

Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Bom Jesus do Norte

– Volume I: Diagnóstico e Prognóstico de Inundações –



ZAV-SED-DIA_BJN_01.001-R0

Dezembro / 2013

	Nº: ZAV-SED-DIA_BJN_01.001-R0									
	CLIENTE: Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano									
	PROJETO: Plano Diretor de Águas Pluviais e Fluviais do Município de Bom Jesus do Norte.									
	TÍTULO: VOLUME I: DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DE INUNDAÇÕES							MEIO AMBIENTE		
								ENGENHARIA		
RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO DOCUMENTO: Marco Aurélio Costa Caiado Engenheiro Agrônomo, Ph. D. CREA-ES nº 3757/D								RUBRICA:		
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	26/12/2013									
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 Bom Jesus do Norte, intitulado “Diagnóstico e Prognóstico de Inundações”. Na primeira parte deste volume, está apresentado o diagnóstico do município no que tange às inundações, estando nela incluídos:

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

Na segunda parte deste volume, está apresentado o prognóstico do município, mostrando o comportamento futuro das inundações sem a implantação das propostas do Plano Diretor de Águas Pluviais, utilizando modelos de simulação como ferramentas para a previsão. Na terceira parte deste volume, estão apresentados os cenários de simulação com a relação e caracterização das obras a serem implantadas por sub bacia de planejamento.

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

Anteriormente a este documento, foi entregue ao município o documento intitulado 1ª Etapa: Plano de Trabalho – Município de Bom Jesus do Norte, que também norteia o presente documento.

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS.....	16
3	FUNDAMENTOS.....	17
4	METAS.....	18
5	INFORMAÇÕES CEDIDAS PELO CONTRATANTE E PELO MUNICÍPIO 19	
6	DIAGNÓSTICO	20
6.1	ÁREAS DE INTERVENÇÃO	20
6.2	APROPRIAÇÃO DA EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS	20
6.3	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	28
6.4	CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO INSTITUCIONAL MUNICIPAL RELACIONADO AO PDAP	32
6.4.1	Estrutura institucional do município na área urbana e habitacional	32
6.4.2	Ações governamentais do município na área urbana e habitacional	38
6.4.3	Legislação Federal, Estadual e Municipal.....	40
6.4.3.1	<i>Legislação Federal</i>	42
6.4.3.1.1	Estatuto da Cidade - Lei Federal nº 10.257/2001.....	42
6.4.3.1.2	Parcelamento do Solo Urbano - Lei Federal nº 6.766/1979	48
6.4.3.1.3	Programa Minha Casa, Minha Vida e Regularização Fundiária de Assentamentos Urbanos - Lei Federal nº 11.977/2009.....	50
6.4.3.1.4	Proteção de Vegetação Nativa - Lei Federal nº 12.651/2012.....	52
6.4.3.1.5	Política Nacional de Meio Ambiente - Lei Federal nº 6.938/1981.....	56
6.4.3.1.6	Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei Federal nº 9.433/1997	57
6.4.3.1.7	Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei Federal nº 12.305/2010	58
6.4.3.1.8	Saneamento Básico - Lei Federal nº 11.445/2007	59
6.4.3.2	<i>Legislação Estadual</i>	63

6.4.3.2.1	Parcelamento do Solo Urbano - Lei Estadual nº 7.943/2004	63
6.4.3.2.2	Instituto de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Estado do Espírito Santo - Lei Estadual Complementar nº 488/2009.....	64
6.4.3.2.3	Instituto Estadual de Meio Ambiente - Lei Estadual nº 4.886/1994...	66
6.4.3.2.4	Política Florestal do Estado - Lei Estadual nº 5.361/1996.....	67
6.4.3.2.5	Política Estadual de Recursos Hídricos - Lei Estadual nº 5.818/1998	68
6.4.3.2.6	<i>Política Estadual de Resíduos Sólidos - Lei Estadual nº 9.264/2009</i>	69
6.4.3.2.7	Política Estadual de Saneamento Básico - Lei Estadual nº 9.096/2008	71
6.4.3.3	<i>Legislação Municipal</i>	72
6.4.3.3.1	Lei Municipal de Parcelamento do Solo para fins Urbanos – Lei Municipal nº 024/2010.....	72
6.4.3.3.2	Código de Obras Municipal – Lei Municipal nº 003/2002	76
6.4.3.3.3	Lei que dispõe sobre o Meio Ambiente – Lei Municipal nº 027/2010	79
6.4.4	Posturas legais mais impactantes e gargalos institucionais.....	81
6.5	INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIO ITABAPOANA.....	84
6.5.1	Contextualização	84
6.5.2	Apropriação dos valores de vazões máximas para o Rio Itabapoana	91
6.5.2.1.1	Distribuição Lognormal tipo II	96
6.5.2.1.2	Distribuição Lognormal tipo III	97
6.5.2.1.3	Distribuição Pearson tipo III.....	97
6.5.2.1.4	Distribuição Logpearson III.....	98
6.5.2.1.5	Distribuição de Gumbel	99
6.5.2.1.6	Vazões máximas do rio Itabapoana	99
6.5.2.1.7	Vazão máxima instantânea	100
6.5.3	Modelagem hidráulica do rio Itabapoana para o Cenário Atual	101
6.5.3.1	<i>Introdução</i>	101
6.5.3.2	<i>Domínio do modelo</i>	103
6.5.3.3	<i>Geometria do modelo</i>	103
6.5.3.1	<i>Calibração do modelo</i>	103

6.5.3.2	<i>Riscos de Inundação e Simulação Hidráulica com o Cenário Atual</i>	105
6.5.4	Modelagem Hidrológica das sub bacias de Bom Jesus do Norte para o Cenário Atual.....	109
7	PROGNÓSTICO.....	121
7.1	INTRODUÇÃO	121
7.2	LEVANTAMENTO DE DADOS E INFORMAÇÕES.....	121
7.3	CENÁRIO FUTURO	131
7.3.1	Uso do solo futuro e cálculo de vazões	132
7.3.2	Modelagem hidráulica do Rio Itabapoana no Cenário Futuro...	134
7.4	CENÁRIOS ALTERNATIVOS.....	134
7.4.1	Cenário 1	135
7.4.2	Cenário 2	136
7.4.3	Cenário 3	Erro! Indicador não definido.
7.4.4	Cenário 4	Erro! Indicador não definido.
8	CONCLUSÕES	137
9	REFERÊNCIAS.....	139
10	EQUIPE TÉCNICA	143

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS

FIGURAS:

Figura 1-1: Lavanderia popular desativada após as cheias de 2008/2009.	15
Figura 1-2: Marca da altura máxima das cheias de 2008/2009 em casa na rua Adolfo Pereira.	15
Figura 6-1: Localização do município de Bom Jesus do Norte no Espírito Santo.	21
Figura 6-2: Sub bacias de drenagem urbana do Rio Itabapoana e sua relação com os bairros do município.	22
Figura 6-3: Localização das estações pluviométricas no município de Bom Jesus do Norte e entorno.	24
Figura 6-4: Curvas intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno na estação pluviométrica Ponte do Itabapoana.	27
Figura 6-5: PCH Franca Amaral, no Rio Itabapoana (Fonte: Google Earth).	85
Figura 6-6: PCH Calheiros, no Rio Itabapoana (Fonte: Google Earth).	86
Figura 6-7: UHE de Rosal, no Rio Itabapoana (Fonte: Google Earth).	86
Figura 6-8: Lavanderia popular desativada após as cheias de 2008/2009.	87
Figura 6-9: Marca da altura máxima das cheias de 2008/2009 em casa na rua Adolfo Pereira.	87
Figura 6-10: Inundação no bairro Silvana em Dezembro de 2013.	88
Figura 6-11: Rua alagada pelo rio Itabapoana em Dezembro de 2013.	88
Figura 6-12: Inundação no loteamento do Juninho em Dezembro de 2013.	89
Figura 6-13: Inundação no loteamento do Juninho em Dezembro de 2013.	89
Figura 6-14: Córrego que corta o bairro Grande Vitória.	89
Figura 6-15: Área do loteamento Brilhante de onde foi retirado material para o aterro do talvegue.	90
Figura 6-16: Ocupação do talvegue no loteamento Brilhante.	90

Figura 6-17: Inundação no loteamento brilhante durante as chuvas de dezembro de 2013.	91
Figura 6-18: Inundação no loteamento brilhante durante as chuvas de dezembro de 2013.	91
Figura 6-19: Localização da estação fluviométrica Ponte do Itabapoana.	93
Figura 6-20: TIN da bacia de drenagem urbana do rio Itabapoana.....	104
Figura 6-21: Simulação Hidráulica da OAE da Rod. Lúcio Moreira em perfil longitudinal, no cenário atual.	106
Figura 6-22: Simulação Hidráulica da OAE da Rod. Lúcio Moreira em perfil transversal, no cenário atual.	107
Figura 6-23: Simulação Hidráulica da passarela da Rua Adolfo Pereira em perfil longitudinal, no cenário atual.....	107
Figura 6-24: Simulação Hidráulica da passarela da Rua Adolfo Pereira em perfil transversal, no cenário atual.	108
Figura 6-25: Simulação Hidráulica OAE da Estrada Santo Eduardo em perfil longitudinal, no cenário atual.....	108
Figura 6-26: Simulação Hidráulica OAE da Estrada Santo Eduardo em perfil transversal, no cenário atual.	109
Figura 6-27: Divisão de sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte.	111
Figura 6-28: Mapa de Uso e Ocupação do Solo das sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte.....	114
Figura 6-29: Mapa Pedológico das sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte.	115
Figura 6-30: Hietograma da chuva com recorrência de 10 anos e duração igual a quatro vezes o tempo de concentração da sub bacia 1.	118
Figura 6-31: Hietograma da chuva com recorrência de 10 anos e duração igual a três vezes o tempo de concentração da sub bacia 2.	118
Figura 6-32: Hietograma da chuva com recorrência de 10 anos e duração igual a três vezes o tempo de concentração da sub bacia 3.	119

Figura 6-33: Hietograma da chuva com recorrência de 10 anos e duração igual a três vezes o tempo de concentração da sub bacia 4.	119
Figura 6-34: Sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte modeladas pelo programa HEC-HMS.	120
Figura 7-1: Setor censitário por macrozona.	125
Figura 7-2: Setor censitário na macrozona urbana.	126
Figura 7-3: Densidade demográfica por setor censitário.....	127
Figura 7-4: Densidade demográfica na macrozona urbana.	128
Figura 7-5: Evolução da população de Bom Jesus do Norte - ES.	129
Figura 7-6: Mapa de Uso e Ocupação das sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte para o Cenário Futuro.	133

TABELAS:

Tabela 6-1: Estações pluviométricas do interior do município de Bom Jesus do Norte, os códigos das mesmas e as datas de início e fim de coleta de dados.	23
Tabela 6-2: Precipitações máximas anuais medidas na estação Ponte do Itabapoana entre os anos 1938 e 2011.....	25
Tabela 6-3: Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Ponte do Itabapoana.....	26
Tabela 6-4: Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica Ponte do Itabapoana, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.....	26
Tabela 6-5: Características da estação fluviométrica Ponte do Itabapoana.....	94
Tabela 6-6: Vazões máximas anuais da estação fluviométrica Ponte do Itabapoana.	95
Tabela 6-7: Vazões máximas para os períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25,30, 50 e 100 anos na estação fluviométrica Ponte do Itabapoana.....	99
Tabela 6-8: Vazões máximas para os períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25,30, 50 e 100 anos à jusante da cidade de Bom Jesus do Norte.....	100

Tabela 6-9: Vazões máximas para os períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25,30, 50 e 100 anos à jusante da área urbana de Bom Jesus do Norte adotadas no presente estudo.	101
Tabela 6-10: Tempo de concentração para as sub bacias na qual a bacia do rio Itabapoana foi dividido.	110
Tabela 6-11: Valores de CN médio para as sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte.	116
Tabela 6-12: Resposta hidrológica das sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte para chuva com tempo de retorno de 10 anos.....	120
Tabela 7-1: Densidade demográfica por setor censitário e dados por setor censitário.....	123
Tabela 7-2: Crescimento populacional por setor censitário.....	130
Tabela 7-3: Vazões das sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte 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.....	134

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I-a: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Bom Jesus do Norte-ES no cenário atual (Carta 4).

ANEXO I-b: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Bom Jesus do Norte-ES no cenário atual (Carta 5).

ANEXO II-a: Mapa de Risco de Inundação para o município de Bom Jesus do Norte-ES no cenário atual (Carta 4).

ANEXO II-b: Mapa de Risco de Inundação para o município de Bom Jesus do Norte-ES no cenário atual (Carta 5).

ANEXO III: Mapa de soluções propostas para o município de Bom Jesus do Norte no Cenário 1.

ANEXO IV: Mapa de soluções propostas para o município de Bom Jesus do Norte no Cenário 2.

1 INTRODUÇÃO

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

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

Segundo Instituto Jones dos Santos Neves (2011) o estado do Espírito Santo apresentou uma população de 3.514.952 habitantes em 2010, evidenciando aumento de 13,5% (417.720 habitantes) em relação à população registrada em 2000 (3.097.232 pessoas residentes). No decorrer dos anos 2000, o estado destacou uma taxa média de crescimento anual de 1,27%, apresentando valor acima da média nacional (1,17%) e a maior taxa de crescimento populacional da região Sudeste, seguido por São Paulo (1,09%), Rio de Janeiro (1,06%) e Minas Gerais (0,91%). O município de Bom Jesus do Norte passou de 9.226 em 2000 para 9.476 em 2010, com um crescimento médio anual de 0,26%, estando abaixo da taxa estadual.

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

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

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

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

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

Princípios básicos de drenagem urbana são largamente estudados e apresentados em manuais; entretanto estes não são, normalmente, empregados em cidades brasileiras, incluindo Bom Jesus do Norte, 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 nos últimos anos, destaca-se a de 2008/2009, provocadas por chuvas que ocorreram entre 18 de dezembro de 2008 a 23 de janeiro de 2009, que causou grandes prejuízos na cidade e provocou a desativação de uma lavanderia popular (**Figura 1-1**), de um ginásio de esportes e de uma escola. A **Figura 1-2** apresenta uma casa situada na rua Adolfo Pereira. Conforme pode ser visto, a inundação atingiu cerca de 2 m de altura na rua onde se situa a casa, tendo também sido atingido o prédio da prefeitura municipal, a Escola Horácio Plínio, o colégio Antônio Horácio e a Unidade de Saúde Municipal, entre outros prédios públicos.



Figura 1-1: Lavanderia popular desativada após as cheias de 2008/2009.



Figura 1-2: Marca da altura máxima das cheias de 2008/2009 em casa na rua Adolfo Pereira.

Os problemas da macrodrenagem de Bom Jesus do Norte podem ser resumidos nos itens a seguir: a) dificuldade de gerenciamento de recursos hídricos pela falta de um comitê de bacia; b) presença de obras hidráulicas que alteram o regime hídrico do Rio Itabapoana; c) presença de rochas no leito do Rio Itabapoana; d) acelerado processo de assoreamento e; e) baixa declividade para o escoamento de águas do Rio Itabapoana.

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 Bom Jesus do Norte, o que resultou, na estruturação da defesa civil municipal e estadual e, entre outras ações, a inclusão do município de Bom Jesus do Norte 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 Bom Jesus do Norte 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 Bom Jesus do Norte, tendo como foco a bacia do rio Itabapoana;
- (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 Bom Jesus do Norte é baseado nos seguintes princípios:

- Abordagem interdisciplinar no diagnóstico e na solução dos problemas de inundação;
- 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:
 - o controle da impermeabilização;
 - o restrição da ocupação de áreas de recarga, várzeas e áreas frágeis;
 - o 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 Bom Jesus do Norte tem as seguintes metas:

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

5 INFORMAÇÕES CEDIDAS PELO CONTRATANTE E PELO MUNICÍPIO

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

Informações cedidas pelo Estado:

- Ortofotomosaico do Espírito Santo em escala 1:15.000 com imagens dos anos de 2007 e 2008;
- Banco de dados GEOBASES com diversas bases de dados georreferenciados;
- Levantamento aerofotogramétrico de precisão.
- Estudo de Minimização de Cheias no município de Bom Jesus do Norte-ES desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Hidráulicas para o DER-ES.
- Levantamento topo-hidrográfico, medições hidráulicas e sedimentológicas do Rio Itabapoana. Bom Jesus do Norte – ES.

6 DIAGNÓSTICO

6.1 ÁREAS DE INTERVENÇÃO

O Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais do município de Bom Jesus do Norte tem como foco a bacia hidrográfica do rio Itabapoana, que abriga o principal aglomerado populacional do município, o seu distrito central, e que, segundo a defesa civil municipal, tem apresentado problemas de inundação mais frequentes. A **Figura 6-1** apresenta a localização do município de Bom Jesus do Norte no Espírito Santo, enquanto a **Figura 6-2** apresenta a bacia hidrográfica supracitada e sua relação com a área urbana do município, destaca também a bacia de drenagem urbana do rio Itabapoana.

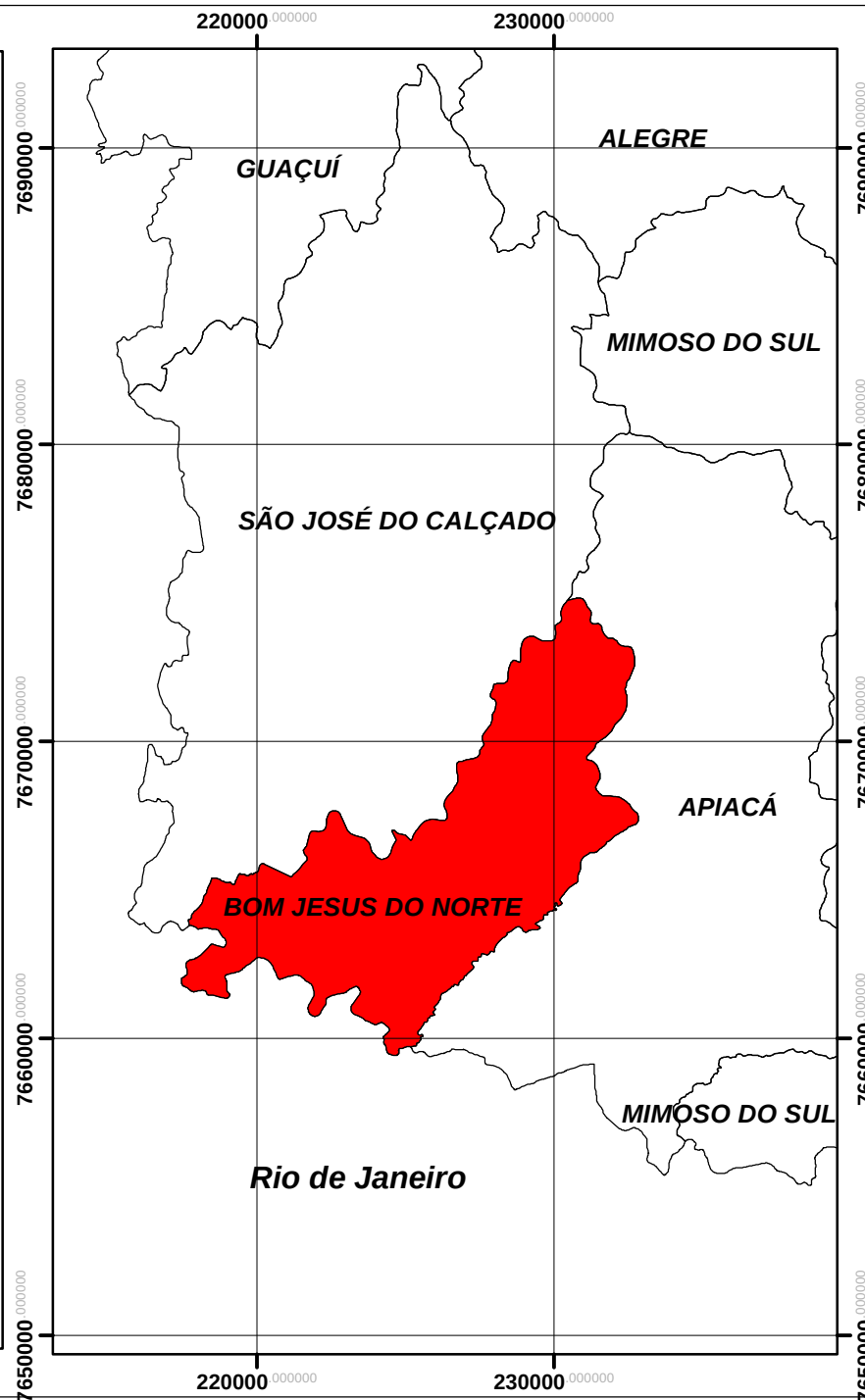
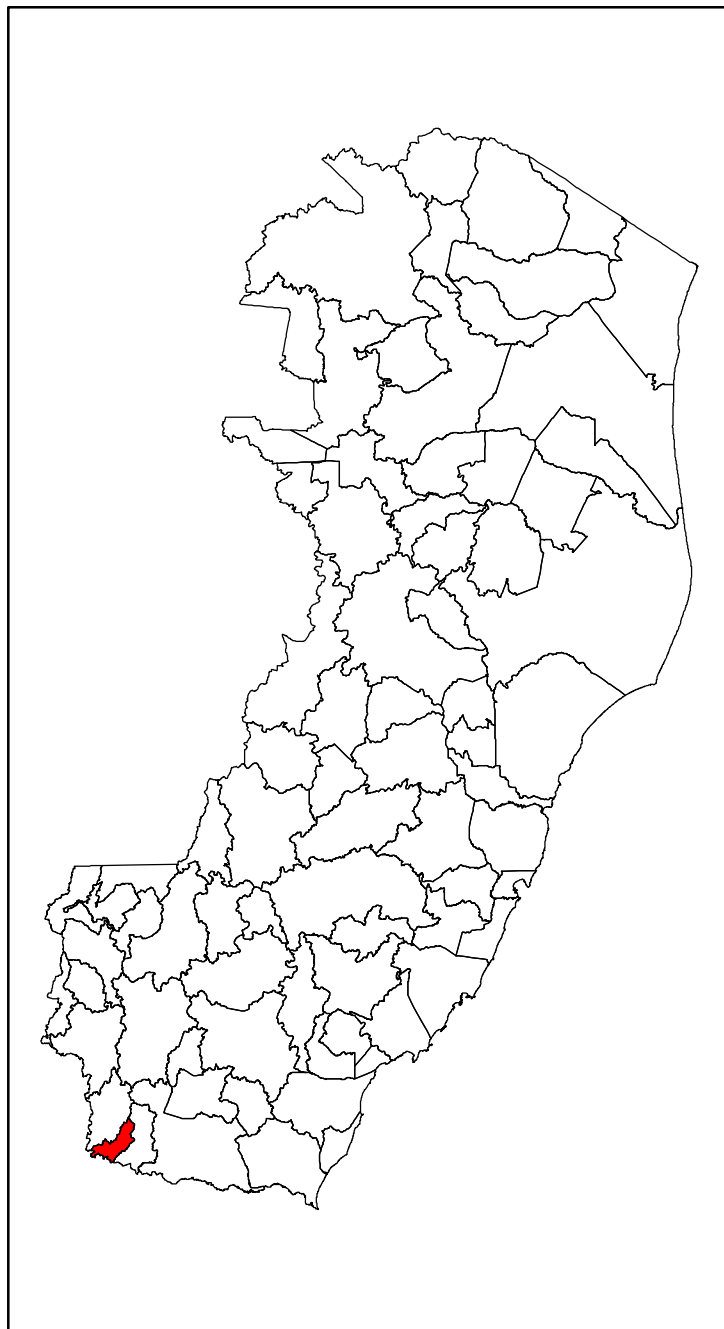
6.2 APROPRIAÇÃO DA EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS

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

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

Equação 1

na qual, i representa a intensidade máxima média; t é a duração da chuva, T é o seu tempo de retorno, enquanto k , m , t_o e n são os parâmetros que se deseja determinar com base nos dados pretéritos de chuva. Uma vez determinados estes parâmetros por análise de regressão, estabelece-se a equação que representa a relação intensidade-duração-frequência válida para a região de influência da estação pluviométrica estudada. Para localidades desprovidas de dados pluviográficos de longa duração, o método *Chow-Gumbel* tem sido utilizado de maneira eficiente para a determinação da relação intensidade-duração-frequência válida para a região de influência da estação pluviométrica estudada.



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

Legenda

-  Município de Bom Jesus do Norte
-  Divisão Municipal e Limite estadual do Espírito Santo

Documentação e Referências

GEOBASES. Divisão municipal.

Ø	Emissão original	09/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

Título:
Localização do município de Alegre
no Espírito Santo

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

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

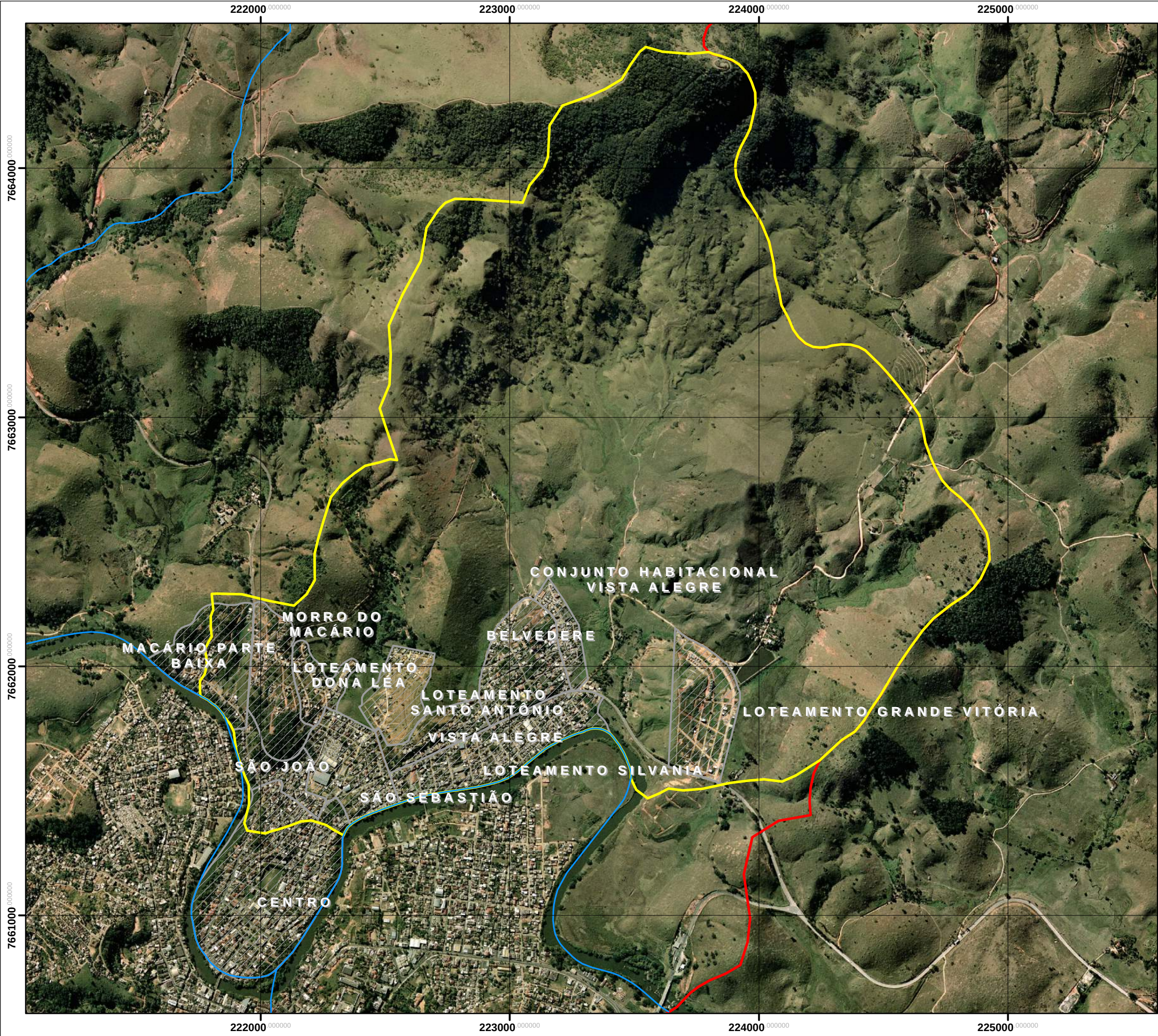
Escala: 1:250,000
0 1.5 3 6 Km

Folha: 1 de 1
Local: Bom Jesus
do Norte - ES

Papel: A4
Nº: **Figura 6-1**

Contratante: Consórcio:





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

Legenda

- Cursos d'água
- Bairros do município de Bom Jesus do Norte
- Limites das bacias
- Bacia do Rio Itabapoana - Montante
- Bacia de drenagem urbana do rio Itabapoana

Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

GEOBASES. Bacias Hidrográficas.

GEOBASES. Divisão de Bairros.

GEOBASES. Cursos d'água.

Ø	Emissão original	09/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Índice Espacial



Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

Título:
Bacia de drenagem do Rio Itabapoana e a relação das
mesmas com os bairros de Bom Jesus do Norte

Responsável técnico:	Elaboração:
Marco Aurélio Costa Caiado Engº Agrônomo, Ph.D. CREA-ES nº 3757/D	Tainah Christina Teixeira de Souza Estagiária em Engenharia Sanitária e Ambiental

Escala: 1:15.000 0 125 250 500 750 m

Folha: 01 de 01 Local: Bom Jesus do Norte - ES

Papel: A3 Nº: Figura 6-2

Contratante: Consórcio:



Conforme pode ser observado na **Figura 6-3**, no entorno do município de Bom Jesus do Norte ocorrem as estações pluviométricas Ponte do Itabapoana, Mimoso do Sul e São José do Calçado.

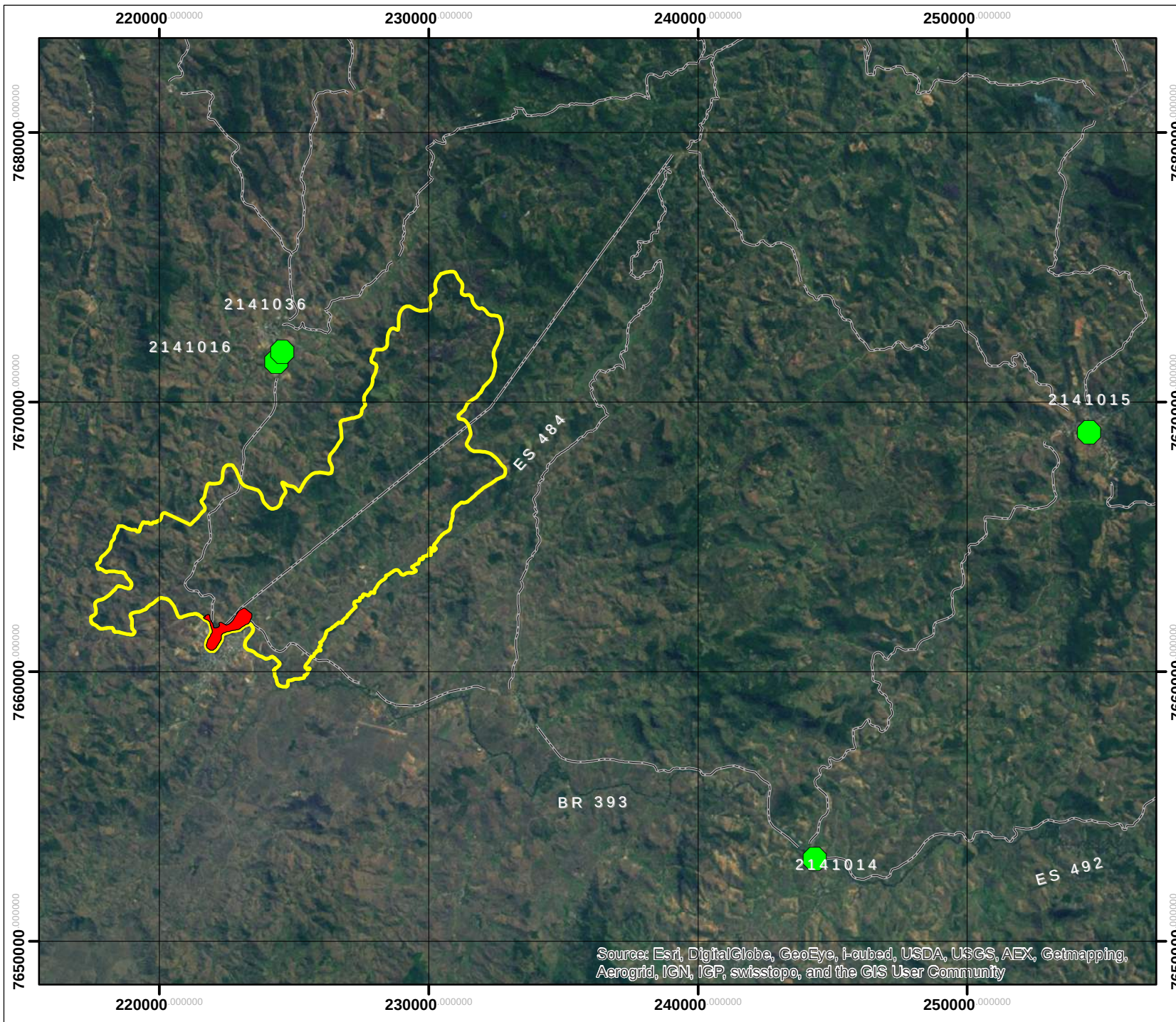
A **Tabela 6-1**, por sua vez, apresenta os códigos das mesmas e as datas de início e fim de coleta de dados.

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

Nome	Código	Início coleta	Fim coleta
Ponte do Itabapoana	2141014	01/04/1937	Dias atuais
Mimoso do Sul	2141015	01/01/1964	Dias atuais
São José do Calçado	2141016	01/09/1952	Dias atuais
São José do Calçado	2141036	-	-

A estação pluviométrica Ponte do Itabapoana, código 2141014, foi a escolhida para a apropriação da equação intensidade-duração-frequência de chuvas do município por possuir o maior número de anos com dados válidos e por estar funcionando até os dias atuais. Os valores diários de chuva foram obtidos no sítio oficial da Agência Nacional de Água (www.ana.gov.br). A metodologia de cálculo está apresentada em Soprani e Reis (2007) e resumida a seguir.

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



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

Legenda

- Estações Pluviométricas
- Mancha urbana do município de Bom Jesus do Norte
- Limite municipal de Bom Jesus do Norte
- Rodovias

Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

ANA. Estações Pluviométricas.

GEOBASES. Mancha Urbana.

GEOBASES. Limite Municipal.

Ø	Emissão original	11/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:

Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

Título:

Localização das Estações Pluviométricas no
município de Bom Jesus do Norte

Responsável técnico:

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

Elaboração:

Tainah Christina Teixeira de Souza
Estagiária em Engenharia
Sanitária e Ambiental

Escala: 1:200,000

Folha: 1 de 1 Local: Bom Jesus
do Norte - ES

Papel: A4 Nº: **Figura 6-3**

Contratante: Consórcio:



A **Tabela 6-2** apresenta as precipitações máximas anuais medidas na estação Ponte do Itabapoana entre os anos 1938 e 2011.

Tabela 6-2: Precipitações máximas anuais medidas na estação Ponte do Itabapoana entre os anos 1938 e 2011.

Ano	Máxima	Ano	Máxima	Ano	Máxima
1938	72,40	1963	88,40	1988	75,20
1939	85,40	1964	112,40	1989	61,60
1940	56,20	1965	111,20	1990	64,00
1941	77,60	1966	76,80	1991	96,00
1942	66,20	1967	76,40	1992	63,70
1943	95,60	1968	90,40	1993	65,20
1944	62,80	1969	92,40	1994	83,50
1945	99,80	1970	84,40	1995	43,30
1946	63,40	1971	47,10	1996	81,40
1947	63,40	1972	80,60	1997	69,50
1948	61,40	1973	64,60	1998	72,50
1949	68,80	1974	54,20	1999	85,00
1950	62,40	1975	81,80	2000	92,30
1951	103,80	1976	68,60	2001	101,40
1952	66,60	1977	414,60	2002	84,10
1953	61,80	1978	82,80	2003	76,10
1954	54,80	1979	94,20	2004	63,40
1955	87,80	1980	56,20	2005	111,30
1956	105,80	1981	52,80	2006	111,80
1957	78,20	1982	96,40	2007	105,70
1958	117,80	1983	76,40	2008	68,90
1959	100,60	1984	-	2009	73,20
1960	60,60	1985	66,80	2010	87,60
1961	51,60	1986	48,60	2011	73,30
1962	67,40	1987	86,40	-	-

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 Ponte do Itabapoana.

Período de retorno (anos)	Precipitação máxima anual (mm)
2	75,16
5	116,65
10	144,12
25	178,82
50	204,57
75	219,54
100	230,13

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

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

Duração	Período de Retorno						
	2	5	10	25	50	75	100
24h	85,68	132,98	164,29	203,86	233,21	250,27	262,35
12h	72,83	113,03	139,65	173,28	198,23	212,73	222,99
10h	70,26	109,04	134,72	167,16	191,23	205,22	215,12
8h	66,83	103,72	128,15	159,01	181,90	195,21	204,63
6h	61,69	95,74	118,29	146,78	167,91	180,20	188,89
1h	35,99	55,85	69,00	85,62	97,95	105,11	110,19
30min	26,63	41,33	51,06	63,36	72,48	77,78	81,54
25min	24,23	37,61	46,47	57,66	65,96	70,78	74,20
20min	21,57	33,48	41,36	51,32	58,71	63,01	66,05
15min	18,64	28,93	35,74	44,35	50,74	54,45	57,08

Duração	Período de Retorno						
	2	5	10	25	50	75	100
10min	14,38	22,32	27,57	34,21	39,14	42,00	44,03
5min	9,05	14,05	17,36	21,54	24,64	26,45	27,72

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

A **Equação 2** a seguir apresenta a relação intensidade-duração-frequência das chuvas para Bom Jesus do Norte com base nos dados da estação pluviométrica Ponte do Itabapoana.

$$i = \frac{17,057T^{0,1824}}{(t + 11)^{0,751}}$$

Equação 2

Sendo:

i = intensidade da chuva em mm/min;

T = Tempo de retorno, em anos;

t = Tempo de duração, em minutos.

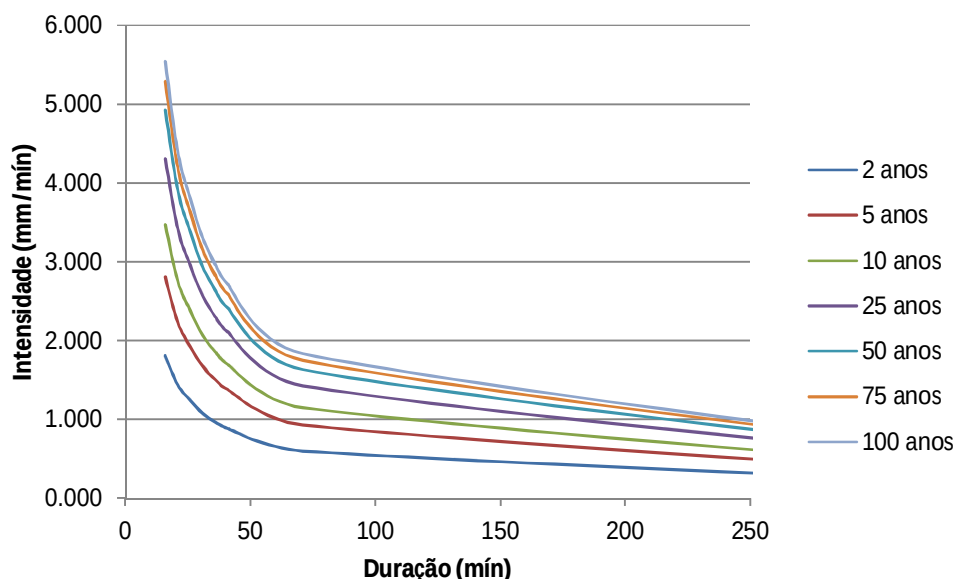


Figura 6-4: Curvas intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno na estação pluviométrica Ponte do Itabapoana.

6.3 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

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

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

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

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

A equação de *Giandotti* (**Equação 3**) foi preconizada no Regulamento de Pequenas Barragens de Terra editado em 1973, em Portugal. É normalmente utilizada em bacias com áreas superiores a 300 Km².

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

Equação 3

Sendo:

T_c : tempo de concentração (horas);

A : área da bacia (Km²);

L : comprimento do talvegue principal (Km);

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

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

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

Sendo:

T_c : tempo de concentração (horas);

L : comprimento do talvegue principal (Km);

S : declividade (%).

Segundo Silveira (2005), a fórmula de *Ven te Chow* é originalmente uma fórmula de tempo de pico, devendo ser adaptada para tempo de concentração via aplicação de um fator de correção de 1,67, a fim de não subestimar o resultado. A origem desta fórmula está baseada em dados de vinte bacias rurais, com áreas de 1 a 19 Km².

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

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

Sendo:

T_c : tempo de concentração (minutos);

L : comprimento do talvegue principal (Km);

S : declividade (m/m).

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

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

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**).

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

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, é 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 16 de julho de 2009, dispõe sobre a estrutura administrativa da Prefeitura Municipal de Bom Jesus do Norte e dá outras providências. Constituem a estrutura organizacional hoje instituída basicamente dez Secretarias, a saber: a Secretaria Municipal de Administração; a Secretaria Municipal de Fazenda; a Secretaria Municipal de Agricultura; a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos; a Secretaria Municipal de Educação e Cultura; Secretaria Municipal de Esporte, Turismo e Lazer; a Secretaria Municipal de Obras, Transportes e Serviços Urbanos; a Secretaria

Municipal de Saúde; a Secretaria Municipal de Assistência Social; e a Secretaria Municipal de Planejamento, Habitação, Trabalho, Desenvolvimento Urbano, Rural, Econômico e Social. Ainda compõem o quadro da administração municipal o Gabinete do Prefeito, a Comissão Permanente de Licitação, a Procuradoria do Município, o Sistema de Controle Interno e a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil.

Os órgãos que atuam mais diretamente na gestão da política urbana e habitacional são: a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos; a Secretaria Municipal de Obras, Transportes e Serviços Urbanos; a Secretaria Municipal de Planejamento, Habitação, Trabalho, Desenvolvimento Urbano, Rural, Econômico e Social; e a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos está criada na Seção IV do Título II e, segundo o art. 49º, ela tem por finalidade assegurar a promoção do desenvolvimento ambiental, formulando e implementando as políticas públicas, voltadas para harmonizar a preservação, conservação e uso sustentável do meio ambiente. As atividades a serem desenvolvidas por essa Secretaria são:

- Planejar, coordenar, orientar e integrar as ações relativas ao meio ambiente;
- Formular, coordenar, acompanhar e avaliar a Política Municipal de Meio Ambiente e de proteção à biodiversidade;
- Promover a integração das políticas setoriais com a política ambiental, estabelecendo mecanismos de compatibilização com os planos, programas e projetos;
- Apoiar o fortalecimento da gestão ambiental municipal, podendo delegar competências;

- Pronunciar-se previamente sobre a implantação de empreendimentos e atividades sujeitos ao licenciamento ambiental em unidades de conservação e sua zona de amortecimento, instituídas pelo Poder Público Municipal.

A Secretaria Municipal de Obras, Transportes e Serviços Urbanos e está criada na Seção VI desta Lei, no Título II e o art. 56º define que, esta Secretaria tem por finalidade promover a construção de obras públicas, controlar e fiscalizar edificações particulares e loteamentos e executar drenagem e pavimentação das vias públicas. Destacam-se algumas das funções desta Secretaria:

- Orientar, fiscalizar e fazer cumprir as normas técnicas e a legislação vigente relativa às atividades de execução de obras;
- Fiscalizar os projetos de edificações e loteamentos, encaminhando ao órgão próprio da Secretaria Municipal da Fazenda os elementos indispensáveis ao lançamento de tributos imobiliários;
- Executar, conservar e fiscalizar obras e melhoramentos públicos, preservando a estética urbana do município;
- Participar dos estudos do Plano Diretor Urbano, em colaboração à Coordenadoria de Planejamento;
- Promover com regularidade os serviços de limpeza pública da cidade;
- Fixar os itinerários para coleta de lixo, capina, varrição e lavagem das ruas, praças e logradouros.

Destaca-se a presença, na estrutura desta Secretaria Municipal de Obras, Transportes e Serviços Urbanos, da Divisão de Urbanização e que, segundo o art. 61º, tem por finalidade:

- Promover estudos de acompanhamento do desenvolvimento físico-territorial do Município;
- Elaborar projetos de regularização do solo com base em estudos e pesquisas realizados nas áreas em questão, objetivando criar mecanismos para facilitar a funcionalidade da cidade;
- Desenvolver estudos sobre o perímetro urbano, expansão urbana, zoneamento, infraestrutura, equipamentos, preservação do meio ambiente e outros, a fim de orientar as medidas fiscalizatórias e atender às necessidades da população;
- Elaborar o planejamento de desenvolvimento urbano do Município;
- Elaborar estudos para a realização do Plano Diretor Urbano;
- Desenvolver estudos e pesquisas visando à elaboração de projetos habitacionais, respeitando a topografia, as necessidades de serviços urbanos e condições econômicas da comunidade;
- Sistematizar o zoneamento do Município, de acordo com a legislação vigente, de forma a disciplinar e regularizar a ocupação e o uso do solo urbano.

Ainda dentro da estrutura da Secretaria Municipal de Obras, Transportes e Serviços Urbanos, está o Departamento de Obras, Fiscalização de Obras e Posturas, cujas atribuições estão definidas no art. 62º:

- Executar serviços de construção de logradouros públicos;
- Executar obras necessárias à conservação de logradouros públicos;

- Executar os serviços de calçamento e conservação, em praças, parques, jardins e vias públicas;
- Executar obras de pavimentação asfáltica, bem como a sua conservação nas vias públicas municipais;
- Executar as obras de drenagem nas vias públicas, bem como as atividades de desobstrução de bueiros, valas e galerias pluviais;
- Fiscalizar o fiel cumprimento das normas estabelecidas pelo Código de Posturas do Município;
- Fiscalizar a execução de obras licenciadas, objetivando o cumprimento da legislação em vigor.

Destaca-se a importância desta Secretaria para o desenvolvimento deste Plano Diretor de Águas Pluviais, assim como para o Plano Municipal de Redução de Risco, pois ela é a responsável por prover o município de infraestrutura básica, nas regiões com deficiência e promover a conservação desta infraestrutura nos locais onde ela existe; deve proceder a fiscalização dos empreendimentos a serem construídos no município, devendo ser executados dentro da legislação vigente; destaca-se também o fato de ordenar sobre o desenvolvimento do território municipal, avaliando as legislações vigente, propondo alterações, quando se fizer necessário, e criando novas leis no sentido de controlar o uso, ocupação e parcelamento do solo urbano; e, por fim, o fato de ser responsável pela gestão de resíduos sólidos e lixo no município, evitando pontos de acúmulo de lixo no território municipal.

A Secretaria Municipal de Planejamento, Habitação, Trabalho, Desenvolvimento Urbano, Rural, Econômico e Social está criada na Seção IX e tem por finalidade, segundo o art. 74º, exercer a política de planejamento, habitação, trabalho, desenvolvimento urbano, rural, econômico e social do município, bem como firmar convênios com entidades Públicas ou Privadas.

É importante ressaltar a presença do Departamento de Planejamento e Habitação, que se encontra dentro da estrutura da Secretaria Municipal de Planejamento, Habitação, Trabalho, Desenvolvimento Urbano, Rural, Econômico e Social e encontra-se instituído no art. 76º, tendo por finalidade:

- Desenvolver projetos habitacionais no município;
- Promover a busca de convênios e acordos com os governos Estadual e Federal, voltados a prática do planejamento e habitação;
- Elaborar, coordenar e executar planos e programas habitacionais.

Por fim, fica criado, ainda dentro da Lei de Estrutura Administrativa, a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Bom Jesus do Norte (COMDEC), que, segundo o art. 25, está vinculada diretamente ao Prefeito Municipal e deverá coordenar, em nível municipal, todas as ações de defesa civil, nos períodos de normalidade e anormalidade.

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 02 de janeiro de 1996 e tem como objetivo: definir as prioridades da Política de Assistência Social; atuar na formulação de estratégias e controle da execução da Política de Assistência Social; propor critérios para a programação e para as execuções financeiras e orçamentárias do Fundo Municipal de Assistência Social e fiscalizar a movimentação e a aplicação dos recursos; acompanhar, avaliar e fiscalizar os serviços de assistência, prestados à população pelos órgãos, entidades públicas e privadas no município; e acompanhar e avaliar a gestão dos recursos, bem como os ganhos sociais e o desempenho dos programas e projetos aprovados.

O Conselho Municipal Gestor do Fundo de Habitação de Interesse Social foi criado pela Lei Municipal nº 03 de abril de 2009 e compete a este: estabelecer diretrizes e fixar critérios para a priorização de linhas de ação, alocação de recursos do FHIS (Fundo de Habitação de Interesse Social) e atendimento dos beneficiários dos programas habitacionais, observando o disposto nesta Lei, a política e o plano municipal de habitação; aprovar orçamentos e planos de aplicação e metas anuais e plurianuais dos recursos do FHIS; e fixar critérios para 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 Bom Jesus do Norte, no dia 04 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. Gleisiane Chagas da Secretaria Municipal de Obras; a Sra. Juliana Silva; o Sr. Marcelo Fonte; o Sr. Alexander de Souza; a Sra. Márcia Azevedo; a Sra. Marcela Gomes; a Sra. Luiza Gonzaga; e o Sr. Felipe Silva.

Observou-se que o município de Bom Jesus do Norte possui poucos programas, projetos e obras em andamento ou que foram executados, com vistas ao planejamento urbano, desenvolvimento territorial e habitação de interesse social. Dentre eles está um convênio com a FUNASA (Fundação Nacional de Saúde), em fase de licitação, para execução de rede de esgoto em alguns loteamentos da cidade, onde este ainda não se encontra implantado. Além desta obra de infraestrutura, está em andamento a execução de parte da rede de drenagem da cidade, que ainda não existia.

Em termos de iniciativas voltadas para programas habitacionais, destaca-se a adesão no Programa Minha Casa Minha Vida, onde foram selecionados 10 inscritos a serem contemplados com moradias. A Prefeitura Municipal está selecionando os terrenos para execução das moradias, que devem ser construídas em 2014.

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 – com exceção deste Plano Diretor de Águas Pluviais e do Plano Municipal de Redução de Risco, que estão sendo elaborados.

Em se tratando de iniciativas de iniciativas do Poder Público Municipal relacionadas à obras para erradicação de risco, também não foram identificados programas ou projetos em andamento, nem mesmo obras de caráter corretivo.

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 Proteção e Defesa Civil Municipal para atendimento das famílias de risco, esta conta com poucos técnicos pertencentes exclusivamente à Defesa Civil, sendo a maior parte das demais Secretarias Municipais, que prestam auxílio e apoio à essa coordenadoria. A Defesa Civil possui um kit, oferecido pela Defesa Civil do Estado do Espírito Santo, sendo um barco, um carro, câmera fotográfica e

GPS, computador e uma sala, para realizar as ações e trabalhos. Os técnicos da Defesa Civil Municipal informaram que, desenvolvem trabalhos educativos nas Escolas Públicas Municipais no sentido de informar a respeito da prevenção na formação de áreas de risco e como agir em caso de uma emergência. A COMDEC também conta com o apoio de um Núcleo de Defesa Civil (NUDEC) criado com as representatividades das comunidades, que vivem em áreas de risco. A COMDEC está realizando um trabalho com este NUDEC no sentido de fortalecer sua participação e atuação junto à comunidade.

Destaca-se que a Defesa Civil Municipal não tem como prática cotidiana a vistoria das áreas de risco da cidade, essas só ocorrem quando há demanda da própria comunidade e, caso seja constatado a necessidade de remoção, faz-se necessário a elaboração de um laudo técnico pelos técnicos da Defesa Civil e a remoção é feita com auxílio dos 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 as escolas municipais e para o Centro de Referência de Assistência Social (CRAS). As famílias desabrigadas poderão acessar Aluguel Social, que consiste na concessão de benefício financeiro, destinado ao subsídio para pagamento ou complementação de aluguel de imóvel, às famílias cuja residência tenha sido destruída por algum desastre natural. Atualmente, duas famílias estão sendo beneficiadas com o aluguel social.

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

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

devem incorporar ações voltadas para a promoção da participação da população beneficiária.

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

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

6.4.3.1 Legislação Federal

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

6.4.3.1.1 Estatuto da Cidade - Lei Federal nº 10.257/2001

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

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

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

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

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

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

(...)

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

(...)

b) a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;

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

(...)

f) a deterioração das áreas urbanizadas;

g) a poluição e a degradação ambiental;

h) a exposição da população a riscos de desastres.

(...)

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

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

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

Zonas Especiais de Interesse Social, as Unidades de Conservação, a Regularização Fundiária, entre outros:

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

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

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

III – planejamento municipal, em especial:

a) plano diretor;

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

c) zoneamento ambiental;

(...)

IV – institutos tributários e financeiros:

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

b) contribuição de melhoria;

c) incentivos e benefícios fiscais e financeiros;

V – institutos jurídicos e políticos:

a) desapropriação;

(...)

e) instituição de unidades de conservação;

f) instituição de zonas especiais de interesse social;

g) concessão de direito real de uso;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

interesse social e de outros instrumentos de política urbana, onde o uso habitacional for permitido.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nos art. 4º e 5º são estabelecidos os requisitos urbanísticos para o loteamento do solo, fixando-se, entre outros, o lote mínimo de 125 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, a implantação de equipamento urbano e comunitário, bem como a espaços livres de uso público, serão proporcionais à densidade de ocupação prevista pelo plano diretor ou aprovada por lei municipal para a zona em que se situem.

II - os lotes terão área mínima de 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 capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

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

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

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

Em seu Art. 3º a Lei Federal 9.433/1997 estabelece algumas diretrizes a fim de alcançar os objetivos dessa lei e algumas delas estão diretamente relacionadas ao uso e ocupação do solo: a adequação da gestão de recursos hídricos às

diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País; a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental; e a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo.

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

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

I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;

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

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

(...)

VII - gestão integrada de resíduos sólidos;

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

(...)

X - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira;

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

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

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

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

6.4.3.1.8 Saneamento Básico - Lei Federal nº 11.445/2007

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

I - universalização do acesso;

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

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

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

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

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

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos

usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;

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

X - controle social;

XI - segurança, qualidade e regularidade;

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

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

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

a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo

originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;

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

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

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

II - de triagem para fins de 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 Lei Municipal de Parcelamento do Solo para fins Urbanos – Lei Municipal nº 024/2010

A Lei Municipal nº 24 de junho de 2010 dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos no município de Bom Jesus do Norte e das outras providências. O art. 1º desta legislação indica que ela estabelece critérios para o parcelamento do solo urbano no Município, observadas as diretrizes estabelecidas pela Lei Federal nº 6.766 de dezembro de 1979 e a Lei Estadual nº 7.943 de dezembro de 2004.

Segundo o art. 2º, o parcelamento do solo urbano será efetuado sob forma de loteamento, desmembramento, remembramento e condomínio horizontal. Observa-se que, considera-se loteamento a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes. E, considera-se um lote, o terreno servido de infraestrutura básica e com dimensões que atendam aos índices urbanísticos definidos nesta lei. Por fim, considera-se infraestrutura básicas os equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica domiciliar e vias de circulação pavimentadas.

Art. 3º - Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, assim definidas pelo plano diretor ou aprovadas por lei municipal.

§1º Consideram-se zonas urbanas aquelas localizadas dentro do perímetro urbano, sendo este determinado por lei específica.

§2º Consideram-se zona de expansão urbana áreas ainda não urbanizadas de baixa densidade populacional, consideradas passíveis de urbanização a médio e longo prazo e localizadas dentro do perímetro urbano.

§3º Consideram-se zonas de urbanização específica os núcleos de urbanização localizados fora da mancha urbana consolidada, mas que guardam características de zona urbana.

Art. 4º Não será admitido o parcelamento do solo:

I – em áreas onde as condições geológicas não aconselham edificações, ficando a cargo da defesa civil do município a determinação de tais áreas;

II – em áreas de preservação histórica, arqueológica, ambiental, ecológica ou paisagística, assim definidas por lei específica;

III – em terrenos com declividade igual ou superior a 30%, salvo se atendida as exigências específicas das autoridades competentes e aprovado pelo Conselho Municipal de Desenvolvimento da Cidade;

IV – em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública ou onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, sem que sejam preliminarmente saneados, conforme dispõe o parágrafo único deste artigo;

V – em terrenos alagadiços ou sujeitos a inundações, sem o exame e anuência prévia da Prefeitura Municipal, que considerando o interesse público e, ou as técnicas de engenharia, decidirá sobre a conveniência do parcelamento.

Destaca-se que o art. 5º define que a área mínima de lotes na elaboração de um loteamento será de 125 m² e no caso do loteamento ser de uso empresarial, a área mínima do lote será de 600 m². Este art. Também informa que ao longo das águas correntes será obrigatório a reserva de faixa não-edificável de 15 metros.

O Capítulo III trata dos loteamentos de interesse social e regulamenta em seu art. 16º que, caberá ao Poder Executivo Municipal a promoção de loteamentos de interesse social, dentro das zonas de interesse social previamente determinadas pelo Plano Diretor ou legislação específica.

O Capítulo IV trata do projeto e processo de aprovação do loteamento determinando que antes da elaboração de um projeto de parcelamento do solo, o interessado deverá solicitar aos técnicos responsáveis da Prefeitura Municipal, que definam a viabilidade e as diretrizes para implantação deste imóvel. Além disso, é indispensável o licenciamento ambiental da gleba, para aprovação do projeto de parcelamento. Após o licenciamento, o projeto poderá ser elaborado conforme diretrizes previamente estabelecidas, seguido do processo de aprovação para liberação do Alvará de Construção.

O Capítulo V trata da implantação do loteamento, seguem as diretrizes instituídas no art. 24º:

Art. 24º O loteamento será implantado no prazo estipulado no cronograma de implantação, que deverá ser previamente aprovado pela Prefeitura.

I – É obrigação do loteador a implantação dos projetos de distribuição de água, rede de esgoto, rede elétrica domiciliar e iluminação pública, escoamento de água pluvial, sistema viário de pavimentação, em acordo com o projeto aprovado.

§1º Somente será emitido alvará de conclusão de implantação do loteamento após vistoria final da área loteada, em que deverá ser constatada a implantação de todos os projetos acima descritos;

§2º O alvará de conclusão de implantação do loteamento é condição indispensável para que o mesmo seja ocupado pelos adquirentes.

Por fim, o Capítulo VIII trata da fiscalização e disposições penais, determinando que, sofrerão embargo as obras que estiverem irregulares em relação aos projetos aprovados ou aos termos do ato de aprovação, mediante auto de infração/embargo.

6.4.3.3.2 Código de Obras Municipal – Lei Municipal nº 003/2002

A Lei Municipal nº 03 de março de 2003 institui o Código de Obras do Município de Bom Jesus do Norte e, segundo o art. 1º, ela tem por finalidade instituir normas genéricas sobre o licenciamento, a execução e a fiscalização de obras, o zoneamento, as instalações e exploração de qualquer natureza no município. Fica regulamentado no art. 2º que qualquer construção poderá ser executada dentro do perímetro urbano, após a aprovação do Projeto e Concessão de Licença de Construção pela Prefeitura Municipal e sob responsabilidade de profissionais legalmente habilitados.

Art. 4º - Para obter aprovação do Projeto de Licença de Construção, deverá o interessado submeter à Prefeitura Municipal, o Projeto de Obras.

Art. 5º - Os Projetos deverão estar em acordo com a legislação vigente sobre zoneamento e loteamento.

O Capítulo III trata da aprovação do projeto e o art. 14º determina que, a análise dos projetos para efeito de aprovação será feita à luz do presente regulamento em seus itens específicos e segundo também a utilização lógica dos diversos compartimentos.

Conforme instituído pelo art. 23º a Prefeitura Municipal poderá fornecer o Alvará de Licença de Construção, após aprovação do projeto. Este alvará deverá ser mantido na obra durante o processo de construção.

Art. 24º - A execução da obra somente poderá ser iniciada após aprovação do projeto e fornecimento do Alvará de Licença para Construção.

O Capítulo IV trata da conclusão e aceitação da obra, sendo que o art. 30º determina que, após a conclusão da obra, deverá ser requerido vistoria da Prefeitura Municipal a fim de conseguir o “Habite-se”.

Art. 33º - Uma vez fornecido o “Habite-se” a obra é considerada aceita pela Prefeitura Municipal.

O Capítulo VI trata das penalidades e o art. 45º informa que, a fiscalização, no âmbito de sua competência, expedirá laudo de constatação, notificações e autos de infração para o cumprimento das disposições desta Lei.

Art. 47º - A obra em andamento, seja ela de reparo, reconstrução, reforma ou construção, será embargada, sem prejuízo das multas e outras penalidades, quando:

I – estiver sendo executada sem a licença ou alvará da Prefeitura Municipal;

II – for desrespeitado o respectivo projeto aprovado;

III – o proprietário ou responsável pela obra recusar-se a atender a qualquer notificação da Prefeitura Municipal, referentes as disposições desta lei;

IV – não for observado o alinhamento e altura da soleira;

V – for começada sem a responsabilidade de profissionais cadastrados na Prefeitura Municipal;

VI – estiver em risco sua estabilidade, com perigo para o público ou para o pessoal que a executa.

O Capítulo VII trata das condições gerais relativas as edificações, sendo algumas delas importantes para as análises desse PDAP, tal como a Seção I,

que trata do preparo, do terreno e escavações. Segundo o art. 62º na execução da escavação e preparo do terreno deverão ser tomadas as seguintes precauções: evitar que as terras alcancem o passeio e o leito dos logradouros; evitar a obstrução de canais ou valas, que existam no terreno; e adotar medidas que se farão necessárias para evitar a quebra da estabilidade das edificações vizinhas limítrofes. Essas medidas são de grande importância para prevenir a formação de áreas de risco geológico.

Art. 63º - Nas escavações em terrenos com acentuado, com a finalidade da retirada de material (terra, saibro, etc.), e com evidente risco para as construções vizinhas, deverá ser obedecida uma distância mínima, a ser estabelecida pela Secretaria Municipal de Obras, entre o local a ser escavado e construções existentes, com a finalidade de se evitar acidentes ou riscos para as construções e os efeitos nocivos da erosão.

A Seção IX trata dos muros e passeios e indica no art. 93º que, sempre que o nível do terreno for superior ao logradouro público ou quando houver desnível entre lotes, deverá ser construído muro de arrimo e de proteção ou feito corte com inclinação máxima de 60º. No art. 95º fica determinado que o Poder Público Municipal poderá exigir que o proprietário construa um muro de arrimo sempre que, o nível do terreno for superior ao logradouro público, ou quando houver desnível entre os lotes que possa trazer riscos de desabamento das construções existentes.

A Seção XIV trata das águas pluviais e institui que, o terreno circundante às edificações será preparado de modo que permita escoamento das águas pluviais para a via pública ou para o terreno à jusante, ficando proibido o escoamento para a via pública de águas servidas de qualquer espécie. O art. 116º determina que os edifícios situados no alinhamento deverão dispor de calhas ou condutores e as águas canalizadas por baixo do passeio até a sarjeta.

6.4.3.3.3 Lei que dispõe sobre o Meio Ambiente – Lei Municipal nº 027/2010

A Lei Municipal nº 027 de junho de 2010 dispõe sobre o meio ambiente no Município de Bom Jesus do Norte e institui, em seu art. 1º, que esta lei regula a ação do Poder Público Municipal e sua relação com os cidadãos e instituições públicas e privadas, na preservação, conservação, defesa, melhoria, recuperação e controle do meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida. Segundo o art. 4º são objetivos da Política Municipal de Meio Ambiente:

I – articular e integrar as ações e atividades ambientais desenvolvidas pelos diversos órgãos e entidades do município, com aqueles dos órgãos federais e estaduais;

II – articular e integrar ações e atividades ambientais intermunicipais, favorecendo consórcios e outros instrumentos de cooperação;

III – identificar e caracterizar os ecossistemas do Município, definindo as funções específicas de seus componentes, as fragilidades, as ameaças, os riscos e os usos naturais ou não;

IV – compatibilizar o desenvolvimento econômico e social com a preservação ambiental, a qualidade de vida e o uso racional dos recursos ambientais, naturais ou não;

V – controlar a produção, extração, comercialização, transporte e o emprego de materiais, bens e serviços, métodos e técnicas que comportem risco

para a vida ou comprometam a qualidade de vida e meio ambiente;

VI – Estabelecer normas, critérios e padrões de emissão de efluentes e de qualidade ambiental, bem como normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais, naturais ou não, adequando-os permanentemente em face da lei e de inovações tecnológicas;

VII – à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

O Capítulo IV trata dos instrumentos da Política Municipal de Meio Ambiente, dentre eles está o Licenciamento Ambiental, regulamentado pela Seção II deste Capítulo IV:

Art. 24º - A localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais considerados efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento ambiental.

Parágrafo único. Compete a SEMMA, ouvidos os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daqueles que lhe forem delegadas pelo Estado e/ou União por instrumento legal ou convênio.

O Capítulo V trata do controle ambiental sobre situações específicas e a Seção V determina diretrizes para a proteção do solo no Município, sendo algumas delas: garantir o uso racional do solo urbano, através dos instrumentos de gestão competentes, observadas as diretrizes ambientais contidas no Plano Diretor; e priorizar o controle da erosão, a contenção de encostas e o reflorestamento das áreas degradadas, preferencialmente com espécies nativas da região. O art. 60º desta Seção determina que o município deverá implantar adequado sistema de coleta, tratamento e destinação dos resíduos sólidos urbanos.

Por fim, o Capítulo VIII institui o poder de polícia ambiental e o art. 102º determina que, a fiscalização do cumprimento das disposições deste Código e das normas dele decorrentes será realizada pelos agentes de proteção ambiental, pelos demais servidores públicos para tal fim designados e pelas entidades não governamentais, nos limites desta lei.

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 Bom Jesus do Norte. 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 16 de julho de 2009, dispõe sobre a estrutura administrativa da Prefeitura Municipal de Bom Jesus do Norte destacam-se as competências da Secretaria Municipal de Obras, Transportes e Serviços Urbanos; da Secretaria Municipal de Planejamento, Habitação, Trabalho, Desenvolvimento Urbano, Rural, Econômico e Social; e da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Em relação à Secretaria Municipal de Planejamento, Habitação, Trabalho, Desenvolvimento Urbano, Rural, Econômico e Social torna-se importante sua atuação por gerenciar, coordenar e instituir programas habitacionais e de regularização fundiária; é também responsável por promover o envolvimento da comunidade em projetos habitacionais, capacitando os grupos organizados. Este trabalho é realizado pelo Departamento de Planejamento e Habitação. Destaca-se que as competências deste departamento devem ser melhor delineadas, de forma a tornar mais claro as atividades que serão desenvolvidas por este Departamento, na realização de programas habitacionais.

Sugere-se que este Departamento de Planejamento e Habitação, esteja alocado na estrutura da Secretaria Municipal de Obras, Transportes e Serviços Urbanos e que a Secretaria Municipal de Assistência Social também se envolva nos programas habitacionais no que tange a coordenação e a realização das ações de participação, mobilização e organização comunitária para programas habitacionais para população de baixa renda. As demais 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, Transportes e Serviços Urbanos, sendo realizada pelo Departamento de Planejamento e Habitação.

A Secretaria Municipal de Obras, Transportes 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 e Código de Obras. É também de sua competência a 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. Entretanto, foi informado em reunião com os técnicos da Prefeitura Municipal, que não é prática desta Secretaria atuar na

aprovação de parcelamentos e que a fiscalização das construções também não é eficaz, portanto faz-se necessário fortalecer o corpo técnico desta Secretaria de forma que, ela possa atender a estas demandas.

Em relação às competências da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil, faz-se necessário fortalecer as ações da Defesa Civil municipal, principalmente de conscientização e trabalho com a comunidade, de forma que ela esteja preparada para atuar em conjunto com o Poder Executivo Municipal na prevenção da formação de novas áreas de risco e no atendimento em caso de emergência.

Em relação às competências da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, consta em seu quadro de atribuições e nas diretrizes instituídas pela Lei Municipal nº 27/2010, que dispõe sobre o meio ambiente, que é competência desta Secretaria atuar no licenciamento de atividades potencialmente poluidoras para o município. No entanto, segundo informações coletadas em reunião com os técnicos da Prefeitura Municipal, o Poder Executivo não tem atuado neste sentido, por não possuir em seu quadro de funcionários, corpo técnico suficiente e capacitado para licenciar empreendimentos.

Outro grande problema da legislação de Bom Jesus do Norte é o fato do município não possui um Plano Diretor. Apesar de o município contar com um número de habitantes inferior a 20.000 (vinte mil), o que eximiria a obrigação do município em elaborar um Plano Diretor, o Art. 41º da Lei Federal nº 10.257/2001 torna obrigatória 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.” Portanto torna-se necessário a providência desse Plano, a fim de atender a Lei Federal e também colaborar com a expansão ordenada e controlada do município.

Na ausência de um Plano Diretor, deve-se ater a Lei Municipal nº 024/2010, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano no Município de Bom Jesus do Norte. Essa se torna a Lei Municipal mais importante para o Plano Diretor

de Águas Pluvias/Fluviais e para o Plano de Risco Geológico, seguida do Código de Obras Municipal e da Lei que Dispõe sobre o Meio Ambiente.

A partir de análise feita sobre programas e projetos em andamento no município de Bom Jesus do Norte, conclui-se que são poucas as 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 DA BACIA DO RIO ITABAPOANA

6.5.1 Contextualização

A bacia hidrográfica do Rio Itabapoana possui uma área de drenagem de 4875 Km² incluindo dezoito municípios nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Até o núcleo urbano de Bom Jesus do Norte, são drenados um total de 2.291 km², correspondendo a 53% da área de drenagem da bacia hidrográfica. A bacia é limitada ao norte pela bacia do Itapemirim, ao sul pela bacia do Paraíba do Sul, a oeste pelas Serra do Caparaó e bacia do Rio Doce

e a leste pelo Atlântico. O Rio Itabapoana é formado pelo Rio Preto e pelo Rio Verde. O Rio Preto, por sua vez, tem nascente localizada em Alto Caparaó (MG).

Ao longo do curso do Rio Itabapoana, a montante de Bom Jesus do Norte, existem algumas obras hidráulicas que vale a pena se destacar: PCH Franca Amaral, a aproximadamente 10 Km de distância de Bom Jesus do Norte (**Figura 6-5**); PCH Calheiros, a aproximadamente 29 Km de distância (**Figura 6-6**); PCH Serra do Rosal, a aproximadamente 36 Km de distância (**Figura 6-7**);



Figura 6-5: PCH Franca Amaral, no Rio Itabapoana (Fonte: Google Earth).

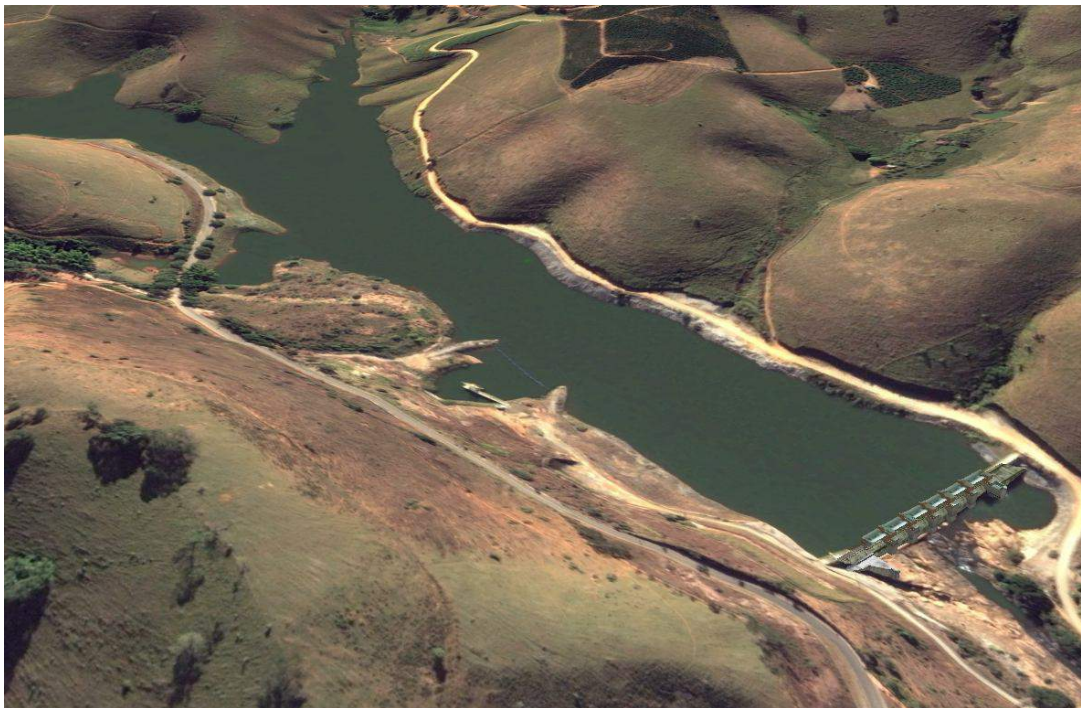


Figura 6-6: PCH Calheiros, no Rio Itabapoana (Fonte: Google Earth).



Figura 6-7: UHE de Rosal, no Rio Itabapoana (Fonte: Google Earth).

O município de Bom Jesus do Norte sofre com constantes inundações em sua área urbana em consequência das cheias do Rio Itabapoana, sendo essas

inundações de recorrência quase anual em algumas partes da sede municipal, segundo a Defesa Civil Municipal.

Dentre as cheias ocorridas nos últimos anos, destaca-se a de 2008/2009, provocadas por chuvas que ocorreram entre 18 de dezembro de 2008 a 23 de janeiro de 2009, que causou grandes prejuízos na cidade e provocou a desativação de uma lavanderia popular (**Figura 6-8**), de um ginásio de esportes e de uma escola. A **Figura 6-9** apresenta marca de água em uma casa situada na rua Adolfo Pereira. Conforme pode ser visto, a inundação atingiu cerca de 2 m de altura na rua onde se situa a casa, tendo também sido atingido o prédio da prefeitura municipal, a Escola Horácio Plínio, o colégio Antônio Horácio e a Unidade de Saúde Municipal, entre outros prédios públicos.



Figura 6-8: Lavanderia popular desativada após as cheias de 2008/2009.



Figura 6-9: Marca da altura máxima das cheias de 2008/2009 em casa na rua Adolfo Pereira.

A cidade de Bom Jesus do Norte foi erguida em uma curva do rio Itabapoana e parte considerável de seu centro, onde se localizam os principais prédios municipais, se instalou sobre sedimentos aluviais trazidos pelo próprio rio durante cheias pretéritas, sendo ainda atingido por cheias com curto período de retorno.

Ao longo do rio, principalmente a jusante do centro, foram sendo implantadas ruas e avenidas, como parte da Av. Adolfo Pereira e algumas ruas perpendiculares a ela, que, devido à proximidade do rio e ao pequeno desnível

em relação ao seu nível normal, apresentam cheias com frequência quase anual (**Figura 6-10** e **Figura 6-11**).

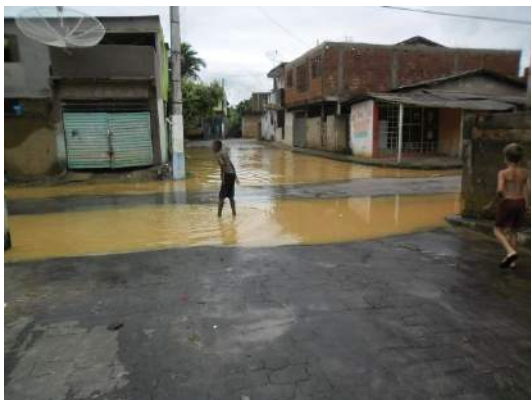


Figura 6-10: Inundação no bairro Silvana em Dezembro de 2013.



Figura 6-11: Rua alagada pelo rio Itabapoana em Dezembro de 2013.

Existe também o caso de ruas, como a Felicíssima Teixeira Martins, que, embora separada do rio por uma parte mais elevada da rua Adolfo Pereira, tem sistemas de drenagem ligados diretamente ao rio Itabapoana e são inundadas por águas do rio Itabapoana que chegam até elas pelo sistema de drenagem, quando o rio atinge cotas mais elevadas que as ruas.

No Bairro Macário Baixo, situado a montante do centro, parte da Estrada Chácara do Macário também apresenta inundações frequentes devido à proximidade do rio e ao pequeno desnível em relação ao seu nível normal.

O principal vetor de crescimento da cidade se situa a oeste do seu núcleo urbano e abrange os bairros Grande Vitória e Belvedere, com dois loteamentos importantes – Loteamento do Juninho e Loteamento Brilhante.

O Loteamento do Juninho foi instalado no início de 2010 com o aterro do leito de um pequeno córrego, o qual foi canalizado através de um sistema de drenagem subdimensionado. Na área de aterro sobre o citado córrego foi instalado um campo de futebol e uma creche, tendo sido vendidos vários lotes, onde se observa o início de construções de residências. Durante as últimas chuvas (dezembro de 2013), o bairro foi parcialmente inundado, conforme pode ser visto na **Figura 6-12** e **Figura 6-13**.



Figura 6-12: Inundação no loteamento do Juninho em Dezembro de 2013.



Figura 6-13: Inundação no loteamento do Juninho em Dezembro de 2013.

O bairro Grande Vitória é cortado por um pequeno córrego sem nome oficial, o qual está apresentado na **Figura 6-14**. Durante as cheias de 2008/2009, uma grande área nas laterais do córrego foi inundada e nesta área estão sendo construídas várias residências, as quais poderão ser inundadas em caso de cheias com períodos de retorno iguais ou superiores às cheias de 2008/2009.



Figura 6-14: Córrego que corta o bairro Grande Vitória.

O loteamento Brilhante, situado no bairro Belvedere, foi parcialmente instalado sobre o talvegue de um pequeno riacho, também desprovido de nome oficial. O

talvegue foi aterrado com material retirado das encostas e o sistema de drenagem natural ficou danificado. A **Figura 6-15** apresenta a encosta de onde foi retirado material para o aterro do talvegue, enquanto a **Figura 6-16** apresenta o talvegue aterrado, onde se iniciou a construção de residências na linha do talvegue aterrado, impedindo o livre escoamento das águas pluviais e fluviais.



Figura 6-15: Área do loteamento Brilhante de onde foi retirado material para o aterro do talvegue.



Figura 6-16: Ocupação do talvegue no loteamento Brilhante.

Durante as chuvas de dezembro de 2013, as casas do bairro construídas antes do aterro do talvegue e que, segundo a defesa civil, nunca haviam sido atingidas por cheias, sofreram com inundações, conforme apresentado na **Figura 6-17** e **Figura 6-18**.

Cabe ressaltar, ainda, que a bacia hidrográfica do Rio Itabapoana não possui comitê de bacia, o que dificulta o gerenciamento de recursos hídricos da bacia, como a definição de parâmetros de operação de reservatórios de geração de energia para o barramento de águas pluviais do Rio Itabapoana, em benefício a cidades localizada a jusante, como Bom Jesus do Norte.



Figura 6-17: Inundação no loteamento brilhante durante as chuvas de dezembro de 2013.

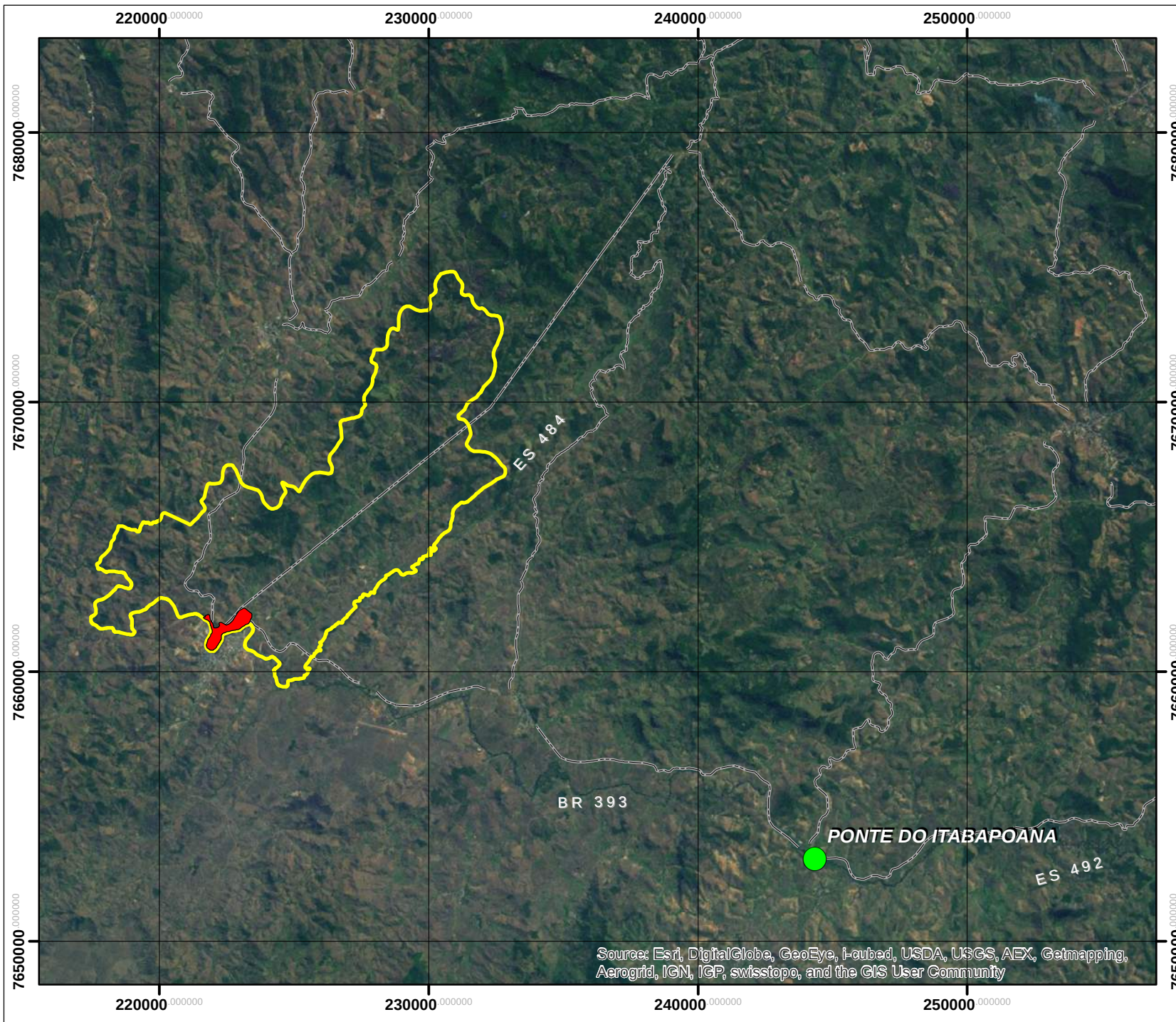


Figura 6-18: Inundação no loteamento brilhante durante as chuvas de dezembro de 2013.

6.5.2 Apropriação dos valores de vazões máximas para o Rio Itabapoana

O Rio Itabapoana possui uma estação fluviométrica a jusante da sede municipal de Bom Jesus do Norte, próxima ao exutório da bacia. A localização da estação fluviométrica está apresentada na **Figura 6-19** e os dados da mesma foram obtidos no sitio oficial da Agência Nacional de Águas na rede mundial de computadores. De posse destes dados, foram calculadas as vazões máximas com os tempos de recorrência de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos por meio de métodos estatísticos. As principais características da estação fluviométrica Ponte do Itabapoana estão apresentadas na Na análise estatística para a apropriação das vazões máximas na estação Ponte do Itabapoana, foi utilizado o modelo computacional SisCAH, desenvolvido pelo GPRH – Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa. Este modelo executa ajuste automático de distribuições estatísticas aos dados de máximas vazões anuais. Para o presente estudo, foram ajustadas as distribuições de Pearson 3 parâmetros, Logpearson 3 parâmetros, Lognormal 2 parâmetros, Lognormal 3 parâmetros e Gumbel. Por fim, foram adotadas as vazões calculadas pela distribuição que apresentou menor erro padrão em relação à série de dados da estação fluviométrica utilizada.

Tabela 6-5 enquanto a **Tabela 6-6** apresenta suas vazões máximas. Os dados de vazão da estação Ponte do Itabapoana, com os tempos de recorrência supracitados, foram transpostos para seção de drenagem situada imediatamente a jusante da área urbana de Bom Jesus do Norte por meio da relação entre a área drenada até a estação fluviométrica e a drenada até a seção a Jusante da área urbana de Bom Jesus do Norte.



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

Legenda

- Estações Fluviométricas
- Mancha urbana do município de Bom Jesus do Norte
- Limite municipal de Bom Jesus do Norte
- Rodovias

Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

ANA. Estações Pluviométricas.

GEOBASES. Mancha Urbana.

GEOBASES. Limite Municipal.

Ø	Emissão original	11/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:

Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

Título:

Localização da Estação Fluviométrica
Ponte do Itabaipoana

Responsável técnico:

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

Elaboração:

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

Escala: 1:200,000

Folha: 1 de 1 Local: Bom Jesus do Norte - ES

Papel: A4 Nº: **Figura 6-19**

Contratante: Consórcio:



Na análise estatística para a apropriação das vazões máximas na estação Ponte do Itabapoana, foi utilizado o modelo computacional SisCAH, desenvolvido pelo GPRH – Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa. Este modelo executa ajuste automático de distribuições estatísticas aos dados de máximas vazões anuais. Para o presente estudo, foram ajustadas as distribuições de Pearson 3 parâmetros, Logpearson 3 parâmetros, Lognormal 2 parâmetros, Lognormal 3 parâmetros e Gumbel. Por fim, foram adotadas as vazões calculadas pela distribuição que apresentou menor erro padrão em relação à série de dados da estação fluviométrica utilizada.

Tabela 6-5: Características da estação fluviométrica Ponte do Itabapoana.

Característica	Informação
Código	57830000
Nome	Ponte do Itabapoana
Rio	Rio Itabapoana
Latitude	-21:12:22
Longitude	-41:27:50
Altitude (m)	40
Área de Drenagem (Km²)	2720
Período de dados	1931 – dias atuais

Tabela 6-6: Vazões máximas anuais da estação fluviométrica Ponte do Itabapoana.

Ano	Vazão (m³/s)	Ano	Vazão (m³/s)	Ano	Vazão (m³/s)
1932	205,54	1958	91,55	1984	142,58
1933	276,46	1959	165,86	1985	636,10
1934	532,65	1960	203,66	1986	219,09
1935	120,98	1961	291,77	1987	207,10
1936	43,13	1962	339,93	1988	131,93
1937	337,56	1963	107,92	1989	151,82
1938	157,38	1964	113,64	1990	36,34
1939	211,25	1965	325,83	1991	141,71
1940	80,08	1966	249,02	1992	112,19
1941	217,03	1967	224,84	1993	235,09
1942	359,14	1968	344,69	1994	266,50
1943	571,00	1969	149,10	1995	53,15
1944	150,74	1970	274,31	1996	326,65
1945	188,85	1971	75,21	1997	595,80
1946	167,58	1972	81,32	1998	141,18
1947	131,60	1973	99,58	1999	95,45
1948	174,54	1974	144,23	2000	194,06
1949	226,81	1975	200,38	2001	149,66
1950	150,74	1976	46,85	2002	132,95
1951	141,02	1977	108,24	2003	467,53
1952	246,96	1978	140,30	2004	402,11
1953	149,10	1979	360,08	2005	227,98
1954	118,02	1980	208,79	2006	102,46
1955	194,34	1981	69,44	2007	406,79
1956	65,88	1982	231,52	2008	718,00
1957	215,09	1983	207,31	2009	702,00

Nos parágrafos subsequentes, as diferentes distribuições de probabilidade são sumariamente apresentadas. Os trabalhos de Assis, Arruda e Pereira (1996), Haan (1977) e Kite (1978) discutem detalhadamente a aplicação das distribuições de probabilidade em Hidrologia e Climatologia.

6.5.2.1.1 Distribuição Lognormal tipo II

Para a série gerada a partir dos logaritmos dos eventos da série de dados, o fator de frequência é determinado a partir da seguinte equação:

$$K = \frac{\left(e^{\sqrt{\ln(Z^2+1)}D - \frac{\ln(Z^2+1)}{2}} \right) - 1}{\sqrt{e^{\ln(Z^2+1)} - 1}} \quad \text{Equação 10}$$

$$D = T - \left(\frac{2,30753 + 0,2706T}{1 + 0,99229T + 0,04481T^2} \right) \quad \text{Equação 11}$$

$$Z = \frac{\sigma}{\mu} \quad \text{Equação 12}$$

A função cumulativa de probabilidade, por sua vez, toma a seguinte forma:

$$F(x) = 0,398942 \cdot e^{\frac{\left(-\frac{(x'_i - \mu')}{\sigma'} \right)^2}{2}} \quad \text{Equação 13}$$

Nas equações de (1) a (4), D representa o desvio normal padronizado, x'_i o i -ésimo logaritmo do i -ésimo evento da amostra, μ' a média da série de logaritmos dos eventos da amostra e σ' o desvio padrão da série de logaritmos dos eventos da amostra.

6.5.2.1.2 Distribuição Lognormal tipo III

Para a distribuição Lognormal tipo III, o fator de frequência é apropriado a partir da seguinte equação:

$$K = \frac{\left(e^{\sqrt{\ln(W^2 + 1)} \cdot D - \frac{\ln(W^2 + 1)}{2}} \right) - 1}{W} \quad \text{Equação 14}$$

sendo o desvio normal padronizado calculado pela expressão (2). A variável auxiliar W, por sua vez, é estimada com o auxílio das seguintes equações:

$$W = \frac{1 - \omega^{2/3}}{\omega^{1/3}} \quad \text{Equação 15}$$

$$\omega = \frac{-\gamma + \sqrt{\gamma^2 + 4}}{2} \quad \text{Equação 16}$$

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

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

6.5.2.1.3 Distribuição Pearson tipo III

A distribuição Pearson tipo III, também conhecida como Distribuição Gama Tipo III, possui o seguinte fator de frequência:

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

Sendo o desvio normal padronizado (D) e a assimetria (γ) estimadas a partir das equações (2) e (8), respectivamente.

Para a função cumulativa de probabilidade da distribuição pode ser empregada a seguinte aproximação:

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

Para a definição das variáveis que constituem a expressão anterior devem ser consideradas as seguintes expressões:

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

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

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

Nas expressão (10), Γ representa a função Gama, cujo valor pode ser estimado a partir da seguinte equação:

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} x^{\lambda-1} \cdot e^{-x} \cdot dx \quad \text{Equação 23}$$

6.5.2.1.4 Distribuição Logpearson III

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

6.5.2.1.5 Distribuição de Gumbel

A distribuição de Gumbel, também conhecida como distribuição de valores extremos do tipo I ou distribuição do tipo I de Fisher-Tippet, estima o fator de frequência para séries finitas a partir da seguinte expressão (Kite, 1978):

$$K = -\left\{0,45 + 0,7797 \cdot \ln\left[-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right]\right\} \quad \text{Equação 24}$$

6.5.2.1.6 Vazões máximas do rio Itabapoana

Para os períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos, a análise estatística resultou nos valores apresentados na **Tabela 6-7**. A distribuição Gumbel apresentou o menor erro padrão para a maioria dos tempos de recorrência supracitados.

Tabela 6-7: Vazões máximas para os períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25,30, 50 e 100 anos na estação fluviométrica Ponte do Itabapoana.

Período de recorrência	Vazão (m³/s)
5 anos	410,43
10 anos	493,13
20 anos	570,36
25 anos	602,24
30 anos	614,07
50 anos	668,2
100 anos	754,27

A bacia de drenagem a jusante do centro urbano de Bom Jesus do Norte, possui área menor que a bacia de drenagem da estação Ponte do Itaboana, com 2304 Km² e 2720 Km² respectivamente. Desta forma, foi executada a transposição das vazões por relação linear de área, para se obter a vazão correspondente a jusante da cidade de Bom Jesus do Norte. Os resultados são apresentados na **Tabela 6-8**.

Tabela 6-8: Vazões máximas para os períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25,30, 50 e 100 anos à jusante da cidade de Bom Jesus do Norte.

Período de recorrência	Vazão (m³/s)
5 anos	347,71
10 anos	417,77
20 anos	483,19
25 anos	510,20
30 anos	520,22
50 anos	566,08
100 anos	638,99

6.5.2.1.7 Vazão máxima instantânea

A estação fluviométrica Bom Jesus do Norte não possui registrador contínuo de níveis d'água, as leituras de régua ocorrem apenas duas vezes ao dia. Desta forma, os valores obtidos para as vazões máximas médias diárias foram convertidos para vazões máximas instantâneas por meio do coeficiente de majoração da expressão empírica descrita por Tucci *et al* (1991).

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

Equação 25

Sendo Q_p a vazão máxima instantânea, Q_d a vazão máxima de dois valores diários e A a área de drenagem da bacia estudada. A **Tabela 6-9** apresenta as vazões máximas adotadas no presente estudo após a aplicação do coeficiente de majoração de Tucci.

Tabela 6-9: Vazões máximas para os períodos de recorrência de 5, 10, 20, 25,30, 50 e 100 anos à jusante da área urbana de Bom Jesus do Norte adotadas no presente estudo.

Período de recorrência	Vazão (m³/s)
5 anos	401,94
10 anos	482,93
20 anos	558,56
25 anos	589,78
30 anos	601,37
50 anos	654,38
100 anos	738,67

6.5.3 Modelagem hidráulica do rio Itabapoana para o Cenário Atual

6.5.3.1 Introdução

Para a simulação hidráulica da vazão de projeto rio Itabapoana 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

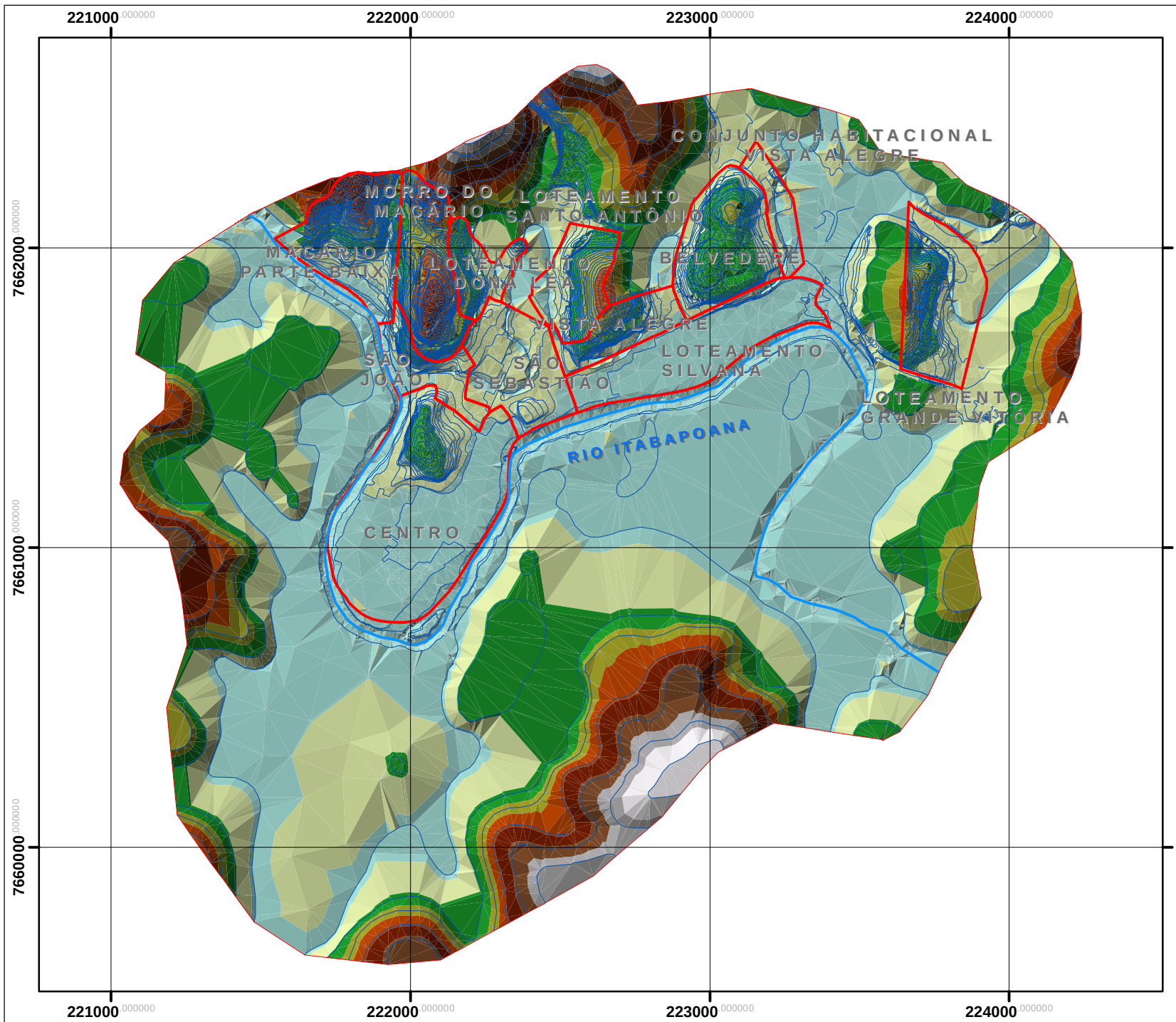
Foi definido como domínio do modelo o trecho urbano Rio Itabapoana contemplando os bairros Macário Parte Baixa, São João, Centro, São Sebastião, Loteamento Silvana e Loteamento Grande Vitória, totalizando 5,2 quilômetros de extensão.

6.5.3.3 Geometria do modelo

Para o desenvolvimento do modelo hidráulico, foram utilizados dados obtidos a partir do levantamento topográfico realizado para o estudo intitulado “Estudo de Minimização de Cheias no município de Bom Jesus do Norte-ES” desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Hidráulicas em 2010 para o DER-ES. Além deste, foram também utilizadas curvas de nível com equidistância vertical de 2 metros, cedidas 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 6-20** apresenta o TIN da geometria do rio Itabapoana em seu trecho urbano.

6.5.3.1 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. As cotas identificadas são referentes à inundação que ocorreu em dezembro de 2008 que se tratou de uma enchente com recorrência de 50 anos. Estes dados foram utilizados para a calibração do modelo hidráulico a fim de obter resultados mais próximos da realidade.



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

Legenda

- Bairros
- Cursos d'água
- Triangulação (Cota em metros)**
 - 185-200
 - 171-185
 - 156-171
 - 142-156
 - 127-142
 - 113-127
 - 98-113
 - 84-98
 - 69-84

Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

GEOBASES. Bairros.

GEOBASES. Curvas de nível.

AVANTEC-ZEMLYA. Estudos Topográficos. 2013.

Ø	Emissão original	26/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:

Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:

TIN do Rio Itabapoana na Área Urbana

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: 18.000 0 125 250 500 m

Folha: 01 de 01 Local: Bom Jesus do Norte - ES

Papel: A4 Nº: **Figura 6-20**

Contratante: Consórcio:



6.5.3.2 Riscos de Inundação e Simulação Hidráulica com o Cenário Atual

O **ANEXO IV** apresenta o Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Bom Jesus do Norte - 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 V**, 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 inundação, que foi simulada pelos modelos matemáticos a partir de dados medidos em campo e utilizados no presente relatório.

Observa-se uma quantidade considerável de domicílios dentro da área de risco R4 (muito alto), totalizando 180 domicílios, o que indica uma população com grande possibilidade de ser atingida por enchentes em intervalos iguais ou inferiores a 5 anos. Quando se considera a mancha de inundação de 25 anos de recorrência, o número de domicílios sobe para 430, ou seja, cresce

consideravelmente o número de domicílios com probabilidade de ser atingido a cada 25 anos.

Verificou-se que algumas das obras de arte especiais (OAEs) sobre o Rio Itabapoana apresentam dimensionamento hidráulico inadequado para as vazões com recorrência de 100 anos.

A **Figura 6-21** e a **Figura 6-22** apresentam, respectivamente, os perfis longitudinal e transversal da OAE da Rod. Lúcio Moreira, no cenário atual. Verificou-se que a mesma não apresentou eficiência hidráulica para a vazão de projeto de 100 anos, e até mesmo para a de 25 anos de recorrência, uma vez que nestas vazões o nível d'água atinge a base das vigas da ponte.

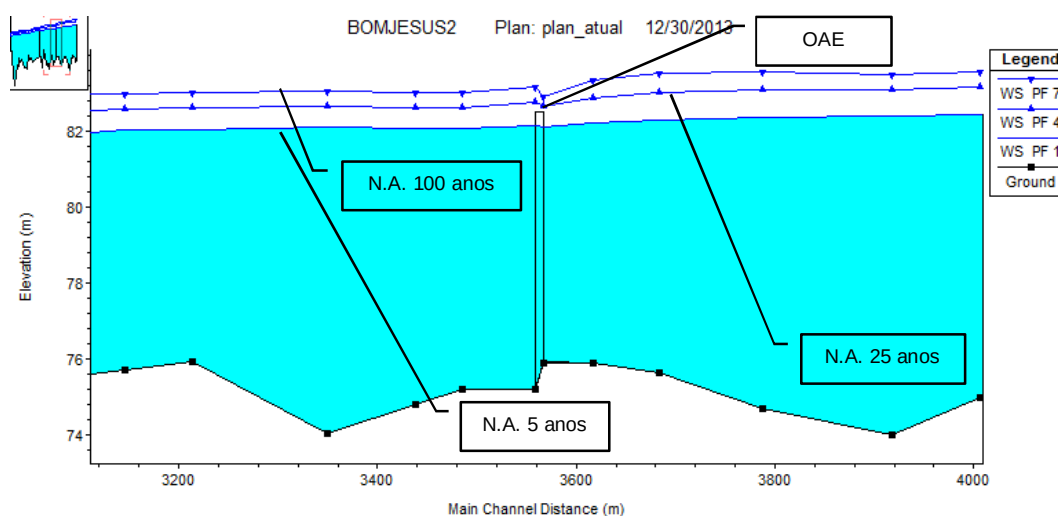


Figura 6-21: Simulação Hidráulica da OAE da Rod. Lúcio Moreira em perfil logitudinal, no cenário atual.

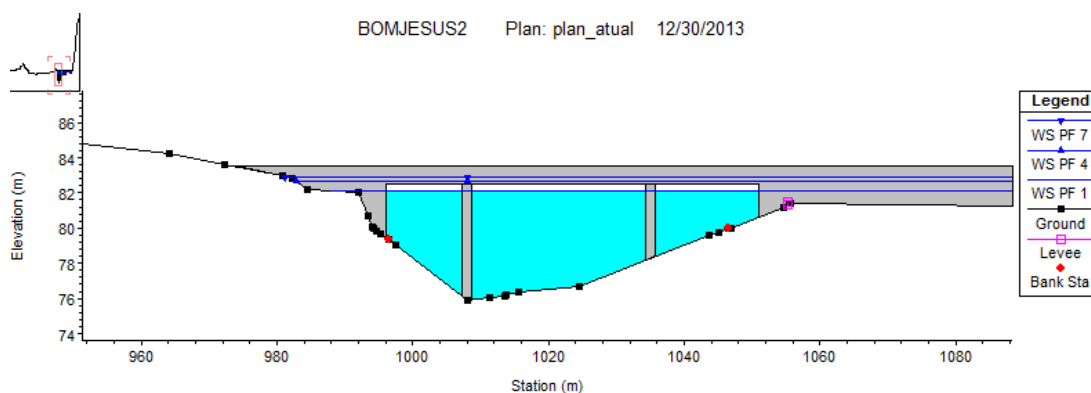


Figura 6-22: Simulação Hidráulica da OAE da Rod. Lúcio Moreira em perfil transversal, no cenário atual.

Situação semelhante ocorre na passarela da Rua Adolfo Pereira, conforme pode ser observado na **Figura 6-23** e na **Figura 6-24**, em as vazões de 25 até 100 anos atingem a base da estrutura da ponte.

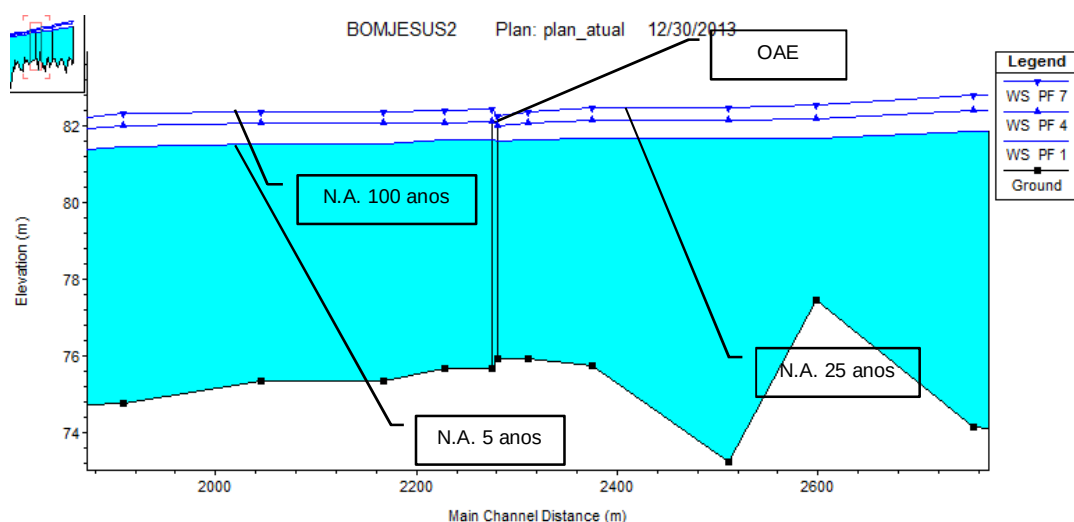


Figura 6-23: Simulação Hidráulica da passarela da Rua Adolfo Pereira em perfil longitudinal, no cenário atual.

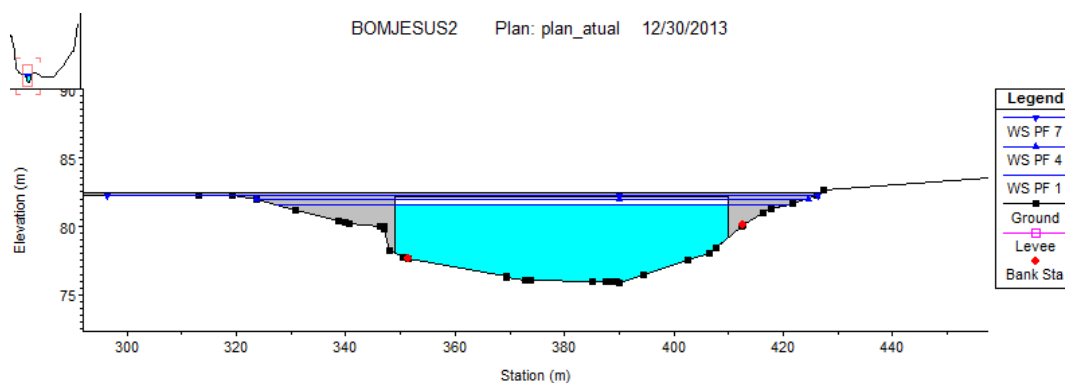


Figura 6-24: Simulação Hidráulica da passarela da Rua Adolfo Pereira em perfil transversal, no cenário atual.

Já a OAE da Estrada Santo Eduardo, localizada a jusante de Bom Jesus do Norte, obteve seção suficiente para a vazão de projeto de 100 anos de recorrência, conforme pode ser observado na **Figura 6-25** e na **Figura 6-26**.

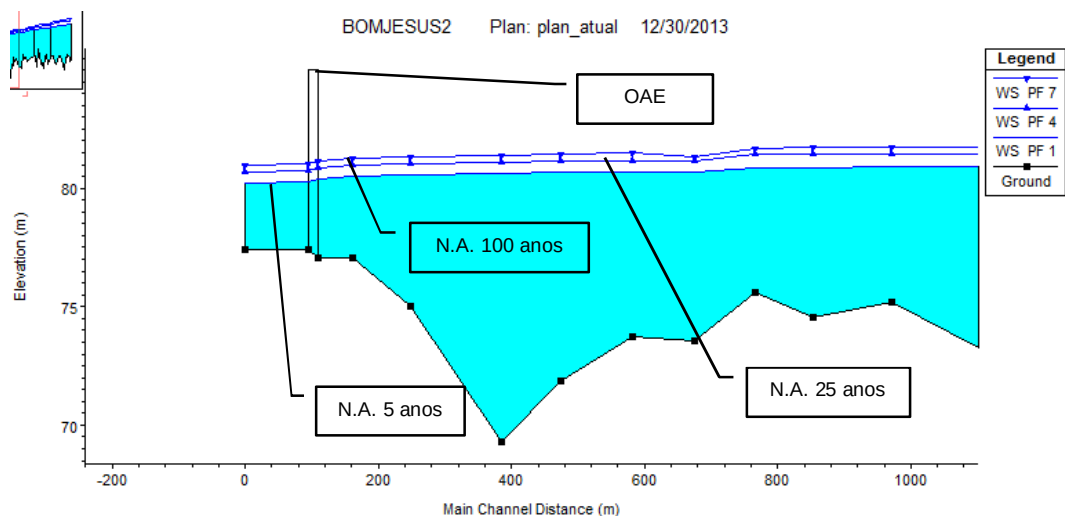


Figura 6-25: Simulação Hidráulica OAE da Estrada Santo Eduardo em perfil longitudinal, no cenário atual.

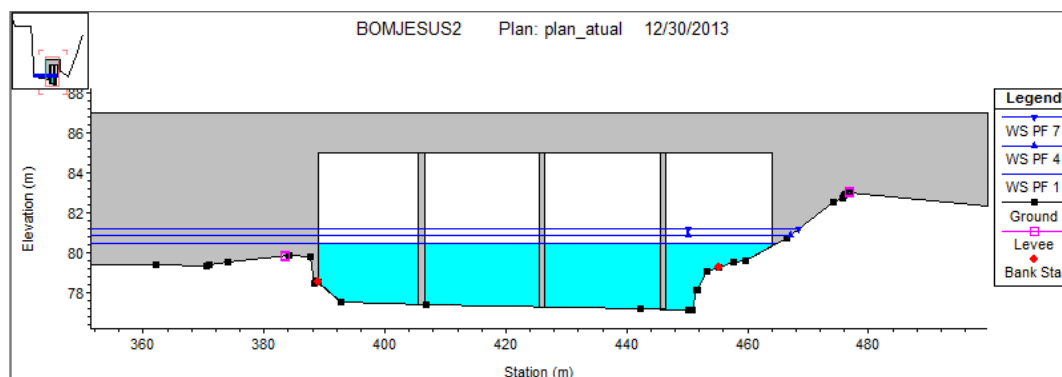


Figura 6-26: Simulação Hidráulica OAE da Estrada Santo Eduardo em perfil transversal, no cenário atual.

6.5.4 Modelagem Hidrológica das sub bacias de Bom Jesus do Norte para o Cenário Atual

As vazões das sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte 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 das sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte foi considerado apropriado dada a possibilidade de se transformar as características da bacia em variáveis de entrada do modelo.

Forma divididas 4 sub bacias na sede municipal de Bom Jesus do Norte, denominadas sub bacias 1, 2, 3 e 4, conforme apresentado na **Figura 6-27**.

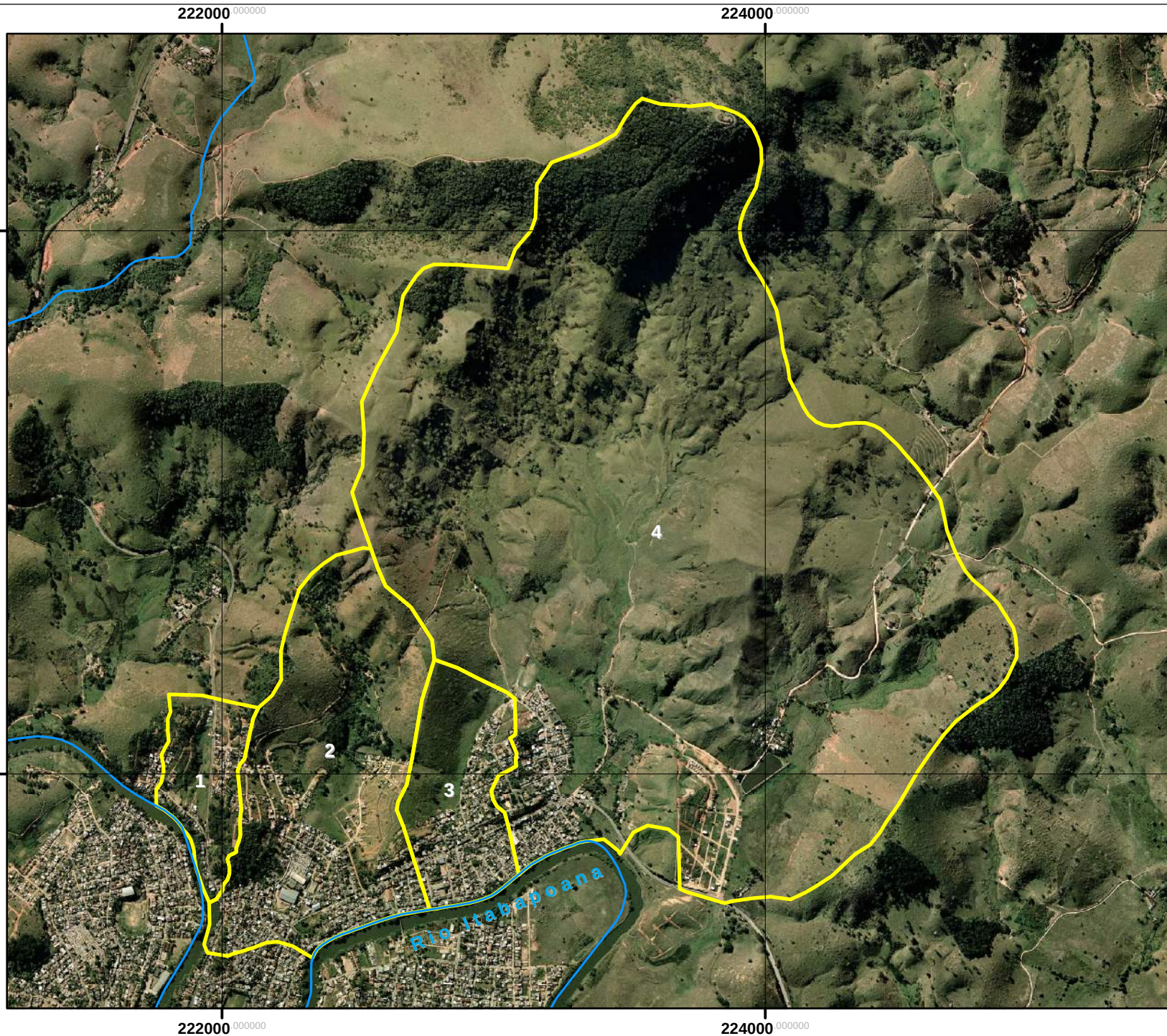
A partir da equação de chuvas intensas de Bom Jesus do Norte, foram calculadas as intensidades de chuva com períodos de retorno de 10 anos e duração igual a duas vezes o tempo de concentração da bacia. Para o cálculo do Tempo de Concentração, foram utilizados três métodos (*Kirpich*, *Ven te Chow* e NRCS TR 55) e o valor utilizado foi a média aritmética dos três valores obtidos.

É relevante observar que foram calculados os tempos de concentração para cada uma das sub bacias. A **Tabela 6-10** apresenta o resultado dos cálculos do tempo de concentração das sub bacias na qual a bacia do rio Itabapoana foi dividida.

Tabela 6-10: Tempo de concentração para as sub bacias na qual a bacia do rio Itabapoana foi dividido.

Sub bacia	Método (min)			Tc médio
	Ven Te Chow	Kirpich	SCS	
1	11,89	5,14	4,58	8,52
2	25,94	13,14	35,49	24,86
3	42,31	23,67	19,55	28,51
4	38,82	21,35	62,81	40,99

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.



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

Legenda

- Cursos d'água
- Sub bacias

Documentação e Referências

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

Ø	Emissão original	09/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:

Plano Diretor de Águas Pluviais - Diagnóstico

Título:

Mapa de Divisão das Sub Bacias da área urbana
do Município de Bom Jesus do Norte

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: 1:20,000 0 150 300 600 m

Folha: 1 de 1 Local: Bom Jesus - ES
do Norte

Papel: A4 Nº: Figura 6-27

Contratante: Consórcio:



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:

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

Equação 26

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:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Equação 27

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 das sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte foram apropriados os valores de CN médio para cada uma de suas sub bacias. O mapa de uso e ocupação do solo foi elaborado em três etapas:

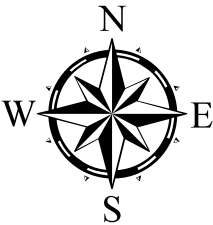
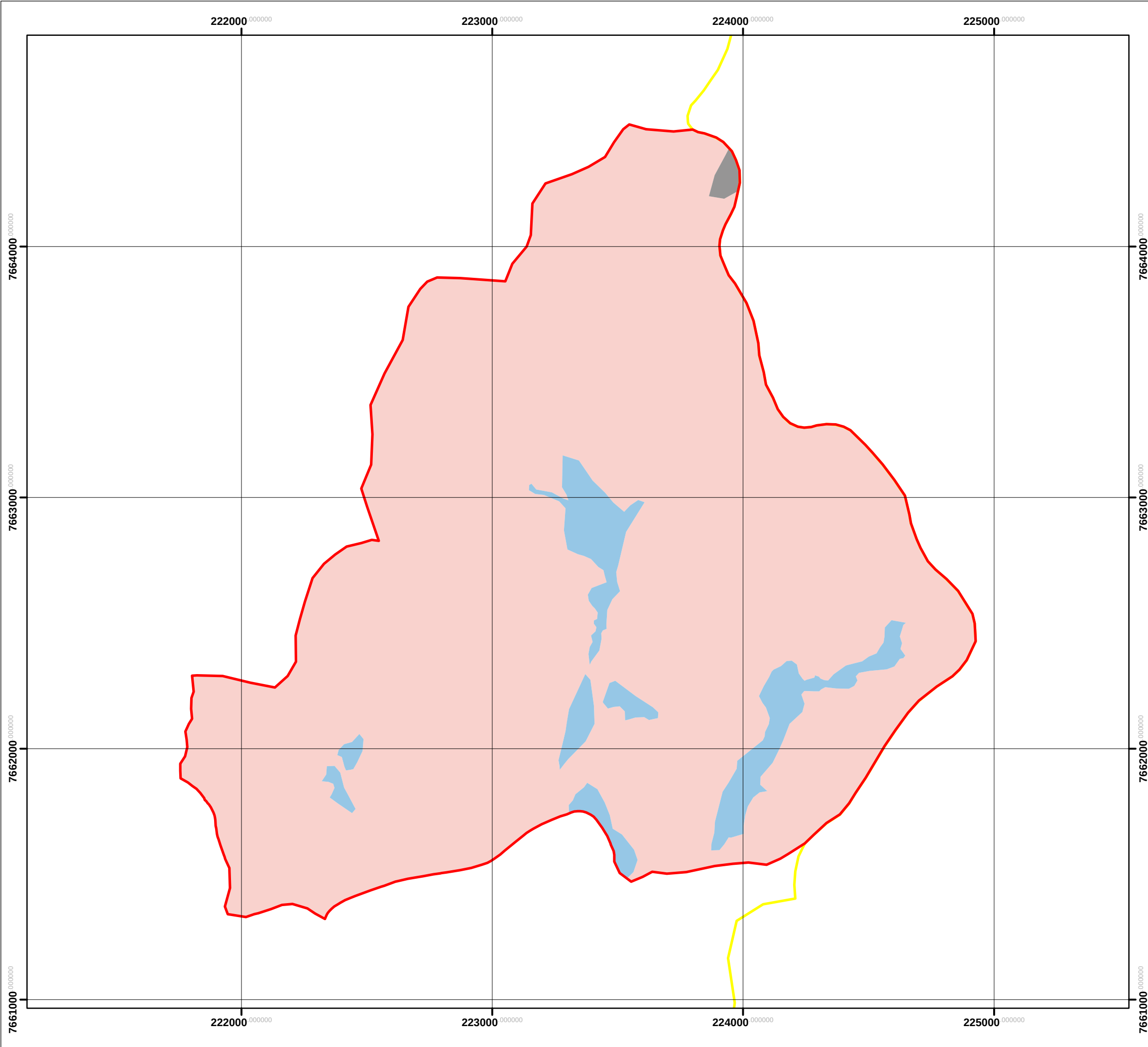
- a) Classificação do uso e ocupação do solo por meio de sistema de informação geográfica utilizando-se imagens do Ortofotomosaico do Espírito Santo (IEMA, 2007/2008);
- b) Amostragem e confirmação de usos e ocupação do solo na bacia mapeada durante visitas de campo; e

c) Refinamento e elaboração do mapa final.

O mapa de Uso e Ocupação do Solo das sub bacias de drenagem de Bom Jesus do Norte está apresentado na **Figura 6-28**.

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

Informações cartográficas e da literatura consultada foram complementadas por campanhas de campo realizadas para este trabalho. Durante as campanhas de campo, os solos da área foram estudados em termos de sua distribuição em função das condições do relevo e geologia e através de observações de perfis em taludes de estradas. As informações foram consolidadas em escritório e complementadas com imagens do Ortofotomosaico do Espírito Santo (IEMA, 2007/2008) em ambiente computacional, possibilitando a elaboração do Mapa Pedológico das sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte o qual está apresentado na **Figura 6-29**.



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

Legenda

- Limite de Bacia**
- Bacia de drenagem urbana de Bom Jesus do Norte
 - Bacia do Rio Itabapoana Montante
- Pedologia**
- Afloramento rochoso e Neossolo Litólico
 - Argissolo Vermelho Amarelo
 - Gleissolo e Neossolo Flúvico

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	27/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

Título:
Mapa pedológico da bacia de drenagem urbana
de Bom Jesus do Norte

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

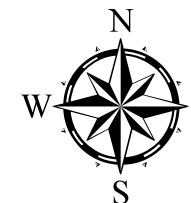
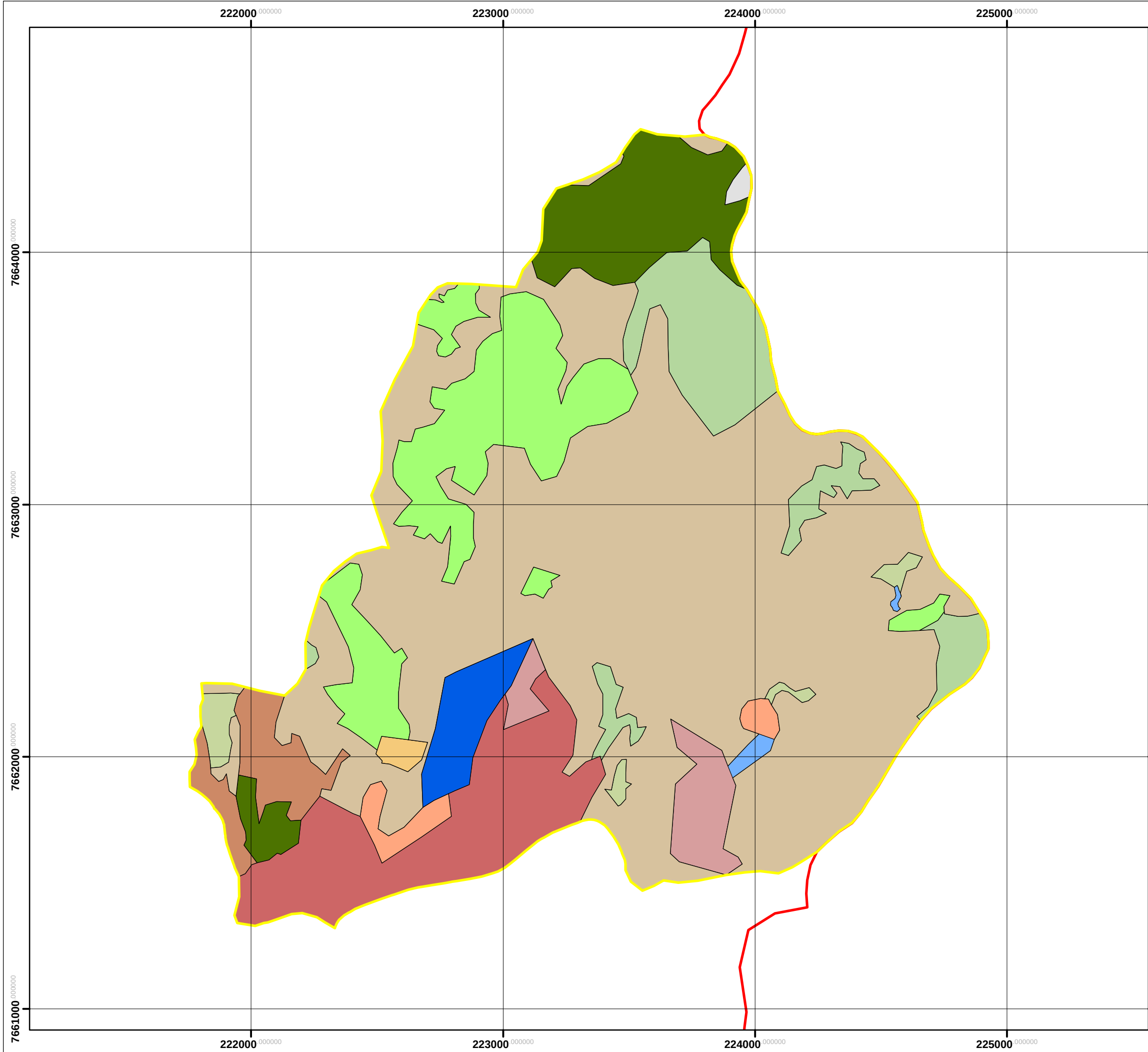
Escala: 1:15.000
0 150 300 600 m

Folha: 01 de 01	Local: Bom Jesus do Norte - ES
Papel: A3	Nº: Figura 6-24

Contratante:

Consórcio:





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

Legenda

Limites de Bacias

- Bacia do do Rio Itabapoana - montante
- Bacia de drenagem urbana de Bom Jesus do Norte

Uso e Ocupação do Solo

- Afloramento rochoso
- Área urbana 12
- Área urbana 30
- Área urbana 38
- Área urbana 65
- Massa d'água
- Cultura perene
- Floresta
- Macega
- Pastagem
- Pasto sujo
- Solo desnudo

Documentação e Referências

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

Ø	Emissão original	09/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

Título:
Mapa de uso e ocupação do solo das sub bacias do
município de Bom Jesus do Norte para o Cenário Atual

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

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

Escala: 1:15.000 0 162.5 325 650 m

Folha: 1 de 1 Local: Bom Jesus do Norte - ES

Papel: A3 Nº: Figura 6-28

Contratante: Consórcio:
SECRETARIA DE SAZAMENTO, HABITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO
ESPIRITO SANTO
AVANTEC Engenharia
Zemlya

A **Tabela 6-11** apresenta os valores de CN médio para as sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte.

Tabela 6-11: Valores de CN médio para as sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte.

Sub bacia	CN médio	Área (km ²)
1	70,30	0,17
2	71,86	0,82
3	79,89	0,29
4	67,81	4,31

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

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

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

Chow, Maidment e Mays (1988), *apud* Paço (2008) afirmam que o modelo foi inicialmente desenvolvido para a aplicação em bacias hidrográficas de grandes dimensões, variando entre 1300 e 8000 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 10 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 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 sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte com precipitação com duração referente a três ou quatro vezes o tempo de concentração de cada sub bacia (4 sub bacias).

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.

A **Figura 6-30**, **Figura 6-31**, **Figura 6-32** e a **Figura 6-33** apresentam os hietogramas da chuva de 10 anos utilizado na simulação.

Sub Bacia 1 - 10 anos

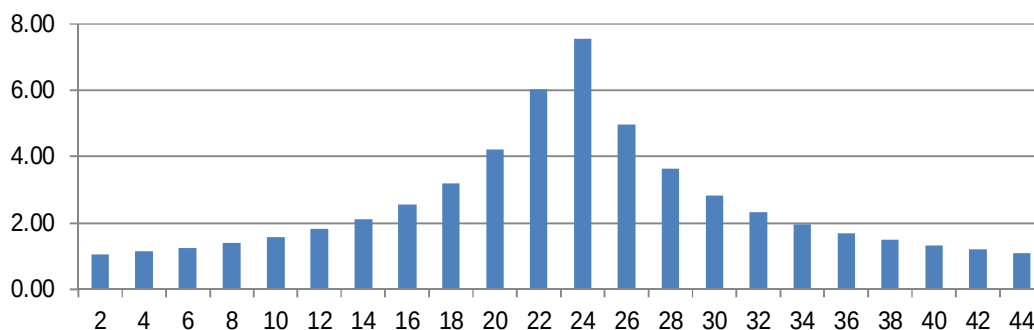


Figura 6-30: Hietograma da chuva com recorrência de 10 anos e duração igual a quatro vezes o tempo de concentração da sub bacia 1.

Sub Bacia 2 - 10 anos

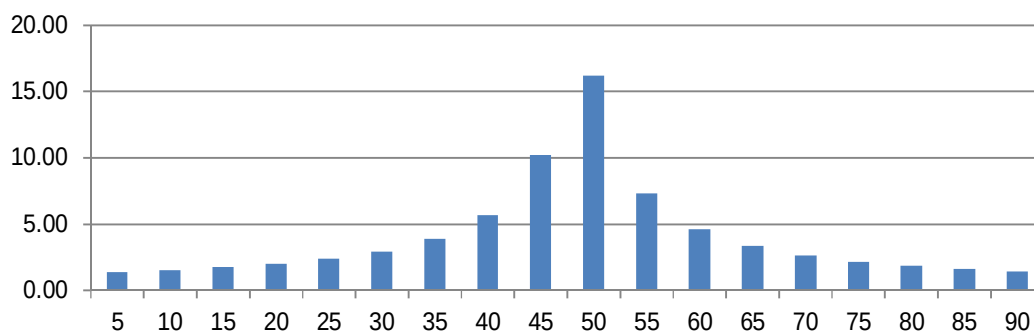


Figura 6-31: Hietograma da chuva com recorrência de 10 anos e duração igual a três vezes o tempo de concentração da sub bacia 2.

Sub Bacia 3 - 10 anos

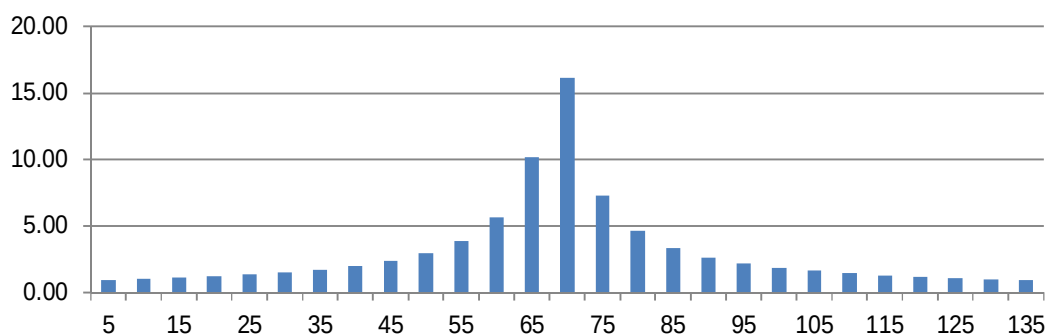


Figura 6-32: Hietograma da chuva com recorrência de 10 anos e duração igual a três vezes o tempo de concentração da sub bacia 3.

Sub Bacia 4 - 10 anos

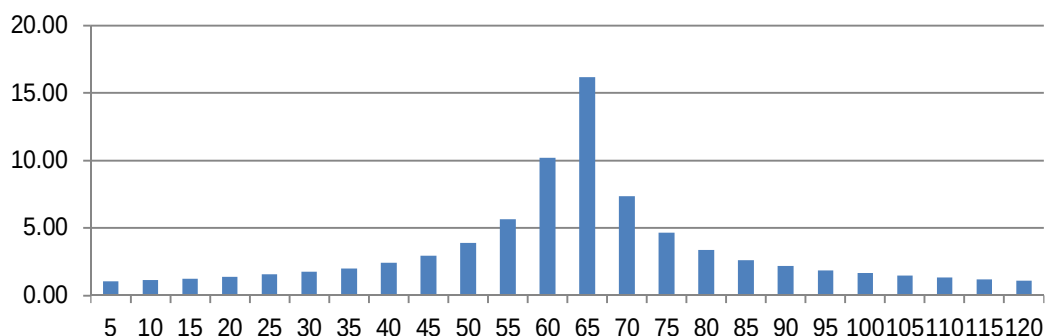


Figura 6-33: Hietograma da chuva com recorrência de 10 anos e duração igual a três vezes o tempo de concentração da sub bacia 4.

A tela principal do programa HEC-HMS preparado para a modelagem das bacia de drenagem urbana do rio Itabapoana está apresentada na **Figura 6-34**.

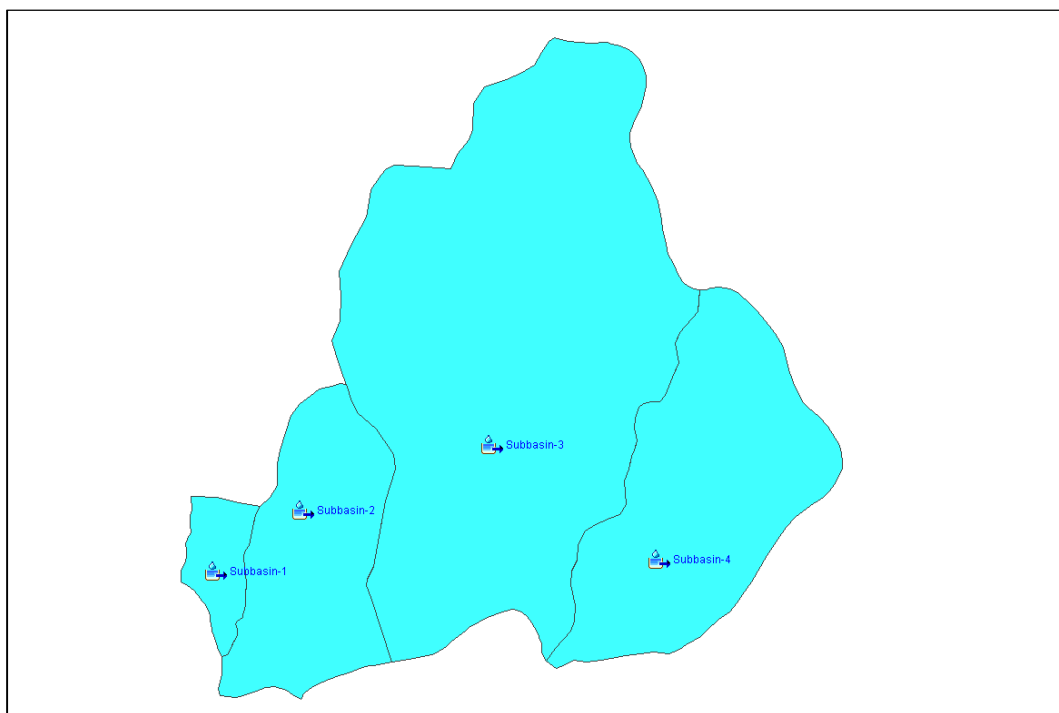


Figura 6-34: Sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte modeladas pelo programa HEC-HMS.

A **Tabela 6-12** apresenta os resultados da aplicação do HEC-HMS nas sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte para chuva de 10 anos.

Tabela 6-12: Resposta hidrológica das sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte para chuva com tempo de retorno de 10 anos.

Elemento hidrológico	Área drenada	Vazão de pico
	km ²	m ³ /s
Sub bacia-1	0,17	1,25
Sub bacia-2	0,82	6,68
Sub bacia-3	0,29	3,97
Sub bacia-4	4,31	23,12

7 PROGNÓSTICO

7.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, está discutido o cenário futuro do município de Bom Jesus do Norte com e sem as obras estruturais que estão sendo sugeridas no presente trabalho. Desta forma, primeiramente se discute o crescimento do município de Bom Jesus do Norte 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 de drenagem urbana para um horizonte de 20 anos, ao que chamamos de cenário futuro. Para este cenário, foram realizadas simulações hidrológicas 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 Bom Jesus do Norte – 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 Bom Jesus do Norte; 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. Foram utilizados também como fonte de informação o Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES) e informações do Google Earth.

Através dos dados gerados pela pesquisa, foram feitos mapas temáticos e tabelas, a fim de analisar a ocupação territorial, com foco especial nas ocupações situadas na Bacia do Rio Itabapoana. 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 Bom Jesus do Norte – 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.

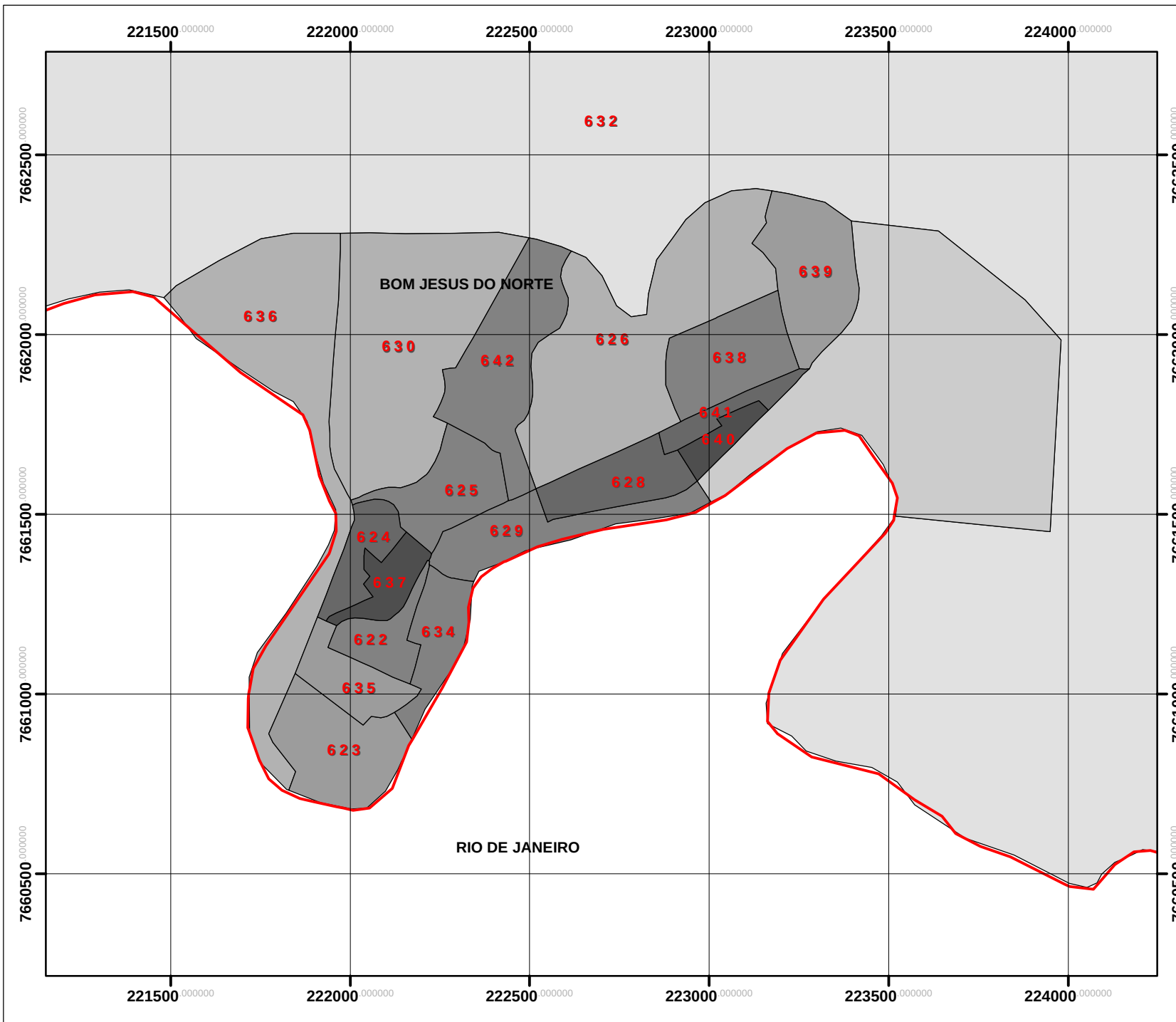
DENSIDADE DEMOGRÁFICA POR SETOR CENSITÁRIO - BOM JESUS DO NORTE/ES						
DADOS GERAIS						
População*	População Urbana*	População Rural*	Domicílios Particulares*	Domicílios Particulares Permanentes Urbanos*		Domicílios Particulares Permanentes Rural*
9476	8699	777	3178	2944		234
Num. Habitantes / Domicílio**		Área Territorial (Km²)*		Área Territorial Rural (Km²)**		Área Territorial Urbana (Km²)**
2.98		89.193		2.040		87.153
REFERÊNCIA PARA CÁLCULO DE DENSIDADE DEMOGRÁFICA (hab/Km²)						
Padrão 1	Padrão 2	Padrão 3	Padrão 4	Padrão 5	Padrão 6	Padrão 7
ate 100	110 a 2.000	2.010 a 3.000	3.010 a 5.000	5.000 a 10.000	10.010 a 15.000	15.010 a 20.000
DADOS POR SETOR CENSITÁRIO						
Identificação Setor Censitario*	Densidade (hab/Km²)*	População por Setor (hab)*	Área	Bairros / Comunidades	Bacia Hidrográfica	Inserção na Bacia
622	8733.76	277	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
623	4874.64	391	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
624	14883	477	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
625	8433.4	486	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
626	2808.65	678	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
627	1962.68	822	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
628	14314.52	724	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
629	9693.4	638	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
630	2691.35	639	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
634	7497.29	325	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
635	4468.1	178	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
636	2461.29	519	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total

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

DADOS POR SETOR CENSITÁRIO						
Identificação Setor Censitário*	Densidade (hab/Km²)*	População por Setor (hab)*	Área	Bairros / Comunidades	Bacia Hidrográfica	Inserção na Bacia
637	19604.28	540	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
638	6171.64	443	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
639	4789.06	398	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
640	16228.35	282	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
641	15524.12	315	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
642	5231.64	567	urbana	Sede	Rio Itabapoana	total
631	6.98	223	rural			
632	8.12	377	rural		Rio Itabapoana	parcial
633	1362.22	177	rural			

* 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

Densidade Dem. (hab/km²)

até 100	5010 a 10000
110 a 2000	10010 a 15000
2010 a 3000	15010 a 20000
3010 a 5000	

Documentação e Referências

IBGE. Censo 2010. 2010.

GEOBASES. Divisão Municipal.

Ø	Emissão original	26/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:

Plano Diretor Águas Pluviais/Fluviais
Diagnóstico

Título:

Mapa Temático
Densidade Demográfica por
Setor Censitário Zona Urbana

Responsável técnico:

Fernanda Ferreira
Arquiteto Urbanista
CAU A56232-7

Elaboração:

Tainah Christina Teixeira de Souza
Estagiária em Engenharia
Sanitária e Ambiental

Escala: 1:15.000

0 100 200 400
m

Folha: 01 de 01

Local: Bom Jesus
do Norte-ES

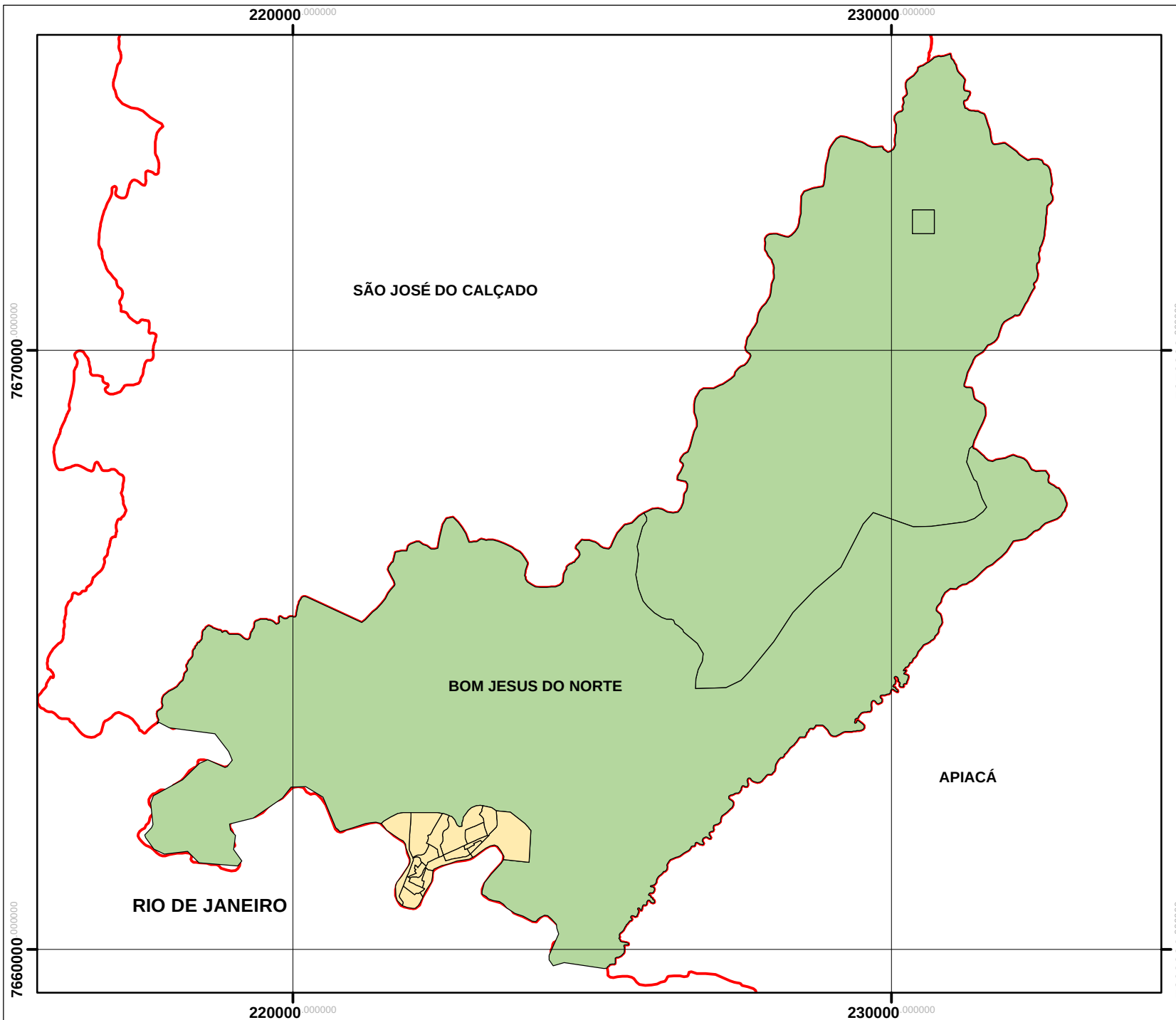
Papel: A4

Nº: **Figura 7-4**

Contratante:

Consórcio:





Projeção: Universal Transversa Mercator
Datum Horizontal: SIRGAS2000
Fuso: 24 Hemisfério Sul

Legenda

- Divisão Municipal
- Zona Urbana
- Zona Rural

Documentação e Referências

IBGE. Censo 2010. 2010.

GEOBASES. Divisão municipal.

Ø	Emissão original	10/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:

Plano Diretor Águas Pluviais/Fluviais
Plano de Redução de Risco

Título:

Mapa Temático
Setor Censitário por Macrozona

Responsável técnico:

Fernanda Ferreira
Arquiteto Urbanista
CAU A56232-7

Elaboração:

Tainah Christina Teixeira de Souza
Estagiária em Engenharia
Sanitária e Ambiental

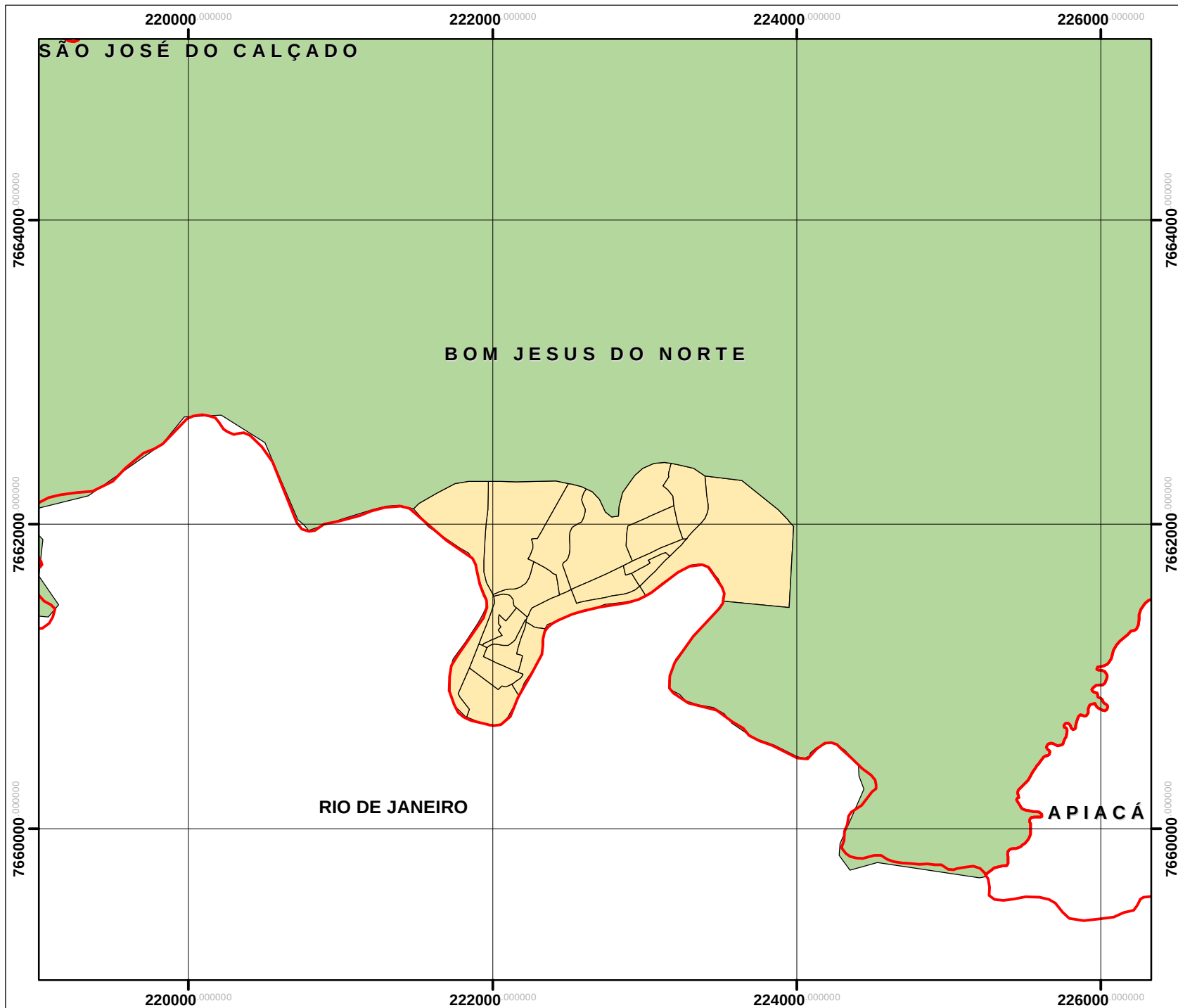
Escala: 1:90,000

Folha: 01 de 01 Local: Bom Jesus do Norte - ES

Papel: A4 Nº: Figura 7-1

Contratante: Consórcio:





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	26/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto: Plano Diretor Águas Pluviais/Fluviais Diagnóstico

Título: Mapa Temático
Setor Censitário Zona Urbana

Responsável técnico: Fernanda Ferreira
Arquiteto Urbanista
CAU A56232-7

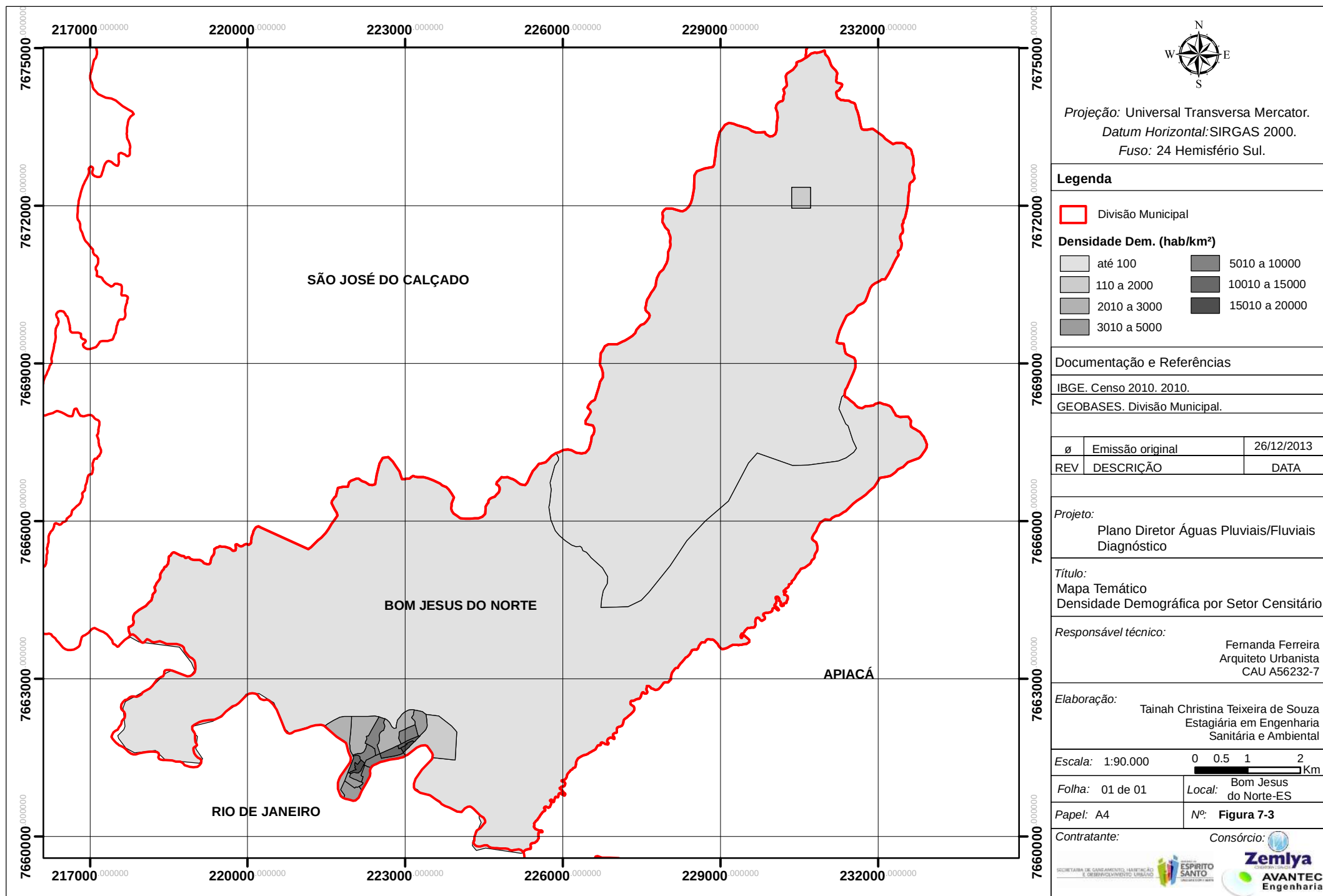
Elaboração: Tainah Christina Teixeira de Souza
Estagiária em Engenharia
Sanitária e Ambiental

Escala: 1:35.000 0 0.25 0.5 1 Km

Folha: 01 de 01 Local: Bom Jesus do Norte - ES

Papel: A4 Nº: Figura 7-2

Contratante: Consórcio:



A partir do número total da população no ano de 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 1,00% 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**).

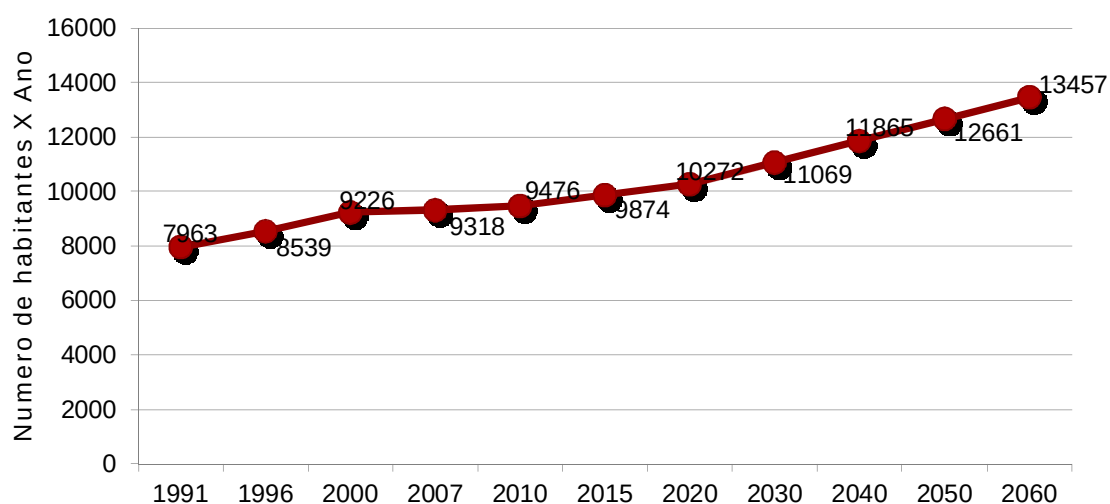


Figura 7-5: Evolução da população de Bom Jesus do Norte - ES.

Tabela 7-2: Crescimento populacional por setor censitário.

CRESCIMENTO POPULACIONAL POR SETOR CENSITÁRIO															
Identificação Setor Censitario		Densidade (hab/Km²)**	População Estimada**		Densidade (hab/Km²)**	População Estimada**		Densidade (hab/Km²)**	População Estimada**		Densidade (hab/Km²)**	População Estimada**		Densidade (hab/Km²)**	População Estimada**
622	H O R I Z O N T E 2 0 1 5 5	8198,00	289	H	8528,57	300	H	8859,14	312	H	9189,72	324	H	11173,15	393
623		4575,52	407	O	4760,02	424	O	4944,52	440	O	5129,02	457	O	6236,03	555
624		13970,03	497	R	14533,35	517	R	15096,66	537	R	15659,98	557	R	19039,90	677
625		7915,98	506	I	8235,18	527	I	8554,38	547	I	8873,58	568	I	10788,77	690
626		2636,37	706	Z	2742,68	735	Z	2848,99	763	Z	2955,30	792	Z	3593,14	963
627		1842,31	857	O	1916,60	891	O	1990,89	926	O	2065,17	960	O	2510,90	1167
628		13436,37	754	N	13978,17	785	N	14519,97	815	N	15061,77	846	N	18312,58	1028
629		9098,79	665	T	9465,69	692	T	9832,58	718	T	10199,48	745	T	12400,84	906
630		2526,25	666	E	2628,12	693	E	2729,99	720	E	2831,86	746	E	3443,06	907
634		7037,23	339		7320,99	352		7604,76	366		7888,52	380		9591,11	462
635	4193,94	185	-	4363,06	193	-	4532,17	200	-	4701,28	208	-	5715,97	253	
636	2310,28	541		2403,44	563		2496,60	584		2589,76	606		3148,71	737	
637	A N O S	18401,70	563	1	19143,72	585	1	19885,74	608	2	20627,76	631	5	25079,87	767
638		5793,07	462	0	6026,67	480	5	6260,27	499	0	6493,86	517	0	7895,44	629
639		4495,38	415		4676,65	431		4857,91	448		5039,18	465		6126,80	565
640		15233,14	294	A	15847,39	306	A	16461,65	318	A	17075,90	329	A	20761,41	400
641		14572,12	328	N	15159,72	341	N	15747,32	355	N	16334,91	368	N	19860,50	447
642		4910,72	591	O	5108,74	615	O	5306,75	638	O	5504,77	662	O	6692,87	805
631		6,55	232	S	6,81	242	S	7,08	251	S	7,34	260	S	8,93	317
632		7,62	393		7,93	409		8,24	425		8,54	440		10,39	535
633		1279,00	184		1330,57	192		1382,14	199		1433,72	207		1743,16	251

* Fonte dos dados: IBGE, Censo 2010.

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

7.3 CENÁRIO FUTURO

No Cenário Futuro, foram previstas alterações do uso do solo das sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte e simuladas vazões dos mesmos a partir das chuvas com períodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anos. As vazões foram simuladas utilizando a mesma metodologia utilizada para a simulação do Cenário Atual.

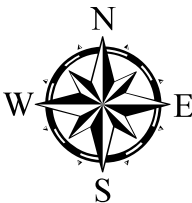
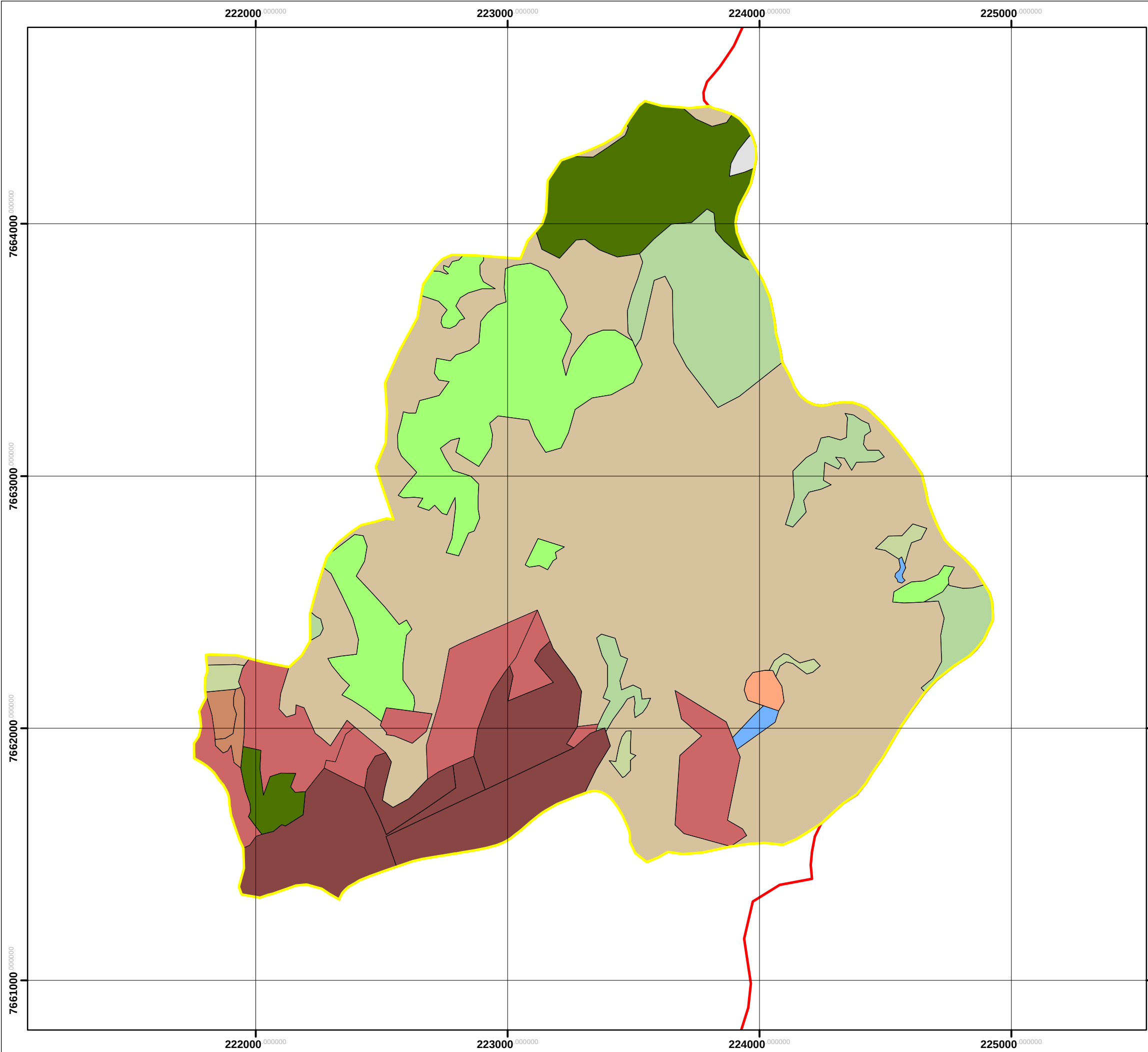
As mudanças no uso do solo propostas, que geraram o mapa de uso de solo futuro da área simulada foram as seguintes:

- o loteamento Grande Vitória passará de área urbana com 12% de impermeabilização para área urbana com 65% de impermeabilização;
- o loteamento Silvana passará de área urbana com 65% de impermeabilização para área urbana com 85% de impermeabilização;
- o conjunto habitacional Vista Alegre passará de área urbana com 65% de impermeabilização para área urbana com 85% de impermeabilização;
- ainda no conjunto habitacional Vista Alegre, área ocupada por pastagem atualmente será ocupada por área urbana com 65% de impermeabilização;
- no bairro Belvedere, área urbana com 65% de impermeabilização passará a área urbana com 85% de impermeabilização;
- ainda no bairro Belvedere, área urbana com 12% de impermeabilização passará a 65% de impermeabilização;
- a área de loteamento Brilhante passará a ser área urbana com 65% de impermeabilização;
- todo o bairro Vista Alegre passará de área urbana com 65% de impermeabilização e área urbana com 30% de impermeabilização para área urbana com 85% de impermeabilização;
- no Loteamento Santo Antônio (Loteamento do Juninho), área urbana com 30% de impermeabilização passará a área urbana com 85% de impermeabilização;
- ainda no Loteamento Santo Antônio (Loteamento do Juninho), área urbana com 25% de impermeabilização passará a área urbana com 65% de impermeabilização;

- crescimento do Loteamento Santo Antônio em direção ao Loteamento Dona Léa, com área urbana com 65% de impermeabilização;
- no Loteamento Dona Léa, área urbana com 38% de impermeabilização passará a área urbana com 65% de impermeabilização;
- no Morro do Macário, área urbana com 38% de impermeabilização passará a área urbana com 65% de impermeabilização;
- no bairro Macário Parte Baixa, área urbana com 38% de impermeabilização passará a área urbana com 65% de impermeabilização;
- crescimento do bairro Macário Parte Baixa em direção ao Morro do Macário com área urbana com 38% de impermeabilização;
- no bairro São João área urbana com 38% de impermeabilização passará a área urbana com 65% de impermeabilização;
- ainda no bairro São João área urbana com 65% de impermeabilização passará a área urbana com 85% de impermeabilização;
- no bairro São Sebastião, área urbana com 65% de impermeabilização passará a área urbana com 85% de impermeabilização;
- no bairro Centro, área urbana com 65% de impermeabilização passará a área urbana com 85% de impermeabilização.

7.3.1 Uso do solo futuro e cálculo de vazões

A **Figura 7-6** apresenta o Mapa de Uso Futuro das sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte. A **Tabela 7-3**, por sua vez, apresenta as vazões simuladas para as sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte, correspondentes a chuvas com períodos de retorno de 10 anos.



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

Legenda

Limites de Bacias

- Bacia do do Rio Itabapoana - montante
- Bacia de drenagem urbana do rio Itabapoana

Uso e Ocupação do Solo

- Afloramento rochoso
- Área urbana 12
- Área urbana 30
- Área urbana 38
- Área urbana 65
- Massa d'água
- Cultura perene
- Floresta
- Macega
- Pastagem
- Pasto sujo
- Solo desnudo

Documentação e Referências

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

Ø	Emissão original	09/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

Título:
Mapa de uso e ocupação do solo da bacia de drenagem
urbana do Rio Itabapoana para o Cenário Futuro

Responsável técnico:

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

Elaboração:

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

Escala: 1:14.000 0 162.5 325 650 m

Folha: 1 de 1	Local: Bom Jesus do Norte - ES
Papel: A3	Nº: Figura 7-6

Contratante:

Consórcio:

Tabela 7-3: Vazões das sub bacias da sede municipal de Bom Jesus do Norte 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	Aumento percentual	Vazão de pico
	%	m ³ /s
Sub bacia-1	45,18	2,28
Sub bacia-2	22,69	8,64
Sub bacia-3	29,98	5,67
Sub bacia-4	6,77	24,8

Estas vazões deverão ser observadas para o dimensionamento de drenagem a ser adotada nestas sub bacias em relatório a ser apresentando posteriormente ao presente volume.

7.3.2 Modelagem hidráulica do Rio Itabapoana no Cenário Futuro

Não foi realizada a análise das vazões futuras para a hidráulica do Rio Itabapoana, uma vez que, o crescimento urbano da sede municipal de Bom Jesus do Norte será insignificante para a vazão do Rio Itabapoana.

7.4 CENÁRIOS ALTERNATIVOS

Para a resolução dos problemas de cheias do Rio Itabapoana, foram simulados dois cenários alternativos com a implementação de ações estruturais descritas em seguida, as quais são constituídas de dragagem, derrocagem e construção de diques.

7.4.1 Cenário 1

O Cenário 1 é caracterizado por obras de dragagem e derrocagem do Rio Itabapoana em todo o seu trecho urbano. O leito do Rio Itabapoana possui uma série de constrições para o escoamento de águas devido a presença de rochas e pela própria irregularidade do seu canal. A **Figura 7-7** apresenta a seção longitudinal do leito do Rio Itabapoana no cenário atual. Observa-se que seu leito é extremamente irregular, apresentando diversos obstáculos para o escoamento das águas do Rio Itabapoana. A **Figura 7-8**, por sua vez, apresenta a seção longitudinal do leito do Rio Itabapoana no cenário 1, com declividade de 0,0005 m/m.

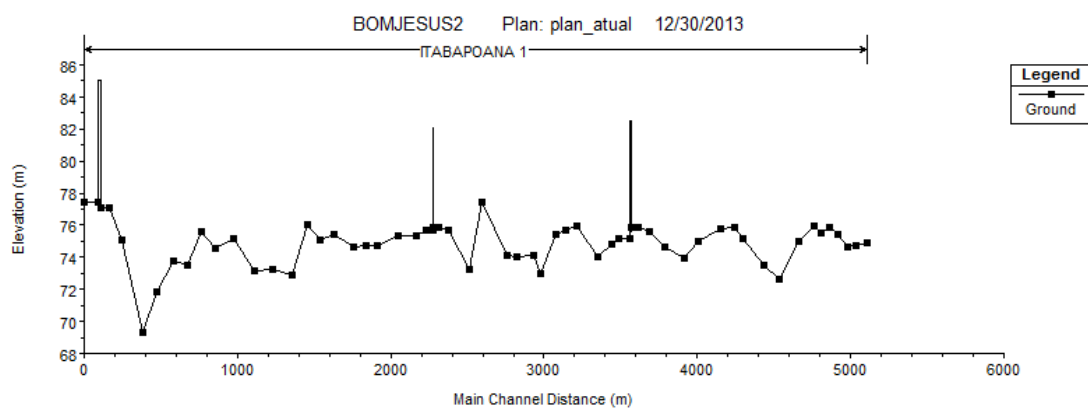


Figura 7-7: Seção longitudinal do leito do Rio Itabapoana em seu trecho urbano.

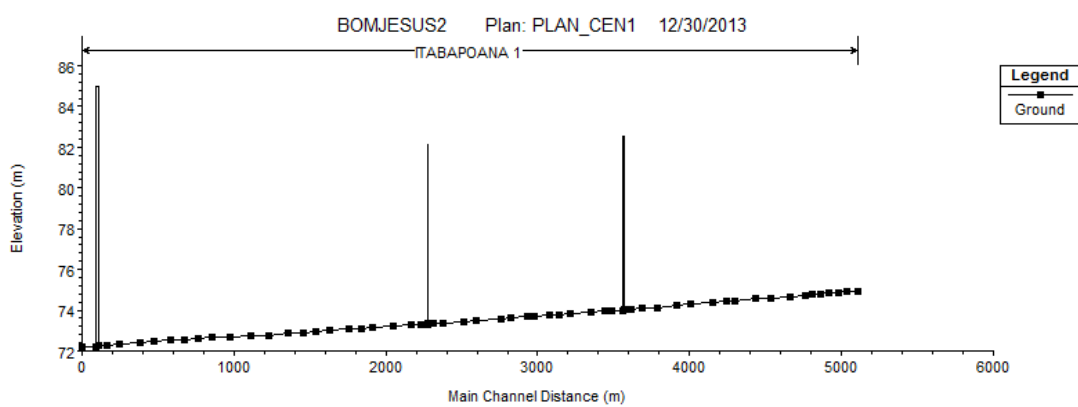


Figura 7-8: Seção longitudinal do leito do Rio Itabapoana após as obras de dragagem e derrocagem, em seu trecho urbano.

Neste cenário, o volume total a ser retirado do leito do Rio Itabapoana (dragagem e derrocagem) será da ordem 300.000 m³. Como não se tem conhecimento exato do quantitativo de rochas no local e considerando que foram observados diversos trechos rochosos no leito do Rio Itabapoana, considerou-se que metade do valor a ser retirado será para derrocagem e a outra metade para dragagem.

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

O valor estimado para o cenário 1 foi de **R\$ 57.000.000,00**.

7.4.2 Cenário 2

O Cenário 2 é caracterizado pela implantação de dois diques de gabião em trechos específicos do Rio Itabapoana para evitar que as águas deste entrem na sede municipal de Bom Jesus do Norte. O dique foi planejado na cota média 83 metros, totalizando uma extensão total de 880 metros.

Com a implantação deste cenário toda a microdrenagem das áreas onde o dique será implantado deverá ser concentrada para um ponto que será dotado de casa de bombas e de comporta “*stop log*”, de modo a evitar que as águas do Rio Itabapoana causem o efeito de remanso dentro do sistema de drenagem da sede municipal de Bom Jesus do Norte, causando o alagamento dos bairros.

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

O valor estimado para o cenário 2 foi de **R\$ 2.700.000,00**.

8 CONCLUSÕES

Como resultado deste trabalho, conclui-se que:

- As cheias do Rio Itabapoana são frequentes e os problemas oriundos das mesmas vêm se agravando devido ao avanço da população para as proximidades de suas margens;
- Os problemas de macrodrenagem do município de Bom Jesus do Norte podem se resumir em: a) dificuldade de gerenciamento de recursos hídricos pela falta de um comitê de bacia; b) presença de obras hidráulicas que alteram o regime hídrico do Rio Itabapoana; c) presença de rochas no leito do Rio Itabapoana; d) acelerado processo de assoreamento e; e) baixa declividade para o escoamento de águas do Rio Itabapoana;
- Observou-se, a partir da modelagem hidráulica, que 180 domicílios estão na área de risco classificada como muito alto (inundação com 5 anos de recorrência);
- Observou-se, ainda, que 430 domicílios são inundados com vazões de 25 anos de recorrência (vazão de projeto);
- A OAE da Rod. Lúcio Moreira e a passarela da Rua Adolfo Pereira, sobre o Rio Itabapoana, não apresentam seção hidráulica para as vazões de 100 anos de recorrência;
- A população de Bom Jesus do Norte tem apresentado crescimento populacional que tende a levar sua população dos atuais 9.476 habitantes (censo de 2010) para 11.069 habitantes em 2030 (com 14,39% de crescimento) e 12.661 (com 25,15% de crescimento) habitantes em 2050. Este crescimento resultará em uma pequena mudança no uso do solo, restringindo-se, principalmente à zona urbana.
- Para uma chuva intensa com período de retorno de 10 anos, prevê-se que a vazão das sub bacias 1, 2, 3 e 4, sofram um incremento de 45,18%, 22,69%, 29,98% e 6,77%, respectivamente;
- Previu-se que a expansão urbana projetada para Bom Jesus do Norte não modificará as manchas de inundação de forma significativa, uma vez que o incremento das vazões em função da redução das taxas de infiltração foi

insignificante para o montante da bacia hidrográfica, por outro lado é importante controlar a drenagem das sub bacias urbanas para evitar problemas de alagamento mais locais;

- Para a solução dos problemas de inundação do município de Bom Jesus do Norte foram propostos dois cenários alternativos.
- O Cenário 1 é caracterizado, principalmente, pela implantação de obras de dragagem e derrocagem do Rio Itabapoana e o seu custo foi estimado em **R\$ 57.000.000,00**;
- O Cenário 2 é caracterizado, principalmente, pela implantação de dois trechos de dique de gabião na margem do Rio Itabapoana dotado de sistema de bombeamento e o seu custo foi estimado em **R\$ 2.700.000,00**.

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, Estudo de Vazões, Modelagem Hidráulica, Diagnóstico das Bacias, Proposição de Cenários, Geoprocessamento, Coordenação Operacional
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 Bom Jesus do Norte-ES no cenário atual (Carta 4).



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

Legenda

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

100 anos (80 ha)	20 anos (65 ha)
50 anos (75 ha)	10 anos (60 ha)
30 anos (71 ha)	5 anos (56 ha)
25 anos (70 ha)	

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

5 anos (180 domicílios)
25 anos (430 domicílios)

Índice Espacial



Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	16/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

Título:
Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a Área
Urbana do Município de Bom Jesus do Norte - 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: 1:6.000 0 75 150 300 m

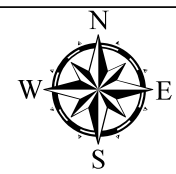
Carta: 4 Local: Bom Jesus do Norte - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO I-a

Contratante: Consórcio:



ANEXO I-b: Mapa de Suscetibilidade à Inundação para o município de Bom Jesus do Norte-ES no cenário atual (Carta 5).



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

Legenda

Suscetibilidade à Inundação Associada ao Tempo de Retorno (Área Molhada)			
100 anos (80 ha)		20 anos (65 ha)	
50 anos (75 ha)		10 anos (60 ha)	
30 anos (71 ha)		5 anos (56 ha)	
25 anos (70 ha)			

Suscetibilidade à Inundação Associada ao Tempo de Retorno (Domicílios Atingidos)
5 anos (180 domicílios)
25 anos (430 domicílios)

Índice Espacial



Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	26/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto:
Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais
Diagnóstico

Título:
Mapa de Suscetibilidade à Inundação para a Área Urbana do Município de Bom Jesus do Norte - 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: 1:6.000
0 75 150 300 m

Carta: 5
Local: Bom Jesus do Norte - ES

Papel: A3
Nº: ANEXO I-b

Contratante: Consórcio:



ANEXO II-a: Mapa de Risco de Inundação para o município de Bom Jesus do Norte-ES no cenário atual (Carta 4).



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

Legenda

Classes de Risco de Inundação

- Risco1: Baixo (tempo de retorno >30 e =100 anos)
- Risco 2: Médio (tempo de retorno >10 e =30 anos)
- Risco3: 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	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto: Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais Diagnóstico

Título: Mapa de Risco de Inundação para a Área Urbana do Município de Bom Jesus do Norte - 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: 1:6.000 0 125 250 m

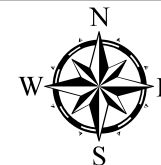
Carta: 4 Local: Bom Jesus do Norte - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO II-a

Contratante: Consórcio:



ANEXO II-b: Mapa de Risco de Inundação para o município de Bom Jesus do Norte-ES no cenário atual (Carta 5).



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

Legenda

Classes de Risco de Inundação

- Risco1: Baixo (tempo de retorno >30 e =100 anos)
- Risco 2: Médio (tempo de retorno >10 e =30 anos)
- Risco3: 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	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto: Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais Diagnóstico

Título: Mapa de Risco de Inundação para a Área Urbana do Município de Bom Jesus do Norte - 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: 1:6.000 0 125 250 m

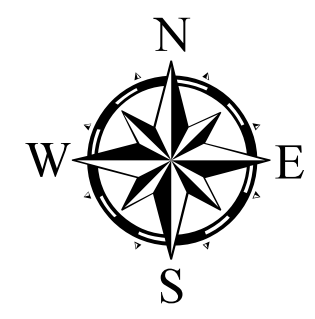
Carta: 5 Local: Bom Jesus do Norte - ES

Papel: A3 Nº: ANEXO II-b

Contratante: Consórcio:



ANEXO III: Mapa de soluções propostas para o município de Bom Jesus do Norte no Cenário 1.



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

Legenda

----- Dragagem/Derrocagem

Documentação e Referências

IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

Ø	Emissão original	30/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto: Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais Diagnóstico

Título: Mapa de Intervenção e Soluções Construtivas de Bom Jesus do Norte - Cenário 01

Responsável técnico:

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

Elaboração:

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

Escala: 1:5.000 0 75 150 300 m

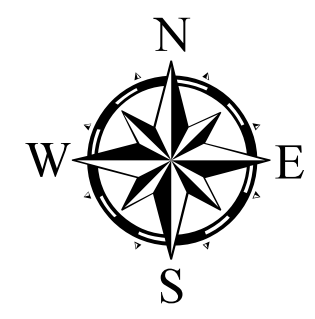
Folha: 01 de 01 Local: Bom Jesus do Norte - ES

Papel: A2 Nº: ANEXO III

Contratante: Consórcio:



ANEXO IV: Mapa de soluções propostas para o município de Bom Jesus do Norte no Cenário 2.



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

Legenda

----- Dique

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

Ø	Emissão original	30/12/2013
REV	DESCRIÇÃO	DATA

Projeto: Plano Diretor de Águas Pluviais/ Fluviais Diagnóstico

Título: Mapa de Intervenção e Soluções Construtivas de Bom Jesus do Norte - Cenário 02

Responsável técnico:

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

Elaboração:

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

Escala: 1:5.000 0 75 150 300 m

Folha: 01 de 01 Local: Bom Jesus do Norte - ES

Papel: A2 Nº: ANEXO IV

Contratante: Consórcio:

