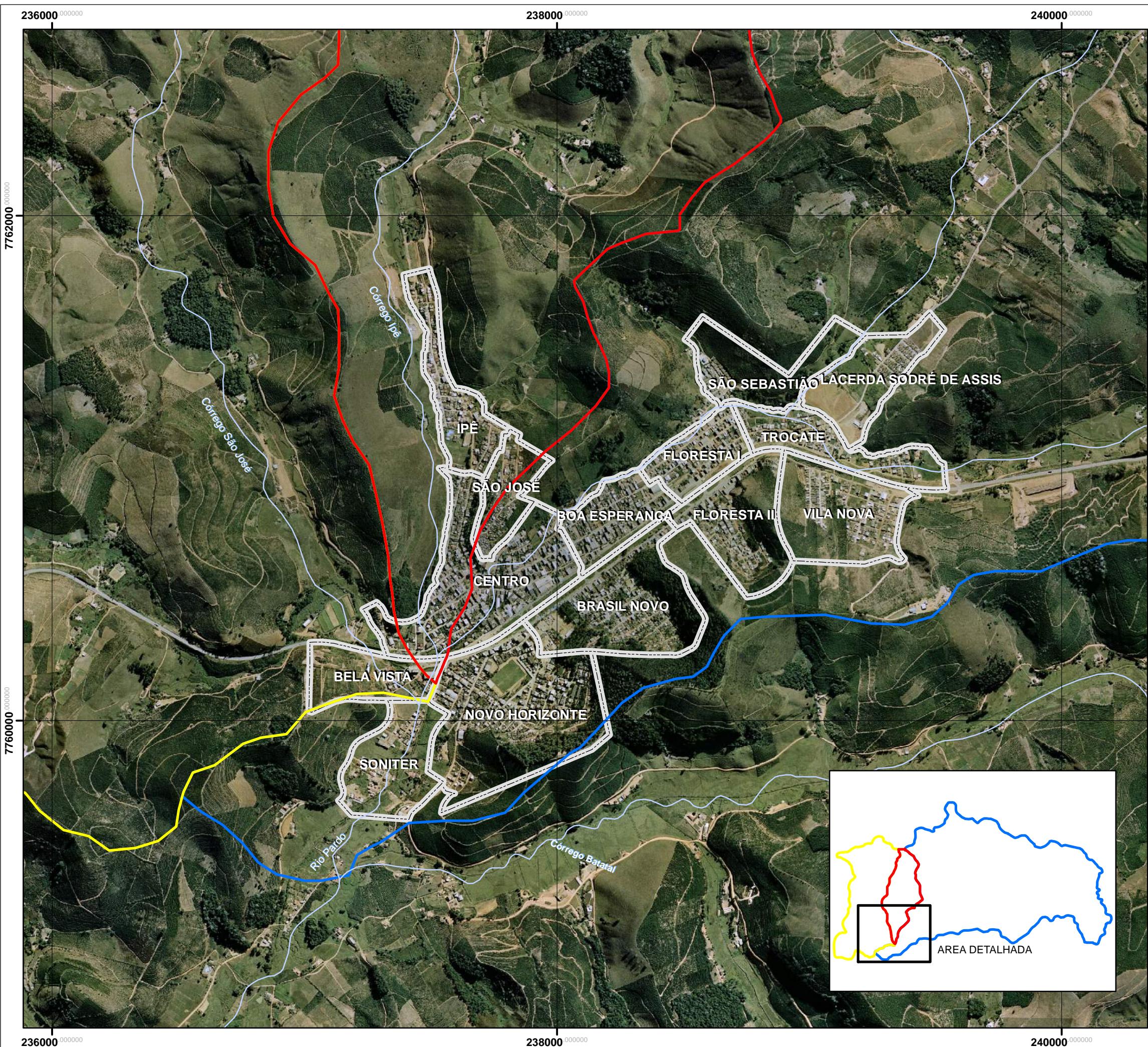
6.2 APROPRIAÇÃO DA EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS

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.





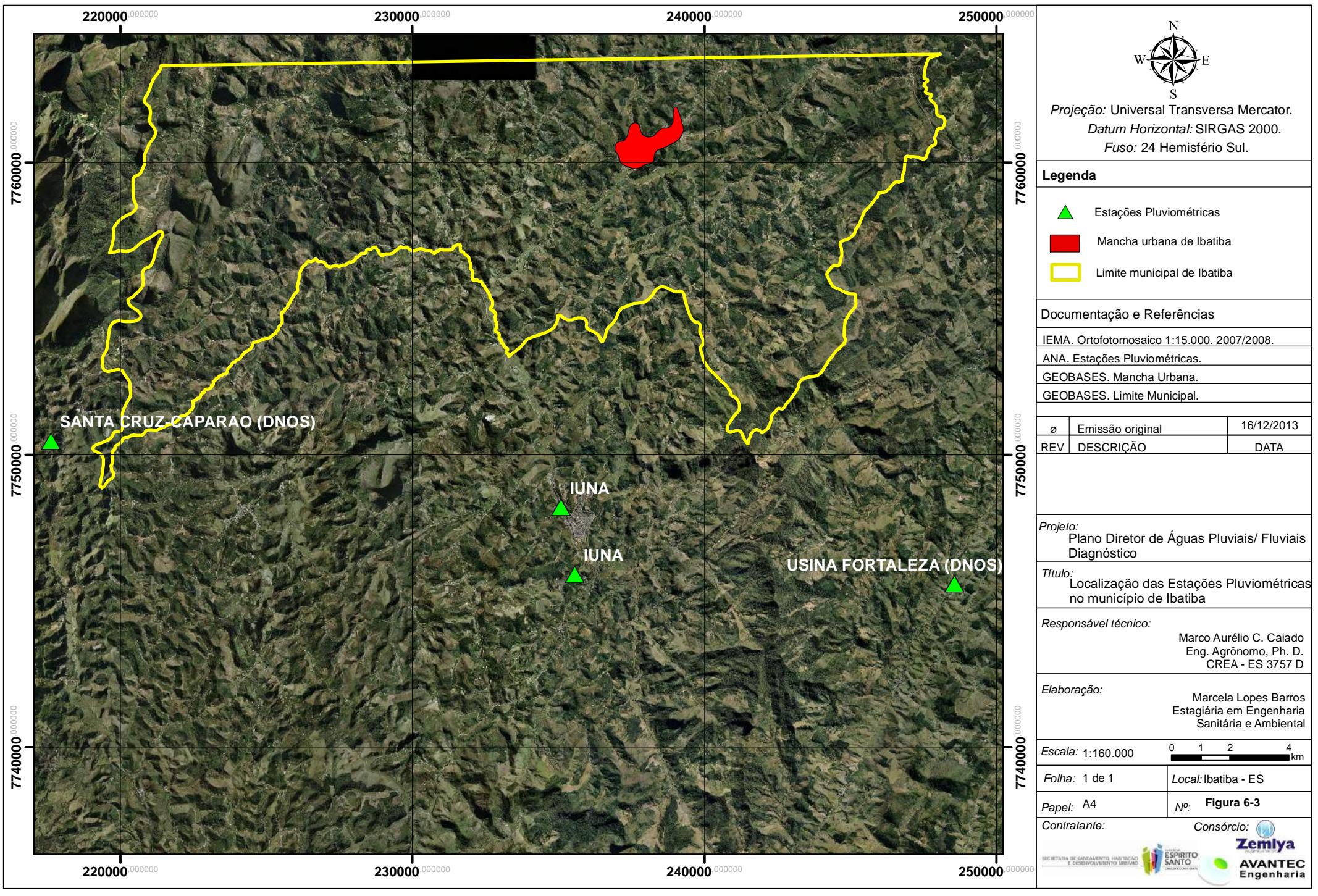
Conforme pode ser observado na **Figura 6-3**, no entorno e nas proximidades do município de Ibatiba, ocorrem as estações pluviométricas Iúna, Santa Cruz Caparão e Usina Fortaleza. A **Tabela 6-1** apresenta os códigos das mesmas e as datas de início e fim de coleta de dados.

Tabela 6-1: Estações pluviométricas do interior e entorno do município de Ibatiba, os códigos das mesmas e as datas de início e fim de coleta de dados.

Nome	Código	Início coleta	Fim coleta
Iúna	2041013	01/01/1954	Dias atuais
Santa Cruz - Caparão	2041017	01/03/1956	Dias atuais
Usina Fortaleza	2041018	01/03/1956	Dias atuais
Iúna	2041030	01/01/1948	01/12/1965

A estação pluviométrica Iúna, código 2041013, foi a escolhida para a apropriação da equação intensidade-duração-frequência de chuvas do município por possuir o maior número de anos com dados, por estar funcionando até os dias atuais e por estar dentro da bacia em estudo. Os valores diários de chuva foram obtidos no sítio oficial da Agência Nacional de Água (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.



A **Tabela 6-2** apresenta as precipitações máximas anuais medidas na estação lúna entre os anos 1955 e 2011.

Tabela 6-2: Precipitações máximas anuais medidas na estação lúna entre os anos 1955 e 2011.

Ano	Máxima	Ano	Máxima	Ano	Máxima	Ano	Máxima
1955	32,00	1970	-	1985	73,20	2000	121,20
1956	96,40	1971	108,60	1986	65,20	2001	63,80
1957	55,30	1972	64,40	1987	71,00	2002	90,80
1958	76,90	1973	98,80	1988	43,20	2003	71,40
1959	61,40	1974	92,40	1989	132,20	2004	129,30
1960	-	1975	71,20	1990	56,60	2005	97,30
1961	138,40	1976	32,40	1991	92,30	2006	71,40
1962	84,40	1977	48,20	1992	60,20	2007	54,60
1963	44,80	1978	38,20	1993	85,00	2008	92,30
1964	72,40	1979	52,40	1994	78,00	2009	111,00
1965	52,30	1980	58,20	1995	77,30	2010	89,00
1966	56,40	1981	73,60	1996	126,00	2011	80,00
1967	61,20	1982	73,40	1997	100,30	-	-
1968	64,80	1983	43,20	1998	78,50	-	-
1969	62,40	1984	69,60	1999	55,60	-	-

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.

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

Período de retorno (anos)	Precipitação máxima anual (mm)
2	71,50
5	95,94
10	112,13
25	132,58
50	147,75
75	156,57
100	162,81

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

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

Duração	Período de Retorno						
	2	5	10	25	50	75	100
24h	81,51	109,37	127,83	151,14	168,43	178,49	185,60
12h	69,28	92,97	108,65	128,47	143,17	151,71	157,76
10h	66,83	89,69	104,82	123,93	138,12	146,36	152,19
8h	63,57	85,31	99,70	117,89	131,38	139,22	144,77
6h	58,68	78,75	92,03	108,82	121,27	128,51	133,63
1h	34,23	45,94	53,69	63,48	70,74	74,96	77,95
30min	25,33	33,99	39,73	46,97	52,35	55,47	57,69
25min	23,05	30,93	36,15	42,75	47,64	50,48	52,49
20min	20,52	27,53	32,18	38,05	42,40	44,93	46,72
15min	17,73	23,80	27,81	32,88	36,64	38,83	40,38
10min	13,68	18,36	21,45	25,37	28,27	29,96	31,15
5min	8,61	11,56	13,51	15,97	17,80	18,86	19,61

A **Figura 6-4** apresenta as curvas intensidade x duração para diferentes períodos de retorno, enquanto a **Equação 2**, a seguir, apresenta a relação intensidade-duração-frequência das chuvas para Ibatiba com base nos dados da estação pluviométrica lúna.

$$i = \frac{14,885T^{0,1451}}{(t + 11)^{0,751}} \quad \text{Equação 2}$$

Sendo:

i = intensidade da chuva em mm/min;

T = Tempo de retorno, em anos;

t = Tempo de duração, em minutos.

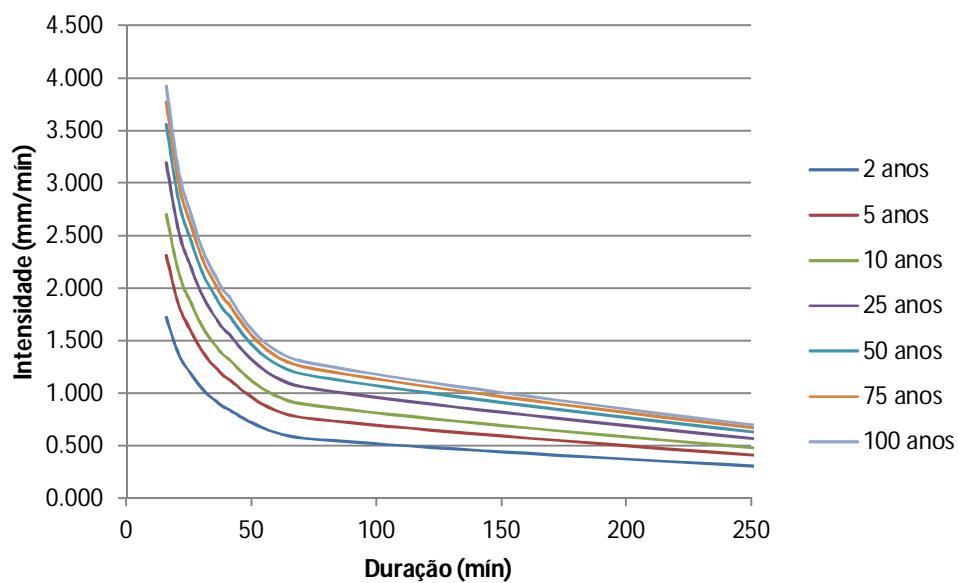


Figura 6-4: Curvas intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno na estação pluviométrica lúna.

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*, *Tomez* 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 Km².

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

Sendo:

T_c : tempo de concentração (horas);

A : área da bacia (Km²);

L : comprimento do talvegue principal (Km);

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

A equação de *Tomez* (**Equação 4**) foi recomendada por IEP (2001), tendo sido desenvolvida e testada em bacias hidrográficas da Espanha e recomendada para bacias naturais de área de até 3.000 km².

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

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 Km².

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

$$T_c = 9,60L^{0,64}S^{-0,32}$$

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:

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

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);

η : 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**).

$$V = 16,1345 \cdot \sqrt{S}$$

Equação 8

Sendo:

V : velocidade (pés/s);

S : declividade (m/m).

- Fluxo de canal (**Equação 9**).

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

Equação 9

Sendo:

V : velocidade (m/s);

C : 1;

R : raio hidráulico;

S : declividade (m/m);

η : coeficiente de manning.

Os tempos de concentração de cada sub bacia 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 36 de outubro de 2009, dispõe sobre a estrutura orgânica da Prefeitura Municipal de Ibatiba, as competências das unidades organizacionais que integram e dá outras providências. Constituem a estrutura organizacional hoje instituída basicamente dez Secretarias, a saber: a Secretaria Municipal de Administração; a Secretaria Municipal da Fazenda; a Secretaria Municipal de Educação; a Secretaria Municipal de Saúde; a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos; a Secretaria Municipal de Interior e Transporte; a Secretaria Municipal de Agricultura, Indústria e Comércio; a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Cultura e Turismo; a Secretaria Municipal de Esporte e Lazer; e a Secretaria Municipal de Ação Social. Integram ainda a estrutura administrativa da Prefeitura Municipal o Gabinete do Prefeito, a Procuradoria Geral do Município, a Controladoria Geral e a Assessoria de Comunicação Institucional.

Os órgãos que atuam mais diretamente na gestão da política urbana e habitacional são: a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Cultura e Turismo, a Secretaria Municipal de Ação Social e a Secretaria Municipal de Administração.

A Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos está instituída na Seção XI e, segundo o art. 106º esta Secretaria é o órgão responsável por planejar, regular, coordenar e executar as atividades da Prefeitura em relação à construção e conservação de obras públicas, patrimônio imobiliário, estradas

de rodagem e vias públicas, à iluminação e limpeza urbana, ao licenciamento e fiscalização de obras e serviços, organização e administração do transporte coletivo, operação e fiscalização do tráfego, do sistema viário e do trânsito.

Compete à Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos:

- supervisionar a fiscalização e o cumprimento da legislação de uso e ocupação do solo, das normas do Código de Posturas e do Código de Obras do Município;
- promover o planejamento e execução de obras públicas civis e viárias no âmbito do Município;
- supervisionar e promover a fiscalização de obras e serviços contratados;
- promover o planejamento e implantação dos serviços de iluminação pública;
- promover a execução dos serviços de limpeza urbana, arborização e conservação de vias, parques e jardins;
- promover o planejamento e a implantação do sistema viário, de transporte e trânsito do Município;
- supervisionar a administração de terminais rodoviários.

A Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos está dividida em Seções, entre elas, a Seção de Obras Viárias, que tem por competência, segundo o art. 108º, a execução e coordenação dos serviços de redes de esgoto, pluviais e pavimentação, produções industriais e construções, conservação e reabertura de estradas, pontes e bueiros. Destaca-se algumas das atividades atribuídas a esta Seção:

- executar os serviços de abertura, reabertura, pavimentação, conservação e pavimentação de ruas, vias públicas e logradouros;
- executar os serviços de drenagem no Município;
- executar os serviços de construção, conservação de pontes, bueiros e mata burros.

A Seção de Obras e Serviços Públicos, instituída no art. 112º, tem por competência, entre outros:

- promover a elaboração de estudos e projetos de obras públicas, bem como suas respectivas especificações técnicas;
- efetuar a programação da execução de serviços referentes a obras, urbanização e construção de prédios públicos;
- fiscalizar e promover o acompanhamento de obras em execução, contratadas com terceiros;
- avaliar riscos geológicos e estruturais em áreas e equipamentos;
- executar e/ou contratar os serviços de terceiros para execução de projetos e ações que visem desenvolvimento urbano;
- elaborar estudos e projetos de obras municipais, bem como os respectivos orçamentos;
- fiscalizar e fazer o acompanhamento de obras em execução, contratadas com terceiros.

No art. 117º fica instituída a Seção de Controle Urbano, ainda dentro da Secretaria de Obras e Serviços Urbanos, que tem por competência coordenar e fiscalizar o cumprimento dos códigos de postura, obras, plano diretor, leis de

ocupação do solo e outras atribuições que viabilize o controle urbano. Seguem algumas das atividades, que competem a esta Seção:

- fiscalizar e fazer cumprir as normas do Código de Posturas, do Código de Obras, Plano Diretor e das Leis de Parcelamento e de Uso e Ocupação do Solo;
- planejar, programar e promover as ações de fiscalização relacionadas ao cumprimento das normas e posturas municipais;
- promover vistorias e inspeções para fins de licenciamentos de obras e emissão de alvarás.

Dentro das competências desta secretaria, destaca-se a importância no ordenamento e planejamento territorial, contribuindo para normatização e fiscalização do crescimento e adensamento urbano do município. Ela também tem por competência atividades que podem colaborar com a gestão do risco geológico e escoamento de águas pluviais na cidade, vale destacar a fiscalização e acompanhamento das obras públicas e privadas, fazendo-se respeitar as leis municipais de uso do solo; a responsabilidade pelas políticas de saneamento público e pavimentação viária, além da participação na elaboração de leis, que complementem o trabalho desta secretaria e, que possam garantir a execução desejável das obras no município.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Cultura e Turismo está instituída na Seção XVII e, segundo o art. 139º, esta é o órgão de planejamento, coordenação, regulação e implementação de ações destinadas à conservação e defesa do meio ambiente, apoio às atividades do agroturismo e da cultura. Segundo o art. 140º compete à Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Cultura e Turismo através de suas unidades descentralizadas, elaborar e propor a política municipal de defesa do meio ambiente, buscando a sustentabilidade dos recursos naturais, numa relação harmônica entre o enfoque econômico, o ambiental e o social na gestão do território municipal, e ainda:

- acompanhar o planejamento e executar as ações necessárias ao cumprimento das proposições estabelecidas pela Administração, no que diz respeito à elaboração de estudos e projetos afetos à gestão ambiental do território urbano e rural do Município;
- articular-se com os organismos que atuam no meio ambiente e especificamente na área de recursos hídricos, com a finalidade de garantir a execução da política ambiental e de gestão de recursos hídricos no Município;
- promover campanhas de conscientização da população quanto à necessidade de proteção, conservação e melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente, em especial, na coleta seletiva de lixo;
- promover parcerias entre setores governamentais e não governamentais visando o desenvolvimento de projetos para melhoria da qualidade de vida da população municipal;
- estabelecer parceiras e articular ações que visem a elaboração de propostas de preservação e recuperação dos recursos naturais.

A estrutura da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Cultura e Turismo está dividida em alguns Departamentos, dentre eles o Departamento de Proteção Ambiental instituído no art. 141º, a Divisão de Limpeza e Coleta de Lixo instituída no art. 142º, entre outros. Destacam-se algumas atividades, que devem ser exercidas por este Departamento e por esta Divisão:

- criar medidas que visem equilíbrio ecológico da região, principalmente as que objetivam controlar o

desmatamento das margens dos rios e/ou nascentes existentes no Município;

- elaborar programas de proteção de defesa do solo quanto à erosão e contenção de encostas;
- fiscalizar e controlar fontes poluidoras e de degradação ambiental, observada a legislação competente;
- fiscalizar e proteger os recursos ambientais e do patrimônio natural, observada a legislação competente;
- promover medidas necessárias ao reflorestamento, em articulação com órgãos pertinentes;
- identificar os recursos naturais do Município, essenciais ao equilíbrio do meio ambiente, compatibilizando as medidas preservacionistas com a exploração equilibrada, na perspectiva do desenvolvimento sustentável;
- estabelecer normas e critérios orientadores da execução dos serviços de limpeza urbana e rural;
- promover a execução dos serviços de capina, varrição, lavagem de vias, logradouros urbanos, feiras livres e áreas de lazer;
- promover a coleta de resíduos sólidos domiciliares, comerciais, seu transporte e destinação final;
- regular a coleta seletiva de lixo, propondo medidas eficientes e eficazes;
- promover e orientar a coleta de entulho decorrente da execução de obras particulares no perímetro urbano do Município;

- promover campanhas educativas e de esclarecimento à população, objetivando induzir atitudes e comportamentos de manutenção e facilitação da limpeza pública.

A Secretaria Municipal de Ação Social está regulamentada na Seção XX e, segundo o art. 155º, este é o órgão de planejamento, coordenação, execução e controle das atividades de assistência social, subvenções e ação social, assistência à criança e ao adolescente, conselho tutelar, apoio ao idoso, apoio as pessoas em situação de risco social, assistência funerária, apoio aos programas de suplementação alimentar, habitações urbanas e programas sociais dos quais participe o Município.

Fica instituído, dentro da Secretaria Municipal de Ação Social, o Departamento de Ação Social, responsável por:

- elaborar e propor a política municipal de assistência social, em colaboração com o Conselho Municipal de Assistência Social;
- formular, coordenar e executar os programas, os projetos e as ações de assistência social direcionadas para a população em situação de risco social;
- incentivar e prestar apoio a entidades e associações civis que desenvolvam ações de assistência social;
- promover a integração dos programas, dos projetos e das ações da assistência social com as demais políticas setoriais do Estado e União.

Esta Secretaria também está estruturada em Seções e, o art. 161º, cria a Seção de Apoio as Pessoas em Situação de Risco Social, que tem por competência:

- apoiar e participar de atendimentos emergenciais à população;

- providenciar abrigo temporário, alimento e vestuário para a população quando em situações de calamidade pública ou por necessidade de remoção de famílias mediante ação do poder público;
- promover campanhas voltadas para a assistência solidária à população em situação de risco emergencial;
- avaliar as condições dos beneficiários e efetuar o pagamento de benefícios eventuais nas situações de vulnerabilidade temporária;
- fazer um diagnóstico, através de visitas domiciliares, visando conhecer melhor a realidade da população do Município e atender suas respectivas demandas;

A Seção de Habitação Urbana também está na estrutura da Secretaria Municipal de Ação Social. Segundo o art. 165º A Política de Habitação Urbana, tem como atribuição elaborar e implementar o programa municipal de habitação, em articulação com o Conselho Municipal de Habitação, e ainda:

- elaborar e submeter ao Conselho Municipal de Habitação, a Política Municipal de Habitação e a Política de Captação e Aplicação de Recursos contendo diretrizes, prioridades e objetivos de atuação para a Administração;
- propor e submeter ao Conselho Municipal de Habitação os Planos, Programas e Normas relativos à Política Municipal de Habitação;
- implementar os programas decorrentes da Política Municipal de Habitação aprovada, executando ou promovendo a execução dos projetos decorrentes;
- elaborar e promover a execução de planos, programas e projetos que visem a melhoria da

qualidade de vida das famílias de baixa renda, que residem em assentamentos urbanos;

- elaborar, executar ou promover a execução de planos, programas e projetos relativos à produção de moradias;
- assessorar e acompanhar tecnicamente os programas de construção de moradias para a população de baixa renda;
- acompanhar os processos de regularização fundiária, objetivando a titulação da propriedade aos ocupantes dos lotes resultantes do projeto de parcelamento aprovado;
- identificar fontes de financiamento e promover a captação de recursos para a produção de moradias.

A importância do trabalho dessa Secretaria é assistência no sentido de garantir as necessidades básicas do cidadão, entre eles está a moradia adequada. O diálogo dessa Secretaria com programas municipais de habitação e de regularização fundiária colaboram na eliminação de habitações em situações de risco geológico ao atender famílias, que se encontram dentro dessas condições.

Por fim, encontra-se instituído nesta legislação a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC), que está vinculada à Secretaria Municipal de Administração. Segundo o art. 44º, ela deverá:

- identificar situações de perigo e de calamidade, que requeiram a atuação de caráter emergencial por parte de entidades públicas e privadas, bem como a mobilização extraordinária de unidades do Poder Público;
- coordenar e articular ações relacionadas com:

- a) socorro, remoção e alojamento de pessoas em situação de risco;
- b) vistoria e levantamento de danos;
- c) recuperação de equipamentos e serviços públicos essenciais;
- d) segurança de áreas atingidas;
- e) controle de áreas de risco;
- III - coordenar o cadastramento e a convocação de voluntários para ações de defesa civil;
- IV - promover o treinamento de voluntários;
- V - promover campanhas e ações preventivas de defesa civil.

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

O Conselho Municipal de Assistência Social está criado pela Lei Municipal nº 592 de setembro de 2010. O art. 2º desta legislação define como competência do Conselho: deliberar e definir acerca de Política Municipal de Assistência Social; estabelecer as diretrizes e serem observadas na elaboração do Plano Municipal de Assistência Social; normatizar as ações, regular a prestação de serviços de natureza pública e privada e regulamentar critérios de funcionamento das entidades e organizações de Assistência Social no município de Ibatiba; efetuar a inscrição e aprovar os programas de Assistência Social das ONGS e OGS no município; fiscalizar as entidades e organizações de Assistência Social no Município; aprovar valores e critérios de transferências e aplicações de recursos financeiros à entidade não governamentais de Assistência Social; e orientar e fiscalizar o Fundo Municipal de Assistência Social e opinar sobre o Orçamento Municipal destinado a Assistência Social.

O Conselho Municipal Gestor do Fundo de Habitação de Interesse Social está criado pela Lei Municipal nº 547 de julho de 2009 e tem como 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 objetivos e metas para incluir no plano plurianual dos recursos do FHIS; e fixar critérios para a priorização de linhas de ações.

O risco 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 na área urbana e habitacional

Em entrevista realizada com os técnicos da Prefeitura Municipal de Ibatiba, no dia 05 de dezembro de 2013, foi possível levantar os seguintes dados a respeito da gestão municipal: obras, programas e projetos de habitação e infraestrutura urbana em andamento no município; os problemas de risco encontrados no município; a gestão e comunicação dos técnicos da Prefeitura Municipal com as comunidades, que se encontram em áreas de risco; as legislações que incidem sobre a regulação do solo urbano e o desenvolvimento territorial; as características principais das ocupações em áreas de risco; entre outros. Estavam presentes na reunião realizada a Sra. Sônia Maria e a Sra. Natália Souza, ambas da Secretaria Municipal de Ação Social; o Sr. Edgar Santos da Defesa Civil; o Sr. Gedeon Cunha da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Cultura e Turismo; e o Sr. Silva da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos.

Observou-se que o município de Ibatiba praticamente não têm programas, projetos e obras em andamento ou que foram executados, com vistas ao planejamento urbano, desenvolvimento territorial e habitação de interesse social e, os que estão em andamento, são implantados a partir de convênio com o Governo Federal ou Estadual. Os dois únicos programas em andamento indicados pelos técnicos da Prefeitura Municipal são algumas obras pontuais de drenagem, que estão sendo executadas em diversos pontos da cidade, especialmente no Centro; e um pequeno trecho de pavimentação, para ligação da área urbana com a área rural.

O município não possui nenhum Plano Urbanístico elaborado para orientação das ações a serem implementadas no município – Plano Municipal de Habitação de Interesse Social, Plano de Drenagem Urbana, Plano de Saneamento, etc. Entretanto, o Poder Público Municipal está negociando parcerias para elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico e Resíduos Sólidos, que deverão ser executados em 2014.

Em se tratando de iniciativas do Poder Público Municipal relacionadas à obras para erradicação de risco, também não foram identificadas, com exceção de um convênio firmado com a SEDURB, neste ano de 2013, para limpeza do leito dos rios. A parceria prevê horas trabalhadas de uma retro escavadeira para limpeza do rio e, até o mês de dezembro de 2013, o trabalho ainda não havia iniciado. As obras não acontecem com certa periodicidade, ou seja, não existe um cronograma anual de vistoria e execução dessas intervenções. Essas somente são executadas quando existe denúncia de algum morador ou quando detectada a necessidade pelo setor de fiscalização.

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

Quanto a infraestrutura da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil Municipal para atendimento das famílias de risco, esta conta com somente um técnico pertencente exclusivamente à Defesa Civil. A COMDEC ainda não possui uma sala própria, tampouco equipamentos como computadores, barco, carro,

equipamentos de segurança no trabalho, entre outros. A Defesa Civil encontra-se em estado precário em se tratando de estrutura física, corpo técnico e organização. Destaca-se que esta ainda não possui um Plano de Contingência elaborado. Os técnicos da Defesa Civil Municipal informaram que, esta ainda se encontra em fase de estruturação, e ainda não realiza trabalhos preventivos com as comunidades que residem em áreas de risco.

Destaca-se que a Defesa Civil Municipal não têm como prática cotidiana a vistoria das áreas de risco da cidade, essas só ocorrem quando há demanda da própria comunidade e, caso seja constado a necessidade de remoção, ela é feita pelos técnicos assistentes sociais da Secretaria Municipal de Ação Social.

Em se tratando do atendimento no período chuvas e emergência, o Município não possui abrigos para assistir às famílias. No caso da ocorrência de um desastre, as famílias são deslocadas para casa de parentes. As famílias desabrigadas poderão acessar o Auxílio Aluguel, criado pela Lei Municipal nº 578/2010, que poderá conceder o auxílio para famílias carentes, em caráter temporário e mediante requerimento da Secretaria Municipal de Ação Social, no valor de R\$150,00. Atualmente, o município está atendendo cinco famílias com o Auxílio Aluguel.

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 às políticas públicas, focando na urbanização desse assentamento, a fim de garantir a infraestrutura necessária como água, esgotamento, drenagem, calçamento, e edificações em condições legais, eliminando qualquer possibilidade das habitações estarem em área de risco.

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

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

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

6.4.3.1 Legislação Federal

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

6.4.3.1.1 Estatuto da Cidade - Lei Federal nº 10.257/2001

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

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

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

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

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

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

(...)

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

(...)

- b) a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;
- c) o parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivos ou inadequados em relação à infraestrutura urbana;
- (...)
- f) a deterioração das áreas urbanizadas;
- g) a poluição e a degradação ambiental;
- h) a exposição da população a riscos de desastres.
- (...)

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

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

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

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

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

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

III – planejamento municipal, em especial:

a) plano diretor;

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

c) zoneamento ambiental;

(...)

IV – institutos tributários e financeiros:

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

b) contribuição de melhoria;

c) incentivos e benefícios fiscais e financeiros;

V – institutos jurídicos e políticos:

a) desapropriação;

(...)

e) instituição de unidades de conservação;

f) instituição de zonas especiais de interesse social;

g) concessão de direito real de uso;

h) concessão de uso especial para fins de moradia;

i) parcelamento, edificação ou utilização compulsórios;

(...)

- m) direito de preempção;
- n) outorga onerosa do direito de construir e de alteração de uso;
- o) transferência do direito de construir;
- p) operações urbanas consorciadas;
- q) regularização fundiária;
- r) assistência técnica e jurídica gratuita para as comunidades e grupos sociais menos favorecidos;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

V - diretrizes para a regularização fundiária de assentamentos urbanos irregulares, se houver, observadas a Lei no 11.977, de 7 de julho de 2009, e demais normas federais e estaduais pertinentes, e previsão de áreas para habitação de interesse social por meio da demarcação de zonas especiais de interesse social e de outros instrumentos de política urbana, onde o uso habitacional for permitido.

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

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

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

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

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

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

I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;

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

III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;

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

V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

Nos art. 4º e 5º são estabelecidos os requisitos urbanísticos para o loteamento do solo, fixando-se, entre outros, o lote mínimo de 125 m², 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, à 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 125m² (cento e vinte e cinco metros quadrados) e frente mínima de 5 (cinco) metros, salvo quando o loteamento se destinar a urbanização específica ou edificação de conjuntos habitacionais de interesse social,

previamente aprovados pelos órgãos públicos competentes;

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

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

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

(...)

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

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

A Lei Federal 11.977, de 07 de julho de 2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas, tem por finalidade, em se tratando do PMCMV, criar mecanismos de incentivo à produção e aquisição de novas unidades habitacionais ou requalificação de imóveis urbanos e produção

ou reforma de habitações rurais, para famílias com renda mensal de até R\$ 4.650,00 (quatro mil, seiscentos e cinquenta reais). Essas poderão ser executadas a partir do Programa Nacional de Habitação Urbana (PNHU) ou pelo Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR).

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

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

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

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

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

IV – estímulo à resolução extrajudicial de conflitos; e

V – concessão do título preferencialmente para a mulher.

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

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

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

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

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

(...)

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

(...)

IX - interesse social:

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

(...)

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

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

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

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

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

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

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

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

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

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

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

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

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

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e

inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

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

(...)

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

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

II - proteger as restingas ou veredas;

III - proteger várzeas;

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

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

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

VII - assegurar condições de bem-estar público;

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

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

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

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

VIII - recuperação de áreas degradadas;

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

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

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

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

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

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

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

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

I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;

II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;

(...)

VII - gestão integrada de resíduos sólidos;

VIII - articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;

(...)

X - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e

econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira;

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

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

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

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

6.4.3.1.8 Saneamento Básico - Lei Federal nº 11.445/2007

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

I - universalização do acesso;

II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico,

propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

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

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

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

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

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

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

X - controle social;

XI - segurança, qualidade e regularidade;

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

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

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

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

disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;

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

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

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

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

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

6.4.3.2 Legislação Estadual

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

A Lei Estadual 7.943, de julho de 2004, dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos no Estado do Espírito Santo, devendo-se ater a essa lei os seguintes casos: parcelamentos localizados em área de interesse especial;

parcelamentos localizados em áreas limítrofes de municípios, ou quando parte pertencer a outro município; parcelamentos com área superior a 1.000.000 m² (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 inundação, 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 Municipal nº 517/2008

A Lei Municipal nº 517 de abril de 2008 institui o Plano Diretor do Município de Ibatiba e da outras providências.

Art. 1º. Em atendimento às disposições do art. 182 da Constituição Federal, do Capítulo III da Lei nº. 10.257, de 10 de julho de 2001 - Estatuto da Cidade - e da Lei Orgânica Municipal, fica aprovado, nos termos desta Lei, o Plano Diretor do Município de Ibatiba.

Parágrafo Único. O Plano Diretor é o instrumento básico da política urbana e territorial do Município e integra o sistema de planejamento municipal, devendo o plano plurianual, a lei de diretrizes orçamentárias e a lei do orçamento municipal orientar-se pelos princípios fundamentais, objetivos gerais e as diretrizes nele contidas.

O Título I deste Plano Diretor trata dos princípios, objetivos e diretrizes gerais da Política Urbana e Territorial e, segundo o art. 2º, ficam estabelecidos os seguintes princípios a serem aplicados:

I - promoção da justiça social, da erradicação da pobreza, da erradicação da exclusão social e redução das desigualdades sociais e regionais;

II - promoção do município sustentável para todos, valorizando os aspectos relativos à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte, aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer para as presentes e futuras gerações;

III - respeito às funções sociais da propriedade;

IV - recuperação dos investimentos do Poder Público de que tenha resultado a valorização de imóveis urbanos;

V - transferência para a coletividade da valorização imobiliária inerente à urbanização;

(...)

IX - preservação e recuperação do meio ambiente natural;

X - fortalecimento do setor público, recuperação e valorização das funções de planejamento, articulação e controle da Política Urbana;

(...)

XII - gestão democrática, mediante participação da população e das associações representativas dos vários segmentos da comunidade nos processos de decisão, planejamento, formulação, execução,

acompanhamento e fiscalização do desenvolvimento urbano e territorial do Município.

O Capítulo II trata das Políticas Social, Urbana e Territorial e a Seção VII trata especificamente da Política de Meio Ambiente e, o art. 15º institui que, o Poder Público Municipal estimulará e incentivará ações, atividades, procedimentos e empreendimentos, de caráter público ou privado, que visem à proteção, manutenção e recuperação do meio ambiente e a utilização sustentável dos recursos ambientais, mediante concessão de vantagens fiscais e creditícias, procedimentos compensatórios, apoio financeiro, técnico, científico e operacional.

Art. 17. Constituem diretrizes da Política de Meio Ambiente:

(...)

II. a fixação de diretrizes e parâmetros ambientais para o uso e ocupação do solo e para a conservação e ampliação da cobertura vegetal;

III. a determinação da capacidade suporte dos ecossistemas, indicando limites de absorção de impactos provocados pela instalação de atividades produtivas e de obras de infraestrutura;

IV. a criação de programas e de instrumentos específicos de gestão, monitoramento, prevenção, redução de riscos e de mitigação de impactos ambientais decorrentes de eventos hidrológicos críticos, incêndios florestais, queimadas urbanas e rurais predatórias, atividades industriais e agrícolas poluidoras, do aumento e densidade de tráfego de veículos automotores, da disposição de resíduos sólidos;

(...)

VI. a redução dos riscos sócio-ambientais;

(...)

XII. o desenvolvimento de programas de educação ambiental formal e informal;

(...)

XIV. a fiscalização adequada para controle dos resíduos sólidos, conforme legislação pertinente.

A Seção VIII trata da Política de Saneamento Ambiental e o art. 19º regulamenta as diretrizes desta Política:

I. a universalização dos serviços de saneamento básico de coleta e tratamento de esgotos e de abastecimento de água potável em quantidade suficiente para atender às necessidades básicas de consumo, através do estabelecimento de parcerias entre o poder público e o setor privado;

(...)

IV. a elaboração de plano de gerenciamento dos resíduos sólidos, buscando o recolhimento, tratamento e a destinação final adequados dos resíduos sólidos domiciliar, industrial, hospitalar e da construção civil;

V. a implantação de programas de reciclagem de resíduos sólidos.

A Seção X trata da Política de Habitação e o art. 24º trata das diretrizes:

I. a democratização do acesso à terra e à moradia digna aos habitantes da cidade, com melhoria das condições de habitabilidade, preservação ambiental e qualificação dos espaços urbanos priorizando as famílias de baixa renda;

- II. a vinculação da política habitacional com as políticas sociais;
- III. a diversificação das formas de acesso à habitação de interesse social;
- IV. a formulação e implementação de Política Habitacional e Fundiária com o estabelecimento de canais permanentes de participação popular;
- V. a promoção, no caso de necessidade de remoção de área de risco ou por necessidade de obra de urbanização, do atendimento habitacional para as famílias a serem removidas;
- VI. a elaboração de estudos de viabilidade para criação de novas áreas habitacionais;
- VII. a elaboração de programas habitacionais, priorizando a população sem casa própria;
- VIII. a promoção de urbanização, regularização fundiária e titulação de assentamento urbanos já consolidados.

O Título III trata do Ordenamento Territorial do Município e o art. 40º determina os princípios básicos, sendo:

- I. expressar graficamente as diretrizes de desenvolvimento do Município, através do Macrozoneamento Municipal definido para o território municipal e do Zoneamento Urbano definido para as áreas urbanas do Município;
- II. estabelecer relações de complementaridade entre a área urbana e a área rural;
- III. valorizar o patrimônio cultural e ambiental.

O art. 44º define que o Macrozoneamento é a divisão do território considerando: a área urbana consolidada e a infraestrutura instalada; as características de uso e ocupação urbano e rural do território do Município; a necessidade de áreas para a expansão urbana; as características do meio ambiente natural; e a expansão do setor agropecuário do Município. O Município de Ibatiba está dividido na Macrozona Urbana, na Macrozona Rural e na Macrozona Ambiental.

Art. 46. Na Macrozona Rural serão permitidas as atividades destinadas à exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal e mineral, agroindustrial e agroturismo.

(...)

Art. 48. A Macrozona Ambiental é composta por áreas que apresentam ambientes frágeis, com predomínio de declividades acentuadas e presença de mananciais, já inclusas em alguma categoria de preservação e/ou indicadas para sua expansão, por possuírem características semelhantes, vegetação arbórea natural e significativa beleza cênica.

(...)

Art. 52. A Macrozona Urbana é composta por áreas dotadas de infra-estruturas, serviços e equipamentos públicos e comunitários e por áreas necessárias à expansão urbana.

O art. 54º divide a Macrozona Urbana em: Zona Residencial; Zona de Comércio e Serviço; Zona de Expansão Urbana (ZEU); Zona Especial de Projetos Específicos; Zona Especial de Interesse Social (ZEIS); e Zona Especial de Interesse Ambiental (ZEIA).

Art. 55. A Zona Residencial é composta por áreas de uso predominantemente residencial com alguma

concentração de comércio e de serviços de abrangência local.

Art. 57. A Zona de Comércio e Serviço é composta por áreas de uso predominantemente destinado ao exercício de atividades institucionais, comerciais e de prestação de serviço.

Art. 59. A Zona de Expansão Urbana – ZEU é composta por áreas ainda não parceladas reservadas à futura expansão urbana, próximas às áreas ocupadas.

Art. 62. A Zona Especial de Projetos Específicos – ZEPE é composta por áreas cuja ordenação do uso e do parcelamento do solo se especifica pela implantação de programas e projetos específicos de abrangência principal e especial, detalhados em plano de conjunto para a área como um todo.

Art. 64. As Zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS são áreas urbanas onde há interesse público em ordenar a ocupação, por meio de regularização urbanística e fundiária dos assentamentos habitacionais de baixa renda, existentes e consolidados, a partir de regras específicas de parcelamento, uso e ocupação do solo e o desenvolvimento de programas habitacionais de interesse social nas áreas não utilizadas ou subutilizadas.

Art. 78. As Zonas Especiais de Interesse Ambiental – ZEIAs são parte integrante das Áreas Especiais de Interesse Ambiental - AEIAs, conforme artigos 49, 50 e 51.

Art. 79. Devido às suas características, a Zona Especial de Interesse Ambiental está subdividida em ZEIA 1 e ZEIA 2.

Art. 80. A Zona Especial de Interesse Ambiental 1 – ZEIA 1 caracteriza-se, por seus aspectos físicos ou ambientais, como áreas non aedificandi e destinadas à preservação integral dos ecossistemas e dos recursos naturais, garantindo a reserva genética da fauna e flora e seus habitats, podendo ser utilizada para fins de pesquisa científica, monitoramento, educação ambiental e o uso indireto dos recursos naturais, não envolvendo dano ou destruição dos mesmos, respeitando-se os usos e zoneamento estabelecidos em seus respectivos planos de manejo.

Art. 81. Integram a Zona Especial de Interesse Ambiental 1 – ZEIA 1 as seguintes áreas:

- I. ao longo do Rio Pardo, do Córrego dos Rodrigues e afluentes córregos nas áreas urbanas, numa faixa de 15 metros para cada margem;
- II. aquelas consideradas como de preservação permanente, conforme legislação vigente;
- III. aquelas com declividade acima de 30%.

Art. 82. A Zona Especial de Interesse Ambiental 2 – ZEIA 2 – caracterizam-se por seus aspectos físicos e ambientais, como áreas non aedificandi e destinadas à recuperação e conservação das características naturais e paisagísticas, onde o uso e ocupação do solo devem ser controlados de forma a assegurar a qualidade ambiental, podendo ser utilizada para fins rurais, de pesquisa científica, monitoramento e

educação ambiental, recreação, realização de eventos culturais e esportivos e atividades de apoio ao turismo.

Art. 83. Integram a Zona Especial de Interesse Ambiental 2 – ZEIA 2 as áreas com declividade acima de 30%, sem vegetação natural passível de ocupação rural.

O Título IV trata do Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo e o art. 110º define como Índices de Controle Urbanísticos o conjunto de normas que regula o dimensionamento das edificações, em relação ao terreno onde serão construídas, e ao uso a que se destinam. Segue a definição de alguns destes:

- I. Taxa de ocupação é o percentual expresso pela relação entre a área da projeção da edificação e a área do lote;
- II. Taxa de permeabilidade é o percentual expresso pela relação entre a área do lote sem pavimentação impermeável e sem construção no subsolo, e a área total do terreno;
- III. Gabarito é número máximo de pavimentos da edificação.

A **Tabela 6-5** apresenta os índices urbanísticos definido para cada uma das Zonas Urbanas.

Tabela 6-5: Índice de Controle Urbanístico.

ÍNDICE DE CONTROLE URBANÍSTICO				
Zona	TO máxima	TP mínima	Gabarito	Área Mínima (m ²)
Zona de Comércio e Serviços	80%	15%	4	300
Zona Residencial 1	75%	15%	4	240
Zona Residencial 2	80%	15%	3	240
Zona de Expansão Urbana - ZEU				
Zona Especial de Projetos Específicos - ZEPE	65%	20%	4	450
Zona Especial de Interesse Social - ZEIS			2	125
Zona Especial de Interesse Ambiental - ZEIA				

O art. 123º define as diretrizes para parcelamento do solo para fins urbanos, sob a forma de loteamento, desmembramento, desdobra e remembramento:

§1º. Admite-se o parcelamento do solo para fins urbanos apenas no perímetro urbano definido nesta Lei.

§2º. O parcelamento do solo para fins urbanos deve respeitar as características físicas e infraestruturais do sistema viário, bem como as exigências de área mínima e máxima e testada mínima do lote.

(...)

Art. 124. Considera-se loteamento a subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias públicas ou logradouros públicos, ou com prolongamento, modificação ou ampliação das vias públicas ou logradouros públicos existentes.

(...)

Art. 128. Não será permitido o parcelamento do solo para fins urbanos em locais:

I. alagadiços e sujeitos a inundação, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;

(...)

III. onde for técnica e economicamente inviável a implantação de infraestrutura básica, serviços públicos de transporte coletivo ou equipamentos comunitários;

IV. sujeitos a deslizamentos de terra ou erosão, antes de tomadas as providências necessárias pra garantir a estabilidade geológica e geotécnica;

V. onde a poluição ambiental comprovadamente impeça condições sanitárias adequadas sem que sejam previamente saneados;

VI. com declividade superior à 30% (trinta por cento);

VII. onde houver proibição para este tipo de empreendimento em virtude de normas de proteção do meio ambiente ou do patrimônio paisagístico, ecológico, turístico, artístico, histórico, cultural, religioso, arqueológico, etnográfico ou espeleológico.

O art. 144º determina que qualquer loteamento a ser implantado deverá passar por um processo de aprovação de projeto realizado pelos técnicos da Prefeitura Municipal. Antes da elaboração do projeto, o interessado deverá solicitar à Prefeitura Municipal que defina as diretrizes urbanísticas municipais.

A Seção VII trata do Título IV trata da fiscalização, notificação, vistoria e do alvará de conclusão de obras.

Art. 170. A fiscalização da implantação dos projetos de parcelamento do solo será exercida pelo órgão competente, através de seus agentes fiscalizadores, que utilizarão no exercício de suas funções o Poder de Polícia Administrativa.

Art. 171. Cabe à fiscalização:

I. verificar a obediência dos greides, largura das vias e passeios, tipo de pavimentação das vias, instalação de rede de águas pluviais, demarcação dos lotes, quadras, logradouros públicos e outros equipamentos de acordo com os projetos aprovados;

- II. efetuar as vistorias necessárias para aferir o cumprimento do projeto aprovado;
- III. comunicar aos órgãos competentes as irregularidades observadas na execução do projeto aprovado, para as providências cabíveis;
- IV. realizar vistorias requeridas pelo interessado para concessão do Alvará de Conclusão de Obras;
- V. adotar providências punitivas sobre projetos de parcelamento do solo não aprovados;
- VI. autuar as infrações verificadas e aplicar as penalidades correspondentes.

Art. 178. A conclusão das obras dos projetos de parcelamento do solo deverá ser comunicada pelo proprietário à Secretaria Municipal responsável, para fins de vistoria e expedição do Alvará.

O Título V trata dos instrumentos da Política Urbana, estando regulamentado na Seção II art. 183º que, quando for o caso, serão identificados os imóveis ou áreas sujeitos à utilização, edificação e parcelamento compulsórios nos termos do art. 182, § 4º da Constituição Federal e dos arts. 5º e 6º da Lei Federal nº 10.257/01, de 10 de julho de 2001.

Art. 184. Para a aplicação do disposto no art. 183 desta Lei, o Chefe do Poder Executivo Municipal deverá expedir notificação, acompanhada de laudo técnico, que ateste a situação do imóvel a ser subutilizado, não utilizado, não edificado ou não parcelado.

Segundo o art. 187º o Poder Executivo poderá aplicar o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) progressivo no tempo nos casos em que a obrigação de parcelar, edificar ou utilizar não estejam em conformidade com a legislação em vigor. Decorridos cinco anos de cobrança

do IPTU progressivo sem que o proprietário tenha cumprido a obrigação de parcelamento, edificação ou utilização, o Município poderá proceder à desapropriação do imóvel, com pagamento em títulos da dívida pública.

A Seção V trata do instrumento urbanístico denominado como Direito de Preempção, que confere ao Poder Público Municipal preferência para aquisição de imóvel urbano objeto de alienação onerosa entre particulares. Esse instrumento poderá ser utilizado caso o município necessite de área para: regularização fundiária; execução de programas e projetos habitacionais de interesse social; constituição de reserva fundiária; ordenamento e direcionamento da expansão urbana; implantação de equipamentos urbanos e comunitários; criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes; criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental; e proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico.

A Seção IX trata da transferência do direito de construir, de forma que, o Poder Executivo Municipal poderá autorizar, a partir de Lei Municipal Específica, proprietário do imóvel urbano, privado ou público, a exercer em outro local, ou alienar, mediante escritura pública, o direito básico de construir previsto neste Plano Diretor ou em legislação urbanística dele decorrente, quando o referido imóvel for considerado necessário para fins de: implantação de equipamentos urbanos e comunitários; preservação, quando o imóvel for considerado de interesse histórico, ambiental, paisagístico, social e cultural; servir a programas de regularização fundiária, urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda e habitação de interesse social.

Por fim, a Seção X regulamenta o consórcio imobiliário, por meio do qual o Poder Executivo Municipal poderá facultar ao proprietário de área atingida pela obrigação de que trata o art. 5º da Lei Federal nº. 10.257/01, a requerimento deste, como forma de viabilização financeira do aproveitamento do imóvel.

§1º. Considera-se consórcio imobiliário a forma de viabilização de planos de urbanização ou edificação por meio da qual o proprietário transfere ao Poder Público municipal seu imóvel e, após a realização

das obras, recebe como pagamento, unidades imobiliárias devidamente urbanizadas ou edificadas.

Vale destacar que, em reunião com os técnicos da Prefeitura Municipal foi informado que este Plano Diretor está sendo revisado, estando em fase final de revisão, devendo ser aprovado ainda no início do ano de 2014.

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 Ibatiba. 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 36 de outubro de 2009, dispõe sobre a estrutura administrativa da Prefeitura Municipal de Ibatiba destacam-se as competências da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos, da Secretaria Municipal de Ação Social, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Cultura e Turismo e da Secretaria Municipal de Administração.

Em relação à Secretaria Municipal de Ação Social, torna-se importante sua atuação por gerenciar, coordenar e instituir programas de assistência social para familiar em vulnerabilidade social, o que passa pela garantia de acesso à moradia digna e acesso a cidade. Essa secretaria também articular-se com entidades públicas e privadas e com a comunidade, visando a obtenção de cooperação para o desenvolvimento de ações de prevenções e conscientização da população contra fenômenos que ponham em risco sua segurança. Destaca-se a Seção de Habitação Urbana, que se encontra alocada nesta Secretaria e é responsável por promover a elaboração de planos, projetos e obras habitacionais e de regularização fundiária. Esta Seção

é também responsável por promover o envolvimento da comunidade em projetos habitacionais, capacitando os grupos organizados.

Sugere-se que está Seção de Habitação Urbana esteja alocada na Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos, devendo ser competência da Secretaria Municipal de Ação Social somente o que tange a coordenação e a realização das ações de participação, mobilização e organização comunitária para programas habitacionais para população de baixa renda. As demais atribuições, tais como a elaboração de projetos, a execução de obras e a coordenação da construção de novas unidades habitacionais, melhorias habitacionais, obras de pavimentação, drenagem e as demais benfeitorias, devem estar à cargo da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos

A Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos tem sua importância na gestão do risco geológico por estar responsável pela coordenação e controle das obras públicas, pela política de saneamento urbano e pela fiscalização da aplicação dos Código de Posturas, Lei de Parcelamento do Solo, Código de Obras e Plano Diretor Municipal.

Em relação à Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Cultura e Turismo, é importante o trabalho desta por ser responsável pela gestão dos resíduos sólidos, desde a limpeza pública, até a coleta e disposição final do lixo gerado pela comunidade, portanto ela é responsável por manter a cidade sempre limpa e sem pontos de acúmulo de lixo e entulho, um dos fatores que dificultam o escoamento de águas pluviais, provocando muitas vezes alagamento e inundação.

Ainda se tratando da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Cultura e Turismo faz-se necessário estruturar o corpo técnico da Secretaria, de forma a se tornar prática do Poder Executivo Municipal a implantação de um Código de Meio Ambiente, assim como na elaboração de licenças ambientais, atuando em conjunto com a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos na fiscalização e controle de empreendimentos e atividades que gerem impactos ambientais.

Em relação à Coordenadoria Municipal de Defesa Civil, que está dentro da estrutura da Secretaria Municipal de Administração, é necessário que esta esteja vinculada diretamente ao Prefeito Municipal, garantindo maior autonomia nas decisões e trabalhos voltados para prevenção do risco, principalmente em se tratando do atendimento emergencial. É importante observar que as competências da Defesa Civil, instituídas na legislação municipal devem ser colocadas em prática, sendo necessário a contratação de técnicos que serão exclusivos desta Coordenadoria.

Outro grande problema da legislação de Ibatiba é o fato do município não possuir um Código de Obras, adequado com a realidade municipal; e não possuir um Código de Meio Ambiente. Deve-se criar e implementar estas duas legislações no município, facilitando o trabalho do Poder Executivo na fiscalização e controle do crescimento urbano e das atividades e empreendimentos que serão implementados no município. Ressalta-se também que, segundo informações dos técnicos municipais, não é prática do Poder Executivo Municipal fazer aprovação de projeto de loteamento e projeto de edificação, assim como emitir anuênciam para execução das obras dos mesmos.

A partir de análise feita sobre programas e projetos em andamento no município de Ibatiba, conclui-se que praticamente não existem iniciativas do Poder Público Municipal no sentido de minimizar os problemas de infraestrutura, principalmente relacionados à drenagem urbana, estabilização de encostas, provisão de habitação de baixa renda e demais problemas relacionados à infraestrutura urbana. Faz-se necessário rever a gestão pública municipal, de forma que cada Secretaria, dentro de seu quadro de atribuições, passe a estabelecer convênios com o Poder Executivo Federal e Estadual para realização de diversas ações no município, no que tange principalmente a solução de problemas de infraestrutura urbana e habitacionais.

A aprovação desses dois planos – Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais e Plano de Risco Geológico –, devem ser utilizados para embasar poder público municipal na criação de metas de ação no município e captação de recurso na

esfera federal e estadual, para urbanização de assentamentos precários, melhoria na infraestrutura urbana, regularização fundiária, entre outros, que venham a colaborar com os problemas identificados nesse diagnóstico.

6.5 INUNDAÇÃO NA BACIA DO RIO PARDO E DOS CÓRREGOS DO IPÊ E SÃO JOSÉ

6.5.1 Contextualização

O núcleo urbano de Ibatiba se desenvolveu ao longo de uma planície sedimentar do vale formado pelo Rio Pardo e seus principais afluentes, os córregos do Ipê e São José. O Rio Pardo corta os seguintes bairros de Ibatiba: Trocate, Lacerda Sodré de Assis, São Sebastião, Floresta I, Boa Esperança, Centro, Bela Vista, Novo Horizonte e Soniter. O córrego do Ipê, por sua vez, corta os bairros Ipê e Centro. Por fim, o córrego São José corta o bairro Bela Vista. (**Figura 6-2**).

A bacia do Rio Pardo possui área de drenagem, até sua foz no Rio Braço Norte Esquerdo, de 614,51 Km². Até a área urbana de Ibatiba, o rio Pardo drena uma área de 63,85 Km², correspondendo a 10,39% da área total da sua bacia hidrográfica. O Rio Pardo nasce na comunidade conhecida como Ineses, a aproximadamente 12 Km da sede municipal de Ibatiba. Observa-se que, na bacia do Rio Pardo, é muito intenso o uso do solo, principalmente para o plantio de café, seguido de pastagem e eucalipto. A cobertura florestal nativa é escassa, localizada em áreas menos nobres, como beiradas de afloramentos rochosos ou topos de morros muito altos.

O córrego do Ipê possui área de drenagem de 4,98 Km², com nascente localizado na comunidade que dá nome ao córrego. O uso do solo se dá de forma intensa, com foco no plantio de café. Os fragmentos florestais são bem escassos ao longo da bacia.

O córrego São José possui área de drenagem de 12,19 Km², com nascente localizado na comunidade que dá nome ao córrego. O uso do solo se dá de forma intensa com foco no plantio de café. Os fragmentos florestais são bem escassos ao longo da bacia, se concentrando nos topo de alguns morros.

O Rio Pardo, imediatamente a montante da sede municipal de Ibatiba, apresenta uma planície de inundação que se estende por 5 Km rio acima, onde, a partir daí, apresenta declividades mais elevadas, com trechos encachoeirados. Na sede municipal de Ibatiba, as declividades também são reduzidas, com média de 0,0033 m/m. A jusante de Ibatiba, as declividades continuam reduzidas, até aproximadamente 2 Km a jusante, onde há uma cachoeira na comunidade conhecida como Pitanga. A partir das informações cedidas pela Defesa Civil Municipal e por observações realizadas em campo, constatou-se que estas planícies de inundação a jusante de Ibatiba são um forte vetor de crescimento da cidade, podendo-se observar loteamentos em construção e, muitos destes, bem próximos ao curso d'água.

No presente estudo, a bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José foram divididas em 11 bacias urbanas, denominadas bacias 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16 e 17, e 8 bacias rurais e periurbanas, denominadas bacias 1, 2, 11, 12, 13, 14, 18 e 19 (**Figura 6-5**). As vazões provenientes de cada uma das sub bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José foram apropriadas utilizando o modelo HEC-HMS.

As cheias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José vem se tornando frequentes, se agravando devido ao avanço da urbanização de sua bacia, incluindo a construção de residências muito próximo à calha do rio ou em seu leito maior.

Dentre as cheias, destacam-se as ocorridas em dezembro de 2010, quando enxurradas atingiram o município, causando estragos nos bairros ribeirinhos. A **Figura 6-6, a Figura 6-7, a Figura 6-8 e a Figura 6-9** apresentam o registro fotográfico da inundação ocorrida em dezembro de 2010.

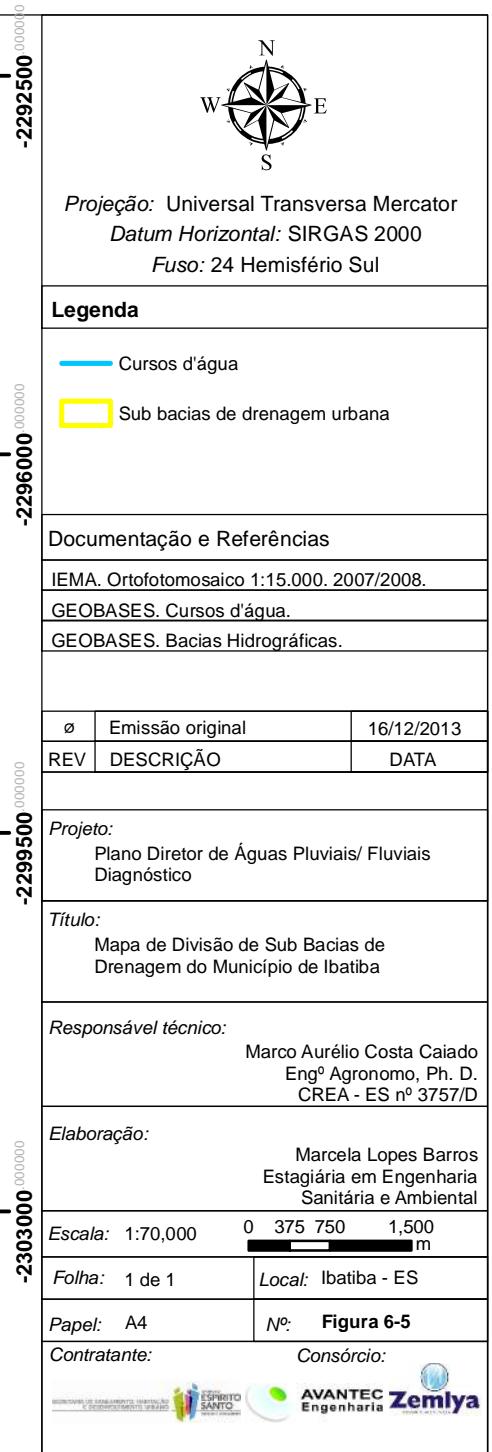
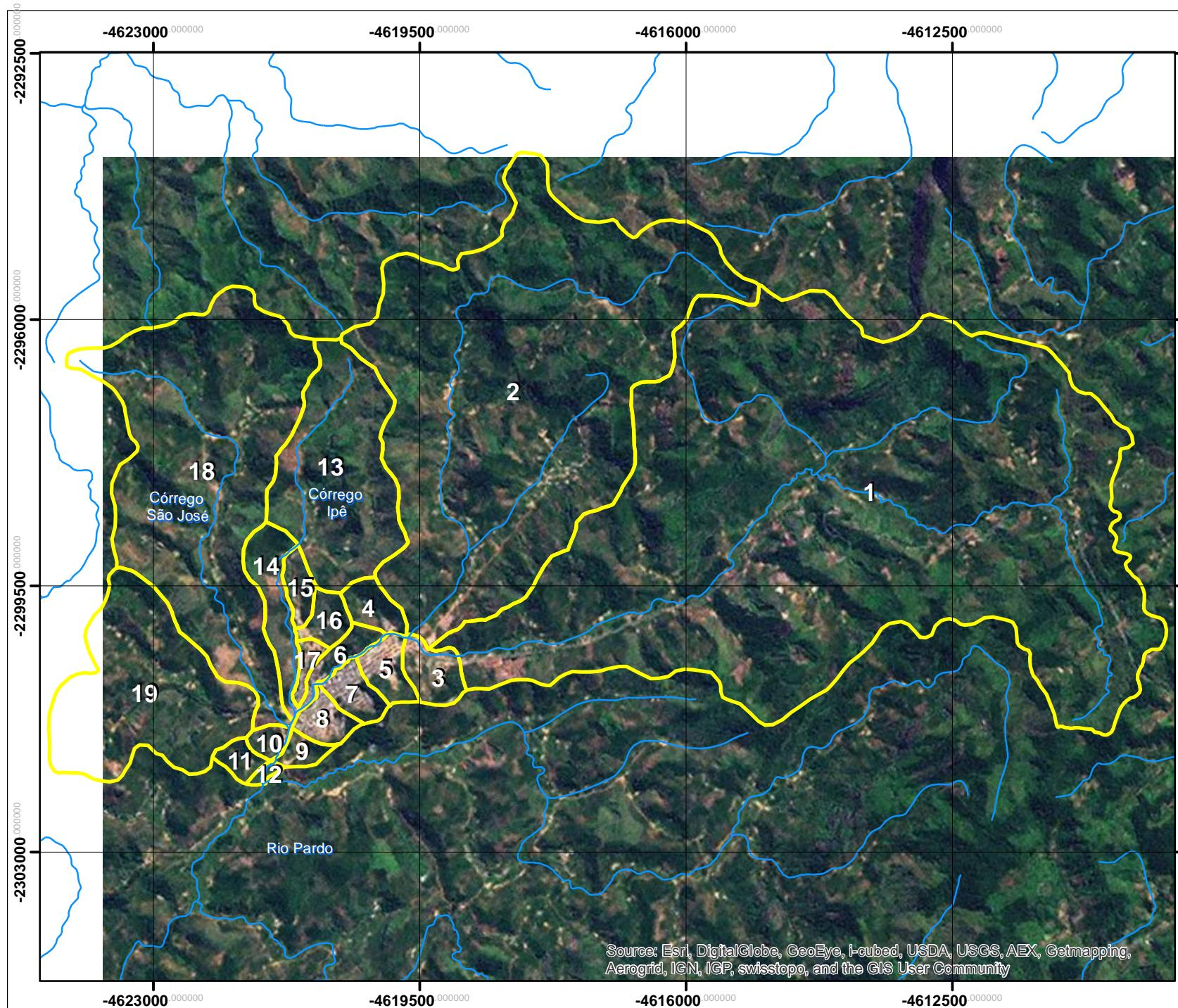




Figura 6-6: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro Centro.



Figura 6-7: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro Centro.



Figura 6-8: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro Centro.



Figura 6-9: Inundação ocorrida em dezembro de 2010 em Ibatiba-ES no bairro Centro.

Ao longo das visitas realizadas em campo, também foi possível verificar os principais aspectos da macrodrenagem de Ibatiba. Também foi possível verificar os trabalhos de dragagem que estão sendo realizados no município através de programas da SEDURB. A **Figura 6-10**, **Figura 6-11**, **Figura 6-12** e a **Figura 6-13** apresentam os trechos do Rio Pardo onde foram executada dragagem.



Figura 6-10: Trecho dragado do Rio Pardo em área menos urbanizada.



Figura 6-11: Trecho dragado do Rio Pardo em área mais urbanizada.



Figura 6-12: Retroescavadeira executando dragagem do Rio Pardo, em 09 de dezembro de 2013.



Figura 6-13: Dragagem executada próximo à via de acesso a Ibatiba, no Rio Pardo.

Por outro lado, por motivos operacionais, alguns trechos do Rio Pardo e do córrego do Ipê ainda não haviam sido executados, principalmente pela dificuldade de acesso aos locais. A **Figura 6-14** e a **Figura 6-15** apresentam trechos do Rio Pardo e do córrego do Ipê onde não foi possível executar dragagem.



Figura 6-14: Trecho do Rio Pardo onde não foi possível a realização de dragagem, entre as pontes da Rua Salomão Fadiala e a da Rua Michel Chequer.



Figura 6-15: Trecho do córrego do Ipê onde não foi possível a realização de dragagem, a montante da Rua Moacir Corrêa.

Outro problema identificado em campo foi o solapamento de margens. Foram identificados trechos do Rio Pardo que possuem curvas consideravelmente acentuadas, causando a erosão acelerada de suas margens. Em alguns casos, as margens estão ocupadas por edificações, oferecendo risco estrutural às mesmas. A **Figura 6-16** apresenta uma curva acentuada do Rio Pardo, na margem externa da qual ocorrer um terreno mais elevado, já ocupado por edificações na sua encosta.



Figura 6-16: Curva acentuada do Rio Pardo, a jusante da ponte da Rua Dimas A. Trindade.

Também foi possível observar pontos do Rio Pardo onde as águas já provocaram danos estruturais em edificações localizadas em suas margens. A

Figura 6-17 e a **Figura 6-18** apresentam o resultado da ação da água sobre um muro de proteção de uma edificação localizada na ponte da Rua Michel Chequer. O resultado foi a erosão da fundação da edificação, que causou danos estruturais consideráveis, inclusive à ponte da Rua Michel Chequer.



Figura 6-17: Muro de concreto para proteção da fundação da edificação localizada na ponte da Rua Michel Chequer. Detalhe para a rachadura causada pela força da água.



Figura 6-18: Efeito do escoamento d'água através do muro de proteção defeituoso.

Foi possível observar em algumas edificações as marcas da última inundação significativa (dezembro de 2010).



Figura 6-19: Marca d'água da enchente de dezembro de 2010 em uma edificação da Rua Manoel Trindade.



Figura 6-20: Marca d'água da enchente de dezembro de 2010 em uma edificação da Rua Nancife Alcure.

A jusante do centro de Ibatiba, existem duas pontes, sendo a primeira na BR-101 (**Figura 6-21**) e outra, lateral à BR-101, na Av. Nassif Alcure (**Figura 6-22**). Pode-se observar que a seção hidráulica da ponte da BR-101 é

significativamente maior do que a ponte da Av. Nassif Alcure, apesar de as duas estarem a poucos metros de distância uma da outra. Neste trabalho, foi verificada a influência da ponte da Av. Nassif Alcure sobre o escoamento do Rio Pardo a montante desta.



Figura 6-21: Ponte da BR-101 sobre o Rio Pardo, em Ibatiba-ES.



Figura 6-22: Ponte da Av. Nassif Alcure sobre o Rio Pardo, em Ibatiba-ES. Fonte: INPH, 2013.

Em resumo, foram constatados os seguintes problemas na macrodrenagem de Ibatiba: a) assoreamento dos canais de drenagem dos cursos d'água urbanos; b) presença de lixo e entulho nas calhas fluviais; c) crescimento de vegetação dentro dos cursos d'água, aumentando a fricção do escoamento; d) OAEs com

seção hidráulica inferior ao requisito de vazão de projeto; e) solapamento de margens devido a curvas acentuadas do Rio Pardo e; f) ocupação desordenada da cidade, tanto nas margens quanto em encostas.

Quanto à ocupação desordenada, como o município tem o café como principal atividade econômica, é muito comum que, na época de colheita, muitas pessoas imigrem de outras regiões em busca de emprego, sendo comum a fixação da família no município após a colheita, muitas vezes passando a habitar em áreas de risco.

6.5.2 Apropriação dos valores de vazões máximas

As vazões do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José 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 da bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José foi considerado apropriado dado a possibilidade de se transformar as características da bacia em variáveis de entrada do modelo.

A partir da equação de chuvas intensas desenvolvida para Ibatiba, foram calculadas as intensidades de chuva com períodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos e duração igual a duas 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 aritméticas dos três valores obtidos.

É relevante observar que foram calculados os tempos de concentração para cada uma das sub bacias. A **Tabela 6-6** apresenta o resultado dos cálculos do tempo de concentração das sub bacias nas quais a bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José foram divididas.

Tabela 6-6: Tempo de concentração para as sub bacias na qual a bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José foram divididas.

Sub bacia	Método (min)			Tc médio
	Ven Te Chow	Kirpich	SCS	
01	134,55	95,22	174,00	134,59
02	88,70	57,68	79,00	75,13
03	16,69	7,73	-	12,21
04	15,92	7,31	-	11,62
05	15,38	7,01	-	11,20
06	4,91	1,77	-	3,34
07	14,22	6,38	-	10,30
08	11,39	4,88	-	8,14
09	9,32	3,83	-	6,58
10	9,38	3,86	-	6,62
11	9,12	3,74	-	6,43
12	8,05	3,21	-	5,63
13	44,37	25,07	27,00	19,29
14	9,35	3,85	-	6,60
15	6,16	2,33	-	4,25
16	14,80	6,69	-	10,74
17	6,64	2,55	-	4,59
18	88,35	57,41	105,00	83,59
19	60,41	36,33	65,00	53,92
Rio Pardo	172,74	128,62	136,00	145,79
Córrego do Ipê	69,31	42,87	62,40	58,19
Córrego São José	88,35	57,41	105,00	83,59

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 CN é um valor tabelado e relacionado ao uso do solo e ao tipo hidrológico do solo. A partir do cruzamento do Mapa de Uso do Solo e do Mapa Pedológico da bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José, foram apropriados os valores de CN médio para cada uma das sub bacias. O mapa de uso e ocupação do solo foi elaborado em três etapas:

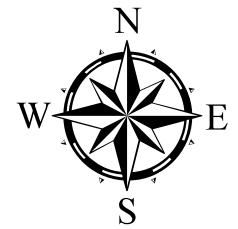
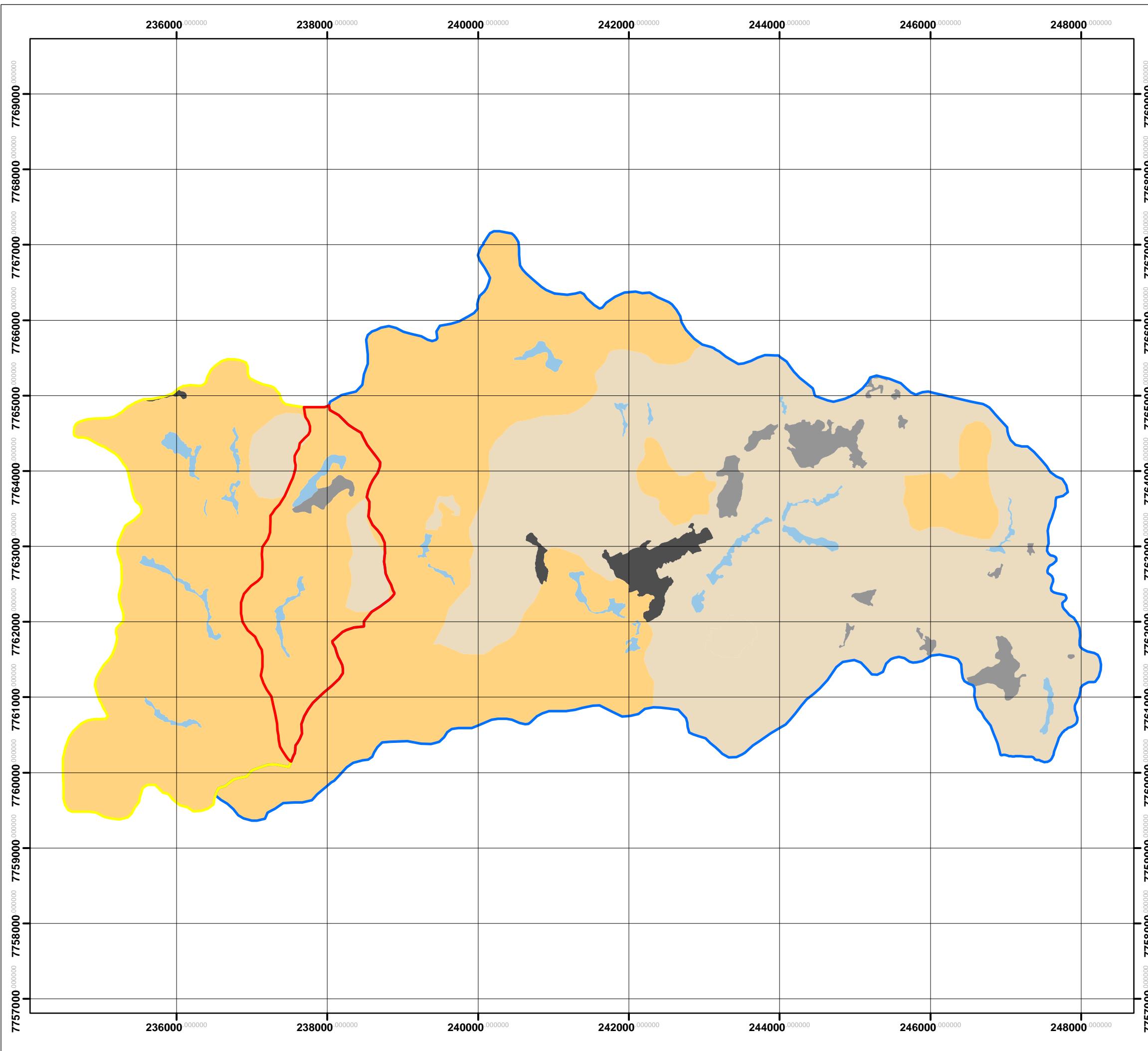
- a) Classificação do uso e ocupação do solo por meio de sistema de informação geográfica utilizando-se imagens do Ortofotomosaico do Espírito Santo (IEMA, 2007/2008);
- b) Amostragem e confirmação de usos e ocupação do solo na bacia mapeada durante visitas de campo; e
- c) Refinamento e elaboração do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

O mapa de Uso e Ocupação do Solo da bacia Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José está apresentado na **Figura 6-23**. Para a elaboração do mapa pedológico da área, primeiramente foi feita revisão de um conjunto de trabalhos correlatos já publicados e dos mapas de solos existentes. A região foi contemplada em dois estudos pedológicos oficiais, os quais resultaram nas cartas de solos em escala 1:400.000 (EMBRAPA-SNLCS, 1978) e 1:1.000.000 (RADAMBRASIL, 1983). Este último foi tomado como base cartográfica para este estudo por ser um trabalho mais recente e por ter sido elaborado em escala de 1: 250.000 (depois impresso em 1:1.000.000), mais preciso, portanto, que o de escala 1:400.000. Além disso, suas informações se ajustam melhor às obtidas durante as visitas de campo.

Informações cartográficas e da literatura consultada foram complementadas por campanhas de campo realizadas para este trabalho. Durante as campanhas de campo, os solos da área foram estudados em termos de sua distribuição em função das condições do relevo e geologia e através de observações de perfis em taludes de estradas. As informações foram consolidadas em escritório e complementadas com imagens do Ortofotomosaico do Espírito Santo (IEMA, 2007/2008) em ambiente computacional, possibilitando a elaboração do Mapa Pedológico da bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José o qual está apresentado na **Figura 6-24**.



Figura 6-23: Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José, município de Ibatiba para o Cenário Atual.



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

Legenda

- Limite de Bacia**
- Bacia do Córrego Ipê
 - Bacia do Córrego São José
 - Bacia do Rio Pardo

Pedologia

- Afloramento Rochoso
- Afloramento rochoso e Nessolo Litólico
- Cambissolo
- Gleissolo e Neossolo Flúvico
- Latossolo Vermelho Amarelo

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	18/12/2013
REV	DESCRÍÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

Título:
Mapa Pedológico das bacias dos Córrego Ipê,
Córrego São José e do Rio Pardo

Responsável técnico:

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

Elaboração:

Marcela Lopes Barros
Estagiária em Engenharia
Sanitária e Ambiental

Escala: 1:50.000 0 500 1,000 2,000
m

Folha: 01 de 01 Local: Ibatiba - ES

Papel: A3 Nº: **Figura 6-24**

Contratante: Consórcio:

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

A **Tabela 6-7**, por sua vez, apresenta os valores de CN médio para as sub bacias nas quais as bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José foram divididas.

Tabela 6-7: Valores de CN médio para as sub bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José.

Sub bacia	CN médio	Área (Km ²)
01	51,24	28,69
02	46,11	15,13
03	58,29	0,47
04	48,20	0,36
05	68,63	0,39
06	59,56	0,31
07	74,94	0,36
08	78,00	0,33
09	48,53	0,19
10	50,58	0,17
11	46,03	0,20
12	49,71	0,06
13	52,36	3,45
14	49,38	0,80
15	56,36	0,26
16	50,03	0,30
17	79,84	0,15
18	46,71	8,25
19	45,59	3,94

Para o cálculo 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 km², tendo-se, posteriormente, demonstrada a sua aplicabilidade em bacias de área mais reduzidas, entre 0,005 Km² e 25 km².

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 tempo 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. No presente trabalho, a duração da chuva foi estabelecida para um tempo igual a duas, três ou quatro vezes o tempo de concentração, em

função, principalmente do tamanho da bacia e de seu próprio tempo de concentração. A construção do hietograma foi realizada pelo método dos blocos alternados, através do qual, a intensidade da precipitação de projeto é maior no meio, sendo mais branda no início e no final da mesma.

Para a simulação do Cenário Atual, o modelo HEC-HMS foi aplicado às bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José com precipitação com duração referente a três vezes o tempo de concentração de toda a Bacia do Rio Pardo.

Conforme apresentado na **Tabela 6-6**, os cálculos do tempo de concentração da Bacia do Rio Pardo, até no fim de seu trecho urbano, resultou em um valor médio de 145,79 minutos.

A precipitação de cada sub bacia foi calculada por meio do método dos blocos alternados, que consiste na construção do hietograma de projeto a partir da curva IDF. A equação IDF é calculada para uma estação pluviométrica e a precipitação máxima nesta não ocorre sobre toda a bacia ao mesmo tempo, existindo uma variabilidade espacial natural, com tendência à redução da precipitação da bacia com relação ao máximo valor observado na estação.

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

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

$$K_A = 1 - 0,25 \frac{\sqrt{A}}{\beta} \quad \text{Equação 12}$$

Onde:

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

A: Área em km^2 ;

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

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

Equação 13

Sendo t a duração do evento em minutos e β obtido em quilômetros.

Para a bacia de drenagem do Rio Pardo, o cálculo do coeficiente de abatimento resultou no valor de 0,95.

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. Placer Country (1990) *apud* US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center (2000) por sua vez, recomenda uma duração de chuva igual a duas ou três vezes o tempo de concentração.

Foram calculadas as chuvas intensas para durações iguais a três 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 6-25** apresenta o hietograma da chuva de 25 anos utilizado na simulação, com discretização temporal de 10 minutos.

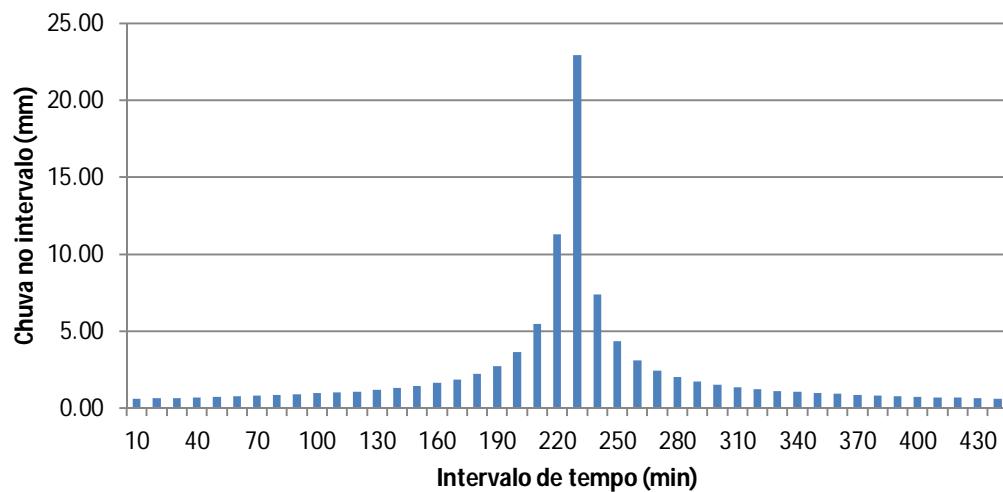


Figura 6-25: Hietograma da chuva com recorrência de 25 anos e duração igual três vezes o tempo de concentração da bacia.

A tela principal do programa HEC-HMS preparado para a modelagem das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José está apresentada na **Figura 6-26**.

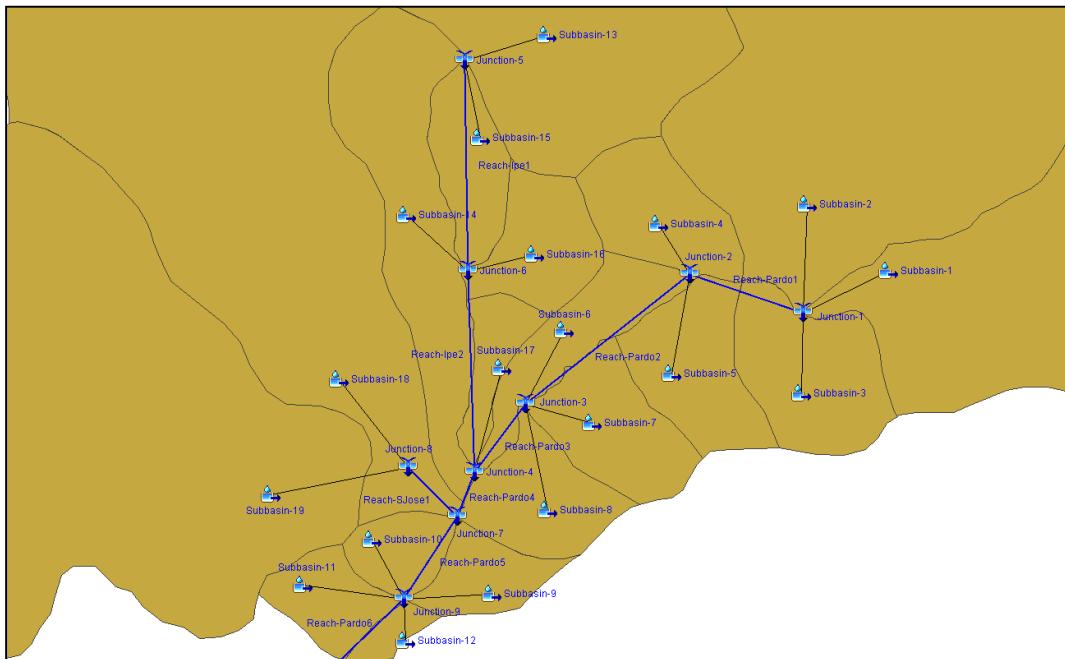


Figura 6-26: Bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José modeladas pelo programa HEC-HMS.

A **Tabela 6-8**, a **Tabela 6-9**, a **Tabela 6-10**, a **Tabela 6-11**, a **Tabela 6-12**, a **Tabela 6-13**, a **Tabela 6-14** apresentam os resultados da aplicação do HEC-HMS nas bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuvas de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos, respectivamente.

Tabela 6-8: Resposta hidrológica das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com tempo de retorno de 5 anos.

Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico
	km ²	m ³ /s		km ²	m ³ /s
Junção-1	44,29	10,06	Sub bacia-10	0,17	0,08
Junção-2	45,04	10,35	Sub bacia-11	0,2	0,03
Junção-3	46,04	10,98	Sub bacia-12	0,06	0,02
Junção-4	51	12,34	Sub bacia-13	3,45	1,85
Junção-5	3,71	2,03	Sub bacia-14	0,8	0,27
Junção-6	4,81	2,37	Sub bacia-15	0,26	0,58
Junção-7	63,19	13,86	Sub bacia-16	0,3	0,11
Junção-8	12,19	1,53	Sub bacia-17	0,15	2,51
Junção-9	63,81	13,96	Sub bacia-18	8,25	1,11
Trecho-Ipe1	3,71	2,03	Sub bacia-19	3,94	0,43
Trecho-Ipe2	4,81	2,36	Sub bacia-2	15,13	1,8
Trecho-Pardo1	44,29	10,06	Sub bacia-3	0,47	0,98
Trecho-Pardo2	45,04	10,35	Sub bacia-4	0,36	0,08
Trecho-Pardo3	46,04	10,98	Sub bacia-5	0,39	2,75
Trecho-Pardo4	51	12,34	Sub bacia-6	0,31	1,26
Trecho-Pardo5	63,19	13,86	Sub bacia-7	0,36	3,98
Trecho-Pardo6	63,81	13,96	Sub bacia-8	0,33	4,61
Trecho-SJose1	12,19	1,53	Sub bacia-9	0,19	0,05
Sub bacia-1	28,69	8,1	-	-	-

Tabela 6-9: Resposta hidrológica das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com tempo de retorno de 10 anos.

Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico
	km ²	m ³ /s		km ²	m ³ /s
Junção-1	44,29	16,64	Sub bacia-10	0,17	0,16
Junção-2	45,04	17,04	Sub bacia-11	0,2	0,06
Junção-3	46,04	17,86	Sub bacia-12	0,06	0,05
Junção-4	51	19,83	Sub bacia-13	3,45	3,23
Junção-5	3,71	3,52	Sub bacia-14	0,8	0,58
Junção-6	4,81	4,12	Sub bacia-15	0,26	0,99
Junção-7	63,19	22,59	Sub bacia-16	0,3	0,23
Junção-8	12,19	2,88	Sub bacia-17	0,15	2,97
Junção-9	63,81	22,73	Sub bacia-18	8,25	2,05
Trecho-Ipe1	3,71	3,52	Sub bacia-19	3,94	0,84
Trecho-Ipe2	4,81	4,12	Sub bacia-2	15,13	3,42
Trecho-Pardo1	44,29	16,64	Sub bacia-3	0,47	1,57
Trecho-Pardo2	45,04	17,04	Sub bacia-4	0,36	0,18
Trecho-Pardo3	46,04	17,86	Sub bacia-5	0,39	3,54
Trecho-Pardo4	51	19,82	Sub bacia-6	0,31	1,83
Trecho-Pardo5	63,19	22,59	Sub bacia-7	0,36	4,88
Trecho-Pardo6	63,81	22,73	Sub bacia-8	0,33	5,53
Trecho-SJose1	12,19	2,88	Sub bacia-9	0,19	0,11
Sub bacia-1	28,69	13,04	-	-	-

Tabela 6-10: Resposta hidrológica das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com tempo de retorno de 20 anos.

Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico
	km ²	m ³ /s		km ²	m ³ /s
Junção-1	44,29	26,05	Sub bacia-10	0,17	0,33
Junção-2	45,04	26,56	Sub bacia-11	0,2	0,13
Junção-3	46,04	27,58	Sub bacia-12	0,06	0,1
Junção-4	51	30,35	Sub bacia-13	3,45	5,33
Junção-5	3,71	5,72	Sub bacia-14	0,8	1,12
Junção-6	4,81	6,68	Sub bacia-15	0,26	1,51
Junção-7	63,19	34,99	Sub bacia-16	0,3	0,42
Junção-8	12,19	5,15	Sub bacia-17	0,15	3,5
Junção-9	63,81	35,2	Sub bacia-18	8,25	3,63
Trecho-Ipe1	3,71	5,71	Sub bacia-19	3,94	1,6
Trecho-Ipe2	4,81	6,67	Sub bacia-2	15,13	6,18
Trecho-Pardo1	44,29	26,04	Sub bacia-3	0,47	2,32
Trecho-Pardo2	45,04	26,56	Sub bacia-4	0,36	0,35
Trecho-Pardo3	46,04	27,58	Sub bacia-5	0,39	4,49
Trecho-Pardo4	51	30,35	Sub bacia-6	0,31	2,52
Trecho-Pardo5	63,19	34,99	Sub bacia-7	0,36	5,92
Trecho-Pardo6	63,81	35,2	Sub bacia-8	0,33	6,58
Trecho-SJose1	12,19	5,15	Sub bacia-9	0,19	0,22
Sub bacia-1	28,69	20,02	-	-	-

Tabela 6-11: Resposta hidrológica das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com tempo de retorno de 25 anos.

Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico
	km ²	m ³ /s		km ²	m ³ /s
Junção-1	44,29	29,75	Sub bacia-10	0,17	0,41
Junção-2	45,04	30,31	Sub bacia-11	0,2	0,17
Junção-3	46,04	31,41	Sub bacia-12	0,06	0,12
Junção-4	51	34,48	Sub bacia-13	3,45	6,17
Junção-5	3,71	6,6	Sub bacia-14	0,8	1,44
Junção-6	4,81	7,7	Sub bacia-15	0,26	1,7
Junção-7	63,19	39,91	Sub bacia-16	0,3	0,52
Junção-8	12,19	6,13	Sub bacia-17	0,15	3,69
Junção-9	63,81	40,14	Sub bacia-18	8,25	4,3
Trecho-Ipe1	3,71	6,6	Sub bacia-19	3,94	1,93
Trecho-Ipe2	4,81	7,7	Sub bacia-2	15,13	7,39
Trecho-Pardo1	44,29	29,75	Sub bacia-3	0,47	2,6
Trecho-Pardo2	45,04	30,31	Sub bacia-4	0,36	0,43
Trecho-Pardo3	46,04	31,41	Sub bacia-5	0,39	4,83
Trecho-Pardo4	51	34,48	Sub bacia-6	0,31	2,77
Trecho-Pardo5	63,19	39,9	Sub bacia-7	0,36	6,28
Trecho-Pardo6	63,81	40,14	Sub bacia-8	0,33	6,95
Trecho-SJose1	12,19	6,13	Sub bacia-9	0,19	0,27
Sub bacia-1	28,69	22,75	-	-	-

Tabela 6-12: Resposta hidrológica das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com tempo de retorno de 30 anos.

Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico
	km ²	m ³ /s		km ²	m ³ /s
Junção-1	44,29	32,98	Sub bacia-10	0,17	0,48
Junção-2	45,04	33,58	Sub bacia-11	0,2	0,2
Junção-3	46,04	34,73	Sub bacia-12	0,06	0,15
Junção-4	51	38,08	Sub bacia-13	3,45	6,92
Junção-5	3,71	7,39	Sub bacia-14	0,8	1,75
Junção-6	4,81	8,63	Sub bacia-15	0,26	1,86
Junção-7	63,19	44,19	Sub bacia-16	0,3	0,61
Junção-8	12,19	7	Sub bacia-17	0,15	3,84
Junção-9	63,81	44,45	Sub bacia-18	8,25	4,91
Trecho-Ipe1	3,71	7,38	Sub bacia-19	3,94	2,24
Trecho-Ipe2	4,81	8,63	Sub bacia-2	15,13	8,48
Trecho-Pardo1	44,29	32,97	Sub bacia-3	0,47	2,85
Trecho-Pardo2	45,04	33,57	Sub bacia-4	0,36	0,5
Trecho-Pardo3	46,04	34,73	Sub bacia-5	0,39	5,11
Trecho-Pardo4	51	38,07	Sub bacia-6	0,31	2,99
Trecho-Pardo5	63,19	44,18	Sub bacia-7	0,36	6,59
Trecho-Pardo6	63,81	44,44	Sub bacia-8	0,33	7,26
Trecho-SJose1	12,19	7	Sub bacia-9	0,19	0,33
Sub bacia-1	28,69	25,12	-	-	-

Tabela 6-13: Resposta hidrológica das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com tempo de retorno de 50 anos.

Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico
	km ²	m ³ /s		km ²	m ³ /s
Junção-1	44,29	43,57	Sub bacia-10	0,17	0,7
Junção-2	45,04	44,29	Sub bacia-11	0,2	0,32
Junção-3	46,04	45,64	Sub bacia-12	0,06	0,23
Junção-4	51	49,83	Sub bacia-13	3,45	9,35
Junção-5	3,71	9,98	Sub bacia-14	0,8	2,73
Junção-6	4,81	11,66	Sub bacia-15	0,26	2,36
Junção-7	63,19	58,33	Sub bacia-16	0,3	0,93
Junção-8	12,19	10	Sub bacia-17	0,15	4,3
Junção-9	63,81	58,66	Sub bacia-18	8,25	6,99
Trecho-Ipe1	3,71	9,96	Sub bacia-19	3,94	3,33
Trecho-Ipe2	4,81	11,64	Sub bacia-2	15,13	12,26
Trecho-Pardo1	44,29	43,57	Sub bacia-3	0,47	3,61
Trecho-Pardo2	45,04	44,29	Sub bacia-4	0,36	0,77
Trecho-Pardo3	46,04	45,64	Sub bacia-5	0,39	5,97
Trecho-Pardo4	51	49,83	Sub bacia-6	0,31	3,67
Trecho-Pardo5	63,19	58,33	Sub bacia-7	0,36	7,51
Trecho-Pardo6	63,81	58,66	Sub bacia-8	0,33	8,18
Trecho-SJose1	12,19	9,99	Sub bacia-9	0,19	0,55
Sub bacia-1	28,69	32,85	-	-	-

Tabela 6-14: Resposta hidrológica das bacias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com tempo de retorno de 100 anos.

Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico	Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico
	km ²	m ³ /s		km ²	m ³ /s
Junção-1	44,29	61,67	Sub bacia-10	0,17	1,09
Junção-2	45,04	62,58	Sub bacia-11	0,2	0,65
Junção-3	46,04	64,23	Sub bacia-12	0,06	0,37
Junção-4	51	69,84	Sub bacia-13	3,45	13,55
Junção-5	3,71	14,4	Sub bacia-14	0,8	4,43
Junção-6	4,81	16,79	Sub bacia-15	0,26	3,14
Junção-7	63,19	82,6	Sub bacia-16	0,3	1,48
Junção-8	12,19	15,41	Sub bacia-17	0,15	4,99
Junção-9	63,81	83,05	Sub bacia-18	8,25	10,74
Trecho-Ipe1	3,71	14,37	Sub bacia-19	3,94	5,42
Trecho-Ipe2	4,81	16,77	Sub bacia-2	15,13	19,23
Trecho-Pardo1	44,29	61,66	Sub bacia-3	0,47	4,81
Trecho-Pardo2	45,04	62,57	Sub bacia-4	0,36	1,33
Trecho-Pardo3	46,04	64,23	Sub bacia-5	0,39	7,31
Trecho-Pardo4	51	69,83	Sub bacia-6	0,31	4,73
Trecho-Pardo5	63,19	82,59	Sub bacia-7	0,36	8,9
Trecho-Pardo6	63,81	83,05	Sub bacia-8	0,33	9,57
Trecho-SJose1	12,19	15,41	Sub bacia-9	0,19	0,93
Sub bacia-1	28,69	45,89	-	-	-

Cabe ressaltar que os elementos Trecho-Ipe 1 e 2 representam os trechos do córrego Ipê; o elemento Trecho-SJose 1, por sua vez, representa o trecho final do córrego São José, antes de seu deságue e; os elementos Trecho-Pardo1 até o Trecho-Pardo6, representam os trechos do Rio Pardo na sede municipal de Ibatiba.

6.5.3 Modelagem hidráulica da bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José no Cenário Atual

6.5.3.1 Introdução

Para a simulação hidráulica da vazão de projeto no Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José, 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 sedimento, 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

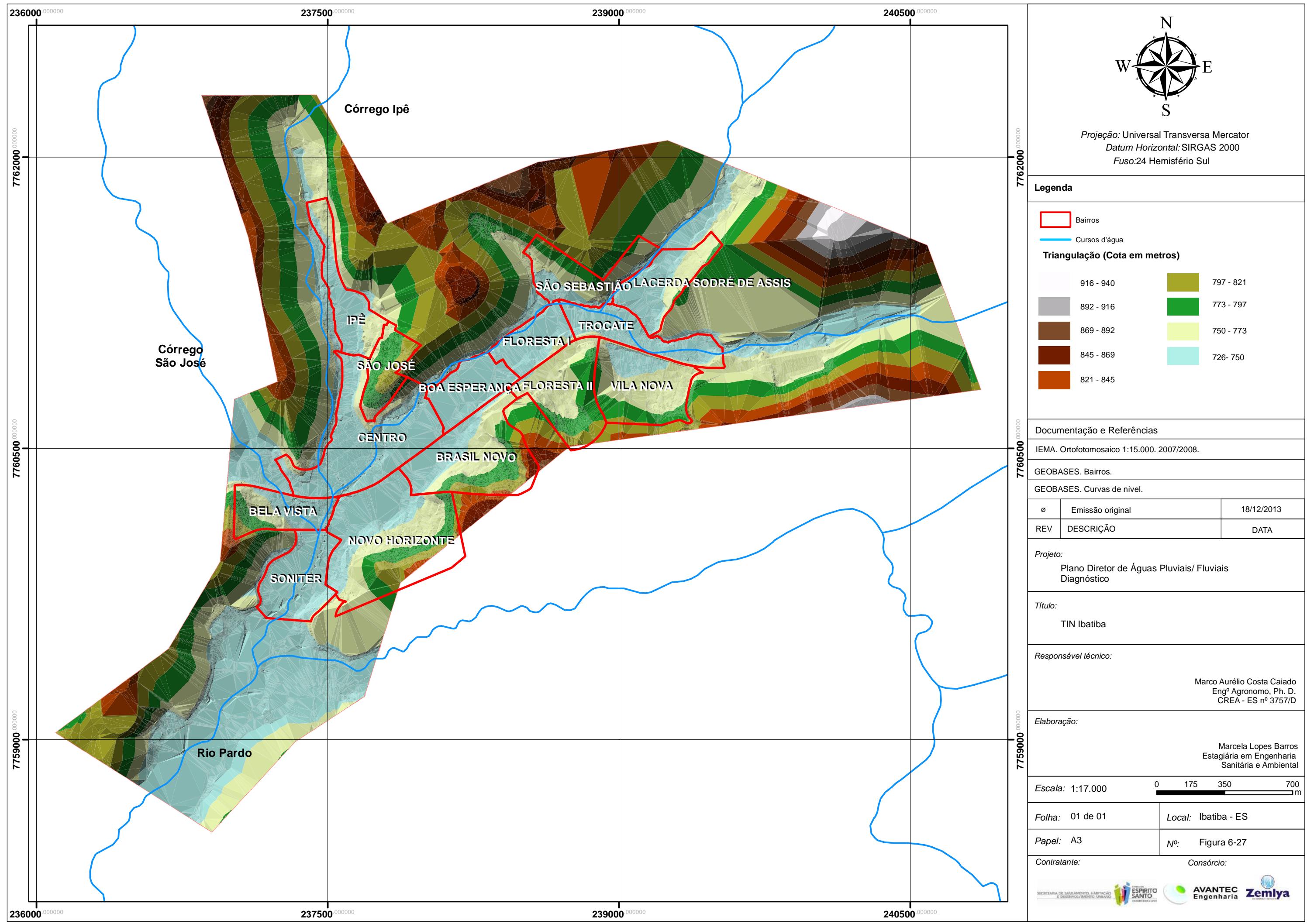
parâmetro para as mais diversas situações, sendo mais indicado para uso na modelagem hidráulica com o modelo HEC-RAS. No caso da modelagem hidráulica de bueiros e pontes, outros dois coeficientes ganham importância: os coeficientes de expansão e contração. Estes tem a função de representar matematicamente 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 com os dados de entrada e os coeficientes mais relevantes utilizados no presente estudo.

6.5.3.2 Domínio do modelo

Foi definido como domínio do modelo o trecho urbano do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José, contemplando os bairros Trocate, Lacerda Sodré de Assis, São Sebastião, Floresta I, Boa Esperança, Centro, Ipê, Bela Vista, Soniter e Novo Horizonte, totalizando uma extensão total de 7,1 Km.

6.5.3.3 Geometria do modelo

Para o desenvolvimento do modelo hidráulico, foram utilizadas as seções levantadas no Rio Pardo e nos córregos do Ipê e São José no âmbito do estudo de minimização de cheias no município de Ibatiba – ES, desenvolvido pelo INPH e pelo DER-ES. Também foram utilizadas as curvas de nível com equidistância vertical de 2 metros com base em levantamentos aerofotogramétricos disponibilizados pelo contratante. A partir dos dados de topografia, foi construído um TIN – *Triangulated Irregular Network* da área modelada, que foi a base de entrada de dados do modelo HEC-RAS. A **Figura 6-27** apresenta o TIN da geometrias do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José.



6.5.3.4 Calibração do modelo

Durante as visitas de campo, foram identificadas cotas da última enchente significativa, cujas alturas máximas puderam ser identificadas pelas marcas d'água ainda presentes em muros, residências e outros elementos construídos, as quais foram registradas durante as visitas em campo. Estes níveis foram utilizados como referência para a calibração do modelo hidráulico do Rio Pardo e dos córregos Ipê e São José.

6.5.3.5 Riscos de Inundação e Simulação Hidráulica com o Cenário Atual

O **ANEXO I** apresenta o Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba - 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. O **ANEXO II**, por sua vez, apresenta o Mapa de Risco de Inundação, sendo delimitadas as áreas com risco: 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). Deve-se observar que as áreas atingidas por cheias com menores períodos de retorno também são atingidas por aquelas com maiores períodos de retorno, o que faz com que as áreas atingidas por cheias com período de retorno de 5 anos sejam consideradas de maior risco que aquelas atingidas apenas por cheias com menores períodos de recorrência.

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 inundaçāo, que foi simulada pelos modelos matemáticos a partir de dados medidos em campo e utilizados no presente relatório.

Observa-se uma quantidade razoável de domicílios encontram-se na área de risco muito alto (R4), principalmente aqueles mais próximos ao Rio Pardo e ao córrego do Ipê. Verificou-se que, no total, 410 domicílios encontram-se na área de risco muito alto (R4), equivalente à área de inundaçāo com recorrência de 5 anos. Quando se trata da inundaçāo com recorrência de 25 anos, o número de domicílios atingidos cresce para 600, com um aumento significativo de pessoas expostas ao risco da inundaçāo.

Verificou-se que grande parte das obras de arte especiais (OAEs) sobre o Rio Pardo e sobre o córrego do Ipê apresentam dimensionamento hidráulico inadequado para as vazões com recorrência de 100 anos. A seguir são apresentadas aquelas OAEs que apresentaram problemas de dimensionamento hidráulico.

A **Figura 6-28** apresenta a simulação hidráulica da OAE da Rua José Ângelo de Oliveira sobre o Rio Pardo, no cenário atual. É possível verificar que as vazões com recorrência de 100 e de 50 anos extravasaram a seção hidráulica da OAE. Situação semelhante ocorre nas OAEs da Rua Cleuza G. Souza e da Rua Amancio Teixeira, sobre o Rio Pardo, conforme pode ser observado na **Figura 6-29** e na **Figura 6-30**.

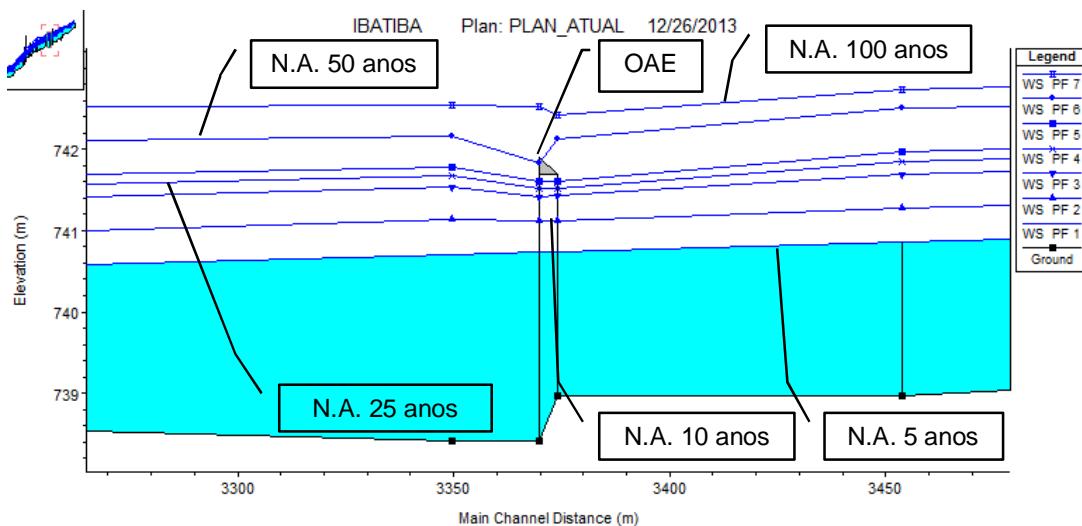


Figura 6-28: Simulação hidráulica da OAE da Rua José Ângelo de Oliveira sobre o Rio Pardo, no cenário atual.

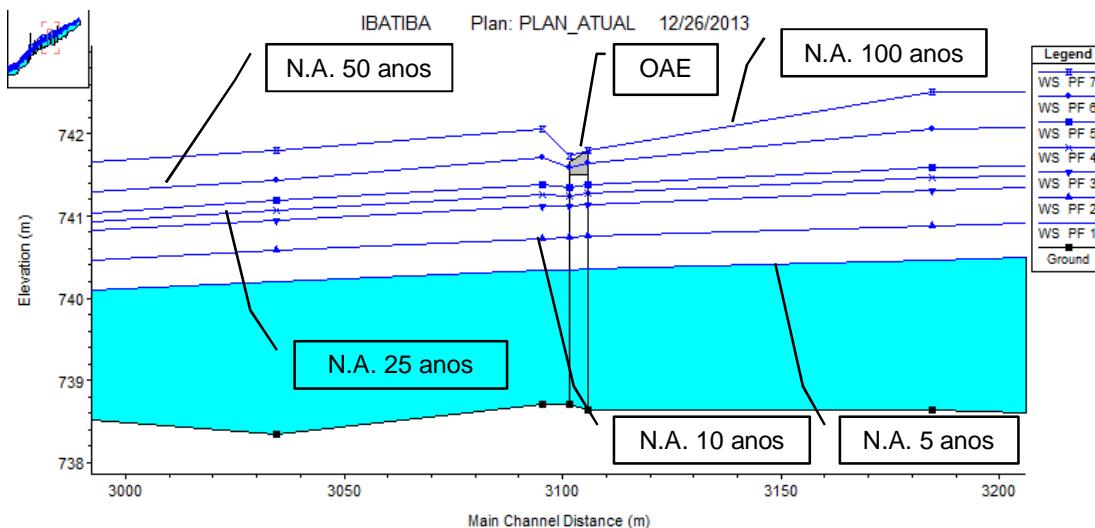


Figura 6-29: Simulação hidráulica da OAE da Rua Cleuza G. Souza sobre o Rio Pardo, no cenário atual.

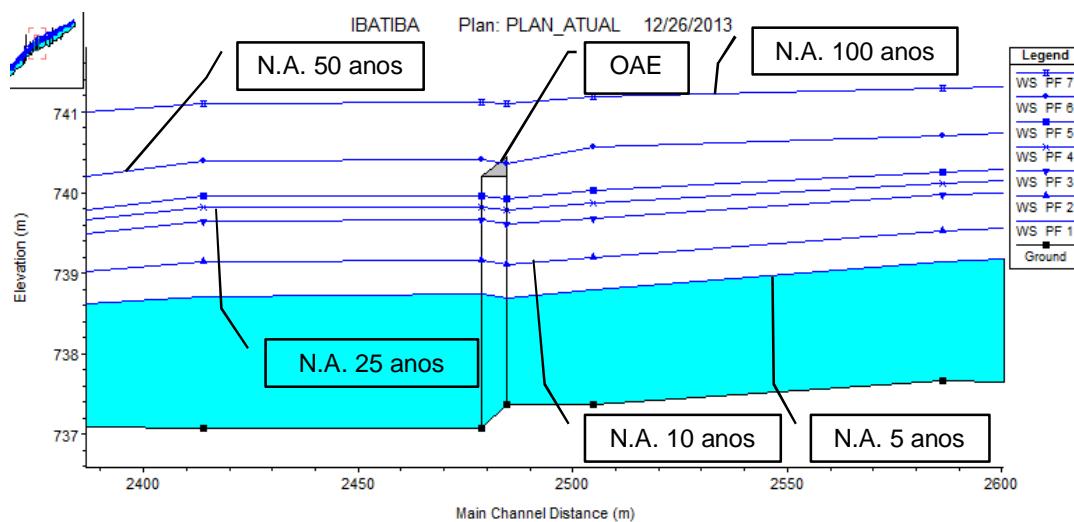


Figura 6-30: Simulação hidráulica da OAE da Rua Amancio Teixeira sobre o Rio Pardo, no cenário atual.

As OAEs da Rua Manoel A. Oliveira e da Rua Dimas A. Trindade, por sua vez, apresentaram ineficiência hidráulica para as vazões com recorrência de 100 anos. A **Figura 6-31** e a **Figura 6-32** apresentam as simulações hidráulicas das OAEs supracitadas.

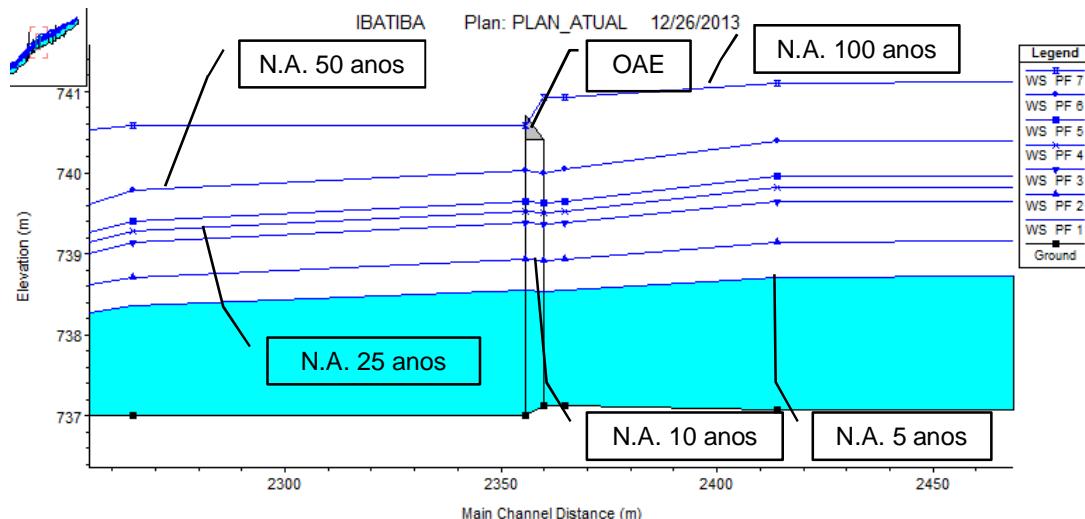


Figura 6-31: Simulação hidráulica da OAE da Rua Manoel A. de Oliveira sobre o Rio Pardo, no cenário atual.

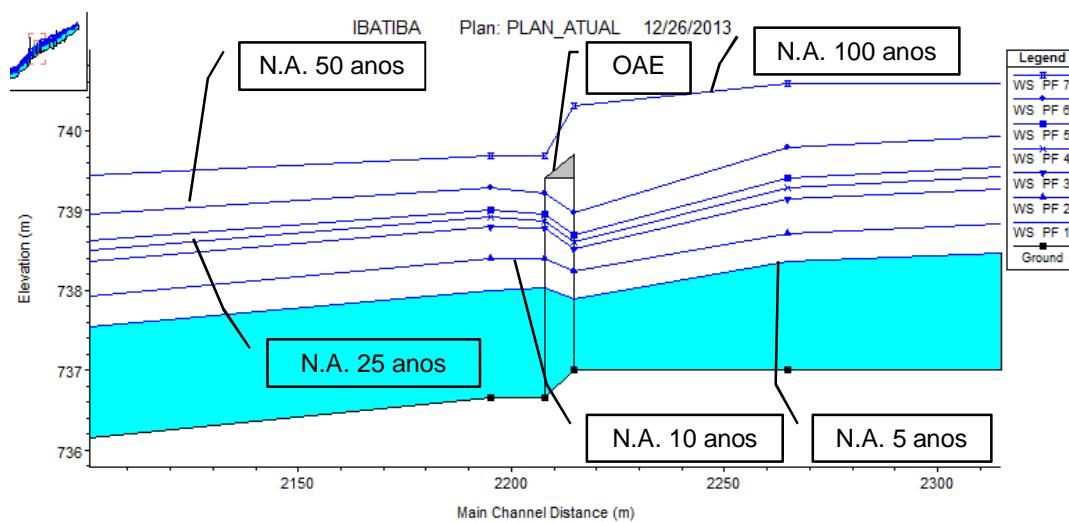


Figura 6-32: Simulação hidráulica da OAE da Rua Dimas A. Trindade sobre o Rio Pardo, no cenário atual.

No córrego do Ipê as três OAEs localizadas em seu trecho final apresentaram ineficiência hidráulica para vazões com recorrência menores que 100 anos e, muitas vezes, menores até que 25 anos. A **Figura 6-33**, a **Figura 6-34** e a **Figura 6-35** apresentam a simulação hidráulica das OAEs da Rua Salomão Fadialah, da Rua Euzébio de Freitas e da Rua de Março, respectivamente.

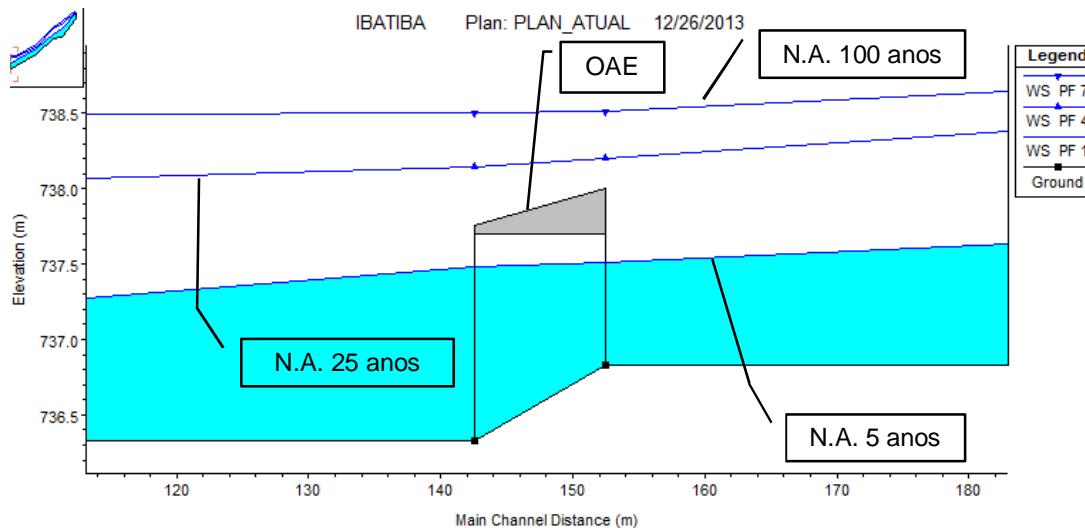


Figura 6-33: Simulação hidráulica da OAE da Rua Salomão Fadialah sobre o Rio Pardo, no cenário atual.

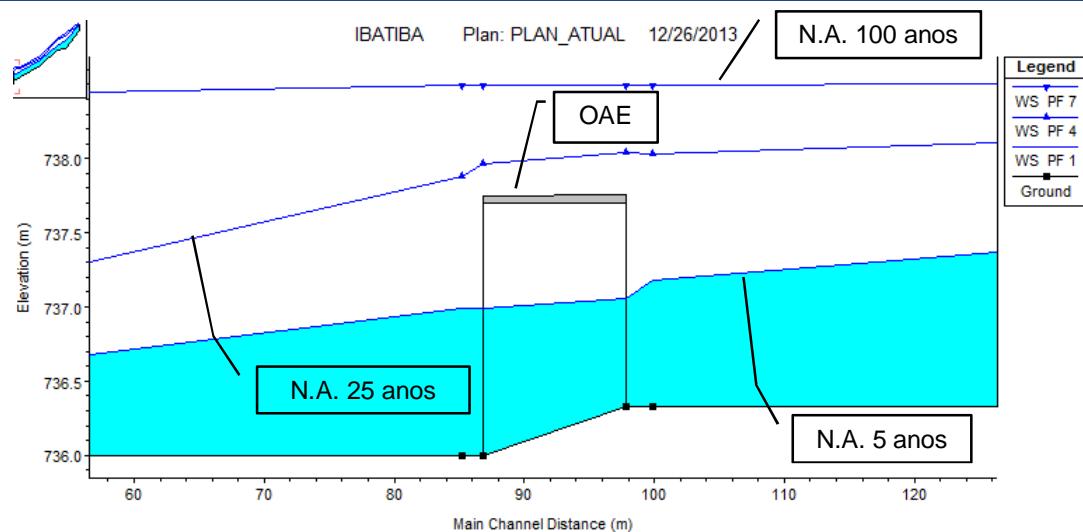


Figura 6-34: Simulação hidráulica da OAE da Rua Euzébio de Freitas sobre o Rio Pardo, no cenário atual.

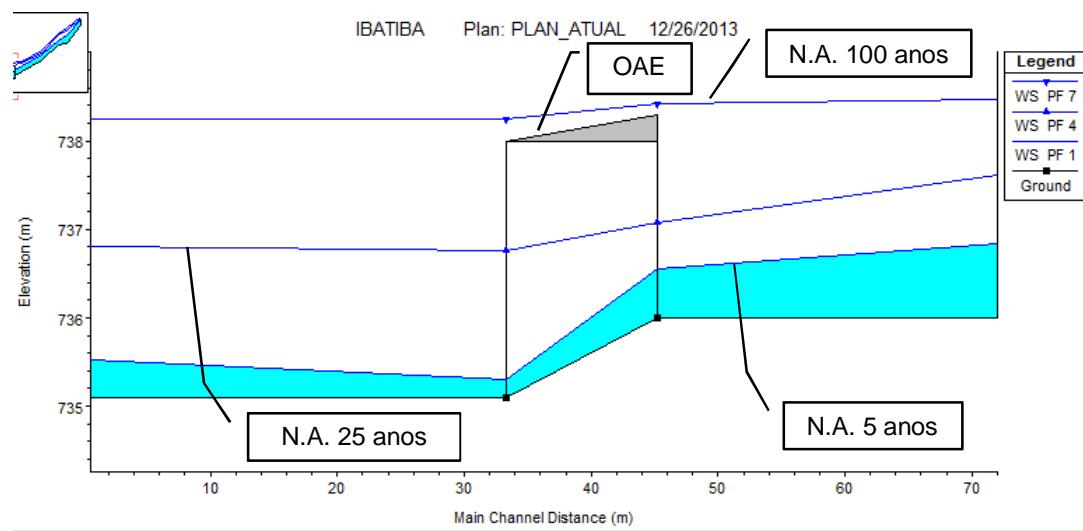


Figura 6-35: Simulação hidráulica da OAE da Rua de Março sobre o Rio Pardo, no cenário atual.

7 PROGNÓSTICO

7.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, estão discutidos cenários futuros da bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José em seus trechos urbanos com e sem as obras estruturais que estão sendo sugeridas no presente trabalho. Desta forma, primeiramente se discute o crescimento do município de Ibatiba 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 Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José, em seus trechos urbanos, para um horizonte de 20 anos, ao que chamamos de cenário futuro. Para este cenário, foram realizadas simulações hidrológicas e hidráulicas das inundações para vazões com períodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 30, 50 anos 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 (cenário 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 Ibatiba - ES.

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

permanentes na área urbana e rural; área territorial total; área territorial urbana e área territorial rural; densidade por setor censitário; população total por setor censitário; e área total de cada setor censitário. Esses dados foram trabalhados juntamente com as informações dos Mapas Censitário entregues pela SEDURB, mapas esses em base 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) e o Google Earth.

Através dos dados gerados pela pesquisa, foram feitos mapas temáticos e tabelas, a fim de analisar a ocupação territorial, com foco especial nas ocupações situadas nas Bacias Hidrográficas do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José. A partir desses dados foi possível criar os cenários futuros de expansão da população ao longo do território.

Os dados referentes à densidade demográfica e os dados por setor censitário do município de Ibatiba – ES 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, os mapas dos setores censitários por macrozona, dos setores censitários na macrozona urbana, de densidade demográfica por setor censitário e de densidade demográfica no setor censitário na macrozona urbana.

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

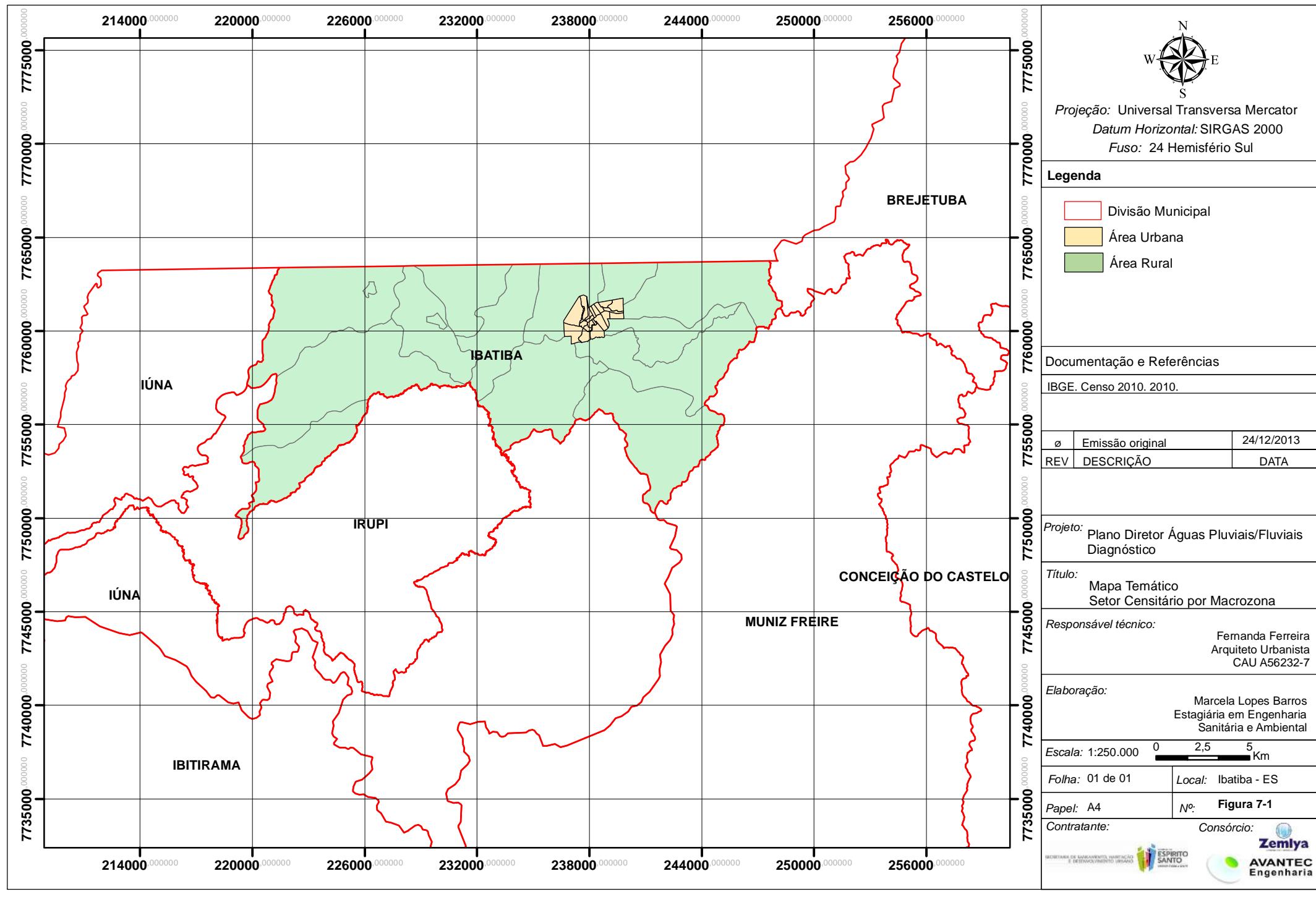
DENSIDADE DEMOGRÁFICA POR SETOR CENSITÁRIO - IBATIBA/ES					
DADOS GERAIS					
População*	População Urbana*	População Rural*	Domicílios Particulares*	Domicílios Particulares Permanentes Urbanos*	Domicílios Particulares Permanentes Rural*
22366	13378	8988	7119	4446	2673
Num. Habitantes / Domicílio**	Área Territorial (Km ²)*		Área Territorial Rural (Km ²)**		Área Territorial Urbana (Km ²)**
3,14	240,763		235,500		5,263
REFERÊNCIA PARA CÁLCULO DE DENSIDADE DEMOGRÁFICA (hab/Km ²)					
Padrão 1	Padrão 2	Padrão 3	Padrão 4	Padrão 5	Padrão 6
ate 100	110 a 1.000	1.010 a 2.000	2.010 a 3.000	3.000 a 5.000	5.010 a 10.000
Padrão 7					
10.010 a 15.000					
DADOS POR SETOR CENSITÁRIO					
Identificação Setor Censitário*	Densidade (hab/Km ²)*	População por Setor (hab)*	Área	Bairros / Comunidades	Bacia Hidrográfica
1211	5356.87	454	urbana	Sede	Rio Pardo
1212	3746.97	1188	urbana	Sede	Córrego São José - Córrego Ipê - Rio Pardo
1213	5098.82	598	urbana	Sede	Rio Pardo
1214	2853.92	635	urbana	Sede	Rio Pardo
1215	1232.21	999	urbana	Sede	Córrego Ipê
2606	8397.91	557	urbana	Sede	Rio Pardo
2607	1087.76	427	urbana	Sede	Rio Pardo
2608	3323.64	417	urbana	Sede	Rio Pardo
2609	1068.86	428	urbana	Sede	Rio Pardo
2610	1455.09	972	urbana	Sede	Córrego São José - Rio Pardo
2611	7783.72	767	urbana	Sede	Córrego Ipê - Rio Pardo
2617	5243.36	690	urbana	Sede	Rio Pardo
2618	2041.6	343	urbana	Sede	Rio Pardo
2619	4664.08	581	urbana	Sede	Rio Pardo
2620	5369.65	410	urbana	Sede	Rio Pardo
2621	13278.79	620	urbana	Sede	Rio Pardo
					total
					parcial - parcial - parcial
					parcial
					parcial
					parcial
					parcial - parcial
					parcial - parcial
					total
					total
					total
					parcial
					parcial
					parcial
					total

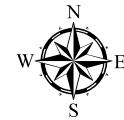
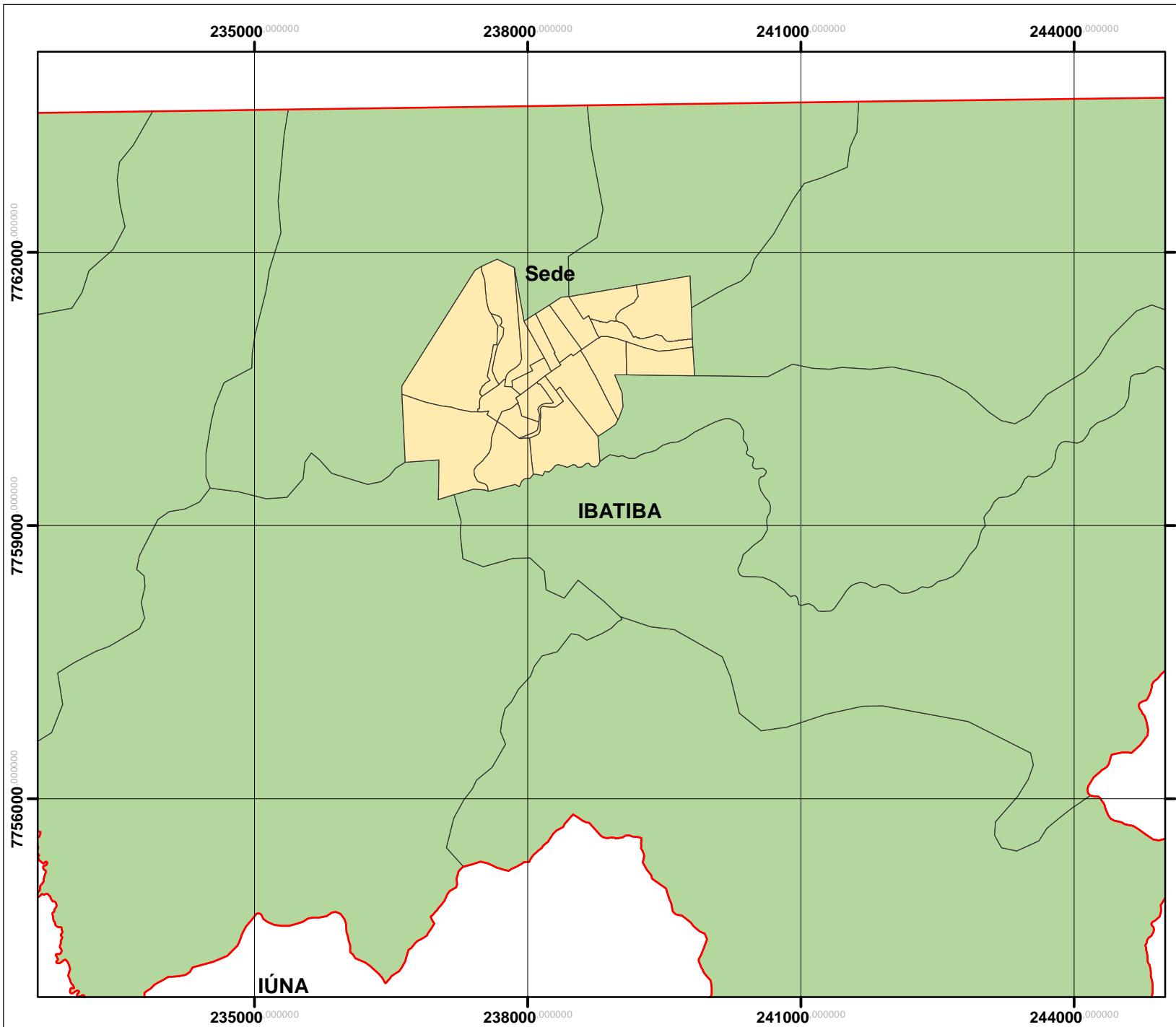
Tabela 7-1 (Continuação): Densidade demográfica por setor censitário e dados por setor censitário.

DADOS POR SETOR CENSITÁRIO						
Identificação Setor Censitário*	Densidade (hab/Km ²)*	População por Setor (hab)*	Área	Bairros / Comunidades	Bacia Hidrográfica	Inserção na Bacia
2622	3182.03	873	urbana	Sede	Rio Pardo	parcial
2623	8696.08	700	urbana	Sede	Córrego Ipê	total
2624	13003.93	649	urbana	Sede		
2625	1916.67	379	urbana	Sede	Rio Pardo	total
2626	2320.71	691	urbana	Sede	Rio Pardo	parcial
1216	32.77	620	rural		Rio Pardo	total
1217	45	364	rural			
1218	17.69	444	rural			
1219	47.18	1016	rural			
1220	42.42	441	rural			
1221	33.76	1030	rural			
1222	30.76	787	rural			
2612	1726.19	724	rural			
2613	1370.5	416	rural			
2614	41.97	421	rural		Córrego São José - Córrego Ipê	parcial - parcial
2615	51.1	603	rural			
2616	29.92	411	rural			
2627	38.27	714	rural			
2628	38.46	505	rural			
2629	113.43	492	rural		Rio Pardo	total

* 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
- Área Urbana
- Área Rural

Documentação e Referências

IBGE. Censo 2010. 2010.
GEOBASES. Divisão Municipal.

Ø	Emissão original	24/12/2013
REV	DESCRÍÇÃO	DATA

Projeto: Plano Diretor Águas Pluviais/Fluviais
Diagnóstico

Título: Mapa Temático
Setor Censitário Zona Urbana

Responsável técnico:
Fernanda Ferreira
Arquiteto Urbanista
CAU A56232-7

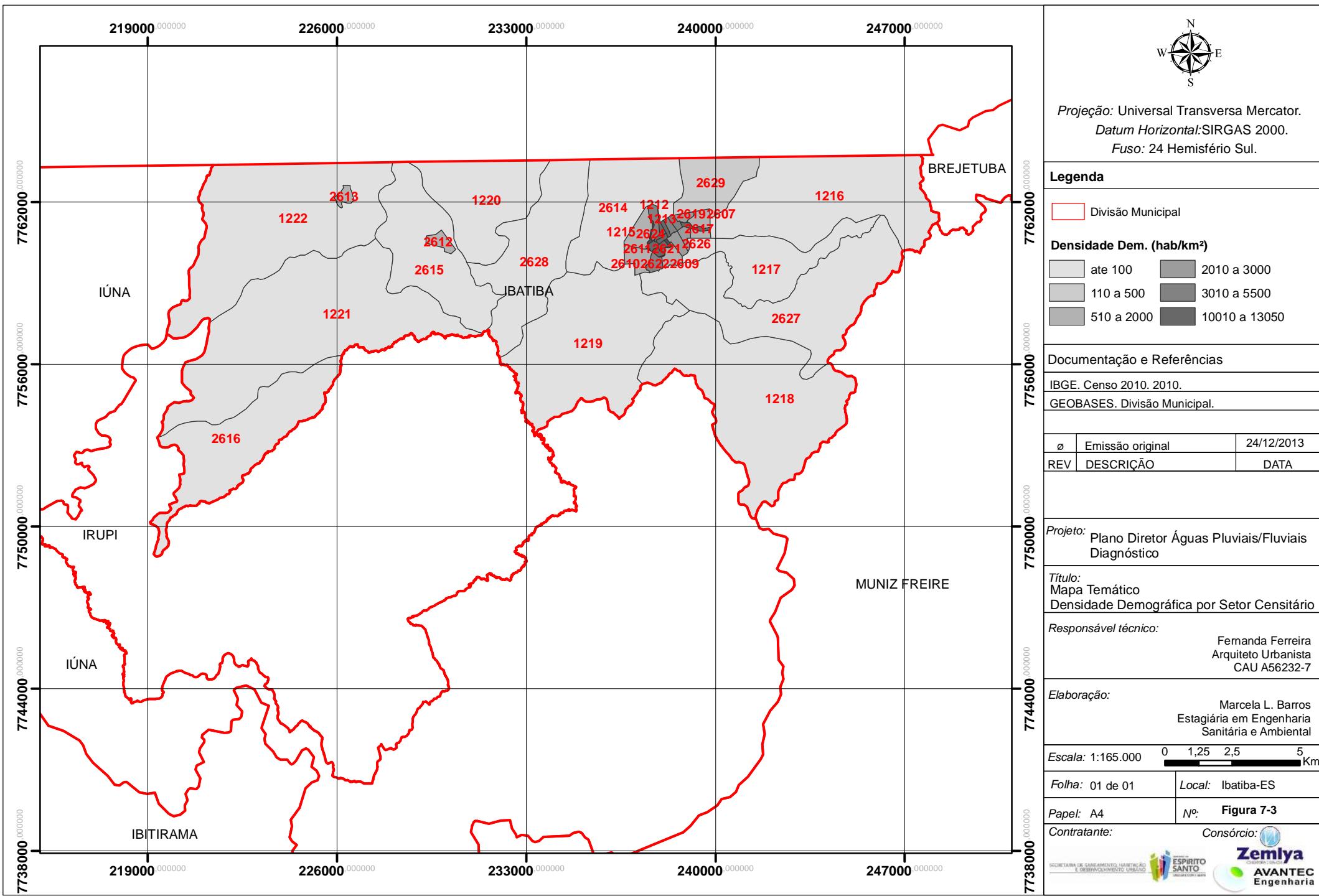
Elaboração:
Marcela Lopes Barros
Estagiária em Engenharia
Sanitária e Ambiental

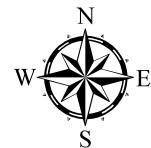
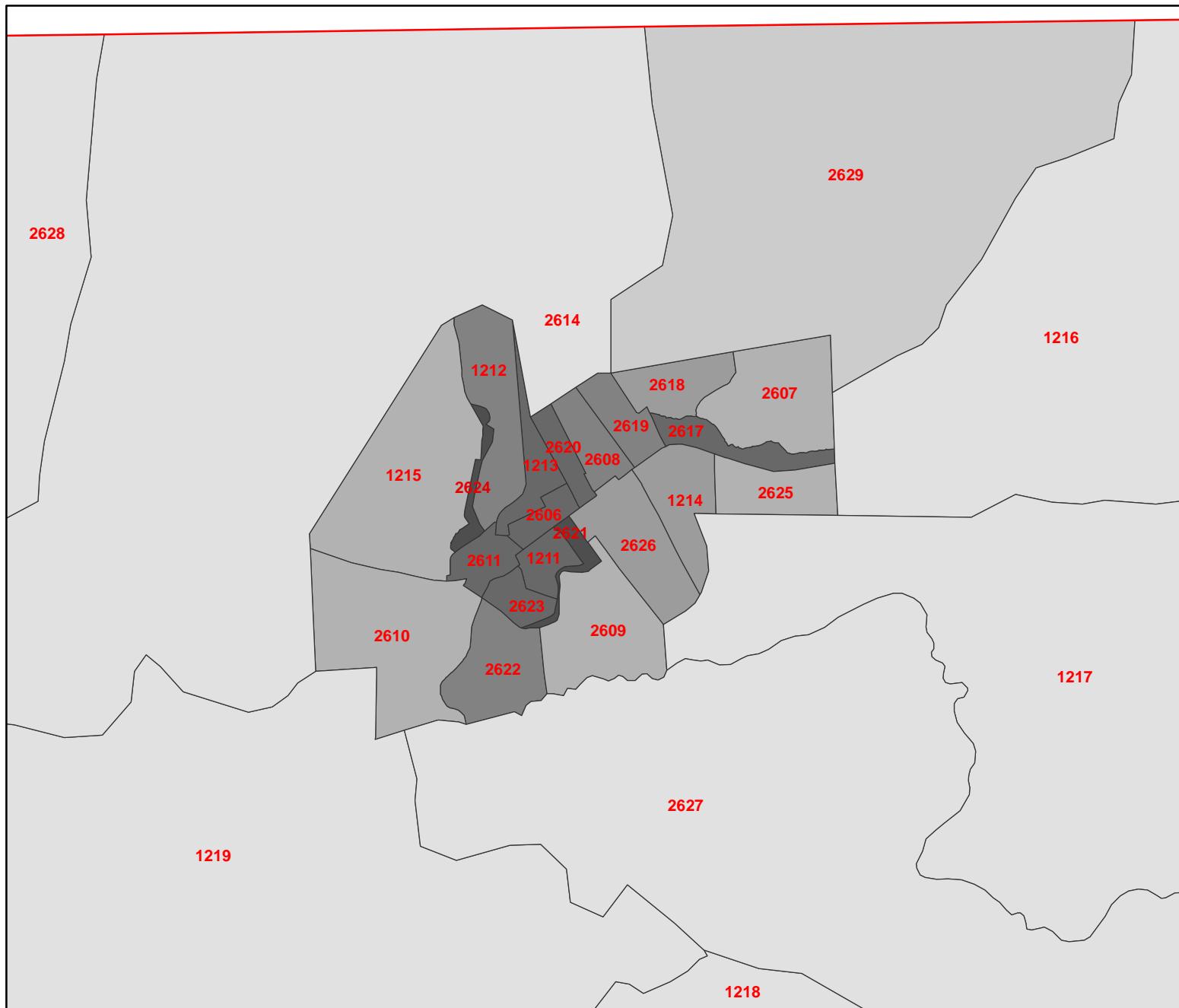
Escala: 1:60.000 0 0,5 1 2 Km

Folha: 01 de 01 Local: Ibatiba - ES

Papel: A4 Nº: Figura 7-2

Contratante: Consórcio: 
Zemlya
AVANTEC Engenharia
SECRETARIA DE GESTÃO, HABITAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO URBANO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
IBATIBA - ES





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

Legenda

 Divisão Municipal

Densidade Dem. (hab/km²)

ate 100	2010 a 3000
110 a 500	3010 a 5500
510 a 2000	10010 a 13050

Documentação e Referências

IBGE. Censo 2010. 2010.

GEOBASES. Divisão municipal.

ø	Emissão original	24/12/2013
REV	DESCRÍÇÃO	DATA

Projeto: Plano Diretor Águas Pluviais/Fluviais
Diagnóstico

Título: Mapa Temático
Densidade Demográfica por
Setor Censitário Zona Urbana

Responsável técnico:
Fernanda Ferreira
Arquiteta Urbanista
CAU A56232-7

Elaboração:
Marcela L. Barros
Estagiária em Engenharia
Sanitária e Ambiental

Escala: 1:35.000 0 250 500 1.000 m

Folha: 01 de 01 Local: Ibatiba-ES

Papel: A4 Nº: Figura 7-4

Contratante: Consórcio:

SECRETARIA DE GESTÃO, HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
IBATIBA/ES

A partir do número total da população no ano de 1991, 1996, 2000, 2007 e 2010, obtidos no Censo 2010 do IBGE, calculou-se a média de crescimento populacional por ano. Dessa forma, foi possível projetar o número total da população para o ano de 2015, 2020, 2030 até 2060 (**Figura 7-5**). Considerando-se os dados coletados nos Censos, calculou-se uma Taxa de Crescimento Populacional de 2,30% ao ano.

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**).

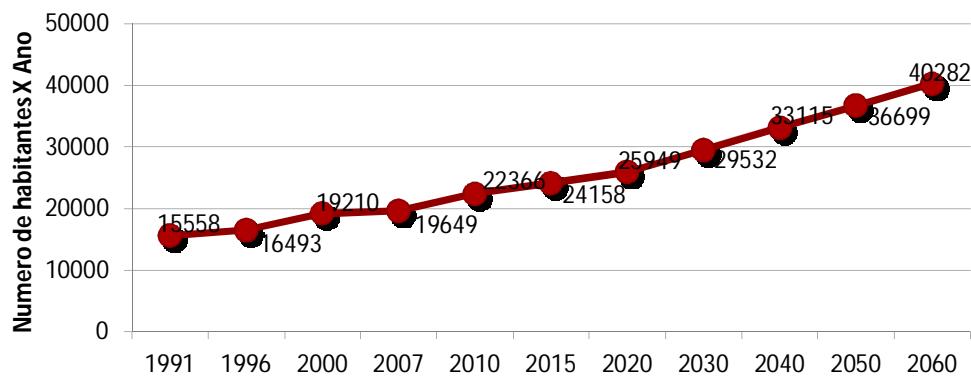


Figura 7-5: Evolução da população de Ibatiba - ES.

Tabela 7-2: Crescimento populacional por setor censitário.

CRESCIMENTO POPULACIONAL POR SETOR CENSITÁRIO															
Identificação Setor Censitário		Densidade (hab/Km ²)**	População Estimada**	H	Densidade (hab/Km ²)**	População Estimada**	H	Densidade (hab/Km ²)**	População Estimada**	H	Densidade (hab/Km ²)**	População Estimada**	H	Densidade (hab/Km ²)**	População Estimada**
1211		5222,21	490	H	5609,50	527	H	5996,79	563	H	6384,08	599	H	8707,82	818
1212	H	3652,83	1283	O	3923,74	1378	O	4194,64	1473	O	4465,54	1569	O	6090,96	2140
1213	O	4970,74	646	R	5339,38	694	R	5708,02	742	R	6076,66	790	R	8288,51	1077
1214	R	2782,24	686	I	2988,57	737	I	3194,91	788	I	3401,25	838	I	4639,27	1144
1215	I	1201,24	1079	Z	1290,33	1159	Z	1379,41	1239	Z	1468,50	1319	Z	2003,02	1799
2606	Z	8186,88	602	O	8794,04	646	O	9401,19	691	O	10008,35	735	O	13651,29	1003
2607	O	1060,46	461	N	1139,11	495	N	1217,75	530	N	1296,40	564	N	1768,28	769
2608	N	3240,15	450	T	3480,44	484	T	3720,74	517	T	3961,03	551	T	5402,81	751
2609	T	1041,99	462	E	1119,27	497	E	1196,55	531	E	1273,82	565	E	1737,48	771
2610	E	1418,49	1050	-	1523,69	1128	-	1628,88	1206	-	1734,08	1283	-	2365,27	1751
2611	-	7588,00	828	-	8150,75	890	-	8713,49	951	-	9276,23	1013	-	12652,69	1381
2617	-	5111,71	745	-	5490,81	801	-	5869,90	856	-	6249,00	911	-	8523,58	1243
2618	-	1990,38	370	1	2137,99	398	1	2285,60	425	2	2433,21	453	5	3318,87	618
2619	5	4546,95	628	0	4884,16	674	0	5221,37	721	0	5558,58	767	0	7581,85	1046
2620		5234,77	443	A	5622,99	476	A	6011,21	509	A	6399,44	541	A	8728,77	738
2621	A	12945,15	670	N	13905,19	719	N	14865,24	769	N	15825,28	819	N	21585,53	1117
2622	N	3102,00	943	O	3332,05	1013	O	3562,11	1083	O	3792,16	1153	O	5172,47	1572
2623	O	8477,48	756	S	9106,18	812	S	9734,89	868	S	10363,60	924	S	14135,85	1261
2624	S	12677,02	701		13617,18	753		14557,33	805		15497,49	857		21138,43	1169
2625		1868,54	409		2007,12	440		2145,69	470		2284,27	500		3115,72	683
2626		2262,39	746		2430,18	802		2597,96	857		2765,75	912		3772,45	1245
1216	2	31,95	670		34,32	719		36,69	769		39,06	819		53,27	1117
1217	0	43,87	393		47,13	422		50,38	451		53,64	481		73,16	656
1218	1	17,25	480		18,53	515		19,81	551		21,09	586		28,76	800
1219	5	45,99	1097		49,40	1179		52,81	1260		56,22	1342		76,69	1830
1220		41,35	476		44,42	512		47,48	547		50,55	582		68,95	794
1221		32,91	1113		35,35	1195		37,79	1278		40,23	1360		54,87	1855
1222		29,98	850		32,21	913		34,43	976		36,66	1039		50,00	1417
2612		1682,63	782		1807,42	840		1932,21	898		2056,99	956		2805,72	1304

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

CRESCIMENTO POPULACIONAL POR SETOR CENSITÁRIO															
Identificação Setor Censitário		Densidade (hab/Km ²)**	População Estimada**												
2613	2	1335,90	449	2	1434,97	483	2	1534,05	516	2	1633,12	549	2	2227,56	749
2614	0	37,88	421	0	37,88	421	0	37,88	421	0	37,88	421	0	37,88	421
2615	1	49,81	651	1	53,50	700	1	57,19	748	1	60,89	796	1	83,05	1086
2616	5	29,16	444	5	31,32	477	5	33,49	510	5	35,65	543	5	48,63	740
2627		37,31	771		40,07	828		42,84	886		45,61	943		62,21	1286
2628		37,49	545		40,28	586		43,06	626		45,84	667		62,52	910
2629		110,59	531		118,79	571		126,99	610		135,19	650		184,40	886

* Fonte dos dados: IBGE, Censo 2010.

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

7.3 INUNDAÇÃO NA BACIA DO RIO PARDO E DOS CÓRREGOS DO IPÊ E SÃO JOSÉ NO CENÁRIO FUTURO

No Cenário Futuro, foram previstas alterações do uso do solo da bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José e simuladas vazões do mesmo 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.

As mudanças no uso do solo propostas, que geraram o mapa de uso de solo futuro da área simulada foram as seguintes:

- no bairro Ipê, está prevista a expansão do bairro no sentido sul-norte, ao longo do vale do córrego do Ipê, ocupando pastagens com área urbana com 38% de impermeabilização;
- ainda no bairro Ipê, áreas urbanas com 65% de impermeabilização passam a 85% de impermeabilização;
- no bairro São José, áreas urbanas com 65% de impermeabilização passam a 85% de impermeabilização;
- no bairro Bela Vista, prevê-se a expansão do bairro no sentido leste-oeste, ao longo do vale do córrego São José, ocupando pastagens com área urbana com 38% de impermeabilização;
- no bairro Bela Vista, áreas urbanas com 38% de impermeabilização passam a 65% de impermeabilização;
- no bairro Soniter, áreas urbanas com 38% de impermeabilização passam a 65% de impermeabilização;
- prevê-se a expansão do bairro Soniter, com áreas urbanas de 38% de impermeabilização;
- prevê-se também a expansão do bairro Brasil Novo, com áreas urbanas de 30% de impermeabilização;
- no bairro Vila Nova, áreas urbanas com 65% de impermeabilização passam a 85% de impermeabilização;

- expansão do bairro São Sebastião, com áreas urbanas de 85% de impermeabilização;
- consolidação do bairro Lacerda Sodré de Assis, com área urbanas de 65% de impermeabilização;
- crescimento ao longo do vale do Rio Pardo, no sentido oeste-leste, com áreas urbanas de 38% de impermeabilização.

7.3.1 Uso do solo futuro e cálculo de vazões

A **Figura 7-6** apresenta o Mapa de Uso Futuro da bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José. 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**, por sua vez, apresentam as vazões simuladas para a bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José, correspondentes a chuvas com períodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos, respectivamente.

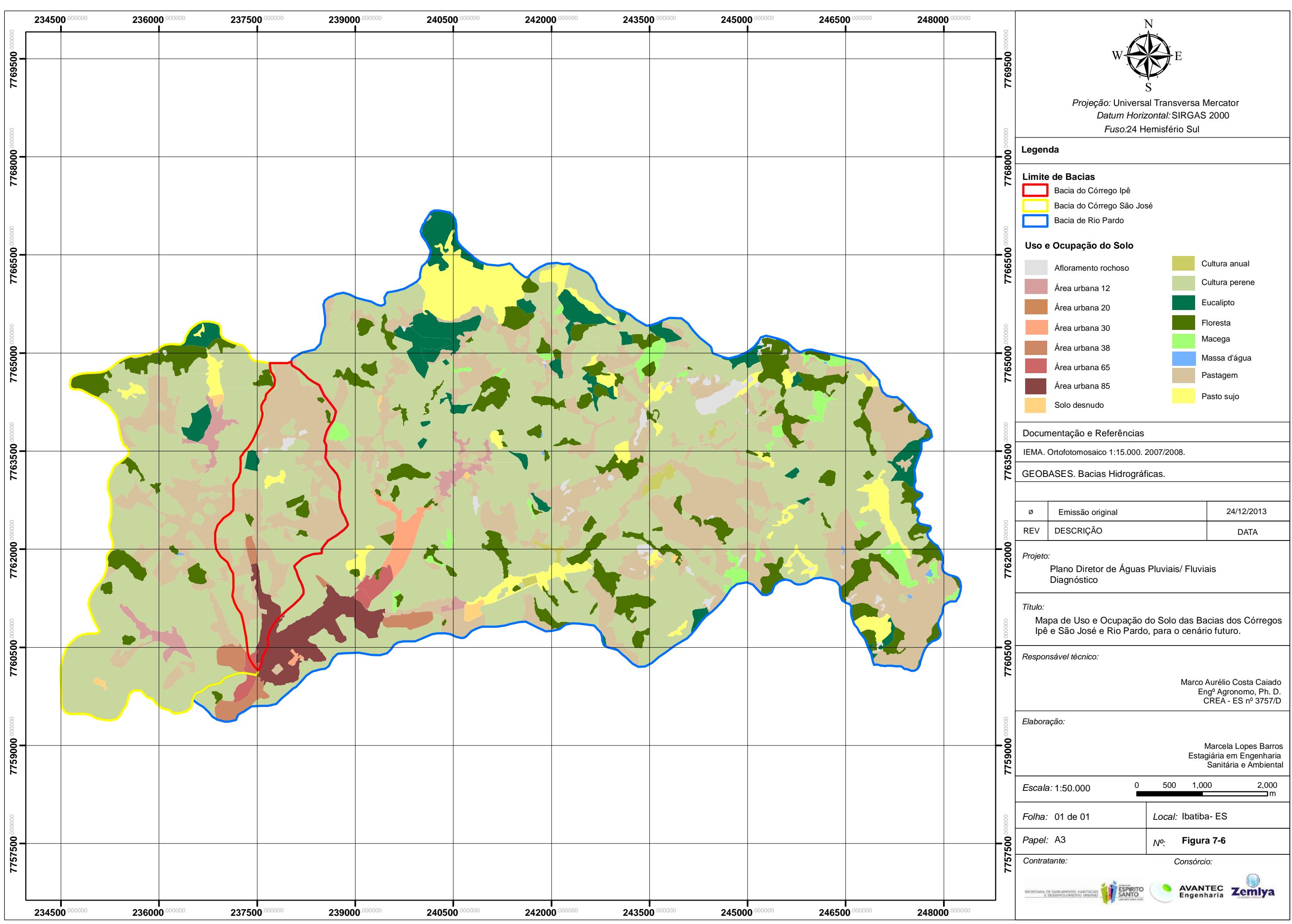


Tabela 7-3: Vazões da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com período de retorno de 5 anos e uso do solo futuro e aumento percentual em relação às vazões simuladas para o cenário atual.

Elemento hidrológico	Vazão de pico	Aumento da vazão	Elemento hidrológico	Vazão de pico	Aumento da vazão
	m ³ /s	%		m ³ /s	%
Junction-1	10,38	3,08%	Subbasin-10	0,59	86,44%
Junction-2	10,71	3,36%	Subbasin-11	0,06	50,00%
Junction-3	11,36	3,35%	Subbasin-12	0,26	92,31%
Junction-4	12,78	3,44%	Subbasin-13	1,85	0,00%
Junction-5	2,08	2,40%	Subbasin-14	0,32	15,63%
Junction-6	2,47	4,05%	Subbasin-15	0,98	40,82%
Junction-7	14,34	3,35%	Subbasin-16	0,15	26,67%
Junction-8	1,57	2,55%	Subbasin-17	3,23	22,29%
Junction-9	14,5	3,72%	Subbasin-18	1,13	1,77%
Reach-Ipe1	2,08	2,40%	Subbasin-19	0,44	2,27%
Reach-Ipe2	2,46	4,07%	Subbasin-2	1,98	9,09%
Reach-Pardo1	10,38	3,08%	Subbasin-3	2,36	58,47%
Reach-Pardo2	10,71	3,36%	Subbasin-4	0,14	42,86%
Reach-Pardo3	11,36	3,35%	Subbasin-5	3,26	15,64%
Reach-Pardo4	12,78	3,44%	Subbasin-6	1,44	12,50%
Reach-Pardo5	14,34	3,35%	Subbasin-7	4,09	2,69%
Reach-Pardo6	14,5	3,72%	Subbasin-8	4,7	1,91%
Reach-SJose1	1,57	2,55%	Subbasin-9	0,16	68,75%
Subbasin-1	8,15	0,61%	-	-	-

Tabela 7-4: Vazões da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com período de retorno de 10 anos e uso do solo futuro e aumento percentual em relação às vazões simuladas para o cenário atual.

Elemento hidrológico	Vazão de pico	Aumento da vazão	Elemento hidrológico	Vazão de pico	Aumento da vazão
	m ³ /s	%		m ³ /s	%
Junction-1	17,08	2,58%	Subbasin-10	0,89	82,02%
Junction-2	17,52	2,74%	Subbasin-11	0,14	57,14%
Junction-3	18,36	2,72%	Subbasin-12	0,36	86,11%
Junction-4	20,4	2,79%	Subbasin-13	3,23	0,00%
Junction-5	3,59	1,95%	Subbasin-14	0,67	13,43%
Junction-6	4,27	3,51%	Subbasin-15	1,45	31,72%
Junction-7	23,23	2,76%	Subbasin-16	0,31	25,81%
Junction-8	2,94	2,04%	Subbasin-17	3,73	20,38%
Junction-9	23,46	3,11%	Subbasin-18	2,1	2,38%
Reach-Ipe1	3,59	1,95%	Subbasin-19	0,86	2,33%
Reach-Ipe2	4,26	3,29%	Subbasin-2	3,73	8,31%
Reach-Pardo1	17,08	2,58%	Subbasin-3	3,19	50,78%
Reach-Pardo2	17,51	2,68%	Subbasin-4	0,27	33,33%
Reach-Pardo3	18,36	2,72%	Subbasin-5	4,11	13,87%
Reach-Pardo4	20,4	2,84%	Subbasin-6	2,03	9,85%
Reach-Pardo5	23,23	2,76%	Subbasin-7	4,99	2,20%
Reach-Pardo6	23,46	3,11%	Subbasin-8	5,63	1,78%
Reach-SJose1	2,94	2,04%	Subbasin-9	0,33	66,67%
Subbasin-1	13,11	0,53%	-	-	-

Tabela 7-5: Vazões da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com período de retorno de 20 anos e uso do solo futuro e aumento percentual em relação às vazões simuladas para o cenário atual.

Elemento hidrológico	Vazão de pico	Aumento da vazão	Elemento hidrológico	Vazão de pico	Aumento da vazão
	m ³ /s	%		m ³ /s	%
Junction-1	26,61	2,10%	Subbasin-10	1,25	73,60%
Junction-2	27,17	2,25%	Subbasin-11	0,27	51,85%
Junction-3	28,22	2,27%	Subbasin-12	0,5	80,00%
Junction-4	31,08	2,35%	Subbasin-13	5,33	0,00%
Junction-5	5,8	1,38%	Subbasin-14	1,33	15,79%
Junction-6	6,85	2,48%	Subbasin-15	2,03	25,62%
Junction-7	35,83	2,34%	Subbasin-16	0,56	25,00%
Junction-8	5,25	1,90%	Subbasin-17	4,29	18,41%
Junction-9	36,14	2,60%	Subbasin-18	3,7	1,89%
Reach-Ipe1	5,79	1,38%	Subbasin-19	1,63	1,84%
Reach-Ipe2	6,84	2,49%	Subbasin-2	6,68	7,49%
Reach-Pardo1	26,61	2,14%	Subbasin-3	4,18	44,50%
Reach-Pardo2	27,17	2,25%	Subbasin-4	0,51	31,37%
Reach-Pardo3	28,22	2,27%	Subbasin-5	5,11	12,13%
Reach-Pardo4	31,08	2,35%	Subbasin-6	2,75	8,36%
Reach-Pardo5	35,82	2,32%	Subbasin-7	6,04	1,99%
Reach-Pardo6	36,14	2,60%	Subbasin-8	6,69	1,64%
Reach-SJose1	5,25	1,90%	Subbasin-9	0,61	63,93%
Subbasin-1	20,11	0,45%	-	-	-

Tabela 7-6: Vazões da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com período de retorno de 25 anos e uso do solo futuro e aumento percentual em relação às vazões simuladas para o cenário atual.

Elemento hidrológico	Vazão de pico	Aumento da vazão	Elemento hidrológico	Vazão de pico	Aumento da vazão
	m ³ /s	%		m ³ /s	%
Junction-1	30,36	2,01%	Subbasin-10	1,38	70,29%
Junction-2	30,98	2,16%	Subbasin-11	0,36	52,78%
Junction-3	32,1	2,15%	Subbasin-12	0,55	78,18%
Junction-4	35,28	2,27%	Subbasin-13	6,17	0,00%
Junction-5	6,68	1,20%	Subbasin-14	1,69	14,79%
Junction-6	7,89	2,41%	Subbasin-15	2,24	24,11%
Junction-7	40,81	2,21%	Subbasin-16	0,67	22,39%
Junction-8	6,24	1,76%	Subbasin-17	4,48	17,63%
Junction-9	41,16	2,48%	Subbasin-18	4,38	1,83%
Reach-Ipe1	6,68	1,20%	Subbasin-19	1,97	2,03%
Reach-Ipe2	7,89	2,41%	Subbasin-2	7,96	7,16%
Reach-Pardo1	30,36	2,01%	Subbasin-3	4,54	42,73%
Reach-Pardo2	30,98	2,16%	Subbasin-4	0,61	29,51%
Reach-Pardo3	32,1	2,15%	Subbasin-5	5,46	11,54%
Reach-Pardo4	35,28	2,27%	Subbasin-6	3,02	8,28%
Reach-Pardo5	40,81	2,23%	Subbasin-7	6,4	1,88%
Reach-Pardo6	41,16	2,48%	Subbasin-8	7,06	1,56%
Reach-SJose1	6,24	1,76%	Subbasin-9	0,71	61,97%
Subbasin-1	22,85	0,44%	-	-	-

Tabela 7-7: Vazões da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com período de retorno de 30 anos e uso do solo futuro e aumento percentual em relação às vazões simuladas para o cenário atual.

Elemento hidrológico	Vazão de pico	Aumento da vazão	Elemento hidrológico	Vazão de pico	Aumento da vazão
	m ³ /s	%		m ³ /s	%
Junction-1	33,62	1,90%	Subbasin-10	1,49	67,79%
Junction-2	34,28	2,04%	Subbasin-11	0,43	53,49%
Junction-3	35,47	2,09%	Subbasin-12	0,59	74,58%
Junction-4	38,92	2,16%	Subbasin-13	6,92	0,00%
Junction-5	7,48	1,20%	Subbasin-14	2,01	12,94%
Junction-6	8,85	2,49%	Subbasin-15	2,41	22,82%
Junction-7	45,15	2,13%	Subbasin-16	0,78	21,79%
Junction-8	7,12	1,69%	Subbasin-17	4,64	17,24%
Junction-9	45,53	2,37%	Subbasin-18	5	1,80%
Reach-Ipe1	7,47	1,20%	Subbasin-19	2,28	1,75%
Reach-Ipe2	8,83	2,27%	Subbasin-2	9,11	6,92%
Reach-Pardo1	33,62	1,93%	Subbasin-3	4,85	41,24%
Reach-Pardo2	34,28	2,07%	Subbasin-4	0,72	30,56%
Reach-Pardo3	35,47	2,09%	Subbasin-5	5,76	11,28%
Reach-Pardo4	38,92	2,18%	Subbasin-6	3,25	8,00%
Reach-Pardo5	45,15	2,15%	Subbasin-7	6,71	1,79%
Reach-Pardo6	45,53	2,39%	Subbasin-8	7,37	1,49%
Reach-SJose1	7,12	1,69%	Subbasin-9	0,81	59,26%
Subbasin-1	25,23	0,44%	-	-	-

Tabela 7-8: Vazões da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com período de retorno de 50 anos e uso do solo futuro e aumento percentual em relação às vazões simuladas para o cenário atual.

Elemento hidrológico	Vazão de pico	Aumento da vazão	Elemento hidrológico	Vazão de pico	Aumento da vazão
	m ³ /s	%		m ³ /s	%
Junction-1	44,34	1,74%	Subbasin-10	1,83	61,75%
Junction-2	45,13	1,86%	Subbasin-11	0,67	52,24%
Junction-3	46,51	1,87%	Subbasin-12	0,72	68,06%
Junction-4	50,83	1,97%	Subbasin-13	9,35	0,00%
Junction-5	10,09	1,09%	Subbasin-14	3,03	9,90%
Junction-6	11,91	2,10%	Subbasin-15	2,96	20,27%
Junction-7	59,5	1,97%	Subbasin-16	1,13	17,70%
Junction-8	10,15	1,48%	Subbasin-17	5,11	15,85%
Junction-9	59,96	2,17%	Subbasin-18	7,1	1,55%
Reach-Ipe1	10,08	1,19%	Subbasin-19	3,39	1,77%
Reach-Ipe2	11,9	2,18%	Subbasin-2	13,08	6,27%
Reach-Pardo1	44,34	1,74%	Subbasin-3	5,8	37,76%
Reach-Pardo2	45,13	1,86%	Subbasin-4	1,08	28,70%
Reach-Pardo3	46,51	1,87%	Subbasin-5	6,68	10,63%
Reach-Pardo4	50,83	1,97%	Subbasin-6	3,94	6,85%
Reach-Pardo5	59,49	1,95%	Subbasin-7	7,64	1,70%
Reach-Pardo6	59,96	2,17%	Subbasin-8	8,3	1,45%
Reach-SJose1	10,15	1,58%	Subbasin-9	1,11	50,45%
Subbasin-1	32,98	0,39%	-	-	-

Tabela 7-9: Vazões da Bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José para chuva com período de retorno de 100 anos e uso do solo futuro e aumento percentual em relação às vazões simuladas para o cenário atual.

Elemento hidrológico	Vazão de pico	Aumento da vazão	Elemento hidrológico	Vazão de pico	Aumento da vazão
	m ³ /s	%		m ³ /s	%
Junction-1	62,64	1,55%	Subbasin-10	2,36	53,81%
Junction-2	63,62	1,63%	Subbasin-11	1,11	41,44%
Junction-3	65,32	1,67%	Subbasin-12	0,92	59,78%
Junction-4	71,08	1,74%	Subbasin-13	13,55	0,00%
Junction-5	14,53	0,89%	Subbasin-14	4,82	8,09%
Junction-6	17,09	1,76%	Subbasin-15	3,81	17,59%
Junction-7	84,08	1,76%	Subbasin-16	1,73	14,45%
Junction-8	15,61	1,28%	Subbasin-17	5,81	14,11%
Junction-9	84,7	1,95%	Subbasin-18	10,89	1,38%
Reach-Ipe1	14,51	0,96%	Subbasin-19	5,49	1,28%
Reach-Ipe2	17,04	1,58%	Subbasin-2	20,32	5,36%
Reach-Pardo1	62,64	1,56%	Subbasin-3	7,27	33,84%
Reach-Pardo2	63,62	1,65%	Subbasin-4	1,72	22,67%
Reach-Pardo3	65,31	1,65%	Subbasin-5	8,09	9,64%
Reach-Pardo4	71,08	1,76%	Subbasin-6	5,03	5,96%
Reach-Pardo5	84,08	1,77%	Subbasin-7	9,04	1,55%
Reach-Pardo6	84,7	1,95%	Subbasin-8	9,7	1,34%
Reach-SJose1	15,61	1,28%	Subbasin-9	1,59	41,51%
Subbasin-1	46,05	0,35%	-	-	-

Conforme informado anteriormente, os elementos Trecho-Ipe 1 e 2 representam os trechos do córrego Ipê; o elemento Trecho-SJose 1, por sua vez, representa o trecho final do córrego São José, antes de seu deságue e; os elementos Trecho-Pardo1 até o Trecho-Pardo6, representam os trechos do Rio Pardo na sede municipal de Ibatiba.

7.3.2 Modelagem hidráulica da bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José no Cenário Futuro

Para a simulação hidráulica da vazão futura do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José, também foi utilizado o modelo matemático HEC-RAS 4.1 (*River Analysis System*). A metodologia de modelagem foi a mesma apresentada, no **item 6.5.3**. O objetivo desta simulação foi verificar quais os impactos do crescimento populacional e consequente aumento da ocupação do solo sobre as inundações do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José e da eficiência hidráulica dos dispositivos de drenagem existentes.

O **ANEXO III** apresenta o Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba - ES no cenário futuro, como resultado da modelagem hidráulica. O **ANEXO IV**, por sua vez, apresenta o Mapa de Risco à Inundação no cenário futuro. Cabe ressaltar que, no presente trabalho, foram consideradas áreas de risco de inundação aquelas atingidas por cheias, podendo apresentar prejuízos de qualquer ordem de grandeza. 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.

Foi possível verificar que o crescimento previsto para a sede municipal de Ibatiba, com horizonte de 20 anos, não surtirá em aumento significativo nas áreas de inundação do Rio Pardo e dos córregos do Ipê se São José, já que foi previsto um incremento da vazão nestes rios de apenas 2%, em média.

7.4 CENÁRIOS ALTERNATIVOS

Para a resolução dos problemas de cheias na bacia do Rio Pardo e dos córregos do Ipê e São José, foram simulados três cenários alternativos com a implementação de ações estruturais descritas em seguida, as quais são constituídas de reservatórios, galerias e dragagem de canais.

7.4.1 Cenário 1

Este cenário é caracterizado, principalmente, pela implantação de dois reservatórios de detenção de cheias no Rio Pardo e no córrego do Ipê a montante do núcleo urbano de Ibatiba (**Figura 7-7** e **Figura 7-8**).

O reservatório do córrego do Ipê (barragem 1) foi planejado com 3 metros de altura de crista e um volume útil de 18.100 m³, considerando que o mesmo não irá verter para a vazão de 50 anos de recorrência. O orifício de saída será circular com diâmetro de 1 metro. A **Figura 7-9** apresenta a curva Cota x Volume do reservatório, obtida com base nas imagens aéreas, topografia e visitas a campo. A **Tabela 7-10** apresenta as principais características da barragem estudada. A **Figura 7-11** apresenta o resultado gráfico da simulação do reservatório planejado para o córrego do Ipê com vazão de 25 anos de recorrência para o cenário atual.

O reservatório do Rio Pardo (barragem 2) foi planejado com 4 metros de altura de crista e um volume útil de 74.200 m³, considerando que o mesmo não irá verter para a vazão de 50 anos de recorrência. O orifício de saída será do tipo celular com dimensão de 4,5 x 1 m. A **Figura 7-10** apresenta a curva Cota x Volume do reservatório, obtida com base nas imagens aéreas, topografia e visitas a campo. A **Tabela 7-10** apresenta as principais características da barragem estudada. A **Figura 7-12** apresenta o resultado gráfico da simulação do reservatório planejado para o Rio Pardo com vazão de 25 anos de recorrência para o cenário atual.



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

Legenda

- Curso d'água
- Barragem
- Lagoa

Documentação e Referências

Imagen de alta resolução

∅	Emissão original	29/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

Título:
Mapa de Situação da Barragem 1

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

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

Escala: 1:1,000 0 12.5 25 50 m

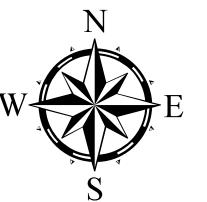
Folha: 1 de 1 Local: Ibatiba - ES

Papel: A3 Nº: Figura 7-7

Contratante: Consórcio:

Zemlya
SECRETARIA DE SANEAMENTO, HABITAÇÃO
E DESENVOLVIMENTO URBANO
ESPIRITO SANTO
CREDER É COM A GENTE

AVANTEC
Engenharia



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

Legenda

- Curso d'água
- Barragem
- Lagoa

Documentação e Referências

Imagen de alta resolução

∅	Emissão original	29/12/2013
REV	DESCRÍÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

Título:
Mapa de Situação da Barragem 2

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

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

Escala: 1:5,000 0 50 100 200 m

Folha: 1 de 1 Local: Ibatiba - ES

Papel: A3 Nº: Figura 7-8

Contratante: Consórcio:

Tabela 7-10: Principais características da barragem estudada.

Característica	Barragem 1	Barragem 2
Área drenada (Km ²)	3,45	28,69
Altura da crista (m)	3	4
Comprimento da barragem (m)	40	40
Área alagada (m ²)	10.800	64.610
Capacidade volumétrica (m ³)	18.100	74.200
Seção do(s) orifício(s) de saída (m)	BSTC 1 m	4,5 x 1 m
Pico da vazão produzida pela bacia de drenagem para recorrência de 25 anos (m ³ /s)	6,2	22,7
Pico da vazão de saída da barragem para recorrência de 25 anos (m ³ /s)	2,6	18,7
Tempo de atraso do pico de vazão da bacia de drenagem (minutos)	62	52

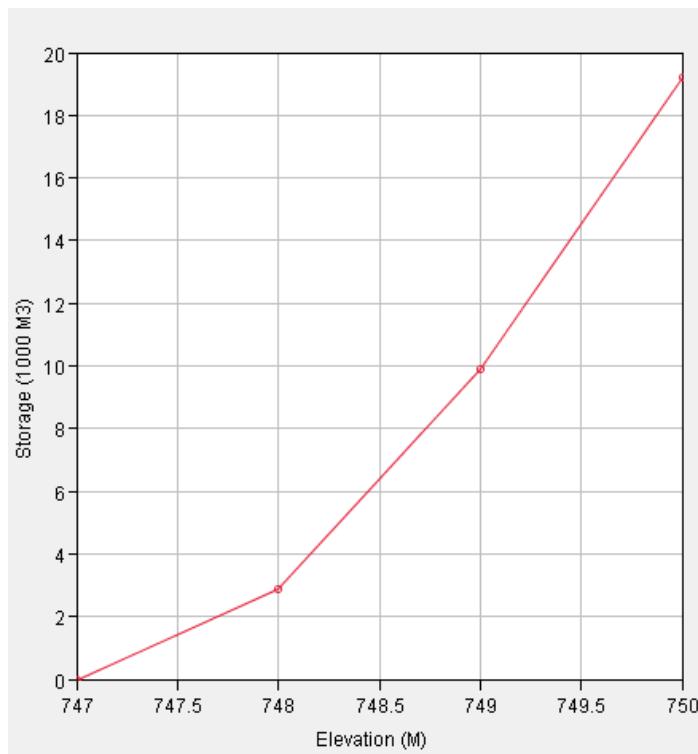


Figura 7-9: Relação Cota x Volume do reservatório do córrego do Ipê.

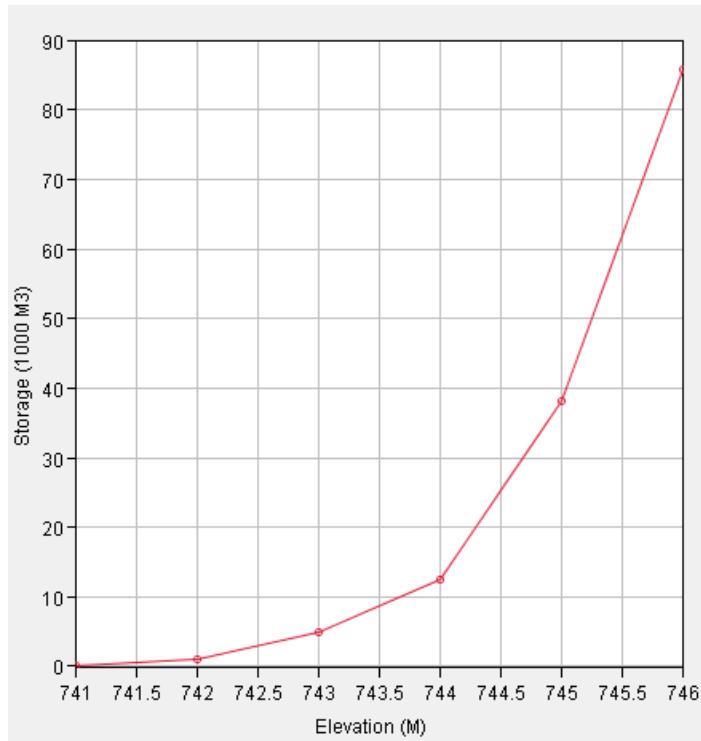


Figura 7-10: Relação Cota x Volume do reservatório do Rio Pardo.

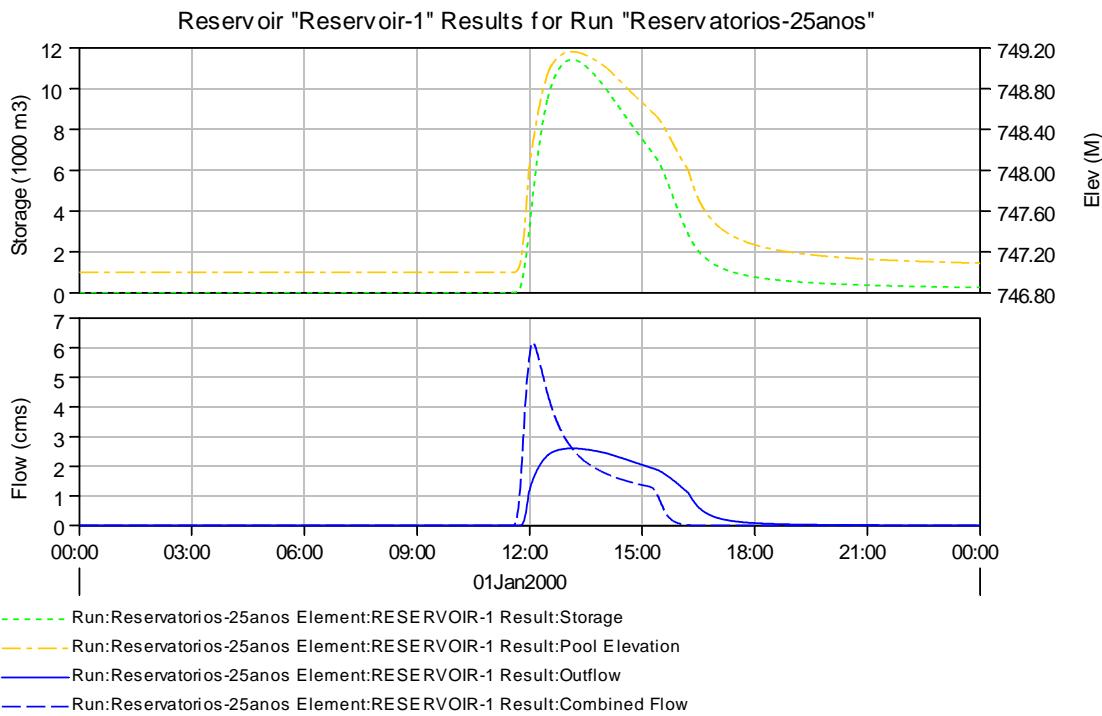


Figura 7-11: Resultado gráfico da simulação do reservatório do córrego do Ipê.

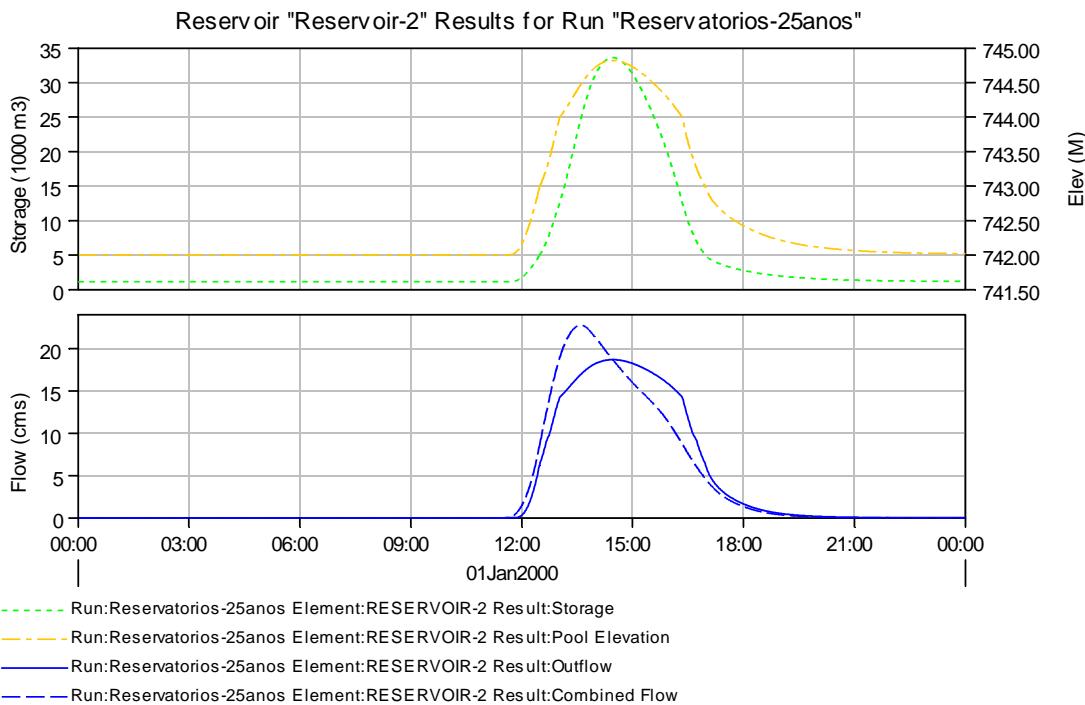


Figura 7-12: Resultado gráfico da simulação do reservatório do Rio Pardo.

Nos gráficos apresentados, a linha azul tracejada apresenta o hidrograma produzido pelo córrego do Ipê e pelo Rio Pardo que contribuem para os reservatórios planejados, enquanto a linha azul contínua representa o hidrograma de saída dos reservatórios simulados. Ainda é importante observar as linhas tracejadas em cor laranja e verde, as quais apresentam, respectivamente, a cota e o volume de água nos reservatórios durante o evento pluviométrico simulado.

O reservatório planejado para o córrego do Ipê promoverá a redução do pico da vazão de 6,2 m³/s para 2,6 m³/s, com uma redução de 58,06% e atraso de 1 hora e 2 minutos.

O reservatório planejado para o Rio Pardo promoverá a redução do pico da vazão de 22,7 m³/s para 18,7 m³/s, com uma redução de 17,62% e atraso de 52 minutos.

As áreas de inundação dos reservatórios planejados inundarão, durante os eventos chuvosos, áreas ocupadas por pastagens.

Além dos reservatórios de detenção de cheias, também está sendo prevista a execução de uma dragagem de limpeza dos canais do Rio Pardo no trecho

urbano da sede municipal de Ibatiba na época de conclusão das obras de barramento, além da proteção com gabião da parte externa de uma curva do rio Pardo, onde se tem observado o solapamento de sua margem.

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

O valor estimado para o cenário 1 é de **R\$ 1.700.000,00**.

7.4.2 Cenário 2

No Cenário 2, foi planejada a construção de canais revestidos em gabião e sem revestimento em diversos trechos e seções hidráulicas.

No Rio Pardo, o primeiro trecho tem início no começo do perímetro urbano da sede municipal de Ibatiba, no bairro Trocate, e se estende por 510 m, sendo adotado um canal sem revestimento com seção de 2 m de base e 2 m de altura, considerando a inclinação do talude de 1,5Bx1,0H, obtendo uma abertura de 8 m no topo do canal. O segundo trecho tem início após o afluente que chega no bairro Lacerda Sodré de Assis, se estendendo por 870 m, até o bairro Boa Esperança, adotando um canal sem revestimento com seção de 4 m de base e 2 m de altura, considerando a inclinação do talude de 1,5Bx1,0H, obtendo uma abertura de 10 m no topo do canal.

O terceiro trecho do Rio Pardo tem início no bairro Boa Esperança e vai até a OAE existente na Rua Salomão Fadialah, no bairro Centro, sendo adotado um canal revestido em gabião com seção de 7 m de base e 2,5 m de altura. Pouco antes da OAE existente na Rua Salomão Fadialah se inicia o quarto trecho, que se estende por 15 metros. Trata-se de uma galeria BDCC 2,5 x 2,5 que foi adotada pela constrição causada por edificações a montante da OAE, o que dificulta o escoamento de águas no trecho. Com a adoção deste dispositivo hidráulico não será necessário a desapropriação de edificações no trecho, além de ser possível substituir a OAE existente por este dispositivo hidráulico.

O quinto trecho se inicia a jusante da OAE existente na Rua Salomão Fadialah, se estendendo por 260 m até o fim do bairro Novo Horizonte, sendo adotado um

canal revestido em gabião com seção de 5 m de base por 3 de altura. O sexto e último trecho se inicia no final do bairro Novo Horizonte, se estendendo por 550 metros até o fim do bairro Soniter, sendo adotado um canal sem revestimento com 1 m de base e 3 m de altura, considerando a inclinação do talude de 1,5Bx1,0H, obtendo uma abertura de 10 m no topo do canal.

No córrego do Ipê foram previstos dois trechos de obras. O primeiro trecho tem inicio no bairro Ipê e se estende por 550 m até o bairro centro, sendo adotado um canal sem revestimento com 1 m de base e 1,5 m de altura, considerando a inclinação do talude de 1,5Bx1,0H, obtendo uma abertura de 5,5 m no topo do canal. No segundo trecho, que tem início no bairro Centro, e se estende por 220 m, até a foz do córrego do Ipê no Rio Pardo, sendo adotado um canal revestido em gabião com 3,5 m de base e 1,5 m de altura.

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

O valor estimado para o cenário 2 foi de **R\$ 4.010.000,00**.

7.4.3 Cenário 3

No cenário 3, foi planejado um reservatório no Rio Pardo, conforme apresentado no Cenário I, na **Figura 7-8**, na **Figura 7-10**, na **Figura 7-12** e na **Tabela 7-10**.

No córrego do Ipê, foram planejadas as obras descritas no cenário 2, conforme transcrito:

“No córrego do Ipê foram previstos dois trechos de obras. O primeiro trecho tem inicio no bairro Ipê e se estende por 550 m até o bairro centro, sendo adotado um canal sem revestimento com 1 m de base e 1,5 m de altura, considerando a inclinação do talude de 1,5Bx1,0H, obtendo uma abertura de 5,5 m no topo do canal. No segundo trecho, que tem início no bairro Centro, e se estende por 220 m, até a foz do córrego do Ipê no Rio Pardo, sendo adotado um canal revestido em gabião com 3,5 m de base e 1,5 m de altura.”

O **ANEXO VII** apresenta o mapa de soluções propostas para o Cenário 3.

O valor estimado para o cenário 3 foi de **R\$ 1.500.000,00**.

8 CONCLUSÕES

Como resultado deste trabalho, conclui-se que:

- As cheias do Rio Pardo e do córrego do Ipê são frequentes e os problemas oriundos das mesmas vêm se agravando devido ao avanço da população para as proximidades de suas margens e para a ocupação das áreas mais a montante da bacia hidrográfica;
- Apesar de ocorrer cheias no córrego São José, não há problemas relacionados a macrodrenagem que causem inundação de edificações da área urbana de Ibatiba;
- Os problemas de macrodrenagem do município de Ibatiba podem se resumir em: a) assoreamento dos canais de drenagem dos cursos d'água urbanos; b) presença de lixo e entulho nas calhas fluviais; c) crescimento de vegetação dentro dos cursos d'água, aumentando a fricção do escoamento; d) OAEs com seção hidráulica inferior ao requisito de vazão de projeto; e) solapamento de margens devido a curvas acentuadas do Rio Pardo e; f) ocupação desordenada da cidade, tanto nas margens quanto em encostas;
- Observou-se, a partir da modelagem hidráulica, que 410 domicílios estão na área de risco classificada como muito alto (inundação com 5 anos de recorrência);
- Observou-se, ainda, que 600 domicílios são inundados com vazões de 25 anos de recorrência (vazão de projeto);
- As OAE's das ruas José Angelo de Oliveira, Celuza G. Souza, Amancio Teixeira, Manoel A. de Oliveira, Dimas A. Trindade, Salomão Fadialah, Euzebio de Freitas e de Março não apresentaram eficiência hidráulica para a vazão de projeto de 100 anos de recorrência no cenário atual;
- A população de Ibatiba tem apresentado crescimento populacional que tende a levar sua população dos atuais 22.366 habitantes (censo de 2010) para 29.532 habitantes em 2030 (com 24,26% de crescimento) e 36.699 (com 39,05% de crescimento) habitantes em 2050. Este crescimento

resultará em uma mudança significativa no uso do solo, restringindo-se, principalmente à zona urbana;

- Para uma chuva intensa com período de retorno de 25 anos, prevê-se que a vazão no trecho final do Rio Pardo passe de 40,14 m³/s para 41,16 m³/s (aumento de 2,48%) em 20 anos se ocorrer a tendência de expansão urbana prevista;
- Para a solução dos problemas de inundação do município de Ibatiba, foram propostos três cenários alternativos.
- O Cenário 1 é caracterizado, principalmente, pela implantação de uma barragem a montante do Centro de Ibatiba no Rio Pardo e uma barragem a montante do bairro Ipê no córrego do Ipê, projetadas para as vazões simuladas com uso do solo atual, além de dragagem de limpeza do Rio Pardo, com custo estimado em **R\$ 1.700.000,00**;
- O Cenário 2 é caracterizado, principalmente, pela implantação de canais de gabião, de terra e galeria no Rio Pardo e no córrego do Ipê, com custo estimado em **R\$ 4.010.000,00**.
- O Cenário 3 é caracterizado, principalmente, pela implantação de uma barragem no Rio Pardo e de canais de gabião e de terra no córrego do Ipê, com custo estimado em **R\$ 1.500.000,00**;

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 1:15.000. 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.

MARINHA DO BRASIL. Carta Náutica 1402: do pontal de Regência à ponta de Ubu. Diretoria de Hidrografia e Navegação. 2012.

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> Acesso em: 20 de fev. de 2011.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Profissional	Marco Aurélio Costa Caiado
Formação	Engº Agrônomo, Ph.D. em Engenharia de Biossistemas
Empresa	CTE/AVANTEC Engenharia Ltda.
Registro no Conselho de Classe	CREA-ES 3.757/D
Responsável pela(s) seção(ões)	Diagnóstico das Bacias, Proposição de Cenários, Coordenação Técnica
Assinatura	

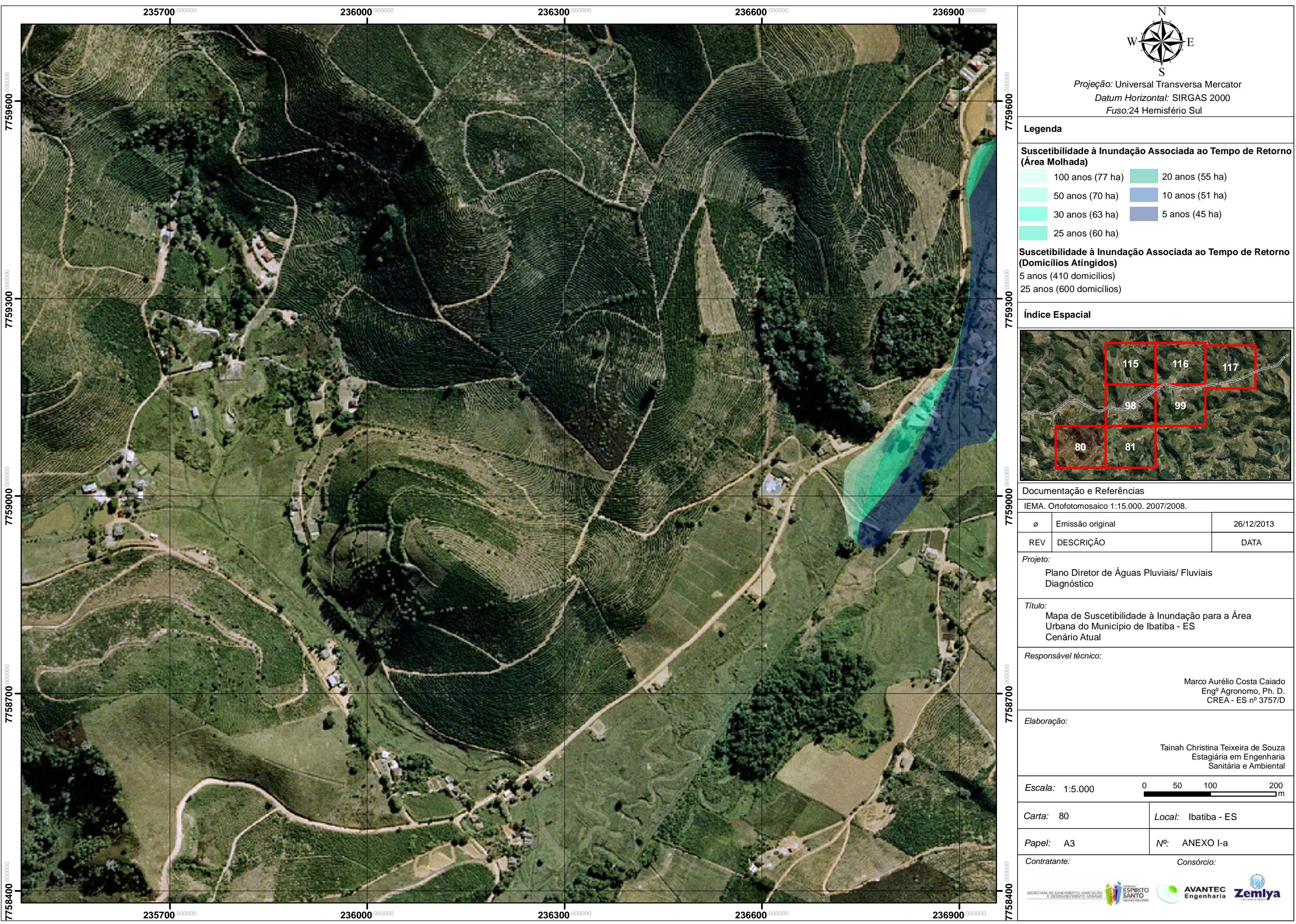
Profissional	Fillipe Tesch
Formação	Tecgº em Saneamento Ambiental, Mestrando em Eng. Ambiental
Empresa	AVANTEC Engenharia Ltda.
Registro no Conselho de Classe	CREA-ES 24.763/D
Responsável pela(s) seção(ões)	Modelagem Hidrológica, Diagnóstico das Bacias, Proposição de Cenários e Coordenação Operacional
Assinatura	

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

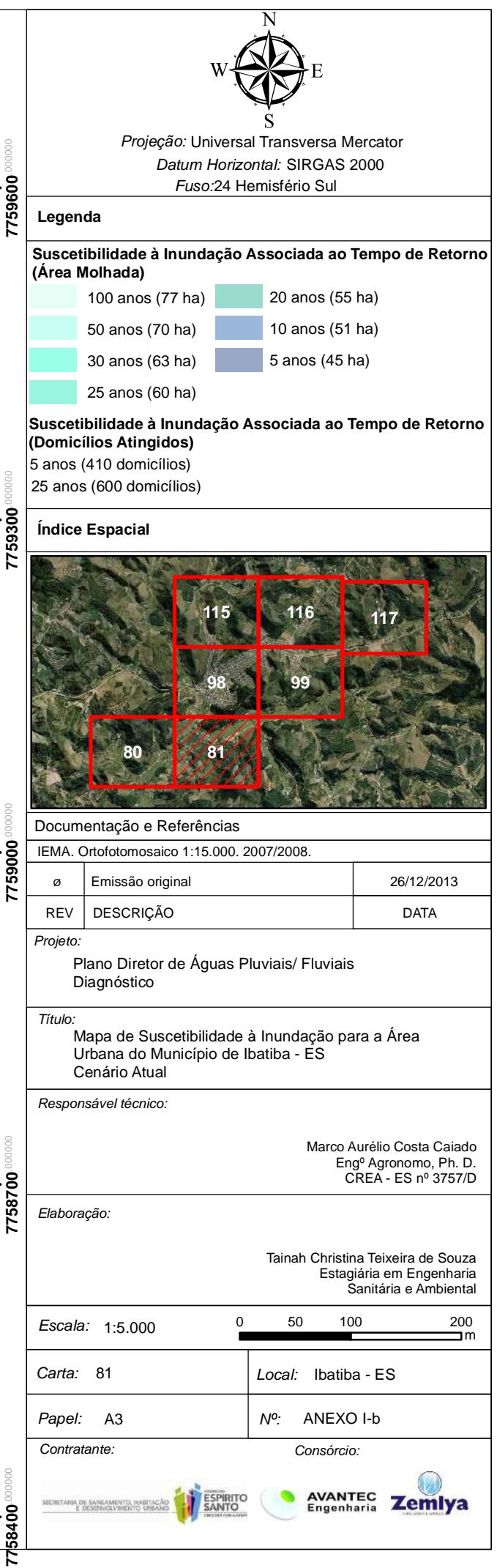
Profissional	Fernanda Ferreira
Formação	Arquiteta e Urbanista
Empresa	Zemlya Consultoria e Serviços
Registro no Conselho de Classe	CAU A56232-7
Responsável pela(s) seção(ões)	Caracterização do contexto institucional, projeção do cenário futuro.
Assinatura	

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

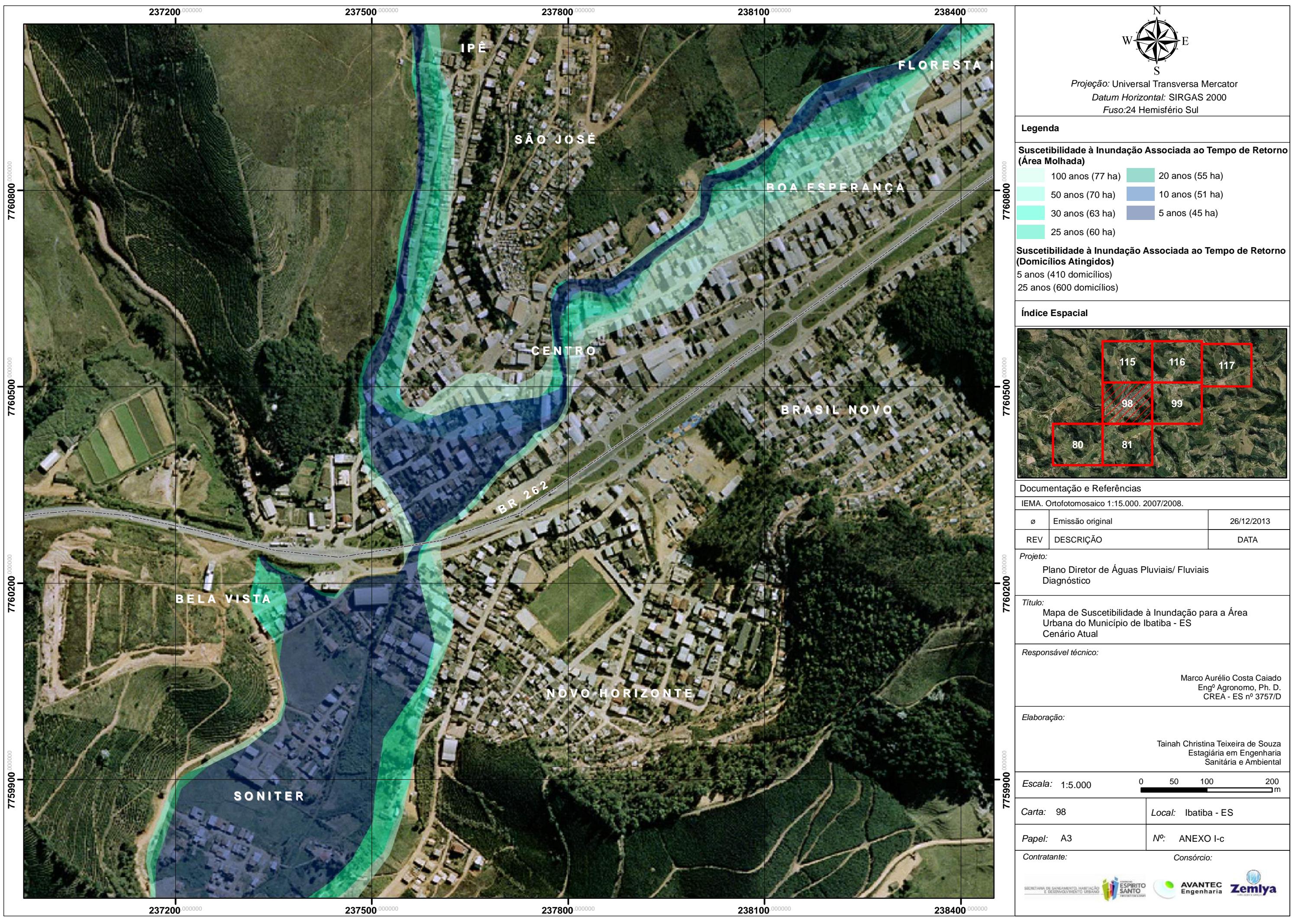
ANEXO I-a: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-
ES no cenário atual (Carta 80).



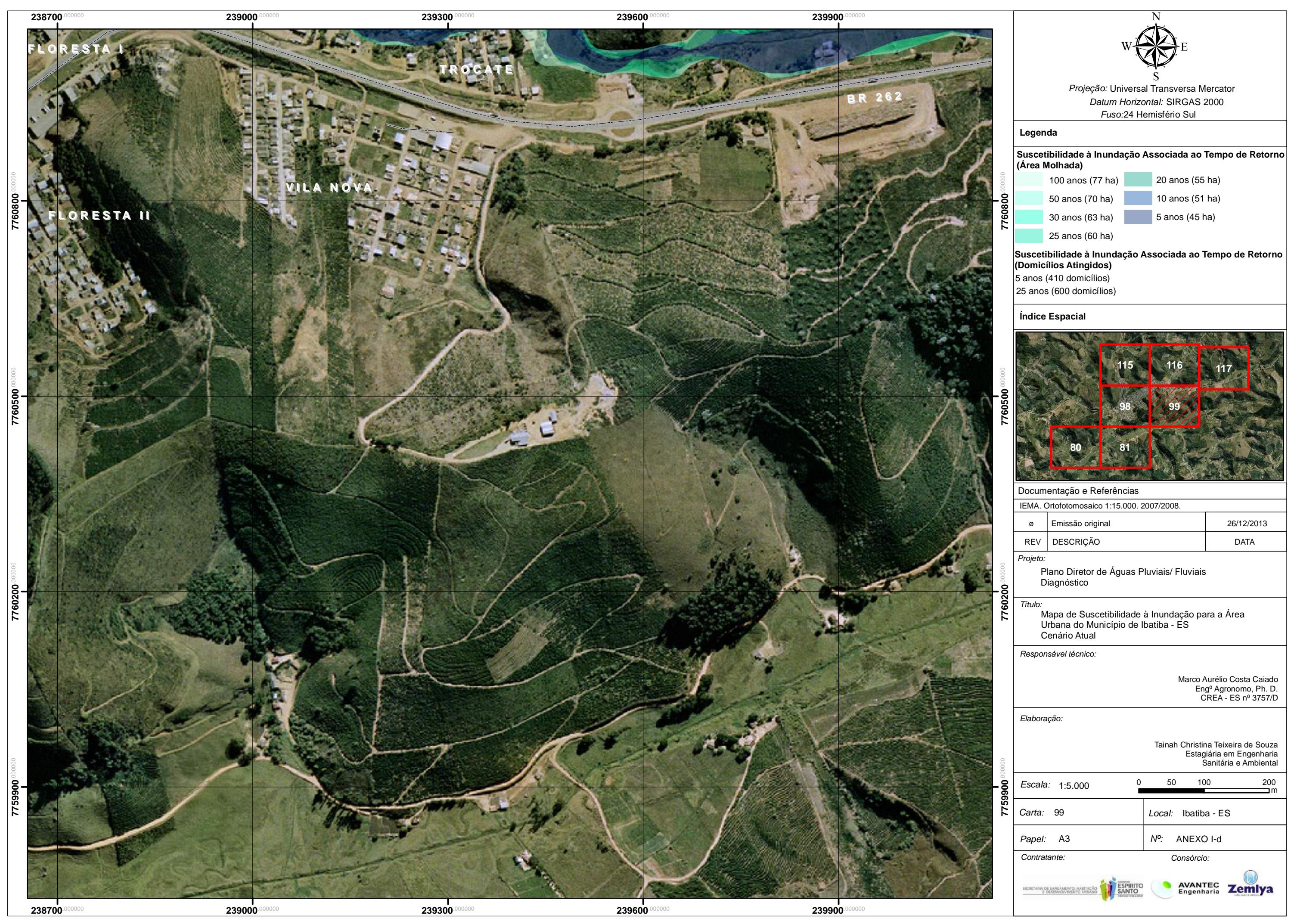
ANEXO I-b: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-
ES no cenário atual (Carta 81).



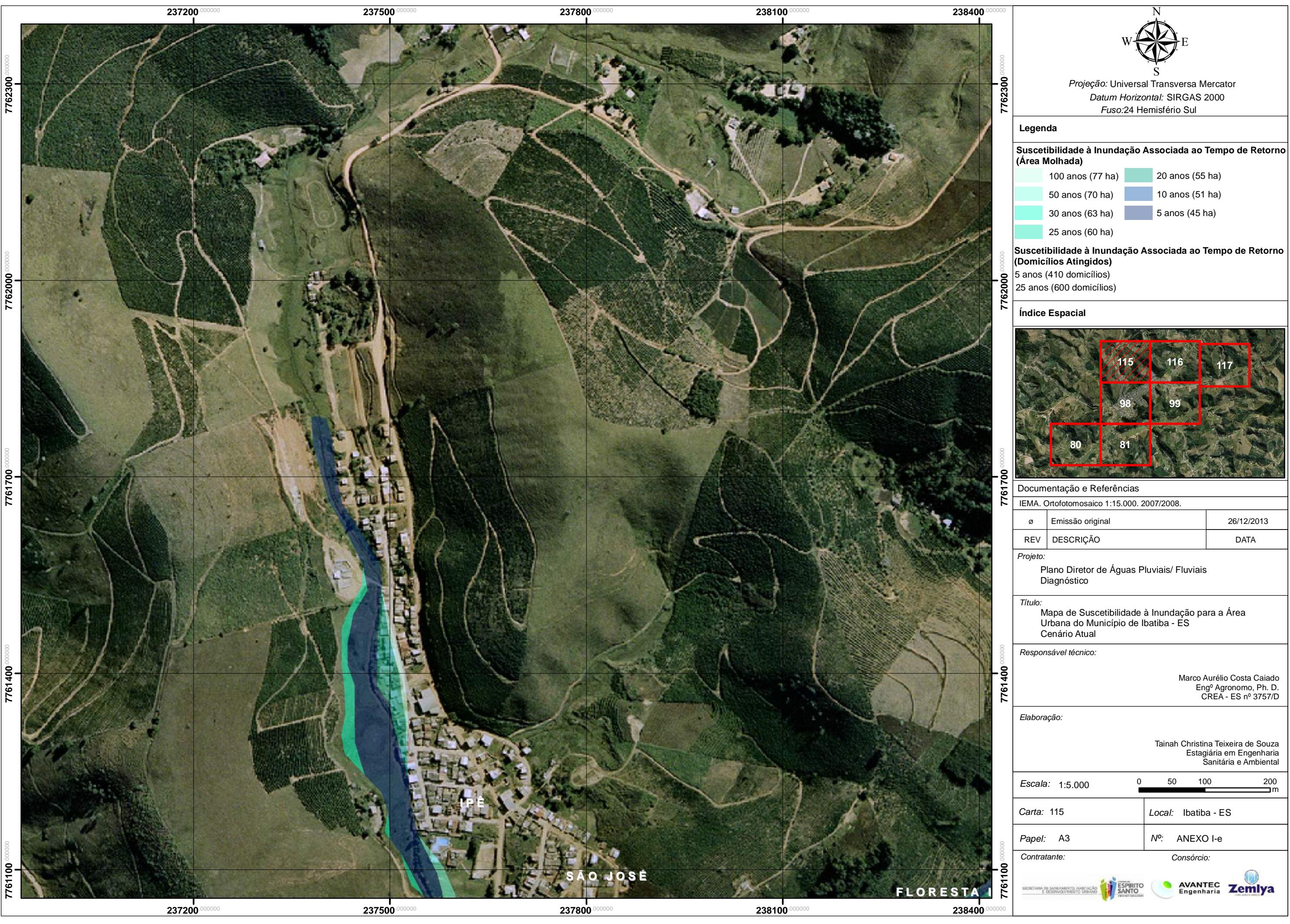
ANEXO I-c: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-
ES no cenário atual (Carta 98).



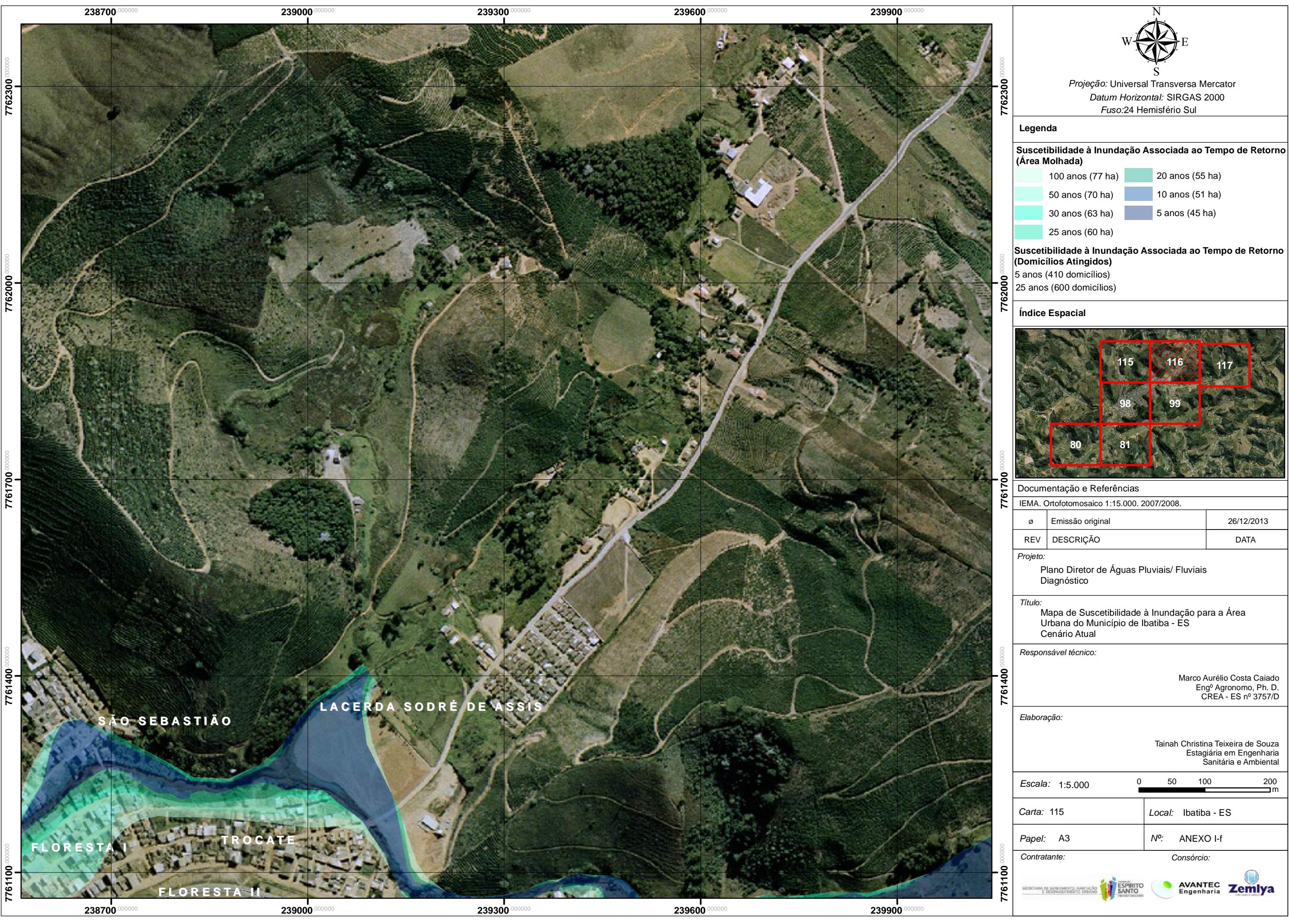
ANEXO I-d: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 99).



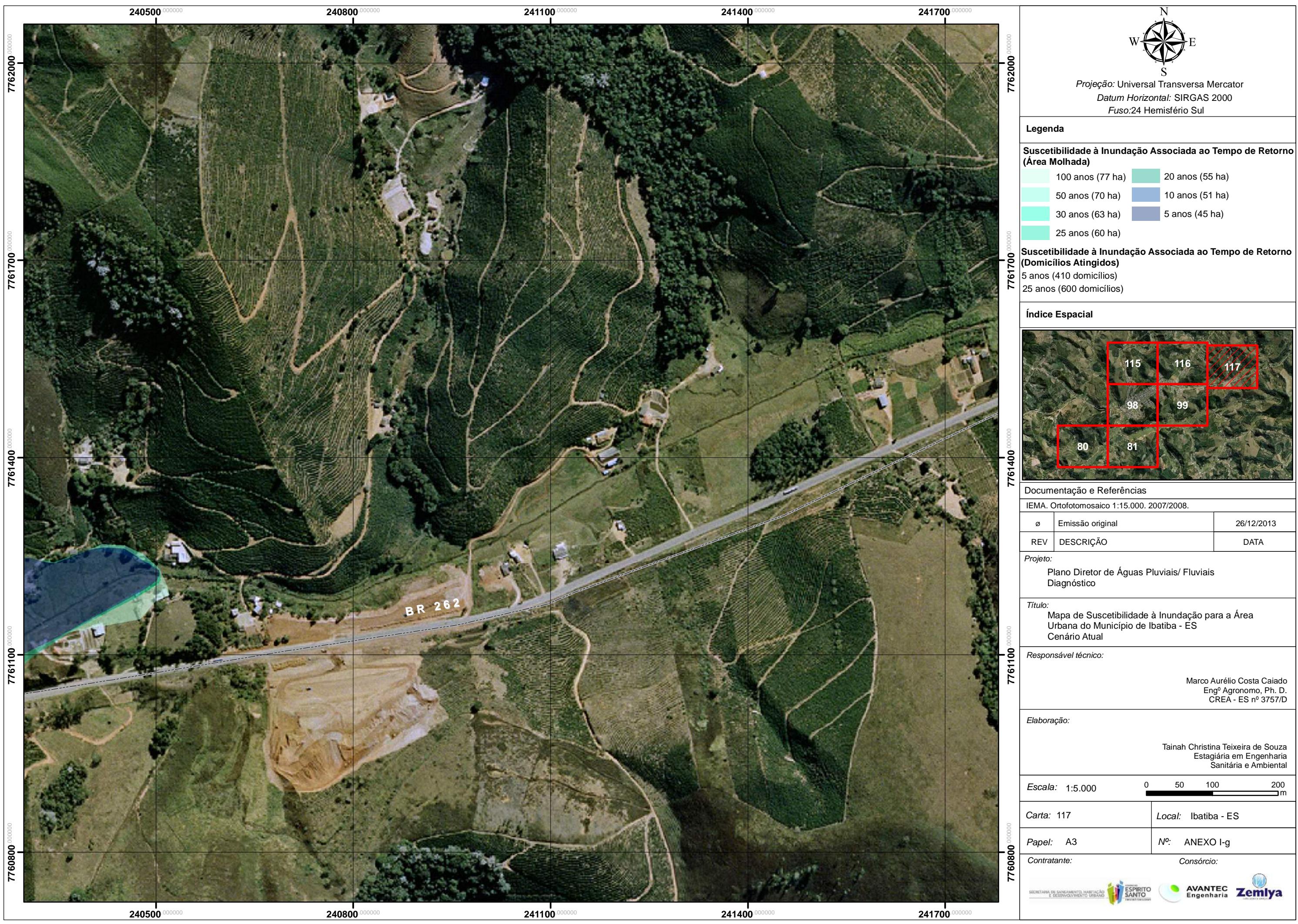
ANEXO I-e: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 115).



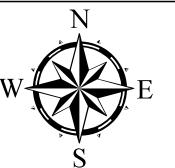
ANEXO I-f: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 116).



ANEXO I-g: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 117).



ANEXO II-a: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 80).



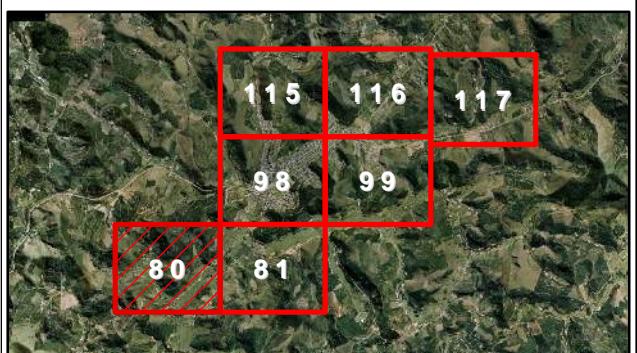
Projeção: Universal Transversa Mercator
Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Fuso: 24 Hemisfério Sul

Legenda

Classes de Risco de Inundação

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

Índice Espacial



Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	26/12/2013
---	------------------	------------

REV	DESCRÍÇÃO	DATA
-----	-----------	------

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

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

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

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

Escala: 1:5.000 0 50 100 200 m

Carta: 80 Local: Ibatiba - ES

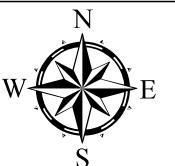
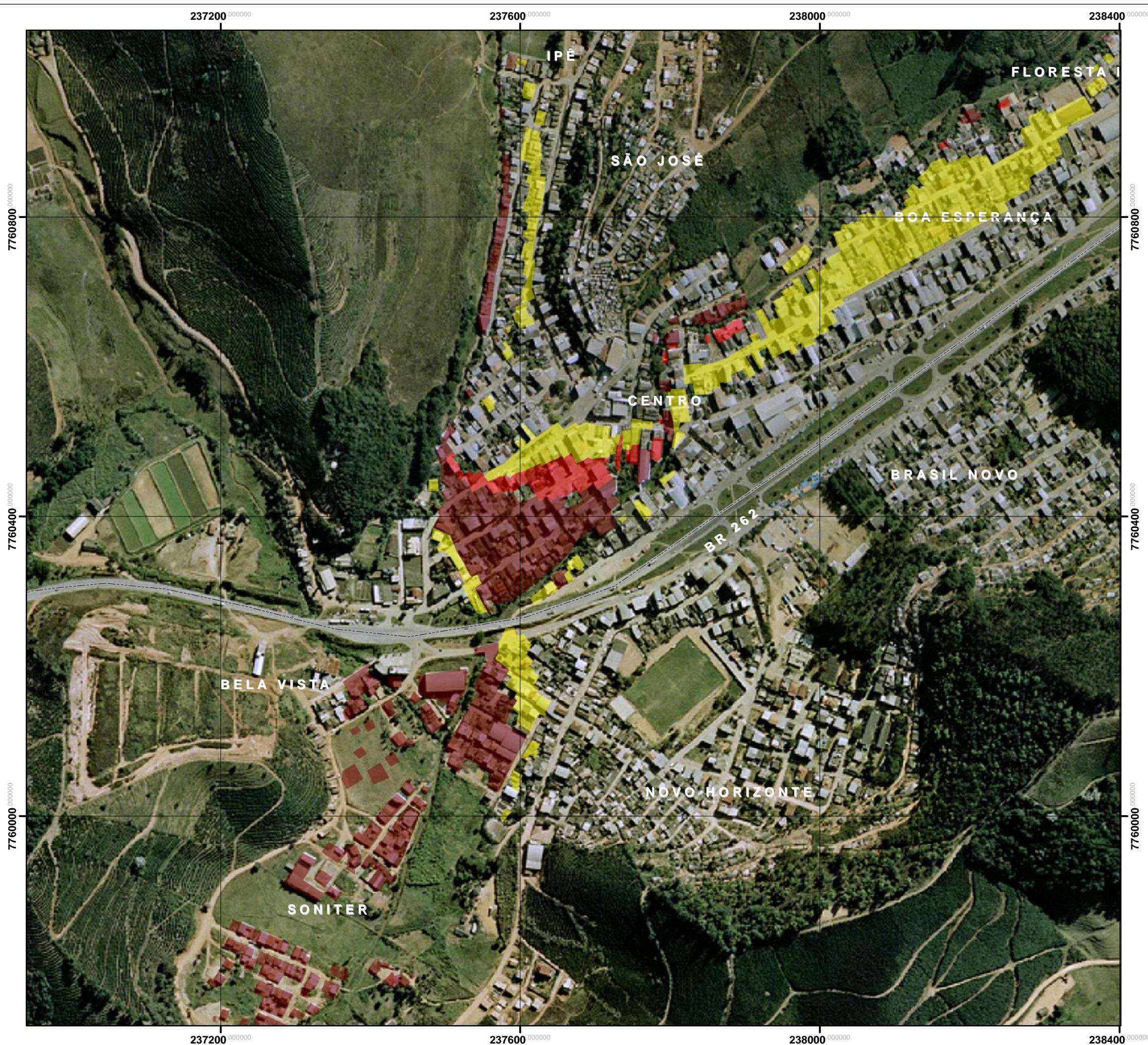
Papel: A3 Nº: ANEXO II-a

Contratante: Consórcio:

ANEXO II-b: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 81).



ANEXO II-c: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 98).



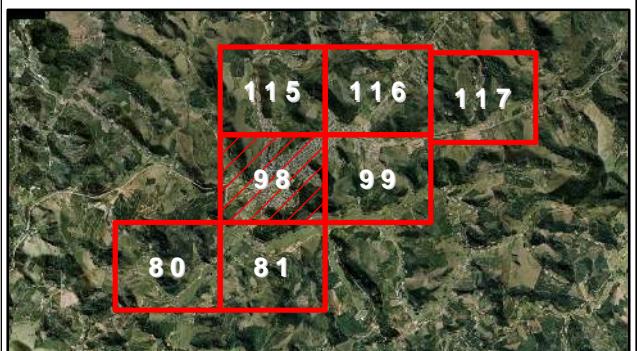
Projeção: Universal Transversa Mercator
Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Fuso: 24 Hemisfério Sul

Legenda

Classes de Risco de Inundação

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

Índice Espacial



Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	26/12/2013
---	------------------	------------

REV	DESCRÍÇÃO	DATA
-----	-----------	------

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

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

Responsável técnico:

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

Elaboração:

Tainah Christina Teixeira de Souza
Estagiária em Engenharia
Sanitária e Ambiental

Escala: 1:5.000 0 50 100 200 m

Carta: 98 Local: Ibatiba - ES

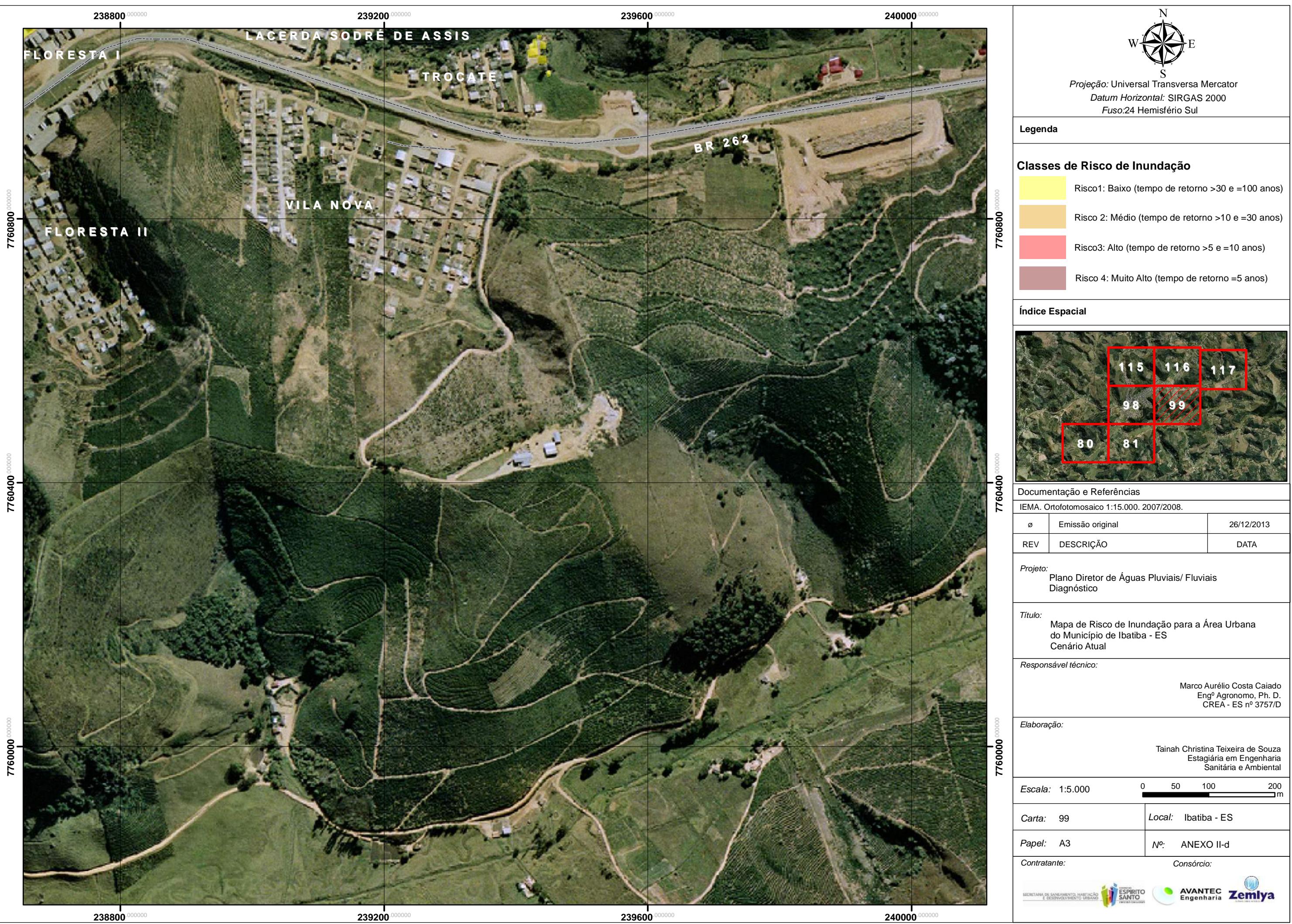
Papel: A3 Nº: ANEXO II-c

Contratante: Consórcio:

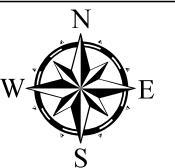
SECRETARIA DE SANEAMENTO, HABITAÇÃO
E DESENVOLVIMENTO URBANO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

AVANTEC
Engenharia
Zemlya

ANEXO II-d: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 99).



ANEXO II-e: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 115).



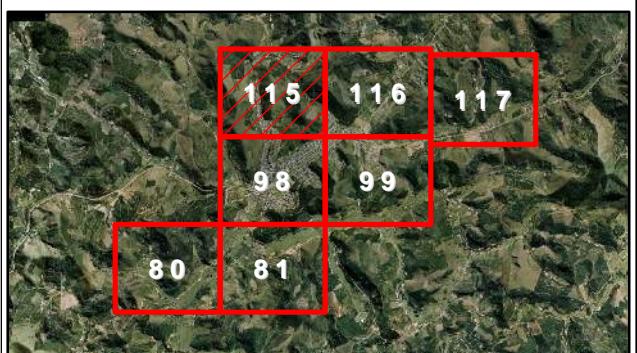
Projeção: Universal Transversa Mercator
Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Fuso: 24 Hemisfério Sul

Legenda

Classes de Risco de Inundação

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

Índice Espacial



Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	26/12/2013
---	------------------	------------

REV	DESCRÍÇÃO	DATA
-----	-----------	------

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

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

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

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

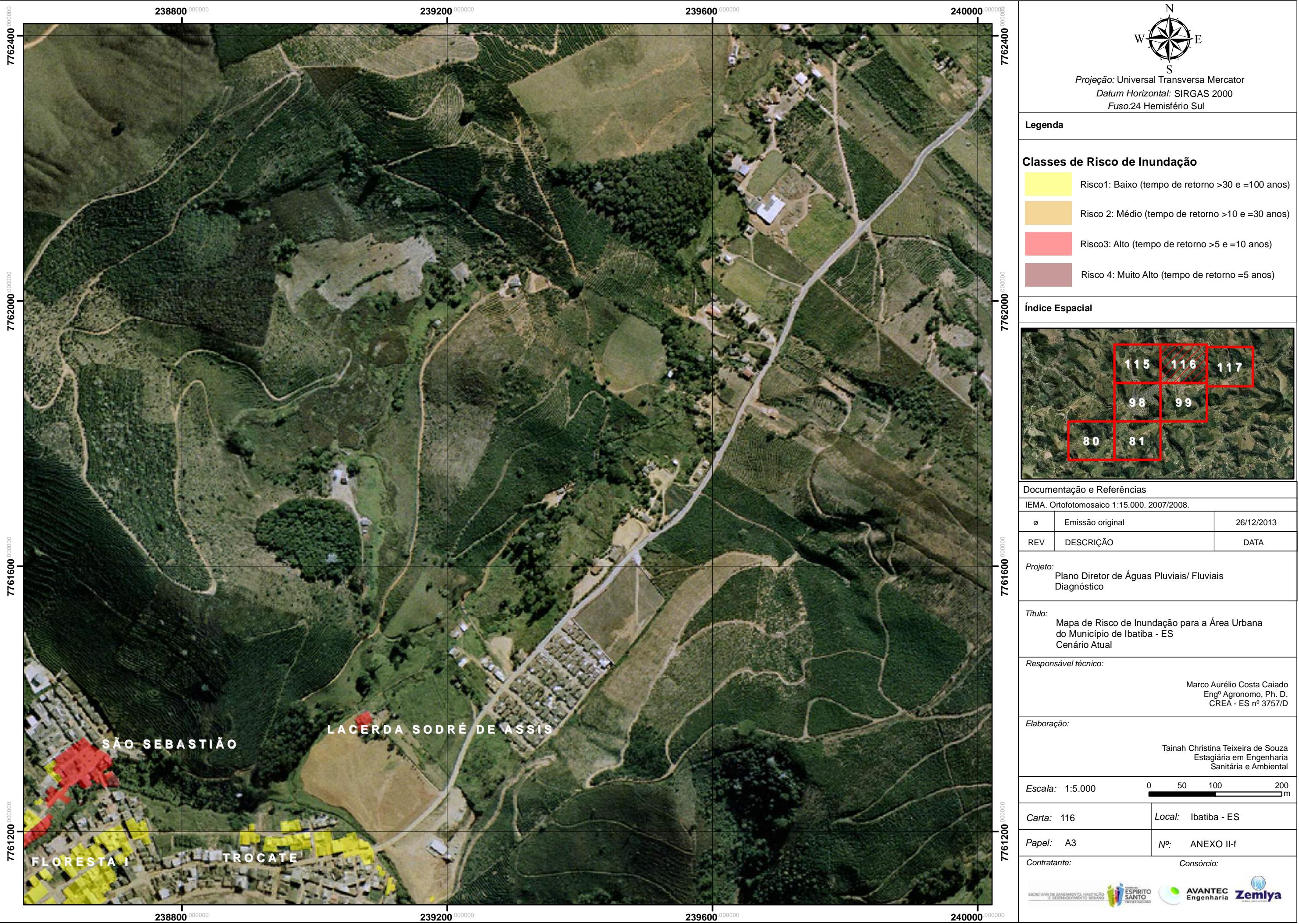
Escala: 1:5.000 0 50 100 200 m

Carta: 115	Local: Ibatiba - ES
------------	---------------------

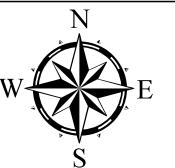
Papel: A3	Nº: ANEXO II-e
-----------	----------------

Contratante: Consórcio:

ANEXO II-f: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 116).



ANEXO II-g: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 117).



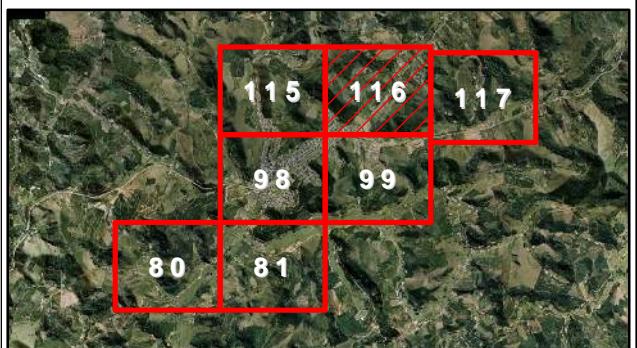
Projeção: Universal Transversa Mercator
Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Fuso: 24 Hemisfério Sul

Legenda

Classes de Risco de Inundação

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

Índice Espacial



Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	26/12/2013
REV	DESCRÍÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

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

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

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

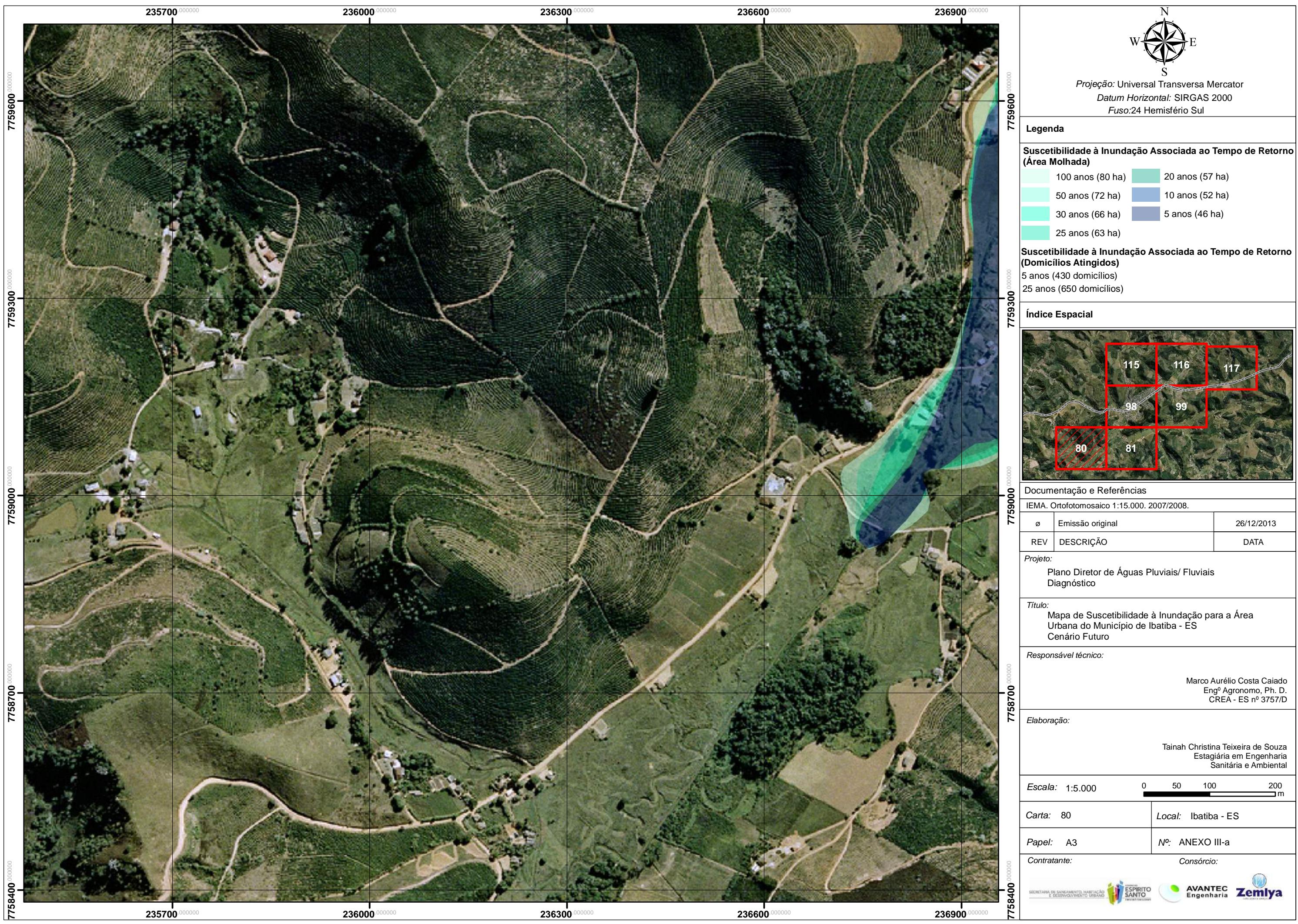
Escala: 1:5.000 0 50 100 200 m

Carta: 117 Local: Ibatiba - ES

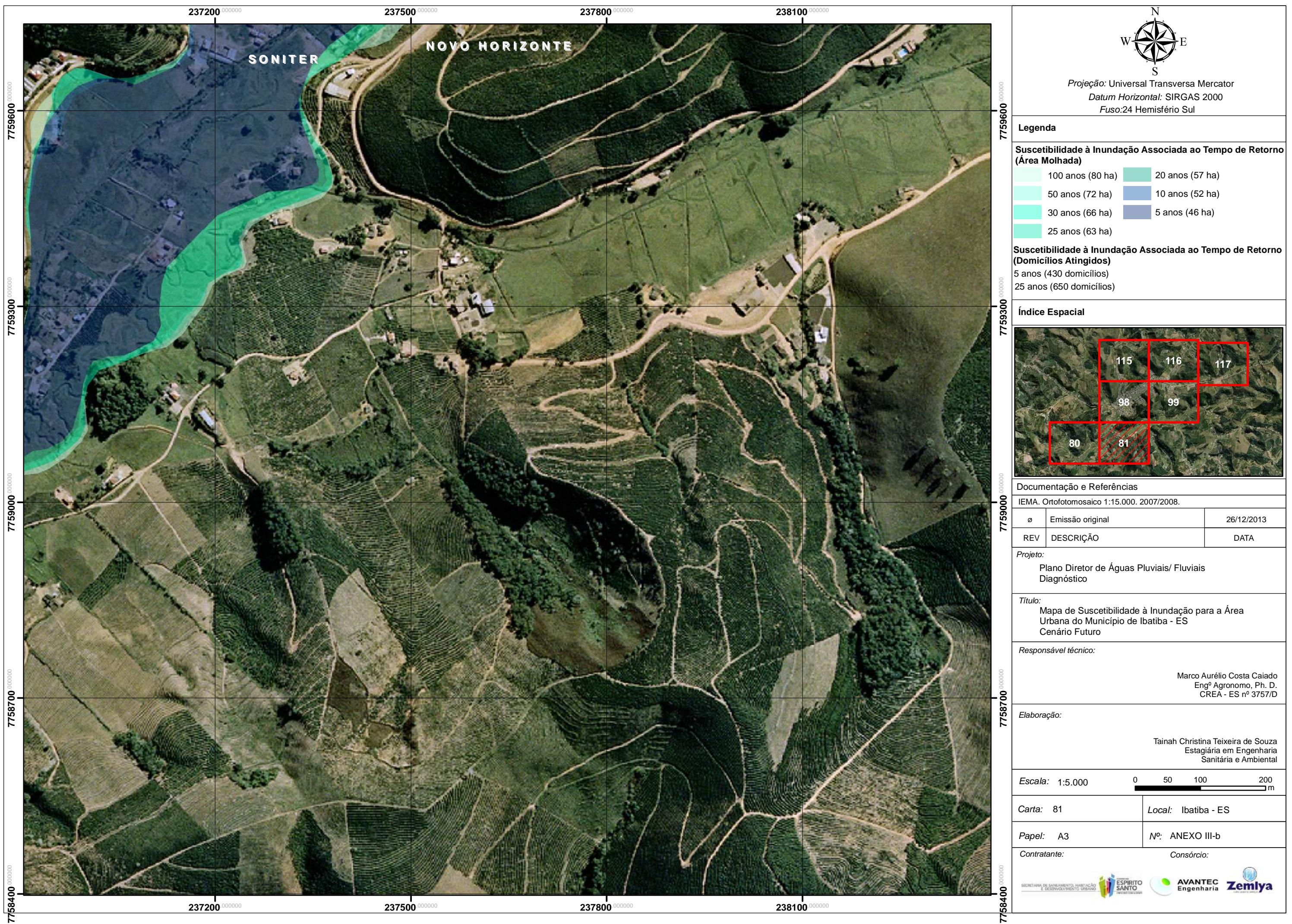
Papel: A3 Nº: ANEXO II-g

Contratante: Consórcio:

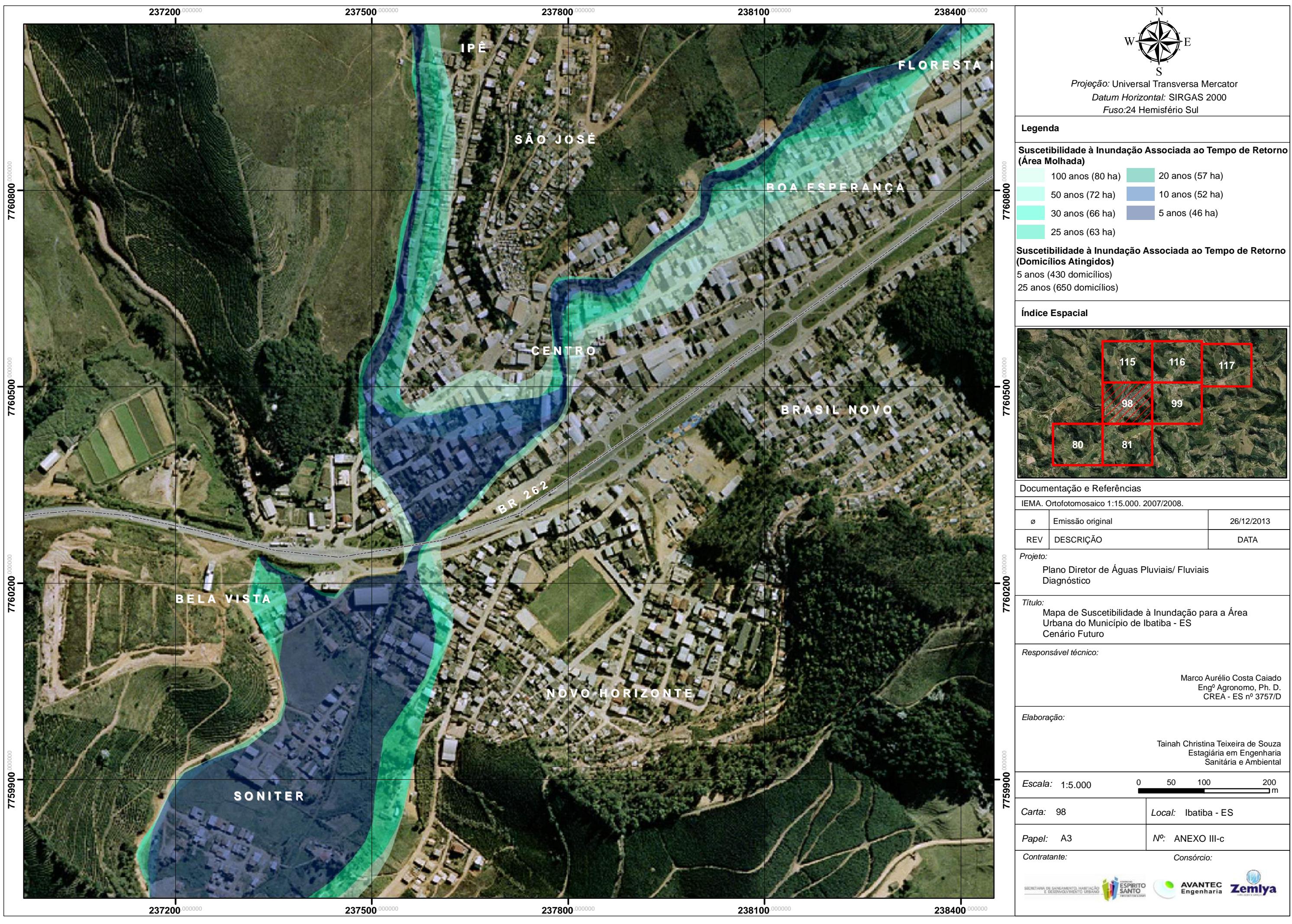
ANEXO III-a: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário futuro (Carta 80).



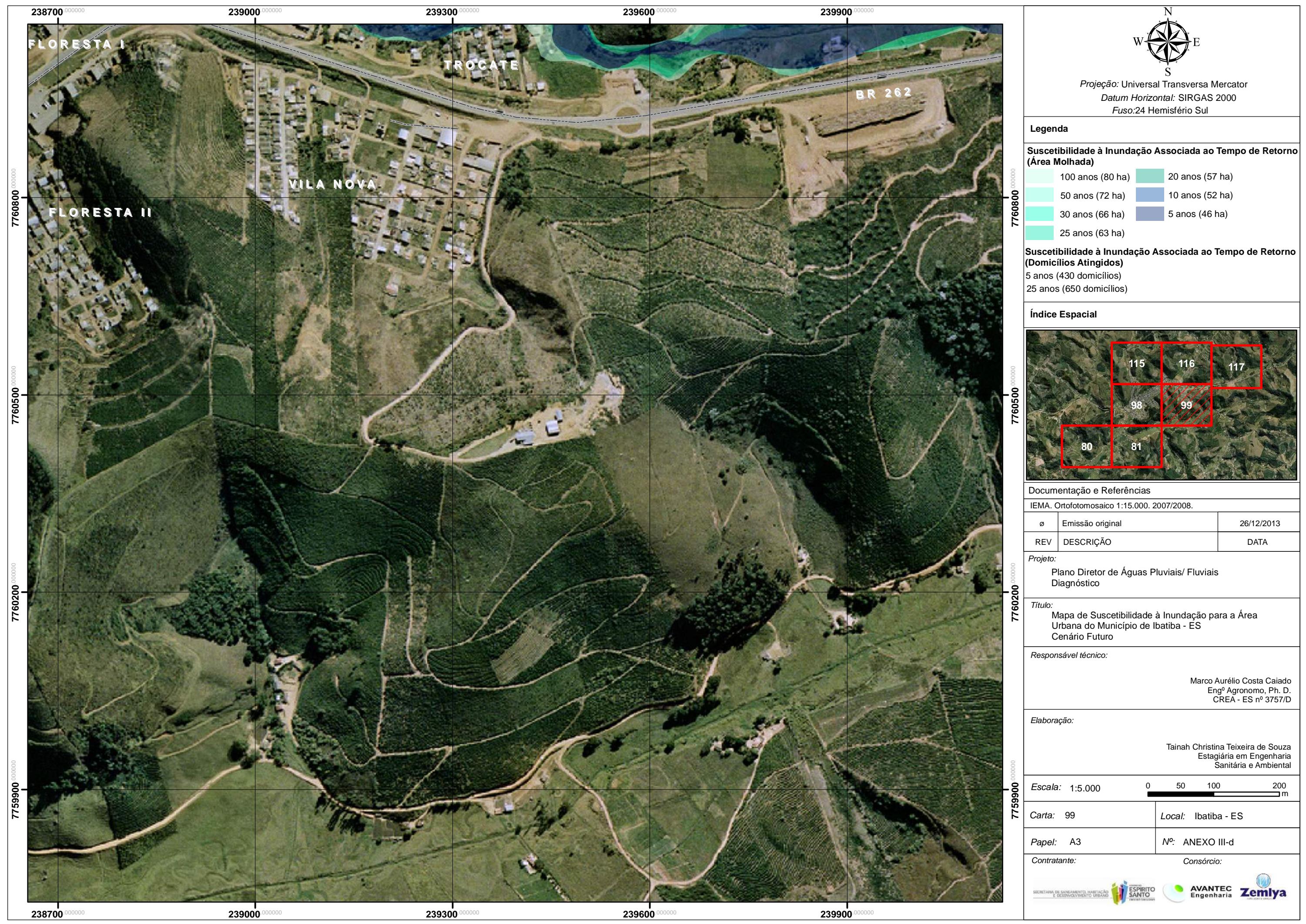
ANEXO III-b: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário futuro (Carta 81).



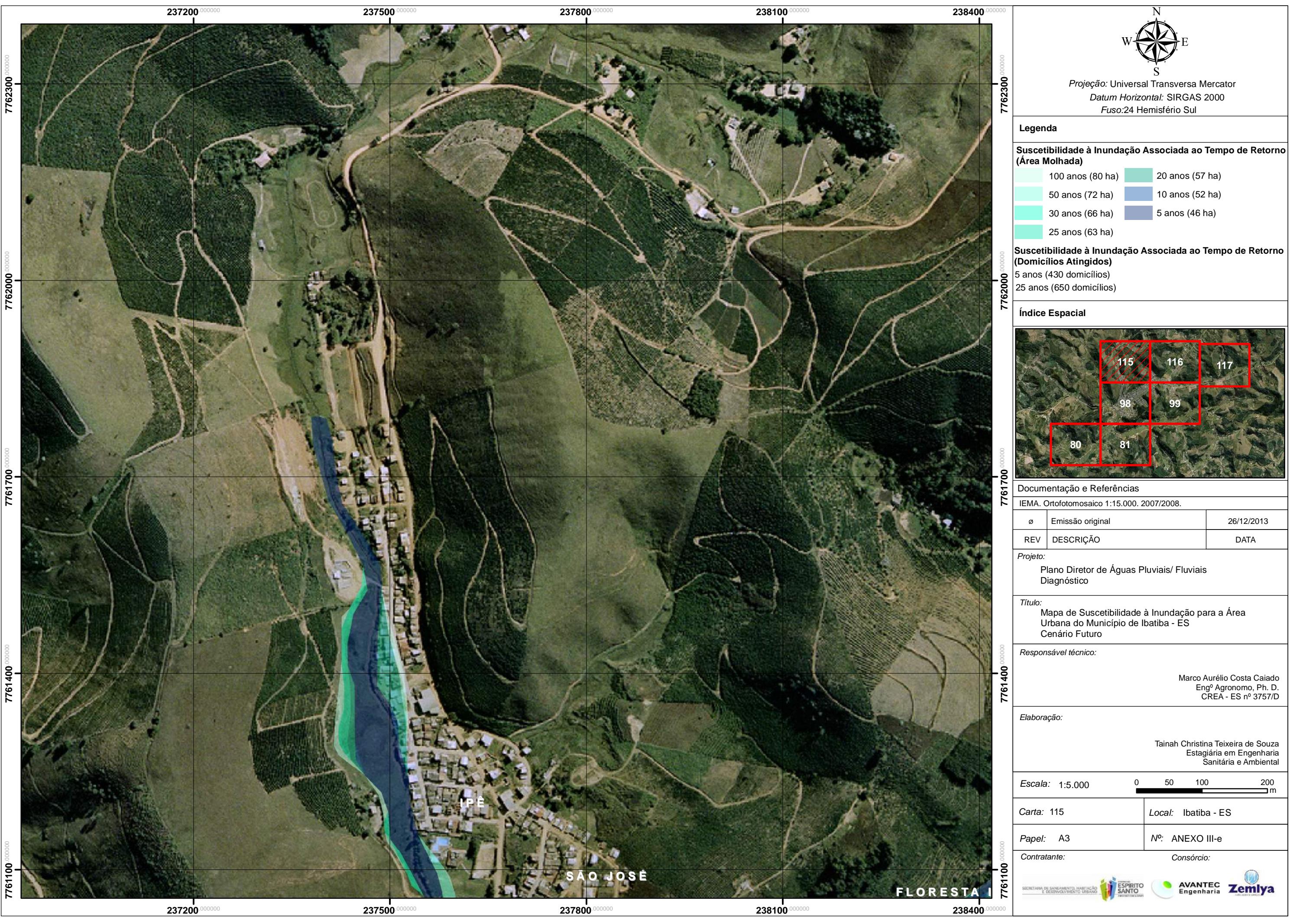
ANEXO III-c: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário futuro (Carta 98).



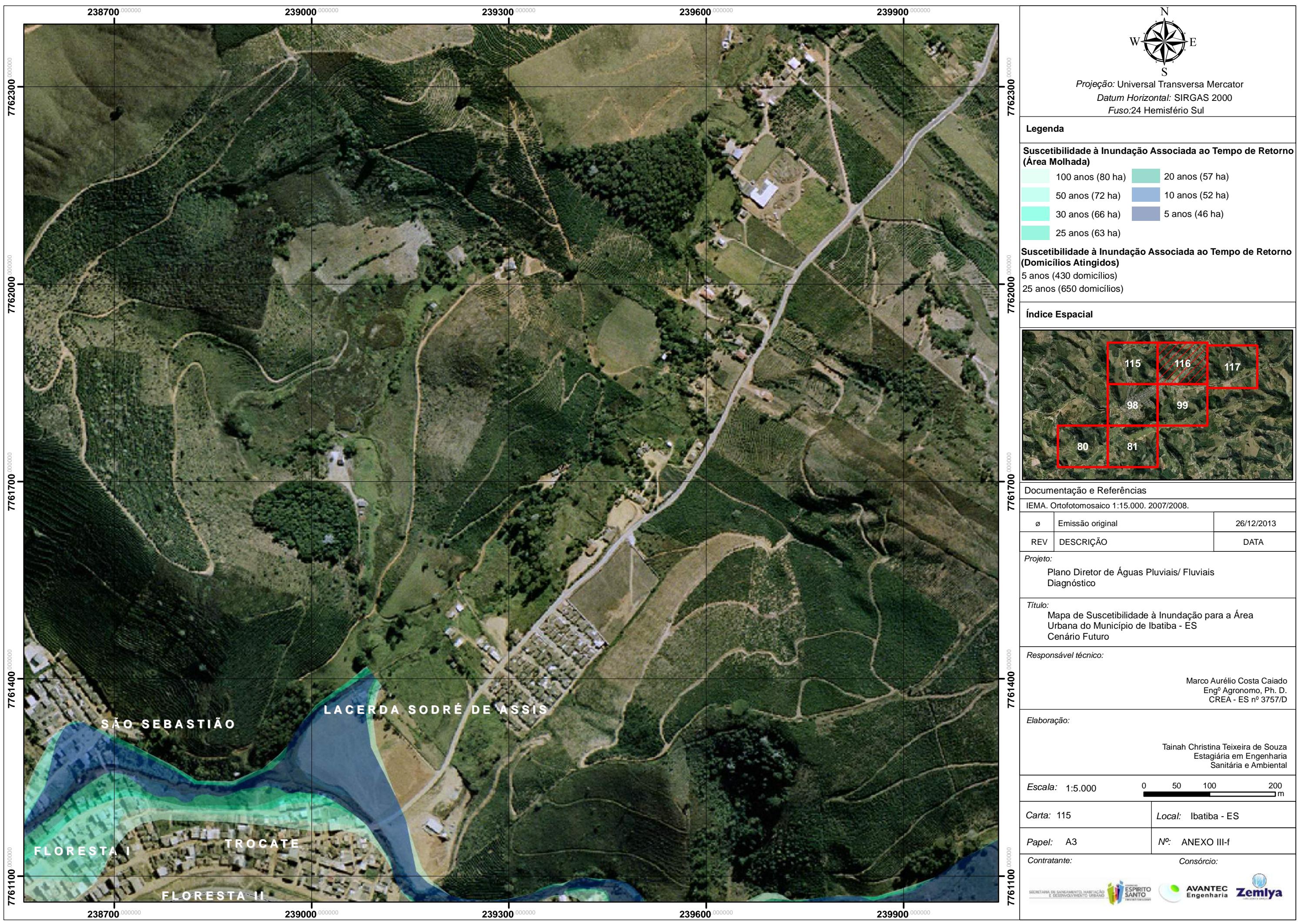
ANEXO III-d: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário futuro (Carta 99).



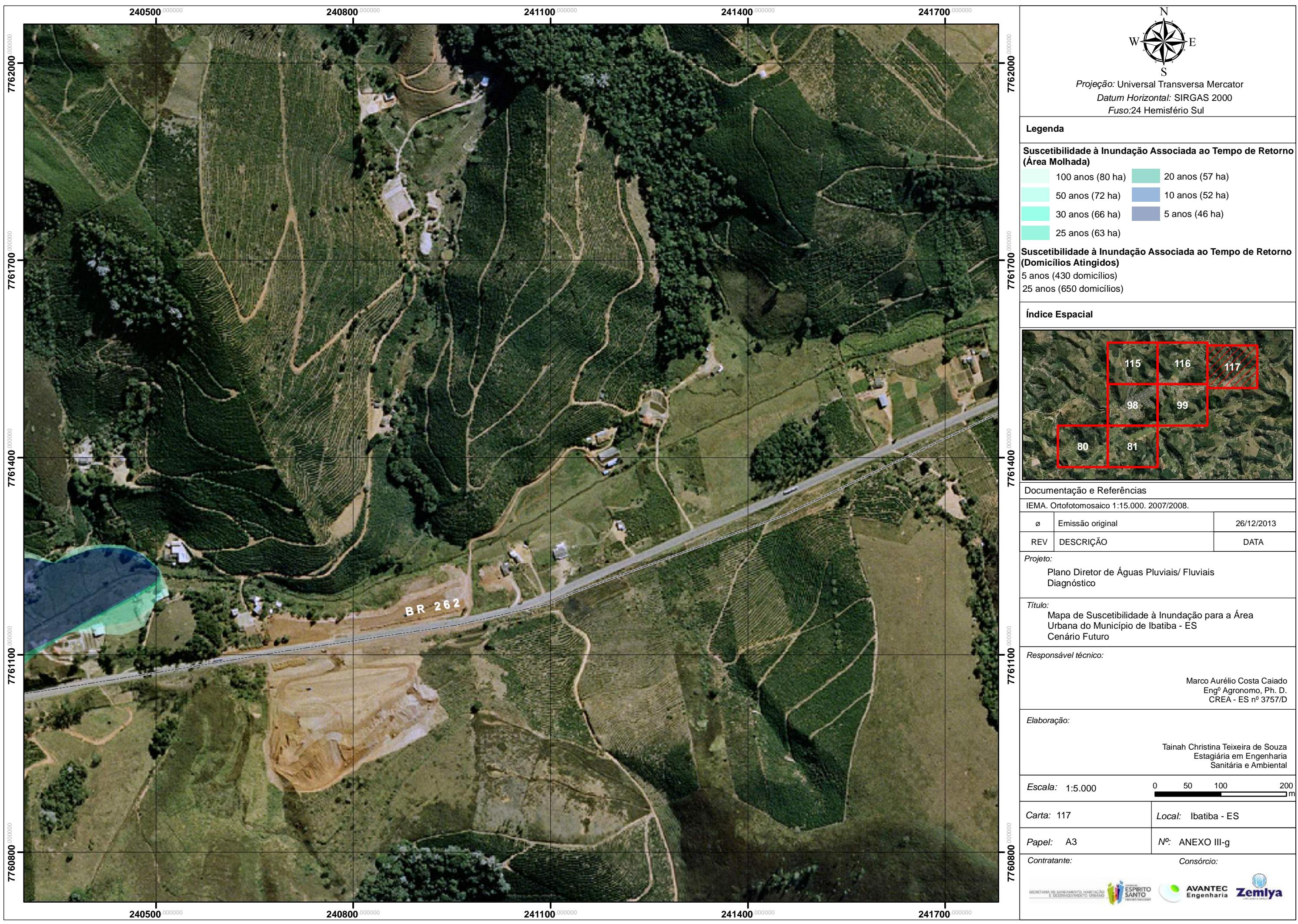
ANEXO III-e: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário futuro (Carta 115).



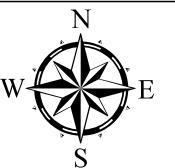
ANEXO III-f: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário futuro (Carta 116).



ANEXO III-g: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário futuro (Carta 117).



ANEXO IV-a: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 80).



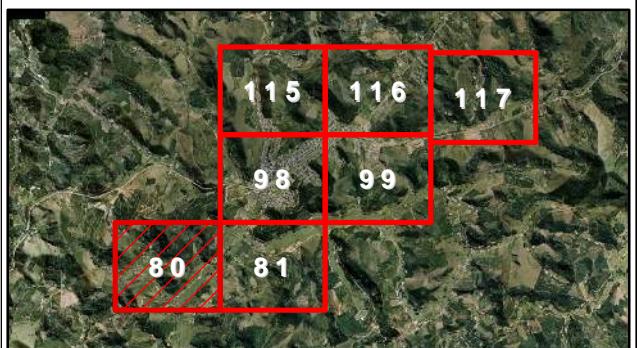
Projeção: Universal Transversa Mercator
Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Fuso: 24 Hemisfério Sul

Legenda

Classes de Risco de Inundação

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

Índice Espacial



Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	26/12/2013
---	------------------	------------

REV	DESCRÍÇÃO	DATA
-----	-----------	------

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

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

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

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

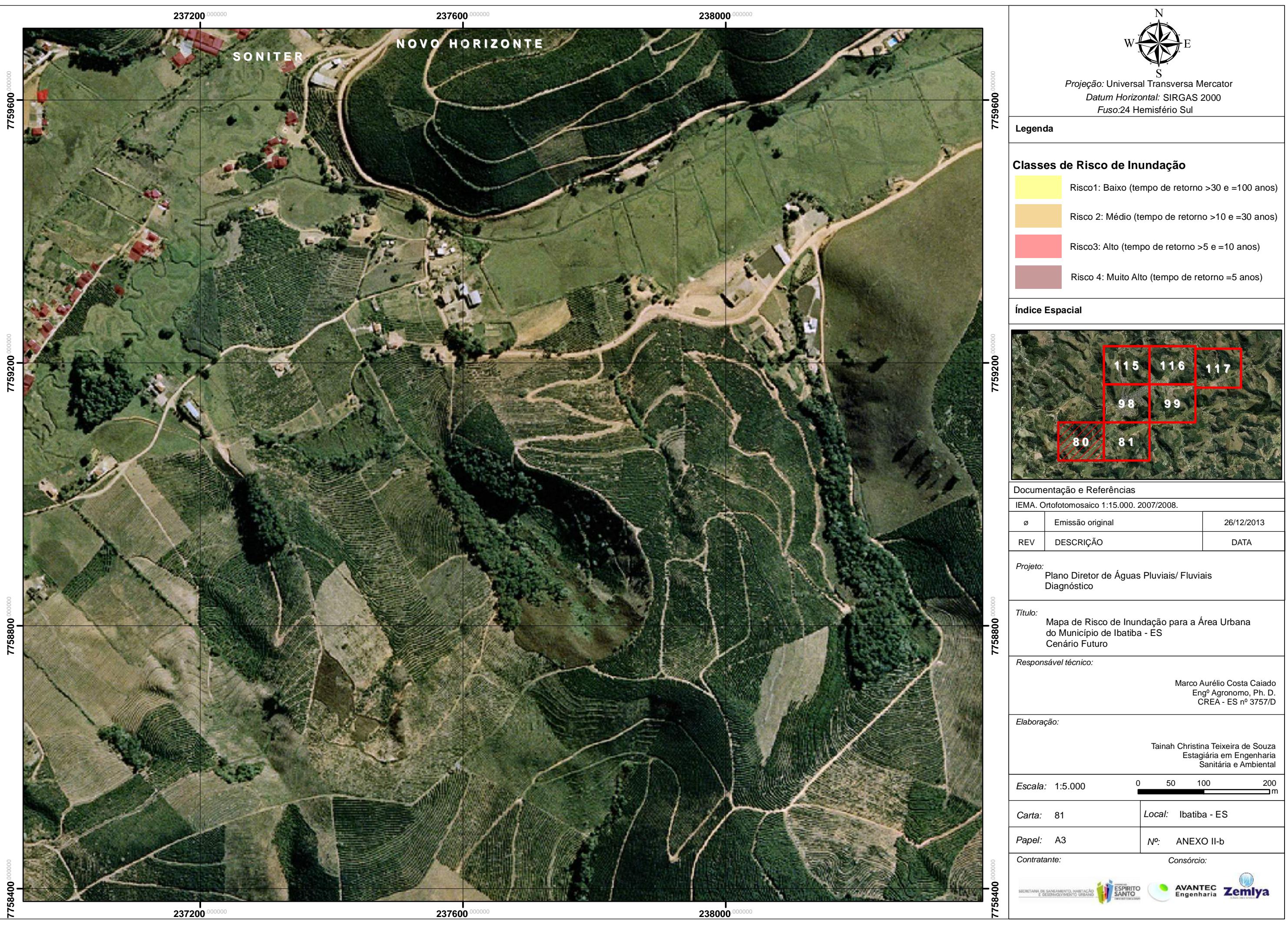
Escala: 1:5.000 0 50 100 200 m

Carta: 80 Local: Ibatiba - ES

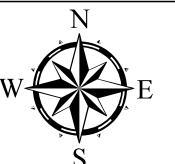
Papel: A3 Nº: ANEXO IV-a

Contratante: Consórcio:

ANEXO IV-b: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 81).



ANEXO IV-c: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 98).



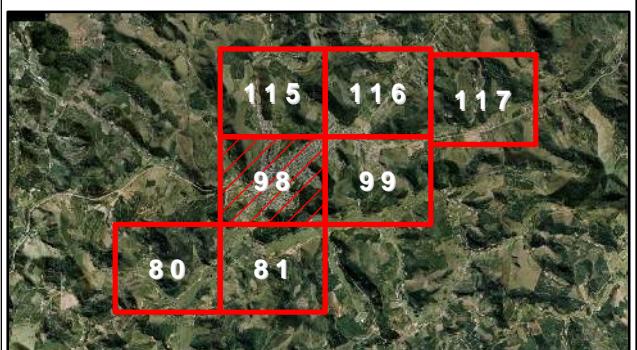
Projeção: Universal Transversa Mercator
Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Fuso: 24 Hemisfério Sul

Legenda

Classes de Risco de Inundação

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

Índice Espacial



Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	26/12/2013
REV	DESCRÍÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

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

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

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

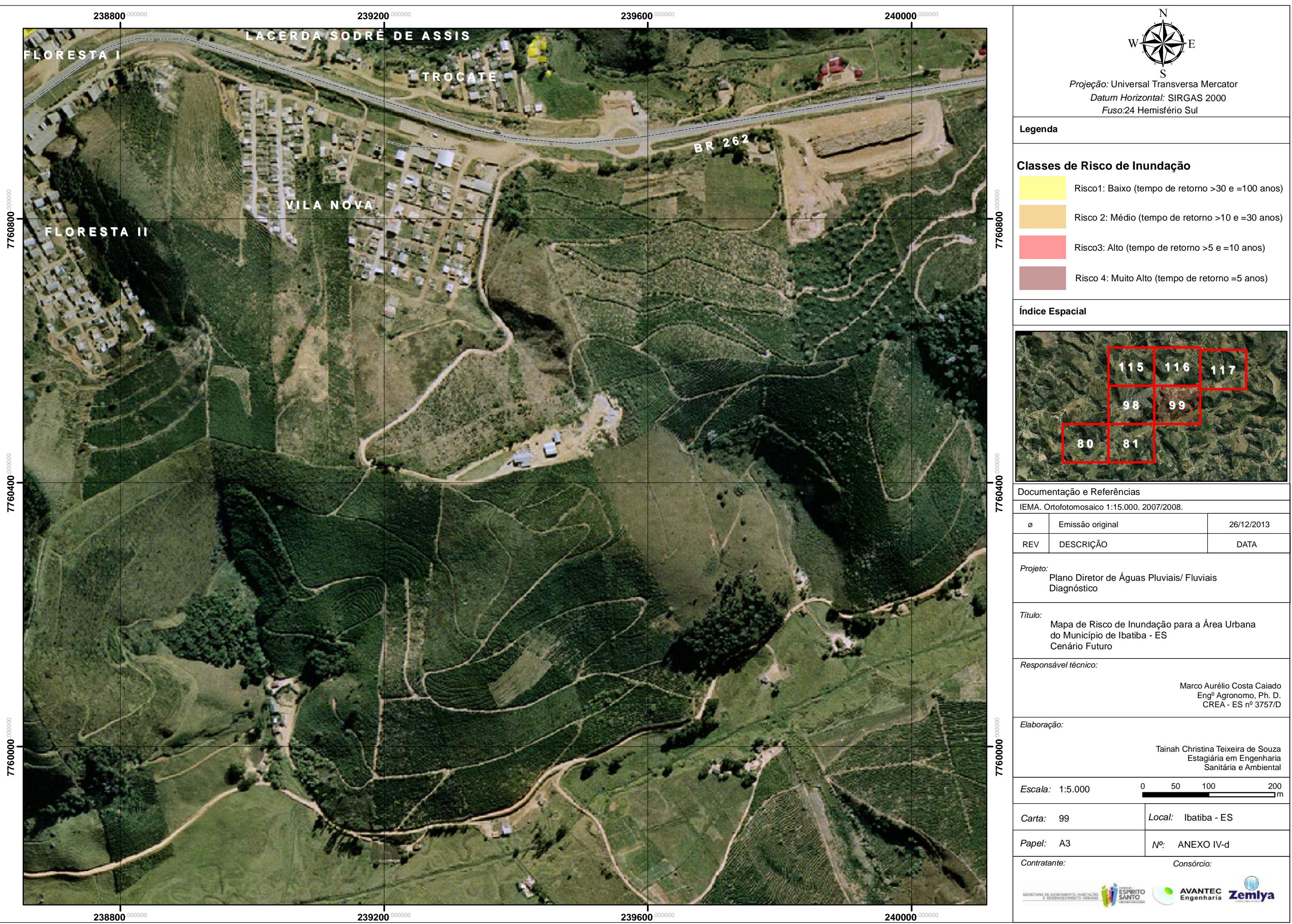
Escala: 1:5.000 0 50 100 200 m

Carta: 98 Local: Ibatiba - ES

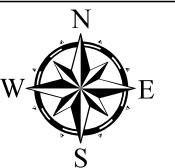
Papel: A3 Nº: ANEXO IV-c

Contratante: Consórcio:

ANEXO IV-d: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 99).



ANEXO IV-e: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 115).



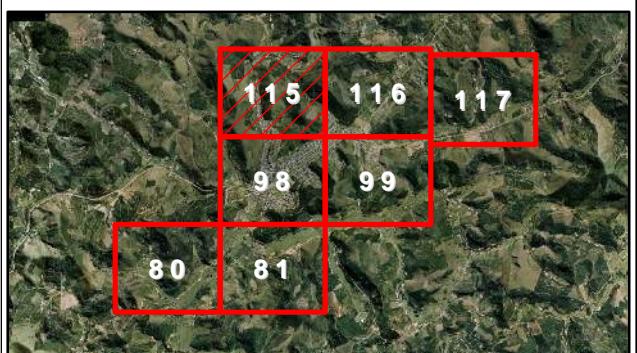
Projeção: Universal Transversa Mercator
Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Fuso: 24 Hemisfério Sul

Legenda

Classes de Risco de Inundação

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

Índice Espacial



Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	26/12/2013
---	------------------	------------

REV	DESCRÍÇÃO	DATA
-----	-----------	------

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

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

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

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

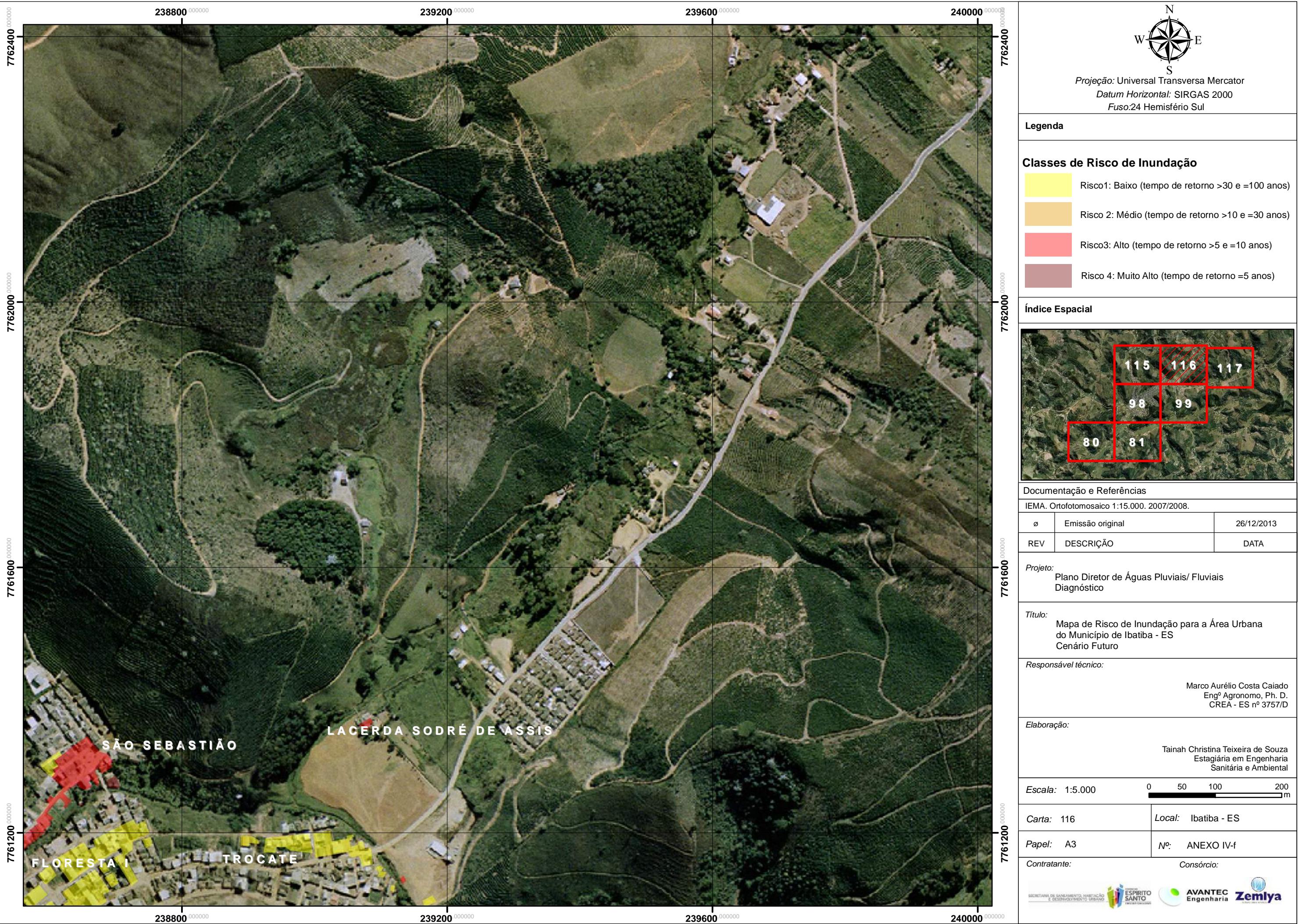
Escala: 1:5.000 0 50 100 200 m

Carta: 115	Local: Ibatiba - ES
------------	---------------------

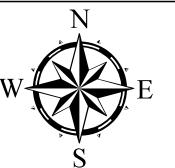
Papel: A3	Nº: ANEXO IV-e
-----------	----------------

Contratante: Consórcio:

ANEXO IV-f: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 116).



ANEXO IV-g: Mapa de Risco de Inundação para o município de Ibatiba-ES no cenário atual (Carta 117).



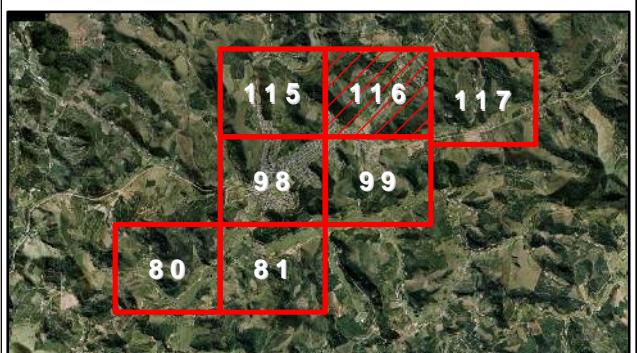
Projeção: Universal Transversa Mercator
Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Fuso: 24 Hemisfério Sul

Legenda

Classes de Risco de Inundação

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

Índice Espacial



Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	26/12/2013
REV	DESCRÍÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

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

Responsável técnico:

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

Elaboração:

Tainah Christina Teixeira de Souza
Estagiária em Engenharia
Sanitária e Ambiental

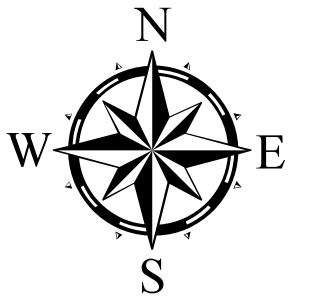
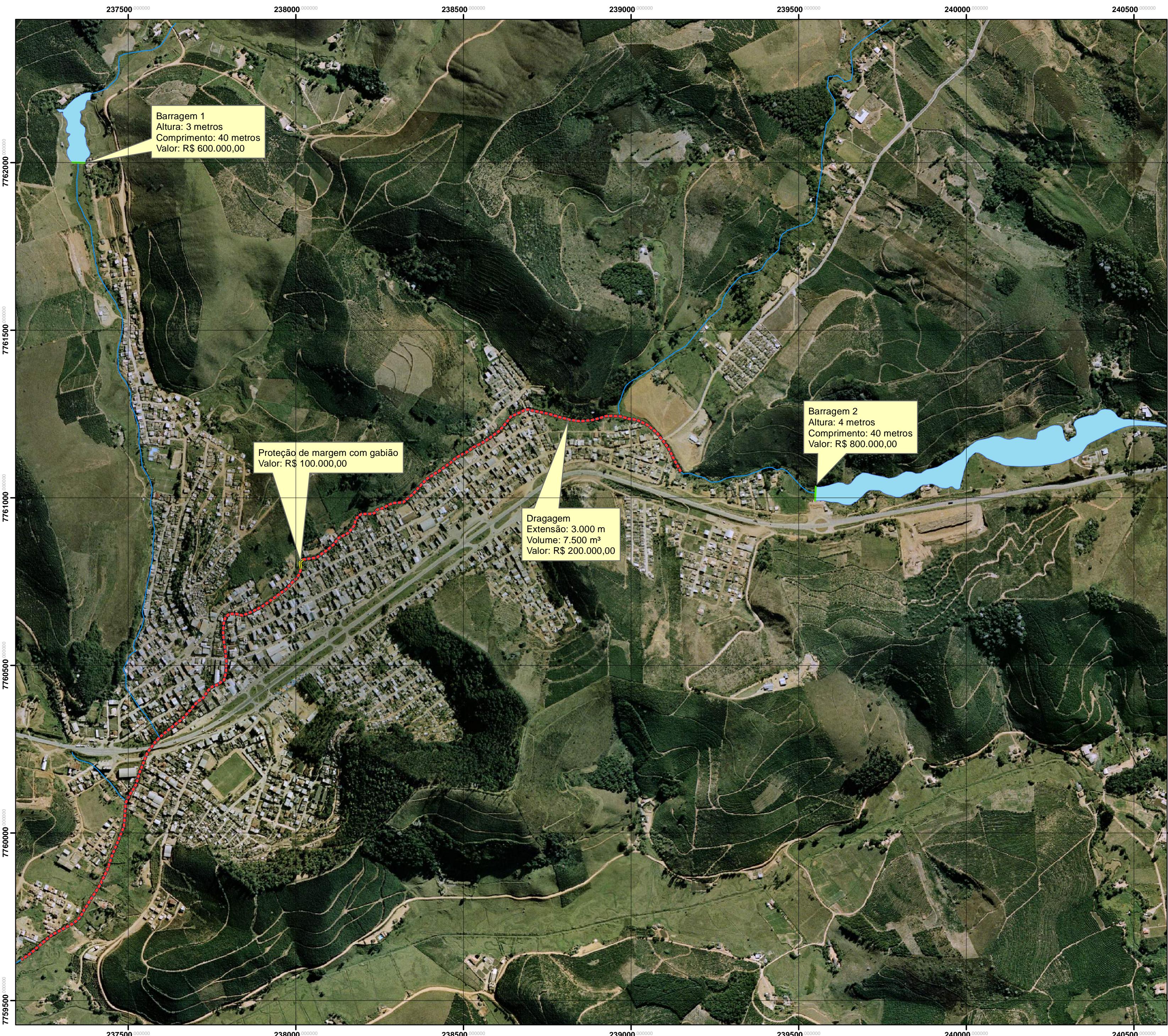
Escala: 1:5.000 0 50 100 200 m

Carta: 117 Local: Ibatiba - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO IV-g

Contratante: Consórcio:

ANEXO V: Mapa de soluções propostas para o município de Ibatiba no Cenário 1.



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

Legenda

- Dragagem
- Barragem
- Reservatório de detenção de águas pluviais
- Proteção de margem com gabião

Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	27/12/2013
REV	DESCRÍÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

Título: Mapa de Intervenção e Soluções Construtivas de Ibatiba - Cenário 01

Responsável técnico:

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

Elaboração:

Filipe Tesch
Tecg.º em Saneamento Ambiental
CREA-ES nº 24.763/D

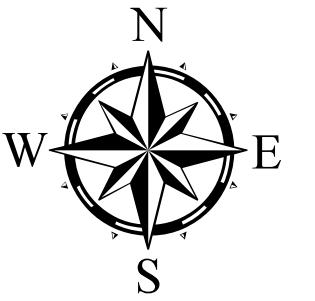
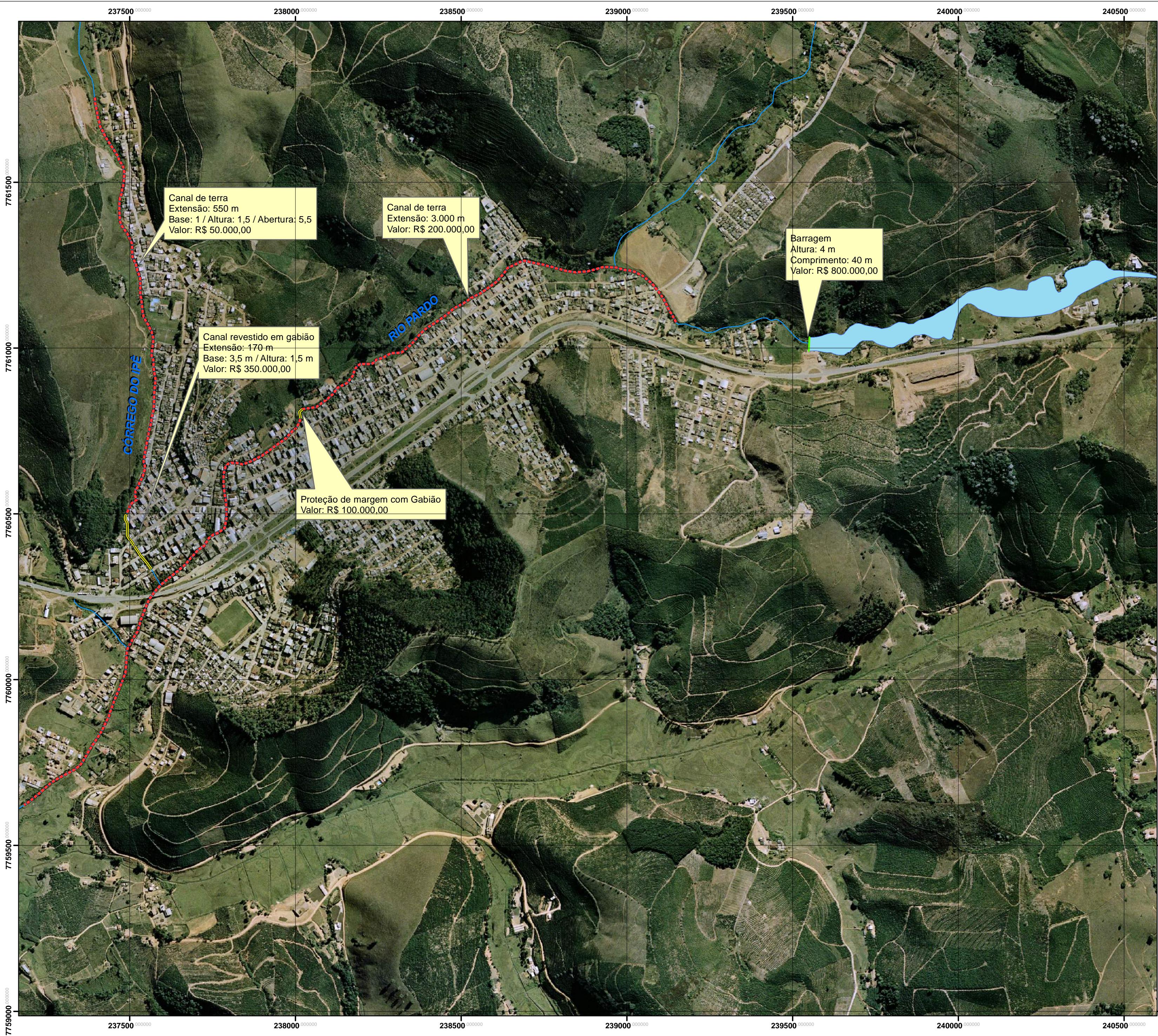
Escala: 1:8.000 0 150 300 600 m

Folha: 01 de 01 Local: Ibatiba - ES

Papel: A2 Nº: ANEXO V

Contratante: Consórcio:

ANEXO VI: Mapa de soluções propostas para o município de Ibatiba no Cenário 2.



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

Legenda

- Canal revestido em gabião
 - Barragem
 - Canal de terra / dragagem
 - Lagoa
 - Curso d'água

Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

∅	Emissão original	27/12/2013
REV	DESCRICAÇÃO	DATA

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

Título: Mapa de Intervenção e Soluções Construtivas de Ibatiba - Cenário 03

Responsável técnico:

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

Elaboração:

Filipe Tesch
Tecg.^º em Saneamento Ambiental
CREA-ES nº 24.763/D

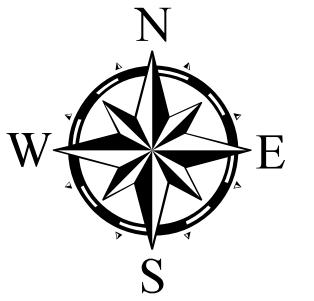
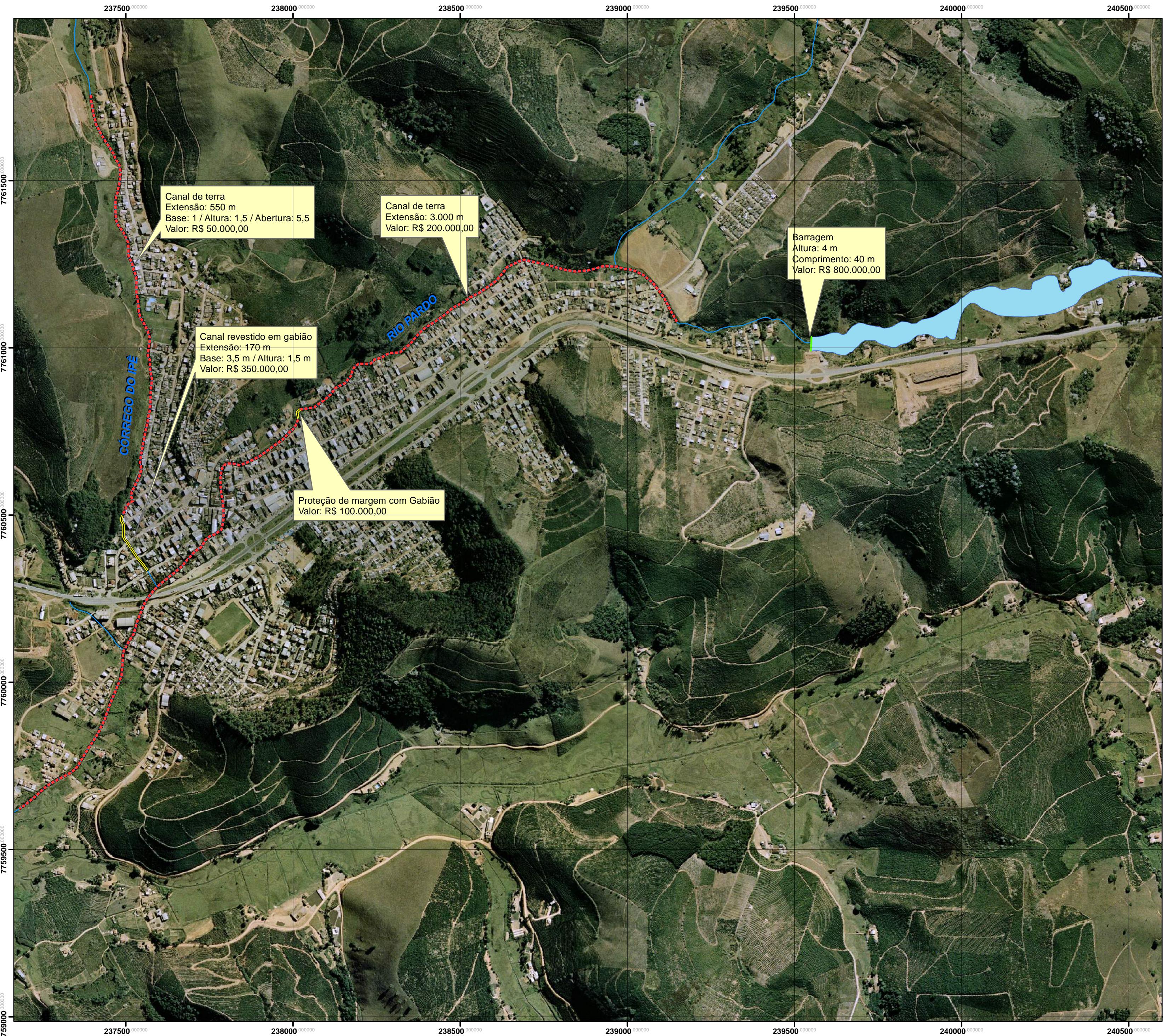
Escala: 1:8.000 0 150 300

Folha: 01 de 01

Papel: A2 N°: ANEXO VII

Contratante: *Consórcio:*

ANEXO VII: Mapa de soluções propostas para o município de Ibatiba no Cenário 3.



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

Legenda

- Canal revestido em gabião
- Barragem
- Canal de terra / dragagem
- Lagoa
- Curso d'água

Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	27/12/2013
REV	DESCRÍÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

Título: Mapa de Intervenção e Soluções Construtivas de Ibatiba - Cenário 03

Responsável técnico:

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

Elaboração:

Filipe Tesch
Tecg.º em Saneamento Ambiental
CREA-ES nº 24.763/D

Escala: 1:8.000 0 150 300 600 m

Folha: 01 de 01 Local: Ibatiba - ES

Papel: A2 Nº:ANEXO VII

Contratante: Consórcio: