



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL - SDC
DIRETORIA DE RESPOSTA AOS DESASTRES
GERÊNCIA DE OPERAÇÕES E ASSISTÊNCIA



**ELABORAÇÃO DE ESTUDOS E PROJETOS PARA A
CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE CONTENÇÃO
DE CHEIAS NO RIO ITAJAÍ MIRIM A MONTANTE DA
CIDADE DE BOTUVERÁ/SC**

TOMO II – RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS

**PARTE A – ESTUDOS E PROJETOS
DE ENGENHARIA**

PARTE B – ESTUDOS AMBIENTAIS

**Consórcio: IGUATEMI - Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda.
KL – Serviços de Engenharia S.A.**

ABRIL - 2014



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL - SDC
DIRETORIA DE RESPOSTA AOS DESASTRES
GERÊNCIA DE OPERAÇÕES E ASSISTÊNCIA



ELABORAÇÃO DE ESTUDOS E PROJETOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE CONTENÇÃO DE CHEIAS NO RIO ITAJAÍ MIRIM A MONTANTE DA CIDADE DE BOTUVERÁ/SC

ESTUDOS BÁSICOS

PARTE A – ESTUDOS E PROJETOS DE ENGENHARIA

**Consórcio: IGUATEMI - Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda.
KL – Serviços de Engenharia S.A.**

ABRIL - 2014

SUMARIO

SUMARIO

1.	APRESENTAÇÃO.....	05
1.1.	Introdução	07
1.2.	Mapa de Situação.....	09
2.	ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO EXISTENTE.....	11
2.1.	Generalidades	12
2.2.	Cartografia.....	12
2.3.	Geologia	13
2.4.	Pluviometria e Pluviometria	14
2.5.	Socioeconômica e ambiental.....	17
2.6.	Outros usos da água	18
2.7.	Planejamento regional.....	24
2.8.	Estudos da JICA.....	25
3.	HIDROLOGIA E METEREOLOGIA.....	31
3.1.	Introdução	32
3.2.	Caracterização da bacia hidrográfica	32
3.3.	Estudo de regime médio.....	44
3.4.	Hidrologia aplicada	51
3.5.	Estudo de cheias	51
3.6.	Estudo de chuvas intensas.....	54
3.7.	Tempo de concentração.....	64
3.8.	Ventos	64
4.	TOPOGRAFIA E CARTOGRAFIA	65
4.1.	Levantamentos de campo na etapa de estudos preliminares	66
4.2.	Implantação dos marcos de apoio básico	66
4.3.	Transporte de coordenadas e altitude dos marcos oficiais.....	66
4.4.	Seções transversais e perfil da linha da água	68
4.5.	Equipamentos e programas	71

5.	GEOLOGIA E GEOTECNIA.....	72
5.1.	Geologia regional	73
5.2.	Geologia local.....	84
5.3.	Levantamentos realizados.....	86
6.	ESTUDOS DE ALTERNATIVAS.....	87
6.1.	Alternativas propostas	88
6.2.	Aspectos técnicos.....	89
6.3.	Aspectos geológicos e geotécnicos.....	90
6.4.	Avalização ambiental de alternativas locacionais para eixo de barramento....	120
6.5.	Estudo de alternativas de arranjo para o eixo selecionado	128
6.6.	Itemização do orçamento	130
6.7.	Critérios gerais	130
6.8.	Conclusões	133
7.	REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA.....	134
	APÊNDICE A – SÉRIES DE VAZÕES PARA A ESTAÇÃO BASE.....	139
A.1	Vazões medias mensais	140
A.2	Vazões máximas anuais	149
A.3	Vazões mínimas	150
	APÊNDICE B – SONDAGENS GEOFÍSICAS.....	151
Anexo A	- Monografia dos Vertices Geodésicos (Fonte IBGE).....	185
Anexo B	- Relatório de Processamento e Monografia da Base IG01.....	192
Anexo C	- Relatórios de Processamento e Monografias dos Marcos	195

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O presente relatório, intitulado TOMO II – RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS, é parte integrante dos Estudos de Engenharia para OBRAS DE CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE CONTENÇÃO DE CHEIAS NO RIO ITAJAÍ MIRIM A MÔNTANTE DA CIDADE DE BOTUVERÁ/SC.

O relatório foi elaborado pelas empresas IGUATEMI - Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda e KL – Serviços de Engenharia S.A. em conformidade com o Contrato celebrado com a Secretaria de Estado da Defesa Civil, cujos elementos principais estão relacionados a seguir.

Número do Contrato :	021/2013
Data de Assinatura do Contrato :	31/10/2013
Número da Ordem de Serviço :	62/2013/SDC
Data de Assinatura da Ordem de Serviço :	01/11/2013
Prazo Contratual :	365 dias



KL ENGENHARIA



CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Este Relatório apresenta os serviços realizados na etapa de Estudos Básicos do Projeto das OBRAS DE CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE CONTENÇÃO DE CHEIAS NO RIO ITAJAÍ MIRIM A MONTANTE DA CIDADE DE BOTUVERÁ/SC. Descreve os dados secundários obtidos, levantamentos realizados, estudos desenvolvidos sobre as informações disponíveis, nas áreas de topografia, geologia e geotecnia, hidrologia, hidráulica, meio ambiente, dimensionamento de estruturas e orçamentação.

Nesta etapa dos serviços, foram desenvolvidos levantamentos de campo nas áreas de topografia, geologia e meio ambiente, bem como estudos complementares, que incluíram o levantamento de dados adicionais nas áreas de hidrologia, meteorologia e meio ambiente, utilizados para formar a base necessária para o desenvolvimento dos Estudos Básicos, que subsidiaram os estudos de alternativas locais para a Barragem de Botuverá.

Para as alternativas locais identificadas nas etapas anteriores dos serviços, foram desenvolvidos, a partir de estudos básicos nas áreas de topografia, prospecção geológica e geotécnica, hidrologia e hidráulica, os estudos de concepção de alternativas de arranjos.

Para cada alternativa de arranjo, além dos estudos de regularização para determinação do volume de acumulação necessário para o reservatório, realizaram-se estudos para dimensionamento hidráulico das estruturas de desvio, e dos órgãos de descarga permanente, representados pela válvula dispersora para descarga das vazões regularizadas para o leito do rio a jusante, da descarga de fundo dotada de comporta radial, da descarga intermediária, representada por uma adufa dotada de uma comporta vazão, e do vertedouro de soleira livre sobre a crista da barragem.

Foram ainda determinadas as áreas atingidas pelo reservatório nas seguintes situações: nível de água normal, com volume de armazenamento máximo, com vazão natural afluente igual à vazão regularizada; e nível de água excepcional, com nível de água correspondente à cheia de dimensionamento do vertedouro.

As três alternativas de arranjo foram comparadas entre si, considerando para tanto os aspectos técnicos, orçamentos, impactos socioambientais resultantes da implantação das obras e do reservatório a ser formado, condições geológicas de fundação, e capacidade de regularização de vazões.

Ao final da etapa de Estudos Básicos, foi possível concluir, com base nas informações disponíveis e estudos realizados, quanto à factibilidade do empreendimento proposto, e selecionar, dentre as alternativas locais identificadas, a melhor alternativa para implantação da obra e prosseguimento na etapa de Projeto Básico.

Os estudos realizados e as conclusões obtidas são apresentados nos itens que seguem neste relatório.



KL ENGENHARIA



MAPA DE SITUAÇÃO

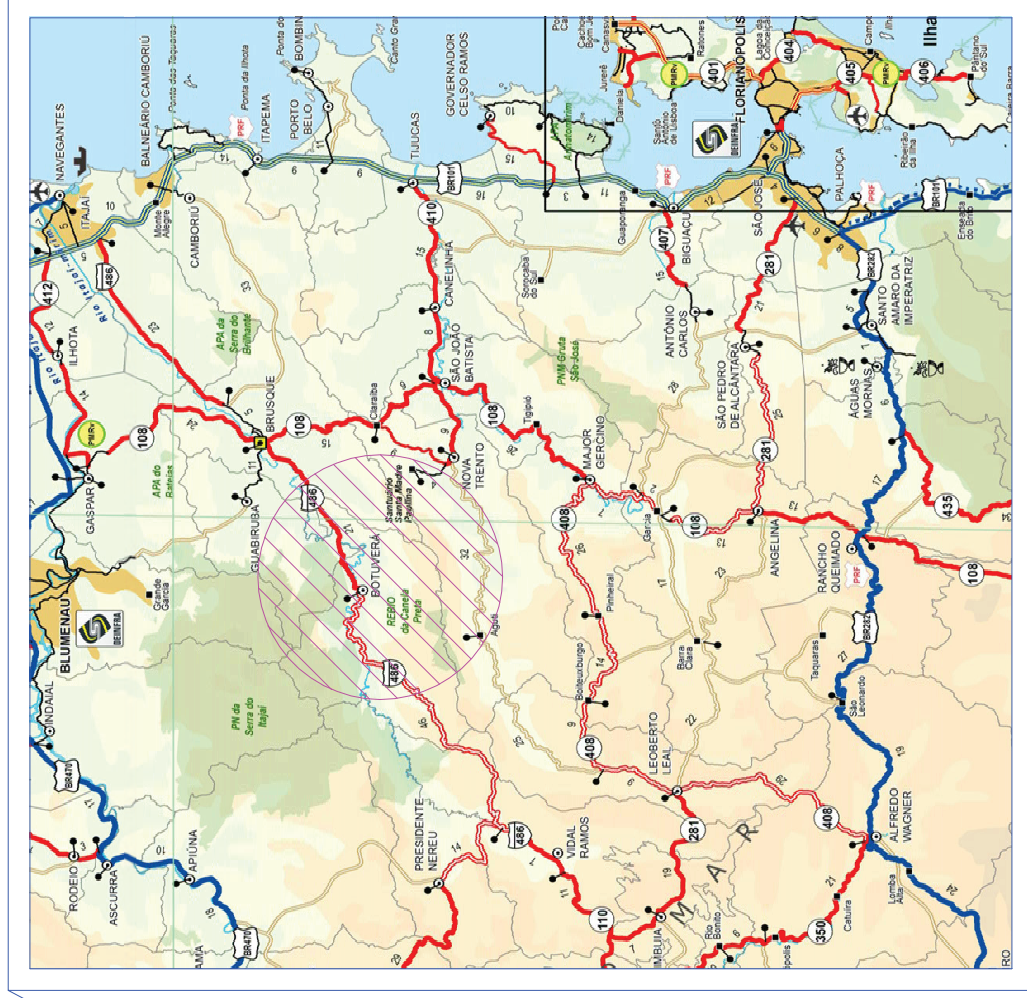
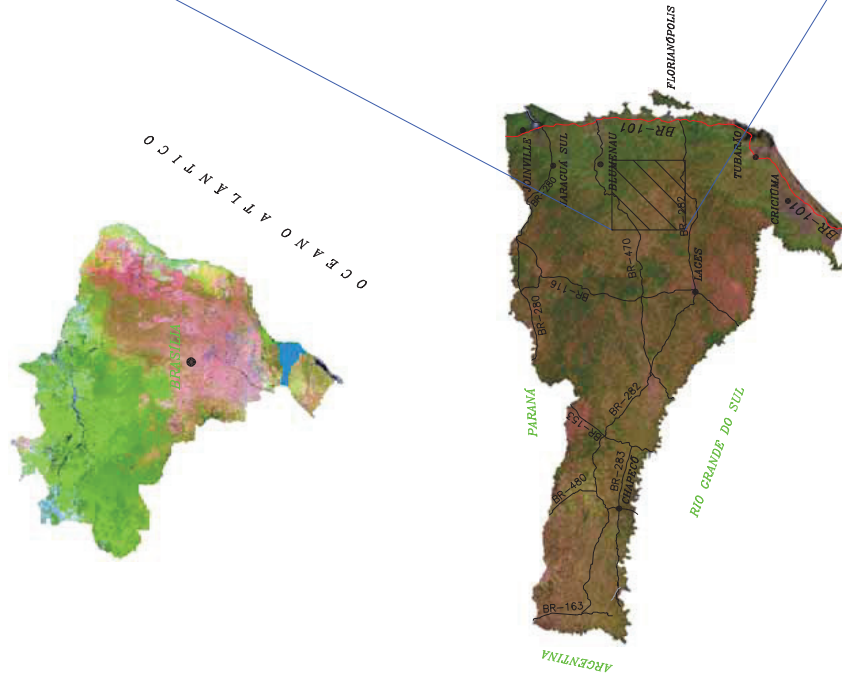


ESTADO DE SANTA CATARINA

SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL - SDC

DIRETORIA DE RESPOSTA AOS DESASTRES

GERÊNCIA DE OPERAÇÕES E ASSISTÊNCIA



LOCAL DA BARRAGEM

Elaborado por:



SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL - SDC	10
PROJETO DE BARRAGEM DE CONTENÇÃO DE CHEIAS DO RIO ITAJAÍ MIRIM	MAPA DE SITUAÇÃO
ESCALA: 1/50000	DATA: DEZEMBRO/2013
	FOLHA: 01



KL ENGENHARIA



CAPÍTULO 2 – ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO EXISTENTE



2. ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO EXISTENTE

2.1. Generalidades

A primeira etapa dos trabalhos consistiu na identificação, coleta e análise preliminar das informações básicas e documentos existentes, que incluiu a revisão dos estudos anteriores sobre a bacia e dos dados básicos nas áreas de cartografia (topografia), geologia, hidrologia e captação de água para abastecimento, necessários para subsidiar os estudos de escolha do melhor eixo (local) para implantação da obra e o seu correto dimensionamento.

Foram utilizados e/ou consultados os documentos a seguir descritos, disponíveis antes mesmo dos serviços de campo especificados para este Projeto Básico.

Em particular, se mostraram de grande relevância para o desenvolvimento dos estudos as referências disponibilizadas pelo Governo do Estado de Santa Catarina, representadas por dados topográficos e ortofotocartas na escala 1/10.000 do Governo do Estado de Santa Catarina, bem como todo material bibliográfico do Estudo Preparatório para o Projeto de Prevenção e Mitigação de Desastres na Bacia do Rio Itajaí, elaborado pela Agência de Cooperação Internacional do Japão - JICA, em cooperação técnica com o Governo de Santa Catarina.

Da mesma forma, os dados e informações disponibilizados pela Secretaria de Defesa Civil, EPAGRI e Prefeituras Municipais, conforme descritos adiante neste documento, são fundamentais para o adequado desenvolvimento dos trabalhos,

2.2. Cartografia

Os dados cartográficos disponíveis para a região, utilizados como base para a elaboração dos estudos, são:

Cartografia Básica (do IBGE – Diretoria de Geodésia e Cartografia): Cartas na escala 1:50.000 - folhas:

BOTUVERÁ (SC)

Secretaria de Planejamento da Presidência da República
 IBGE – Diretoria de Geodésia e Cartografia
 Superintendência de Cartografia
 FOLHA SG-22-Z-D-I-2
 Escala: 1: 50.000
 Equidistância das curvas de nível 20m em 20m

BRUSQUE (SC)

Secretaria de Planejamento da Presidência da República
 IBGE – Diretoria de Geodésia e Cartografia
 Superintendência de Cartografia
 FOLHA SG-22-Z-D-II-1
 Escala: 1: 50.000
 Equidistância das curvas de nível 20m em 20m

AGUTI (SC)

Secretaria de Planejamento da Presidência da República
 IBGE – Diretoria de Geodésia e Cartografia
 Superintendência de Cartografia
 FOLHA SG-22-Z-D-I-4
 Escala : 1: 50.000
 Equidistância das curvas de nível 20m em 20m

APIÚNA (SC)

Secretaria de Planejamento da Presidência da República
 IBGE – Diretoria de Geodésia e Cartografia
 Superintendência de Cartografia
 FOLHA SG-22-Z-D-I-1
 Escala : 1: 50.000
 Equidistância das curvas de nível 20m em 20m

VIDAL RAMOS (SC)

Secretaria de Planejamento da Presidência da República
 IBGE – Diretoria de Geodésia e Cartografia
 Superintendência de Cartografia
 FOLHA SG-22-Z-D-I-3
 Escala : 1: 50.000
 Equidistância das curvas de nível 20m em 20m

ALFREDO WAGNER (SC)

Secretaria de Planejamento da Presidência da República
 IBGE – Diretoria de Geodésia e Cartografia
 Superintendência de Cartografia
 FOLHA SG-22-Z-D-IV-1
 Escala : 1: 50.000
 Equidistância das curvas de nível 20m em 20m

Além destes elementos cartográficos, subsidiaram a realização dos estudos a Aerofotogrametria e Mapeamento Planialtimétrico de Santa Catarina, elaborada pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável – SDS, em escala 1:10.000, com precisão de até 39 cm, segundo estimativa da SDS.

Estas ortofotocartas proporcionam uma base adequada e suficiente para o desenvolvimento dos estudos de alternativas de arranjo das estruturas e de dimensionamento do reservatório.

2.3. Geologia

Para subsidiar a elaboração dos estudos geológicos que servirão de base para o desenvolvimento do projeto da Barragem de Botuverá foi realizada uma extensa pesquisa

bibliográfica, através da qual se puderam identificar as referências bibliográficas relevantes para o estudo proposto.

Para tanto, adquiriu-se o seguinte material:

- Manuais, textos, teses e descrições geológicas das ocorrências da bacia do rio Itajaí;
- Cartas topográficas na escala 1:50.000 referentes às folhas SG-22-Z-D-I-2 – Botuvera, SG-22-Z-D-II-1 – Brusque e SG-22-Z-D-I-4 – Aguti;
- Fotografias aéreas convencionais, em preto-e-branco, na escala 1:25.000, do levantamento do Estado de Santa Catarina executado pelos Serviços Aéreos Cruzeiro do Sul S/A, 1973, utilizadas na fotogeologia por meio da análise geológica de pares estereoscópicos;
- Ortofotocartas da bacia do rio Itajaí;
- Imagens de satélite Google Earth na forma digital.

2.4. Fluviometria e pluviometria

No rio Itajaí-mirim, existem 4 (quatro) estações fluviométricas para a quais a Agência Nacional de Águas – ANA disponibiliza em sua plataforma hidroweb (<http://hidroweb.ana.gov.br/>) histórico de registros de dados consistidos de vazões e níveis de água, abrangendo períodos variáveis, entre os anos de 1929 e 2007, porém com grandes falhas nos registros. A consistência destas séries de dados foi verificada, o que permitiu sua utilização como base para a realização dos estudos.

Para a caracterização climática da bacia, determinação do regime de ventos, temperaturas, determinação dos seus índices físicos e regime pluviométrico, foram selecionadas além das estações pluviométricas da ANA, as estações climatológicas operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Os Quadros a seguir mostram as estações consideradas e o período disponível de dados em cada uma delas.

Quadro 2.1 - ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS NA ÁREA DE ESTUDO

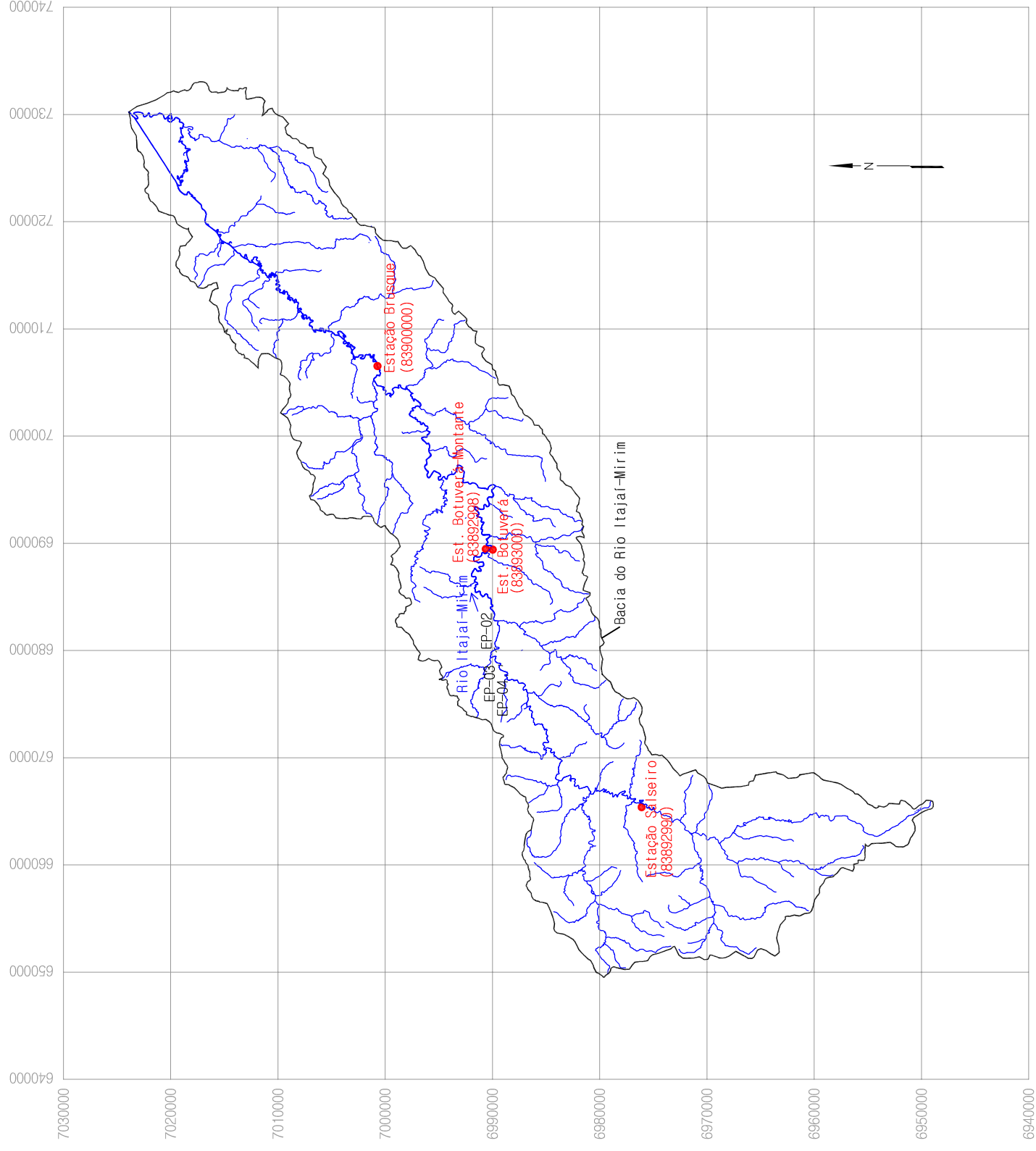
ESTAÇÃO	RESPONSÁVEL	NOME	MUNICÍPIO	COORDENADAS	
				LAT. W	LONG. S
02748000	ANA	BRUSQUE	BRUSQUE	27° 6' 2"	48° 55' 4"
02749033	ANA	VIDAL RAMOS	VIDAL RAMOS	27° 23' 33"	49° 21' 56"
02749038	ANA	BOTUVERA	BOTUVERÁ	27° 11' 0"	49° 4' 0"
02749046	ANA	SALSEIRO	VIDAL RAMOS	27° 19' 55"	49° 19' 42"
02748008	INMET	CAMBORIU	CAMBORIU	27° 1' 0"	48° 39' 0"
02748014	INMET	BRUSQUE	BRUSQUE	27° 5' 0"	48° 56' 0"

Para cada estação pluviométrica e climatológica foram obtidas as seguintes informações (conforme disponibilidade):

- fichas descritivas das estações;
- histórico precipitações diárias;
- evaporação e evapotranspiração;
- direção e intensidade dos ventos.

Quadro 2.2 - ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS NA ÁREA DE ESTUDO

POSTO	NOME	RIO	ÁREA DE DRENAGEM (km ²)	PERÍODO DE DADOS	
				INICIO	FIM
83892990	Salseiro	Itajaí-mirim	286	12/1987	04/2006
83892998	Botuvera Montante	Itajaí-mirim	794	06/1986	12/2007
83893000	Botuvera	Itajaí-mirim	836	02/1978	08/1992
83900000	Brusque	Itajaí-mirim	1210	06/1929	11/2006



LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS E FLUVIOMÉTRICAS
1:500.000



Para cada estação fluviométrica foram obtidas as seguintes informações:

- resumo de medições de descarga líquida;
- fichas descritivas das estações;
- levantamentos das seções transversais; e
- histórico das cotas médias diárias;
- histórico de vazões, com dados brutos e consistidos, quando disponíveis.

Estas estações são operadas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI.

Os dados correspondentes aos períodos de dados posteriores aos disponibilizados pela página da ANA (2006 / 2007) foram solicitados formalmente à EPAGRI, que em 04/02/2014 gentilmente cedeu os dados solicitados pelo Consórcio, para utilização nos presentes estudos.

Estes dados foram disponibilizados em forma bruta (não consistidos), e incluem históricos de alturas pluviométricas, cotas medidas nas estações fluviométricas, medições de sedimentos e medições de vazão. Para sua utilização como referência para a elaboração dos estudos, foram submetidos a análises de consistência, de modo a obter séries de dados adequadas para as análises estatísticas necessárias.

2.5. Socioeconômica e ambiental

Para a realização da caracterização sócio-econômica e ambiental das áreas de influência direta e indireta da Barragem de Botuverá, foram levantadas informações junto às Prefeituras dos municípios atingidos, ao Governo de Santa Catarina, ao IBGE e demais instituições mantenedoras de bancos de dados sociais, econômicos e ambientais.

Foram coletados dados relativos à população, escolaridade, saúde, condições sociais e econômicas da população, principais atividades econômicas, serviços de infra-estrutura, equipamentos urbanos, sistema viário e de transportes.

Estas informações, aliadas aos levantamentos de campo e entrevistas com moradores, servirão de base para o desenvolvimento dos estudos socioeconômicos.

Com relação à caracterização do meio biótico, foram coletadas informações foi realizada a primeira campanha de coleta de dados nas áreas de influência direta das alternativas de barramentos e área de alague estudadas.

As áreas destinadas à implantação do desvio do rio, barramento e área de alague foram percorridas em toda sua extensão com a finalidade de observação e registros de campo, onde procurou-se levantar a situação ecológica e a diversidade biológica da vegetação.

O levantamento quali-quantitativo procurou detalhar as espécies de hábito arbóreo, sendo que as espécies de hábito arbustivo ou inferior, mesmo as lenhosas e semi-lenhosas, foram consideradas apenas como presentes nas áreas, com sua devida identificação.



As espécies não identificadas in loco foram coletadas e identificadas posteriormente com a ajuda de bibliografia específica. Os dados de campo foram depois confrontados com a bibliografia disponível, anteriormente obtida, para análise e discussão.

2.6. Outros usos da água

2.6.1. Água para abastecimento

Para analisar a viabilidade e dimensionar o volume de reservatório necessário para armazenamento de água para abastecimento, foram consultados os órgãos responsáveis pelo abastecimento de água e tratamento de esgotos dos municípios localizados às margens do rio no trecho em estudo, de maneira a obter o panorama do uso da água na região.

Desta forma, consultou-se as Prefeituras e operadores terceirizados dos municípios integrantes da Bacia, para obtenção das informações sobre as necessidades de água para abastecimento urbano.

O município de Brusque coleta água para abastecimento urbano em um ponto do rio Itajaí-mirim, e tem em fase de implantação uma nova captação. Para este município, foi contatado o SAMAE, que cedeu cópia do Plano municipal de saneamento básico de Brusque – SC: sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, elaborado pela empresa Bureau de Soluções Ambientais e concluído em Outubro 2012.

Este documento a projeção de crescimento da necessidade de produção de água até o ano 2041, conforme detalha o Quadro a seguir. Observa-se que há necessidade de incremento de cerca de 82% na produção de água no período do Plano.

O município de Itajaí também coleta água para abastecimento urbano no rio Itajaí-mirim. Para este município, foi contatado a SEMASA, empresa responsável pelos serviços de água e esgoto no município, que forneceu os dados de captação de água na captação de água do São Roque, com as projeções de crescimento da demanda para o período 2013 até 2043, as quais foram apresentadas pela empresa e constam do Quadro resumo a seguir.

Quadro 2.3 – ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE PRODUÇÃO DE ÁGUA - BRUSQUE¹

Período do Plano (anos)	Ano	População (hab)	Índice de Atendimento Sistema Público	População Atendida (hab)	Vazão Média (L/s)	Índice de Perdas (%)	Vazão de Perdas (L/s)	Vazão Total Diária (L/s)	Vazão Máxima Diária (L/s)	Produção Existente (L/s)	Déficit de água (l/s)	Demanda adicional de água (l/s)
1	2012	109.351	89,64%	98.022	232,33	24%	73,37	305,70	352,17	358,40	-52,70	0,00
2	2013	113.092	90,00%	101.783	240,85	24%	76,06	316,91	365,08	358,40	-41,49	0,00
3	2014	116.812	92,00%	107.467	253,90	24%	80,18	334,07	384,85	358,40	-46,33	22,00
4	2015	120.498	92,57%	111.545	262,75	24%	82,97	345,72	398,27	380,40	-115,68	81,00
5	2016	124.140	94,00%	116.692	274,86	23%	82,10	356,96	411,93	461,40	-104,44	0,00
6	2017	127.735	94,58%	120.812	283,76	23%	84,76	368,52	425,27	461,40	-102,88	10,00
7	2018	131.280	96,00%	126.029	296,02	23%	88,42	384,44	443,65	471,40	-86,96	0,00
8	2019	134.774	96,59%	130.176	304,94	22%	86,01	390,95	451,94	471,40	-80,45	0,00
9	2020	138.217	98,00%	135.453	317,33	22%	89,50	406,83	470,30	471,40	-72,57	8,00
10	2021	141.610	98,60%	139.621	326,26	22%	92,02	418,28	483,53	479,40	-61,12	0,00
11	2022	144.953	100,00%	144.953	338,76	21%	90,05	428,81	496,56	479,40	-80,59	30,00
12	2023	148.250	100,00%	148.250	346,06	21%	91,99	438,06	507,27	509,40	-75,34	4,00
13	2024	151.500	100,00%	151.500	353,26	21%	93,90	447,16	517,81	513,40	-66,24	0,00
14	2025	154.707	100,00%	154.707	360,34	21%	95,79	456,13	528,20	513,40	-57,27	0,00
15	2026	157.871	100,00%	157.871	367,33	20%	91,83	459,16	532,62	513,40	-54,24	0,00
16	2027	160.994	100,00%	160.994	374,21	20%	93,55	467,76	542,61	513,40	-115,64	70,00
17	2028	164.079	100,00%	164.079	381,00	20%	95,25	476,25	552,46	583,40	-107,15	0,00
18	2029	167.126	100,00%	167.126	387,71	19%	90,94	478,65	556,19	583,40	-104,75	0,00
19	2030	170.138	100,00%	170.138	394,32	19%	92,50	486,82	565,68	583,40	-96,58	0,00
20	2031	173.115	100,00%	173.115	400,85	19%	94,03	494,88	575,05	583,40	-88,52	0,00
21	2032	176.059	100,00%	176.059	407,31	18%	89,41	496,72	578,18	583,40	-86,68	0,00
22	2033	178.971	100,00%	178.971	413,69	18%	90,81	504,50	587,24	583,40	-78,90	0,00
23	2034	181.854	100,00%	181.854	420,00	18%	92,19	512,19	596,19	583,40	-71,21	0,00
24	2035	184.707	100,00%	184.707	426,23	18%	93,56	519,80	605,04	583,40	-67,60	4,00
25	2036	187.532	100,00%	187.532	432,40	18%	94,92	527,32	613,80	587,40	-60,08	0,00
26	2037	190.331	100,00%	190.331	438,51	17%	89,82	528,33	616,03	587,40	-63,07	4,00
27	2038	193.104	100,00%	193.104	444,56	17%	91,05	535,61	624,52	591,40	-55,79	0,00
28	2039	195.851	100,00%	195.851	450,54	17%	92,28	542,82	632,93	591,40	-48,58	0,00
29	2040	198.575	100,00%	198.575	456,47	17%	93,49	549,96	641,26	591,40	-41,44	0,00
30	2041	201.276	100,00%	201.276	462,34	17%	94,70	557,04	649,51	591,40	-34,36	0,00
											Total	233,00

¹ FONTE: BRUSQUE, 2012.

Quadro 2.4 – ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE PRODUÇÃO DE ÁGUA - ITAJAÍ²

ANO	VAZÃO MÁXIMA INSTANTÂNEA (l/s)	VOLUME DIÁRIO ESTIMADO (m³)
2013	1.000	86.400
2014	1.030	88.992
2015	1.061	91.662
2016	1.093	94.412
2017	1.126	97.244
2018	1.159	100.161
2019	1.194	103.166
2020	1.230	106.261
2021	1.267	109.449
2022	1.305	112.732
2023	1.344	116.114
2024	1.384	119.598
2025	1.426	123.186
2026	1.469	126.881
2027	1.513	130.688
2028	1.558	134.608
2029	1.605	138.647
2030	1.653	142.806
2031	1.702	147.090
2032	1.754	151.503
2033	1.806	156.048
2034	1.860	160.729
2035	1.916	165.551
2036	1.974	170.518
2037	2.033	175.633
2038	2.094	180.902
2039	2.157	186.329
2040	2.221	191.919
2041	2.288	197.677
2042	2.357	203.607
2043	2.427	209.715

Por sua vez, o município de Botuverá, cujo sistema de água e esgoto é operado pela CASAN, não capta água diretamente do rio Itajaí-mirim, mas sim de poço profundo. Segundo informações da própria CASAN, são atendidas cerca de 250 ligações, com uma vazão de 4 litros por segundo. Ainda segundo a empresa, devido à reduzida população do município e número limitado de consumidores, não seria viável substituir o sistema existente por captação de água de superfície no rio Itajaí-mirim.

² FONTE: SEMASA.

Ainda assim, as necessidades futuras de água bruta para abastecimento para o município de Botuverá serão consideradas no dimensionamento do volume do reservatório, considerando-se para o cálculo da expansão da demanda as taxas médias de crescimento adotadas pelos demais municípios usuários de água na bacia – resultando, portanto, para Botuverá, na estimativa apresentada no Quadro a seguir.

Quadro 2.5 – ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE PRODUÇÃO DE ÁGUA - BOTUVERÁ³

ANO	VAZÃO MÁXIMA INSTANTÂNEA (l/s)	VOLUME DIÁRIO ESTIMADO (m ³)
2013	4	346
2014	4	356
2015	4	367
2016	4	378
2017	5	389
2018	5	401
2019	5	413
2020	5	425
2021	5	438
2022	5	451
2023	5	464
2024	6	478
2025	6	493
2026	6	508
2027	6	523
2028	6	538
2029	6	555
2030	7	571
2031	7	588
2032	7	606
2033	7	624
2034	7	643
2035	8	662
2036	8	682
2037	8	703
2038	8	724
2039	9	745
2040	9	768
2041	9	791
2042	9	814
2043	10	839

Além dos municípios de Botuverá, Brusque e Itajaí, localizados ao longo do rio Itajaí Mirim a jusante da barragem proposta, considerou-se também a projeção de demanda de água

³ FONTE: CONSUMO ATUAL – CASAN; PROJEÇÃO DO CONSUMO – ESTIMATIVA DO CONSÓRCIO.

para abastecimento da cidade de Balneário Camboriú, vizinha à bacia, onde há grandes dificuldades para obtenção dos volumes necessários para abastecimento urbano.

Quadro 2.6 – PROJEÇÃO DA DEMANDA MÁXIMA DE ÁGUA EM BALNEÁRIO CAMBORIÚ⁴

Ano	População Total (hab)	Vazão Máxima Diária (L/s)	Vazão Máxima Horária (L/s)	Vazão Média (L/s)
2010	908.107	1891,89	2837,83	1576,57
2013	912.366	1900,76	2851,15	1583,97
2014	915.954	1908,24	2862,36	1590,20
2015	919.117	1914,83	2872,24	1595,69
2016	921.948	1920,73	2881,09	1600,60
2017	924.515	1926,07	2889,11	1605,06
2018	926.865	1930,97	2896,45	1609,14
2019	929.034	1935,49	2903,23	1612,91
2020	931.051	1939,69	2909,53	1616,41
2021	932.936	1943,62	2915,43	1619,68
2022	934.708	1947,31	2920,96	1622,76
2023	936.380	1950,79	2926,19	1625,66
2024	937.963	1954,09	2931,14	1628,41
2025	939.468	1957,23	2935,84	1631,02
2026	940.903	1960,21	2940,32	1633,51
2027	942.273	1963,07	2944,60	1635,89
2028	943.587	1965,81	2948,71	1638,17
2029	944.847	1968,43	2952,65	1640,36
2030	946.059	1970,96	2956,44	1642,46
2031	947.227	1973,39	2960,09	1644,49
2032	948.355	1975,74	2963,61	1646,45

A partir destas informações, foi gerada uma projeção global da necessidade de expansão do produção de água bruta para atendimento aos municípios considerados, a qual é apresentada no Quadro a seguir.

⁴ FONTE: EMASA, 2012.

Quadro 2.7 – PROJEÇÃO CONJUNTA DA DEMANDA DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO URBANO⁵

ANO	VAZÃO MÉDIA ESTIMADA (m ³ /s)				
	BOTUVERÁ	BRUSQUE	ITAJAÍ	BALNEÁRIO	TOTAL
2013	0,00	0,32	1,00	1,58	2,90
2014	0,00	0,33	1,03	1,59	2,96
2015	0,00	0,35	1,06	1,60	3,01
2016	0,00	0,36	1,09	1,60	3,05
2017	0,00	0,37	1,13	1,61	3,10
2018	0,00	0,38	1,16	1,61	3,16
2019	0,00	0,39	1,19	1,61	3,20
2020	0,00	0,41	1,23	1,62	3,26
2021	0,01	0,42	1,27	1,62	3,31
2022	0,01	0,43	1,30	1,62	3,36
2023	0,01	0,44	1,34	1,63	3,41
2024	0,01	0,45	1,38	1,63	3,47
2025	0,01	0,46	1,43	1,63	3,52
2026	0,01	0,46	1,47	1,63	3,57
2027	0,01	0,47	1,51	1,64	3,62
2028	0,01	0,48	1,56	1,64	3,68
2029	0,01	0,48	1,60	1,64	3,73
2030	0,01	0,49	1,65	1,64	3,79
2031	0,01	0,49	1,70	1,64	3,85
2032	0,01	0,50	1,75	1,65	3,90
2033	0,01	0,50	1,81	1,65	3,97
2034	0,01	0,51	1,86	1,65	4,03
2035	0,01	0,52	1,92	1,65	4,10
2036	0,01	0,53	1,97	1,65	4,16
2037	0,01	0,53	2,03	1,66	4,22
2038	0,01	0,54	2,09	1,66	4,29
2039	0,01	0,54	2,16	1,66	4,37
2040	0,01	0,55	2,22	1,66	4,44
2041	0,01	0,56	2,29	1,66	4,52

Estas informações foram utilizadas para o dimensionamento do volume de armazenamento no reservatório para atendimento às demandas dos municípios relacionados.

⁵ FONTE: CONSUMO ATUAL – INFORMAÇÕES DOS ESTUDOS DOS MUNICÍPIOS E CASAN; PROJEÇÃO DO CONSUMO – ESTIMATIVA DO CONSÓRCIO.

2.6.2. Potencial hidrelétrico

O rio Itajaí-mirim apresenta um desnível total de cerca de 1000 m, desde sua nascente na Fazenda do Céu, entre os municípios de Vidal Ramos e Imbuia, até sua foz no rio Itajaí-açu, já na cidade de Itajaí, drenando uma bacia hidrográfica com área total de 1677 km².

Seu potencial hidrelétrico aproveitável é estimado preliminarmente em cerca de 10 MW, porém ainda não existem estudos de inventário hidrelétrico aprovados pela ANEEL para o rio Itajaí-mirim.

Através de informações obtidas junto à ANEEL, identificou-se que a bacia do rio Itajaí-mirim foi objeto de dois estudos de inventário hidrelétrico, que atualmente se encontram em análise. Estes estudos foram realizados pela empresa Ambras Incorporadora e Participações Ltda. (Processo ANEEL nº 48500.000424/2010-40) e pela empresa Dobrevê Energia Ltda. (Processo ANEEL nº 48500.007228/2009-62). Ambos os estudos se encontram atualmente em análise, aguardando a aprovação da ANEEL.

É importante que a Secretaria de Defesa Civil informe à ANEEL sobre a elaboração do Projeto para implantação da Barragem de Botuverá com objetivo de proteção contra enchentes e abastecimento de água, e recomendar à ANEEL que não aprove nenhum projeto para aproveitamento do potencial hidrelétrico do rio Itajaí-mirim antes da conclusão dos estudos e projetos para a barragem de contenção de enchentes ora em estudo.

2.7. Planejamento regional

Foram obtidos, junto a todas as prefeituras dos municípios atingidos, direta ou indiretamente, pelo empreendimento, os planos diretores que definem o regramento para uso e ocupação do solo.

O município de Botuverá, em cuja área territorial estarão integralmente localizadas as áreas de alague e das estruturas, conta com um Plano Diretor instituído pela Lei Complementar Nº 03/2006, de 11 de outubro de 2006.

O Plano Diretor do município de Vidal Ramos foi instituído pela Lei Complementar Nº 028, de 15 de outubro de 2008.

O município de Brusque por sua vez teve seu Plano Diretor instituído, sob a forma de Código de Zoneamento e Uso do Solo, através da Lei Complementar Nº 136, de 23 de dezembro de 2008.

Todos estes elementos serão utilizados para definir as restrições incidentes sobre as futuras obras de implantação da barragem e suas estruturas auxiliares.

2.8. Estudos da JICA

2.8.1. Concepção geral das intervenções no Itajaí Mirim

O Rio Itajaí Mirim é o principal afluente do Rio Itajaí, está localizado a montante da cidade de Itajaí e seu canal tem largura variável entre 50 m e 80 m. Próximo a sua foz, Município de Itajaí, este rio é dividido em dois braços: Canal retificado (obra implantada para escoamento rápido das enchentes) e Mirim antigo, os quais, logo antes da confluência com o Rio Itajaí-Açu, confluem novamente.

O presente texto tem como objetivo apresentar as soluções propostas, pela Equipe de Estudo da JICA, para os problemas de inundações registrados na bacia do Rio Itajaí Mirim.

De acordo com a JICA, o segmento correspondente ao canal antigo do Rio Itajaí Mirim possui falta de escoamento, mesmo com enchente com tempo de recorrência menor que 5 (cinco) anos. Por este motivo, as inundações ocorrem com frequência e, portanto, o grau de urgência para adoção das medidas de enchente é alto.

Já o trecho do canal do Rio Itajaí Mirim, entre a confluência com o rio Itajaí-açu e a jusante da rodovia BR-101, tem a capacidade de escoamento de enchentes com tempo de recorrência inferior a 5 anos (figura abaixo) e no trecho com o canal retificado a capacidade de escoamento de enchente é maior do que 5 anos.

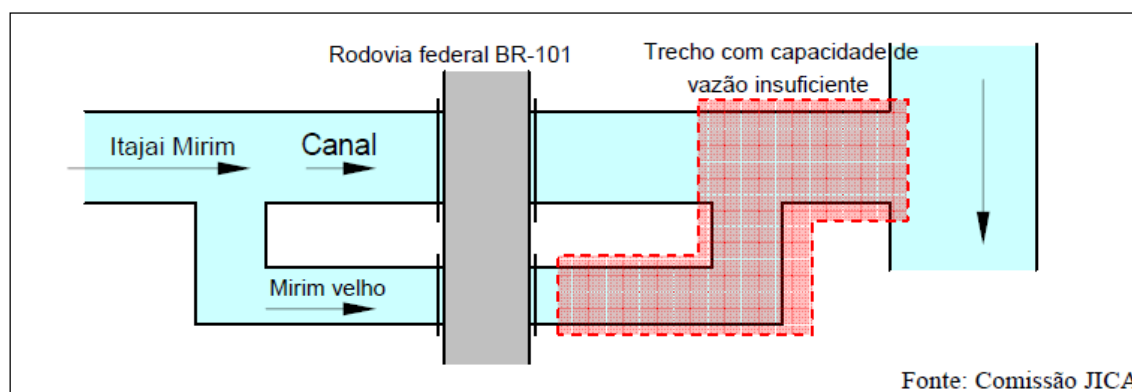


Figura 2.1 – REPRESENTAÇÃO DO RIO ITAJAÍ MIRIM PRÓXIMO À SUA FOZ⁶

Para o segmento com capacidade de escoamento insuficiente, a JICA propõe dois planos de controles de enchentes, o primeiro trata-se da execução de comportas e dique parcial, e o segundo diz respeito à execução de diques totais. No entanto, para a implantação de diques totais o custo social é muito alto, devido a necessidade de desapropriações de uma grande quantidade de residências, localizadas junto as margens do rio.

⁶ibid.

Medidas Alternativas	Comportas + Diques parciais	Diques totais
Sumário	Proteger com diques o trecho de 1 km antes da confluência com o rio Itajaí-açu e controlar o refluxo no canal antigo do rio Itajaí Mirim através de comportas.	Proteger com dique antes da confluência com o rio Itajaí-açu e todo o trecho do canal antigo do rio Itajaí Mirim até a jusante da rodovia BR-101.
Layout		
Custo	Claramente vantajoso sob o ponto de vista de custo, pois a área de terreno para a desapropriação é menor.	Área urbana a ser desapropriada é extremamente extensa, e há muitas pontes a serem reconstruídas (7 locais) por causa dos diques. É nítida sua desvantagem sob o ponto de vista de custo.
Impacto social	Poucas habitações a serem reassentadas, com menor impacto social.	Por serem diques em regiões urbanas, é muito grande o número de habitações a serem reassentadas e o seu impacto social é significativo.
Impacto sobre o ambiente natural	Não há impactos significativos. Por causa do fechamento das comportas na cheia, é preciso atentar-se aos seus efeitos neste período.	Não há impactos significativos.
Avaliação	É apropriada como plano a ser adotado.	É inadequado como plano de controle devido ao grande impacto social e pela desvantagem sob o ponto de vista de custo.

Fonte: Equipe de Estudo de JICA

Figura 2.2 – AVALIAÇÃO DOS PLANOS DE CONTROLE DE ENCHENTES NO RIO ITAJAÍ MIRIM PARA ENCHENTE DE 5 ANOS DE RETORNO ⁷

Quadro 2.8 – ESPECIFICAÇÃO DAS COMPORTAS E DIQUES (PARA CADA PLANO DE ENCHENTES)

ESCALA DE ENCHENTE		5 ANOS	10 ANOS	25 ANOS	50 ANOS
Comportas a montante	Número de comportas	4 comportas			
	Largura da comporta	10m			
	Altura da comporta	4,1 m	4,5 m	4,9 m	5,3 m
	Largura total das comportas	61 m			
Comportas a jusante	Número de comportas	4 comportas			
	Largura da comporta	10m			
	Altura da comporta	3,0 m	3,3 m	3,6 m	4,0 m
	Largura total das comportas	61m			
Altura do dique*	Margem esquerda	0,6 m	0,8 m	1,3 m	1,7 m
	Margem direita	1,0 m	1,3 m	1,7 m	2,1 m

Obs.: *A altura do dique indica a altura a partir do terreno da seção transversal IMA. Fonte: Equipe de Estudo de JICA

Segundo o estudo apresentado pela JICA, a capacidade de escoamento do canal antigo do rio Itajaí Mirim é baixa, as altitudes das duas margens são baixas, portanto, está propensa a inundação durante enchentes. Este estudo sugere a instalação de comportas em dois locais, uma na montante da rodovia BR-101 e outra na jusante, antes da confluência do canal antigo com o canal do rio Itajaí Mirim, para controlar a vazão afluente

⁷Fonte: ibid.

que vem da montante do rio Itajaí Mirim e o refluxo do rio Itajaí-açu. A elevação da crista das comportas da montante e da jusante foi determinada, considerando a altura da borda livre estabelecido através do cálculo do nível da água de enchente provável.

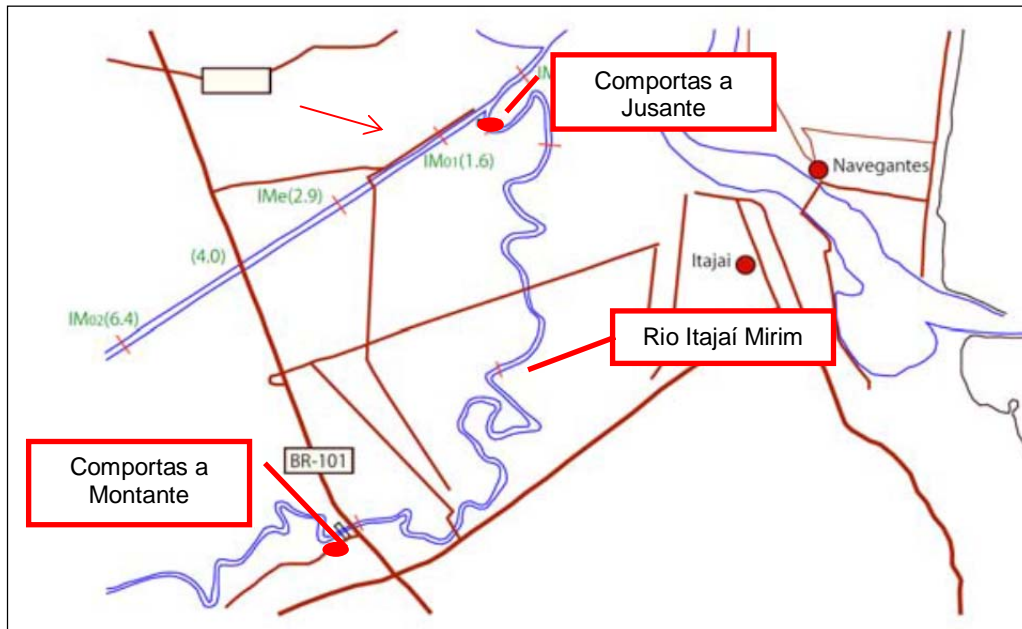
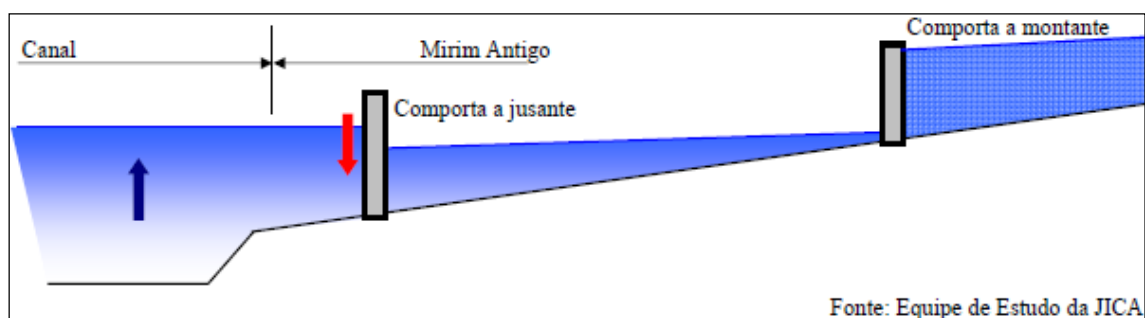
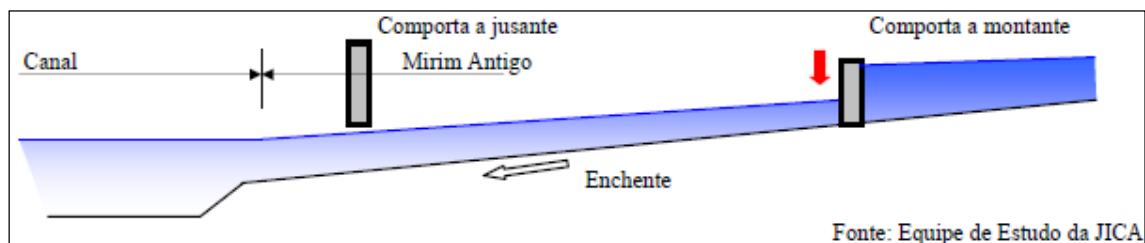


Figura 2.3 – REPRESENTAÇÃO DAS COMPORTAS PROPOSTAS NO RIO ITAJAÍ MIRIM ⁸



⁸Fonte: ibid.

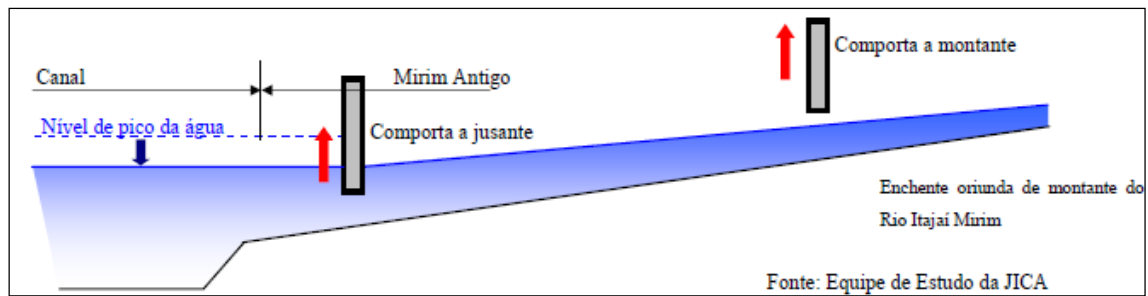


Figura 2.4 – REPRESENTAÇÃO DO ESQUEMA DE CONTROLE DAS COMPORTAS⁹

As obras de melhoria fluvial, propostas pela JICA, incluem também, a construção de diques com extensão aproximada de 950m, em ambas as margens do canal retificado do Rio Itajaí Mirim, começando no encontro com o Rio Itajaí-açu até o encontro com o canal antigo do Rio Itajaí Mirim. Para a realização desta obra faz-se necessária a reconstrução de uma ponte existente sobre o canal.

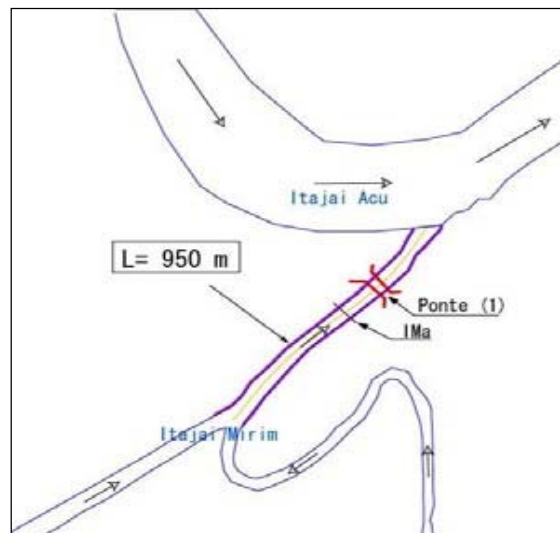


Figura 2.5 – REPRESENTAÇÃO DO TRECHO A RECEBER MELHORAMENTO FLUVIAL E REPRESENTAÇÃO DE PONTE A SER RECONSTRUÍDA¹⁰

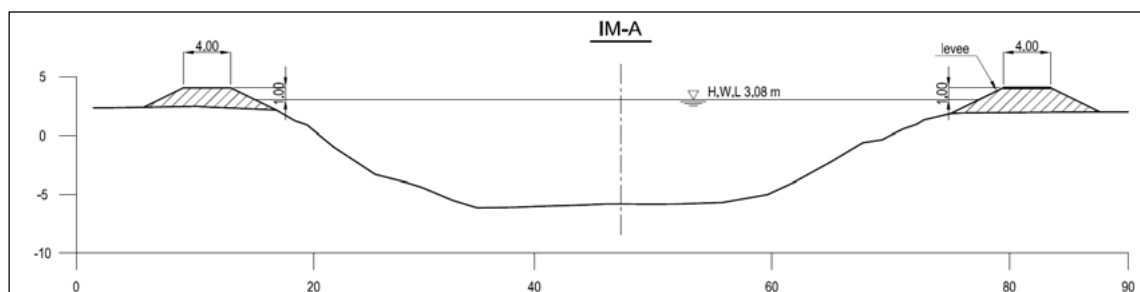


Figura 2.6 – REPRESENTAÇÃO DO DIQUE A SER CONSTRUÍDO¹¹

⁹Fonte: ibid.

¹⁰Fonte: ibid.

No Rio Itajaí Mirim, incluindo o trecho da cidade de Brusque, a capacidade de escoamento é insuficiente, mesmo com o canal retificado dentro da cidade de Itajaí. Haverá necessidade de construir nova barragem de contenção a montante de Brusque.

2.8.2. Projeto de construção de barragem a montante de Brusque

De acordo com a JICA, na ocasião de uma enchente, com tempo de retorno de 50 anos, a construção das comportas e do segmento em dique não será capaz de escoar a vazão solicitante no canal retificado do Rio Itajaí Mirim, sendo, portanto, necessária uma solução complementar.

A solução complementar apresentada pela equipe da JICA seria a construção de uma barragem no Rio Itajaí Mirim, localizada à montante da cidade de Brusque, sendo esta capaz de controlar a vazão do rio de maneira que a solução de comportas e dique possa funcionar perfeitamente. A equipe da JICA atribuiu as seguintes características para a barragem a ser construída no Rio Itajaí Mirim:

Quadro 2.9 – ESPECIFICAÇÃO BÁSICA PARA CONSTRUÇÃO DE BARRAGEM NO RIO ITAJAÍ MIRIM

ITEM		ESPECIFICAÇÃO	OBSERVAÇÃO
Especificação do projeto	Area da bacia	630km ²	A montante da cidade de Botuverá
	Volume máximo da vazão afluente	370m ³ /s	
	Volume máximo de descarga	250m ³ /s	Vazão reguladora: 120m ³ /s
	Volume de contenção	15.700.000m ³	
Especificação da instalação	Altura da barragem	34,2m	

Fonte: Equipe de Estudo da JICA

A equipe da JICA concluiu que a construção da barragem do Rio Itajaí Mirim deveria estar situada à montante da cidade de Brusque, no entanto, os mapas topográficos na escala 1:10.000 são absolutamente necessários para a análise mais criteriosa do provável local de implantação desta barragem.

Uma representação do barramento a ser construído é apresentada pela equipe da JICA, estando esta representação exposta à continuação:

¹¹Fonte: ibid.

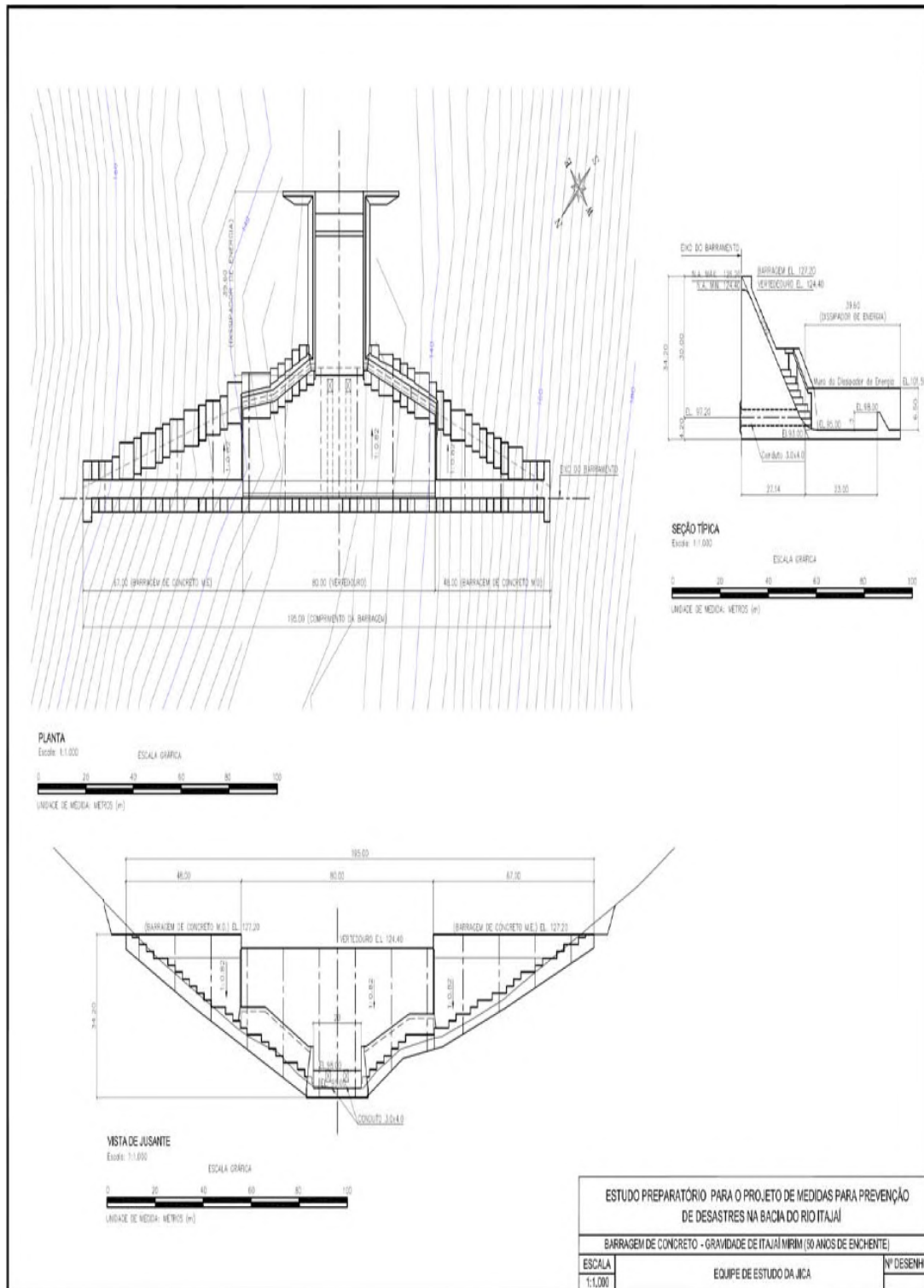


Figura 2.7 – REPRESENTAÇÃO DA BARRAGEM A SER CONSTRUÍDA NO RIO ITAJAÍ MIRIM¹²

¹²Fonte: ibid.



KL ENGENHARIA



CAPÍTULO 3 – HIDROLOGIA E METEOROLOGIA

3. HIDROLOGIA E METEOROLOGIA

3.1. Introdução

Os estudos hidrológicos tiveram por objetivos caracterizar a bacia e avaliar o comportamento do rio Itajaí-mirim frente às variações do ciclo hidrológico, e fornecer os elementos necessários para o adequado dimensionamento das estruturas de desvio, reservatório, barragem e vertedouro, bem como para o dimensionamento do volume de armazenamento e capacidade de regularização de vazões para abastecimento público.

Os dados fluviométricos selecionados para utilização para os estudos hidrológicos foram os provenientes das estações fluviométricas existentes na bacia do rio Itajaí-mirim, descritas no Capítulo anterior.

3.2. Caracterização da bacia hidrográfica

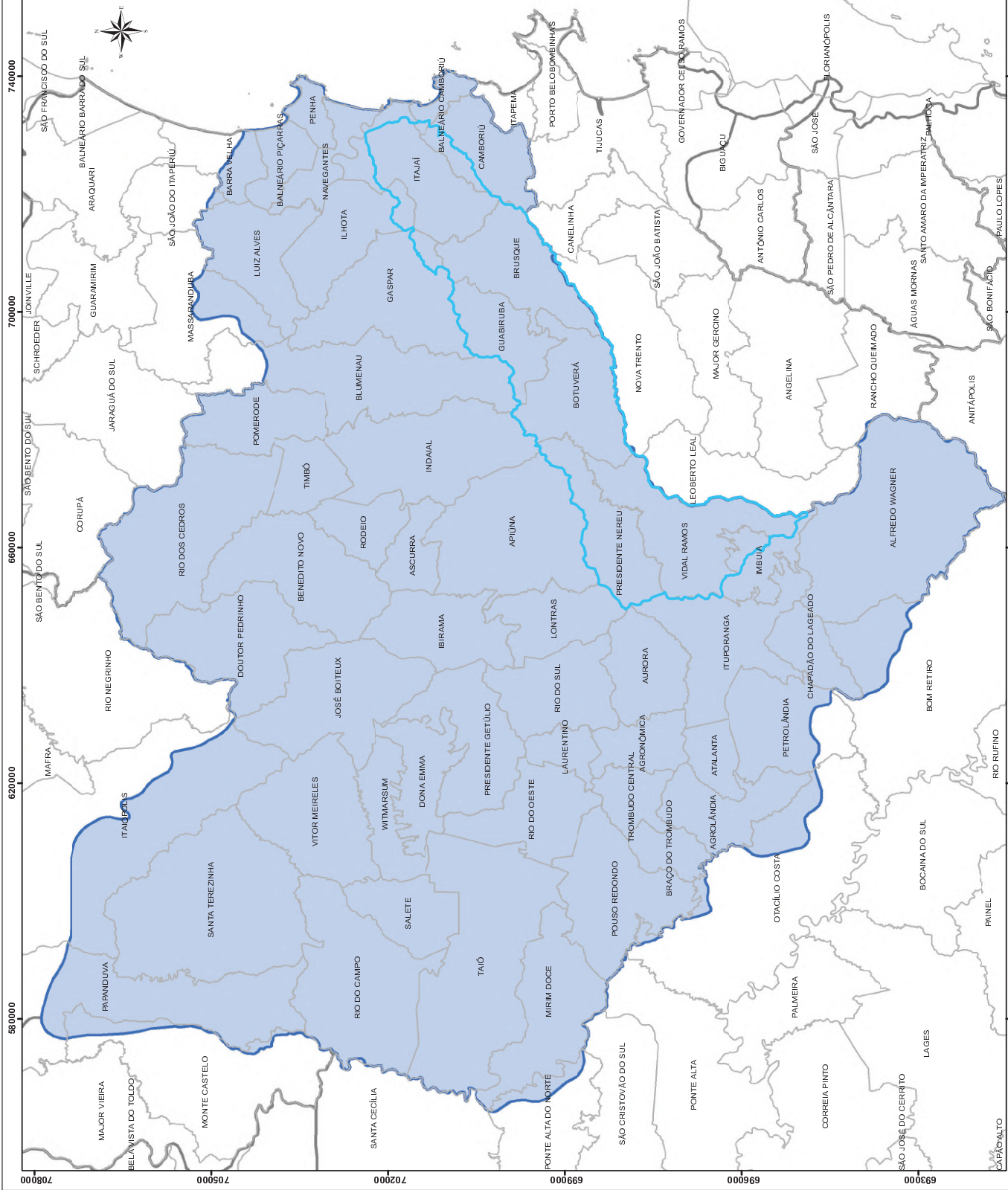
A bacia do rio Itajaí Mirim pertence à bacia do rio Itajaí Açu, da qual é afluente pela margem direita, percorrendo, no trecho em estudo, áreas correspondentes aos municípios de Vidal Ramos, Presidente Nereu e Botuverá.

Os principais formadores do curso principal do rio Itajaí Mirim entre os municípios de Vidal Ramos e Imbuia, na elevação aproximada 1000 m sobre o nível do mar, na Serra dos Faxinais. O comprimento do rio desta nascente até a sua foz no rio Itajaí Açu é de 177 km.

A área de drenagem total da bacia do rio Itajaí Mirim é de aproximadamente 1677 km², distribuída entre os limites territoriais dos municípios de Vidal Ramos, Imbuia, Presidente Nereu, Botuverá, Brusque, Guabiruba e Itajaí.

Para avaliação das características fisiográficas da bacia do rio Itajaí Mirim, foram levantados seus índices físicos principais, incluindo área, perímetro, forma, densidade de drenagem, declividade, tempo de concentração, além de características de cobertura vegetal, uso predominante dos solos e relevo.

Estes aspectos têm influência direta no comportamento hidrometeorológico da bacia em estudo e, conseqüentemente, no regime fluvial e sedimentológico do curso de água principal. As principais características fisiográficas do rio Itajaí Mirim são descritas nos itens a seguir.



Legenda

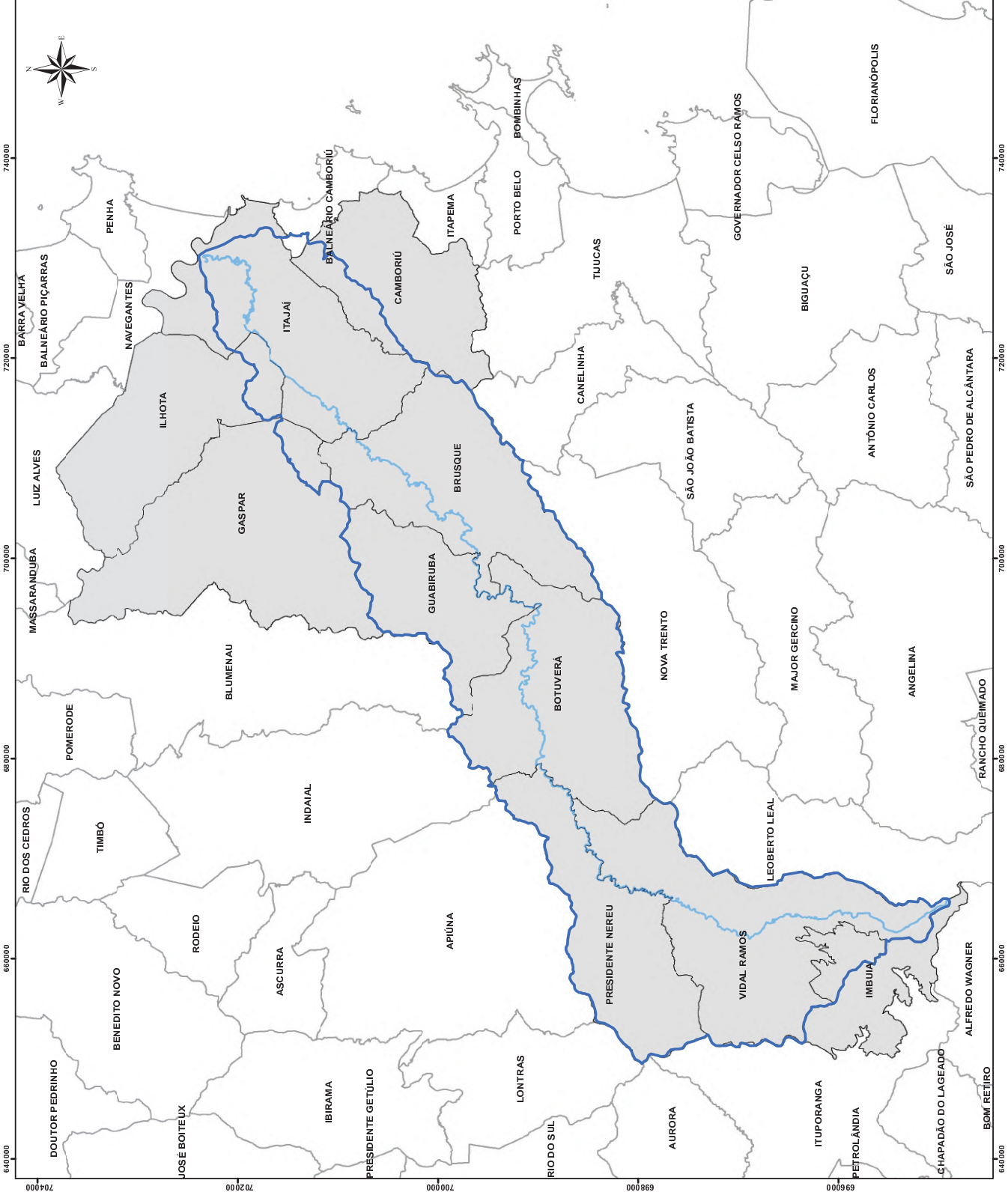
- Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí Mirim
- Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu
- Limite Bacias Hidrográficas
- Divisão Municipal

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM 22 S
 ESCALA: 1:875.000
 FONTE BASE CARTOGRAFICA CIRAN/EPAGRI/IBGE

IGUATEMI
 CONSULTORIA E SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA.
 FLORIANÓPOLIS - SC

Elaborado por:
KL ENGENHARIA

SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL - SDC
 PROJETO DE BARRAGEM DE CONTENÇÃO DE CHEIAS DO RIO ITAJAI MIRIM
 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO ITAJAI MIRIM
 ESCALA: 1:875.000
 DATA: 18/12/2013



Legenda

- Bacia Hidrográfica do rio Itajaí-Mirim
- Rio Itajaí Mirim
- Municípios inseridos na Bacia do Itajaí Mirim
- Divisão Municipal

SECRETARIA DE ESTADO
DA DEFESA CIVIL - SDC

PROJETO DE BARRAGEM DE CONTENÇÃO
DE CHEIAS DO RIO ITAJAI MIRIM

MUNICÍPIOS INSERIDOS NA BACIA DO ITAJAI MIRIM

ESCALA: 1:400.000 DATA: 18/12/2013

34

Elaborado por:

IGUATEMI KL ENGENHARIA

CONSÓRCIO E SERVIÇOS DE ENGENHARIA LDA
FLORIANÓPOLIS, SC

0 4.000 8.000 12.000 16.000
Metros

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR, UTM 22 S
REFERENCIAL PLANIMÉTRICO DATUM SIRGAS 2000
FONTE BASE CARTOGRÁFICA: CIRAM-EPAGRI/IBGE

3.2.1. Área de drenagem

Para a determinação da área de drenagem até o local do aproveitamento, procedeu-se da seguinte forma:

- inicialmente, sobre as cartas topográficas, demarcou-se o divisor de água que delimita a bacia, até o local da tomada de água;
- através de mesa digitalizadora, procedeu-se à vetorização das áreas, gerando arquivos digitais contendo sua delimitação precisa;
- utilizando-se software específico para desenho, mediu-se a área assim obtida, a qual foi adotada para o estudo.

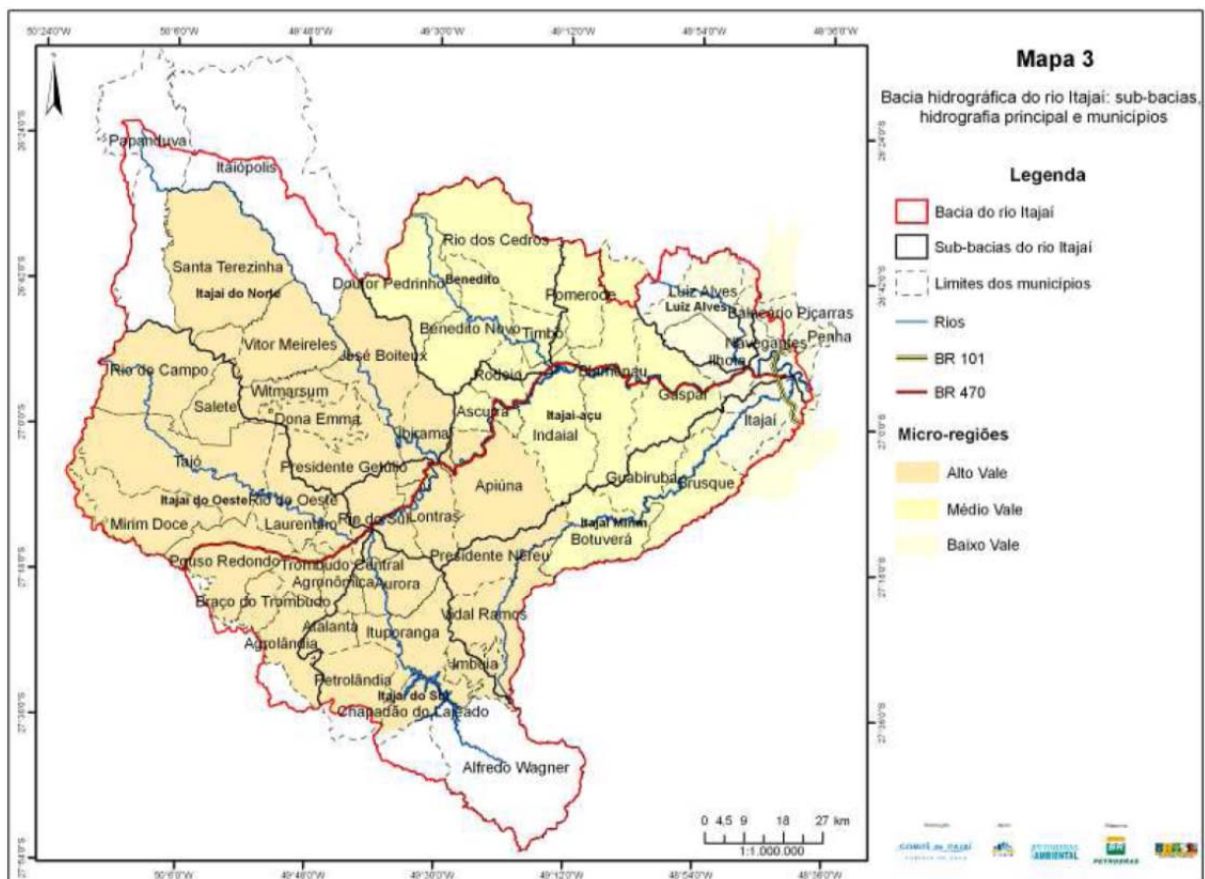


Figura 3.1 – SITUAÇÃO DO RIO ITAJAÍ MIRIM NA BACIA DO RIO ITAJAÍ AÇU¹³

Com um vale fortemente encaixado, e grandes variações de nível ao longo de sua reduzida extensão, o rio Itajaí Mirim se apresenta com uma bacia hidrográfica fortemente encaixada, com grande vocação para aproveitamento hidrelétrico do seu potencial.

A área de drenagem da bacia do rio Itajaí Mirim, até sua foz no rio Itajaí Açu, é 1677 km².

¹³Fonte: JICA, 2011.

Notadamente no trecho alto da bacia, a montante da área em estudo, a rede de drenagem é bastante densa, com diversos cursos da água entremeando os picos e coxilhas, que se unem nos rios principais até atingir os leitos principais dos formadores da bacia.

3.2.2. Perímetro

O perímetro da bacia do rio Itajaí Mirim, representado pelo comprimento linear do contorno do limite da bacia, é de 300 km.

3.2.3. Forma da bacia

Para a caracterização da forma da bacia do rio Itajaí Mirim, calcularam-se seus índices de compacidade e de conformação.

O índice ou coeficiente de compacidade, K_c , é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia, ou seja:

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

onde:

P = perímetro da bacia, em km;

A = área de drenagem da bacia, em km².

Para a bacia do rio Itajaí Mirim, resultou para o índice de compacidade:

$$K_c = 2,05$$

O valor obtido indica, conforme se pode observar no mapa da bacia, tratar-se de uma bacia de forma alongada.

O índice de conformação ou fator de forma, K_f , é a relação entre a área da bacia hidrográfica e o quadrado de seu comprimento axial, medido ao longo do curso de água principal, desde a foz até a cabeceira mais distante, próxima do divisor de águas da bacia, ou seja:

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

onde:

L = comprimento total do curso de água principal, em km.

O comprimento total do rio Itajaí Mirim desde sua nascente até a foz no rio Itajaí Açu é de aproximadamente 177,00 km. Resulta, portanto, para o índice de conformação:

$$K_f = 0,054$$

O valor obtido é coerente com as observações da forma da bacia, e indica ser uma bacia alongada, onde a possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo, ao mesmo tempo, toda sua extensão, é menor que em bacias largas e curtas de mesma área de drenagem.

3.2.4. Densidade de drenagem

A densidade de drenagem, D_d , é a relação entre o comprimento total dos cursos de água de uma bacia e a sua área total. Este índice fornece uma indicação da eficiência da drenagem, ou seja, da maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica.

É expressa pela relação:

$$D_d = \frac{L_T}{A}$$

onde:

L_T = comprimento total dos cursos de água da bacia, em km.

Para a bacia do rio Itajaí Mirim, o comprimento total do canal principal e seus afluentes principais, medido a partir da planta topográfica da bacia, resulta em 177 km. Assim, a densidade de drenagem da bacia do rio Itajaí Mirim no trecho estudado é de:

$$D_d = 0,105 \text{ km/km}^2$$

O valor obtido indica que a densidade de drenagem da bacia pode ser considerada baixa.

3.2.5. Declividade do canal principal

A declividade de um rio é o fator determinante da velocidade do seu escoamento. Quanto maior a declividade, maior será a velocidade de escoamento e mais pronunciados e estreitos serão os hidrogramas das enchentes.

A declividade média de um curso de água é dada por:

$$S = \frac{H}{L}$$

onde:

H = diferença de elevação entre a nascente e a foz do rio (m).

O rio Itajaí Mirim, na sua nascente, encontra-se na elevação aproximada 1000 m, e atinge, no ponto correspondente à sua confluência com o rio Itajaí Açu, a elevação 2m, resultando em uma queda total ao longo do curso principal de aproximadamente 1000 m.

Resulta, para a declividade média do rio Itajaí Mirim:

$$S = 5,9 \text{ m/km}$$

Este valor é alto, e se reflete na predominância de trechos de declividade concentrada, associados geralmente a feições geológicas, com relevo encaixado em sucessões de mudanças bruscas de direção, tanto em planta como em perfil, principalmente na parte alta da bacia.

Nas partes mais baixas, predomina o relevo moldado por ação hidrodinâmica do escoamento associado às camadas de baixa resistência dos aluviões.

3.2.6. Tempo de concentração

O tempo de concentração mede o tempo necessário para que toda a bacia contribua para o escoamento superficial numa seção considerada, ou seja, é o tempo em que a gota que se precipita no ponto mais distante da seção transversal considerada de uma bacia, leva para atingir essa seção.

Para o cálculo do tempo de concentração da bacia do rio Itajaí Mirim, seguiu-se a recomendação das *Diretrizes para estudos e projetos de PCHs*, adotando-se a fórmula do U.S. Soil Conservation Service:

$$t_c = 0,95 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad \text{onde:}$$

t_c = tempo de concentração, em horas.

Resultou, para a seção correspondente foz no rio Itajaí Açu, um tempo de concentração para o rio Itajaí Mirim:

$$t_c = 25 \text{ h}$$

3.2.7. Tratamento e consistência dos dados básicos

Foram realizadas análises de consistência de registros de vazões máximas anuais, e elaboradas análises visando identificar a correlação entre os dados nos postos, de modo a permitir o preenchimento de falhas e a obtenção da maior série possível de dados para a estação de Botuverá Montante, adotada como referência para a elaboração dos presentes estudos.

As características principais da estação base utilizada são apresentadas no Quadro a seguir.

Quadro 3.1 – ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA BASE UTILIZADA PARA OS ESTUDOS

Código	83892998
Nome	BOTUVERA - MONTANTE
Código Adicional	-
Bacia	ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE (8)
Sub-bacia	RIO ITAJAÍ-AÇU (83)
Rio	RIO ITAJAÍ-MIRIM
Estado	SANTA CATARINA
Município	BOTUVERÁ
Responsável	ANA
Operadora	EPAGRI
Latitude	-27:11:48
Longitude	-49:5:14
Área de Drenagem (km ²)	794

A Figura a seguir mostra os períodos para os quais se dispõe de registros históricos de vazões máximas em cada uma das estações consideradas.

POSTO Nº	NOME	1930 a 1939												1940 a 1949												1950 a 1959												1960 a 1969											
		[Grid of 48 cells]												[Grid of 48 cells]												[Grid of 48 cells]												[Grid of 48 cells]											
83892990	SALSEIRO	[Grid of 48 cells]																																															
83892998	BOTUVERA MONT.	[Grid of 48 cells]																																															
83893000	BOTUVERA	[Grid of 48 cells]																																															
83900000	BRUSQUE	[Grid of 48 cells]																																															

POSTO Nº	NOME	1970 a 1979												1980 a 1989												1990 a 1999												2000 a 2007											
		[Grid of 48 cells]												[Grid of 48 cells]												[Grid of 48 cells]												[Grid of 48 cells]											
83892990	SALSEIRO	[Grid of 48 cells]																																															
83892998	BOTUVERA MONT.	[Grid of 48 cells]																																															
83893000	BOTUVERA	[Grid of 48 cells]																																															
83900000	BRUSQUE	[Grid of 48 cells]																																															

Figura 3.2 – PERÍODOS DE REGISTROS DE VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS DISPONÍVEIS PARA AS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS EXISTENTES NA BACIA DO RIO ITAJAÍ-MIRIM

Os estudos de consistência visaram principalmente detectar erros e falhas de observação nas séries de vazões médias diárias e mensais das estações fluvimétricas utilizadas para os estudos de regionalização de vazões.

Analisaram-se as curvas de permanência adimensionais para as estações fluvimétricas selecionadas. Em geral, estas curvas variam muito pouco ao longo de um mesmo rio.

Para o seu traçado, utilizou-se períodos comuns de observações para as estações consideradas, caso a caso. Foram também realizadas comparações de cotogramas simultâneos, fluviogramas simultâneos (vazões médias diárias) e correlações de vazões médias mensais, entre as estações fluviométricas consideradas.

Foram ainda efetuadas comparações entre as séries de descargas médias mensais das estações fluviométricas consideradas com a finalidade de detectar incrementais negativas. Todas as análises de consistência realizadas permitiram detectar e corrigir erros nas estações fluviométricas e também preencher as falhas de observação nestas estações

Assim, a caracterização do escoamento hídrico de superfície do rio Itajaí-mirim, teve por base os dados observados na estação fluviométrica de Botuverá Montante, consistidos pela Agência Nacional de Águas – ANA e disponibilizados em sua página na internet: <http://hidroweb.ana.gov.br>.

De modo a avaliar a adequabilidade dos dados das estações vizinhas para a complementação de dados da série da estação base, foram verificados seus históricos, corrigidas suas falhas e correlacionados os dados dos períodos comuns de dados disponíveis.

As correlações obtidas são apresentadas nas Figuras a seguir.

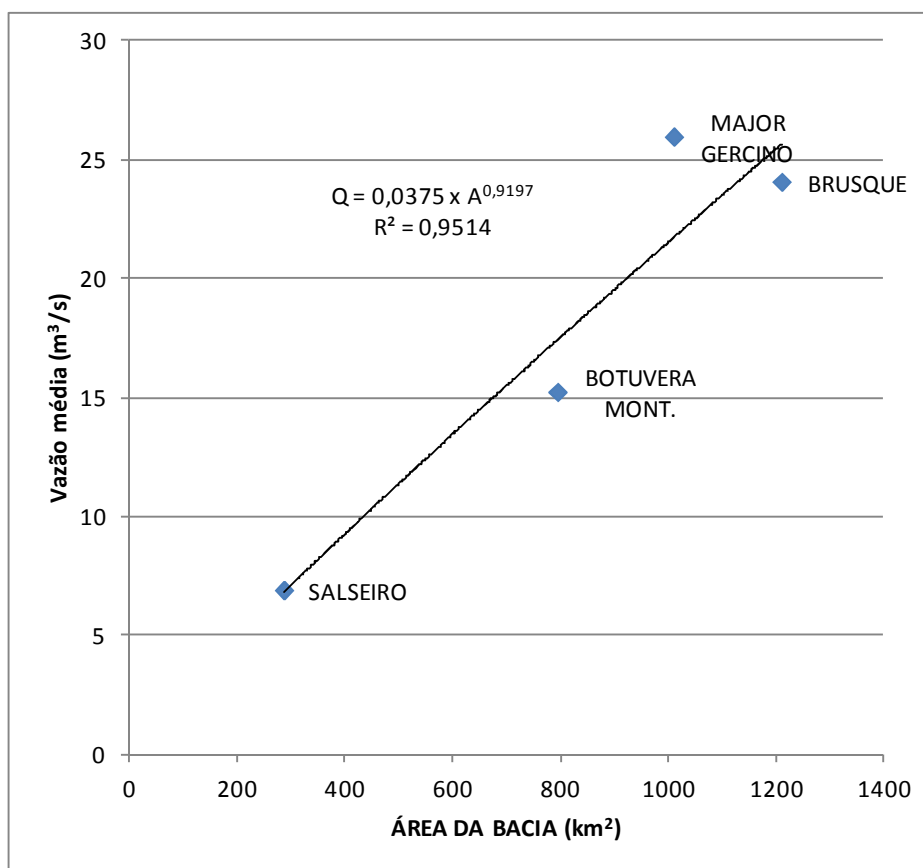


Figura 3.3 – CORRELAÇÃO VAZÕES MÉDIAS NO PERÍODO COMUM DE DADOS

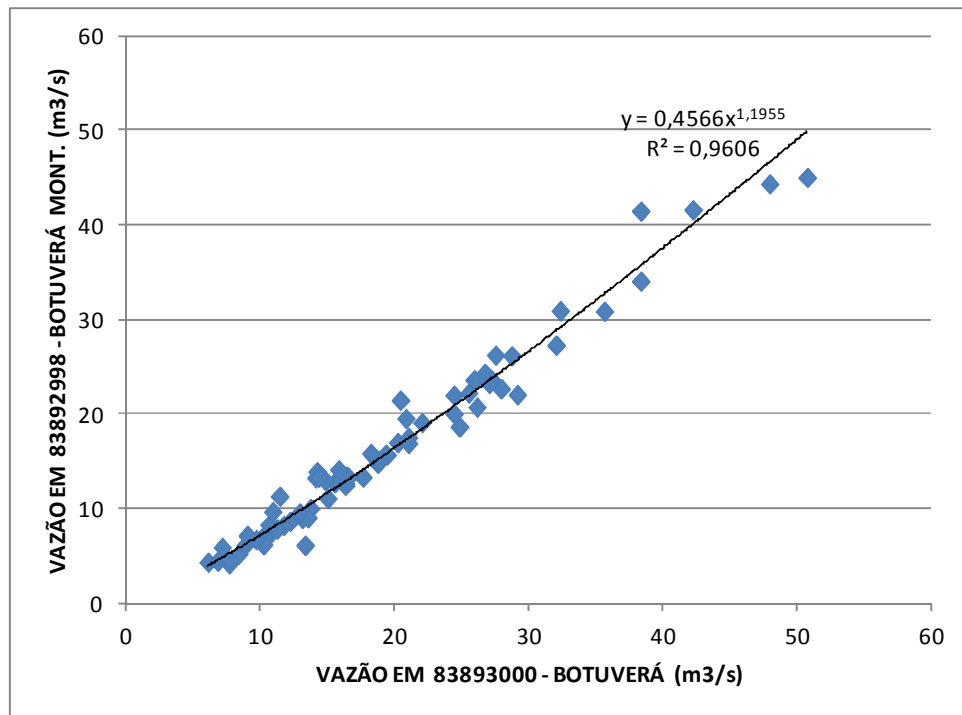


Figura 3.4 – CORRELAÇÃO VAZÕES MÉDIAS MENSAIS – BOTUVERÁ MONTANTE x BOTUVERÁ

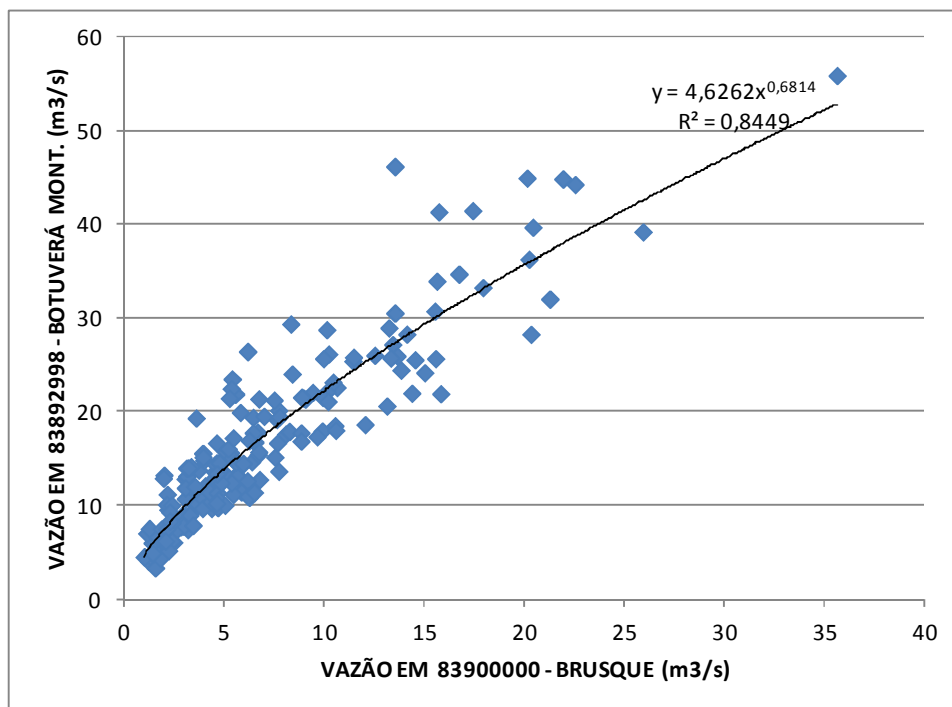


Figura 3.5 – CORRELAÇÃO VAZÕES MÉDIAS MENSAIS – BOTUVERÁ MONTANTE x BRUSQUE

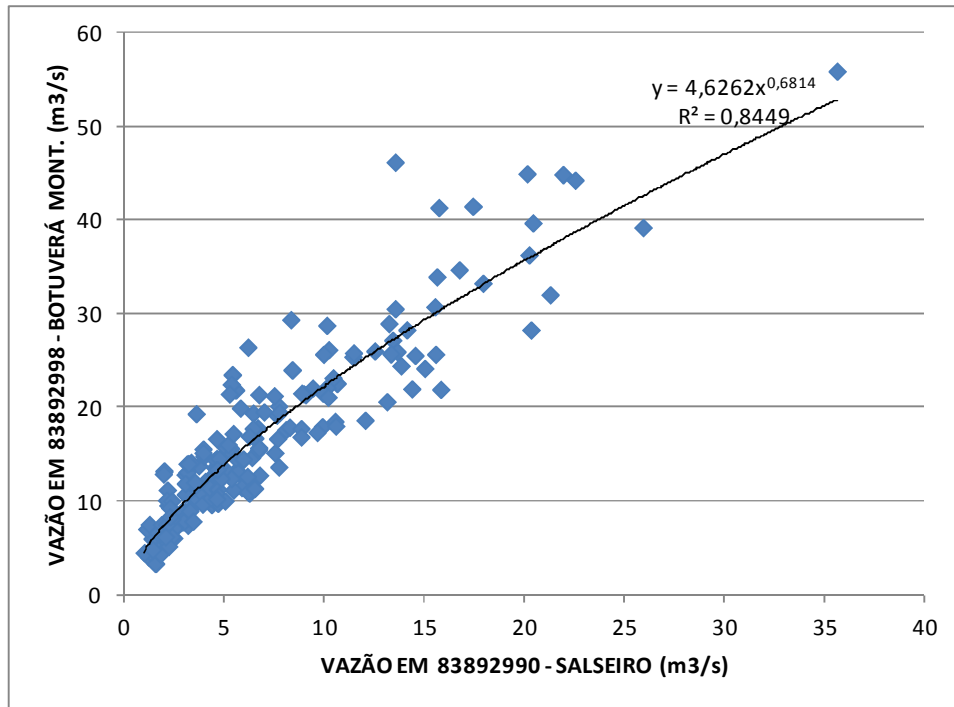


Figura 3.6 – CORRELAÇÃO VAZÕES MÉDIAS MENSAIS – BOTUVERÁ MONTANTE x SALSEIRO

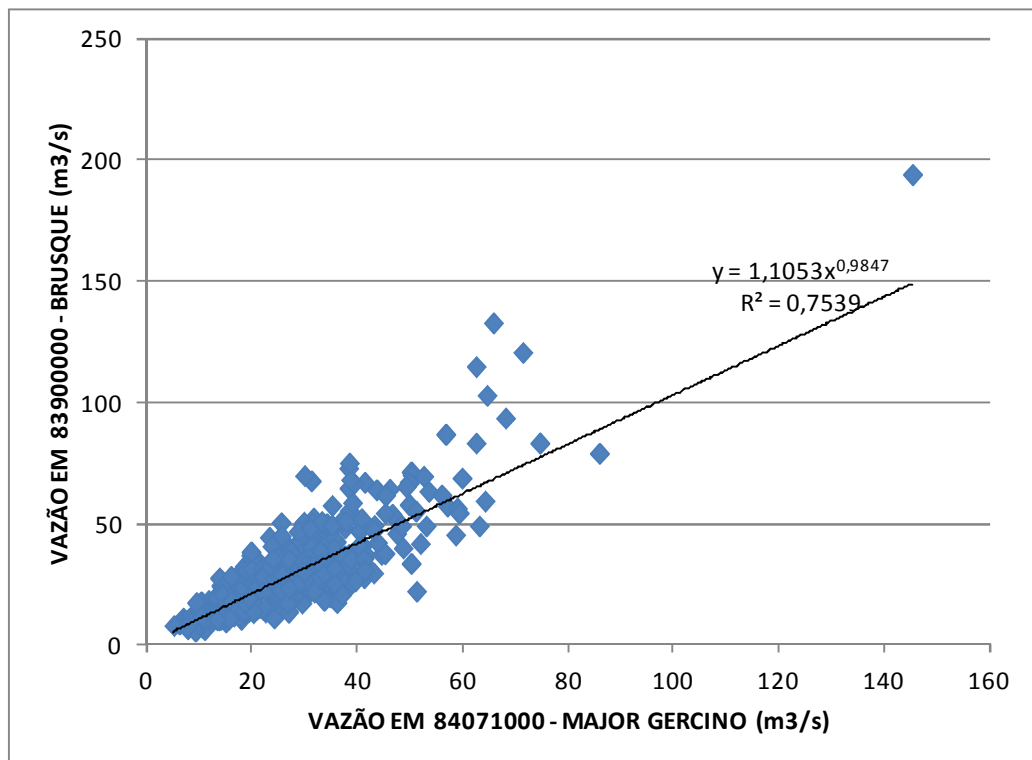


Figura 3.7 – CORRELAÇÃO VAZÕES MÉDIAS MENSAIS – BRUSQUE x MAJOR GERCINO

Para os estudos de vazões de enchentes, foram identificadas as vazões máximas anuais na estação base, e nas demais estações existentes no rio Itajaí Mirim. Para preenchimento de falhas nas observações na estação base, foram utilizados os dados das demais estações e na vizinha bacia do rio Tijucas.

As Figuras a seguir indicam a boa correlação obtida entre os dados considerados.

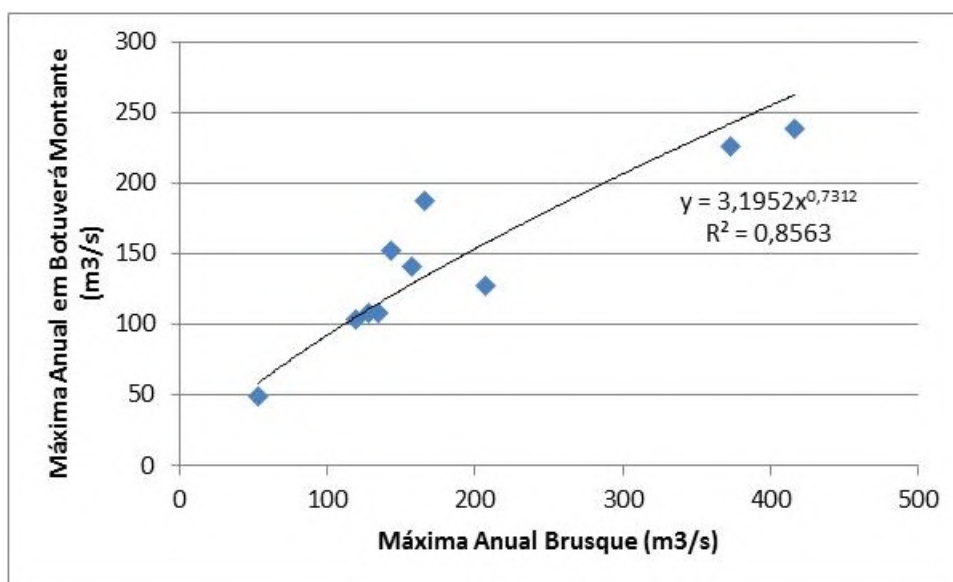


Figura 3.8 – CORRELAÇÃO DE VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS – BRUSQUE E BOTUVERÁ MONTANTE

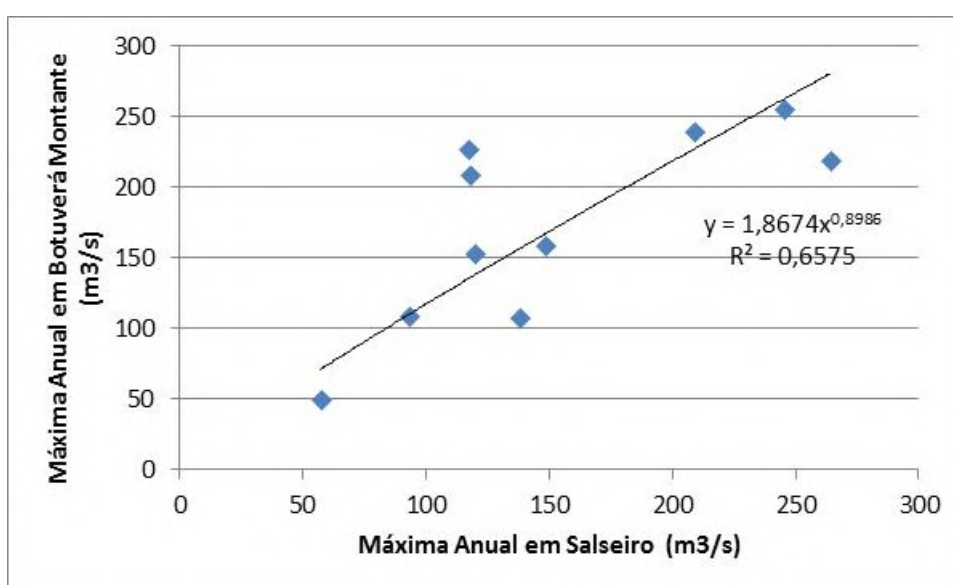


Figura 3.9 – CORRELAÇÃO DE VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS – BOTUVERÁ MONTANTE E SALSEIRO

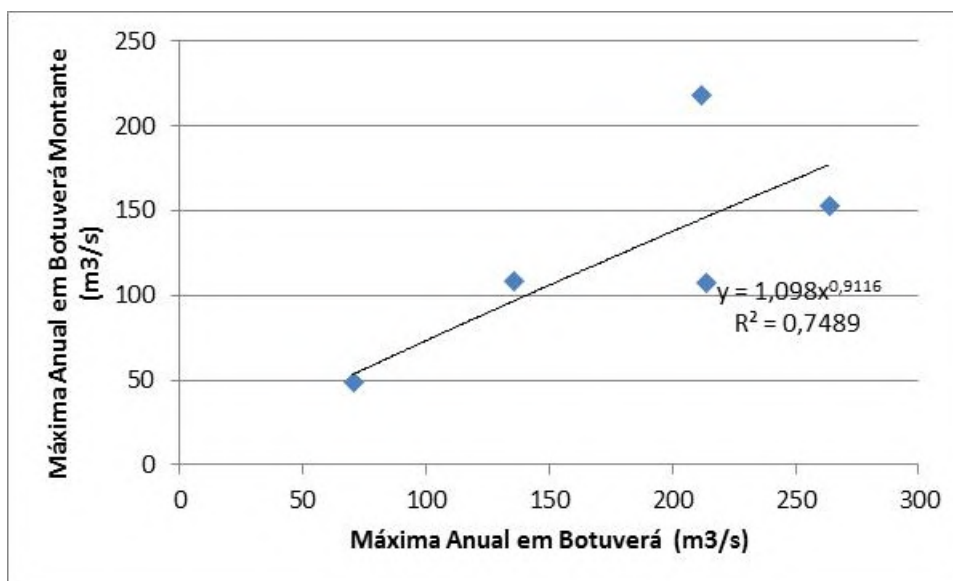


Figura 3.10 – CORRELAÇÃO DE VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS – BOTUVERÁ MONTANTE E BOTUVERÁ

3.2.8. Séries de dados básicos consideradas

As análises de correlação entre os dados básicos considerados permitiram determinar, para a estação base considerada, as séries de vazões médias mensais, de vazões máximas anuais, e de vazões mínimas.

Estas séries, apresentadas no Apêndice A, foram utilizadas para a realização dos estudos correspondentes, de regime médio, de frequência de cheias, e de vazões mínimas.

3.3. Estudos de regime médio

A partir das séries históricas consistidas para as estações consideradas, determinou-se a série de vazões médias mensais para a estação base, a partir da qual foram obtidas as vazões características para os eixos selecionados.

As equações de transferência de vazões da estação fluviométrica Botuverá Montante para os eixos alternativos estudados foram determinadas com base na aplicação da equação resultante da correlação entre vazões médias no período comum de dados, apresentada na Figura 3.3.

As equações de transferência assim obtidas são apresentadas a seguir:

$$\bar{Q}_{EP-02} = 0,8087 \cdot \bar{Q}_{BM}$$

$$\bar{Q}_{EP-03} = 0,7802 \cdot \bar{Q}_{BM}$$

$$\bar{Q}_{EP-04} = 0,7765 \cdot \bar{Q}_{BM}$$

onde: \bar{Q}_{EP-02} = vazão na seção EP-02 ($A_d = 630,3 \text{ km}^2$);

\bar{Q}_{EP-03} = vazão na seção EP-03 ($A_d = 606,2 \text{ km}^2$);

\bar{Q}_{EP-04} = vazão na seção EP-04 ($A_d = 603,1 \text{ km}^2$);

\bar{Q}_{BM} = vazão na estação fluviométrica Botuverá Montante.

As séries de vazões médias mensais assim obtidas são apresentadas no Apêndice A.

Os Quadros a seguir mostram as vazões médias mensais características no local, para o período considerado.

Quadro 3.2 – VAZÕES MENSAS CARACTERÍSTICAS EM EP-02

MÊS	MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA
JAN	4,4	14,8	36,4
FEV	3,7	16,6	51,6
MAR	3,3	13,5	29,1
ABR	3,6	11,2	28,1
MAI	2,8	11,7	46,2
JUN	3,0	11,1	38,1
JUL	3,2	13,2	110,7
AGO	2,8	15,0	62,7
SET	3,4	17,2	60,4
OUT	5,5	18,3	49,8
NOV	4,1	15,2	66,4
DEZ	3,6	12,8	37,8
ANUAL	2,8	14,2	110,7

Quadro 3.3 – VAZÕES MENSAS CARACTERÍSTICAS EM EP-03

MÊS	MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA
JAN	4,3	14,3	35,1
FEV	3,6	16,0	49,8
MAR	3,2	13,0	28,1
ABR	3,4	10,8	27,2
MAI	2,7	11,3	44,6
JUN	2,9	10,7	36,8
JUL	3,1	12,7	106,8
AGO	2,7	14,5	60,5
SET	3,3	16,6	58,2
OUT	5,3	17,7	48,0
NOV	4,0	14,6	64,1
DEZ	3,4	12,3	36,4
ANUAL	2,7	13,7	106,8

Quadro 3.4 – VAZÕES MENSAIS CARACTERÍSTICAS EM EP-04

MÊS	MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA
JAN	4,3	14,2	34,9
FEV	3,6	15,9	49,6
MAR	3,2	13,0	28,0
ABR	3,4	10,8	27,0
MAI	2,6	11,3	44,4
JUN	2,9	10,7	36,6
JUL	3,1	12,6	106,3
AGO	2,7	14,4	60,2
SET	3,3	16,5	58,0
OUT	5,3	17,6	47,8
NOV	4,0	14,6	63,8
DEZ	3,4	12,3	36,3
ANUAL	2,6	13,7	106,3

As Figuras apresentam os histogramas das vazões médias mensais máximas, mínimas e médias de longo período observadas no período histórico, nos eixos considerados.

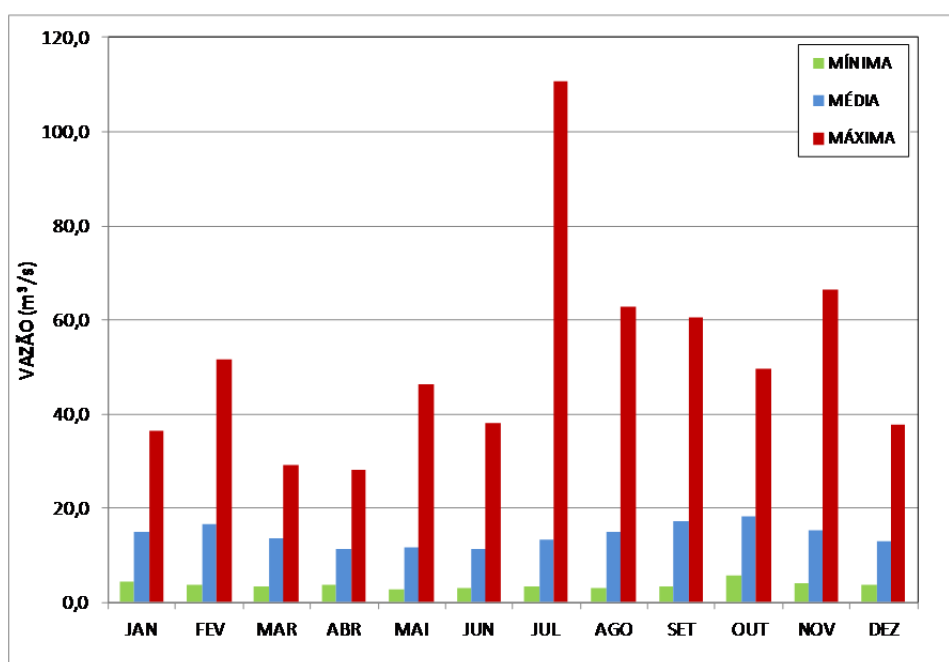


Figura 3.11 – HISTOGRAMA DE VAZÕES MENSAIS CARACTERÍSTICAS EM EP-02

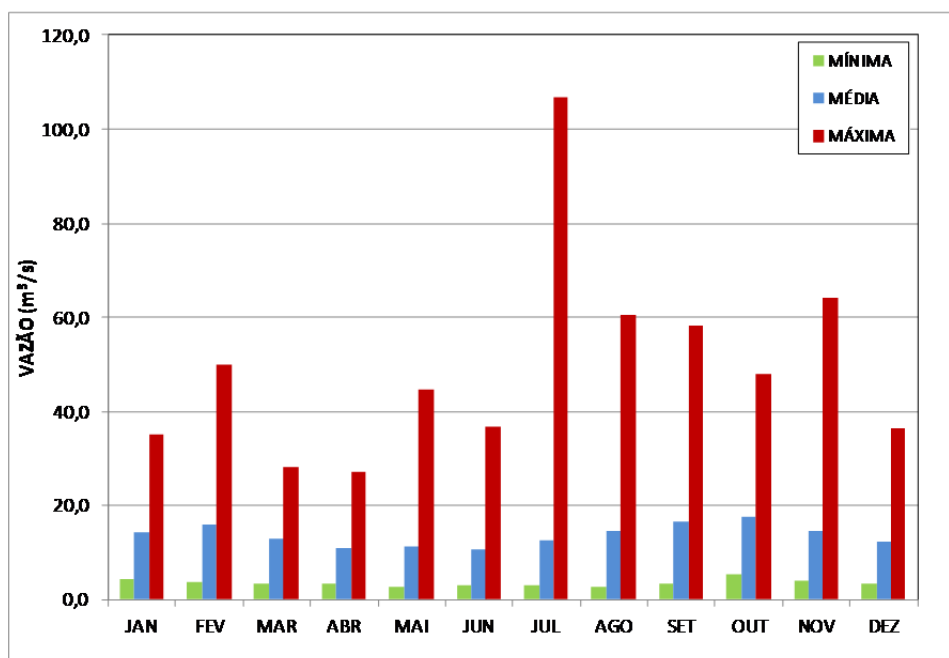


Figura 3.12 – HISTOGRAMA DE VAZÕES MENSIS CARACTERÍSTICAS EM EP-03

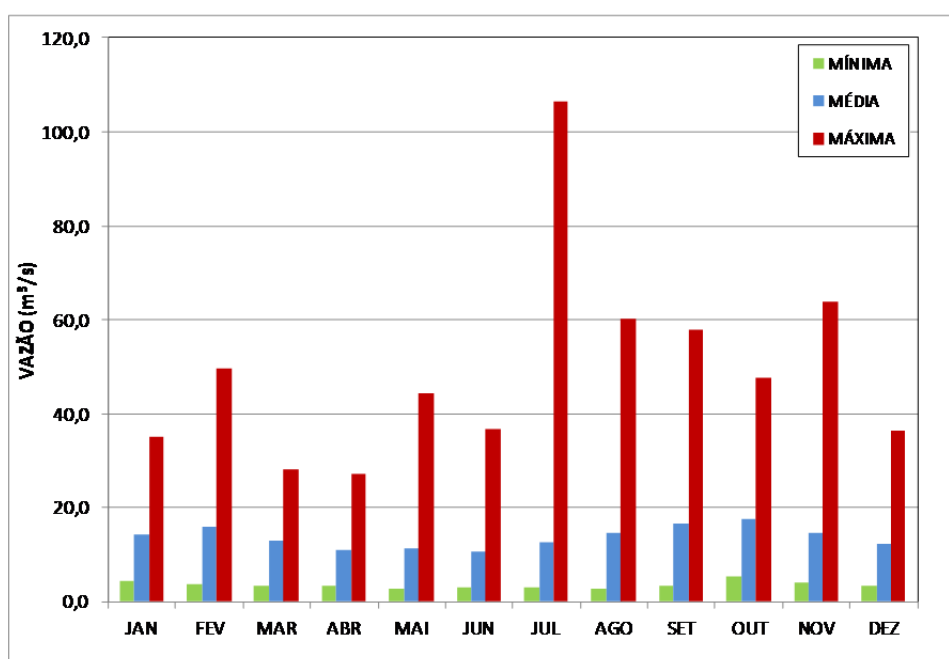


Figura 3.13 – HISTOGRAMA DE VAZÕES MENSIS CARACTERÍSTICAS EM EP-04

Nota-se pela análise das Figuras, que não existe influência marcante da sazonalidade quanto à distribuição das vazões altas e baixas ao longo do ano. Pode-se verificar apenas uma maior frequência de vazões altas nos meses do período mais úmido (maio a outubro), o

que, no entanto não elimina a possibilidade de ocorrência de vazões extraordinárias em qualquer época do ano.

Com base nas séries de vazões médias mensais determinadas para os locais selecionados, para o período considerado, determinou-se as curvas de permanência de vazões.

A curva de permanência foi obtida considerando o critério de Kimball, que determina a ordenação, em ordem decrescente, das vazões médias diárias do período histórico, atribuindo-se a cada valor uma percentagem calculada pela relação entre o seu número de ordem e o número total de valores da série acrescido de 1. Desta forma, uma curva de permanência representa a percentagem do tempo em que uma determinada vazão média diária é superada no histórico.

Estas curvas são apresentadas nos Quadros e Figuras a seguir.

Quadro 3.5 – CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s) EP-02

PERMANÊNCIA	VAZÃO
0%	110,7
1%	49,8
5%	31,9
10%	24,9
15%	21,4
20%	19,5
25%	17,7
30%	16,5
35%	15,1
40%	13,9
45%	12,7
50%	11,9
55%	11,1
60%	10,3
65%	9,6
70%	8,7
75%	8,1
80%	7,5
85%	6,6
90%	5,8
95%	4,7
98%	3,6
100%	2,8

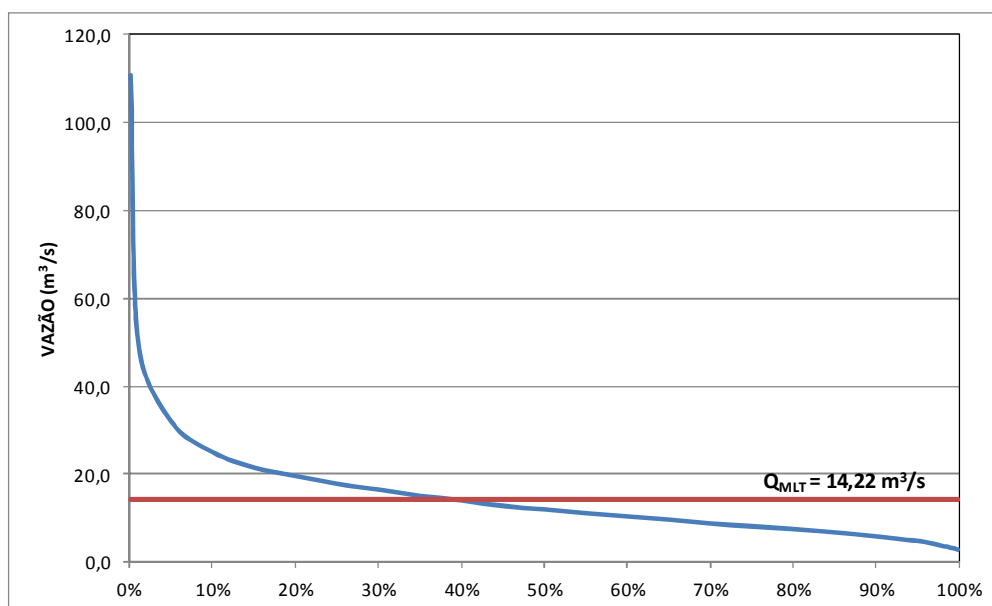


Figura 3.144 – CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS EM EP-02

Quadro 3.6 – CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m^3/s) EP-03

PERMANÊNCIA	VAZÃO
0%	106,8
1%	48,0
5%	30,8
10%	24,0
15%	20,7
20%	18,8
25%	17,1
30%	15,9
35%	14,5
40%	13,4
45%	12,3
50%	11,5
55%	10,7
60%	10,0
65%	9,2
70%	8,4
75%	7,8
80%	7,2
85%	6,4
90%	5,6
95%	4,6
98%	3,5
100%	2,7

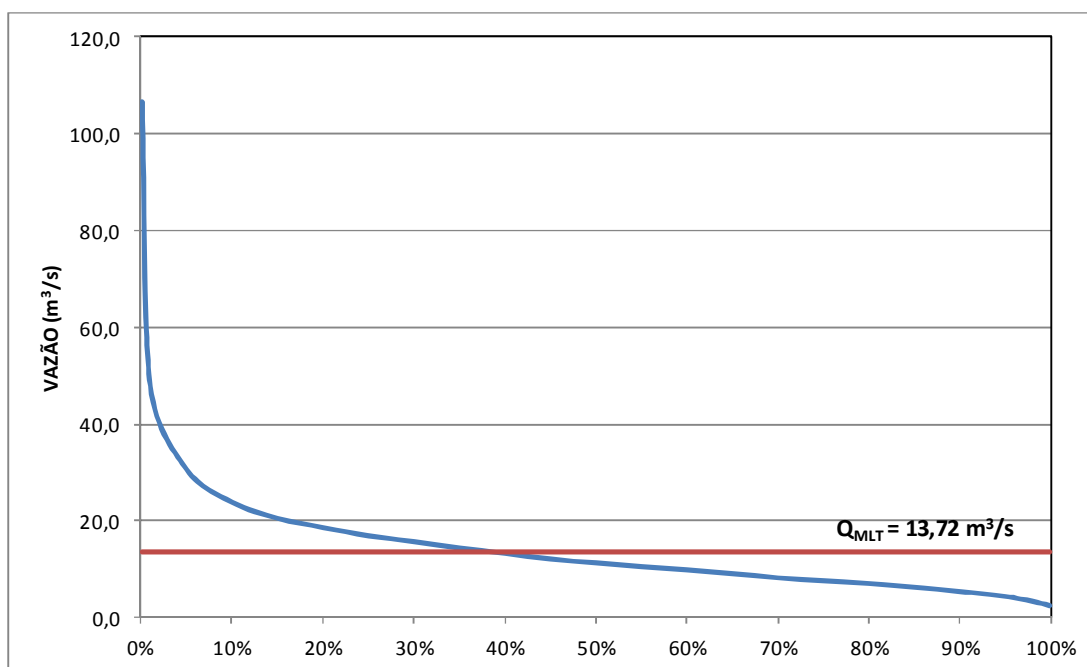


Figura 3.155 – CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS EM EP-03

Quadro 3.7 – CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s) EP-04

PERMANÊNCIA	VAZÃO
0%	106,3
1%	47,8
5%	30,6
10%	23,9
15%	20,6
20%	18,7
25%	17,0
30%	15,8
35%	14,5
40%	13,4
45%	12,2
50%	11,4
55%	10,6
60%	9,9
65%	9,2
70%	8,3
75%	7,7
80%	7,2
85%	6,4
90%	5,5
95%	4,5
98%	3,5
100%	2,6

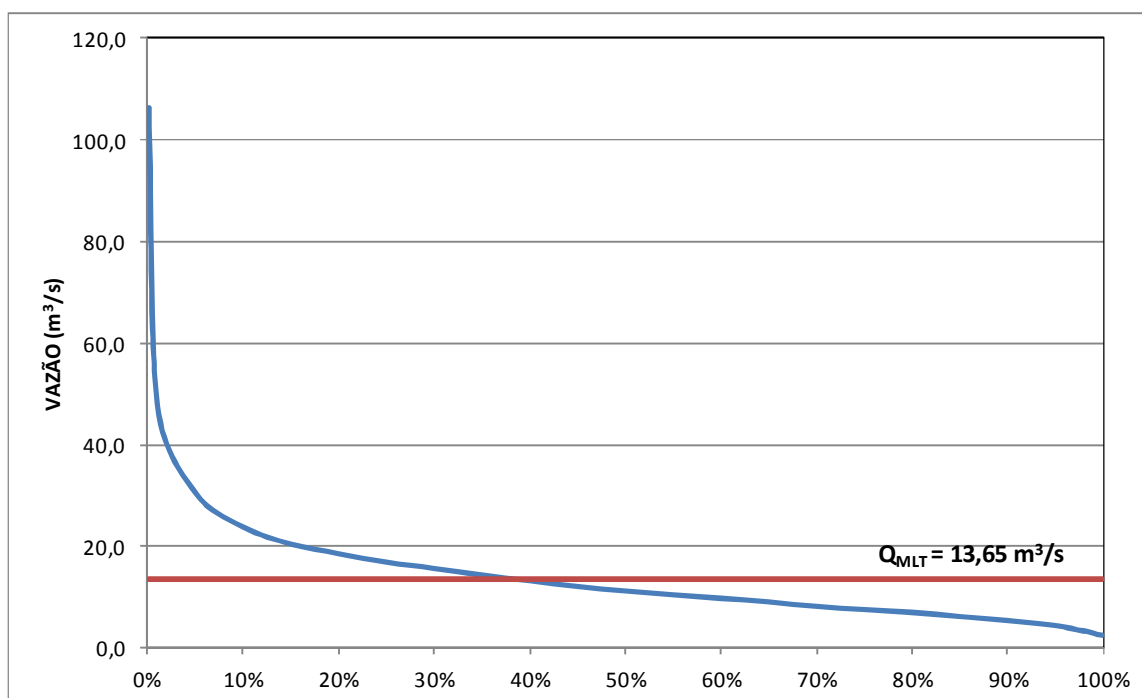


Figura 3.16 – CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS EM EP-04

3.4. Hidrologia aplicada

A partir das informações correspondentes aos regimes médio e extremos (vazões de enchentes e vazões mínimas) do rio, foram calculadas as variáveis de interesse para o dimensionamento das estruturas, conforme descritas nos itens correspondentes.

3.5. Estudo de cheias

3.5.1. Metodologia

Os estudos de enchentes do rio Itajaí-mirim nos locais dos eixos identificados tiveram por objetivo definir as vazões de pico e dos hidrogramas característicos das cheias de projeto das obras de extravasão e de desvio do rio durante a construção, e foram desenvolvidos através de uma abordagem estatística.

A série de descargas máximas anuais para a estação base selecionada Botuverá Montante, para o período 1931 a 2013, que corresponde ao período de dados registrados na bacia do rio Itajaí-mirim, foi complementada através de correlações com dados de outras estações na bacia. A série assim obtida para a estação base é apresentada no Apêndice A.

3.5.2. Cálculos efetuados

Para os períodos nos quais os dados de vazões de enchentes se encontram indisponíveis para a estação base, os registros disponíveis nas estações vizinhas foram transferidas

para a estação base aplicando as equações de transferência utilizadas a seguir, calculadas com base nas correlações anteriormente apresentadas:

$$Q_{BM} = 3,1952 * Q_{BRQ}^{0,7312}$$

$$Q_{BM} = 1,8674 * Q_{SAL}^{0,8985}$$

$$Q_{BM} = 1,098 * Q_{BV}^{0,9116}$$

A série foi submetida a uma análise de frequência analítica, através da qual foram analisados os ajustes desta amostra às distribuições Gumbel e Exponencial.

Este programa considera como melhor ajuste a distribuição que conduz ao menor valor do erro padrão da estimativa, definido pela expressão:

$$E = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^n (Q_{OI} - Q_{CI})^2}$$

onde:

Q_{CI} = valor calculado para o evento “i”;

Q_{OI} = valor observado para o evento “i”; e

N = número de eventos da amostra.

Através deste processo, a distribuição selecionada foi a de Gumbel.

O Quadro a seguir apresenta os valores das cheias para diferentes tempos de recorrência para a estação. A Figura mostra a representação gráfica das curvas de frequência de cheias obtidas para a estação.

Quadro 3.5 – FREQUENCIA DE CHEIAS NA ESTAÇÃO BOTUVERÁ MONTANTE (médias diárias)

TR (anos)	5	10	20	50	100	500	1.000	10.000	Metodologia Adotada
VAZÕES (m ³ /s)	222	258	292	335	368	444	476	585	Gumbel

Para determinação das vazões máximas instantâneas no local da estação fluviométrica de referência, aplicou-se a equação de regionalização de vazões definida no item anterior, considerada válida também para vazões máximas. Os valores assim obtidos representam as vazões médias diárias máximas. Para determinação das vazões máximas diárias, ou descargas de pico instantâneas, utilizou-se a equação de Fuller, que determina a relação entre o pico diário e a vazão média diária em função da área de drenagem do aproveitamento, conforme apresentada a seguir:

$$Q_{PICO} = Q_{MEDIA} \cdot \left(1 + \frac{2,66}{A^{0,3}} \right), \text{ onde:}$$

A = área de drenagem, em km².

O coeficiente de maximização para a cheia de projeto resultou 1,36, para a área de drenagem do local da estação fluviométrica, e a expressão para determinação da vazão de pico com base na vazão média diária fica assim definida:

$$Q_{PICO} = 1,36 \cdot Q_{MEDIA}$$

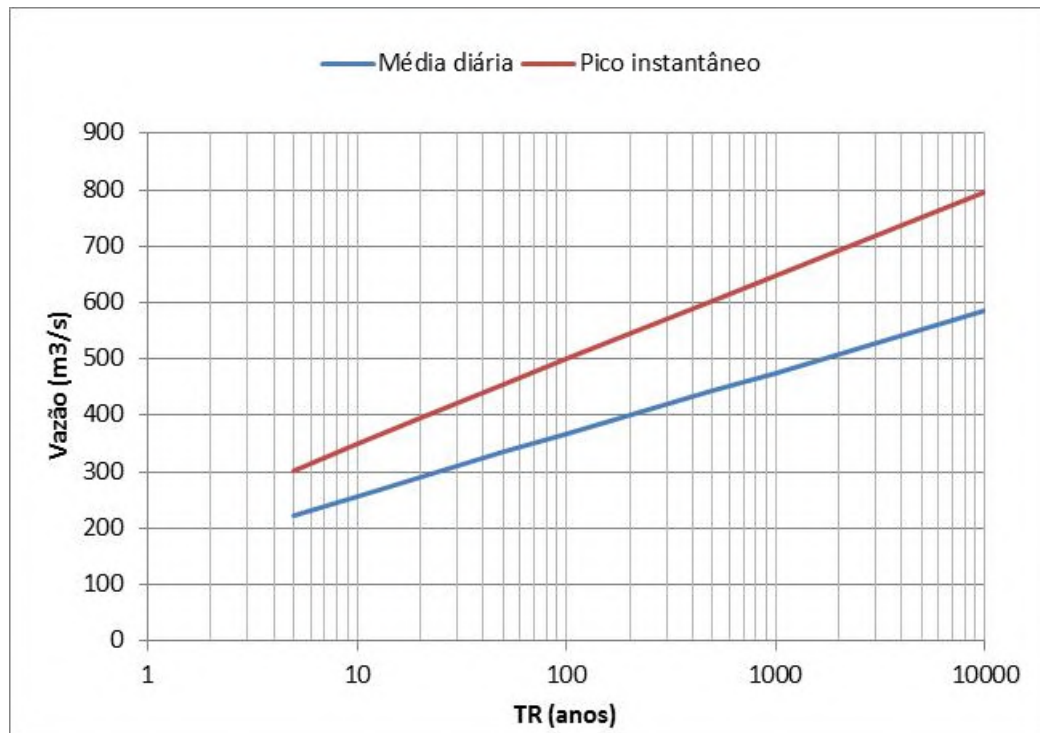


Figura 3.16 – FREQUENCIA DE CHEIAS NA ESTAÇÃO BOTUVERÁ MONTANTE

As frequências de cheias nos locais dos eixos estudados foram determinadas através da aplicação das equações de transferência a seguir:

$$Q_{EP-02} = 0,7935 \cdot Q_{BM}$$

$$Q_{EP-03} = 0,7632 \cdot Q_{BM}$$

$$Q_{EP-04} = 0,7594 \cdot Q_{BM}$$

As frequências de cheias nos locais selecionados são apresentadas nos Quadros a seguir.

Quadro 3-6 – FREQUENCIA DE CHEIAS NO EIXO PROSPECTIVO 02

TR (anos)	5	10	20	50	100	500	1.000	10.000
Media	176	205	232	266	292	352	378	464
Pico	244	283	321	368	404	488	523	643

Quadro 3-7 – FREQUENCIA DE CHEIAS NO EIXO PROSPECTIVO 03

TR (anos)	5	10	20	50	100	500	1.000	10.000
média	169	197	223	256	281	339	363	446
pico	235	274	310	355	390	471	505	620

Quadro 3-8 – FREQUENCIA DE CHEIAS NO EIXO PROSPECTIVO 04

TR (anos)	5	10	20	50	100	500	1.000	10.000
média	169	196	222	254	279	337	361	444
pico	234	272	308	354	388	469	502	617

Quadro 3-9 – FREQUENCIA DE CHEIAS NO EIXO PROSPECTIVO 05

TR (anos)	5	10	20	50	100	500	1.000	10.000
média	166	192	218	250	274	331	355	436
pico	230	268	303	348	382	461	494	607

3.6. Estudo de chuvas intensas

3.6.1. Estação Pluviométrica de Referência

Os dados de pluviometria utilizados neste estudo hidrológico foram coletados junto a ANA-Agência Nacional de Águas, e correspondem às precipitações diárias observadas na Estação Pluviométrica de Brusque, para o período compreendido entre os anos de 1994 a 2012. Os referidos dados foram obtidos através de leituras de pluviômetro em intervalos de 24 horas.

3.6.2. Processamento dos dados pluviométricos

De posse dos dados coletados, procedeu-se à análise estatística, para fins de aplicação metodológica de chuvas intensas.

Para a determinação das precipitações máximas seguiu-se a metodologia proposta pelas publicações do DNIT citadas anteriormente, as quais se valem da aplicação do “Método de Gumbel”, da “Fórmula de Ven Te Chow” e dos critérios propostos por “Taborda -

Torrico – Método das Isozonas”, para a transformação das chuvas de 24 horas em chuvas de menor duração.

O resultado final proporcionado por esta metodologia é um “Gráfico de Intensidade – Duração – Frequência”, que a partir de um tempo de duração (igualado ao tempo de concentração da bacia de contribuição, isto é, o tempo para que toda a bacia passe a contribuir para a vazão na seção estudada) fornece a “Intensidade de Precipitação”, em mm/h, para aquele tempo.

3.6.3. Precipitações Mensais

A partir das precipitações totais mensais para cada ano de observação, calculou-se a precipitação total máxima, média e mínima mensal.

Pelo histograma da Figura a seguir pode-se concluir que o trimestre compreendido entre maio e agosto é o mais seco do ano. O trimestre mais chuvoso é constituído pelos meses de janeiro, fevereiro e março. Os meses de maior e menor média são respectivamente: janeiro com 232,15 mm e junho com 86,26 mm. A média anual para a Estação Pluviométrica de Brusque é de 1.503, mm.

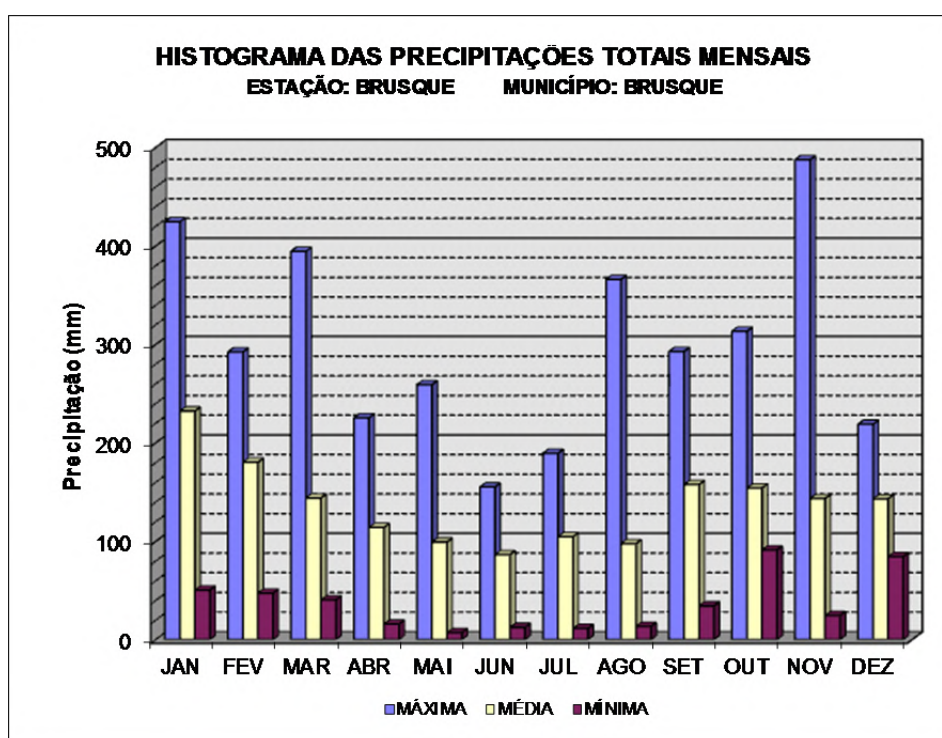


Figura 3.17 – HISTOGRAMA DE PRECIPITAÇÕES

3.6.4. Número de Dias de Chuva

A partir dos dados do número de dias de chuva foram calculados os valores máximos, médios e mínimos que geraram o histograma a seguir. Comparando-se os histogramas de precipitações mensais e o número de dias de chuva, observa-se que há certa correspondência entre as médias das precipitações mensais e as médias mensais de dias de chuva. Os meses de maior e menor média de dias chuvosos são respectivamente: janeiro com 16,6 dias e maio com 8,3 dias. A média anual para a Estação Pluviométrica de Brusque é de 134,3 dias.

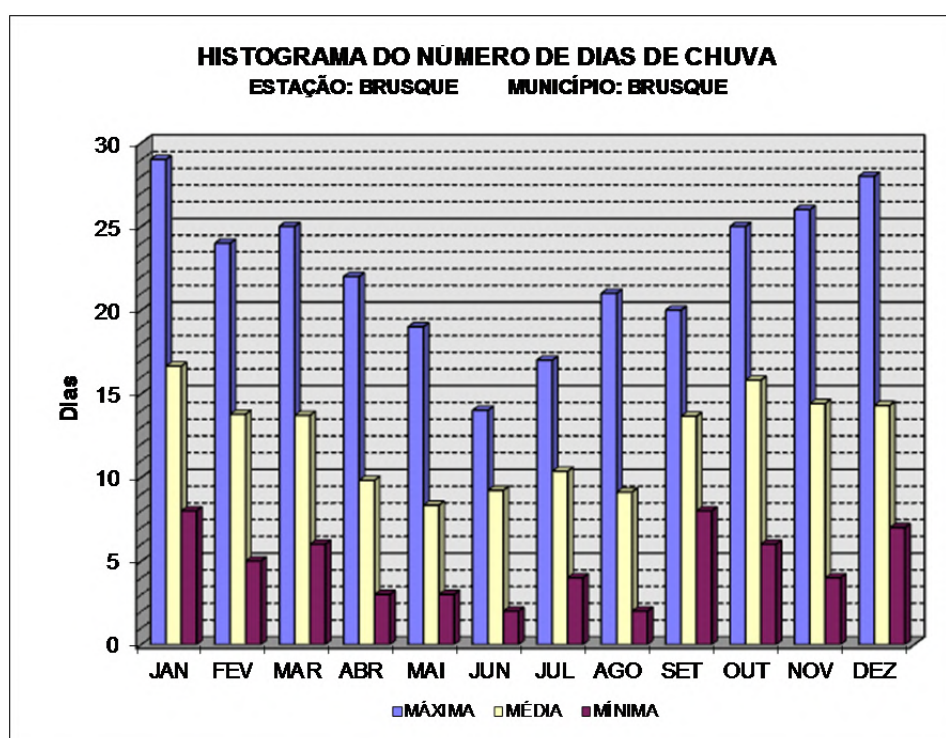


Figura 3.18 – HISTOGRAMA DE NÚMERO DE DIAS DE CHUVA

3.6.5. Precipitações Diárias Máximas Anuais

Com base nas precipitações máximas observadas, determinou-se a precipitação média das máximas anuais, bem como seu desvio padrão. Foram utilizados nesta determinação dados referentes há 19 anos, no período correspondente aos anos de 1994 a 2012. Os resultados obtidos para a Estação Pluviométrica de Brusque foram:

- $h = 81,82 \text{ mm}$
- $\sigma = 26,46 \text{ mm}$
- $n = 19 \text{ anos}$

Quadro 3-10 – PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS MÁXIMAS OBSERVADAS NA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE BRUSQUE

Ano	H _{máx.} (mm)	Ano	H _{máx.} (mm)	Ano	H _{máx.} (mm)
1994	96,70	2001	77,30	2008	109,50
1995	78,40	2002	89,50	2009	69,00
1996	77,80	2003	43,80	2010	92,40
1997	79,70	2004	30,00	2011	151,30
1998	100,20	2005	94,20	2012	104,30
1999	72,90	2006	58,30		
2000	69,60	2007	59,60		

3.6.6. Curvas Intensidade-Duração-Frequência

Para a obtenção das curvas que relacionam altura (ou intensidade) de precipitação em função do tempo de duração e do tempo de recorrência, utilizou-se o Método do Eng.º Jorge Jaime Taborga Torrico. Em síntese, este método consiste em efetuar a correlação entre as precipitações de 24 horas, 1 hora e 6 minutos de duração dentro das Isozonas homogêneas, observadas estatisticamente com base nos dados da publicação “Chuvas Intensas no Brasil” do Engo Otto Pfafstetter, conforme mostrado na **figura a seguir**. A favor da segurança, tomou-se a média das precipitações máximas diárias dos anos observados. Para o cálculo da máxima precipitação de 1 dia, para tempos de recorrência de 10, 25 e 100 anos, utilizou-se a Equação de Ven Te Chow com os coeficientes probabilísticos de Gumbel, conforme a seguir transcrito:

$$\bar{h} = h + km \cdot \sigma$$

Onde:

\bar{h} = precipitação para o tempo de recorrência especificado;

h = precipitação média máxima diária;

σ = desvio padrão das máximas;

km = fator de frequência, baseado no Método de Gumbel, que depende do número de anos de observação.

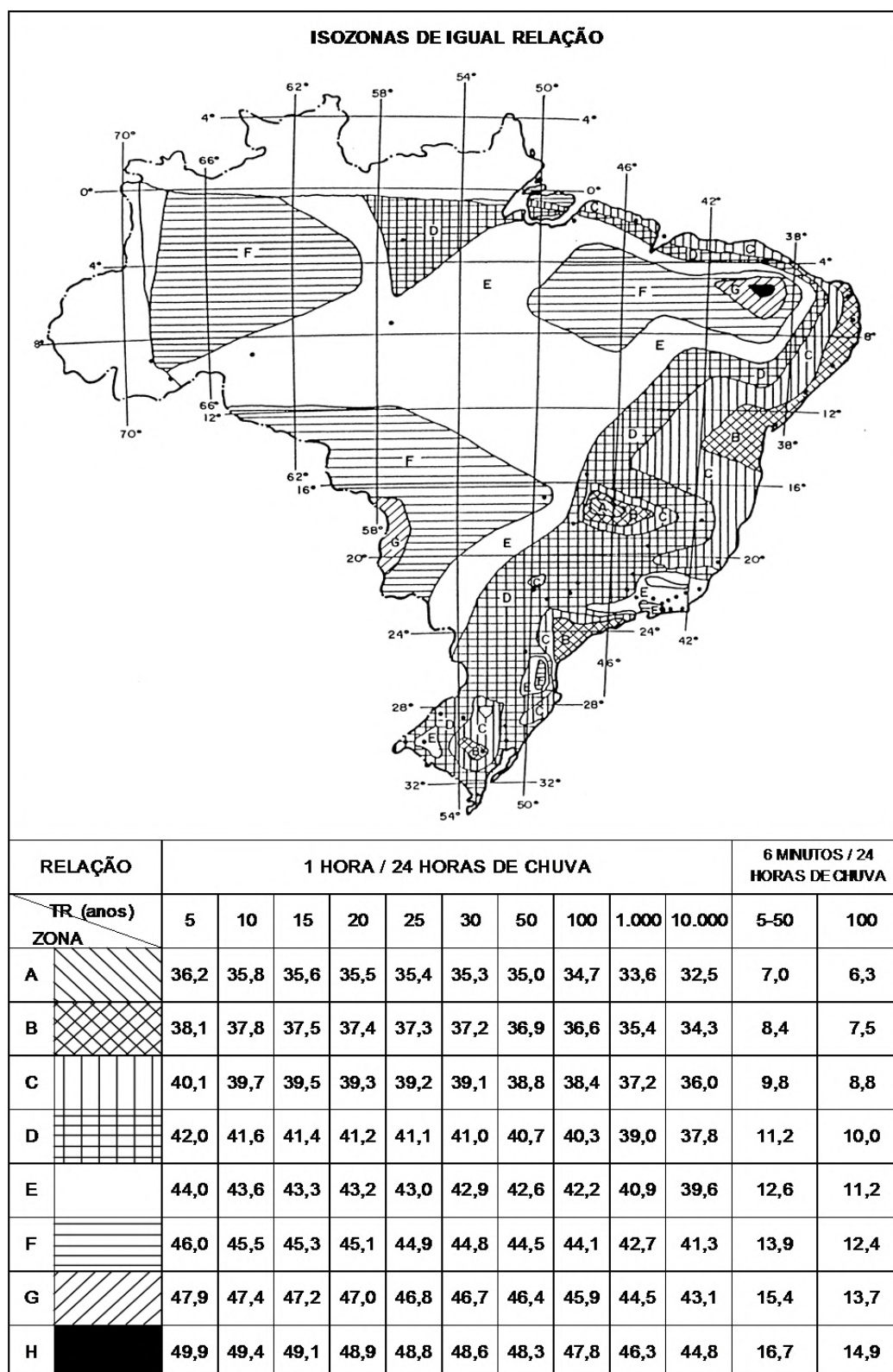


Figura 3.19 – ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

Adotando o procedimento recomendado pelo Eng.^o Otto Pfafstetter na publicação acima citada, o valor obtido para a máxima precipitação de 1 dia foi corrigido para a precipitação de 24 horas multiplicando pelo fator [1,095].



Em seguida, determinou-se a isozona do projeto como sendo a [E] e calcularam-se as chuvas com duração de 1 hora e 6 minutos. Esses valores foram calculados para os tempos de recorrências de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos e mostrados na tabela correspondente. Com esses valores traçaram-se em papel probabilístico as alturas de chuvas, onde se pode ler a altura de chuva para qualquer tempo de duração entre 6 minutos e 24 horas.

A tabela a seguir mostra os resultados obtidos a partir de várias leituras para a Estação Pluviométrica de Brusque, para os tempos de recorrência de 10, 15, 25, 50 e 100 anos. As curvas de [intensidade – duração – frequência], apresentadas na figura correspondente, foram traçadas segundo os pontos obtidos no papel probabilístico, acima citado.

**DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE
ALTURA DE CHUVA-DURAÇÃO**

Estação : **BRUSQUE**
Local : **BRUSQUE**

Uf: **SC**

Nº de anos observados = **19**
Precip. Média (mm) = **81,82** * Usando a metodologia proposta por TORRICO, 1974
Desvio Padrão = **26,46**

TR = 5		P1dia(Chow-Gumbel) =		106,32		TR = 10		P1dia(Chow-Gumbel) =		125,11	
Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)
0,1	0,126	14,67	146,69	0,1	0,126	17,26	172,62	0,1	0,126	17,26	172,62
1,0	0,440	51,23	51,23	1,0	0,436	59,73	59,73	1,0	0,436	59,73	59,73
24,0	1,095	116,42	4,85	24,0	1,095	137,00	5,71	24,0	1,095	137,00	5,71
TR = 15		P1dia(Chow-Gumbel) =		135,59		TR = 25		P1dia(Chow-Gumbel) =		148,85	
Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)
0,1	0,126	18,71	187,07	0,1	0,126	20,54	205,37	0,1	0,126	20,54	205,37
1,0	0,433	64,29	64,29	1,0	0,430	70,09	70,09	1,0	0,430	70,09	70,09
24,0	1,095	148,47	6,19	24,0	1,095	162,99	6,79	24,0	1,095	162,99	6,79
TR = 50		P1dia(Chow-Gumbel) =		166,47		TR = 100		P1dia(Chow-Gumbel) =		183,97	
Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)
0,1	0,126	22,97	229,68	0,1	0,112	22,56	225,62	0,1	0,112	22,56	225,62
1,0	0,426	77,66	77,66	1,0	0,422	85,01	85,01	1,0	0,422	85,01	85,01
24,0	1,095	182,29	7,60	24,0	1,095	201,44	8,39	24,0	1,095	201,44	8,39

**DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE
INTENSIDADE - DURAÇÃO - FREQUÊNCIA**

Duração (horas)	TR=5 anos		TR=10 anos		TR=15 anos		TR=25 anos		TR=50 anos		TR=100 anos	
	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)
0,1	14,67	146,69	17,26	172,62	18,71	187,07	20,54	205,37	22,97	229,68	22,56	225,62
0,3	30,94	103,13	36,16	120,53	39,00	130,00	42,59	141,97	47,31	157,70	50,35	167,83
0,4	35,43	88,58	41,38	103,45	44,59	111,48	48,68	121,70	54,03	135,08	58,02	145,05
0,5	39,30	78,60	45,88	91,76	49,42	98,84	53,93	107,86	59,82	119,64	64,64	129,28
0,8	47,32	59,15	55,18	68,98	59,41	74,26	64,78	80,98	71,80	89,75	78,32	97,90
1,0	51,23	51,23	59,73	59,73	64,29	64,29	70,09	70,09	77,66	77,66	85,01	85,01
1,5	57,59	38,39	67,27	44,85	72,50	48,33	79,15	52,77	87,87	58,58	96,37	64,25
2,0	62,44	31,22	73,02	36,51	78,76	39,38	86,06	43,03	95,65	47,83	105,03	52,52
2,5	66,45	26,58	77,77	31,11	83,94	33,58	91,77	36,71	102,08	40,83	112,18	44,87
3,0	69,68	23,23	81,60	27,20	88,11	29,37	96,38	32,13	107,27	35,76	117,96	39,32
6,0	83,34	13,89	97,79	16,30	105,76	17,63	115,85	19,31	129,20	21,53	142,36	23,73
12,0	99,10	8,26	116,48	9,71	126,11	10,51	138,31	11,53	154,50	12,88	170,51	14,21
16,0	106,16	6,64	124,84	7,80	135,22	8,45	148,37	9,27	165,82	10,36	183,12	11,45
20,0	112,02	5,60	131,78	6,59	142,78	7,14	156,71	7,84	175,22	8,76	193,58	9,68
24,0	116,42	4,85	137,00	5,71	148,47	6,19	162,99	6,79	182,29	7,60	201,44	8,39

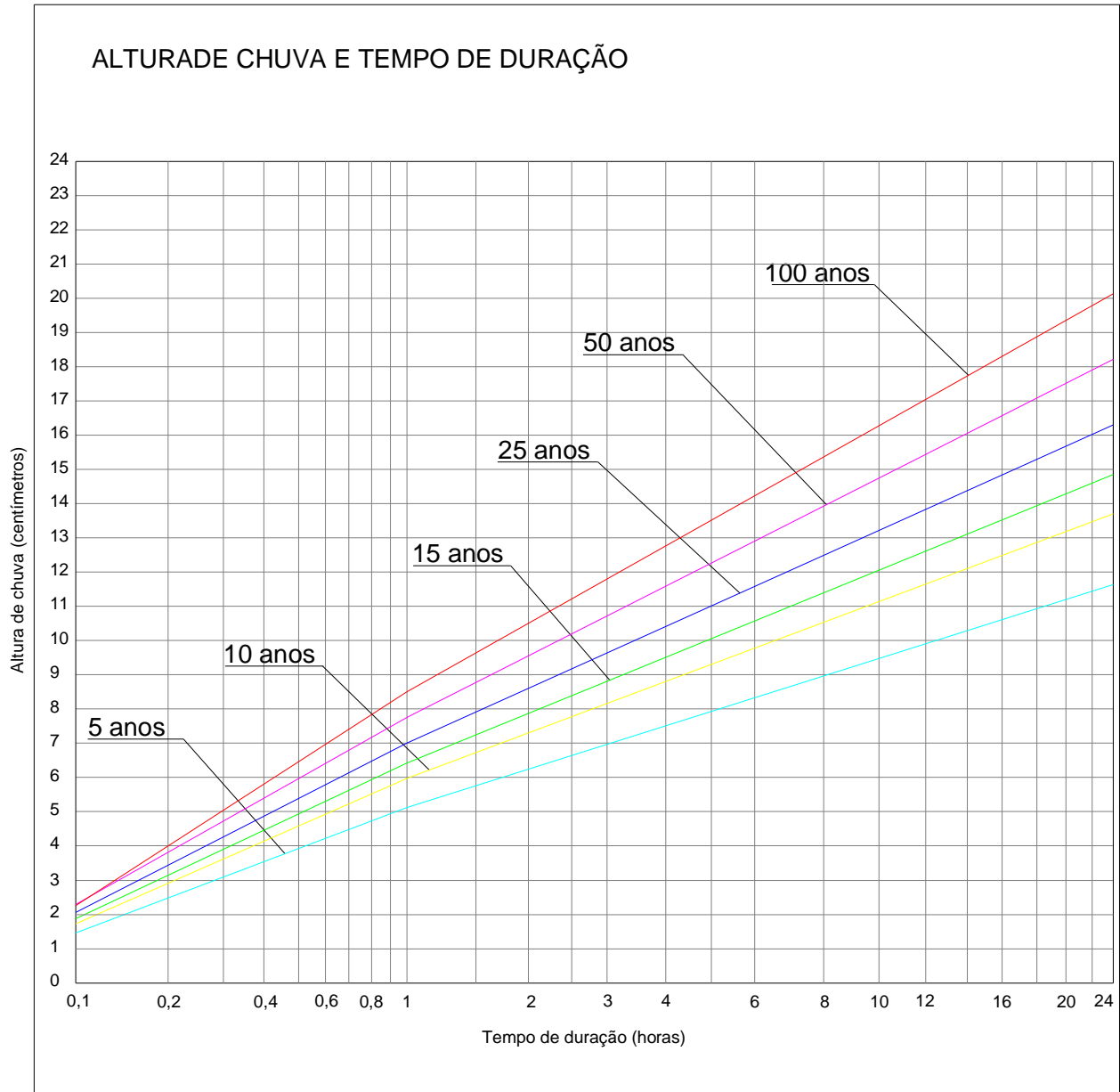


Figura 3.20 – FREQUENCIA DE CHUVAS



KL ENGENHARIA



INSERIR IMAGEM ISOILETAS



3.7. Tempo de concentração

O tempo de concentração na seção correspondente à exutória da bacia é apresentado no item 3.2.

Os tempos de concentração para as seções de interesse dos estudos foram calculados considerando os parâmetros correspondentes a cada seção.

3.8. Ventos

As velocidades médias do vento na bacia, de um modo geral são baixas, com valores inferiores a 1,0 m/s, atingindo valores médios de até 2,0 m/s em locais do divisor norte. A direção predominante do vento inclui geralmente a componente leste (ventos de sudeste e nordeste). Nos meses do outono e inverno também são frequentes os ventos de componente norte.

No local do aproveitamento, as velocidades médias anuais, de acordo com os registros das estações climatológicas mais próximas, são da ordem de 1,0 m/s. A direção dominante é a do quadrante sudeste, para a qual os registros indicam os ventos de maior intensidade. Velocidades máximas de até 25,0 m/s, para ventos com duração superior à uma hora e para esta direção, podem ser observadas nas áreas mais elevadas da bacia estudada.

Quadro 3.11 - VARIAÇÃO DA VELOCIDADE MÉDIA MENSAL DO VENTO

MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
VELOCIDADE (m/s)	2,0	1,9	2,0	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	2,1	2,1	2,0	2,1	1,9



KL ENGENHARIA



CAPÍTULO 4 – TOPOGRAFIA E CARTOGRAFIA

4. TOPOGRAFIA E CARTOGRAFIA

4.1. Levantamentos de campo na etapa de estudos preliminares

O Estudo Topográfico seguiu as recomendações da Instrução de Serviço IS - 03/98, vigente no DEINFRA.

O objetivo do estudo topográfico é a elaboração de um modelo digital do terreno que permita a definição da geometria do empreendimento e forneça os elementos necessários à elaboração dos demais estudos e projetos. Para tanto foram elaborados os serviços abaixo relacionados:

- Implantação dos marcos de apoio;
- Transporte de Coordenadas e Altitude dos Marcos Oficiais;
- Levantamento planialtimétrico cadastral do terreno com seções transversais;
- Cadastramento do “NA” (nível da água);
- Equipamentos e Programas.

4.2. Implantação dos marcos de apoio básico

Para atendimento dos serviços topográficos a serem realizados na barragem de Botuverá, foram implantados 06 (seis) novos Marcos Topográficos denominados BO03 a BO08, para apoio da poligonal principal.

Os Marcos de apoio foram confeccionados conforme o modelo padrão vigente no DEINFRA, ou seja, tronco piramidal com 0,50 m de altura e 0,30 m de base, sendo fixada placa de alumínio com nome e o número correspondente.

4.3. Transporte de coordenadas e altitude dos marcos oficiais

As coordenadas dos Marcos de apoio foram obtidas através do rastreamento e transporte de coordenadas planialtimétricas do ponto BO03, ponto este ajustado pela RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) conforme monografia no anexo B.

O ajustamento das componentes X, Y, e Z se deram pelo rastreamento efetuado e triangulado aos Marcos Oficiais do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), que formam a rede de referência geodésica oficial brasileira composta de estações planimétricas e altimétricas, implantadas pelo IBGE. Os vértices utilizados para o referenciamento geodésico da rede de referência para o levantamento, foram as Estações SCLG (Lages/SC), IMBT (Imbituba) e BO03 (Botuverá/SC) – em forma de triângulo onde se pode obter um ajustamento de melhor precisão, (ver monografia das estações no anexo A).

O transporte de coordenadas planimétricas da rede geodésica oficial do IBGE para o Marco Base de referência topográfica situado no trecho da barragem, deu-se com o emprego de triangulação por meio do rastreamento da constelação de satélites do sistema GNSS (Global Navigation Satellite System), e GLONASS (Sistema Orbital de Navegação por Satélite), tendo como sistema geodésico de referência para as coordenadas



geográficas, o sistema WGS84 e do sistema de referência SIRGAS 2000 para as coordenadas planas no plano de projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), com a devida consideração do fuso na zona 22 S e Meridiano Central (MC) 51° W.

O rastreamento das constelações GPS e GLONASS, deu-se com a técnica de posicionamento estático com emprego de receptores de multi-frequência (L1/L2/L2C e L5) e com pós-processamento dos dados utilizando a solução fixa no processamento das observações.

Para o transporte da componente altimétrica da posição utilizou-se o modelo de ondulação geoidal MAPGEO2010 da fundação IBGE a fim de se obter a altitude ortométrica, a partir das altitudes geométricas (elipsoidais) observadas no rastreamento do sistema GNSS. Na região, o modelo da ondulação geoidal obtido foi para uma diferença de 1,79 m.

Na obtenção das coordenadas dos vértices de apoio BO03 a BO08 implantados na região da barragem, utilizou-se a mesma metodologia de triangulação e rastreamento do sistema GNSS para realização do transporte de coordenadas, tendo como origem dessas coordenadas o vértice BO03, implantado nas imediações da barragem.

As coordenadas geográficas e planas do vértice de origem da poligonal principal (BO03) são dadas conforme quadro a seguir:

Quadro 4.1 - COORDENADAS DO VÉRTICE DE ORIGEM DA POLIGONAL PRINCIPAL

VÉRTICE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS ELIP. WGS-84		COORDENADAS PLANAS – UTM ELIP. SIRGAS 2000		ALTITUDE ORTOMÉTRICA (H)
	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	N (m)	E (m)	
BO03	27°12'21,20934"	49°10'52,37834"	6.989.452,591	680.138,903	117,219m

O resultado das coordenadas obtidas nos vértices de apoio da poligonal principal é apresentado no quadro abaixo:

Quadro 4.2 - COORDENADAS DOS VÉRTICES DE APOIO

VÉRTICE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS ELIP. WGS-84		COORDENADAS PLANAS – UTM ELIP. SIRGAS 2000		ALTITUDE ORTOMÉTRICA (H)
	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	N (m)	E (m)	
BO04	27°12'19,26829"	49°10'51,77854"	6989512,090	6989512,09	114,24
BO05	27°12'52,79512"	49°12'04,97269"	6988509,339	678127,335	117,396
BO06	27°12'51,02610"	49°12'05,75085"	6988564,091	678106,705	104,749
BO07	27°12'51,78600"	49°12'29,96186"	6988550,252	677440,198	143,932
BO08	27°12'56,05538"	49°12'31,92897"	6988419,630	677384,193	145,679

A monografia do Marco Base BO03 implantado, é apresentada no anexo B deste subitem.

Os relatórios de processamento e monografias dos Marcos Implantados BO03 a BO06 serão apresentados no anexo C do presente relatório.

4.4. Seções transversais e perfil da linha da água

A área restituída foi definida após visitas a campo pela equipe técnica do Consórcio, juntamente com a Defesa Civil tendo como parâmetros, critérios técnicos e operacionais.

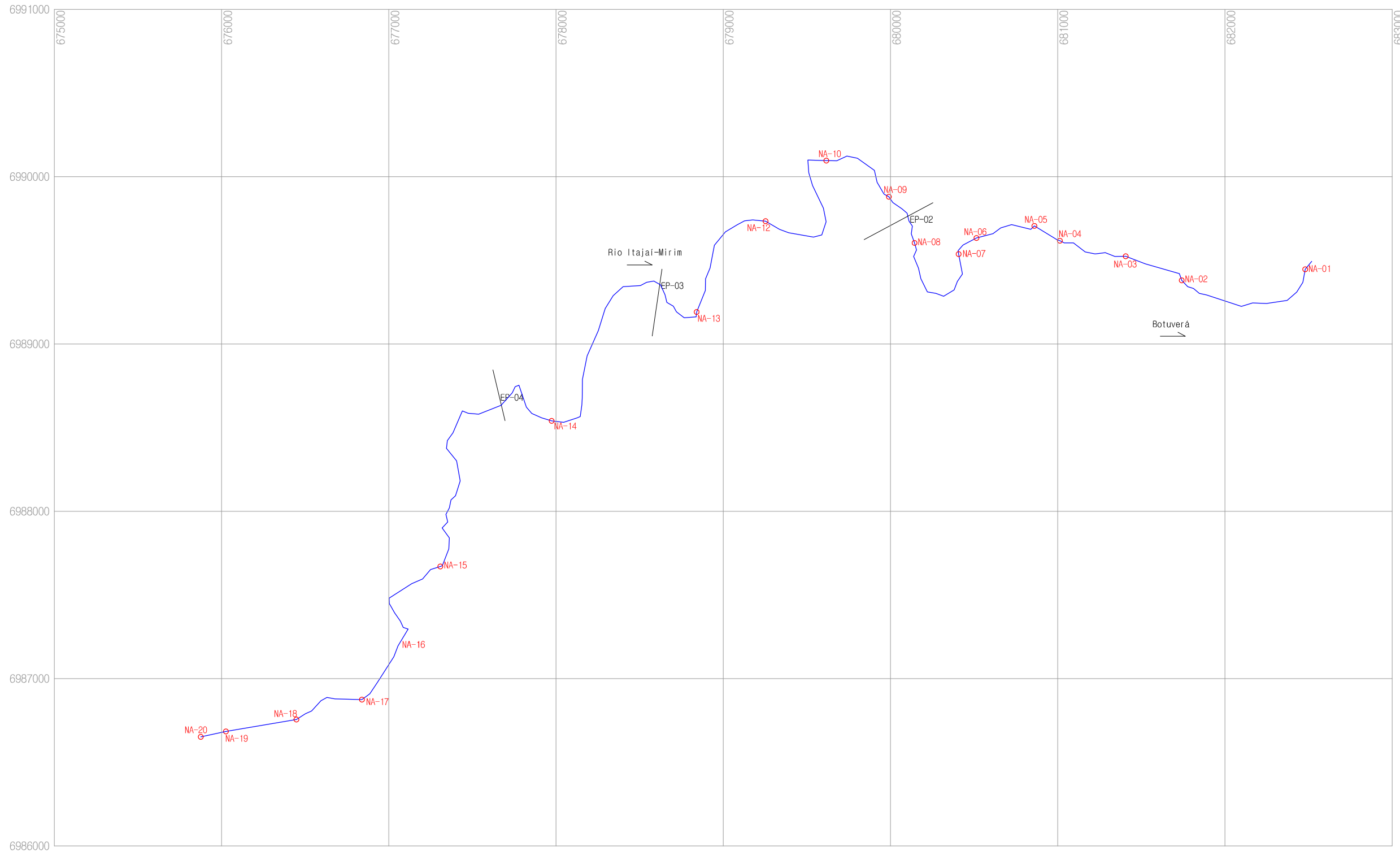
O lançamento da restituição topográfica foi iniciado nas imediações da barragem.

Ao longo da linha de exploração foi efetuado o levantamento das seções transversais, que permite a perfeita análise do perfil tanto do terreno como do leito do rio.

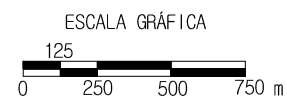
O levantamento destas seções transversais da área atingida pela futura barragem atendeu no mínimo aos preceitos da normatização técnica ABNT 13.133, tendo sido classificada com a classe PAC I.

Todo o serviço topográfico de levantamento planialtimétrico da barragem está referenciado a rede de apoio da poligonal principal implantada, descrita no item anterior.

Fizeram parte dos serviços topográficos, o levantamento de seções transversais, o levantamento topo-batimétrico do local para melhor definição do perfil do terreno e da calha do rio.

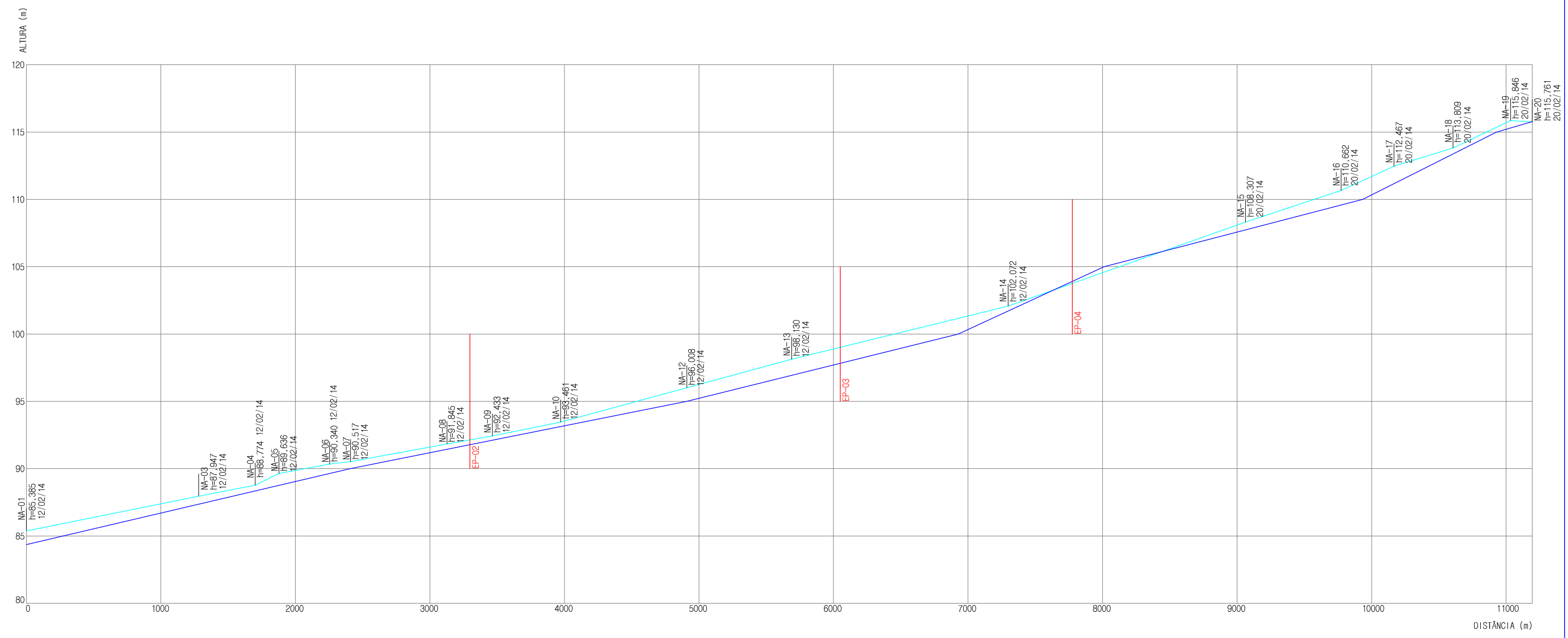


PONTOS DE MEDIÇÃO DE N.A.
1:25.000



Elaborado por:
IGUATEMI  **KL ENGENHARIA**
CONSULTORIA E SERVIÇOS DE ENGENHARIA, LTDA. FLORIANÓPOLIS/SC

 SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL - SDC 		
PROJETO DE BARRAGEM DE CONTENÇÃO DE CHEIAS DO RIO ITAJAÍ MIRIM		
LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO DE N.A.		
ESCALA: INDICADA	DATA: ABRIL/2014	FOLHA: 16



LEGENDA:

- Perfil do rio a partir do levantamento de N.A.
- Perfil do rio a partir das curvas de nível (restituição aerofotogramétrica)

PERFIL DO RIO ITAJAÍ-MIRIM (TRECHO EM ESTUDO)

Escala Vertical - 1:300
Escala Horizontal - 1:30.000

Elaborado por:

SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL - SDC		
PROJETO DE BARRAGEM DE CONTENÇÃO DE CHEIAS DO RIO ITAJAÍ MIRIM		
PERFIL DO RIO ITAJAÍ-MIRIM (TRECHO EM ESTUDO)		
ESCALA:	DATA:	FOLHA:
INDICADA	ABRIL/2014	17



4.5. Equipamentos e programas

Nos serviços de levantamento geodésico e topográfico utilizou-se dos seguintes equipamentos e programas computacionais:

a) Equipamentos

- Antena receptora GNSS marca HI TARGET modelo V30;
- Coletora de dados Qmini para informações referentes ao vértice rastreado;
- Estação total marca TOPCON modelo GTS 3007 W;

b) Programas

- Software de Pós-processamento HGO
- Software HDS 2003;
- Software de Pós-processamento TOPCON Tools
- Software MAPGEO 2010;
- Software de processamento topográfico TOPOGRAPH;
- Software de desenho CAD.



KL ENGENHARIA



CAPÍTULO 5 – GEOLOGIA E GEOTECNIA

5. GEOLOGIA E GEOTECNIA

5.1. Geologia regional

5.1.1. A Bacia do rio Itajaí

A Bacia do Rio Itajaí localiza-se na borda leste da bacia sedimentar, conhecido como Bacia do Paraná que se estende desde o Centro-Sul do Brasil até o nordeste da Argentina, passando pela região leste do Paraguai (a parte central é constituída de solo recente, e os sedimentos são mais antigos à medida que se dirige para a região periférica).

O solo da Bacia do Rio Itajaí tem como base acamada rochosa das eras arqueozoica e a proterozóica que compõe o continente estável da América do Sul, e acima dela, distribuem-se as rochas sedimentares das eras paleozóicas e mesozóicas, e na camada superior, as rochas basálticas escoadas na era mesozóica. Excetuando o estrato aluvial que se distribui na planície da costa atlântica e nas planícies das margens dos rios, de modo geral os estratos são mais antigos na região nordeste e recentes na região sudoeste. No alto vale distribuem-se as rochas da era mesozóica e era paleozóica, e no médio e baixo vale observam-se ampla distribuição de rochas sedimentares da era paleozóica e as rochas metamórficas das eras arqueozoica e proterozóica.

No lado leste da Serra do Mar (região do baixo vale do Itajaí), as falhas geológicas se destacam no sentido nordeste – sudoeste, na escala máxima de 60 km com boa continuidade. Observa-se também no sentido norte-nordeste e sul – sudoeste com extensão de até 20 km. No lado oeste da Serra do Mar (região do alto vale do Itajaí), a distribuição de falhas geológicas é relativamente esparsa. Observa-se no nordeste - sudoeste, é observado também o sistema Norte - Noroeste – Sul - Sudoeste que se estende continuamente por 80 km ao longo do Rio Itajaí do Norte e por 40 km ao longo do Rio Itajaí do Sul.

O solo da Bacia do Rio Itajaí, iniciando pelo mais recente, divide-se em quatro tipos:

- Camada aluvial da era cenozoica: distribui-se amplamente na parte jusante da bacia do Rio Itajaí-açu, Rio Itajaí Mirim e Rio Luiz Aves, com profundidade superior a 30m e distribuem-se nas áreas mais estreitas ao longo da montante do Rio Itajaí-açu e de outros afluentes com profundidade de até 10m.
- Rochas sedimentares e vulcânicas da era mesozoica: distribui-se na Serra Geral pela banda leste da Bacia do Rio Itajaí.
- Rochas sedimentares e vulcânicas da era paleozoica: distribui-se na Serra do Mar que atravessa a parte central da Bacia do Rio Itajaí, estendendo-se pela encosta leste da Serra Geral.
- Granulito da era arqueozoico a proterozoico, migmatito, rochas metamórficas, rochas sedimentares, rochas intrusivas e rochas plutônicas: distribuem-se no lado leste da Serra do Mar (baixo vale do Rio Itajaí).

5.1.2. Bacias dos três afluentes de montante do Rio Itajaí

No solo dos três afluentes de montante do Rio Itajaí (Itajaí do Norte, Itajaí do Oeste e Itajaí do Sul), a oeste da Serra do Mar, destacam-se as rochas sedimentares das eras

paleo-zóicas a mesozóica (grupo de estratos Itararé, grupo de estratos Guatá e grupo de estratos Passa Dois).

Na região de baixa altitude distribuem-se rochas sedimentares das eras paleozóicas e mesozóicas, principalmente xisto argiloso. Estas rochas são constituídas principalmente de sedimentos marinhos e são intercaladas por arenito fino.

Na região de grande altitude da Serra Geral, divisor de águas da Bacia do Rio Itajaí, distribuem-se as rochas sedimentares da era mesozóica. São argilitos e arenitos, intercalados com rochas siltosas e arenitos finos. Caracterizam-se pelo ambiente no estado pri-mário de cor roxa, rosada e branca.

Na bacia do afluente Itajaí do Oeste observam-se basaltos da era mesozóica.

O estrato aluvial distribui-se de maneira localizada na microbacia, ao longo do Rio Itajaí-açu, entre as cidades de Rio do Sul e Lontras, e no Rio Itajaí do Oeste e seus afluentes. Estas camadas aluviais são geralmente de areia siltosa ou silte arenoso, e tem inserções de camadas de cascalho. Imagina-se que a espessura do estrato aluvial seja geralmente inferior a 10m.

5.1.3. Características geológicas das bacias do Rio Itajaí-açu, Rios Benedito, Itajaí Mirim e Luiz Alves, e dos afluentes

Os solos que se distribuem por esta região, que fica ao leste da Serra do Mar, são descritos abaixo em ordem de formação mais antiga:

O complexo de granulita de Santa Catarina da era arqueozóica (rochas metamórficas compostas principalmente por granulita) distribuem-se no lado leste da Serra do Mar, à margem direita do Rio Itajaí-açu que inclui a Bacia do Rio Benedito e a Bacia do Rio Luiz Alves.

Em toda a região da Serra de Itajaí, na Bacia do Rio Itajaí Mirim e no lado sul do Rio Itajaí-açu, a jusante do município de Gaspar, distribui-se rochas metamórficas do grupo de estratos Brusque da era proterozóica, e granito e ortognaisse com esquistosidade, de forma complexa.

Rochas sedimentares não metamórficas da era proterozóica (formação Gaspar, formação Baú, formação Campo Alegre) distribuem-se desde a região norte da Serra do Itajaí e o município de Blumenau, à margem esquerda do Rio Itajaí-açu até a bacia do Rio Luiz Alves.

Rochas sedimentares do grupo de estratos Itararé e grupo de estratos da era paleozóica e do período carbonífero ao período permiano distribuem-se pela encosta do lado leste da Serra do Mar na bacia do rio Benedito.

Sedimentos aluviais, no lado leste da Serra do Mar, distribuem-se ao longo do Rio Itajaí-açu e dos afluentes. A largura de distribuição de camada aluvial vai-se ampliando no Rio Itajaí-açu, proximidades de Gaspar, e nas proximidades da confluência com Rios Luiz Alves e Itajaí Mirim, para o lado a jusante. Sedimentos aluviais são compostos principalmente de silte arenoso ou areia siltosa, intercalados por camadas de cascalho.



A espessura de sedimentos é geralmente de cerca de 10m. Conforme o lugar, afloramento de rocha basal é encontrado nos leitos dos rios.

Os sedimentos dos leitos dos rios são areia de partícula de tamanho médio, contendo partículas grossas. Segundo o resultado de pesquisa de fundação das construtoras de rodovias, há sedimentação espessa de argilas contendo material orgânico em algumas partes.

5.1.4. Complexo Metamórfico Brusque

O Complexo Metamórfico Brusque é constituído por um cinturão principal, alongado de cerca de 75 km na direção N45°E-S45°W, desde a cidade de Itajaí, no litoral, até as proximidades de Vidal Ramos, onde é coberto pela Bacia do Paraná. Segundo a interpretação dos dados disponíveis nos levantamentos aeromagnéticos, estende-se ainda por uma distância mínima de 20 km, sob a referida bacia.

Nesta extensa área de exposição, forma duas faixas alongadas, segundo a direção geral do cinturão, separadas por batolito também alongado, o granitóide Valsungana, o qual segmenta o cinturão nas duas faixas isoladas, ao nível erosional atual.

Desmembrados deste cinturão principal, ocorrem uma série de pequenos corpos de supracristais de baixo grau, em continuidade direta com o mesmo, ou dele muito distantes e que, pelos conhecimentos atuais, são cartografados como pertencentes ao mesmo complexo. Os remanescentes mais próximos têm expressão aflorante reduzida, raramente ultrapassando a poucas centenas de metros. Estão sempre associados a terrenos granito-gnáissicos ou migatíticos com os quais revelam, em geral, contatos transpostos e subverticalizados. É o caso da série de enclaves, por assim dizer, preservados nos terrenos granito-gnáissicos de Porto Belo, descrito por SILVA (1984b), SILVA et al. (1985), ou, dos restos da seqüência máfico-ultramáfica de Itapema/Meia Praia, descrita por SILVA & DIAS (1981) e, posteriormente, por ISSLER (1983), SILVA et al. (1985); BORBA & LOPEZ (1985).

Outra ocorrência de menor expressão, também situada a sul do cinturão, foi descrita nas proximidades da cidade de Anitápolis, no âmbito de terrenos granito-gnáissicos, SILVA (1984a). Ao norte do cinturão, próximo à divisa com o Estado do Paraná, localizam-se outros dois mais recentes da seqüência. O de maior envergadura situa-se na região de Garuva e foi pela primeira vez descrito e correlacionado ao complexo de Brusque por ALBUQUERQUE et al. (1971). Corresponde ao segmento catarinense da Formação Cachoeira, a qual, no Estado do Paraná, é regionalmente relacionada à Formação Setuva e considerada como pertencente a uma associação vulcano-sedimentar "greenstone-belt" (SILVA, 1981). Finalmente, a nordeste da Ilha de São Francisco do Sul, SILVA (1984a) identificou alguns remanescentes de supracrustais no âmbito do granito-gnáissicos, que ocorrem na região do Saí-Mirim, no Cráton Garuva/São Francisco do Sul. Da mesma forma, BORBA & LOPEZ (1985) descrevem remanescentemente de xistos máficos correlacionáveis aos do Cinturão de Brusque, situados a norte da Praia de Itapema, na Ponta do Faísca, no âmbito do Núcleo Migmatítico de Itapema.



5.1.5. Sequências vulcano-sedimentares basais

Da maneira como foi originalmente definida (SILVA 1983; 1984a), a sequência vulcano-sedimentar (Itajaí-Mirim) incluía uma associação; “metavulcano-sedimentar” com predominância de termos sedimentares pelíticos (micaxistos), subordinadamente sedimentos clásticos (metarenitos, quartzitos, metagravacas) e químicos (metacalcários, dolomíticos, formações ferríferas bandadas-Bifs). Vulcanismo sin-sedimentar restrito, com emissões de composição complexa: ácida, básica e ultrabásica.

- Sequência Epiclástica Superior

A existência de uma seqüência epiclástica sobreposta a Rio do Oliveira, conforme sugerido por SILVA et al (1985), independentemente de vir a ser plenamente confirmada como uma unidade mais jovem ou constituinte do fechamento da deposicional seqüência vulcano-sedimentar, não pode ser ainda descartada. É certo que à esta unidade superior correspondem as descrições anteriores referidas ao “Grupo” Brusque ou “Formação” Botuverá, tradicionalmente encontradas na literatura da área, as quais tomavam pelo todo, as características de um dos domínios da associação.

Entre os litótipos constituintes, predominam amplamente aqueles de derivação pelítica: mica xisto; filitos, eventualmente grafitosos; mica xisto granatíferos; xistos grafitosos carbonáticos; mica xisto com cloritóide; filitos; quartzitos; metamargas.

- Grupo Itajaí

O conjunto de associações vulcano-sedimentares das coberturas sub-horizontais de plataforma é aqui agrupadas formalmente sob a designação de Grupo-Itajaí. Estas associações ocorrem em quatro “bacias” isoladas, cujos limites atuais acham-se afastadas por dezenas de quilômetros.

São ainda considerados como pertencentes à presente unidade diversos corpos isolados de vulcanitos félsicos ou, de rochas piroclásticas, distribuídas especialmente na região centro-leste, entre as localidades de Queçaba e a Ilha de Santa Catarina.

A ocorrência mais meridional é representada por duas diminutas “cunhas” com poucas dezenas de quilômetros quadrados de expressão aflorante, possíveis recentemente de uma bacia maior, existente na região de Queçaba.

A bacia mais expressiva, em termos de extensão aflorante, ocupa uma área de 1.000 km², com uma largura média de 15 km e comprimento máximo de 70 km, segundo o eixo principal N45° E. Trata-se da bacia de Itajaí. Mais ao Norte, volta a ocorrer remanescentes da seqüência, no Graben de Corupá, com uma pequena extensão aflorante de cerca de 20 km². Finalmente, mais ao norte, já próxima à divisa com o Estado do Paraná localiza-se a Bacia de Campo Alegre, com cerca de 400km² de área exposta.

Apesar destes depósitos já terem sido objeto de mapeamento, até em escalas de semi-detalle, existe ainda uma série de dificuldades à compreensão do seu significado geotectônico, bem como em relação às designações formais de unidades, possivelmente equivalentes nas distintas bacias. As dificuldades de uniformização e, conseqüentemente de correlação, devem outro se, conforme assinalado no trabalho de DAITX (1979), à descontinuidade física entre as diversas ocorrências, ao intenso tectonismo que afetou, à escassez de datações geocronológicas à falta de um tratamento estrutural profundo. A estes fatores acrescentaríamos ainda a falta de estudos comparativos entre as distintas ocorrências. A primeira tentativa de compatibilização das diversas colunas estudadas nas diferentes bacias é devida ao trabalho de SILVA & DIAS (1981).

Mesmo esta primeira tentativa de compatibilização das colunas, propostas para a Bacia do Itajaí pelos autores supra e para a Bacia do Campo Alegre, proposta por EBERT (1971) e DAITX (1979), carece de maior precisão, especialmente com relação à unidade designada de Formação Campo Alegre, a qual exhibe marcantes diferenças nas duas bacias: enquanto que na de Campo Alegre, a Formação Homônima é constituída por notável seqüência vulcano-sedimentar com abundante contribuição piroclástica e sedimentos tufogênicos depositados em regime lacustre, na Bacia do Itajaí a contribuição vulcânica e piroclásticas são bastante subordinadas, sendo a sedimentação representativa de espessos depósitos turbidíficos, com discreta contribuição piroclástica e de sedimentos tufogênicos.

Já com relação à seqüência clástica continental de red beds basais, existe uma notável correspondência nas duas bacias sendo, desta forma, bastante apropriada o emprego da designação formal de Formação Gaspar para a seqüência em ambas.

De qualquer maneira, as diferenças nos regimes deposicionais, bem como na geometria das diferentes bacias, requerem uma abordagem individualizada para cada uma delas. Por outro lado fica claro que os trabalhos anteriores ao de SILVA & DIAS (1981) apresentavam uma proposta de empilhamento estratigráfico invertido, para a Bacia de Itajaí, ou seja, colocavam a seqüência de red beds e, não a seqüência turbidítica como fechamento do ciclo deposicional.

- Bacia do Itajaí

A bacia do Itajaí tem forma grosseiramente retangular, o eixo maior na direção N45°E-S45°W estendendo-se desde o litoral, próximo à cidade homônima, até ser encoberta pela Bacia do Paraná na região de Subida, cerca de 80km sudoeste. Os contatos da bacia com seu assoalho arqueano de médio e alto grau (Complexo Granulítico de Santa Catarina e Complexo Tabuleiro) dá-se, em geral, por expressivos falhamentos, com exceção da extremidade nordeste onde predominam contatos por discordância litológicas. A geometria da bacia revela uma simetria bem caracterizada, com os bordos constituídos por uma seqüência fluvial grosseira de ambiente de alta energia e o centro, por uma espessa seqüência lacustrina. O texto abaixo é um resumo do trabalho de SILVA & DIAS (1981).

- Formação Gaspar

A sequência basal caracteriza-se por uma sedimentação clástica continental grosseira, de coloração bordô características, do tipo reds-beds a um regime fluvial anastomosado resultando numa fácies arenosa grosseira (Formação Gaspar), com abundantes intercalações de conglomerados polimíticos (Baú), que atinge espessura máxima de 120m. Contribuições vulcanoclásticas são raras e restritas ao topo, onde observam-se interlaminagem de tufos ácidos. A formação como um todo incluindo os arenitos e os conglomerados, tem espessura máxima estimada de 450m.

- Formação Campo Alegre

Os depósitos do centro da bacia (topo) são mais finos, caracteristicamente de cor verde, relacionados a ambientes redutores, não raro exibindo contatos gradacionais com os psamitos da Formação Gaspar sotoposta. Contribuições vulcanoclásticas podem ser localmente observadas, enquanto que vulcanismo e subvulcanismo de caráter ácido, materializado sob a forma de diversos "stoks" têm expressiva presença na extremidade sudoeste da bacia associado ao qual ocorre um corpo de granito alcalino (Subida).

- Bacia de Queçaba

É constituída por duas "cunhas" sedimentares, com área total em torno de 50 km³, expostas na região de Queçaba, além de pequenos corpos subvulcânicos e de depósitos piroclásticos localizados entre esta localidade e a Ilha de Santa Catarina.

Segundo o trabalho de TRAININI et al (1987), esta unidade foi designada formalmente de Formação de Queçaba, supostamente pertencente ao Grupo Brusque. A unidade é constituída predominante de metapelitos e metapsamitos, metagrauvacas, além de riodacitos em raras intercalações, formando um Flysh terrígeno, constituída por areias e argilas ciclicamente acamadas, findando com nova sequência pelítica. Condições redutoras são observadas na forma de filitos carbonoso, principalmente, na base e no topo da porção média. São notáveis ainda o grau metamórfico baixo e o padrão de dobramentos simples a que foram submetidos estas rochas, em contrapartida aos sucessivos e apertados padrões de dobramento da Formação Botuverá (Entenda-se Complexo Metamórfico Brusque).

- Bacia de Campo Alegre

Bacia de Campo Alegre, de geometria grosseiramente circular, ocupa um extensão de cerca de 400 km². A ela associam-se os remanescentes vulcano-sedimentares preservados no "Graben" de Corupá, os quais, por ocuparem menos de 20 km², não serão abordados separadamente.

- Formação Gaspar

Apresenta disposição periférica ocupando estreita faixa em todo o bordo da bacia. É constituída por espesso pacote de arenitos arcoseanos com espessura de até 150m. (DAITX, 1979). A granulometria é média a muito grosseira; a coloração bordô, os leitos são maciços ou com estratificação plano-paralela milimétrica, com

tendência a cuneiforme, mostrando eventualmente estratificações cruzadas de pequeno e médio porte (0,5 m).

- Formação Campo Alegre

Ocupa a maior parte da área exposta da bacia, mais especialmente, toda a sua região central.

O detalhamento geológico, advindo do trabalho de DAITX (1979) permitiu uma divisão informal da sequência sedimentar em três subunidades:

o Sequência Vulcânica Inferior (Básico-Intermediária)

É constituída por rochas efusivas básicas do tipo basalto, andesito, dacitos e riódacitos e, por menor porcentagem de vulcanitos ácidos. Estão associadas, algumas vezes, a siltitos, tufos e tufitos da sequência sedimentar intermediária. Os vulcanitos ácidos incluem quartzo, traquitose felsitos, que se acham intercalados entre os derrames básicos como BR 280, no flanco ocidental da bacia. Os vulcanitos básicos podem formar pequenos corpos intrusivos. Raramente ocorrem bancos métricos de conglomerado.

o Sequência Sedimentar Intermediária (Vulcanoclástica)

Inclui siltitos, tufos e tufitos com menor participação de arenitos, folhelhos e raríssimos conglomerados. Nesta sequência epivulcanoclástica, intercalam-se “sills” e diques de meláiros, andesitos e basaltos. As ocorrências principais desta unidade situam-se nas porções norte e nordeste bem como, no sudoeste da bacia. Os termos silticos mostram fina estratificação plano-paralelo milimétrica as com alternância rítmica de arenitos finos e pelitos, com raras intercalações de conglomerados. As rochas piroclásticas aumentam de importância em direção ao topo variando desde tufos finos a brechas grosseiras com acamamento grosseiros e estruturas tipo “almofadas”. A composição é sempre ácida. São assinaladas rochas mistas do tipo túfitos.

o Sequência Vulcânica Superior (Ácida)

É a unidade mais bem representada recobrimdo cerca de 80% da área total da bacia. É constituída por traquitos (ou quartzo traquitos) e riolitos, em geral com estruturas fluidais. Foi também registrada ocorrência de dacitos e traqui-andesitos bem como meláfílos. O material piroclástico é geralmente associado aos termos ácidos, especialmente ao sul de Campo Alegre e no sul da bacia onde existem inúmeras exposições de brechas vulcânicas. Os sedimentos epiclásticos são raramente observados.

- Sequência Sedimentar Superior (Epi-Vulcanoclástica)

Corresponde a Formação Rio Turvo de EBERT (1971). É restrita à porção central da bacia nas imediações da cidade de Campo Alegre, onde é integralmente

cortada pela rodovia BR 280, no sentido E-W. Estes depósitos gradam em sua base para os depósitos epiclásticos da sequência vulcânica superior, sendo a faixa lateral limítrofe constituída por tufos e brechas ácidas sobrepostas aos derrames ácidos da sequência vulcânica superior. Apresentam uma fácies basal de 30-40 m de espessura composta por tufos e material epiclástico grosseiros restritos à base. Os siltitos epiclásticos são raríssimos.

- Suítes Intrusivas Graníticas

Esta unidade inclui todos os granitos strico sensu que formam plútons de dimensões as mais variadas, desde imensos batolitos até pequenas “bossas” e que exibem com as demais unidades contatos intrusivos, formando corpos circunscritos de características pós-tectônicas.

- Suíte Intrusiva Valsungana

Sob a designação genérica de Suíte Valsungana, foi cartografado, no interior do Cinturão Vulcano-Sedimentar Brusque, um complexo granitóide de dimensões batolíticas com características petrográficas e estruturas nitidamente distintas das demais Suítes, ocupando uma área aproximada de 600 km².

A sua textura megaporfírica, com predominância de megacristais de microclínio de dimensões centimétricas e hábito prismático idiomórfico, perfazendo, em geral, mais de 60 a 70% do volume total da rocha, é a sua principal característica. Da mesma forma o seu caráter marcadamente circunscrito nas supracrustais onde se encontra alojado, com contatos nítidos que podem ser acompanhados por vários quilômetros, dão a este granitóide uma conotação ímpar.

- Suíte Intrusiva Guabiruba

Nesta suíte granítica estão incluídos uma série de pequenos “stocks” que raramente atingem mais que uma dezena de km² de área exposta. Estes discretos corpos intrusivos, de ocorrência geograficamente dispersa, distribuem-se, tanto no interior do cinturão de baixo grau, quanto fora dele.

Trata-se de um granito bastante homogêneo regionalmente exibindo dois tipos de foliação: primária ou superimposta aparentemente em zonas de cisalhamento dúctil, nas quais os pequenos “stocks” são em geral intrusionados. A foliação primária inclui bandamento composicional, paralelismo de restos xenolíticos intactos ou mesmo “schilierens” de assimilação. A foliação secundária, no estado sólido, acentua as direções do fluxo primário, deforma a mineralogia original, gerando milonitos de composição granítica.

- Suíte Intrusiva Pedras Grandes

A suíte intrusiva Pedras Grandes, unidade litoestratigráfica aqui redefinida, a partir da sua conceituação original: Complexo Pedras Grandes (CASTRO & CASTRO, 1969) e parte do Complexo Taboleiro (SCHULTZ JR. & ALBUQUERQUE, 1969), desconsiderando-se as inúmeras e pouco claras conotações que lhe foram sendo atribuídas nos diversos trabalhos posteriores. Da unidade original foram

desmembrados os terrenos granito-gnaissicos de embasamento nas Faixas Santa Rosa de Lima/Tijucas e Garopaba. Em contra partida, foram acrescentadas as rochas graníticas que ocorrem nas regiões de São José/Antônio Carlos/São Pedro de Alcântara, anteriormente consideradas como componente do “embasamento”. Constitui um imenso batolito alongado no sentido meridiano, alcançando 150 km, desde as proximidades de Biguaçu, na extremidade setentrional, até as proximidades de Criciúma, no sul. A norte de Biguaçu aflora, de maneira fragmentária, por 25 km até Governador Celso Ramos, resultando numa área aflorante de cerca de 4.500 km², da qual, cerca de $\frac{2}{3}$ situam-se dentro dos limites atuais do Cráton de Itapema.

- Suíte Intrusiva Subida

No sentido aqui proposto a Suíte Subida inclui 6 corpos de granitóides especialmente alojados nos gnaisses de alto grau do Complexo Granolítico de Santa Catarina, três dos quais – Subida, Corupá e Serra Alta – são também relacionados espacialmente e genericamente à sequência vulcano-sedimentar de cobertura do Grupo Itajaí, mais especificamente, à Formação Campo Alegre.

Constituem “stocks” com formas e expressões aflorantes variáveis. As dimensões variam desde 5 km² (Serra Alta); 20 km² (Dona Francisca e Piraí); 60 km² (Corupá); 70 km² (Subida). Apenas o corpo mais setentrional (Morro Redondo) que tem continuidade no Estado do Paraná, apresenta dimensões batolíticas mesmo em território catarinense.

5.1.5.1. Depósitos Quaternários

Os diversos tipos de depósitos quaternários encontrados no Estado de Santa Catarina podem subdivididos em continentais, transicionais e marinhos.

Os continentais, apesar de abundantes, não são citados na literatura tanto quanto os outros. Estes últimos estão relacionados a processos fluviais, marinhos e principalmente aos movimentos oscilatórios do nível relativo do mar que vêm ocorrendo desde o Pleistoceno Superior até os dias atuais.

Os continentais estão relacionados principalmente aos depósitos residuais e aos depósitos rudáceos formados por sedimentação.

Quanto ao aspecto geológico, afloram hoje no território Catarinense, de leste para oeste, os sedimentos recentes do litoral, uma faixa de rochas magmáticas e metamórficas mais antigas, a sucessão das rochas sedimentares gonduânicas e os derrames de lavas básicas, intermediárias e ácidas da Serra Geral. Esta conformação geológica resulta da superposição de inúmeros eventos tectônicos, dos quais os mais antigos remontem ao Arqueano (SHEIBE, 1983).

Características marcantes do litoral Catarinense é o contraste existente entre planas planícies costeiras com regiões onde estas estão interrompidas pela presença de rochas cristalina pré-cambrianas, próximo à linha da costa.

No extremo norte do Estado, tem-se a Bahia de São Francisco ou Babitonga, como a feição fisiográfica de maior importância na região, entrecortando as feições sedimentares da planície litorânea. Outra feição deste setor do litoral é o Rio Itapocu que, meandrando entre depósitos continentais, fluvio-lagunares e arenosos marinhos deságua no Oceano Atlântico próximo a dois “spits” arenosos.

De Barra Velha até Navegantes o complexo cristalino se aproxima da linha de costa, indo aparecer novamente uma planície sedimentar de considerável extensão nas proximidades do vale do rio Itajaí-Açu.

A proximidade de rochas cristalinas outra vez se faz no trecho de Itajaí até Itapema, onde nota-se a presença de outra planície sedimentar relacionada ao vale do Rio Tijucas. Neste trecho são facilmente identificáveis, em fotos aéreas, cordões arenosos regressivos em direção à Baía das Tijucas.

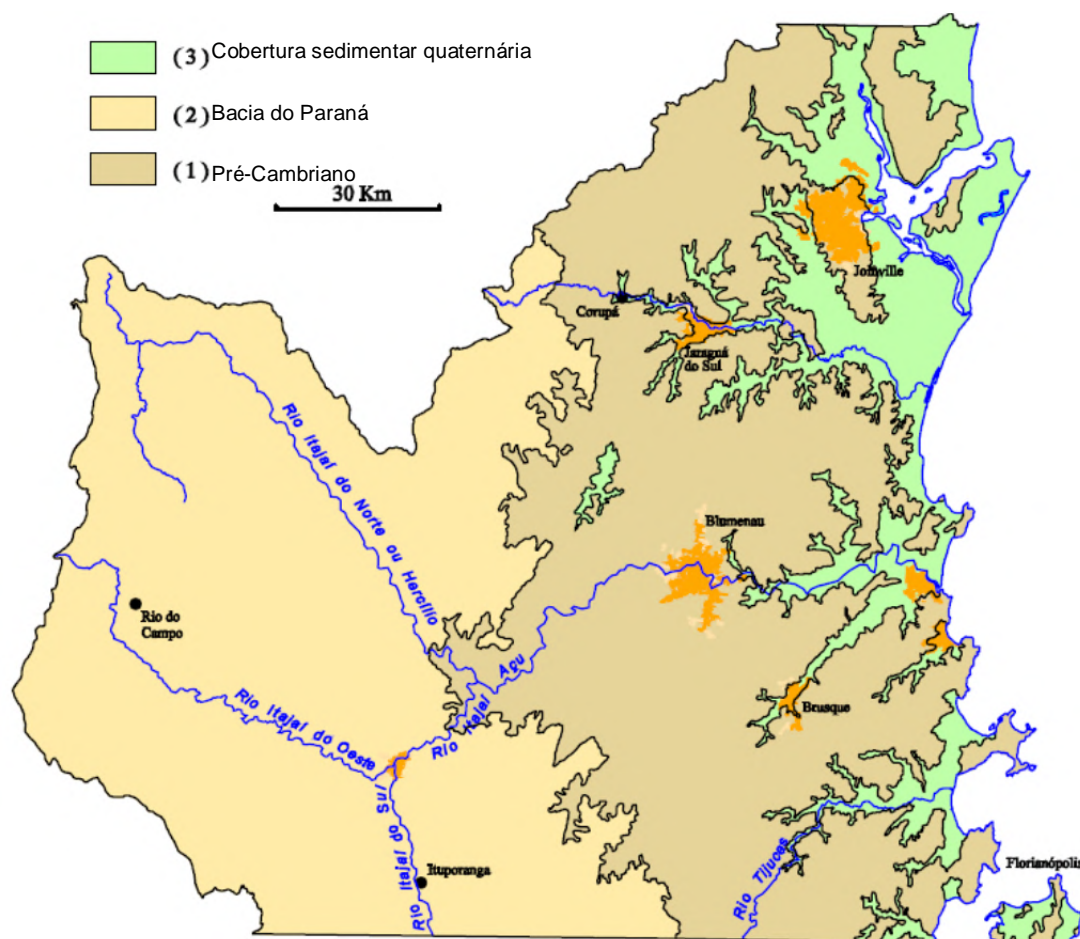


Figura 5.1 - DOMÍNIOS GEOLÓGICOS DA BACIA DO RIO ITAJAÍ

FONTE: Kaul, P.F.T. et al., 2002.

O setor intermediário do litoral catarinense é caracterizado novamente pela presença de rochas cristalinas, próximo ao litoral entre Biguaçu e Palhoça. Nestas duas localidades algumas feições sedimentares podem ser observadas, porém de pequenas dimensões. Neste trecho do litoral está situada a Ilha de Santa Catarina, a pequena distância do



continente, constituída por rochas cristalinas (granitos e gnaisses) na forma de maciços e elevações ligadas entre si por sedimentação quaternária. Nesta região observa-se o desenvolvimento de imensos campos de dunas e um rico sistema de manguezais.

Em direção ao sul do Estado, é onde observa-se as feições sedimentares de maior expressão no litoral, dentre as quais aquelas que circundam o sistema lagunar do Mirim, Imaruí e Santo Antônio; assim como de inúmeras lagunas costeiras características da região. Depósitos eólicos de diversas gerações, depósitos turfáceos, depósitos deltáticos intralagunares, depósitos lagunares e cordões litorâneos de diferentes idades, são algumas das feições sedimentares que, juntamente com os concheiros naturais e os sambaquis, compõem a paisagem litorânea sul-catarinense.

5.2. Geologia local

5.2.1. Complexo Brusque

As rochas metatóficas abrangem uma área de aproximadamente 1.600 Há em superfície. Foram agrupados em 3 litotipos principais segundo critérios de composição mineral e tamanho de grãos. Xistos, filitos e homfels. As rochas compostas por serícita e ou grãos de mica branca de até 1 mm de diâmetro foram agrupadas no litotipo filito. As rochas composta por grãos de muscovita maiores que 1 mm de diâmetro, quartzo foram agrupados no litotipo xisto. As rochas com cristais de biotita não orientados concentrados em bandas, que ocorrem em contato com os granitos foram identificados como homfels. Existe uma ocorrência de rochas calciossilicáticas, pela descrição de campo, mas com a análise laboratorial realizada chegou-se a classificação de clorita-carbonato quartzito, em contato com xistos.

Em mapa as rochas metamórficas distribuem-se em duas faixas contínuas. Uma faixa composta de filitos no quadrante noroeste e norte do mapa. Outra faixa, que atravessa o centro da área cartografada no sentido sudoeste, composta de predominante de xistos. Corpos irregulares de homfels ocorrem como xenólitos dentro dos granitos e no contato norte do granito, na forma de pequena auréola afetando xistos.

Os litotipo predominante na faixa de xisto é o Quartzo-muscovita xisto, grafita- muscovita xisto e clorita–muscovita xisto.

Os xistos normalmente ocorrem alterados e com cor vermelho-alaranjada, quando não alterada com cor cinza. Todos os afloramentos de xisto possuem uma xistosidade principal definida pela orientação dos cristais de muscovita. Identificada como foliação S2; geralmente a xistosidade S2 encontra-se dobrada e crenulada, que afeta a direção e o ângulo de mergulho da foliação. As dobras apresentam aberturas variáveis desde abertas e isoclinais. Nos locais identificados como granada-quartzo-muscovita xisto os porfiroblastos de 0,5 cm de diâmetro estão sempre alterados para óxidos de ferro. Apresentam sombras de pressão simétricas ou assimétricas.

Raramente ocorre uma intercalação de níveis pelíticos, compostos muscovita, e arenosos onde a xistosidade está mal desenvolvida. Em alguns afloramentos foram identificadas pequenas dobras apertadas ou isoclinais compostas de grãos de quartzo entre os planos de xistosidade S2. Essas dobras raramente excedem o comprimento da onda de 2 milímetros. Possuem flancos foram rompidos pelos planos de S2. Essas camadas e dobras quartzo pelíticas alternadas com S2 foram definidas como planos S1, sub-paralelos à S2.

Um afloramento de xisto apresenta a clivagem de crenulação S4 que corta o plano da xistosidade S3.

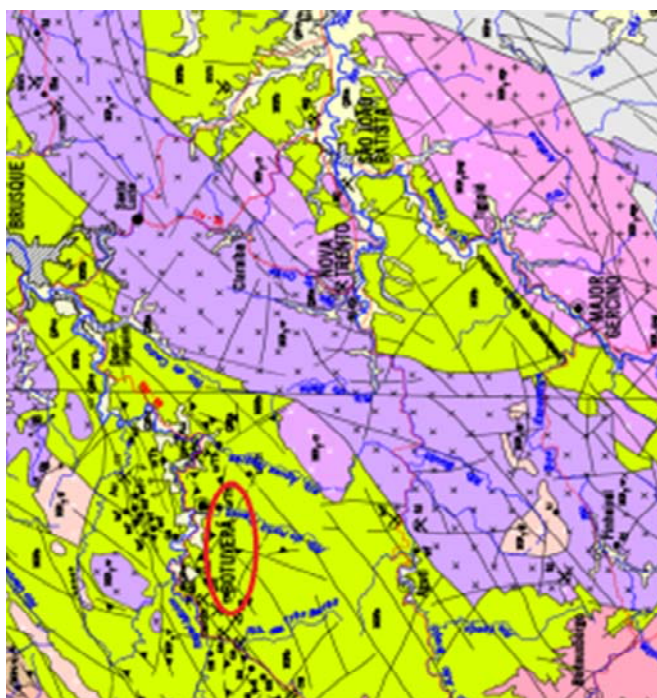


Figura 5.2 - Mapa geológico - Grupo Brusque (NPb) na cor verde

Fonte: Folha SH.22.Z.D - Florianópolis IBGE, 2004.

A ocorrência de rocha calciossilicática apresenta-se como uma rocha de cor verde escura com níveis e fraturas compostos por carbonato. Essa rocha apresenta contato transicional com o granada-quartzo-muscovita xisto. Caracterizada pela diminuição do conteúdo de carbonato de rocha a medida que se afasta do afloramento em direção ao xisto. Na rocha calciossilicática o mineral que define a foliação S2 é a biotita.

Filitos encontram-se em uma faixa de rochas afetadas por zonas de cisalhamento dúctil com geração de milonitos em planos de talha compostos essencialmente por quartzo. Apresentam uma variação de litotipo maior que os xistos evidenciando mais a natureza sedimentar da rocha pretérita. O litotipo predominante é o sericita Xisto. Mas também ocorre biotita Filito, Meta-Arenito, Metarritmito, Argiloso-Arenoso, grafita sericita Filito e quartzo-Milonito.

A foliação principal pode ser definida como uma xistosidade denominada S2, que é caracterizada por uma clivagem ardosiana. Os planos de S3 caracterizam-se por uma xistosidade que corta obliquamente S2 às vezes associadas a dobras tipo kink band. Os planos de S2 quanto S3 nos filitos predominam mergulhos em alto ângulo. Em um afloramento o filito ocorre a intersecção da xistosidade S3 e da clivagem S4 formando um tectonito tipo L.

As rochas ígneas abrangem uma área superficial de aproximadamente 1400 ha. As rochas recobertas pelos homfels e sedimentos aluvionares não entram nesse cálculo.

Por fim, pode-se perceber através do mapa geológico, que a direção principal das fraturas na região se dão no eixo SW-NE.



5.3. Levantamentos realizados

Na etapa de estudos básicos foram realizadas sondagens geofísicas, nos três eixos alternativos estudados. Estas sondagens permitiram inferir as condições naturais de fundações nos locais em estudo. O relatório correspondente é apresentado no Apêndice B.



KL ENGENHARIA



CAPÍTULO 6 – ALTERNATIVAS AVALIADAS

6. ESTUDO DE ALTERNATIVAS

6.1. Alternativas propostas

Dentre as alternativas inicialmente identificadas, apresentadas nos Relatório de Estudos Iniciais e de Estudos Preliminares, convergiu-se para 3 (três) alternativas mais promissoras, representadas pelos eixos EP-02, EP-03 e EP-04.

Suas posições foram selecionadas a partir das recomendações dos especialistas nas diversas disciplinas, contidas nos relatórios anteriores, e das inspeções de campo realizadas pela equipe do Consórcio, das quais várias em companhia de representantes da Defesa Civil responsáveis pelo acompanhamento do presente Projeto.

Estes eixos foram devidamente plotados sobre as cartas topográficas oficiais disponíveis para a área, e avaliados *in loco* durante a inspeção de campo.

Os levantamentos topográficos e geológico-geotécnicos, realizados na atual etapa, permitiram avaliar com maior rigor as condições apresentadas por cada eixo, de modo a selecionar, dentre eles, aquele que apresenta as melhores condições para continuação do projeto.

A localização das seções dos eixos alternativos estudados no rio Itajaí Mirim é apresentada no desenho correspondente.

Para cada alternativa, foram avaliados o volume útil, o volume morto, correspondente à espera para acomodação dos sedimentos afluentes, o volume de amortecimento de cheias, conforme estabelecido no Edital, e a borda livre do reservatório, conforme ilustra a Figura a seguir.

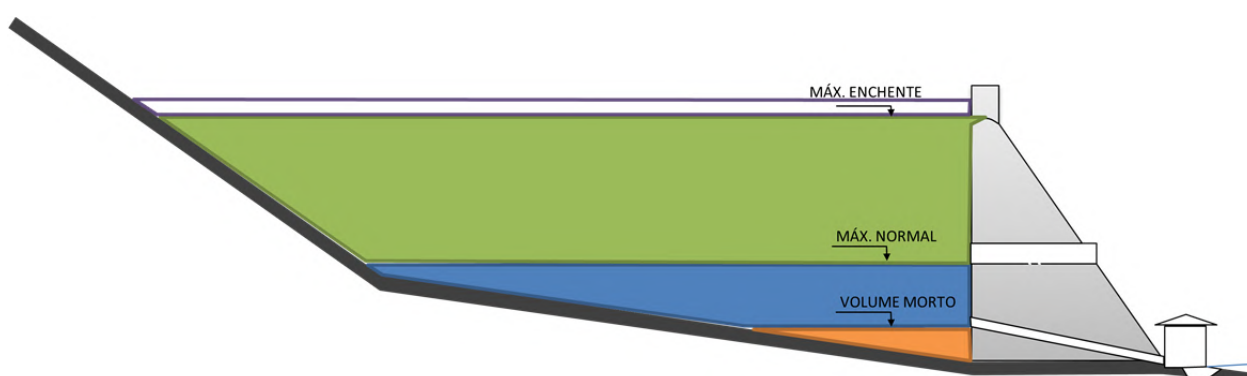


Figura 6.1 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA COMPOSIÇÃO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO

Foram ainda avaliadas as áreas atingidas pelos reservatórios e os potenciais hidrelétricos resultantes do arranjo considerado. Para estes últimos, consideraram-se as séries de vazões efluentes resultantes da operação do reservatório para regularização de vazões, e as quedas correspondentes, obtendo-se assim, através de simulações de operação

energética do aproveitamento hidrelétrico hipotético, as potências instaladas e energias médias geradas correspondentes.

O Quadro a seguir resume as principais características das alternativas estudadas.

Quadro 6.1 – QUADRO RESUMO DAS ALTERNATIVAS

CARACTERÍSTICAS	Unid.	EP-02	EP-03	EP-04
BARRAGEM				
ALTURA MÁXIMA	(m)	37,60	38,70	41,25
RESERVATÓRIO				
N.A. NORMAL	EL. (m)	107,33	116,00	122,00
	ÁREA (ha)	29,80	33,40	47,00
N.A. CHEIA DE PROJETO	EL. (m)	122,30	131,20	136,85
	ÁREA (ha)	109,30	104,70	101,50
N.A. CHEIA DECAMILENAR	EL. (m)	126,30	135,20	140,85
	ÁREA (ha)	126,00	125,90	117,00
PROFUNDIDADE				
NORMAL NORMAL	(m)	16,63	17,50	20,40
MÁXIMA CHEIA DE PROJETO	(m)	31,60	32,70	35,25
MÁXIMA DECAMILENAR	(m)	35,60	36,70	39,25
REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES				
VAZÃO REGULARIZADA	(m ³ /s)	3,61	3,61	3,61
POTENCIAL HIDRELÉTRICO				
QUEDA BRUTA	(m)	14,90	17,20	19,30
VAZÃO MÉDIA TURBINADA	(m ³ /s)	10,93	10,46	10,40
POTÊNCIA INSTALADA	(MW)	1,65	1,70	1,90
PRODUÇÃO DE ENERGIA	(MWh/ano)	7.230,00	7.450,00	8.320,00
RECEITA ANUAL BRUTA a R\$ 150,00 / MWh	R\$ / ANO	R\$ 1.084.500	R\$ 1.117.500	R\$ 1.248.000

6.2. Aspectos técnicos

6.2.1. Estudos para seleção do eixo do barramento

Durante os estudos preliminares procurou-se avaliar as localizações mais promissoras para a implantação da barragem.

Os principais critérios da análise multiobjetivo das características de cada sítio considerado, que nortearam a seleção final do eixo para implantação, são representados por:

- custos de implantação da obra;
- aspectos hidrológicos e de disponibilidade hídrica;
- aspectos geológicos e geotécnicos;
- logística de implantação;



- interferências com as comunidades e infraestrutura existente;
- impactos sobre o meio ambiente natural, notadamente sobre a fauna aquática e terrestre, e áreas com relevante cobertura de vegetação natural;
- e outros aspectos relevantes.

O eixo alternativo selecionado é o que apresenta as melhores condições para implantação do barramento, possibilita economia de materiais de construção, conta no seu entorno com áreas propícias para o desenvolvimento de instalações de canteiro de obras, e apresenta ainda os mais reduzidos impactos sobre a vegetação natural e a infraestrutura existente.

6.3. Aspectos geológicos e geotécnicos

6.3.1. Aspectos gerais da área de estudo

A área de estudo encontra-se inserida no contexto geológico do Complexo Brusque, sendo composta por sequência calcária, pelítica, folhelhos. São rochas metamórficas com abundantes estruturas geológicas (falhas/fraturas/cavidades).

O único litotipo presente em todas as opções de eixos para o barramento foi o xisto. Xisto é o nome genérico de vários tipos de rochas metamórficas facilmente identificáveis por serem fortemente laminadas.

Tal como a maioria das rochas metamórficas, o xisto apresenta aspecto nitidamente cristalino, e tem foliação mais ou menos nítida como resultado das fortíssimas pressões a que a rocha é sujeita. Esta foliação é fina em rochas holocristalinas, por via de regra de grão médio a fino, por vezes sendo tão pequeno que não se distingue macroscopicamente. Em geral, as "folhas" têm composição sensivelmente igual.

Podem ser definidos vários grupos de xisto, conforme o grau de xistosidade (foliação) e os minerais que predominam na sua constituição; nos micaxistos predominam o quartzo e as micas (biotite/moscovite), nos anfiboloxistos a anfíbola e o quartzo, nos cloritoxistos a clorite, e nos talcoxistos o talco.

Durante o caminhamento realizado nos possíveis eixos de barramento, o xisto foi a rocha mais encontrada nos afloramentos. No local foi confirmado a expressiva foliação desse tipo de rocha, e o baixo índice de fraturas, apresentando uma ou duas direções principais, o que é favorável à construção do barramento neste tipo de rocha.

No caso das rochas xistosas é frequente verificarem-se valores mais elevados da resistência à rotura quando a carga é aplicada perpendicularmente aos planos de xistosidade, registando-se o valor mínimo quando a carga é aplicada numa direção oblíqua à xistosidade. Portanto, no local onde será construída a barragem, a rocha não pode ter sofrido nenhum tectonismo (soerguimento ou dobramento) que deixe a foliação paralela às fundações da barragem. Já se a rocha apresentar-se na direção natural de deposição, a construção do barramento estará segura. Com isso quanto menos alterada a rocha estiver e com um menor número de fraturas, melhor o local da escolha da barragem.

A facilidade de escoamento da água através de um meio contínuo é avaliada através do coeficiente de permeabilidade (k). A permeabilidade das rochas, em comparação com a dos solos, é geralmente muito baixa. O seu valor cresce sensivelmente com a fissuração e o grau de alteração. O nível de anisotropia da permeabilidade depende da orientação preferencial das fissuras.

O estado de tensão na rocha influencia consideravelmente a sua permeabilidade. O aumento das tensões de compressão provoca o fecho das fissuras e a diminuição da permeabilidade, mas, a partir de um certo limite, o aumento das tensões pode iniciar o aparecimento de novas fraturas provocando o aumento da permeabilidade. A variação da permeabilidade da rocha pode também variar com a pressão da água que circula nos seus vazios e descontinuidades: o aumento da pressão da água tende a abrir as fissuras aumentando a permeabilidade. Portanto, por ser composto principalmente de minerais fração argila, desde que a rocha não esteja fraturada, o xisto apresentará baixa permeabilidade, o que é favorável para a obra.

A erodibilidade da rocha, desde que ela não esteja alterada, é baixa, o que é favorável para a locação do vertedouro.

Outro fator relevante para o estudo é que estruturas do tipo “Caverna / Cavidades” não foram observadas em nenhum dos eixos estudados, confirmando em parte as visitas técnicas que indicavam os materiais rochosos mais relacionados com pelitos e folhelhos ao invés dos termos calcários, mais propícios a estas estruturas.

6.3.2. Metodologia

O método utilizado foi o de Hoek Brow, onde para cada material foram escolhidos valores reais conforme ensaios de resistência de rocha utilizados. Com isso, os cálculos foram inseridos no software Rock Lab para determinar as resistências adequadas e concomitantemente usa-los no software Slide da Rocscience.

Seguem os parâmetros utilizados para cada tipo de litologia apresentadas no relatório:

Para rocha sã:

Sigci: 100- 250 Mpa

GSI: 77

Mi: schists

D: 1.0 – Slopes/Poor blasting

MR: Schists

Para rocha alterada dura / rocha sã

Signi: 50-100 Mpa

GSI: 60



D: 1.0 – Slopes/Poor blasting

MR: Schists

Para rocha alterada dura

Signi: 50-100 Mpa

GSI: 50

D: 1.0 – Slopes/Poor blasting

MR: Schists

Para rocha alterada

Signi: 50-100 Mpa

GSI: 33

D: 1.0 – Slopes/Poor blasting

MR: Schists

6.3.3. Eixo Proposto 02 - EP02

6.3.3.1. Eixo proposto 02- MD

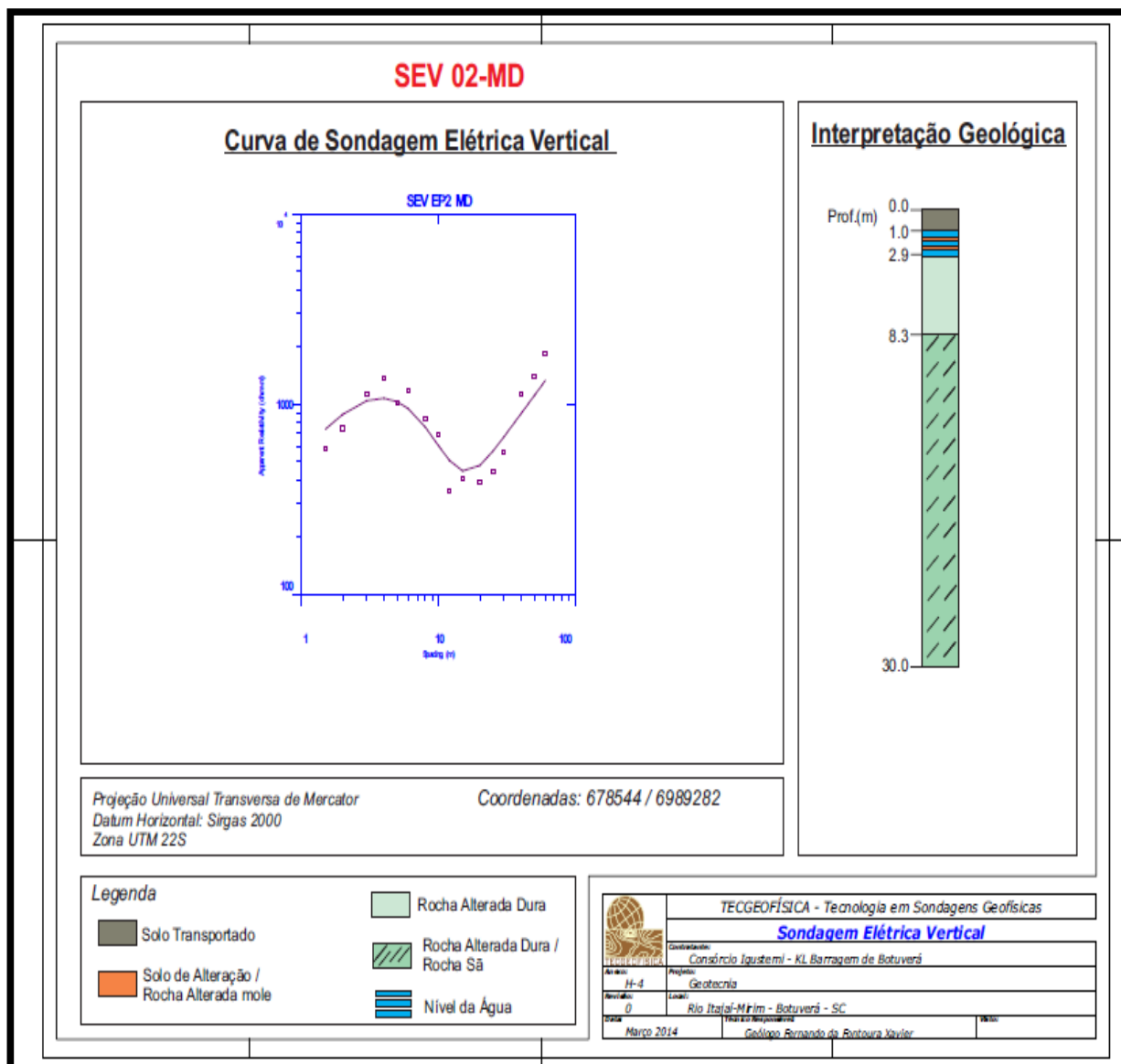


Figura 6.2 - Perfil de sondagem proposto pelo eixo 02 MD.

Fator de segurança do material rocha alterada mole de 3,273.

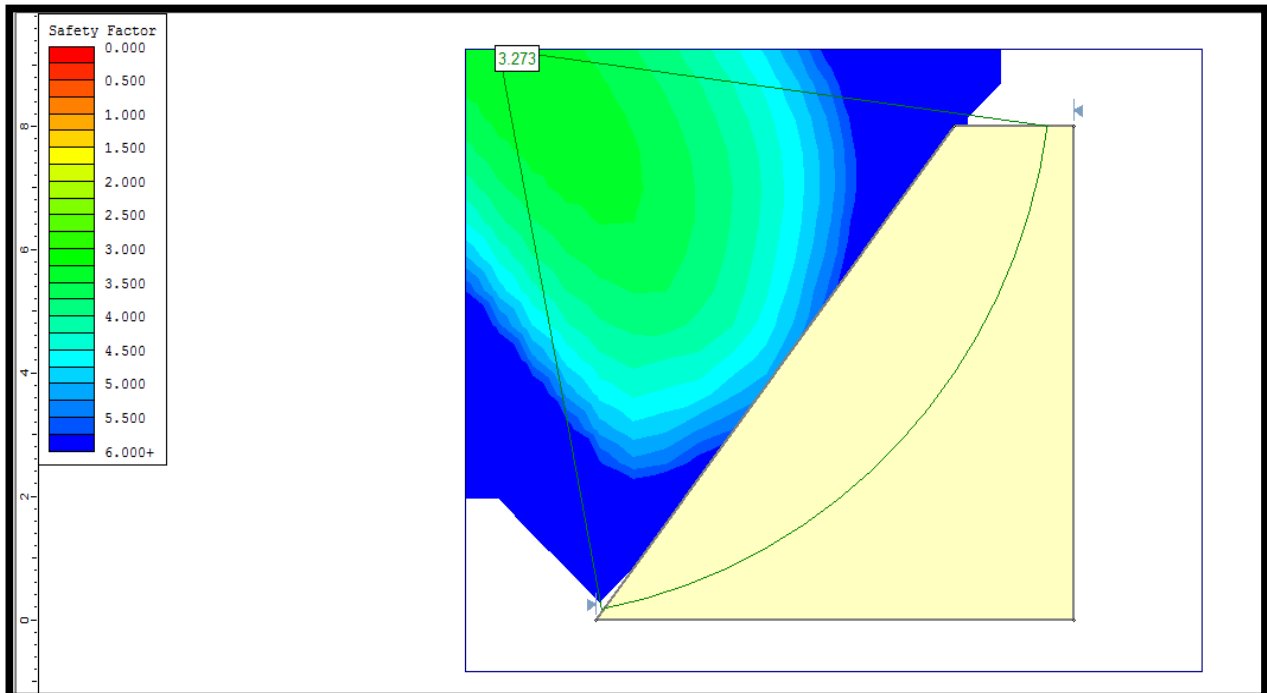


Figura 6.3 - Resultado da estabilidade da análise 1 para o eixo 02MD.

Fator de segurança do material rocha alterada dura de 8,585.

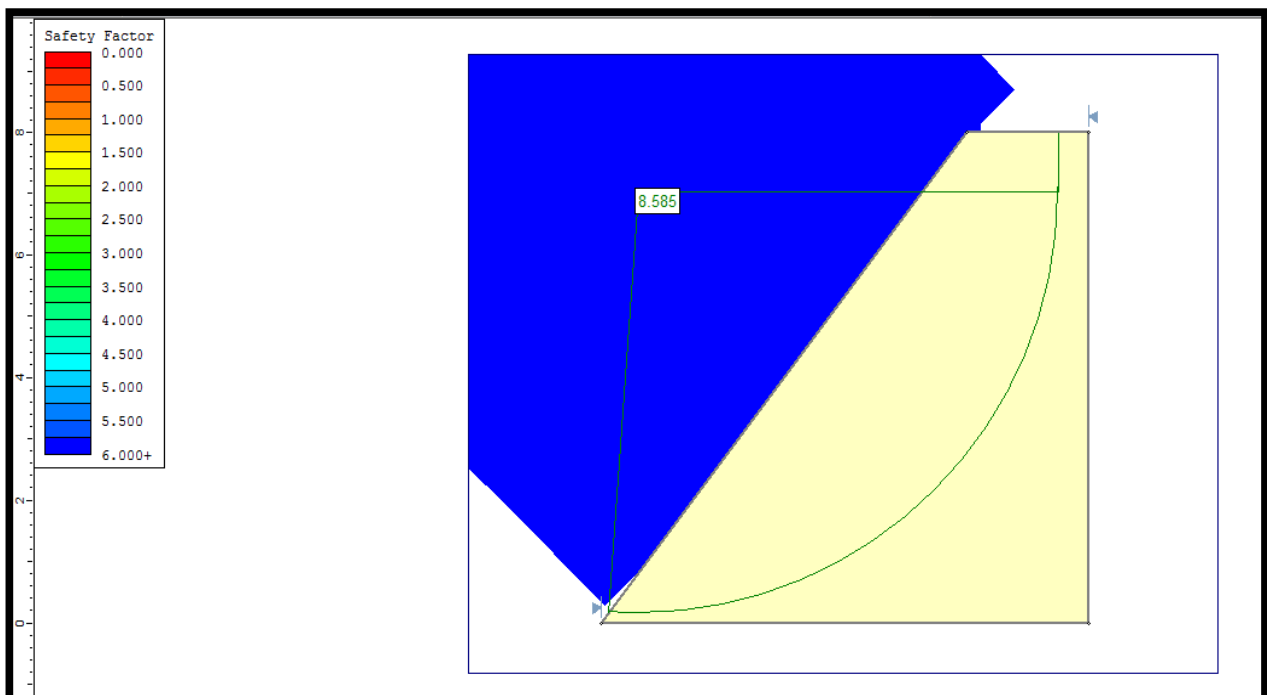


Figura 6.4 - Resultado da estabilidade da análise 2 para o eixo 02MD.

Fator de segurança rocha alterada dura/rocha sã de 9,097.

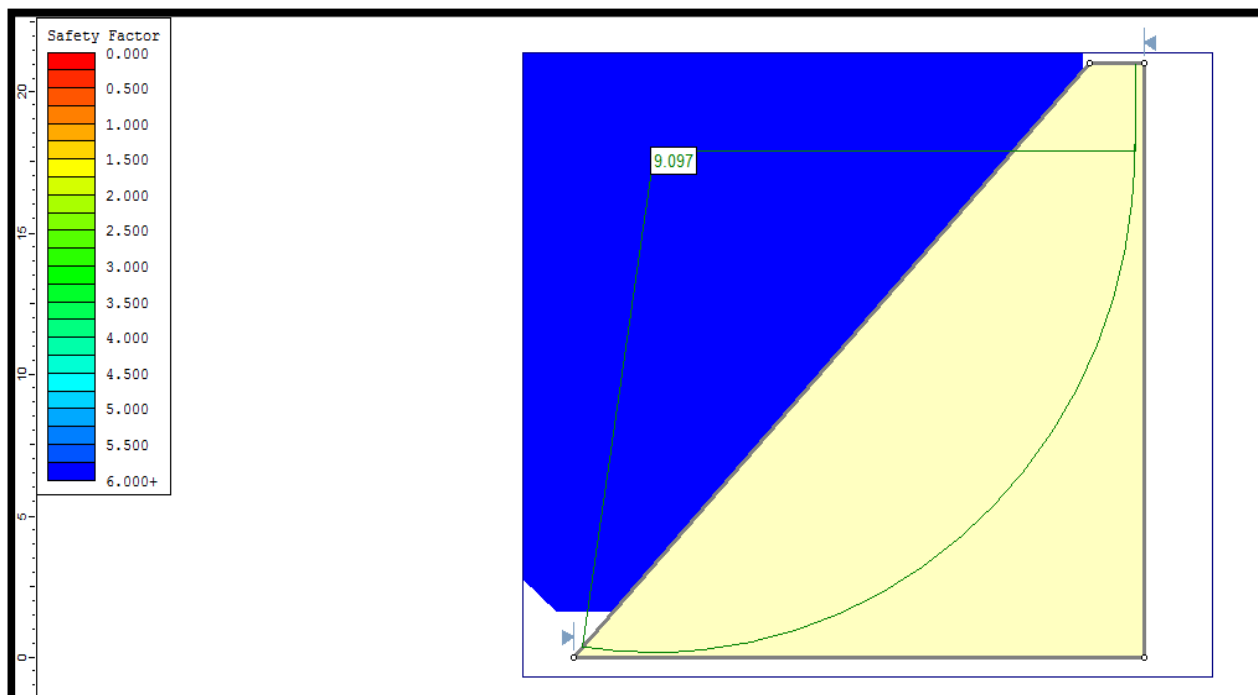


Figura 6.5 - Resultado da estabilidade da análise 3 para o eixo 02MD.

6.3.3.2.Eixo proposto 02- ME

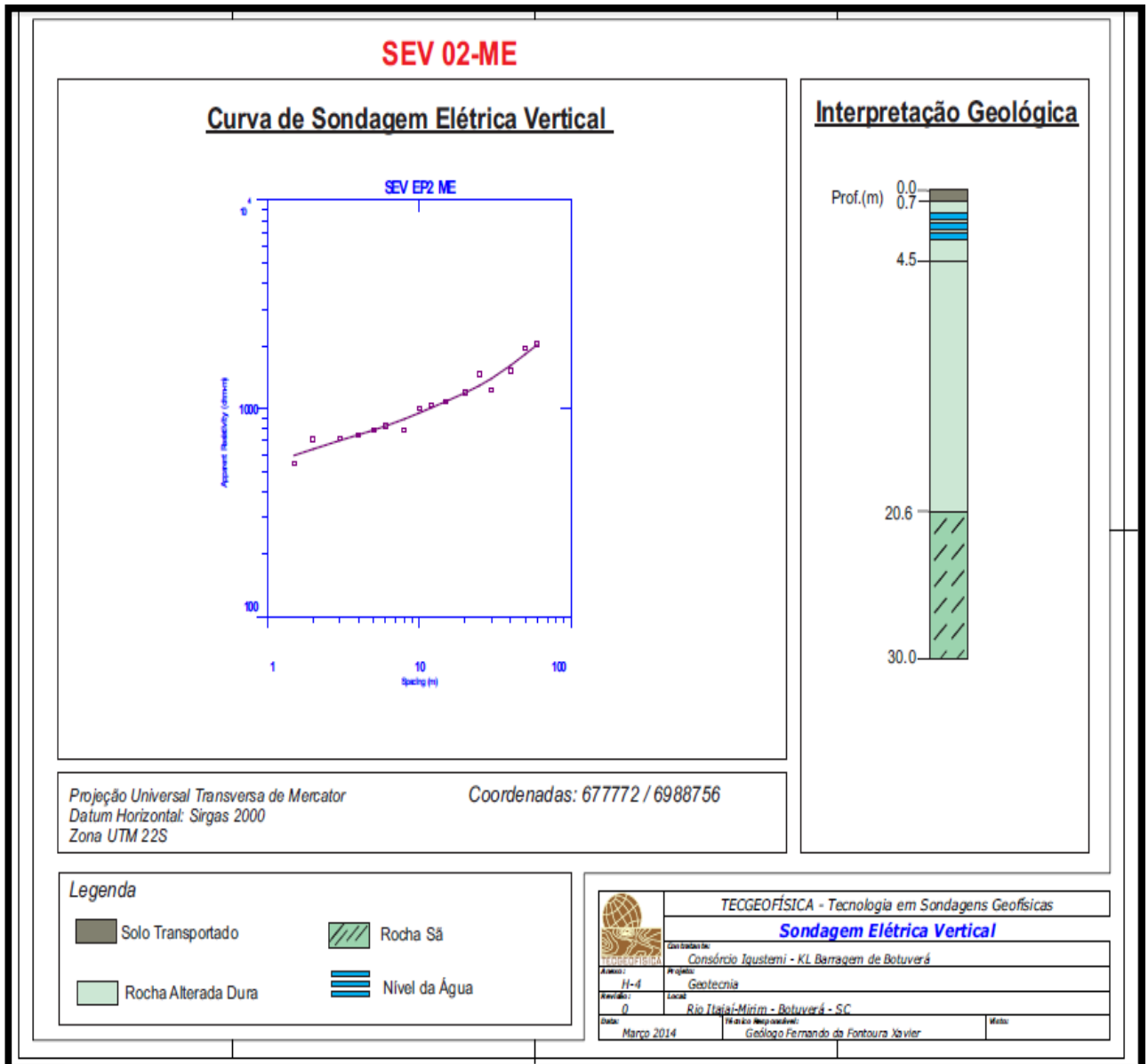


Figura 6.6 - Perfil de sondagem proposto pelo eixo 02 ME

Fator de segurança para Solo Transportado de 4,045.

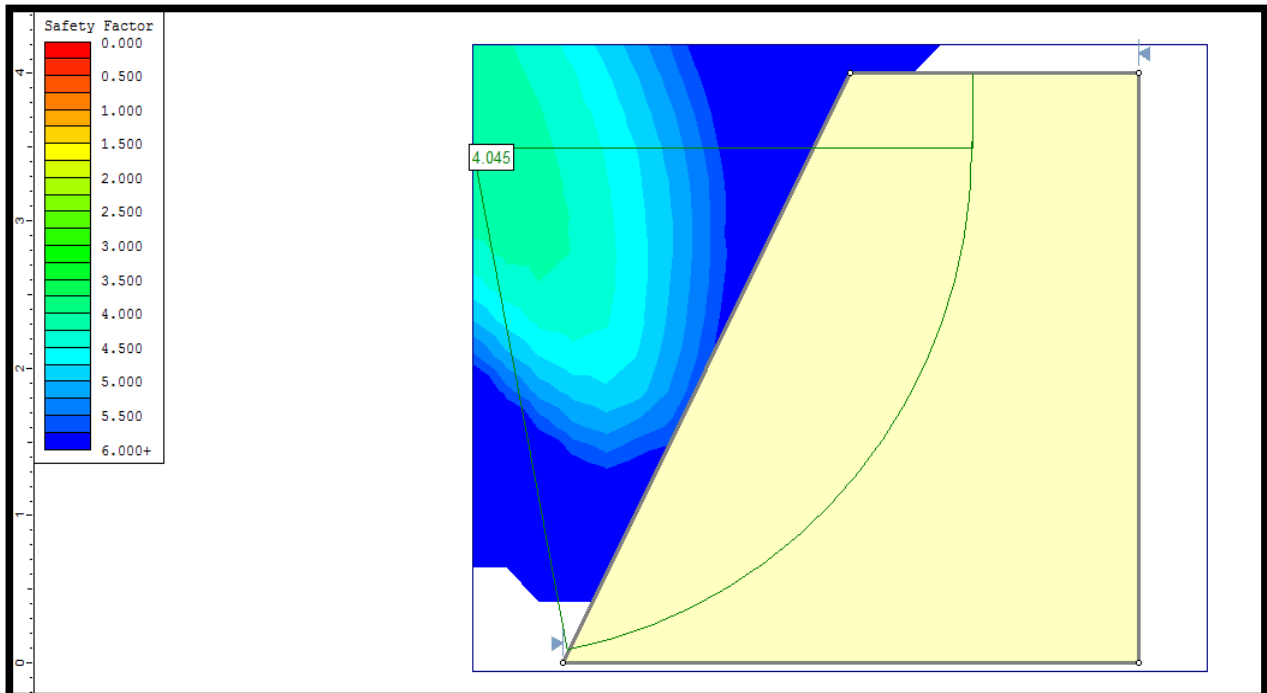


Figura 6.7 - Resultado da estabilidade da análise 1 para o eixo 02ME.

Fator de segurança para rocha alterada dura de 5,928.

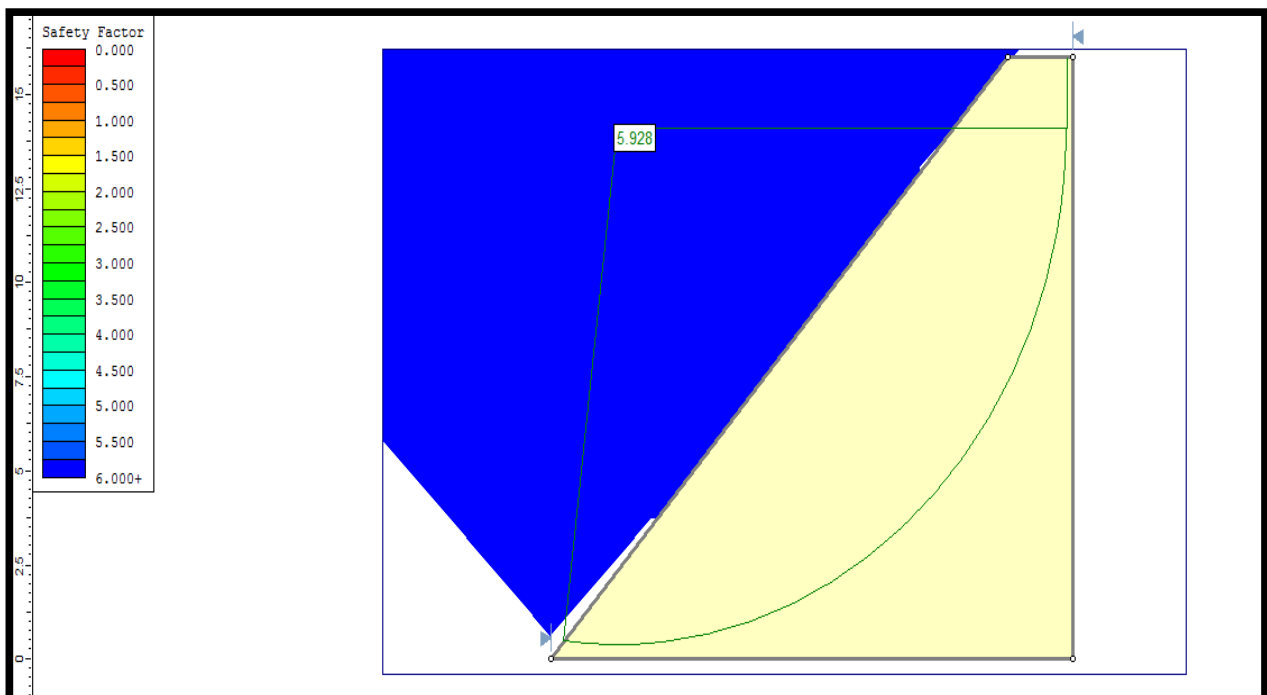


Figura 6.8 - Resultado da estabilidade da análise 2 para o eixo 02ME.

Fator de segurança para rocha sã é de 143, 848.

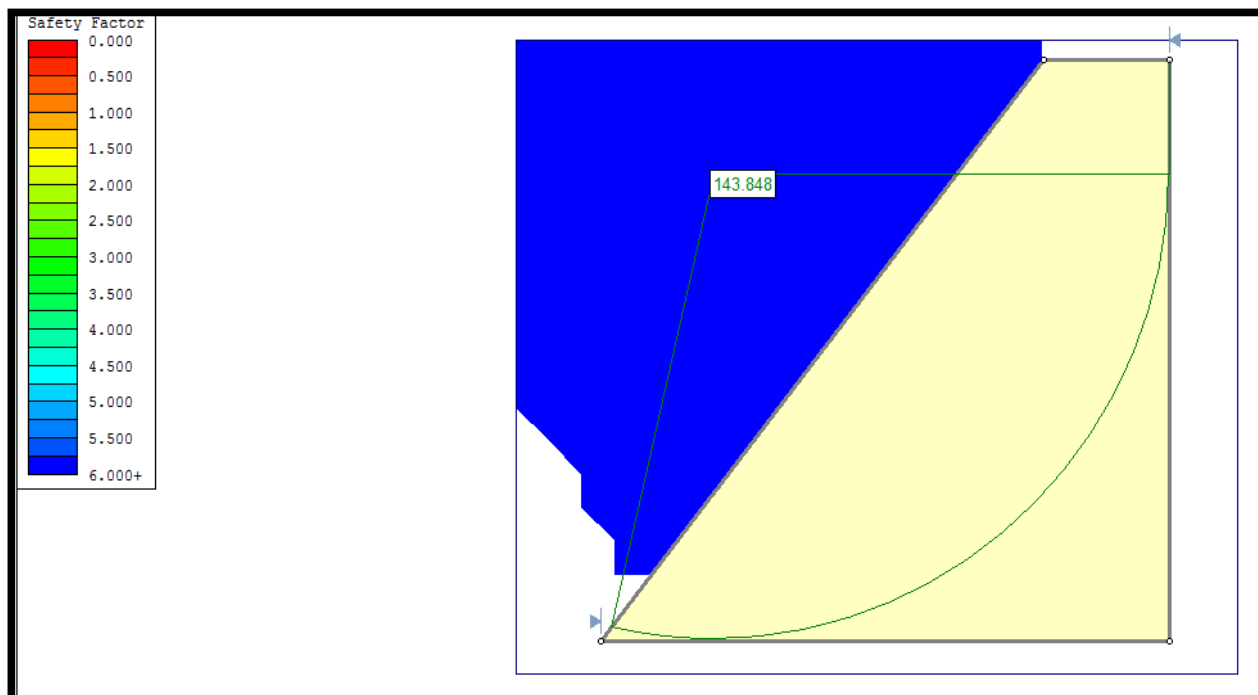
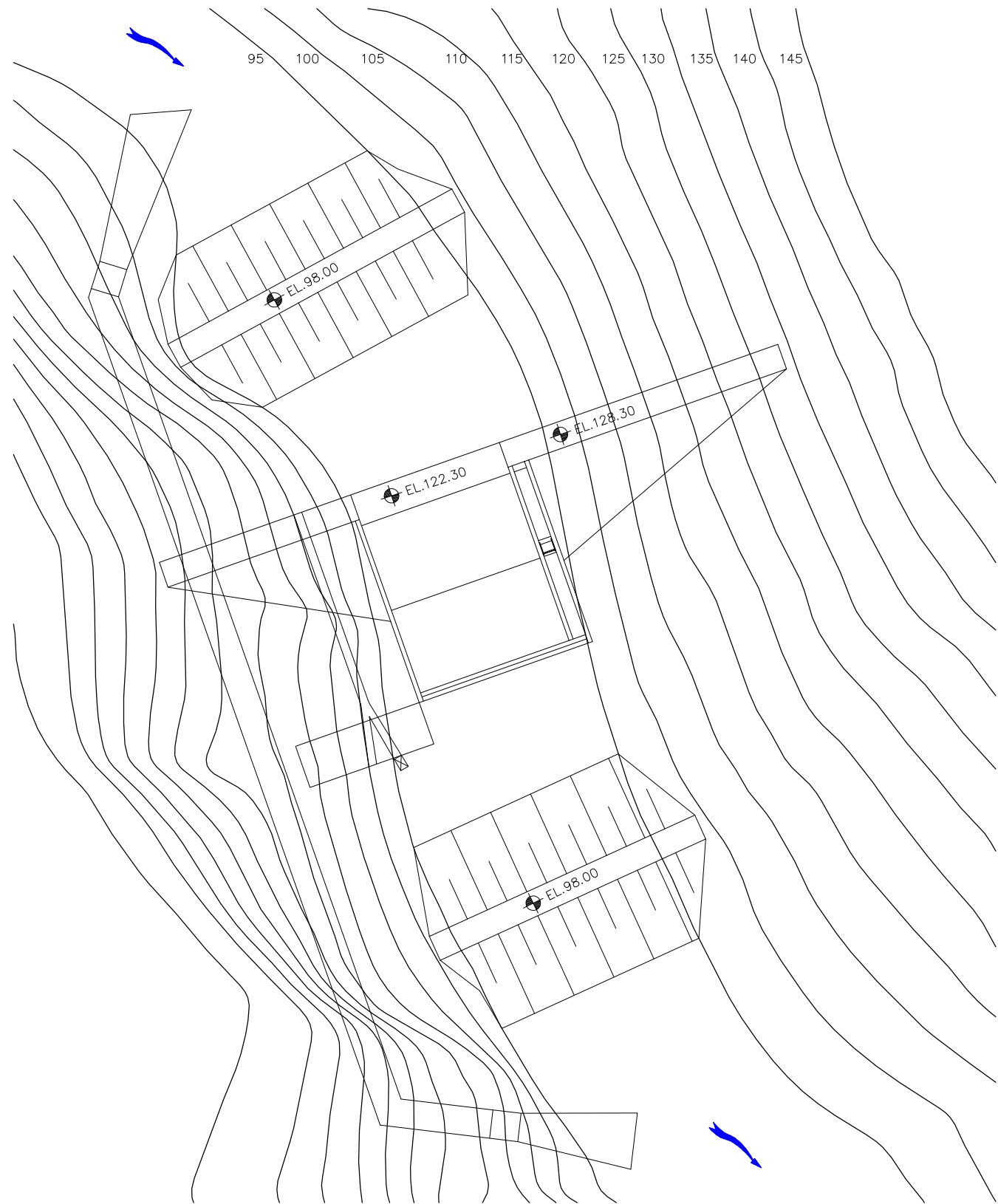
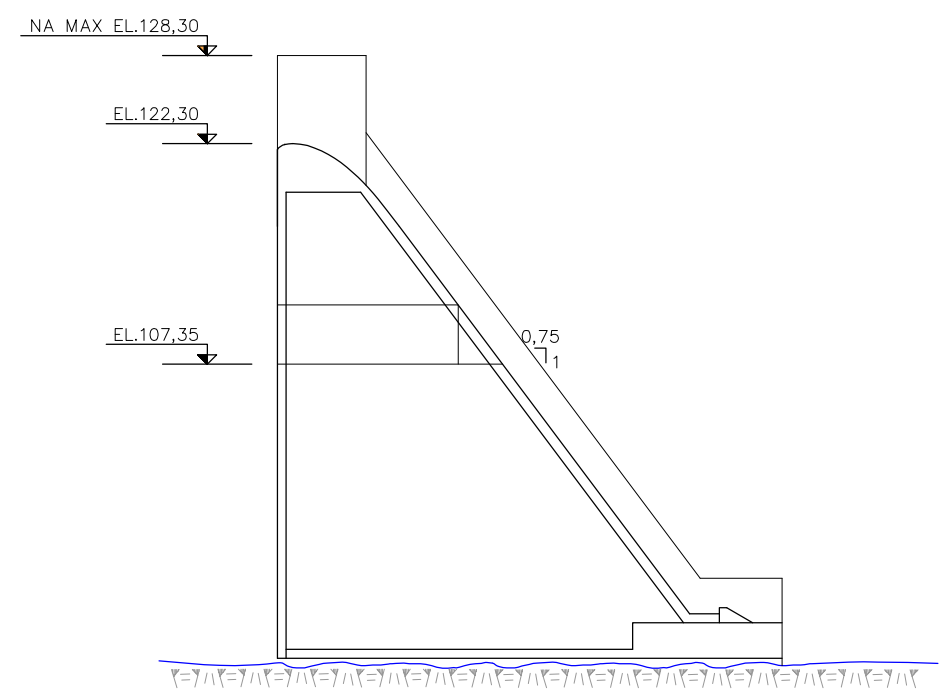


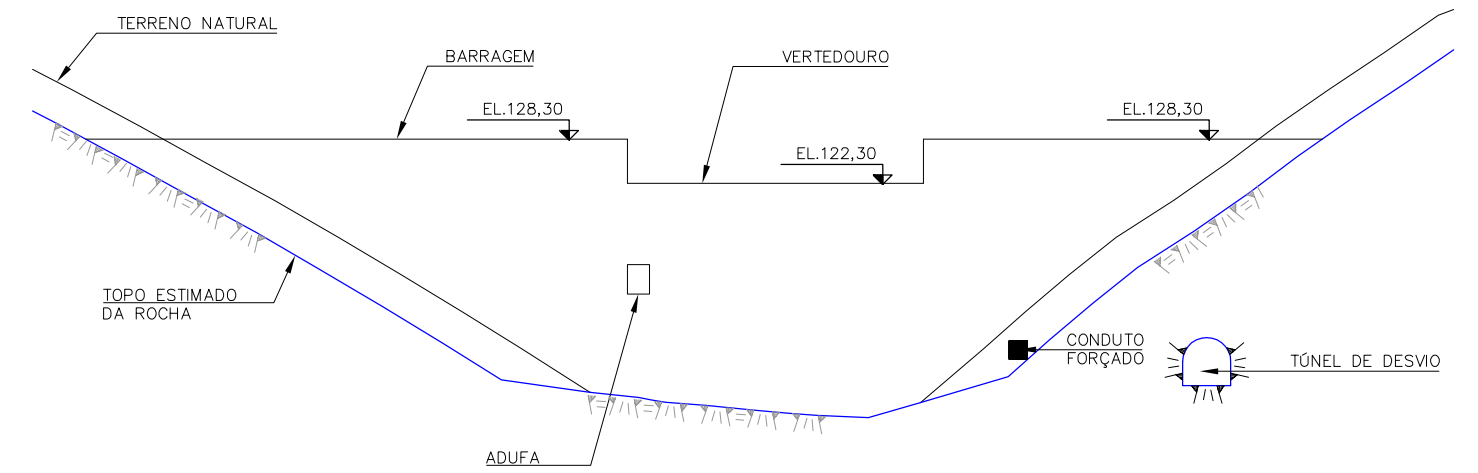
Figura 6.9 - Resultado da estabilidade da análise 3 para o eixo 02ME.



BARRAGEM E VERTEDOIRO – PLANTA
 ESC: 1/1250



SEÇÃO TRANSVERSAL VERTEDOIRO
 ESC: 1/500



VISTA MONTANTE
 ESC: 1/1000

Elaborado por:

IGUATEMI CONSULTORIA E SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA. FLORIANÓPOLIS/SC

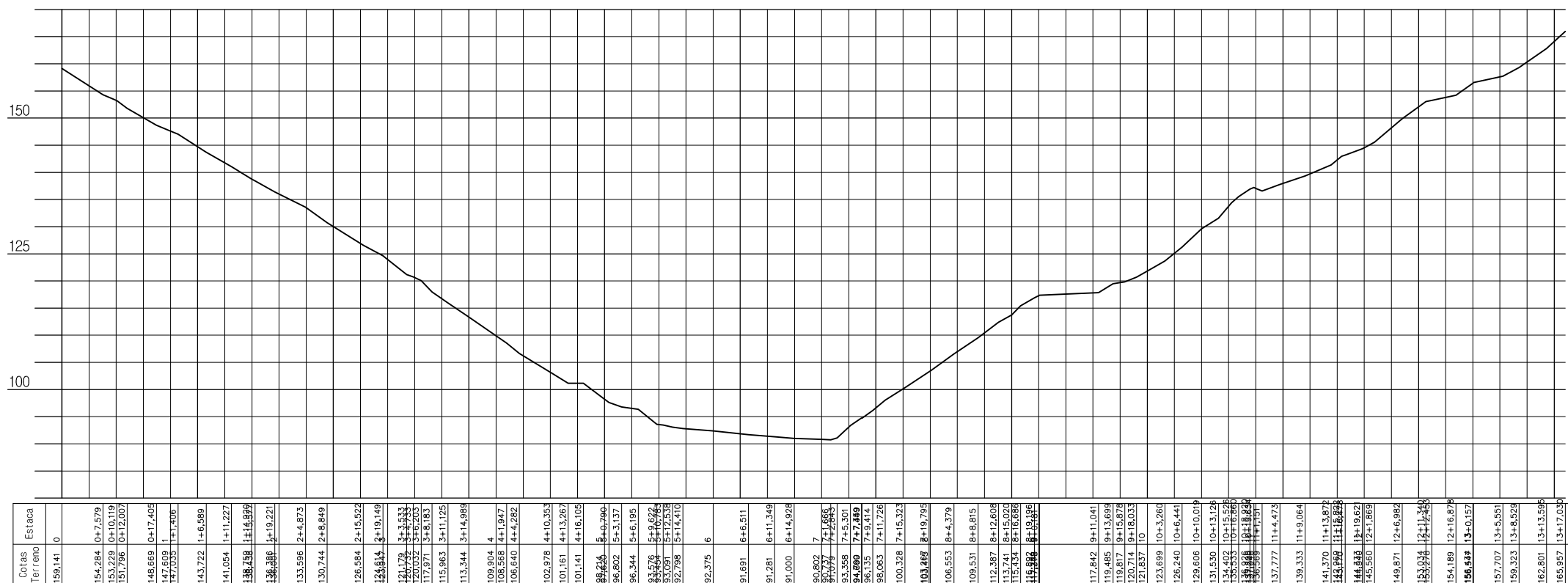
KL ENGENHARIA

SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL – SDC

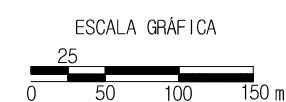
PROJETO DE BARRAGEM DE CONTENÇÃO DE CHEIAS DO RIO ITAJAI MIRIM

ARRANJO GERAL EP-02

ESCALA: INDICADA DATA: ABRIL/2014 FOLHA: 06



SEÇÃO EP-02
1:5.000



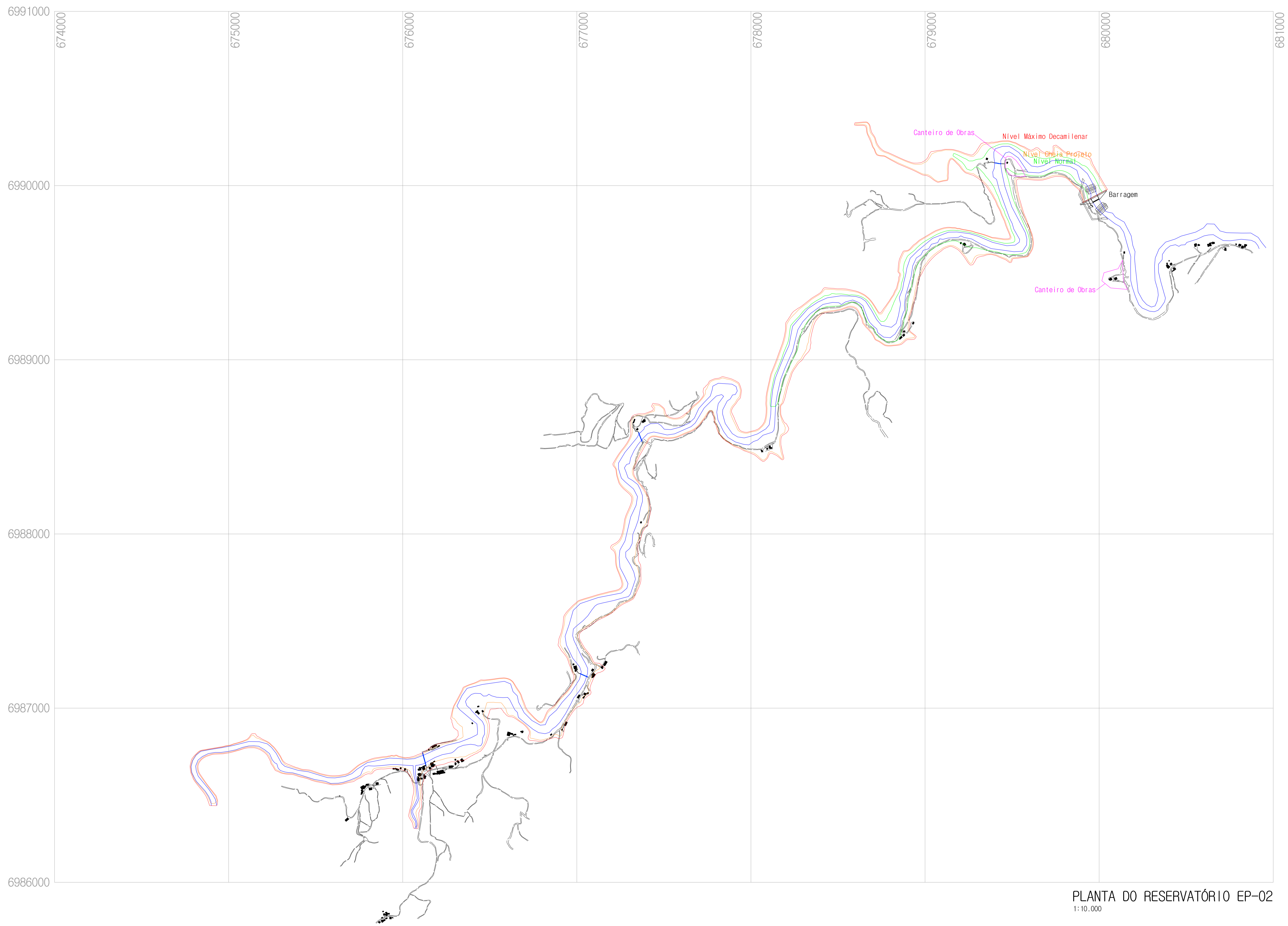
Elaborado por:

SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL - SDC

PROJETO DE BARRAGEM DE CONTENÇÃO DE CHEIAS DO RIO ITAJAÍ MIRIM

SEÇÃO DO RIO ITAJAÍ-MIRIM NO EIXO EP-02

ESCALA: INDICADA DATA: ABRIL/2014 FOLHA: 07



PLANTA DO RESERVATÓRIO EP-02
1:10.000

6.3.4. Eixo Proposto 03 - EP03

6.3.4.1. Eixo proposto 03- MD

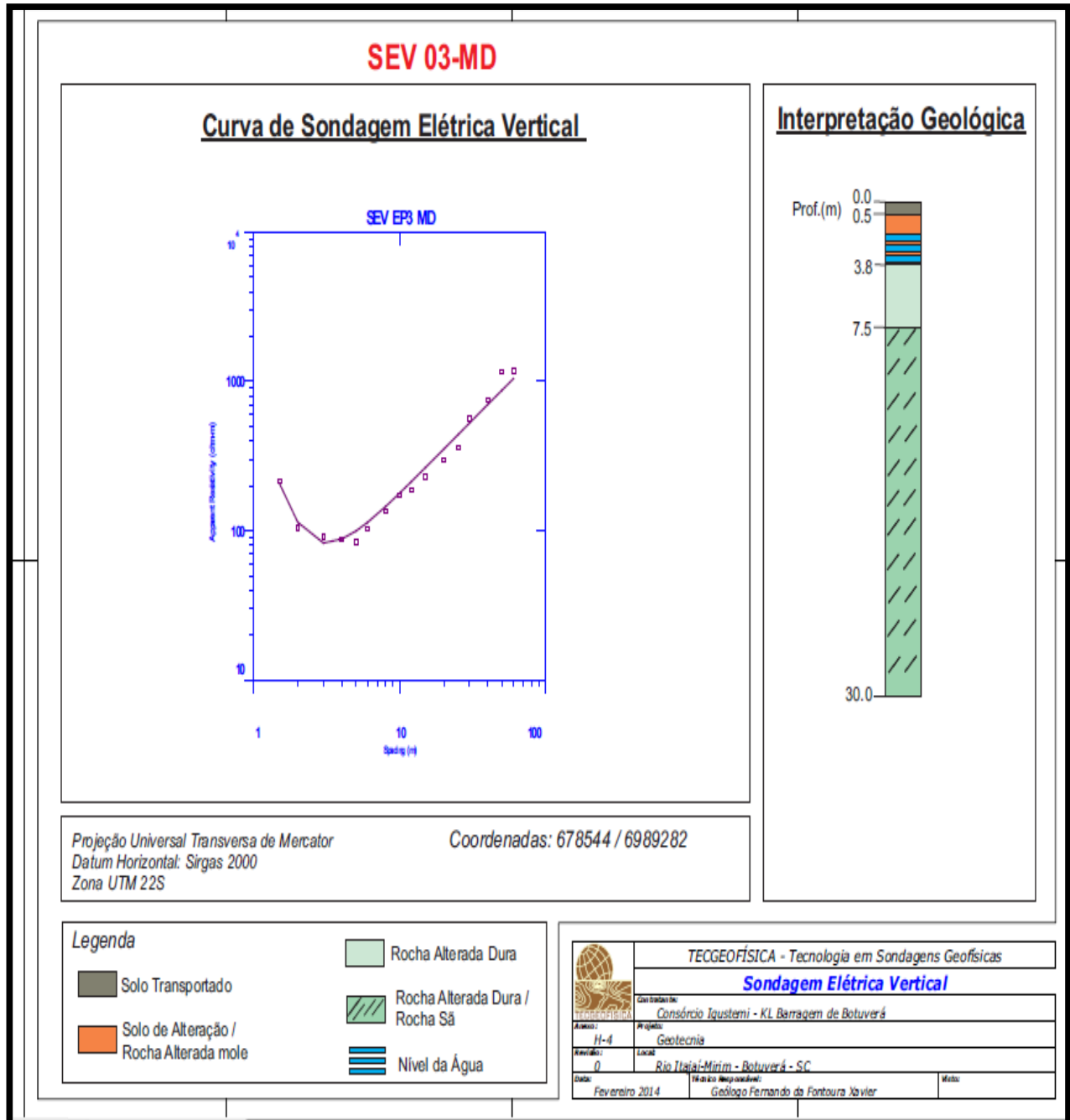


Figura 6.10 - Perfil de sondagem proposto pelo eixo 03 MD.

Fator de segurança para solo Transportado de 4,324.

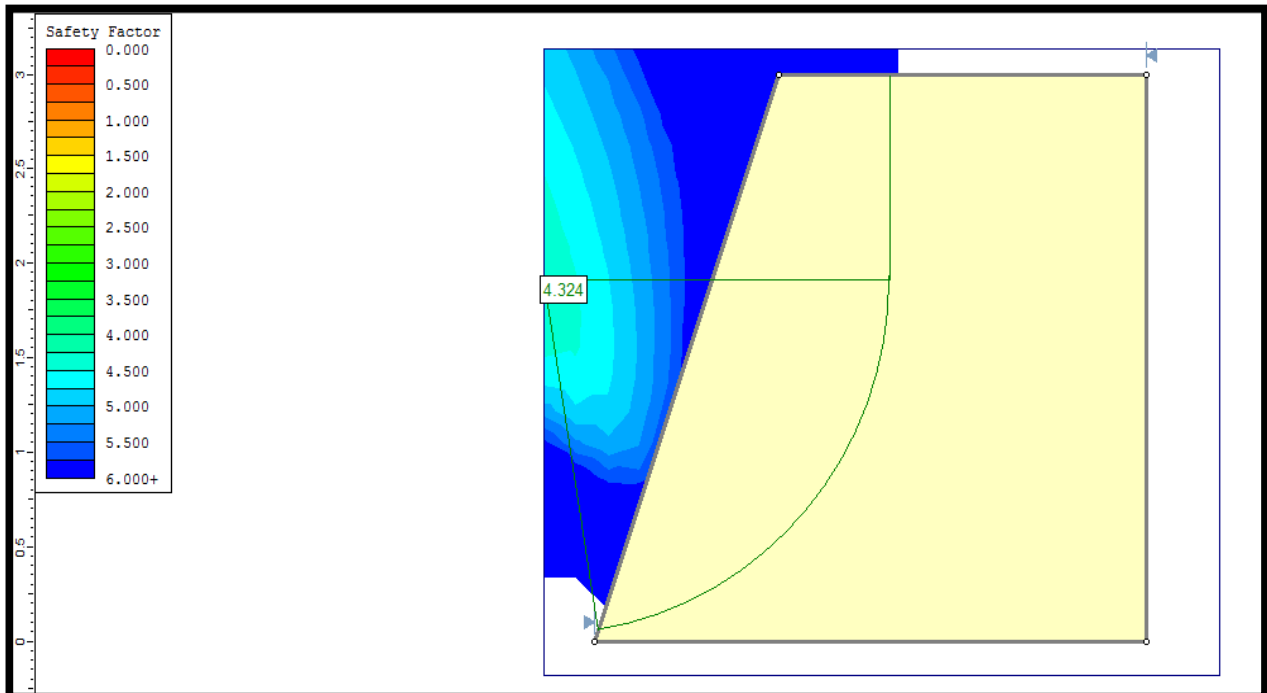


Figura 6.11 - Resultado da estabilidade da análise 1 para o eixo 03MD.

Fator de segurança para Rocha Alterada Dura de 14,058.

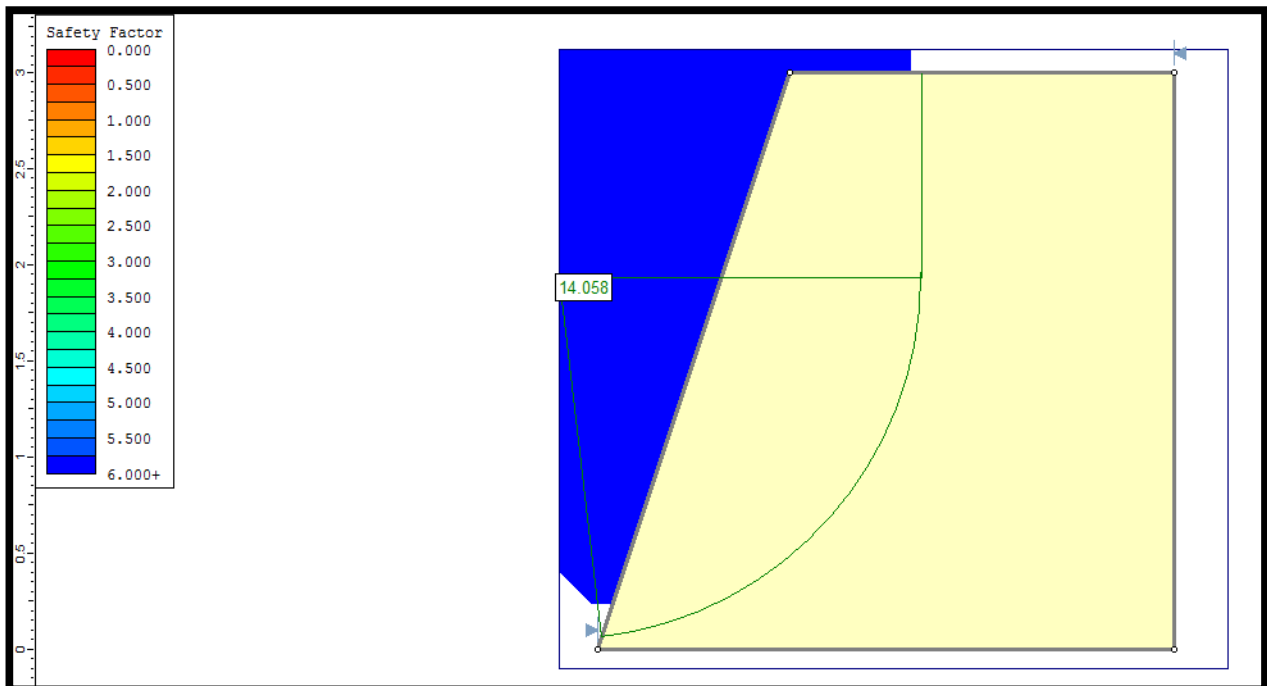


Figura 6.12 - Resultado da estabilidade da análise 2 para o eixo 03MD.

Fator de segurança para Rocha Alterada Dura/Rocha sã de 8,584.

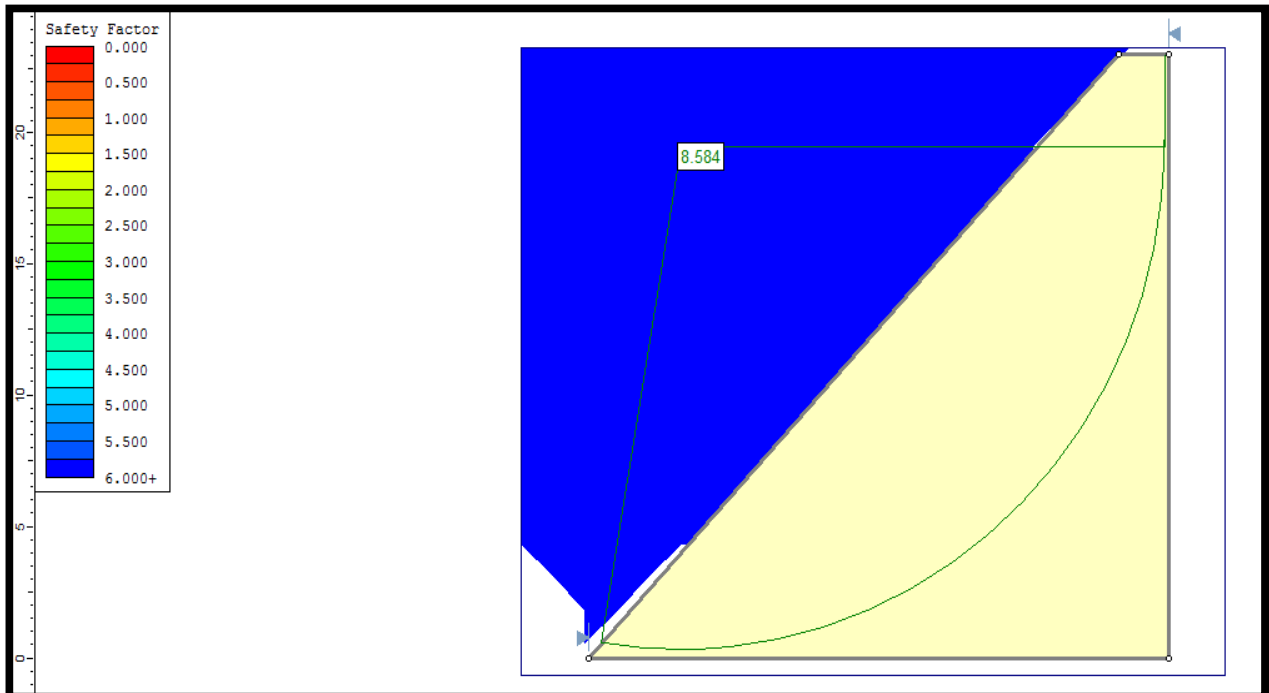


Figura 6.13 - Resultado da estabilidade da análise 3 para o eixo 03MD.

6.3.4.2. Eixo proposto 03- ME

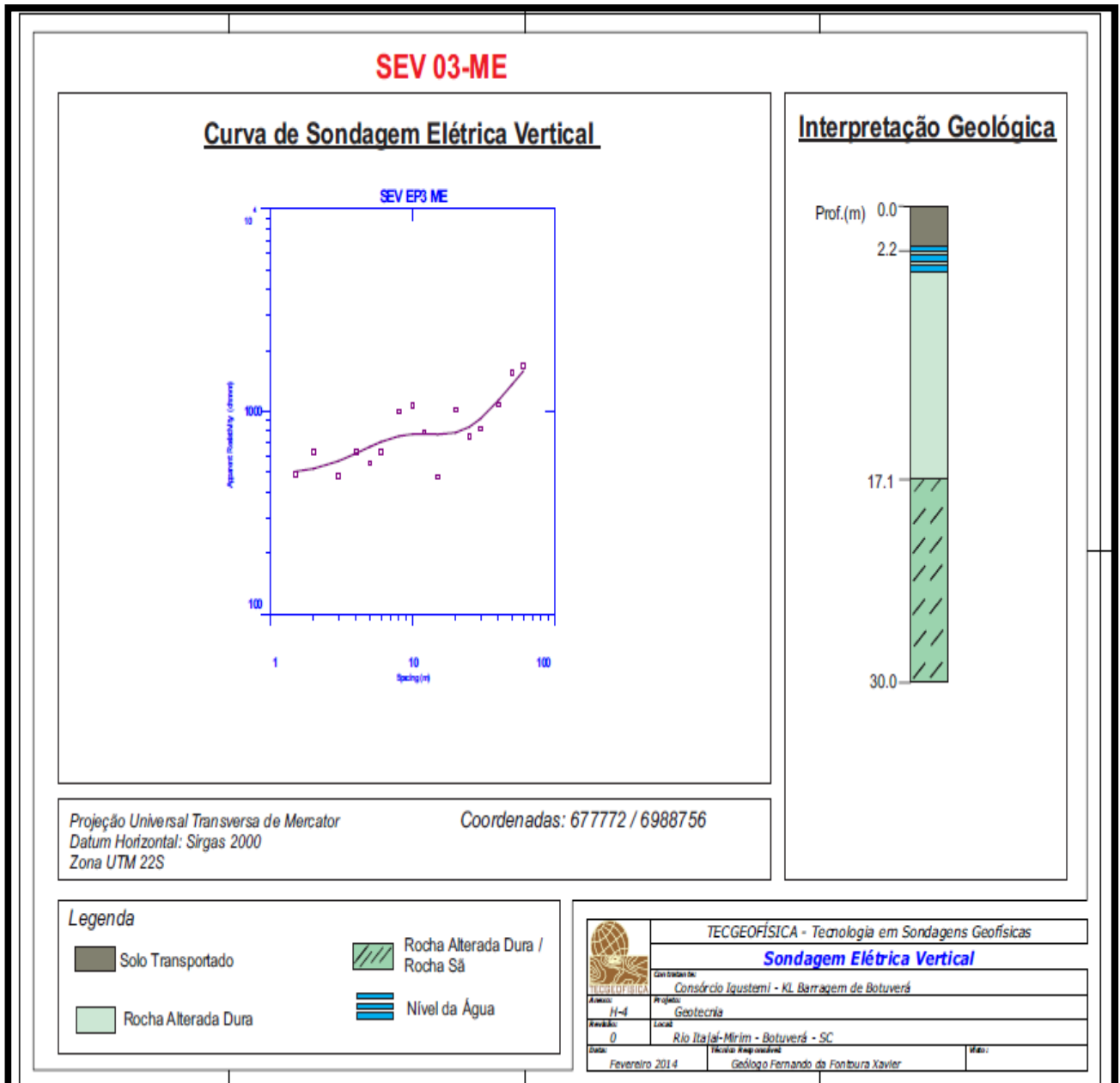


Figura 6.14 - Perfil de sondagem proposto pelo eixo 03 ME.

Fator de segurança para Solo Transportado de 9,33.

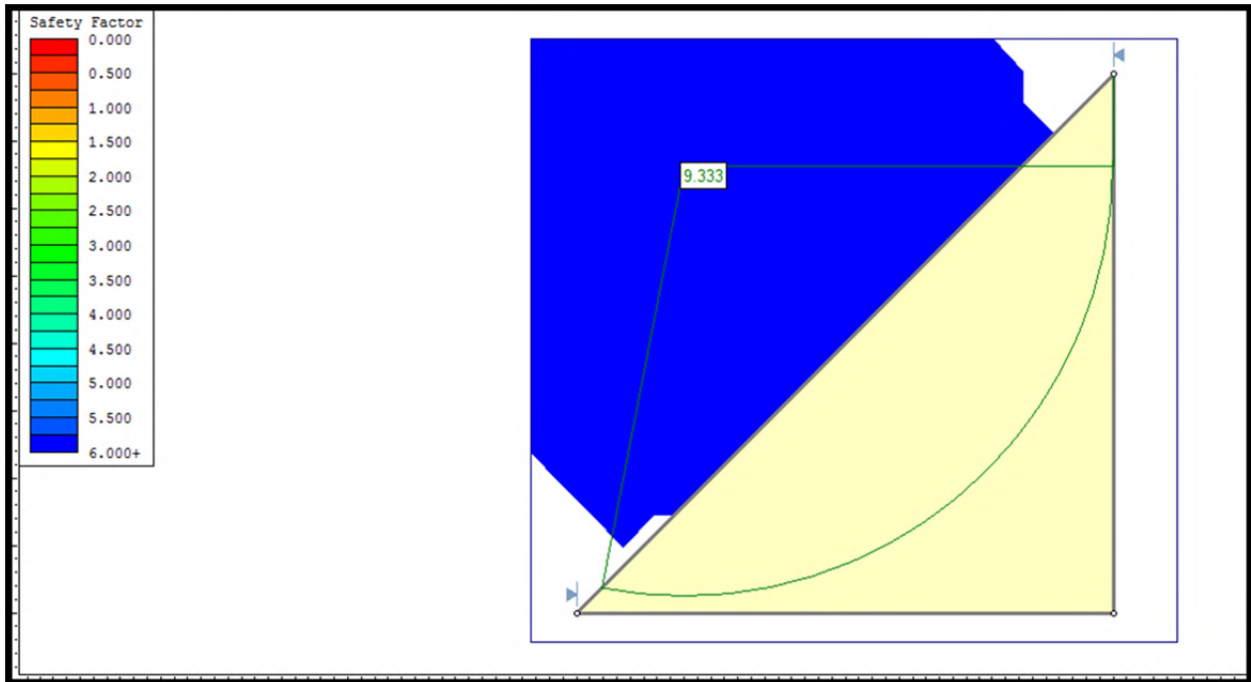


Figura 6.15 - Resultado da estabilidade da análise 1 para o eixo 03ME.

Fator de segurança para Rocha Dura Alterada de 6,109.

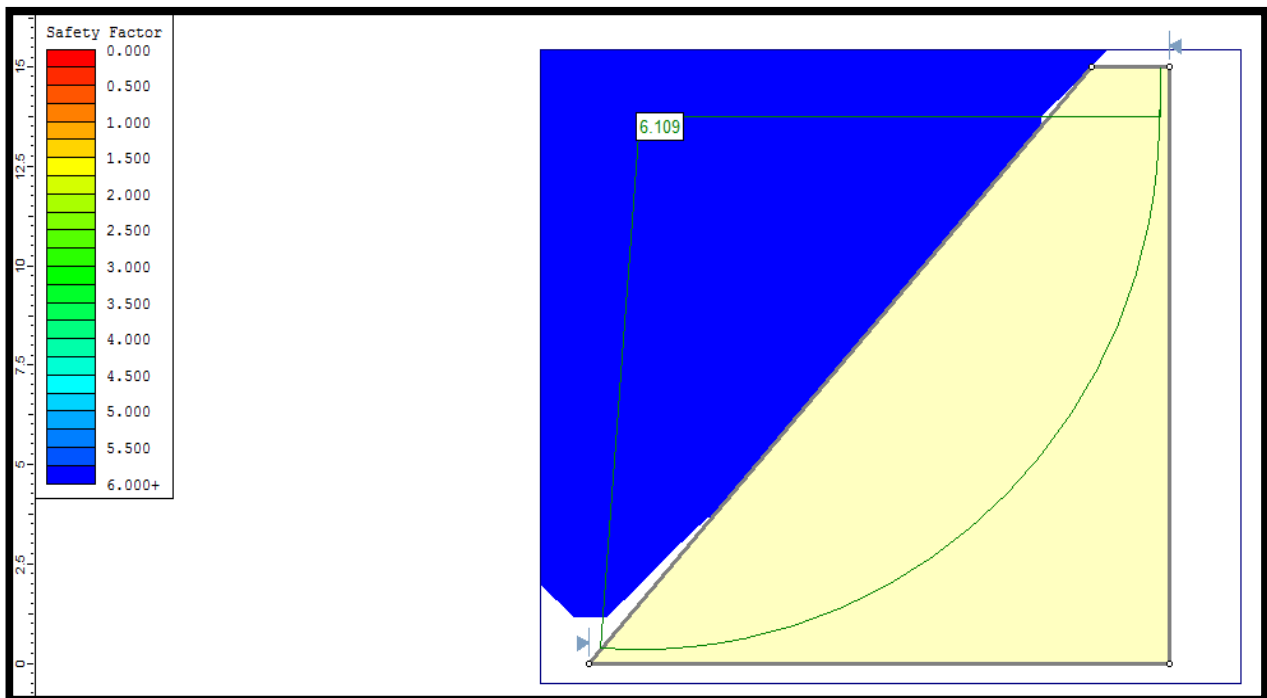


Figura 6.16 - Resultado da estabilidade da análise 2 para o eixo 03ME.

Fator de segurança para Rocha Dura Alterada/Rocha Sã de 12,451.

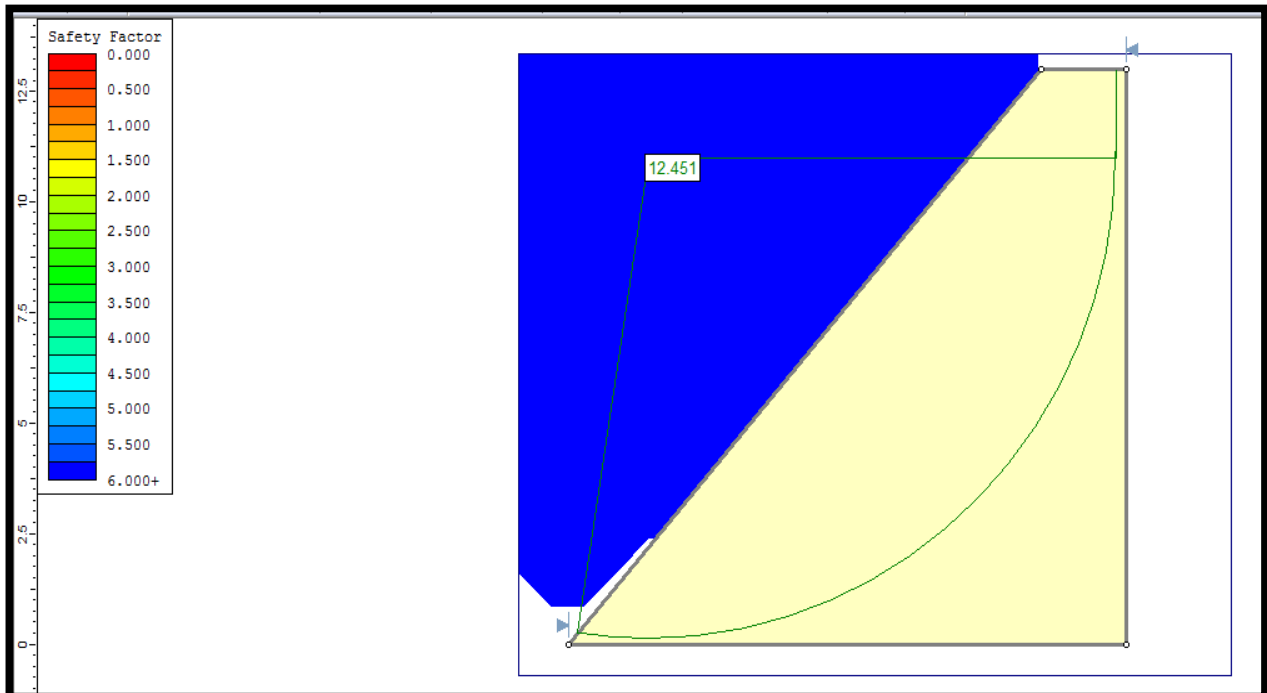
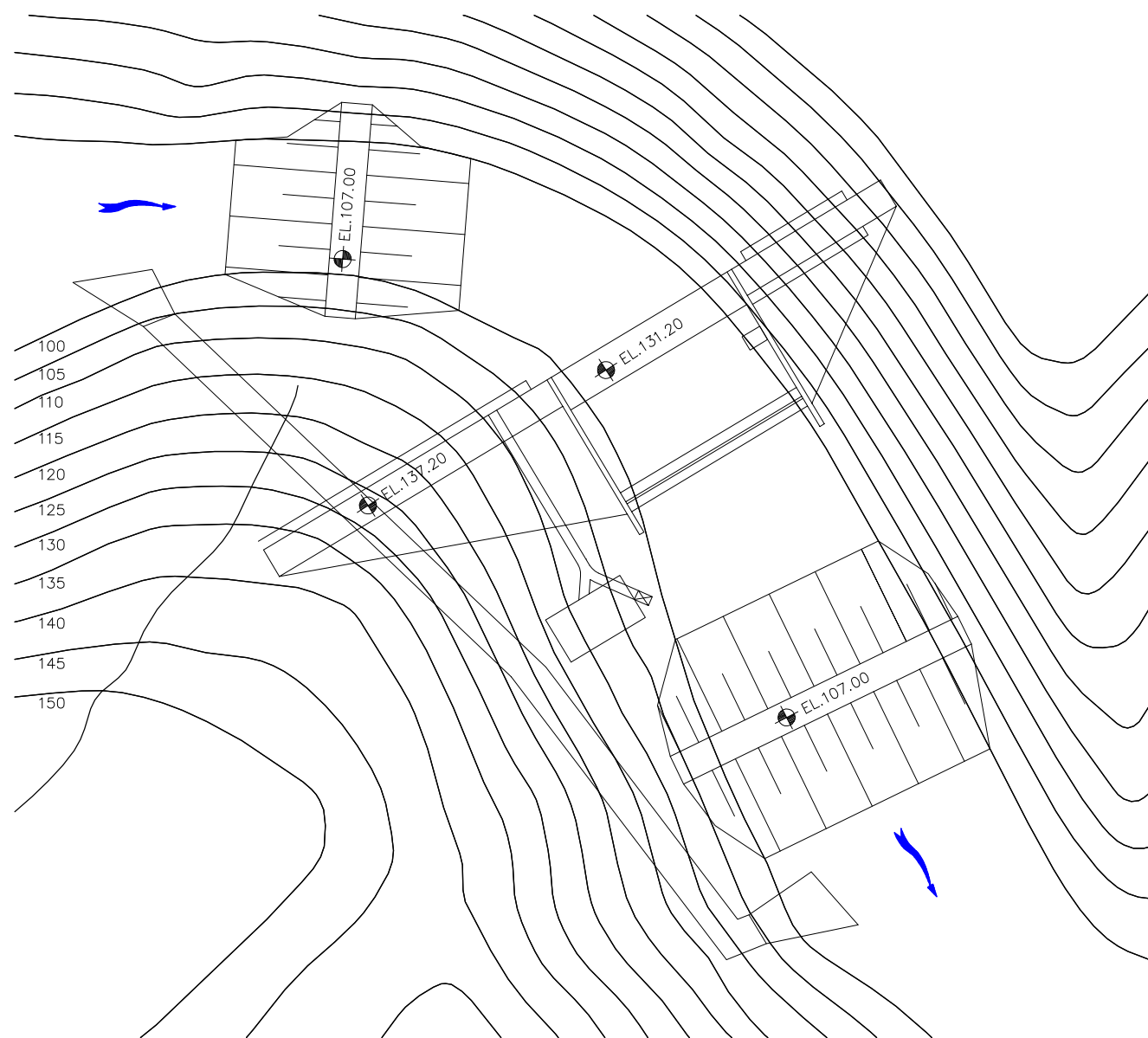
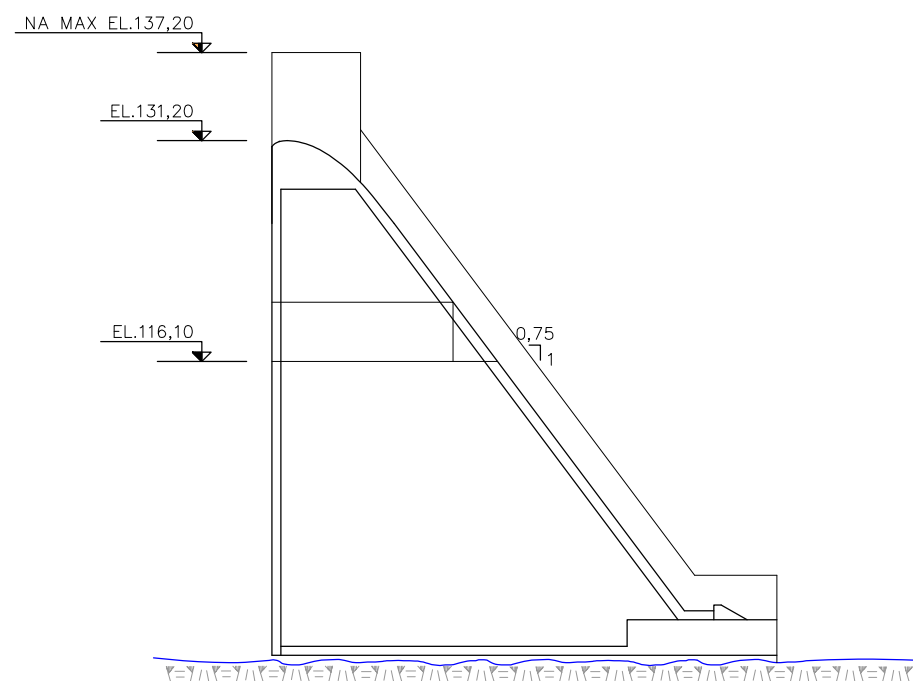


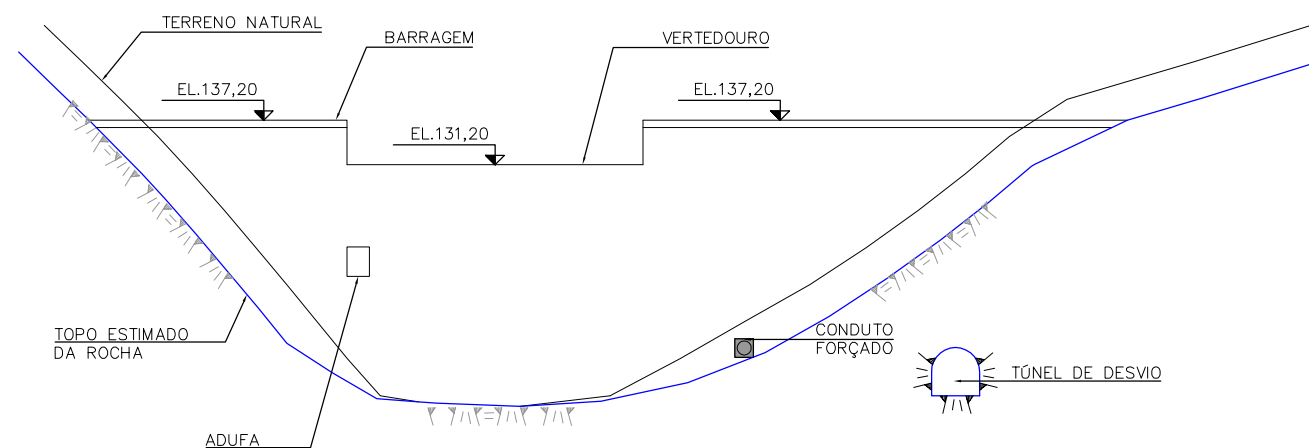
Figura 6.17 - Resultado da estabilidade da análise 3 para o eixo 03ME.



BARRAGEM E VERTEDOIRO – PLANTA
ESC: 1/1250



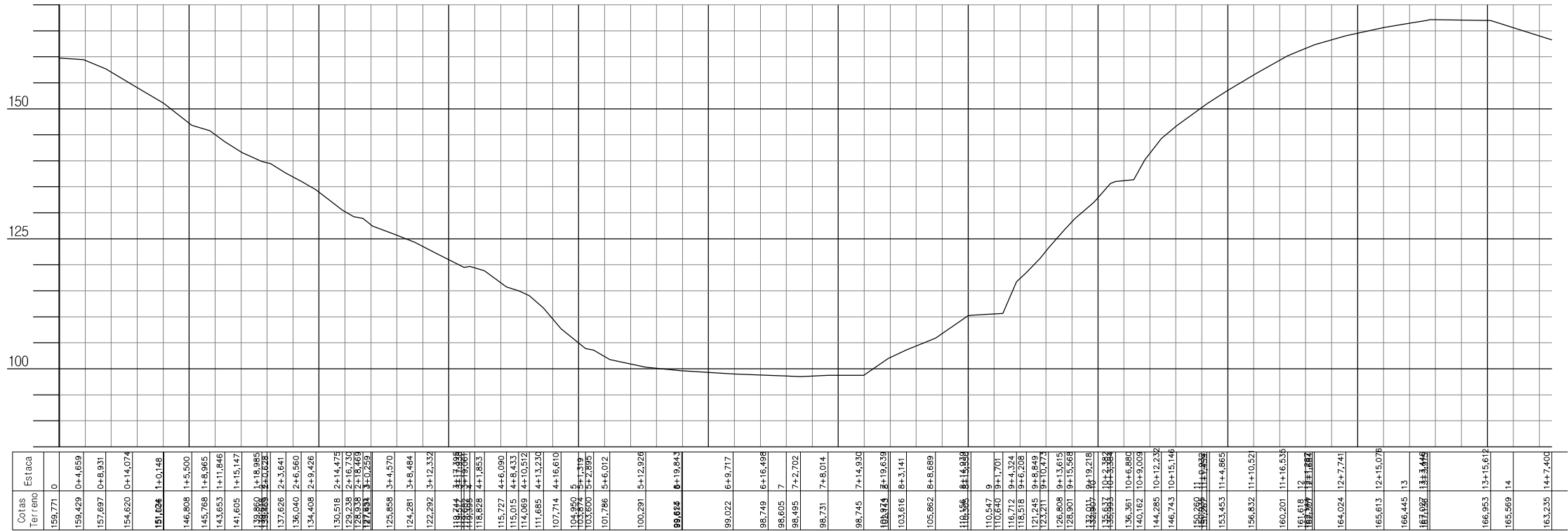
SEÇÃO TRANSVERSAL VERTEDOIRO
ESC: 1/500



VISTA MONTANTE
ESC: 1/1000

Elaborado por:
IGUATEMI KL ENGENHARIA
CONSULTORIA E SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA.
FLORIANÓPOLIS/SC

SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL – SDC PROJETO DE BARRAGEM DE CONTENÇÃO DE CHEIAS DO RIO ITAJAI MIRIM		
ARRANJO GERAL EP-03		
ESCALA:	INDICADA	DATA: ABRIL/2014
FOLHA:	09	

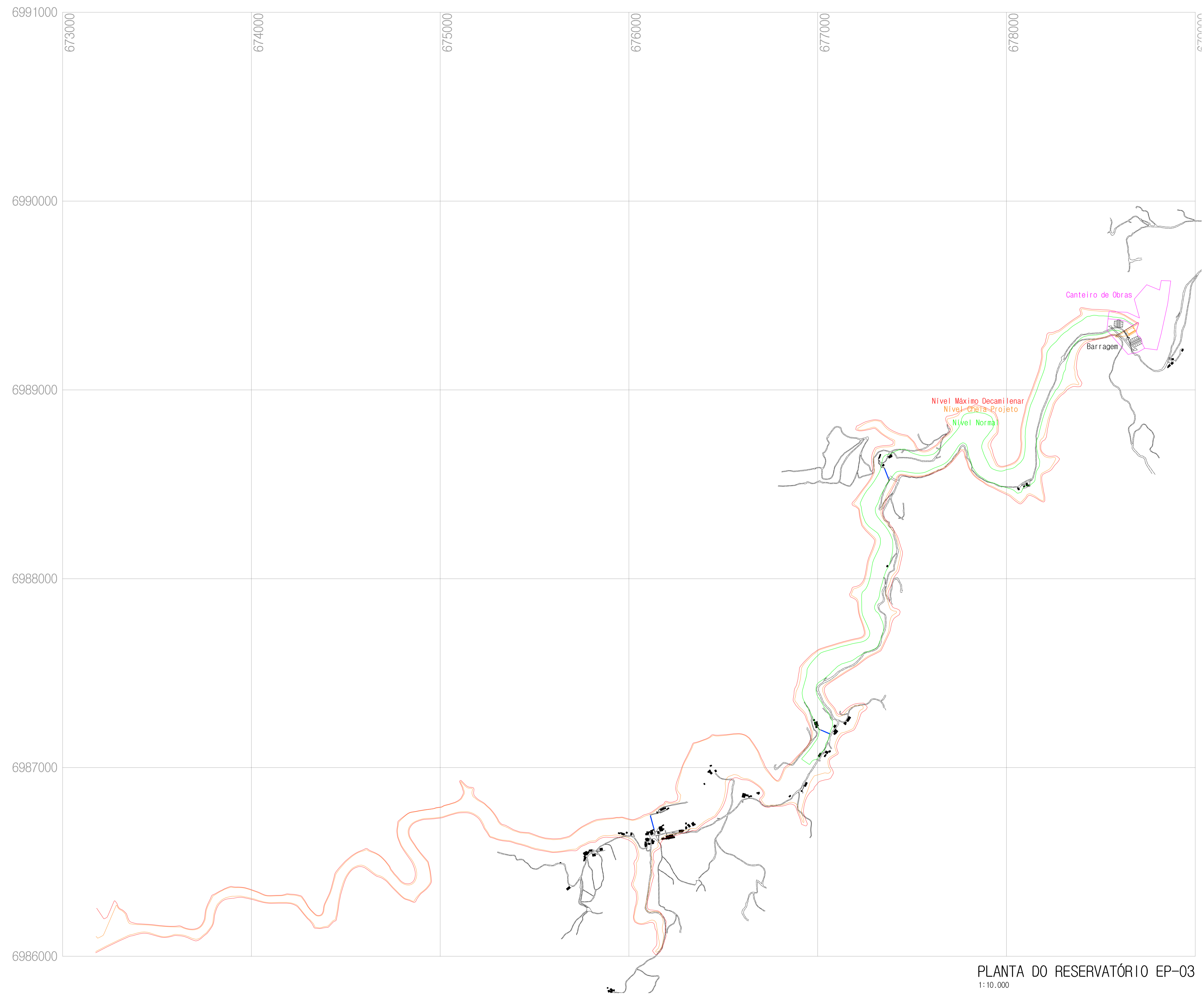


SEÇÃO EP-03
1:1.000



Elaborado por:

<p>SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL – SDC</p>		
<p>PROJETO DE BARRAGEM DE CONTENÇÃO DE CHEIAS DO RIO ITAJAÍ MIRIM</p>		
<p>SEÇÃO NO EIXO EP-03</p>		
ESCALA: INDICADA	DATA: ABRIL/2014	FOLHA: 10



PLANTA DO RESERVATÓRIO EP-03
1:10.000

6.3.5. Eixo Proposto 04 - EP04

6.3.5.1. Eixo proposto 04- MD

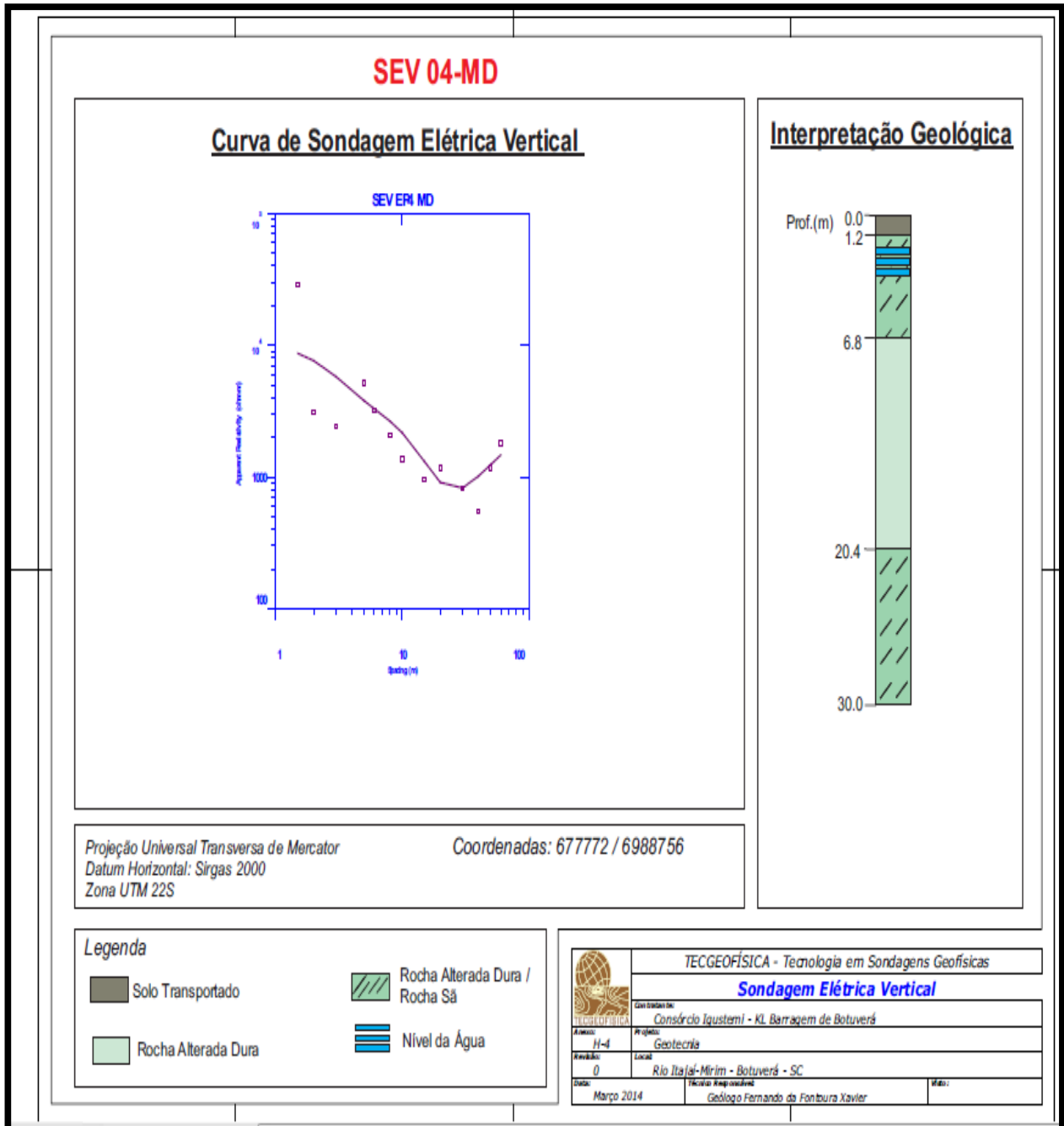


Figura 6.18 - Perfil de sondagem proposto pelo eixo 04 MD.

Fator de segurança para Solo transportado de 15,810.

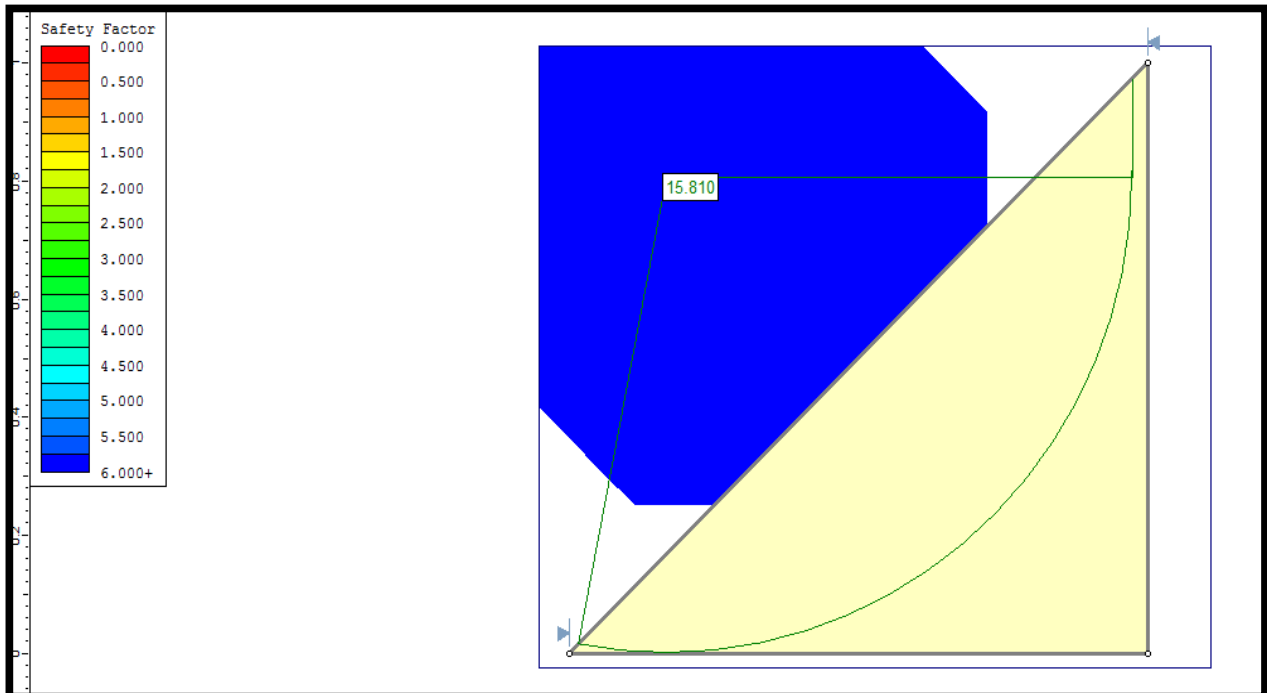


Figura 6.19 - Resultado da estabilidade da análise 1 para o eixo 04MD.

Fator de segurança para Rocha Alterada Dura/Rocha Sã de 11,335.

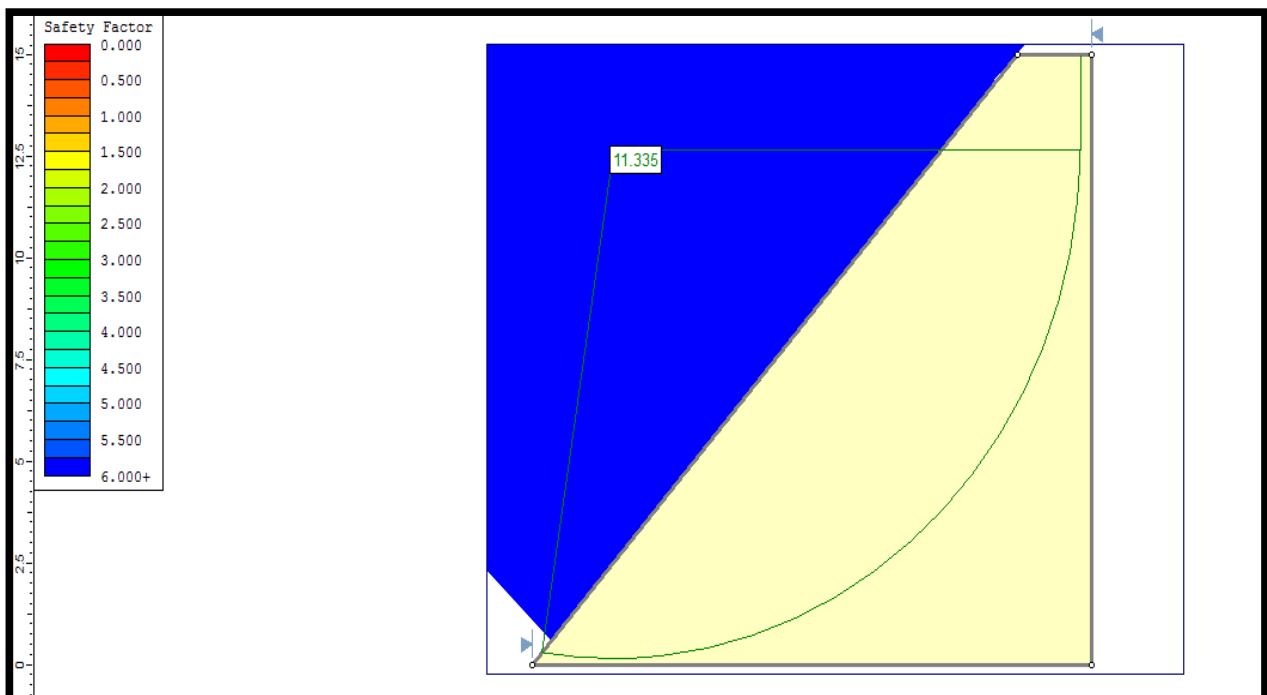


Figura 6.20 - Resultado da estabilidade da análise 2 para o eixo 04MD.

Fator de segurança para Rocha Alterada Dura de 6,565.

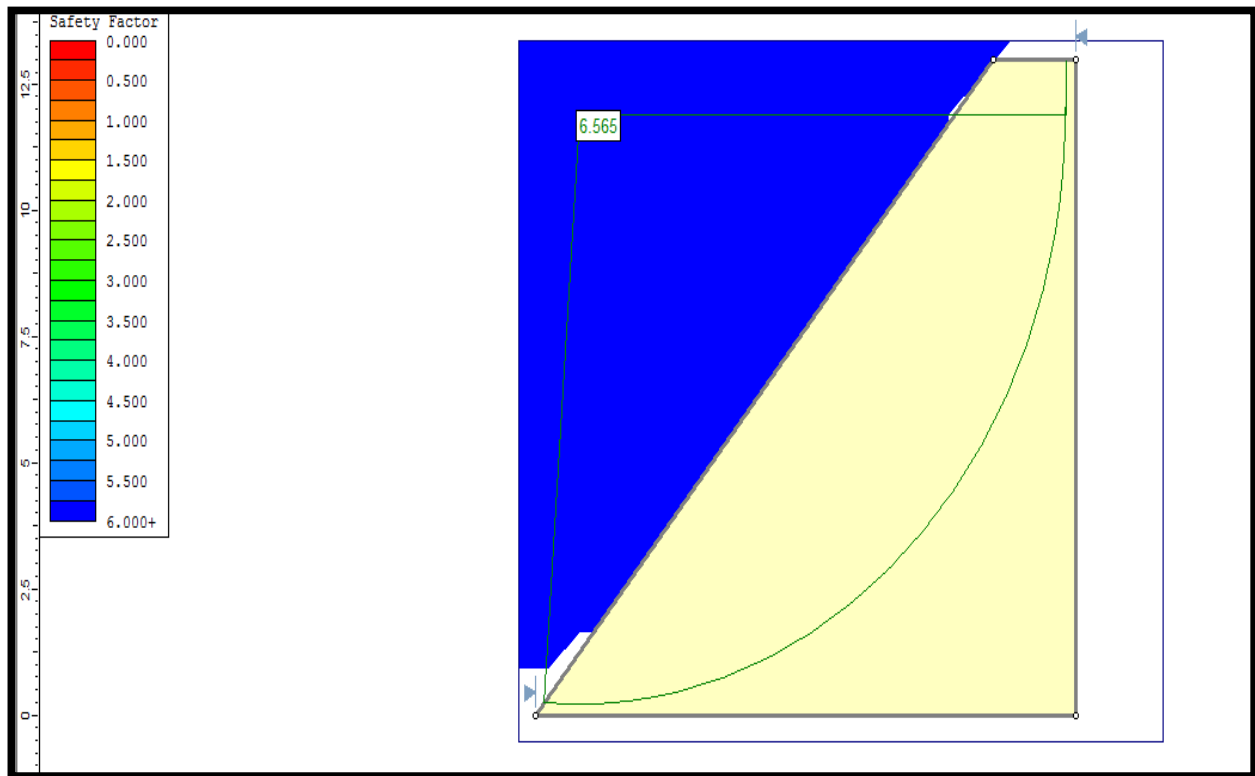


Figura 6.21 - Resultado da estabilidade da análise 3 para o eixo 04MD.

6.3.5.2.Eixo proposto 04- ME

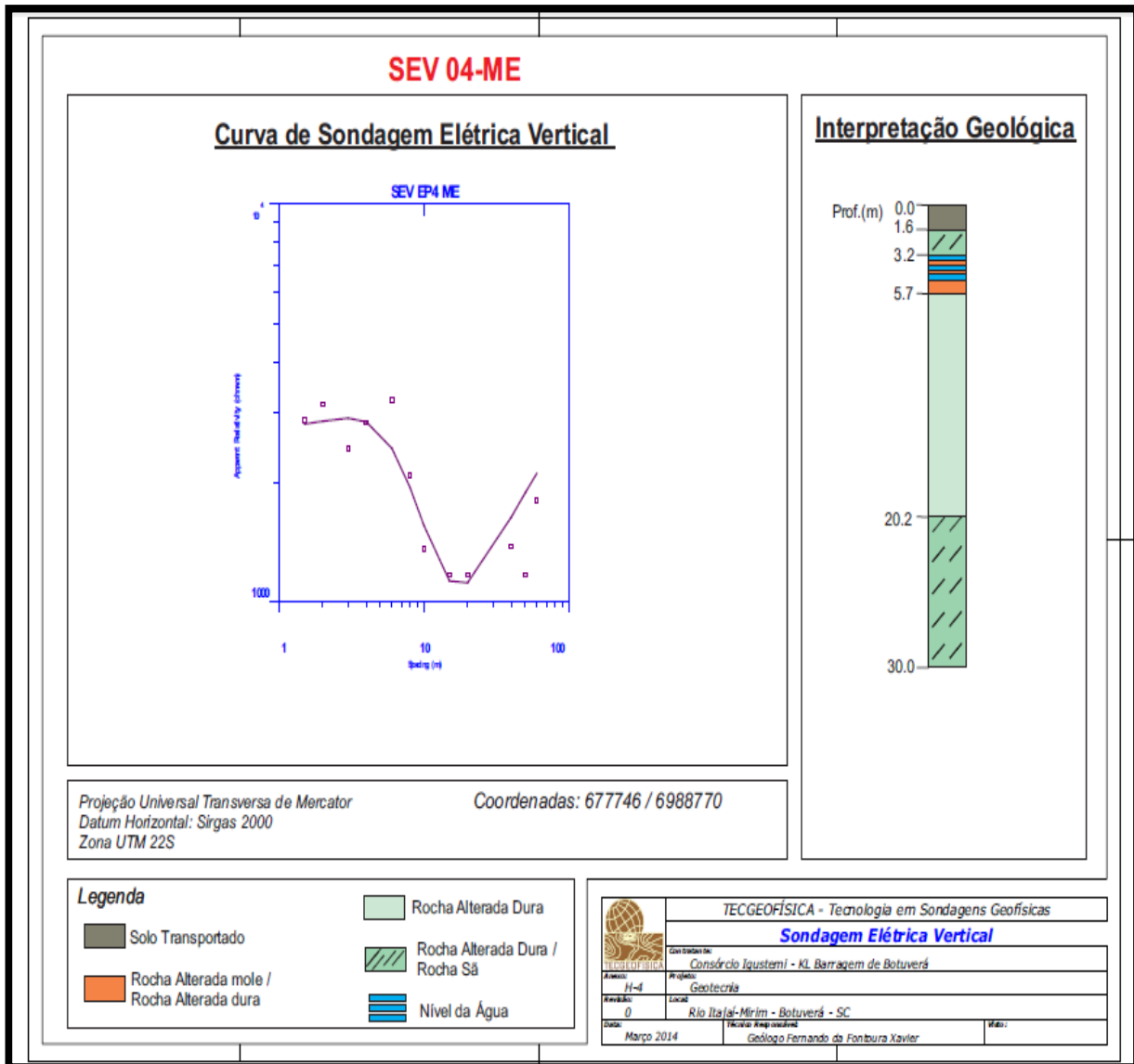


Figura 6.22 - Perfil de sondagem proposto pelo eixo 04 ME.

Fator de segurança para Solo transportado e Rocha Alterada mole de 4,790.

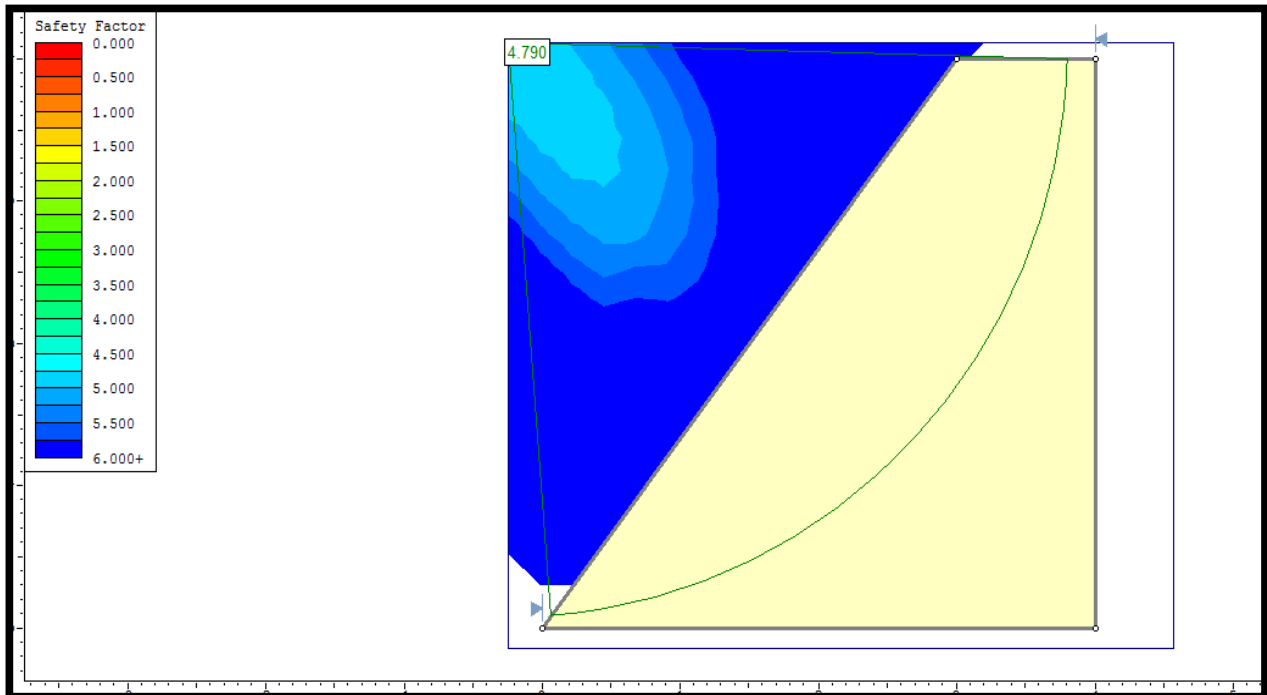


Figura 6.23 - Resultado da estabilidade da análise 1 para o eixo 04ME.

Fator de segurança para Rocha Alterada dura 6,331.

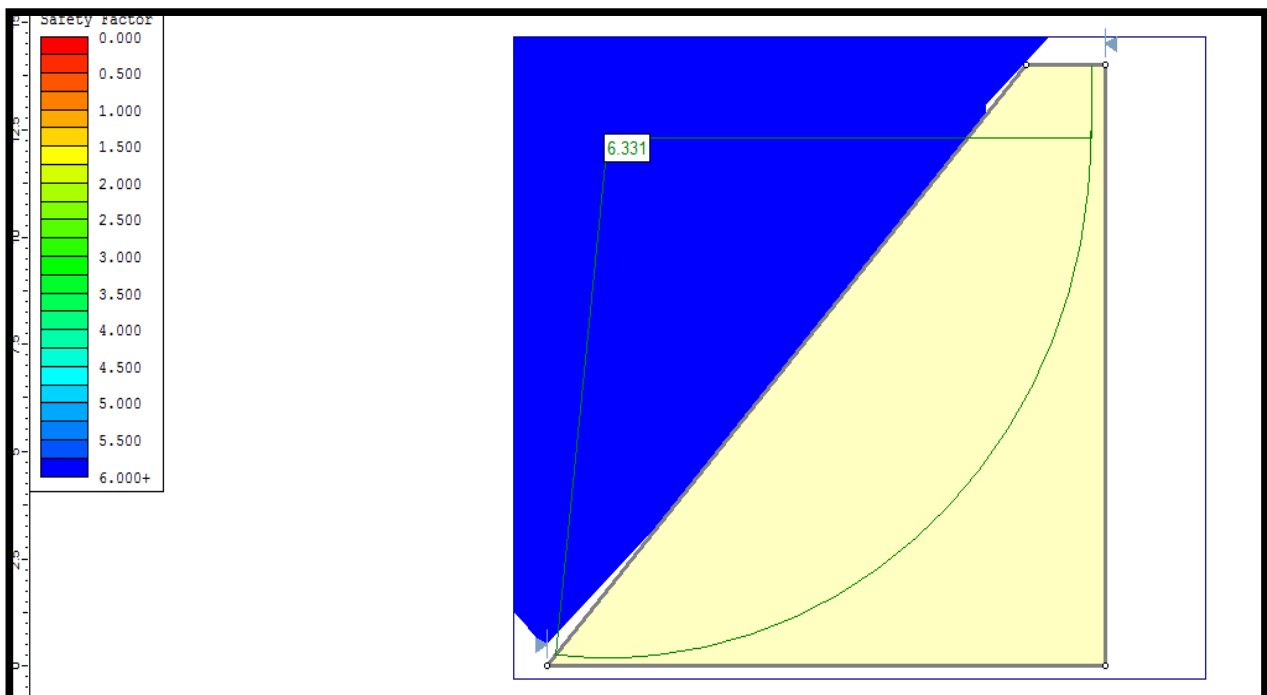


Figura 6.24 - Resultado da estabilidade da análise 2 para o eixo 04ME.

Fator de segurança para Rocha Alterada dura/Rocha Sã 15,765

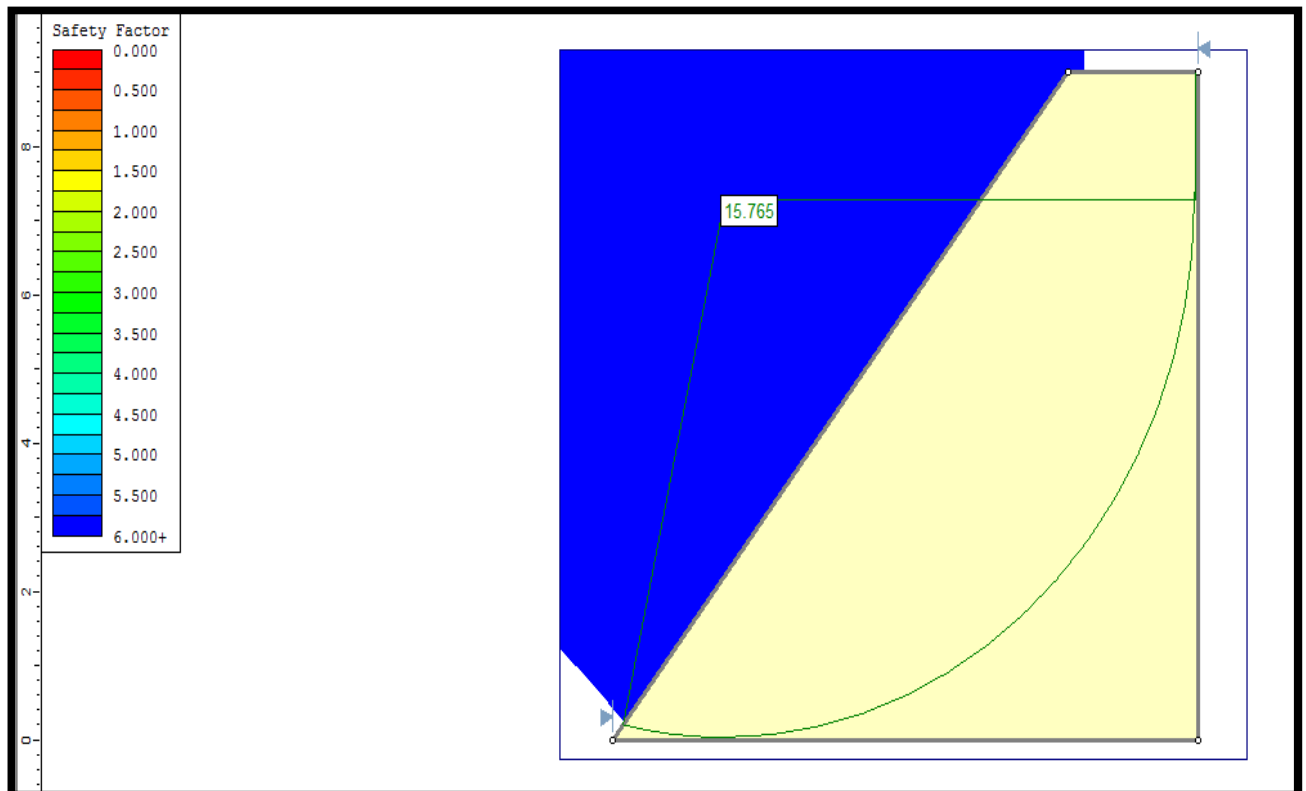
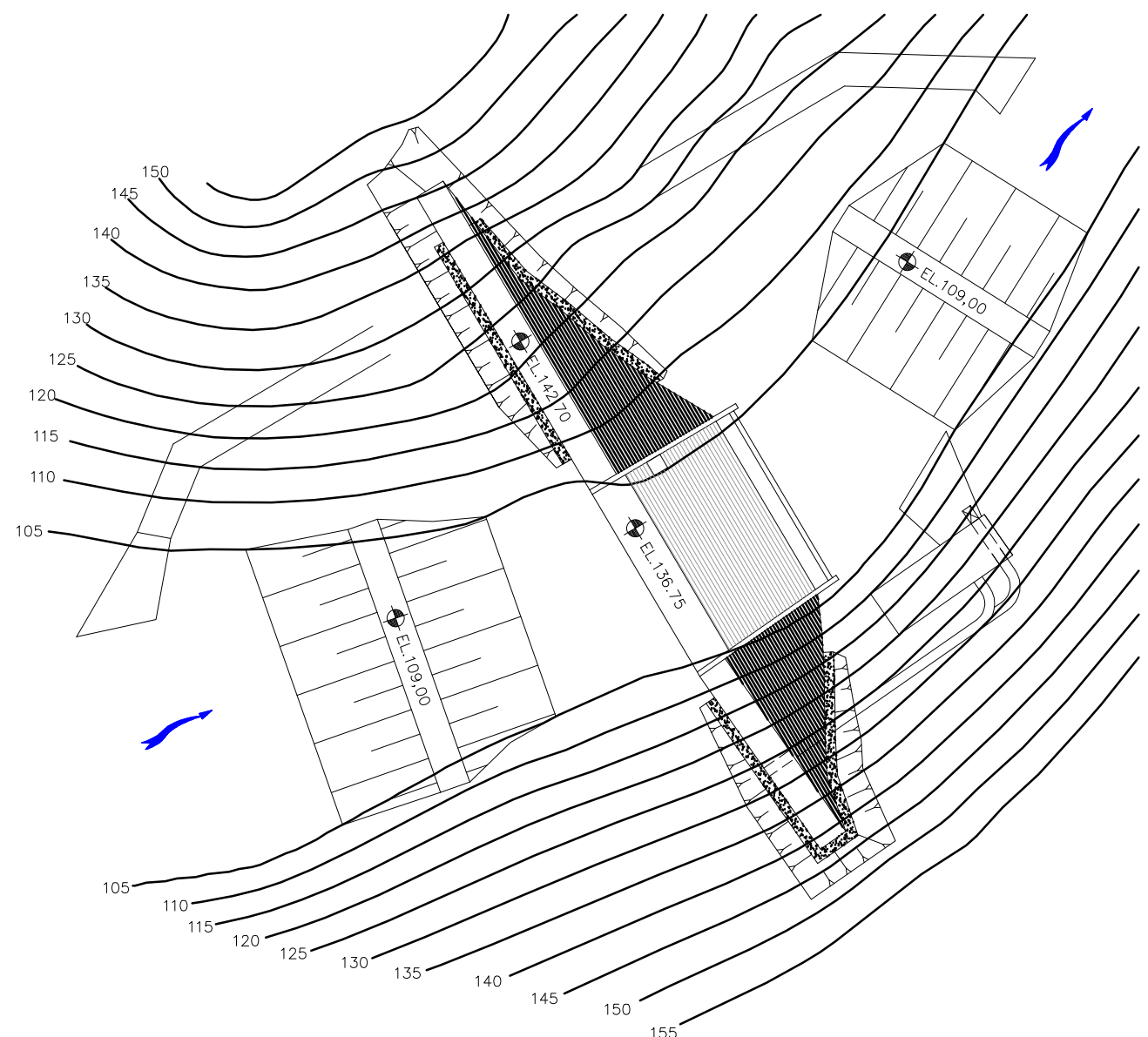
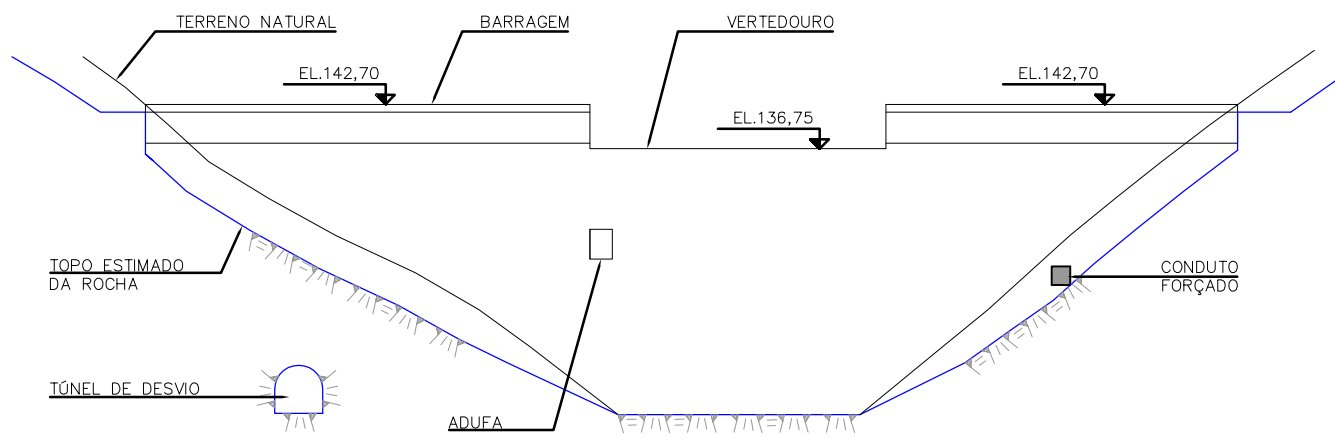


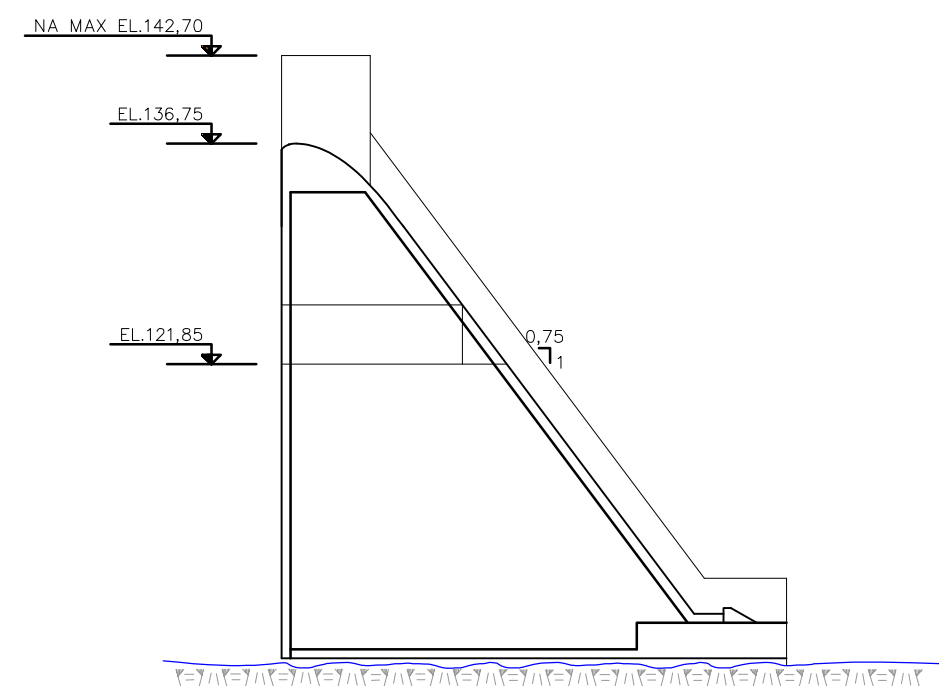
Figura 6.25 - Resultado da estabilidade da análise 3 para o eixo 04ME.



BARRAGEM E VERTEDOIRO – PLANTA
ESC: 1/1250



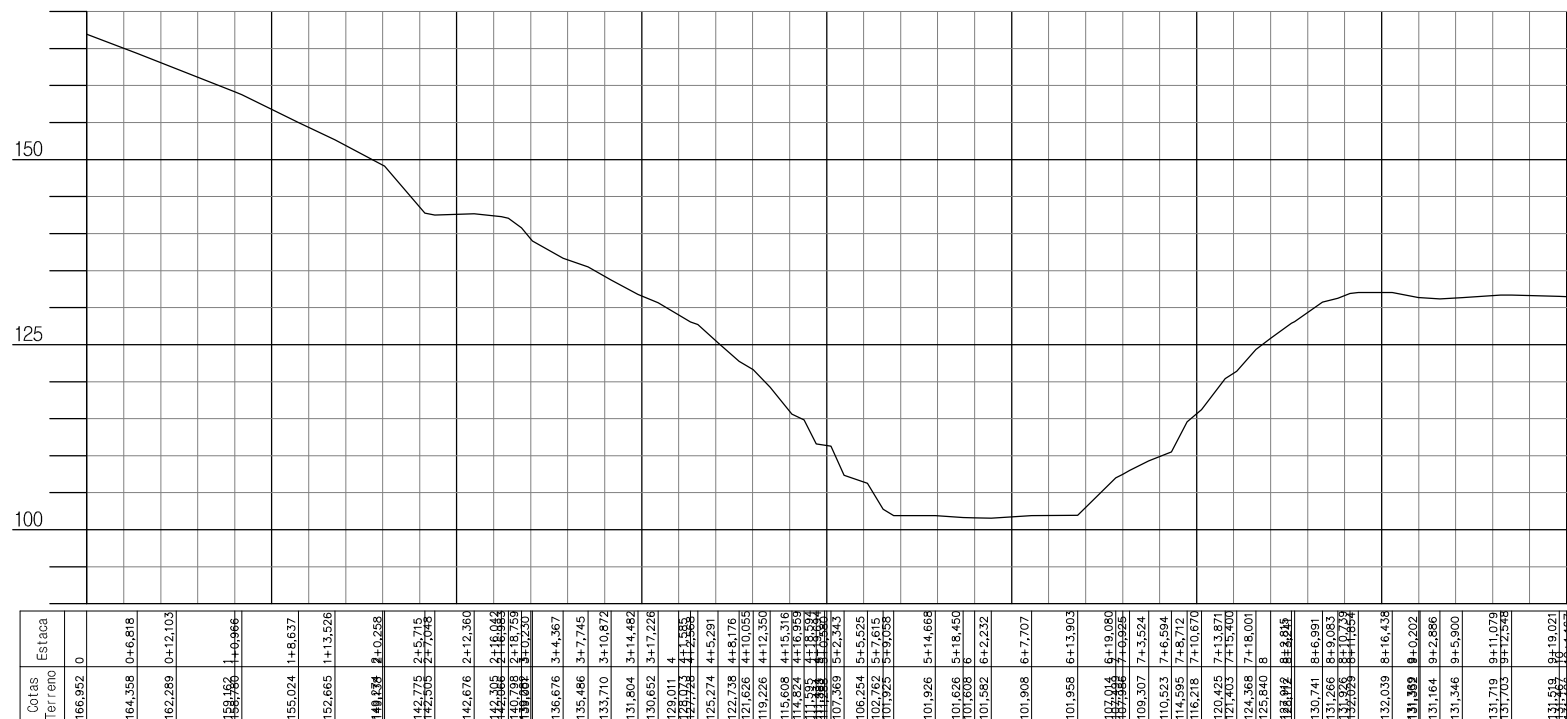
VISTA MONTANTE
ESC: 1/1000



SEÇÃO TRANSVERSAL VERTEDOIRO
ESC: 1/500

Elaborado por:
IGUATEMI CONSULTORIA E SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA. FLORIANÓPOLIS/SC
KL ENGENHARIA

SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL – SDC PROJETO DE BARRAGEM DE CONTENÇÃO DE CHEIAS DO RIO ITAJAI MIRIM		
ARRANJO GERAL EP-04		
ESCALA: INDICADA	DATA: ABRIL/2014	FOLHA: 12

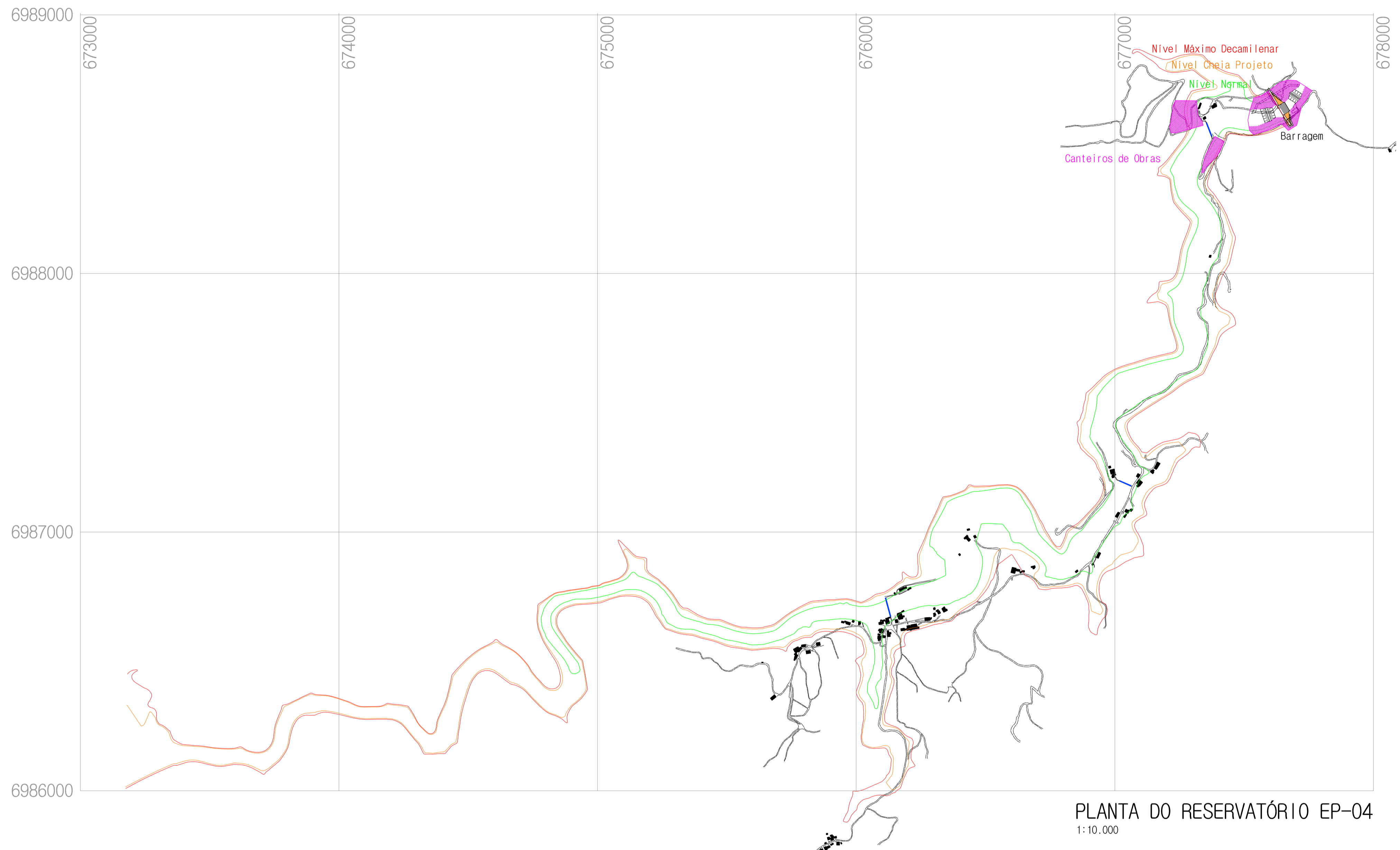


SEÇÃO EP-04
1:1.000



Elaborado por:

<p>SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL – SDC</p>		
<p>PROJETO DE BARRAGEM DE CONTENÇÃO DE CHEIAS DO RIO ITAJAÍ MIRIM</p>		
<p>SEÇÃO NO EIXO EP-04</p>		
ESCALA:	DATA:	FOLHA:
INDICADA	ABRIL/2014	13



PLANTA DO RESERVATÓRIO EP-04
1:10.000

6.3.6. Conclusões

Com base nestes resultados pode-se justificar que a soma dos fatores de segurança quanto a estabilidade do eixo da barragem é maior no eixo 02, com valores muito maiores em relação aos outros dois eixos, seguido do eixo 04, que tem maior estabilidade que o eixo 03.

No eixo EP 02, as fraturas estão bem distribuídas tanto na Margem Direita como na Esquerda. Na área da Barragem observa-se que a geometria da margem direita é mais abrupta e, conseqüentemente menor cobertura.

A análise leva em consideração fatores como fraturas e tipo de rocha (resistência, lençol freático), entre outros fatores. Somente o software não tem condições de avaliar as dobras existentes no maciço, valores que podem interferir na estabilidade. Com isso podem divergir valores mais elevados da resistência à rotura quando a carga é aplicada perpendicularmente aos planos de xistosidade, registrando-se o valor mínimo quando a carga é aplicada numa direção oblíqua à xistosidade. Portanto, no local onde será construída a barragem, a rocha não pode ter sofrido nenhum tectonismo (soerguimento ou dobramento) que deixe a foliação paralela às fundações da barragem. Se houver alguma, as fundações terão que ser posicionadas perpendicularmente a essa direção.

A existência de rocha sã sem alterações foi fator decisório na análise, pois faz com que a estabilidade do maciço 02 seja muito maior que nos outros casos onde se encontra quantidade maior de solo alterado e rocha alterada dura.

6.4. Avaliação ambiental de alternativas locais para eixo de barramento

São apresentadas neste documento considerações ambientais a cerca de três alternativas de alocação do barramento para contenção de cheias no rio Itajaí-Mirim, previsto para instalação na zona rural do Município de Botuverá, no Estado de Santa Catarina. As análises aqui discutidas são baseadas em estudos socioambientais bibliográficos e resultados de observações e levantamentos de campo conduzidos entre os meses de Janeiro e Março de 2014 na área de implantação do referido empreendimento.

Esta análise complementa avaliação prévia de alternativas locais gerada no mês de janeiro, englobando naquele momento seis possíveis eixos locais em discussão de viabilidade, incluindo aspectos ambientais de cada um deles. Essa avaliação prévia já identificara a inviabilidade de adoção das alternativas EP01, EP05 e EP06, em especial pelo impacto acentuado gerado sobre comunidades locais. Desta forma, a análise se restringiu aos eixos EP02, EP03 e EP04, alternativas sobre as quais se concentraram os esforços de engenharia e dos estudos ambientais em prol de identificar qual representaria alternativa adequada no âmbito de custos, logística de implantação e impactos.

Todas as três alternativas citadas envolvem barramento construído ao lado de acesso municipal que margeia o rio e comunica-se com a SC-486, a qual deverá ser a principal via de acesso à área do empreendimento. Esta via municipal sem pavimento, baixa trafegabilidade e largura reduzida, poderá ser aproveitada durante as obras desde que passe por melhorias e, em alguns trechos, por alargamento de pista. Independentemente

também do eixo definido, a via de acesso paralela ao rio entre as comunidades Areia Alta e Areia Baixa deverá contar com rotas alternativas em todo seu segmento ou em determinados trechos, considerando a existência de propriedades fora da área de impacto direto do empreendimento cujo único acesso consiste na referida via.

Os cenários impostos pelas alternativas locais de barramento EP02, EP03 e EP04 se sobrepõem a porções da “Zona de Amortecimento” do Parque Nacional da Serra do Itajaí (em porções não inferiores a 50%, indiferente do eixo tratado), esta delimitada segundo uma faixa de 500 metros no entorno da poligonal da UC. Dentro desta zona é permitida a realização de atividades humanas sustentáveis, sendo incentivada a realização de atividades de proteção ao parque em si, incluindo seus elementos ambientais e processos ecológicos, bem como a recuperação de APPs e áreas degradadas.

6.4.1. Alternativa EP02

O eixo alternativo EP02 envolve barramento situado a 17,2 quilômetros a oeste (montante em relação ao rio) da sede municipal de Botuverá e a 3,9 quilômetros do entroncamento com a estrada estadual SC-486. O reservatório formado cobriria uma área aproximada de 29,8 há estendendo-se por cerca de 3,6 km de rio, enquanto a área de alaguel máximo atingiria 9,5 km, além da porção final (zona de confluência) de dois tributários. O projeto da alternativa de eixo EP02 conta com duas áreas de canteiro de obras, sendo uma delas localizada dentro da zona de reservatório.

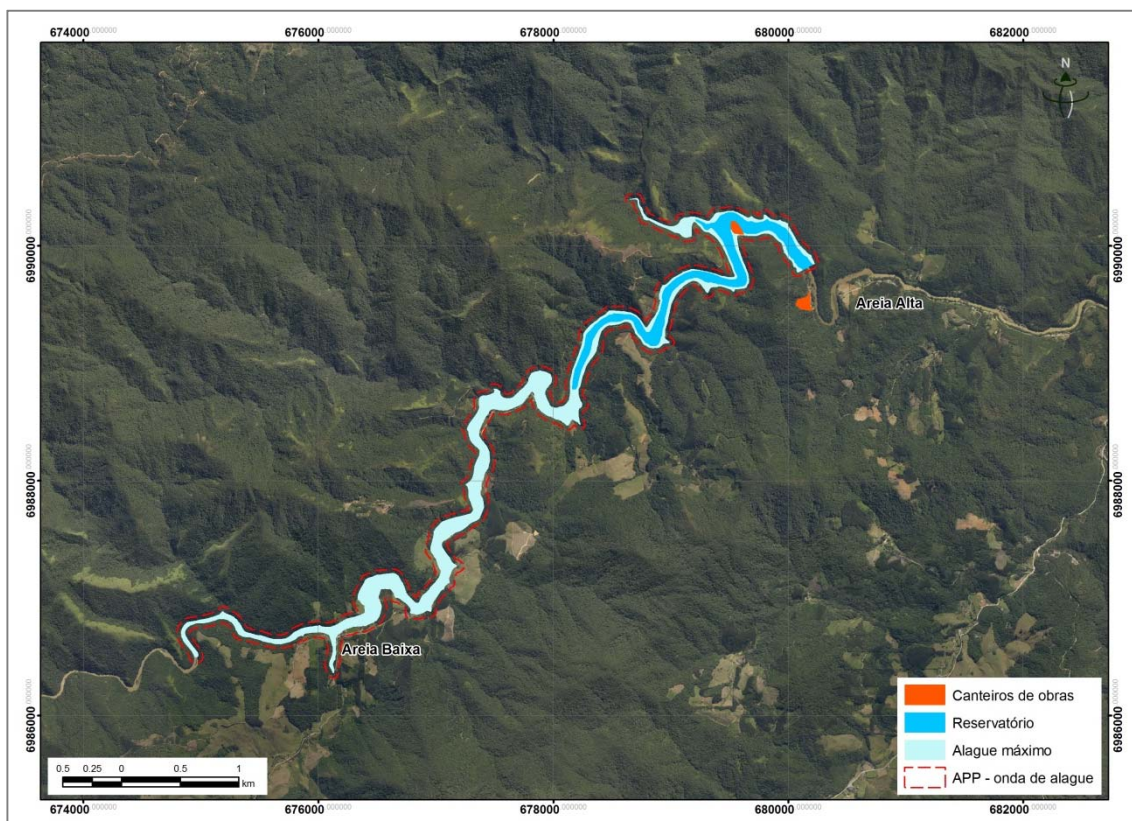


Figura 6.26 - Projeção de situação com a adoção do eixo EP02.

Quadro 6.2 - Relação de famílias atingidas pelo projeto da alternativa EP02.

	Residências permanentes	Sítios	Total
Reservatório	1	3	4
Alague máximo	6	10	16
Alague máximo + APP	8	11	19

6.4.2. Alternativa EP03

O barramento previsto no eixo alternativo EP03 envolve situar-se-ia a 19,7 quilômetros a oeste de Botuverá e a 6,4 km do entroncamento com a SC-486. O reservatório permanente cobriria uma área aproximada de 33,4 ha estendendo-se por cerca de 3,8 km de rio; assim como para EP02 e também para EP04, a área de alague máximo se estenderia por mais de 9 km. O projeto da alternativa de eixo EP03 inclui uma ampla área de canteiro de obras a parte das áreas de alague, postada em uma área baixa antropizada em uma curva do rio vizinha ao local de barramento.

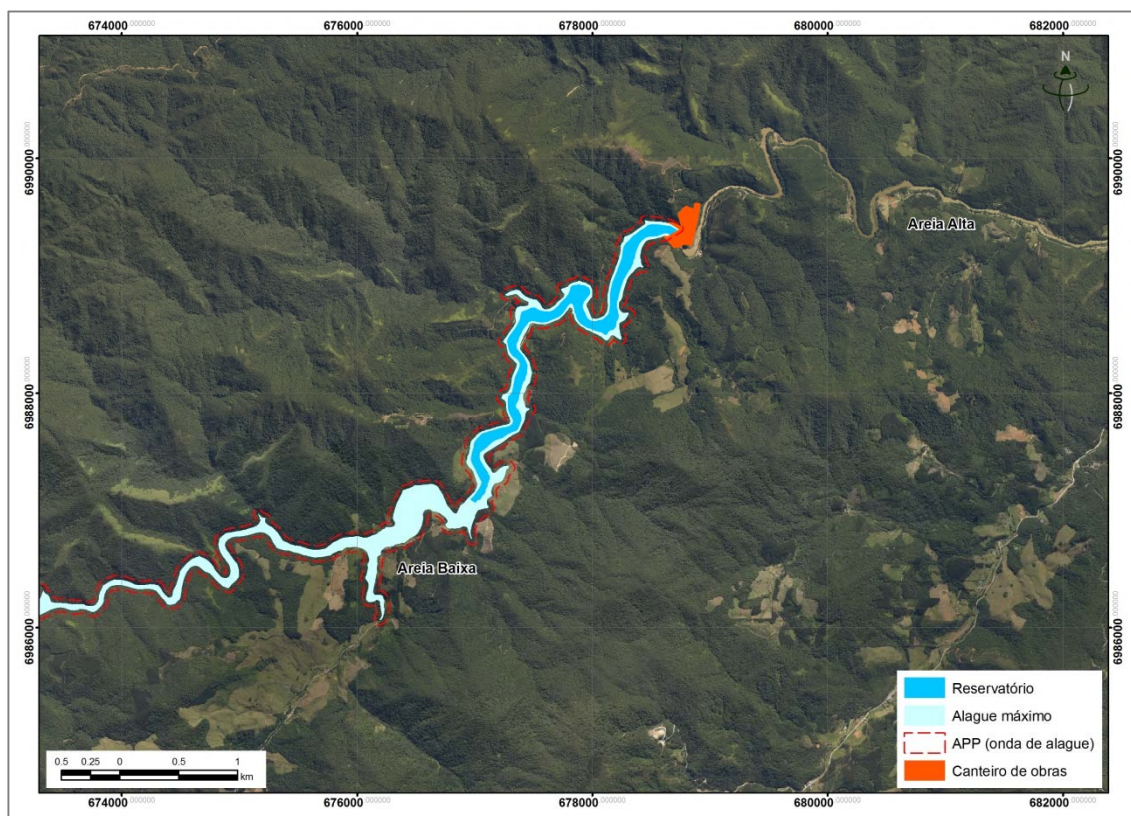


Figura 6.27 - Projeção de situação com a adoção do eixo EP03.

Quadro 6.3 - Relação de famílias atingidas pelo projeto da alternativa EP03.

	Residências permanentes	Sítios	Total
Reservatório	1	4	5
Alague máximo	8	10	18
Alague máximo + APP	8	10	18

6.4.3. Alternativa EP04

De forma distinta das demais alternativas, são observados na zona de implantação do eixo de barramento EP04, além das formações de mata nativa localmente dominantes, porções mais expressivas de arbóreas exóticas. Esta alternativa locacional inclui barramento posto a 21 km de Botuverá e a 6,4 km do entroncamento com a SC-486. O reservatório formado atingiria dimensões de 47 ha de área cobrindo 5,2 km de rio a montante do barramento. O canteiro de obras da alternativa EP04 se distingue em três diferentes áreas, em parte englobadas pelas áreas de reservatório e alague.

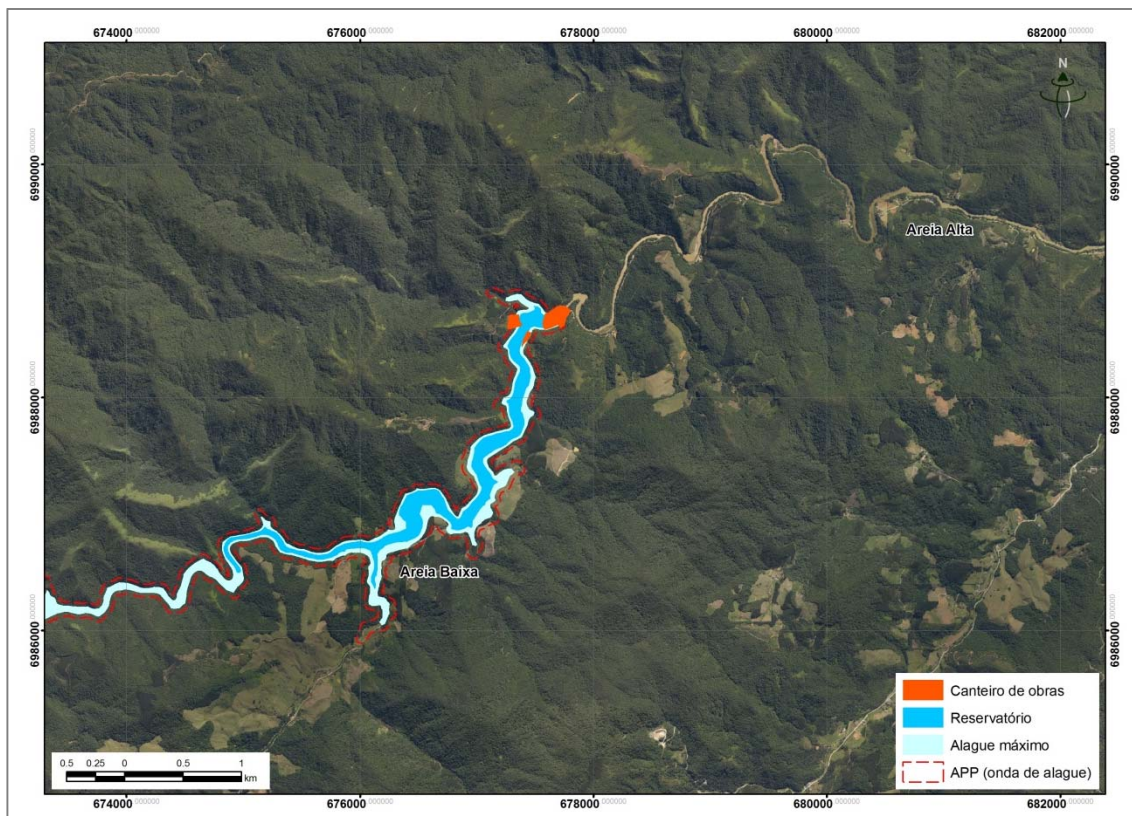


Figura 6.28 - Projeção de situação com a adoção do eixo EP04.

Quadro 6.4 - Relação de famílias atingidas pelo projeto da alternativa EP04.

	Residências permanentes	Sítios	Total
Reservatório	4	7	11
Alague máximo	9	8	17
Alague máximo + APP	9	8	17

6.4.4. Alternativa Escolhida – EP02

Grande parte das diferenças em relação aos três eixos são discretas, muito devido à similaridade ambiental e proximidade entre ambas alternativas. Fatores como o nível de impactos sobre as margens nas zonas de barramento, o qual poderia ser decisivo em virtude da tendência local à ocorrência de deslocamentos de terra, aparentemente tendem a ter níveis de intensidade e abrangência semelhantes, dada a alta declividade em torno das três alternativas locais. A abrangência das áreas de alague máximo, com ocorrência temporalmente indefinida, não se diferenciam de forma representativa entre os cenários expostos. As áreas de canteiro de obras de ambos (exclusas as zonas de edificação dos barramentos) tendem a ocupar de forma semelhante áreas já antropizadas em diferentes níveis, ou então zonas que seriam cobertas pelas áreas de reservatório e alague máximo.

Em relação aos demais fatores, ainda que considerada variação pouco representativa, as diferenças observadas denotam à alternativa EP02 níveis de impacto algo menores e ganhos de logística em relação às demais. As dificuldades impostas pela melhoria do acesso municipal existente, o qual tende a ser aproveitado durante a execução da obra, aumentam em intensidade conforme se avança em sentido contrário ao fluxo de água (EP02 para EP04), uma vez que o acesso externo a área deve ser realizado preferencialmente pela BR-486, enquanto via mais próxima dos acessos asfaltados de melhor trafegabilidade, bem como da zona urbana de Botuverá. A adoção da alternativa EP02 não somente diminui a extensão de acesso a ser melhorado, como também evita a passagem por trechos de alta dificuldade de ampliação a oeste deste ponto. Restringir-se-ia desta forma também o impacto ambiental associado a estas melhorias, uma vez observadas as dificuldades impostas pelo substrato rochoso e a intensa presença de vegetação nativa nos entornos da via.

O número de famílias moradoras no local que serão atingidas pela alternativa EP02 é o menor dentre os cenários observados, representando uma necessidade menor de relocação social. Esta alternativa representa um impacto maior sobre propriedades de ocupação temporária (sítios), ainda que sejam pequenas as diferenças em relação a esta variáveis. A projeção de tamanho do reservatório permanente, onde a remoção da vegetação nativa é obrigatória, também apresenta dimensão menor para EP02, numa proporção de 11% em relação a EP03 e 47% em relação a EP04. Esse fator possibilita



um menor impacto sobre as formações florestais atlânticas que cobrem os entornos do rio.

Áreas florestais de maior preservação são encontradas no trecho do Rio Itajaí-Mirim a montante da comunidade Areia Baixa, na zona de confluência com o Rio da Areia (corpo lótipo de menor volumetria e características de arroio) com o rio principal, local onde há existência de acessos que se estendem a sul (ao longo do arroio tributário) e a leste (ao longo do rio Itajaí-Mirim). A oeste deste ponto, o entorno do rio e encostas adjacentes são marcados por zonas de mata mais preservadas pela presença humana menos intensa e inexistência de acessos. É possível também que esta seja o motivo da maior associação, neste trecho, do Parque Nacional da Serra do Itajaí com o rio Itajaí-Mirim propriamente dito, uma vez nesta área toda a margem norte do leito lótipo coincide com o limite sul do parque e, um ponto a cerca de três quilômetros da localidade citada, o limite de cobertura da unidade de conservação cruza o rio em direção sul formando um apêndice poligonal ligado a sudoeste ao polígono principal. Este adendo ao polígono mestre engloba aproximadamente 3.400 hectares de terreno de matas e escarpas, além de 6,6 quilômetros do Rio Itajaí-Mirim.

Considerando a adoção do eixo EP02, a área de alague máximo gerada avançará, a partir da localidade Areia Alta, cerca de 1,3 quilômetros a oeste ao longo do curso do rio Itajaí-Mirim, sendo que a zona de contato direto do parque com a mesma (limite coincidente do parque com a borda do rio) seria de aproximadamente 700 metros, incluindo trechos de sobreposição parcial entre o parque e a AID. Por sua vez, a adoção dos eixos EP03 ou EP04 geraria uma área de alague que se estenderia mais a oeste, envolvendo mais de 4 quilômetros de rio e zonas de sobreposição parcial e integral com a unidade de conservação. A opção pelo eixo EP02 se justifica pelo menor conflito resultante com o PNSI, enquanto área prioritária à conservação regional e nacionalmente.

Ainda que a adoção do eixo EP02 minimize substancialmente esse impacto sobre o PNSI, cerca de 6,2 hectares do Parque Nacional da Serra do Itajaí (PNSI) ainda se sobreporiam a poligonal de AID da área de alague máximo do barramento (Figura). Essa sobreposição atinge, segundo o zoneamento proposto pelo plano de manejo desta unidade de conservação, dois tipos de zonas de caracterização e planejamento do parque. São abrangidas “Zonas de Uso Extensivo”, locais de caracterização ambiental predominantemente natural com alguma antropização ocorrente, onde são permitidas atividades recreativas e de pesquisa de baixo impacto, sendo incentivadas medidas de contenção de erosão/deslizamento e de adequação de leito que promovam a qualidade ambiental. Além destas, são atingidas também “Zonas Primitivas” do parque, áreas com cobertura florestal nativa bem preservada, pouco ou não impactada, onde deve ser priorizada a preservação e a pesquisa, com permissão a atividades recreacionais de baixo impacto em locais determinados, além de atividades de caráter educativo e/ou contemplativo.

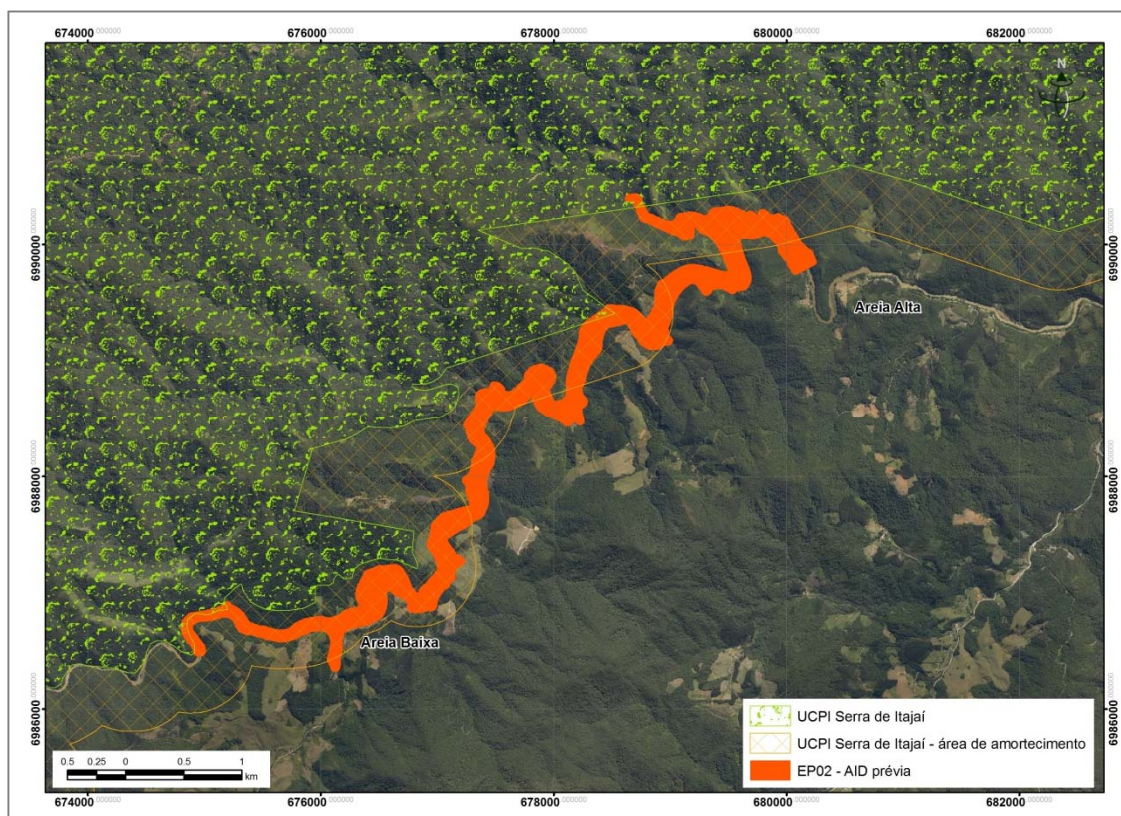


Figura 6.29 - Relação entre o projeto da alternativa EP02 e o PNSI.

Quaisquer atividades geradoras de impacto dentro dos limites externos da Zona de Amortecimento do PSNI, incluindo todas as demais zonas do mesmo, requererão anuência da administração do parque (CONSEMA 001/2006; PLANO DE MANEJO DO PNSI, 2009). Não obstante, o fato de que uma parcela da área de alague máximo do barramento se sobreponha ao polígono da UC pode gerar um conflito quanto a responsabilidade de condução de licenciamento do empreendimento. Ainda que caiba à FATMA o licenciamento de empreendimento de tipo e porte como aquele envolvido no processo (CONAMA 237/1997), cabe ao IBAMA o licenciamento de atividades impactantes na área de domínio de unidades de conservação de responsabilidade da união (CONAMA 428/2010). Segundo esta mesma normativa, a FATMA deverá requerer autorização à administração do PNSI quanto ao processo licenciatório, caso seja observada uma efetiva sobreposição de poligonais.

Em virtude deste quadro, deverá ser estabelecida uma definição formal entre ambos os órgãos quanto à responsabilidade sobre este processo, bem como quanto às exigências específicas de cada um deles sobre a condução dos estudos ambientais e de planejamento, bem como, posteriormente, de execução e operação do empreendimento. Como premissa básica de atendimento a demandas preservacionistas de âmbito regional, pode ser estabelecido que as compensações ambientais determinadas ao empreendimento (com base na avaliação de impactos do mesmo) deverão ser prioritariamente destinadas à recuperação e/ou qualificação ambiental de áreas do parque com algum histórico de impacto antrópico, ou ainda no aparelhamento e/ou qualificação



dos recursos humanos e materiais de administração, proteção e/ou aproveitamento científico-educacional do PNSI.

6.5. Estudo de alternativas de arranjo para o eixo selecionado

Uma vez definido o eixo para implantação do barramento, serão realizados na etapa de Projeto Básico os estudos de adequação e otimização das estruturas, com vistas a obter o arranjo ótimo para implantação da obra.

Os estudos de arranjo se concentrarão nas proximidades do eixo selecionado, pelas suas características vantajosas de vale estreito e com condições adequadas para implantação das estruturas.

A seguir é apresentada a síntese dos estudos de alternativas de arranjo realizados nesta etapa.

6.5.1. Critérios de estudo e pré-dimensionamentos

Com o objetivo de seleção do melhor arranjo do aproveitamento foram utilizados critérios atualizados e de uso consagrado no setor de engenharia de barragens.

Para o pré-dimensionamento das estruturas e para as estimativas de quantidades e custos dos principais serviços foram adotados os critérios estabelecidos pelo Comitê Brasileiro de Barragens – CBDB, e no Manual de Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos - ELETROBRÁS / DNAEE (atual ANEEL).

Com base nestes critérios e considerando o nível geral dos estudos, soluções padronizadas e conservadoras de engenharia foram adotadas para as várias estruturas do aproveitamento.

Foram dimensionadas, a partir das definições de volume de armazenamento e de condições operacionais da barragem, as características básicas das estruturas integrantes do projeto, conforme descritas neste documento.

6.5.2. Arranjos para o eixo selecionado

A principal estrutura integrante do projeto é a barragem, que juntamente com o vertedouro, tem a função de proporcionar as condições adequadas para armazenamento das vazões naturais afluentes, atingindo os dois objetivos principais do projeto, quais sejam a regularização de vazões para abastecimento das necessidades de água no vale a jusante (e na vizinha cidade de Balneário Camboriú), e a criação de um volume de espera para amortecimento de 15.700.000 m³ de água proveniente das vazões naturais afluentes a montante do barramento.

Adicionalmente, o esquema de barragem e vertedouro selecionado deverá apresentar condições adequadas para passagem da cheia natural afluente, com tempo de recorrência de 1:10.000 anos, sem qualquer risco de dano da estrutura.

Com base nestes aspectos, foram analisadas as soluções de barragem em concreto gravidade (CCR), enrocamento com face de concreto e barragem de terra, optando-se pela primeira solução com base nas seguintes considerações:

- CCR - Concreto Compactado a Rolo:

A barragem construída com a técnica de concreto compactado a rolo – CCR apresenta as melhores condições de execução, pois possibilita a retomada imediata dos trabalhos após cada evento de chuva, e mesmo em estágios iniciais e intermediários de construção, apresenta a resistência necessária para suportar, sem maiores danos, a passagem de lâminas moderadas de água em caso de galgamento da ensecadeira de montante.

Esta solução apresenta a grande vantagem a possibilidade de associar o vertedouro de soleira livre à crista da barragem, reduzindo assim drasticamente os volumes de escavações obrigatórias, e permitindo maior celeridade à execução das obras.

A opção de CCR se mostra ainda adequada por permitir otimização do arranjo das estruturas, encurtando o túnel de desvio e reduzindo as alturas e volumes de material das ensecadeiras, conforme é mostrado nos desenhos de projeto.

- Enrocamento com face de concreto:

A característica principal da solução de barragem em enrocamento com face de concreto é a impossibilidade de associar o vertedouro à estrutura da barragem. Como esta solução de barramento não suporta de forma nenhuma a passagem de lâmina de água sobre sua estrutura, há necessidade de proporcionar borda livre adicional, resultando assim em maior altura total sobre as fundações.

O vertedouro, neste caso, deve ser acomodado numa das ombreiras. Para vales muito estreitos em relação à altura da barragem, como é o caso do vale do rio Itajaí Mirim nesta seção, esta opção não se mostrou adequada para arranjo do vertedouro.

Desta forma, a opção de barragem de enrocamento com face não apresentou soluções adequadas de arranjo, resultando escavações muito grandes na ombreira com grande bota-fora e portanto foi descartada.

- Enrocamento com núcleo de argila:

A opção de barragem de enrocamento com núcleo de argila, apesar de ser uma boa solução e da grande experiência brasileira em obras desta natureza, foi descartada tendo em conta a desvantagem das condições climáticas que penalizam este tipo de solução em ambientes de forte pluviosidade como é o caso na bacia do rio Itajaí Mirim, e também em que pese a forte influência negativa do prazo de execução do tratamento de fundação no leito do rio e ombreiras, no cumprimento do cronograma de obras, além de exigir a adoção de vazões com tempo de recorrência mais elevado devido ao risco de galgamento e rompimento da barragem.

- Homogênea de Terra:

A opção de barragem de terra homogênea foi julgada pouco adequada para o local em função das condições de clima e forte pluviosidade na região e dos grandes volumes de rocha provenientes da implantação do vertedouro e usina, aliado ao reduzido volume de material obtido das escavações em solo e jazidas distantes do local do aproveitamento.

- Concreto em arco:

A opção de barragem de concreto em arco foi descartada em função da pequena experiência brasileira na execução de obras deste tipo, pesando desfavoravelmente para esta alternativa. Além deste aspecto, esta solução não é adequada pois a altura da barragem é pequena em comparação à extensão da crista.

6.5.3. Aspectos econômicos e financeiros

6.5.3.1. Data base para referência de custos

As estimativas de custos integrantes deste Relatório Final de Projeto Básico estão referidas à data base de Março de 2014.

Os principais indicadores econômicos referentes a Março de 2014 são:

Taxa de câmbio	US\$ 1,00 = R\$ 2,36
Salário Mínimo	R\$ 724,00

6.6. Itemização do orçamento

Todas as estimativas de custos são apresentadas rigorosamente dentro das especificações contidas no Manual de Descrições e Instruções para Aplicação das Contas de Orçamento Padrão ELETROBRÁS de Usinas Hidrelétricas, de setembro de 1976.

Foram acrescentadas as adaptações recomendadas pela COMASE quanto à inclusão de detalhamento das rubricas para custos sócio-ambientais.

Em todas as estimativas de custos os valores monetários foram considerados como sendo “bens e serviços nacionais” e apresentados em R\$ (reais) e em US\$ (dólares estadunidenses) equivalentes.

6.7. Critérios gerais

Está incluído o valor correspondente à aplicação da taxa de 10%, a título de eventuais, na conta 10 - Reservatório e meio ambiente, em que as quantidades e os valores adotados são os levantados durante o desenvolvimento dos estudos relativos à sócio-economia, programas ambientais, levantamentos topográficos e cadastrais, etc.

Em todas as demais contas, foi adotada a taxa de 5 %, a título de eventuais.

6.7.1. Obras civis

Os preços unitários dos principais serviços foram obtidos a partir das composições de preços preparadas através de levantamentos de preços praticados no mercado regional (Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul) para o mês de Março de 2014.

Com base nos preços unitários de serviços elementares obtidos por composição de preços foram compostos os preços unitários finais, enquadrados na itemização recomendada no Manual de Plano de Contas Padrão ELETROBRÁS para Usinas Hidrelétricas, levando-se em conta as características específicas da obra, tais como distância média de transporte, recarga, etc.

As quantidades de serviços foram calculadas a partir dos desenhos de arranjo das estruturas, através de levantamentos e cálculos geométricos por processos convencionais.

6.7.2. Custos de equipamentos

Os custos de aquisição (FOB) e de montagem de todos os equipamentos foram avaliados com base nas informações e procedimentos a seguir.

Os custos de aquisição dos principais equipamentos (comportas, grades e válvulas) foram estimados com base na experiência do Consórcio em obras semelhantes, e serão confirmados na etapa de projeto básico através de consultas a fabricantes. Os custos dos demais equipamentos foram estimados com base nos preços e informações de obras similares, levantados para outros estudos e projetos de hidrelétricas.

Em todos os preços de aquisição de equipamentos foram acrescidos os valores correspondentes ao ICMS. Além disto, nos preços de turbinas e geradores foram acrescidos mais 5% para custo de aquisição de peças sobressalentes e ferramentas especiais. O custo considerado para transporte e seguro corresponde a 0,5% do custo FOB para pagamento de seguro e US\$ 0,50/t-km em função da distância de transporte efetiva.

6.7.3. Custos indiretos

Os custos indiretos foram estimados em função das características da obra, do seu cronograma de execução e das estruturas e atividades consideradas indispensáveis para sua execução.

6.7.4. Juros durante a construção

Foi adotada a taxa de juros durante a construção de 10% ao ano, com capitalização anual, conforme procedimentos vigentes do BNDES em financiamento de pequenas centrais hidrelétricas.

O valor incluído na estimativa de custo foi determinado em função do cronograma de desembolsos para o período de execução da obra.

6.7.5. Planilha de custos e quadros-resumo

Na sequência, são apresentadas os Quadros Resumo, itemizados conforme determina o Manual de Plano de Contas Padrão ELETROBRÁS para Usinas Hidrelétricas.

Quadro 6.5 – ORÇAMENTO RESUMIDO – ALTERNATIVA EP-02

CONTA	DISCRIMINAÇÃO	Custo Total R\$
.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS	19.887.000
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENFEITORIAS	1.449.800
.12.	BARRAGENS E ADUTORAS	73.744.707
.13.	TURBINAS E GERADORES	0
.14.	EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS ACESSÓRIOS	0
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA	0
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES	5.140.000
	CUSTO DIRETO TOTAL = (CDT)	100.221.507
.17.	CUSTOS INDIRETOS	16.026.322
	CUSTO TOTAL (Exclusive Juros Durante a Construção)	116.247.829

Quadro 6.6 – ORÇAMENTO RESUMIDO – ALTERNATIVA EP-03

CONTA	DISCRIMINAÇÃO	Custo Total R\$
.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS	23.215.500
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENFEITORIAS	1.449.800
.12.	BARRAGENS E ADUTORAS	73.744.707
.13.	TURBINAS E GERADORES	0
.14.	EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS ACESSÓRIOS	0
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA	0
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES	7.710.000
	CUSTO DIRETO TOTAL = (CDT)	106.120.007
.17.	CUSTOS INDIRETOS	16.987.628
	CUSTO TOTAL (Exclusive Juros Durante a Construção)	123.107.635

Quadro 6.7 – ORÇAMENTO RESUMIDO – ALTERNATIVA EP-04

CONTA	DISCRIMINAÇÃO	Custo Total R\$
.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS	24.843.000
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENFEITORIAS	1.449.800
.12.	BARRAGENS E ADUTORAS	93.467.880
.13.	TURBINAS E GERADORES	0
.14.	EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS ACESSÓRIOS	0
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA	0
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES	7.196.000
	CUSTO DIRETO TOTAL = (CDT)	126.956.680
.17.	CUSTOS INDIRETOS	20.306.978

6.8. Conclusões

As soluções alternativas consideradas para a Barragem de Botuverá se apresentam muito semelhantes entre si, com arranjos similares e benefícios idem.

Quanto à capacidade de regularização de vazões, a alternativa EP-02 apresenta como aspecto favorável estar localizada mais a jusante, controlando assim uma área de bacia de contribuição superior em cerca de 5% à correspondente às alternativas mais de montante.

Quanto à distância de transporte da água para abastecimento, a qual afetará a futura adutora a ser construída, a alternativa EP-02 é a que se mostra mais favorável, por estar mais a jusante no rio e por consequência, mais próxima aos locais de consumo da água regularizada pelo reservatório.

Quanto às condições de fundações, os levantamentos efetuados permitiram concluir que a alternativa EP-02 apresenta as melhores condições, o que pode representar maior economia e segurança para a estrutura do barramento.

Quanto aos aspectos ambientais, a alternativa EP-02 afeta menor número de famílias e apresenta menor área de alagamento e de interferência com o PNSI.

No que se relaciona ao potencial hidrelétrico, a alternativa EP-04 apresenta os melhores resultados, entretanto este não é um aspecto determinante, senão uma consequência do processo de seleção da melhor alternativa de arranjo e localização do barramento proposto.

De forma global, conclui-se que a Alternativa EP-02 se mostra mais favorável para implantação, sendo assim definida como a alternativa que será considerada no Projeto Básico.



CAPÍTULO 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, L.F.F. DE et al. Geologia das quadrículas de Blumenau e Joinville, Santa Catarina. Porto Alegre: DNPM/CPRM, 121p. (Relatório de arquivo técnico da DGM, n.1768). 1971.
- ANA. <http://hidroweb.ana.gov.br/>
- BALDISSERA, I. T.; VEIGA, M. da; TESTA, V. M. et al. Caracterização físico-hídrica de seis solos minerais não hidromórficos de Santa Catarina submetidos a diferentes sistemas de manejo. Florianópolis: EPAGRI, 1997. 55p.
- BORBA, C. & LOPES, O.F. O grupo Brusque e seu embasamento na região de Itapema, SC. In: Simp. Sul-Bras. Geol., 2. Florianópolis, 1985. Anais.... Florianópolis, SBG. P. 24-31.
- BRASIL. Geologia do Brasil. Brasília, DNPM, 1984.
- BRASIL. Manual de segurança de barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, DF, 2002.
- BRASIL. Mapa geológico do Estado de Santa Catarina: escala 1:50.000. DNPM – SCTME, 1987a.
- BRASIL. Projeto balanço mineral do Estado de Santa Catarina. DNPM - SCTME. 1987b.
- BRUSQUE. Plano municipal de saneamento básico de Brusque – SC: sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Bureau de Soluções Ambientais. Brusque, Outubro 2012.
- CAMPOS, R.S. Petrologia, caracterização geológica, geoquímica e geocronológica do Magmatismo Pré, Sin e Pós- colisional presente no Complexo Metamórfico Brusque nas regiões de Itapema e Botuverá, Santa Catarina, Brasil. UFRGS, Instituto de Geociências, 2011 (Tese de Doutorado).
- CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia prática. CPRM, ELETROBRÁS. Rio de Janeiro, 1994.
- CASTRO, V.H.S. & CASTRO, E.C. Geologia da quadrícula de Laguna, SC. Porto Alegre, DNPM – 1º Distrito. Relat. Interno (inéd.), 38p. 1969.
- CBH, 2013. Comitês de Bacias Hidrográficas – Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.cbh.gov.br/DataGrid/GridSantaCatarina.aspx>>. Acessado em 09 de janeiro de 2014.
- CIGB/ICOLD. A barragem de gravidade: uma barragem para o futuro: análise crítica e recomendações. CBDB, 2004.
- DAITX, E.C. Projeto Guaratubinha-Pien. Brasil. Convênio DNPM/CPRM. Relatório Inédito, São Paulo, 184p. 1979.



- DEDECEK, R.A. A dinâmica dos Solos em Áreas Degradadas. In: Simpósio Nacional Recuperação de Áreas Degradadas. UFPR/ FUPEF. Anais. Curitiba, 25-29 de outubro de 1992.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO. Relatório Final de Geologia. Brasília, DNPM, 1979. 149p. (Série Geologia nº 4).
- EBERT, H. ; BROCHINI, M.F. A formação Campo Alegre, Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., São Paulo. Resumo das Comunicações... São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. 261p, p.181-182. Boletim Especial, 1.
- ECOPLAN, 1994. **Estudo de Impacto Ambiental**. RS.
- ELETROBRÁS /DNAEE. Manual de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas: 2ª edição. Eletrobrás, 1997.
- ELETROBRÁS. Critérios de projeto civil de hidrelétricas. MME/ELETROBRÁS. Rio de Janeiro, outubro/2003.
- ELETROBRÁS. Diretrizes para Estudos e Projetos Básicos de Pequenas Centrais Hidrelétricas. ELETROBRÁS, 2000.
- ELETROBRÁS. Guia para cálculo de cheia de projeto de vertedores. MME/ELETROBRÁS. Rio de Janeiro, março/1987.
- ELETROBRÁS. Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro.
- EMASA. Plano Municipal de Saneamento Básico de Balneário Camboriú: Prognóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Balneário Camboriú. EMASA/SOTEP. Balneário Camboriú, agosto/2012.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 1999. 412 p.
- GAPLAN. Atlas de Santa Catarina. Florianópolis, 1986.
- Governo de Santa Catarina – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Atlas de Santa Catarina. SEDUMA, 1984.
- HASUI. Y.; Mito, J. A. Geologia Estrutural Aplicada. ABGE, 1992.
- IBGE. 1986. Folha SG. 22 Florianópolis: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. 33: 796p.
- IBGE. Mapas na escala 1:50.000. Folhas Botuverá, Brusque, Apiúna.
- JICA. Estudo preparatório para o projeto de prevenção e mitigação de desastres na bacia do rio Itajaí. Nippon Koei, 2011.



- JICA. The Study on the Itajaí Basin Hydroelectric Power Potential Inventory Project. Japan International Cooperation Agency – JICA, Florianópolis, outubro/1991.
- KAUL, P.F.T. et al. Projeto gerenciamento costeiro: GERCO: 3ª fase. IBGE, Florianópolis, 2002.
- LEINZ, V. & AMARAL, S. E. Geologia Geral. São Paulo: Ed. Nacional, 8ª Ed. – 1980. Alegre, Companhia Rio-Grandense de Artes Gráficas, 528p. 1980.
- OLIVEIRA. A.M.D. & BRITO, S.N.A. Geologia de engenharia. ABGE. São Paulo, 1998.
- PAIVA Filho A., 2000. Estratigrafia e tectônica do nível de riodacitos pórfiros da Formação Serra Geral – o Membro Goio-En. Tese de Doutorado, 185p, mapas e seções.
- PAIVA Filho, A. et al., 1982. Utilização de dados de sensoriamento remoto no estudo estratigráfico e estrutural da Formação Serra Geral (sul do Brasil). In: II Simp. Bras. Sens. Rem., Brasília.
- PROJETO HG-47. Vazões de estiagem em pequenas bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina. CASAN/CEHPAR. Centro de Hidráulica e Hidrologia Prof. Parigot de Souza. Universidade Federal do Paraná. Junho 1982.
- SANGAL, BENI P. Practical Method of Estimating Peak Flow. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 109, n.º 4, April/1983.
- SANTA CATARINA. Bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina: diagnóstico geral. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, Instituto CEPAS/SC, 1997.
- SCHEIBE, L. F. A Geologia de Santa Catarina: sinopse provisória. Rev. Geosul, N 1 p. 7 - 39. 1986.
- SCHREIBER, G.P. Usinas hidrelétricas. ENGEVIX, 1977.
- SCHROEDER, G.S. Análise tectônica da bacia do Itajaí. UFRGS, Instituto de Geociências, 2006 (Dissertação de Mestrado).
- SCHULZ JÚNIOR, A & ALBUQUERQUE, L.F.F. GIFFONI, L.E. Geologia da quadrícula de Rio do Sul, Santa Catarina. Porto Alegre, DNPM. 109p. 1969.
- SILVA, L.C. & DIAS, A.A Os segmentos mediano e setentrional do Escudo Catarinense: I – Geologia e II – Organização e evolução geotectônica. Acta. Geol. Leopold. 5(10): 3-120. 1981.
- SILVA, L.C. Evolução do Pré-Cambriano Catarinense: uma abordagem alternativa. SIMP. SUL-BRAS. GEOL., I, Porto Alegre. Program. Res. Roteiro das Excursões. Porto Alegre, SBG - Núcleo RS-SC, p. 46-69. 1983.



SILVA, L.C. *Evolução do Pré-Cambriano Catarinense: uma abordagem alternativa*. SIMP. Sul-Bras. Geol., 1, Porto Alegre, Program. Res. Roteiro das Excursões. Porto Alegre, SBG – Núcleo RS-SC, p. 46-69, 1983.

SOUZA, C. G. *Manual Técnico em Pedologia*, Rio de Janeiro: IBGE, 1995.

TRAININI, D.R. et al. *Projeto Vidal Ramos – Biguaçu; Relatório Final*. Porto Alegre, DNPM, v.1, 303p., 1978.

TECGEOFISICA, **Relatório Geofísico de Botuverá**, Santa Catarina, 2014.19p



KL ENGENHARIA



APÊNDICE A – SÉRIES DE VAZÕES PARA A ESTAÇÃO BASE

APÊNDICE A – SÉRIES DE VAZÕES PARA A ESTAÇÃO BASE

A.1 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

Quadro 0.1 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS ESTAÇÃO BASE (m³/s)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1929						22,6	14,8	17,0	18,6	48,6	22,9	13,9	22,6
1930	34,0	41,4	19,1	11,9	14,6	12,5	14,6	18,5	18,2	35,2	26,2	20,6	22,2
1931	39,5	23,8	23,3	18,7	57,2	47,2	38,8	34,4	61,6	22,8	17,8	21,6	33,9
1932	21,1	30,4	18,4	18,6	26,8	16,6	10,3	19,0	34,2	36,6	21,4	32,3	23,8
1933	16,3	23,4	13,5	19,3	22,1	13,1	10,6	11,7	30,1	42,7	17,7	15,7	19,7
1934	26,2	46,2	25,3	21,7	14,1	9,4	16,8	20,8	23,6	26,3	14,7	16,4	21,8
1935	15,6	10,9	15,2	19,5	7,4	16,6	9,5	20,5	22,3	51,4	15,1	11,2	17,9
1936	22,5	13,6	7,8	9,6	9,0	26,2	15,0	65,3	38,8	33,1	15,8	12,1	22,4
1937	10,7	14,7	21,4	26,5	27,3	11,0	9,5	17,2	13,7	29,7	18,9	12,3	17,7
1938	21,6	22,2	17,2	18,5	13,5	23,4	13,3	9,7	9,0	14,9	13,1	12,4	15,7
1939	10,2	19,9	13,4	9,8	15,0	13,9	11,1	7,4	20,6	19,6	57,5	25,2	18,6
1940	40,4	34,8	14,8	14,3	19,1	8,0	18,5	29,5	12,1	22,6	18,0	19,1	20,9
1941	13,9	19,8	16,5	11,4	14,1	21,6	7,7	18,8	12,9	12,0	24,2	13,4	15,5
1942	12,8	26,8	12,3	12,1	10,9	14,1	10,4	8,7	7,4	7,0	5,9	10,9	11,6
1943	6,9	9,0	7,4	5,4	8,1	14,7	15,0	42,4	24,6	21,9	12,0	9,4	14,7
1944	22,2	16,5	16,2	10,2	6,8	6,8	6,4	7,4	7,6	7,0	12,6	6,0	10,5
1945	5,5	20,4	9,1	11,4	7,2	5,9	7,4	5,1	12,1	10,6	5,1	8,2	9,0
1946	10,5	31,4	20,7	13,2	12,4	18,8	26,9	19,2	11,2	20,5	12,1	10,0	17,2
1947	10,5	18,1	18,8	8,1	8,7	8,5	10,2	13,2	20,0	39,4	16,6	25,5	16,5
1948	18,0	26,6	25,1	17,0	41,7	16,3	23,2	45,3	13,9	12,9	11,8	7,7	21,6
1949	8,1	11,1	24,0	22,5	10,1	19,8	8,4	12,3	13,2	9,7	8,3	6,8	12,9
1950	20,9	17,2	32,6	11,7	10,9	9,6	7,4	15,3	11,9	25,7	8,7	12,4	15,4
1951	14,3	13,8	15,4	7,5	5,7	5,5	7,0	4,8	4,2	19,6	11,4	9,9	9,9
1952	12,6	9,8	7,3	5,0	4,2	7,7	8,4	5,1	10,5	20,9	15,5	7,5	9,6
1953	12,2	9,3	6,6	4,6	4,7	4,6	3,9	3,6	6,0	21,0	18,7	8,5	8,6
1954	9,7	14,7	13,9	25,7	25,9	17,6	26,6	9,5	21,0	53,9	14,8	12,0	20,4
1955	9,6	10,7	9,8	11,2	17,2	12,4	26,7	14,0	21,2	8,6	8,6	14,0	13,7
1956	16,7	23,2	9,4	9,2	15,7	9,4	8,7	9,6	26,4	14,5	14,6	19,4	14,7
1957	13,1	17,6	9,6	13,2	15,8	11,0	31,6	71,1	74,7	30,1	32,2	17,3	28,1
1958	15,2	17,2	31,8	16,6	10,5	18,5	11,5	13,9	25,5	20,4	27,0	15,3	18,6
1959	14,3	19,1	13,6	21,8	12,5	10,2	7,4	14,4	28,1	13,9	11,5	12,5	14,9
1960	16,7	44,4	35,7	13,3	9,9	7,8	8,4	31,0	15,7	16,0	27,7	17,3	20,3
1961	12,2	17,2	20,0	15,1	13,4	15,3	12,4	7,8	42,1	30,5	82,1	43,6	26,0
1962	20,9	21,3	31,1	13,6	20,3	13,1	16,4	9,0	21,6	14,9	17,2	13,2	17,7
1963	22,7	42,8	28,7	18,3	8,8	9,1	8,8	8,3	31,6	39,8	34,5	17,1	22,5
1964	12,1	9,2	10,7	9,3	11,3	7,8	8,4	9,5	15,0	15,5	9,1	10,5	10,7
1965	9,5	8,8	9,8	17,3	19,2	10,0	14,3	16,7	20,2	10,6	21,0	27,1	15,4

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1966	30,4	63,8	27,2	25,6	17,8	14,1	11,6	11,9	14,7	14,6	13,3	17,3	21,9
1967	20,4	31,5	23,2	13,9	12,2	13,0	15,7	11,8	23,2	15,1	12,8	15,1	17,3
1968	9,9	8,8	7,9	7,1	5,9	6,3	6,2	5,5	9,0	9,2	11,8	9,2	8,1
1969	19,7	14,2	20,1	26,9	8,9	23,4	17,9	11,1	10,8	9,8	17,4	10,7	15,9
1970	13,9	13,3	15,4	11,1	10,0	13,3	15,6	11,5	9,7	9,5	8,6	13,2	12,1
1971	21,4	12,4	26,1	26,3	19,2	18,6	17,9	11,6	17,3	14,8	8,4	7,1	16,8
1972	9,4	25,5	10,5	7,6	6,0	10,3	10,4	43,4	29,2	22,2	20,9	30,7	18,8
1973	27,5	23,7	14,8	13,8	14,7	13,1	15,0	40,2	31,4	20,3	19,4	15,8	20,8
1974	28,1	23,0	36,0	15,9	11,1	12,0	14,9	10,4	22,0	8,9	12,1	7,8	16,9
1975	10,9	8,2	9,7	7,8	8,8	8,9	9,3	19,1	41,6	42,4	21,5	46,7	19,6
1976	29,9	17,8	23,3	12,5	25,4	31,8	22,6	36,5	19,1	14,1	17,0	19,5	22,5
1977	24,6	35,1	17,3	16,2	8,1	6,4	7,3	31,7	18,2	40,0	33,6	16,4	21,2
1978	16,1	8,4	10,0	4,4	3,6	3,7	5,9	3,5	10,3	8,4	9,8	24,7	9,1
1979	6,2	4,6	4,1	10,7	16,6	7,2	7,5	4,8	10,6	39,0	22,2	10,4	12,0
1980	11,2	6,9	17,4	10,3	6,5	6,0	28,3	44,4	33,5	24,6	18,9	43,8	21,0
1981	24,9	12,0	9,7	8,1	4,5	5,4	4,3	5,4	5,0	12,8	10,1	11,8	9,5
1982	6,3	20,7	9,0	6,9	5,5	11,5	10,9	10,0	6,4	14,4	28,6	12,2	11,9
1983	26,1	32,0	28,0	19,9	50,9	39,0	136,9	34,8	24,1	14,8	10,3	21,3	36,5
1984	14,0	9,2	11,0	8,7	8,9	13,3	15,8	31,6	25,8	24,7	23,5	13,1	16,6
1985	9,2	15,5	12,3	14,7	10,3	6,6	10,6	5,5	6,7	6,8	10,6	4,4	9,4
1986	5,6	11,1	5,3	6,0	4,8	5,8	4,3	4,4	6,8	16,9	19,0	14,9	8,8
1987	26,2	23,2	8,6	9,3	23,5	16,8	13,3	17,5	12,6	30,9	10,0	8,9	16,7
1988	15,6	11,0	8,2	6,8	14,7	12,4	6,1	4,1	9,0	9,5	5,1	4,5	8,9
1989	22,0	18,6	15,5	13,3	20,7	6,7	7,6	7,8	24,2	8,2	6,1	12,7	13,6
1990	45,0	20,0	21,9	15,7	13,2	27,2	30,8	22,6	23,2	41,5	41,4	15,0	26,5
1991	19,5	12,9	13,2	6,1	7,1	13,8	9,6	21,4	7,0	22,2	15,8	14,0	13,5
1992	11,2	23,5	13,3	7,6	25,5	26,1	44,3	34,0	21,4	14,2	14,1	10,2	20,4
1993	22,5	46,2	26,5	19,4	14,9	15,2	20,2	10,8	28,8	26,2	11,8	21,5	22,0
1994	13,0	29,4	15,2	13,2	19,2	18,0	29,0	11,0	6,6	10,2	13,6	16,7	16,2
1995	36,3	28,3	16,1	6,6	4,6	10,1	9,7	10,9	12,8	18,7	7,5	7,9	14,1
1996	16,8	10,2	21,6	11,5	3,4	9,8	12,7	14,7	24,5	17,7	9,0	15,2	13,9
1997	25,6	55,9	16,7	9,4	6,7	7,5	11,2	15,7	9,9	39,2	33,3	17,9	20,8
1998	24,1	22,1	25,7	34,7	19,6	13,8	18,0	39,7	44,9	30,6	14,6	14,5	25,2
1999	11,9	17,8	10,8	14,6	7,7	9,7	26,0	7,9	10,4	21,8	13,2	12,8	13,7
2000	18,1	16,9	12,2	7,9	6,4	6,2	9,2	6,9	19,2	23,8	13,4	13,3	12,8
2001	17,3	21,5	17,0	19,5	32,1	21,2	17,8	10,5	17,4	28,3	13,7	16,9	19,4
2002	21,3	12,2	11,5	25,9	11,4	10,7	12,5	25,7	25,8	22,0	30,6	21,6	19,3
2003	11,9	12,1	14,5	7,2	6,3	10,1	7,9	4,4	5,2	11,1	11,4	11,8	9,5
2004	17,3	8,2	7,6	8,4	12,5	13,4	21,6	9,6	23,3	23,4	19,3	13,0	14,8
2005	14,7	9,6	7,1	10,2	20,4	10,2	13,0	12,2	50,2	29,5	23,5	12,3	17,7
2006	18,1	10,3	6,3	4,9	3,9	4,0	4,1	4,9	5,1	7,3	7,4	8,6	7,1
2007	9,9	12,2	14,5	6,8	24,4	8,6	23,1	16,1	27,7	26,6	28,7	14,7	17,8

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
2008	21,1	20,5	17,6	16,9	18,7	10,1	8,6	10,6	17,1	61,5	79,8	25,3	25,7
2009	36,9	17,9	20,4	11,2	9,9	8,7	27,1	29,0	45,2	38,9	24,3	19,2	24,1
2010	25,1	16,0	21,6	34,8	35,6	22,3	23,0	27,1	14,2	18,2	14,1	27,2	23,3
2011	20,0	35,8	25,1	19,6	17,2	13,9	26,4	77,5	72,9	30,8	25,5	21,1	32,2
2012	40,5	25,9	16,9	16,5	15,0	26,4	27,5	21,8	13,5	20,0	14,9	16,1	21,2
2013	14,2	25,9	33,3	20,4	13,1	26,8	27,6	30,0	58,7	29,8			28,0

Quadro 0.2 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS EIXO EP-02 (m³/s)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1929						18,2	12,0	13,7	15,0	39,3	18,5	11,2	18,3
1930	27,5	33,5	15,5	9,7	11,8	10,1	11,8	15,0	14,7	28,5	21,2	16,7	18,0
1931	31,9	19,3	18,8	15,1	46,2	38,1	31,3	27,8	49,8	18,4	14,4	17,4	27,4
1932	17,0	24,6	14,9	15,0	21,7	13,4	8,4	15,3	27,7	29,6	17,3	26,1	19,3
1933	13,1	18,9	11,0	15,6	17,8	10,6	8,6	9,5	24,3	34,6	14,3	12,7	15,9
1934	21,2	37,3	20,5	17,5	11,4	7,6	13,6	16,8	19,1	21,2	11,9	13,3	17,6
1935	12,6	8,8	12,3	15,7	6,0	13,4	7,6	16,6	18,0	41,5	12,2	9,1	14,5
1936	18,2	11,0	6,3	7,8	7,3	21,2	12,2	52,8	31,4	26,7	12,8	9,8	18,1
1937	8,7	11,8	17,3	21,4	22,1	8,9	7,7	13,9	11,1	24,0	15,3	9,9	14,3
1938	17,5	17,9	13,9	15,0	10,9	18,9	10,7	7,8	7,3	12,0	10,6	10,0	12,7
1939	8,3	16,1	10,8	7,9	12,1	11,2	8,9	6,0	16,6	15,8	46,5	20,3	15,1
1940	32,7	28,2	12,0	11,6	15,4	6,5	14,9	23,9	9,8	18,3	14,6	15,4	16,9
1941	11,3	16,0	13,4	9,2	11,4	17,5	6,2	15,2	10,5	9,7	19,6	10,8	12,6
1942	10,3	21,7	10,0	9,8	8,9	11,4	8,4	7,0	6,0	5,7	4,8	8,8	9,4
1943	5,5	7,3	6,0	4,4	6,6	11,9	12,1	34,3	19,9	17,7	9,7	7,6	11,9
1944	17,9	13,3	13,1	8,3	5,5	5,5	5,2	6,0	6,1	5,6	10,2	4,8	8,5
1945	4,4	16,5	7,3	9,2	5,9	4,8	6,0	4,1	9,8	8,6	4,1	6,6	7,3
1946	8,5	25,4	16,7	10,6	10,0	15,2	21,7	15,5	9,1	16,6	9,8	8,1	13,9
1947	8,5	14,7	15,2	6,5	7,1	6,8	8,3	10,7	16,2	31,9	13,4	20,6	13,3
1948	14,5	21,5	20,3	13,7	33,8	13,2	18,7	36,6	11,2	10,5	9,5	6,2	17,5
1949	6,6	9,0	19,4	18,2	8,2	16,0	6,8	9,9	10,7	7,8	6,7	5,5	10,4
1950	16,9	13,9	26,4	9,5	8,8	7,8	6,0	12,4	9,6	20,7	7,0	10,0	12,4
1951	11,5	11,2	12,5	6,0	4,6	4,4	5,6	3,9	3,4	15,8	9,2	8,0	8,0
1952	10,2	7,9	5,9	4,1	3,4	6,2	6,8	4,1	8,5	16,9	12,6	6,1	7,7
1953	9,9	7,5	5,4	3,7	3,8	3,7	3,2	2,9	4,8	17,0	15,1	6,9	7,0
1954	7,8	11,9	11,3	20,7	21,0	14,2	21,5	7,7	17,0	43,6	12,0	9,7	16,5
1955	7,8	8,7	7,9	9,0	13,9	10,1	21,6	11,3	17,1	6,9	7,0	11,3	11,1
1956	13,5	18,8	7,6	7,5	12,7	7,6	7,0	7,7	21,4	11,8	11,8	15,7	11,9
1957	10,6	14,3	7,8	10,7	12,8	8,9	25,5	57,5	60,4	24,4	26,0	14,0	22,7
1958	12,3	13,9	25,8	13,4	8,5	15,0	9,3	11,3	20,6	16,5	21,9	12,4	15,1
1959	11,5	15,5	11,0	17,6	10,1	8,3	6,0	11,6	22,7	11,2	9,3	10,1	12,1

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1960	13,5	35,9	28,9	10,7	8,0	6,3	6,8	25,1	12,7	13,0	22,4	14,0	16,4
1961	9,8	13,9	16,2	12,2	10,8	12,4	10,0	6,3	34,1	24,7	66,4	35,3	21,0
1962	16,9	17,3	25,2	11,0	16,4	10,6	13,3	7,3	17,5	12,0	13,9	10,7	14,3
1963	18,4	34,6	23,2	14,8	7,1	7,3	7,2	6,7	25,6	32,2	27,9	13,8	18,2
1964	9,8	7,5	8,6	7,5	9,1	6,3	6,8	7,7	12,1	12,5	7,4	8,5	8,7
1965	7,7	7,1	7,9	14,0	15,5	8,1	11,5	13,5	16,3	8,6	17,0	21,9	12,4
1966	24,6	51,6	22,0	20,7	14,4	11,4	9,4	9,6	11,9	11,8	10,7	14,0	17,7
1967	16,5	25,5	18,8	11,3	9,9	10,5	12,7	9,6	18,8	12,2	10,4	12,2	14,0
1968	8,0	7,1	6,4	5,8	4,8	5,1	5,0	4,4	7,3	7,5	9,5	7,5	6,5
1969	16,0	11,5	16,2	21,7	7,2	18,9	14,5	9,0	8,7	7,9	14,0	8,7	12,9
1970	11,3	10,7	12,4	9,0	8,1	10,7	12,6	9,3	7,9	7,7	7,0	10,7	9,8
1971	17,3	10,1	21,1	21,3	15,5	15,1	14,4	9,4	14,0	12,0	6,8	5,7	13,6
1972	7,6	20,6	8,5	6,2	4,9	8,4	8,4	35,1	23,6	18,0	16,9	24,8	15,2
1973	22,2	19,2	12,0	11,2	11,9	10,6	12,1	32,5	25,4	16,5	15,7	12,8	16,8
1974	22,7	18,6	29,1	12,9	9,0	9,7	12,1	8,4	17,8	7,2	9,8	6,3	13,6
1975	8,8	6,6	7,9	6,3	7,1	7,2	7,5	15,5	33,6	34,3	17,4	37,8	15,8
1976	24,2	14,4	18,8	10,1	20,5	25,7	18,3	29,5	15,5	11,4	13,7	15,8	18,2
1977	19,9	28,4	14,0	13,1	6,5	5,2	5,9	25,7	14,7	32,4	27,2	13,2	17,2
1978	13,0	6,8	8,1	3,6	2,9	3,0	4,7	2,8	8,4	6,8	7,9	20,0	7,3
1979	5,0	3,7	3,3	8,7	13,4	5,9	6,1	3,9	8,6	31,6	18,0	8,4	9,7
1980	9,0	5,5	14,1	8,3	5,3	4,8	22,9	35,9	27,1	19,9	15,3	35,4	17,0
1981	20,2	9,7	7,9	6,6	3,6	4,4	3,5	4,4	4,1	10,3	8,1	9,6	7,7
1982	5,1	16,7	7,3	5,6	4,5	9,3	8,8	8,1	5,2	11,6	23,1	9,9	9,6
1983	21,1	25,9	22,7	16,1	41,2	31,6	110,7	28,1	19,5	11,9	8,3	17,2	29,5
1984	11,3	7,4	8,9	7,1	7,2	10,8	12,8	25,5	20,9	20,0	19,0	10,6	13,5
1985	7,4	12,6	9,9	11,9	8,4	5,3	8,6	4,4	5,4	5,5	8,6	3,6	7,6
1986	4,6	9,0	4,3	4,9	3,9	4,7	3,4	3,5	5,5	13,7	15,4	12,1	7,1
1987	21,2	18,7	7,0	7,5	19,0	13,6	10,7	14,1	10,2	25,0	8,1	7,2	13,5
1988	12,6	8,9	6,6	5,5	11,9	10,0	5,0	3,3	7,3	7,7	4,1	3,6	7,2
1989	17,8	15,0	12,5	10,8	16,7	5,4	6,1	6,3	19,6	6,7	4,9	10,3	11,0
1990	36,4	16,2	17,7	12,7	10,7	22,0	24,9	18,3	18,8	33,6	33,5	12,1	21,4
1991	15,7	10,4	10,7	4,9	5,7	11,2	7,8	17,3	5,7	17,9	12,8	11,4	11,0
1992	9,1	19,0	10,7	6,1	20,6	21,1	35,8	27,5	17,3	11,5	11,4	8,2	16,5
1993	18,2	37,4	21,4	15,7	12,0	12,3	16,3	8,7	23,3	21,2	9,6	17,4	17,8
1994	10,5	23,8	12,3	10,6	15,5	14,5	23,4	8,9	5,3	8,2	11,0	13,5	13,1
1995	29,4	22,9	13,0	5,3	3,7	8,2	7,9	8,8	10,4	15,1	6,0	6,4	11,4
1996	13,6	8,3	17,5	9,3	2,8	8,0	10,3	11,9	19,8	14,3	7,3	12,3	11,3
1997	20,7	45,2	13,5	7,6	5,4	6,1	9,1	12,7	8,0	31,7	26,9	14,5	16,8
1998	19,5	17,9	20,8	28,1	15,8	11,1	14,5	32,1	36,3	24,8	11,8	11,7	20,4
1999	9,6	14,4	8,7	11,8	6,2	7,9	21,0	6,4	8,4	17,6	10,7	10,3	11,1
2000	14,7	13,7	9,9	6,4	5,2	5,0	7,5	5,6	15,5	19,3	10,9	10,7	10,4
2001	14,0	17,4	13,7	15,8	25,9	17,1	14,4	8,5	14,1	22,9	11,1	13,7	15,7

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
2002	17,2	9,8	9,3	20,9	9,2	8,6	10,1	20,8	20,8	17,8	24,8	17,5	15,6
2003	9,6	9,7	11,8	5,8	5,1	8,2	6,4	3,6	4,2	9,0	9,2	9,5	7,7
2004	14,0	6,6	6,1	6,8	10,1	10,8	17,5	7,7	18,8	19,0	15,6	10,5	12,0
2005	11,9	7,8	5,8	8,2	16,5	8,3	10,5	9,9	40,6	23,8	19,0	10,0	14,3
2006	14,6	8,3	5,1	4,0	3,2	3,3	3,3	3,9	4,1	5,9	6,0	7,0	5,7
2007	8,0	9,9	11,7	5,5	19,7	7,0	18,7	13,0	22,4	21,5	23,2	11,9	14,4
2008	17,1	16,6	14,2	13,7	15,1	8,1	7,0	8,5	13,9	49,8	64,5	20,5	20,7
2009	29,8	14,4	16,5	9,1	8,0	7,1	21,9	23,4	36,5	31,5	19,6	15,5	19,5
2010	20,3	13,0	17,5	28,1	28,8	18,0	18,6	21,9	11,5	14,7	11,4	22,0	18,8
2011	16,2	28,9	20,3	15,8	13,9	11,2	21,3	62,7	58,9	24,9	20,6	17,1	26,0
2012	32,8	20,9	13,6	13,4	12,2	21,4	22,2	17,6	10,9	16,2	12,0	13,0	17,2
2013	11,5	20,9	26,9	16,5	10,6	21,7	22,3	24,3	47,5	24,1			22,6

Quadro 0.3 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS EIXO EP-03 (m³/s)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1929						17,6	11,5	13,2	14,5	37,9	17,9	10,8	17,6
1930	26,5	32,3	14,9	9,3	11,4	9,7	11,4	14,5	14,2	27,5	20,4	16,1	17,4
1931	30,8	18,6	18,2	14,6	44,6	36,8	30,2	26,9	48,0	17,8	13,9	16,8	26,4
1932	16,4	23,8	14,4	14,5	20,9	13,0	8,1	14,8	26,7	28,5	16,7	25,2	18,6
1933	12,7	18,2	10,6	15,0	17,2	10,2	8,2	9,2	23,5	33,3	13,8	12,2	15,4
1934	20,4	36,0	19,8	16,9	11,0	7,3	13,1	16,2	18,4	20,5	11,5	12,8	17,0
1935	12,1	8,5	11,9	15,2	5,8	13,0	7,4	16,0	17,4	40,1	11,8	8,7	14,0
1936	17,6	10,6	6,1	7,5	7,1	20,4	11,7	50,9	30,3	25,8	12,3	9,4	17,5
1937	8,4	11,4	16,7	20,7	21,3	8,6	7,4	13,4	10,7	23,2	14,7	9,6	13,8
1938	16,9	17,3	13,4	14,4	10,6	18,2	10,4	7,5	7,0	11,6	10,2	9,6	12,3
1939	8,0	15,5	10,4	7,6	11,7	10,8	8,6	5,8	16,0	15,3	44,9	19,6	14,5
1940	31,5	27,2	11,6	11,2	14,9	6,2	14,4	23,0	9,4	17,6	14,0	14,9	16,3
1941	10,9	15,5	12,9	8,9	11,0	16,9	6,0	14,7	10,1	9,4	18,9	10,4	12,1
1942	10,0	20,9	9,6	9,4	8,5	11,0	8,1	6,8	5,8	5,5	4,6	8,5	9,1
1943	5,3	7,1	5,8	4,2	6,3	11,5	11,7	33,1	19,2	17,1	9,4	7,3	11,5
1944	17,3	12,9	12,6	8,0	5,3	5,3	5,0	5,7	5,9	5,4	9,9	4,7	8,2
1945	4,3	15,9	7,1	8,9	5,6	4,6	5,8	4,0	9,5	8,3	4,0	6,4	7,0
1946	8,2	24,5	16,1	10,3	9,7	14,6	21,0	14,9	8,8	16,0	9,4	7,8	13,4
1947	8,2	14,2	14,6	6,3	6,8	6,6	8,0	10,3	15,6	30,8	12,9	19,9	12,9
1948	14,0	20,7	19,6	13,3	32,6	12,7	18,1	35,3	10,9	10,1	9,2	6,0	16,9
1949	6,3	8,7	18,7	17,5	7,9	15,5	6,5	9,6	10,3	7,6	6,5	5,3	10,0
1950	16,3	13,4	25,5	9,2	8,5	7,5	5,8	11,9	9,3	20,0	6,8	9,6	12,0
1951	11,1	10,8	12,0	5,8	4,5	4,3	5,4	3,8	3,3	15,3	8,9	7,7	7,7
1952	9,8	7,6	5,7	3,9	3,3	6,0	6,6	3,9	8,2	16,3	12,1	5,9	7,5
1953	9,5	7,2	5,2	3,6	3,7	3,6	3,1	2,8	4,7	16,4	14,6	6,6	6,7
1954	7,5	11,5	10,9	20,0	20,2	13,7	20,7	7,4	16,4	42,1	11,6	9,3	15,9

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1955	7,5	8,3	7,7	8,7	13,4	9,7	20,8	10,9	16,5	6,7	6,7	10,9	10,7
1956	13,0	18,1	7,4	7,2	12,3	7,3	6,8	7,5	20,6	11,3	11,4	15,2	11,5
1957	10,2	13,8	7,5	10,3	12,4	8,6	24,6	55,4	58,2	23,5	25,1	13,5	21,9
1958	11,9	13,4	24,9	13,0	8,2	14,5	9,0	10,9	19,9	15,9	21,1	11,9	14,5
1959	11,1	14,9	10,6	17,0	9,8	8,0	5,8	11,2	21,9	10,8	8,9	9,8	11,7
1960	13,1	34,6	27,8	10,4	7,8	6,1	6,6	24,2	12,2	12,5	21,6	13,5	15,9
1961	9,5	13,4	15,6	11,8	10,4	12,0	9,7	6,1	32,9	23,8	64,1	34,0	20,3
1962	16,3	16,7	24,3	10,6	15,9	10,2	12,8	7,0	16,9	11,6	13,5	10,3	13,8
1963	17,7	33,4	22,4	14,3	6,8	7,1	6,9	6,5	24,7	31,1	26,9	13,3	17,6
1964	9,5	7,2	8,3	7,3	8,8	6,0	6,6	7,4	11,7	12,1	7,1	8,2	8,3
1965	7,4	6,8	7,7	13,5	15,0	7,8	11,1	13,0	15,7	8,3	16,4	21,2	12,0
1966	23,7	49,8	21,2	19,9	13,9	11,0	9,1	9,3	11,4	11,4	10,4	13,5	17,1
1967	15,9	24,6	18,1	10,9	9,5	10,1	12,3	9,2	18,1	11,8	10,0	11,8	13,5
1968	7,7	6,8	6,2	5,6	4,6	4,9	4,9	4,3	7,0	7,2	9,2	7,2	6,3
1969	15,4	11,1	15,7	21,0	6,9	18,2	14,0	8,7	8,4	7,7	13,5	8,4	12,4
1970	10,9	10,3	12,0	8,7	7,8	10,3	12,2	9,0	7,6	7,4	6,7	10,3	9,4
1971	16,7	9,7	20,4	20,6	15,0	14,5	13,9	9,1	13,5	11,5	6,5	5,5	13,1
1972	7,4	19,9	8,2	5,9	4,7	8,1	8,1	33,9	22,8	17,3	16,3	23,9	14,7
1973	21,5	18,5	11,5	10,8	11,5	10,2	11,7	31,4	24,5	15,9	15,1	12,4	16,2
1974	21,9	17,9	28,1	12,4	8,7	9,3	11,6	8,1	17,2	6,9	9,4	6,1	13,2
1975	8,5	6,4	7,6	6,1	6,8	6,9	7,2	14,9	32,4	33,1	16,8	36,4	15,3
1976	23,4	13,9	18,2	9,8	19,8	24,8	17,6	28,5	14,9	11,0	13,2	15,2	17,5
1977	19,2	27,4	13,5	12,6	6,3	5,0	5,7	24,8	14,2	31,2	26,2	12,8	16,6
1978	12,5	6,5	7,8	3,4	2,8	2,9	4,6	2,7	8,1	6,5	7,6	19,3	7,1
1979	4,8	3,6	3,2	8,4	13,0	5,7	5,9	3,8	8,3	30,5	17,4	8,1	9,4
1980	8,7	5,3	13,6	8,0	5,1	4,7	22,1	34,6	26,1	19,2	14,7	34,2	16,4
1981	19,5	9,4	7,6	6,3	3,5	4,2	3,4	4,2	3,9	9,9	7,9	9,2	7,4
1982	4,9	16,2	7,0	5,4	4,3	9,0	8,5	7,8	5,0	11,2	22,3	9,5	9,3
1983	20,4	25,0	21,9	15,5	39,7	30,5	106,8	27,1	18,8	11,5	8,0	16,6	28,5
1984	10,9	7,2	8,6	6,8	6,9	10,4	12,3	24,6	20,1	19,3	18,3	10,2	13,0
1985	7,2	12,1	9,6	11,4	8,1	5,1	8,3	4,3	5,2	5,3	8,3	3,4	7,4
1986	4,4	8,6	4,1	4,7	3,8	4,6	3,3	3,4	5,3	13,2	14,9	11,6	6,8
1987	20,4	18,1	6,7	7,3	18,4	13,1	10,3	13,6	9,8	24,1	7,8	7,0	13,0
1988	12,2	8,6	6,4	5,3	11,5	9,7	4,8	3,2	7,0	7,4	4,0	3,5	7,0
1989	17,2	14,5	12,1	10,4	16,1	5,2	5,9	6,1	18,9	6,4	4,8	9,9	10,6
1990	35,1	15,6	17,1	12,2	10,3	21,2	24,0	17,7	18,1	32,4	32,3	11,7	20,6
1991	15,2	10,0	10,3	4,7	5,5	10,8	7,5	16,7	5,5	17,3	12,3	11,0	10,6
1992	8,8	18,4	10,4	5,9	19,9	20,4	34,6	26,5	16,7	11,1	11,0	7,9	16,0
1993	17,6	36,1	20,7	15,1	11,6	11,9	15,8	8,4	22,5	20,5	9,2	16,8	17,2
1994	10,1	23,0	11,8	10,3	15,0	14,0	22,6	8,6	5,1	7,9	10,6	13,0	12,7
1995	28,3	22,1	12,6	5,1	3,6	7,9	7,6	8,5	10,0	14,6	5,8	6,2	11,0
1996	13,1	8,0	16,8	9,0	2,7	7,7	9,9	11,4	19,1	13,8	7,0	11,9	10,9

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1997	20,0	43,7	13,0	7,3	5,2	5,9	8,8	12,3	7,7	30,6	26,0	14,0	16,2
1998	18,8	17,3	20,1	27,1	15,3	10,8	14,0	31,0	35,0	23,9	11,4	11,3	19,7
1999	9,3	13,9	8,4	11,4	6,0	7,6	20,3	6,1	8,1	17,0	10,3	10,0	10,7
2000	14,2	13,2	9,6	6,2	5,0	4,8	7,2	5,4	15,0	18,6	10,5	10,4	10,0
2001	13,5	16,8	13,3	15,2	25,0	16,5	13,9	8,2	13,6	22,1	10,7	13,2	15,2
2002	16,6	9,5	8,9	20,2	8,9	8,3	9,7	20,1	20,1	17,2	23,9	16,9	15,0
2003	9,3	9,4	11,3	5,6	4,9	7,9	6,2	3,4	4,1	8,6	8,9	9,2	7,4
2004	13,5	6,4	5,9	6,6	9,7	10,5	16,9	7,5	18,2	18,3	15,1	10,1	11,5
2005	11,5	7,5	5,6	7,9	15,9	8,0	10,2	9,5	39,2	23,0	18,3	9,6	13,8
2006	14,1	8,0	4,9	3,8	3,0	3,1	3,2	3,8	4,0	5,7	5,7	6,7	5,5
2007	7,7	9,5	11,3	5,3	19,1	6,7	18,0	12,5	21,6	20,8	22,4	11,5	13,9
2008	16,5	16,0	13,7	13,2	14,6	7,8	6,7	8,2	13,4	48,0	62,2	19,8	20,0
2009	28,8	13,9	15,9	8,7	7,7	6,8	21,2	22,6	35,2	30,4	19,0	15,0	18,8
2010	19,6	12,5	16,9	27,2	27,8	17,4	17,9	21,2	11,0	14,2	11,0	21,2	18,2
2011	15,6	27,9	19,6	15,3	13,4	10,9	20,6	60,5	56,9	24,1	19,9	16,5	25,1
2012	31,6	20,2	13,2	12,9	11,7	20,6	21,4	17,0	10,5	15,6	11,6	12,6	16,6
2013	11,1	20,2	26,0	16,0	10,2	20,9	21,5	23,4	45,8	23,3			21,8

Quadro 0.4 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS EIXO EP-04 (m³/s)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1929						17,5	11,5	13,2	14,4	37,7	17,8	10,8	17,6
1930	26,4	32,2	14,8	9,3	11,3	9,7	11,4	14,4	14,2	27,3	20,3	16,0	17,3
1931	30,6	18,5	18,1	14,5	44,4	36,6	30,1	26,7	47,8	17,7	13,8	16,7	26,3
1932	16,4	23,6	14,3	14,5	20,8	12,9	8,0	14,7	26,6	28,4	16,6	25,1	18,5
1933	12,6	18,2	10,5	15,0	17,1	10,2	8,2	9,1	23,4	33,2	13,7	12,2	15,3
1934	20,3	35,9	19,7	16,8	11,0	7,3	13,1	16,1	18,3	20,4	11,4	12,8	16,9
1935	12,1	8,4	11,8	15,1	5,8	12,9	7,3	15,9	17,3	39,9	11,7	8,7	13,9
1936	17,5	10,6	6,0	7,5	7,0	20,3	11,7	50,7	30,1	25,7	12,3	9,4	17,4
1937	8,3	11,4	16,6	20,6	21,2	8,5	7,4	13,4	10,6	23,1	14,6	9,6	13,8
1938	16,8	17,2	13,3	14,4	10,5	18,2	10,3	7,5	7,0	11,5	10,1	9,6	12,2
1939	7,9	15,4	10,4	7,6	11,7	10,8	8,6	5,8	16,0	15,2	44,7	19,5	14,5
1940	31,4	27,1	11,5	11,1	14,8	6,2	14,3	22,9	9,4	17,5	14,0	14,8	16,3
1941	10,8	15,4	12,8	8,8	10,9	16,8	6,0	14,6	10,0	9,3	18,8	10,4	12,1
1942	9,9	20,8	9,6	9,4	8,5	11,0	8,1	6,7	5,8	5,5	4,6	8,5	9,0
1943	5,3	7,0	5,7	4,2	6,3	11,4	11,7	33,0	19,1	17,0	9,3	7,3	11,4
1944	17,2	12,8	12,6	7,9	5,3	5,3	5,0	5,7	5,9	5,4	9,8	4,7	8,1
1945	4,3	15,8	7,1	8,9	5,6	4,6	5,8	4,0	9,4	8,3	4,0	6,4	7,0
1946	8,1	24,4	16,1	10,2	9,6	14,6	20,9	14,9	8,7	15,9	9,4	7,7	13,4
1947	8,2	14,1	14,6	6,3	6,8	6,6	8,0	10,2	15,6	30,6	12,9	19,8	12,8
1948	13,9	20,6	19,5	13,2	32,4	12,7	18,0	35,2	10,8	10,0	9,1	6,0	16,8
1949	6,3	8,6	18,6	17,5	7,9	15,4	6,5	9,5	10,3	7,5	6,5	5,3	10,0

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1950	16,2	13,4	25,3	9,1	8,4	7,5	5,7	11,9	9,2	19,9	6,7	9,6	11,9
1951	11,1	10,7	12,0	5,8	4,4	4,2	5,4	3,7	3,3	15,2	8,8	7,7	7,7
1952	9,8	7,6	5,7	3,9	3,3	6,0	6,6	3,9	8,2	16,2	12,1	5,9	7,4
1953	9,5	7,2	5,2	3,6	3,7	3,5	3,1	2,8	4,6	16,3	14,5	6,6	6,7
1954	7,5	11,4	10,8	19,9	20,1	13,7	20,6	7,4	16,3	41,9	11,5	9,3	15,9
1955	7,5	8,3	7,6	8,7	13,4	9,7	20,7	10,9	16,4	6,7	6,7	10,9	10,6
1956	13,0	18,0	7,3	7,2	12,2	7,3	6,7	7,4	20,5	11,3	11,3	15,1	11,4
1957	10,1	13,7	7,5	10,3	12,3	8,5	24,5	55,2	58,0	23,4	25,0	13,4	21,8
1958	11,8	13,4	24,7	12,9	8,2	14,4	8,9	10,8	19,8	15,8	21,0	11,9	14,5
1959	11,1	14,8	10,6	16,9	9,7	8,0	5,7	11,2	21,8	10,8	8,9	9,7	11,6
1960	13,0	34,4	27,7	10,3	7,7	6,1	6,5	24,1	12,2	12,5	21,5	13,4	15,8
1961	9,4	13,3	15,5	11,7	10,4	11,9	9,6	6,1	32,7	23,7	63,8	33,9	20,2
1962	16,2	16,6	24,2	10,6	15,8	10,2	12,8	7,0	16,8	11,5	13,4	10,3	13,8
1963	17,6	33,2	22,3	14,2	6,8	7,0	6,9	6,4	24,5	30,9	26,8	13,3	17,5
1964	9,4	7,2	8,3	7,2	8,8	6,0	6,6	7,4	11,7	12,0	7,1	8,2	8,3
1965	7,4	6,8	7,6	13,4	14,9	7,8	11,1	12,9	15,7	8,2	16,3	21,1	11,9
1966	23,6	49,6	21,1	19,8	13,8	10,9	9,0	9,3	11,4	11,3	10,3	13,5	17,0
1967	15,8	24,4	18,0	10,8	9,5	10,1	12,2	9,2	18,1	11,7	10,0	11,7	13,5
1968	7,7	6,8	6,1	5,5	4,6	4,9	4,8	4,3	7,0	7,2	9,2	7,2	6,3
1969	15,3	11,0	15,6	20,9	6,9	18,2	13,9	8,6	8,4	7,6	13,5	8,3	12,3
1970	10,8	10,3	11,9	8,6	7,7	10,3	12,1	9,0	7,5	7,4	6,7	10,3	9,4
1971	16,6	9,7	20,3	20,5	14,9	14,5	13,9	9,0	13,4	11,5	6,5	5,5	13,0
1972	7,3	19,8	8,1	5,9	4,7	8,0	8,0	33,7	22,7	17,3	16,3	23,8	14,6
1973	21,4	18,4	11,5	10,7	11,4	10,2	11,6	31,2	24,4	15,8	15,1	12,3	16,2
1974	21,8	17,8	28,0	12,4	8,7	9,3	11,6	8,1	17,1	6,9	9,4	6,1	13,1
1975	8,5	6,4	7,5	6,1	6,8	6,9	7,2	14,9	32,3	32,9	16,7	36,3	15,2
1976	23,2	13,8	18,1	9,7	19,7	24,7	17,5	28,4	14,8	11,0	13,2	15,2	17,4
1977	19,1	27,3	13,5	12,5	6,3	5,0	5,6	24,6	14,1	31,1	26,1	12,7	16,5
1978	12,5	6,5	7,8	3,4	2,8	2,9	4,6	2,7	8,0	6,5	7,6	19,2	7,0
1979	4,8	3,6	3,2	8,3	12,9	5,6	5,8	3,8	8,2	30,3	17,3	8,1	9,3
1980	8,7	5,3	13,5	8,0	5,1	4,6	22,0	34,5	26,0	19,1	14,7	34,0	16,3
1981	19,4	9,3	7,5	6,3	3,5	4,2	3,3	4,2	3,9	9,9	7,8	9,2	7,4
1982	4,9	16,1	7,0	5,3	4,3	9,0	8,5	7,8	5,0	11,2	22,2	9,5	9,2
1983	20,3	24,9	21,8	15,4	39,6	30,3	106,3	27,0	18,7	11,5	8,0	16,6	28,4
1984	10,9	7,1	8,5	6,8	6,9	10,3	12,3	24,5	20,0	19,2	18,2	10,2	12,9
1985	7,1	12,1	9,5	11,4	8,0	5,1	8,2	4,2	5,2	5,3	8,2	3,4	7,3
1986	4,4	8,6	4,1	4,7	3,7	4,5	3,3	3,4	5,3	13,1	14,8	11,6	6,8
1987	20,3	18,0	6,7	7,2	18,3	13,1	10,3	13,6	9,8	24,0	7,7	6,9	13,0
1988	12,1	8,5	6,3	5,3	11,4	9,6	4,8	3,2	7,0	7,4	4,0	3,5	6,9
1989	17,1	14,4	12,0	10,4	16,0	5,2	5,9	6,0	18,8	6,4	4,7	9,9	10,6
1990	34,9	15,5	17,0	12,2	10,3	21,1	23,9	17,6	18,0	32,3	32,1	11,6	20,5
1991	15,1	10,0	10,2	4,7	5,5	10,7	7,5	16,6	5,5	17,2	12,2	10,9	10,5



ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1992	8,7	18,3	10,3	5,9	19,8	20,3	34,4	26,4	16,6	11,0	10,9	7,9	15,9
1993	17,5	35,9	20,6	15,1	11,5	11,8	15,7	8,4	22,4	20,4	9,2	16,7	17,1
1994	10,1	22,8	11,8	10,2	14,9	14,0	22,5	8,6	5,1	7,9	10,6	13,0	12,6
1995	28,2	22,0	12,5	5,1	3,6	7,8	7,5	8,5	10,0	14,5	5,8	6,2	11,0
1996	13,1	7,9	16,8	8,9	2,6	7,6	9,9	11,4	19,0	13,7	7,0	11,8	10,8
1997	19,9	43,4	13,0	7,3	5,2	5,9	8,7	12,2	7,7	30,5	25,9	13,9	16,1
1998	18,7	17,2	20,0	27,0	15,2	10,7	13,9	30,9	34,9	23,8	11,4	11,2	19,6
1999	9,2	13,8	8,4	11,4	6,0	7,6	20,2	6,1	8,1	16,9	10,3	9,9	10,7
2000	14,1	13,1	9,5	6,1	5,0	4,8	7,2	5,4	14,9	18,5	10,4	10,3	9,9
2001	13,4	16,7	13,2	15,1	24,9	16,4	13,8	8,1	13,5	22,0	10,6	13,1	15,1
2002	16,5	9,4	8,9	20,1	8,8	8,3	9,7	20,0	20,0	17,1	23,8	16,8	14,9
2003	9,3	9,4	11,3	5,6	4,9	7,8	6,2	3,4	4,1	8,6	8,9	9,1	7,4
2004	13,4	6,4	5,9	6,5	9,7	10,4	16,8	7,4	18,1	18,2	15,0	10,1	11,5
2005	11,4	7,4	5,5	7,9	15,8	7,9	10,1	9,5	39,0	22,9	18,2	9,6	13,8
2006	14,0	8,0	4,9	3,8	3,0	3,1	3,2	3,8	4,0	5,7	5,7	6,7	5,5
2007	7,7	9,5	11,2	5,3	19,0	6,7	17,9	12,5	21,5	20,7	22,3	11,4	13,8
2008	16,4	15,9	13,6	13,1	14,5	7,8	6,7	8,2	13,3	47,8	61,9	19,7	19,9
2009	28,6	13,9	15,9	8,7	7,7	6,8	21,1	22,5	35,1	30,2	18,9	14,9	18,7
2010	19,5	12,5	16,8	27,0	27,6	17,3	17,8	21,1	11,0	14,1	10,9	21,1	18,1
2011	15,5	27,8	19,5	15,2	13,4	10,8	20,5	60,2	56,6	23,9	19,8	16,4	25,0
2012	31,5	20,1	13,1	12,8	11,7	20,5	21,3	16,9	10,5	15,5	11,5	12,5	16,5
2013	11,0	20,1	25,9	15,9	10,1	20,8	21,4	23,3	45,6	23,2			21,7

A.2 – VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS

Quadro 0.5 – VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS NAS ESTAÇÕES CONSIDERADAS (m³/s)

POSTO Nº	83892990	83892998	83893000	83900000
NOME	SALSEIRO	BOTUVERA MONT.	BOTUVERA	BRUSQUE
ANO	VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS			
1978			340	418
1979			194	209
1980			395	258
1981			132	269
1982			114	187
1983			335	481
1985			111	103
1986			187	182
1987		109	135	134
1988	57	49	71	54
1989	120	153	263	144
1990	264	218	211	
1991	138	107	213	
1992	245	254		
1993	118	208		
1994	148	159		
1996	93	108		128
1997	209	238		416
1998	117	226		373
1999		188		166
2000		103		120
2002	136	142		157
2003		269		
2004				
2005		128		207
2006	166	89		
2007		245		
2008		401		
2009		341		
2010		207		
2011		383		
2012		256		
2013		371		

A.3 – VAZÕES MÍNIMAS

Quadro 0.6 – VAZÕES MÍNIMAS ANUAIS EM ESTAÇÃO BOTUVERÁ MONTANTE – MÉDIAS DE 7 DIAS DE DURAÇÃO (m³/s)

ANO	VAZÃO	ANO	VAZÃO	ANO	VAZÃO
1929	11,2	1958	8,0	1987	5,3
1930	11,4	1959	5,9	1988	3,4
1931	10,1	1960	5,9	1989	4,6
1932	6,9	1961	6,8	1990	4,8
1933	7,3	1962	6,7	1991	5,7
1934	6,4	1963	6,2	1992	7,8
1935	6,3	1964	5,9	1993	4,3
1936	6,3	1965	6,4	1994	3,8
1937	6,7	1966	7,9	1995	2,3
1938	4,4	1967	5,5	1996	3,3
1939	6,6	1968	4,9	1997	5,2
1940	6,8	1969	6,7	1998	6,5
1941	6,4	1970	6,0	1999	5,4
1942	3,9	1971	5,5	2000	4,7
1943	5,8	1972	5,6	2001	6,7
1944	4,0	1973	7,3	2002	5,0
1945	4,3	1974	6,4	2003	3,5
1946	6,5	1975	5,6	2004	5,8
1947	5,8	1976	6,0	2005	3,7
1948	6,2	1977	5,0	2006	3,5
1949	5,2	1978	4,8	2007	6,0
1950	5,2	1979	5,8	2008	7,6
1951	3,4	1980	5,2	2009	7,2
1952	3,5	1981	5,6	2010	11,1
1953	2,6	1982	7,8	2011	9,8
1954	7,0	1983	9,6	2012	9,5
1955	6,3	1984	9,6	2013	10,6
1956	6,6	1985	3,4		
1957	6,7	1986	2,6		