



# Relatório

## PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE RODOVIÁRIA DA BR-280/SC TRECHO SÃO FRANCISCO DO SUL – JARAGUÁ DO SUL (KM 0,0 AO 71,5)

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – (EIA)

VOLUME I



EXÉRCITO  
BRASILEIRO

**DNIT**

DEPARTAMENTO NACIONAL DE  
INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES

MARÇO/2009 – REVISÃO 01



Exército Brasileiro

**DNIT**Departamento Nacional de  
Infra-Estrutura de Transportes

**MINISTÉRIO DA DEFESA, EXÉRCITO BRASILEIRO**  
**DEC – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO**  
**CENTRAN – CENTRO DE EXCELÊNCIA EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES**

**PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE RODOVIÁRIA DA BR-280/SC  
TRECHO SÃO FRANCISCO DO SUL – JARAGUÁ DO SUL (KM 0,0 AO 71,5)**


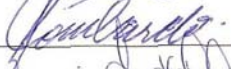
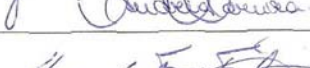



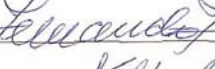
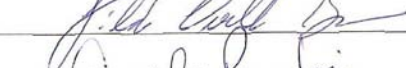
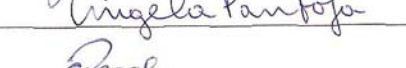
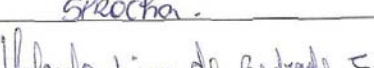
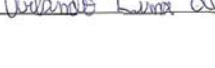

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – (EIA)**  
**VOLUME I**

## QUADRO DE REVISÕES







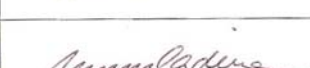
| <b>Nº. DA REVISÃO</b> | <b>DATA</b> | <b>VISTO DO COORDENADOR</b> |
|-----------------------|-------------|-----------------------------|
| Revisão 01            | Março/2009  |                             |
|                       |             |                             |
|                       |             |                             |

## **EQUIPE TÉCNICA**


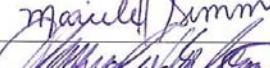
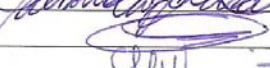

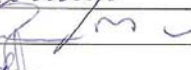

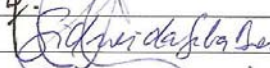
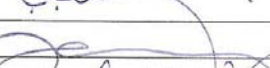
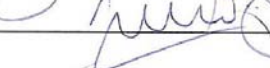





## EQUIPE TÉCNICA CENTRAN

| NOME                     | PROFISSÃO             | REGISTRO IBAMA E CONSELHO PROFISSIONAL | ASSINATURA   |
|--------------------------|-----------------------|--|--|
| EDISON D. BIDONE         | Geólogo               | IBAMA 222819<br>CREA: 42490-D/RS       |    |
| FRANCISCO A. LOMBARDO    | Engenheiro Civil      | IBAMA 241662<br>CREA: 36874 D /RJ      |    |
| ANDRÉA MOREIRA           | Engenheira Civil      | IBAMA 616553<br>CREA: 158462 D /RJ     |    |
| ARMANDO FIÚZA FILHO      | Engenheiro Civil      | IBAMA 669428<br>CREA: 37655 D /RJ      |    |
| NOBUO NAKASATO           | Geólogo               | IBAMA 206022<br>CREA: 30063 D /SP      |    |
| VITOR ALMEIDA RAAD       | Engenheiro Agrimensor | IBAMA 1731633<br>CREA 2006130848       |    |
| FABIO MELO ARAUJO        | Assistente Adm.       | IBAMA 1731771                          |    |
| FERNANDO FURTADO         | Téc. Projetista       | IBAMA 2300622                          |    |
| GILDO BASTOS             | Oceanógrafo           | IBAMA 44400                            |    |
| ANGELA PANTOJA           | Geógrafa              | IBAMA 198787                           |   |
| STELLA PROCÓPIO DA ROCHA | Geógrafa              | IBAMA 1741652                          |  |
| ORLANDO L. JUNIOR        | Aux. Informática      | IBAMA 3622493                          |  |

## EQUIPE TÉCNICA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

| NOME                        | PROFISSÃO   | REGISTRO IBAMA E CONSELHO PROFISSIONAL                  | ASSINATURA   |
|-----------------------------|---|---|--|
| Maria Dorothea Post Darella | Antropóloga<br>(Doutora em Antropologia)  | 3618212 (IBAMA)<br>1044 (Assoc. Bras. de Antropologia)  |  |
| Flávia Cristina de Mello    | Antropóloga<br>(Doutora em Antropologia)  | 3616292 (IBAMA)   |  |
| Fabiana da Silva            | Bióloga<br>(Mestre em Agroecossistemas)   | 2679777 (IBAMA)<br>34206033 (Conselho Reg. de Biologia) |  |
| Raoni Kriegel Kamayurá      | Ambientalista<br>(Téc. em Meio Ambiente, graduando em Gestão Ambiental)               | 3616352 (IBAMA)   |  |
| Diogo de Oliveira           | (graduando em Ciências Biológicas)  | 3621552 (IBAMA)   |  |
| Maria Inês Ladeira          | Antropóloga<br>(Doutora em Geografia Humana)  | 3626796 (IBAMA)   |  |
| Nivaldo Peroni              | Engenheiro Agrônomo<br>(Doutor em Biologia Vegetal e Pós-doc. no NEPAM - SP - Brasil) | 2067248 (IBAMA)   |  |

**EQUIPE TÉCNICA UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE**

| NOME                           | PROFISSÃO                          | REGISTRO IBAMA E CONSELHO PROFISSIONAL | ASSINATURA  |
|--------------------------------|------------------------------------|--|---|
| Virginia Grace Barros          | Engenheira Sanitarista e Ambiental | 3544630 - CREA/SC 044967-3             |    |
| Mariele Simm                   | Engenheira Ambiental               | 3552989 - CREA/SC 087950-6             |    |
| Alessandro Barbosa             | Geógrafo                           | 728.605 - CREA/SC 073.786-8            |    |
| Celso Voos Vieira              | Geógrafo                           | 896.423 – CREA/SC 751717               |    |
| Sandra Helena W. Medeiros      | Engenheira Química                 | 3570651 – CREA/SP 066723-6             |    |
| Ademir José Demétrio           | Economista                         | 3558770 – CORECON/SC 2958              |    |
| Celso Ricardo Salazar Valentim | Economista                         | 3553729                                |    |
| Dione da Rocha Bandeira        | Arqueóloga                         | 28043                                  |    |
| Eliane Maria Martins           | Economista                         | 3589429 – CORECON/SC 2959              |    |
| José Dionício Kunze            | Geógrafo                           | 3552651                                |   |
| Sidnei da Silva Dornelles      | Biólogo                            | 1943625 – 28340-03                     |  |
| Pedro Carlos Pinheiro          | Biólogo                            | 230574 - CRBio 09127-07D               |  |
| João Carlos F. de Melo Jr      | Biólogo                            | 2324989 - CRBio nº 45.191/03-D         |  |
| Fabiano Antônio de Oliveira    | Geógrafo                           | 341222 - CREA/SC 052.278-5             |  |

## **SUMÁRIO**

## SUMÁRIO

|  |          |
|--|----------|
| <b>1 APRESENTAÇÃO .....</b>  | <b>1</b> |
| <b>2 INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>4</b> |
| <b>3 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E CONSULTORIA .....</b>   | <b>7</b> |
| <b>4 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....</b>   | <b>9</b> |
| 4.1 Dados Gerais.....  | 10       |
| 4.1.1 Valor do Empreendimento.....   | 10       |
| 4.1.2 Objetivos do Empreendimento .....  | 10       |
| 4.1.3 Justificativas para o Empreendimento.....  | 11       |
| 4.1.5 Órgão Financiador e Valor do Empreendimento .....  | 24       |
| 4.2 Descrição do Empreendimento .....  | 24       |
| 4.2.1 Caracterização da Rodovia .....  | 24       |
| 4.2.2 Classe da Rodovia .....  | 29       |
| 4.2.3 Extensão da Rodovia .....  | 29       |
| 4.2.4 Seção Transversal.....   | 30       |
| 4.2.5 Quantitativos.....   | 33       |
| 4.2.6 Tecnologia a Ser Empregada para a Execução da Transposição do Canal do Linguado.....   | 34       |
| 4.2.7 Revestimento das Pistas e Acostamentos .....   | 34       |
| 4.2.8 Infra-estrutura Existente e Necessária para a Implantação do Empreendimento ...  | 42       |
| 4.2.9 A Origem, Quantificação e Qualificação de Mão-de-obra a Ser Empregada nas Diferentes Etapas de Implantação do Empreendimento ..... | 42       |
| 4.2.10 A Localização dos Canteiros de Obras e Alojamentos, e Informações dos Equipamentos de Infra-estrutura dos Mesmos.....             | 43       |
| 4.2.11 Listagem dos Equipamentos Necessários à Implantação do Empreendimento ...   | 43       |
| 4.2.12 Volume de Tráfego Esperado na Fase de Operação da Rodovia.....  | 45       |
| 4.2.13 Previsão de Localização dos Acessos Rodoviários .....   | 46       |
| 4.3 Infra-Estrutura de Apoio à Construção .....  | 53       |
| 4.3.1 Infra-estrutura Necessária à Execução das Obras.....   | 53       |
| 4.3.2 Insumos a Serem Utilizados nas Obras .....   | 53       |
| 4.3.3 Descarte de Material .....   | 55       |
| 4.3.4 Prevenção de Acidentes.....  | 58       |
| 4.3.5 Quadro de Relacionamento do Uso de Recursos Naturais.....  | 58       |
| 4.3.6 Legislação, Normas Construtivas, Operacionais e de Proteção Ambiental para Todas as Ações Previstas .....                          | 60       |
| 4.4 Alternativas Tecnológicas e Locacionais.....   | 66       |
| 4.4.1 Macro Alternativas Locacionais.....  | 66       |
| 4.4.2 Transposição do Morro do Vieira .....  | 69       |



|  |            |
|--|------------|
| <b>5 ÁREAS DE INFLUÊNCIA .....</b>                                       | <b>71</b>  |
| <b>6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....</b>                                     | <b>75</b>  |
| 6.1 Introdução.....  | 76         |
| 6.2 Meio Físico .....  | 77         |
| 6.2.1 Meteorologia.....  | 77         |
| 6.2.2 Qualidade do Ar.....   | 89         |
| 6.2.3 Geologia, Geomorfologia e Solos.....                               | 102        |
| 6.2.4 Recursos Hídricos e Qualidade da Água .....                        | 178        |
| 6.2.5 Sedimentologia do Canal do Linguado.....                           | 249        |
| 6.3 Meio Biótico .....   | 251        |
| 6.3.1 Fauna .....  | 251        |
| 6.3.2 Flora .....  | 331        |
| 6.3.3 Unidades de Conservação .....                                      | 407        |
| 6.3.4 Áreas de Preservação Permanente .....                              | 409        |
| 6.4 Meio Socioeconômico .....  | 423        |
| 6.4.1 Introdução.....  | 423        |
| 6.4.2 Objetivos.....   | 423        |
| 6.4.3 Metodologia .....  | 424        |
| 6.4.4 Demografia e Dinâmica Populacional .....                           | 425        |
| 6.4.5 Pesquisa de Campo: Pesquisa Socioeconômica Aplicada – BR-280 ..... | 432        |
| 6.4.6 Impacto na Visão Comunitária .....                                 | 446        |
| 6.4.7 Uso da Terra e Ocupação Territorial .....                          | 452        |
| 6.4.8 Abastecimento e Saneamento .....                                   | 467        |
| 6.4.9 Educação.....  | 468        |
| 6.4.10 Saúde .....   | 470        |
| 6.4.11 Transportes .....   | 477        |
| 6.4.12 Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico .....               | 485        |
| 6.4.13 Comunidades Indígenas.....  | 564        |
| 6.5 Análise Integrada.....   | 566        |
| 6.6 Prognóstico Ambiental.....   | 569        |
| <b>7 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS.....</b>                      | <b>571</b> |
| 7.1 Considerações.....   | 572        |
| 7.2 Metodologia .....  | 572        |
| 7.3 Resultados.....  | 575        |
| 7.4 Conflitos de Uso .....   | 611        |
| <b>8 PROGRAMAS AMBIENTAIS .....</b>                                      | <b>612</b> |
| 8.1 Programa de Gestão Ambiental .....                                   | 613        |
| 8.1.1 Objetivos.....   | 613        |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 8.1.2 | Atividades Previstas .....  | 613 |
| 8.1.3 | Articulação Institucional.....  | 614 |
| 8.1.4 | Cronograma de Implementação .....   | 614 |
| 8.2   | Programa de Monitoramento Ambiental.....                                  | 614 |
| 8.2.1 | Objetivos.....  | 614 |
| 8.2.2 | Atividades Previstas .....  | 615 |
| 8.2.3 | Articulação Institucional.....  | 615 |
| 8.2.4 | Cronograma de Implementação .....   | 616 |
| 8.3   | Programa de Proteção à fauna e Flora .....                                | 616 |
| 8.3.1 | Subprograma de Proteção à Fauna .....                                     | 616 |
| 8.3.2 | Subprograma de Proteção à Flora .....                                     | 620 |
| 8.3.3 | Subprograma de Monitoramento de Atropelamentos da Fauna .....             | 621 |
| 8.4   | Programa de Monitoramento da Qualidade de Água .....                      | 622 |
| 8.4.1 | Objetivos.....  | 622 |
| 8.4.2 | Atividades Previstas .....  | 622 |
| 8.4.3 | Articulação Institucional.....  | 623 |
| 8.4.4 | Cronograma de implantação .....   | 623 |
| 8.4.5 | Recomendações Gerais.....   | 623 |
| 8.5   | Programa de Controle de Material Particulado, Gases e Ruídos.....         | 624 |
| 8.5.1 | Objetivos.....  | 624 |
| 8.5.2 | Atividades Previstas .....  | 624 |
| 8.5.3 | Articulação Institucional.....  | 626 |
| 8.5.4 | Cronograma de Implementação .....   | 627 |
| 8.6   | Programa de Educação Ambiental para os Trabalhadores.....                 | 627 |
| 8.6.1 | Objetivos.....  | 627 |
| 8.6.2 | Atividades Previstas .....  | 628 |
| 8.6.3 | Articulação Institucional.....  | 628 |
| 8.6.4 | Cronograma de Implementação .....   | 628 |
| 8.7   | Programa de Comunicação Social .....                                      | 628 |
| 8.7.1 | Objetivos.....  | 628 |
| 8.7.2 | Atividades Previstas .....  | 629 |
| 8.7.3 | Articulação Institucional.....  | 629 |
| 8.7.4 | Cronograma de Implementação .....   | 629 |
| 8.8   | Plano de Prevenção, Ação de Emergência e de Gerenciamento de Riscos ..... | 629 |
| 8.8.1 | Objetivos.....  | 629 |
| 8.8.2 | Atividades Previstas .....  | 630 |
| 8.8.3 | Articulação Institucional.....  | 632 |
| 8.8.4 | Cronograma de Implementação .....   | 632 |

|  |            |
|--|------------|
| 8.9 Programa Ambiental de Construção (PAC).....                                    | 632        |
| 8.9.1 Subprograma de Desmobilização das Instalações e Equipamentos .....           | 632        |
| 8.9.2 Subprograma de Controle de Processos Erosivos.....                           | 633        |
| 8.9.3 Subprograma de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e de Efluentes Líquidos.... | 635        |
| 8.10 Programa de Adequação e Recuperação de Áreas Degradadas .....                 | 638        |
| 8.10.1 Objetivos.....  | 638        |
| 8.10.2 Atividades Previstas .....  | 638        |
| 8.10.3 Articulação Institucional.....  | 640        |
| 8.10.4 Cronograma de Implantação   | 640        |
| 8.10.5 Subprograma de Recuperação de Passivos Ambientais .....                     | 640        |
| 8.11 Programa de Adequação dos Passivos Ambientais Do Meio Socioeconômico.....     | 641        |
| 8.11.1 Objetivos.....  | 641        |
| 8.11.2 Atividades Previstas .....  | 642        |
| 8.11.3 Articulação Institucional.....  | 642        |
| 8.11.4 Cronograma de Implementação .....   | 642        |
| 8.12 Programa de Proteção ao Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural.....    | 642        |
| 8.12.1 Objetivos.....  | 642        |
| 8.12.2 Atividades Previstas .....  | 642        |
| 8.12.3 Articulação Institucional.....  | 644        |
| 8.12.4 Cronograma de Implementação .....   | 644        |
| 8.13 Programa de Apoio às Comunidades Indígenas.....                               | 645        |
| 8.13.1 Objetivos.....  | 645        |
| 8.13.2 Atividades Previstas .....  | 645        |
| 8.13.3 Articulação Institucional.....  | 645        |
| 8.13.4 Cronograma de Implementação .....   | 645        |
| 8.14 Programa de Compensação Ambiental.....  | 646        |
| 8.14.1 Objetivos.....  | 646        |
| 8.14.2 Atividades Previstas .....  | 646        |
| 8.14.3 Articulação Institucional.....  | 647        |
| 8.14.4 Cronograma de Implementação .....   | 647        |
| 8.15 Programa de Desapropriação .....  | 647        |
| 8.15.1 Objetivos.....  | 647        |
| 8.15.2 Atividades Previstas .....  | 647        |
| 8.15.3 Articulação Institucional.....  | 648        |
| 8.15.4 Cronograma de Implementação .....   | 648        |
| <b>9 CONCLUSÕES .....</b>  | <b>649</b> |
| <b>GLOSSÁRIO .....</b>   | <b>653</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>   | <b>679</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>ANEXO – CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....</b> | <b>731</b> |
| <b>ANEXOS – MEIO FÍSICO – RECURSOS HÍDRICOS .....</b> | <b>773</b> |
| <b>ANEXOS – MEIO BIÓTICO – FAUNA.....</b>             | <b>789</b> |
| <b>ANEXOS – MEIO BIÓTICO – FAUNA.....</b>             | <b>843</b> |
| <b>ANEXOS – MEIO SOCIOECONÔMICO .....</b>             | <b>897</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| 4.1 – Unifilar de Passivos Ambientais .....  | 14 |
| 4.2 – Unifilar de Passivos Ambientais .....  | 15 |
| 4.3 – Unifilar de Passivos Ambientais .....  | 16 |
| 4.4 – Unifilar de Passivos Ambientais .....  | 17 |
| 4.5 – Unifilar de Passivos Ambientais .....  | 18 |
| 4.6 – Unifilar de Passivos Ambientais .....  | 19 |
| 2.7 – Localização do empreendimento.....   | 21 |
| Figura 4.7 – Carta imagem da rede viária no entorno da Br- 280 .....                               | 23 |
| Figura 4.8 – Exemplo de canteiro central.....  | 30 |
| Figura 4.9 – Triplicação futura.....   | 33 |
| Figura 4.10 – Pavimentação para pista a ser implantada no Lote 1 .....                             | 36 |
| Figura 4.11 – Pavimentação para pista existente no Lote 1 .....                                    | 37 |
| Figura 4.12 – Pavimentação para pista a ser implantada no Lote 2 .....                             | 39 |
| Figura 4.13 – Pavimentação para pista existente no Lote 2 .....                                    | 40 |
| Figura 4.14 – Pavimentação para o Tunel do Lote 2 .....  | 41 |
| 4.15 – Unifilar de Acessos.....  | 47 |
| 4.16 – Unifilar de Acessos.....  | 48 |
| 4.17 – Unifilar de Acessos.....  | 49 |
| 4.18 – Unifilar de Acessos.....  | 50 |
| 4.19 – Unifilar de Acessos.....  | 51 |
| 4.20 – Unifilar de Acessos.....  | 52 |
| 4.20 – Localização de Empréstimo, Bota-Foraas Pedreiras .....                                      | 57 |
| Figura 5.1 – Área de Influência Direta.....  | 73 |
| Figura 5.2 – Área de Influência Direta.....  | 74 |
| Figura 6.1 – Imagens do satélite Góes ilustrando a atuação de uma frente fria sobre o Estado ..... | 77 |
| Figura 6.2 – Atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).....                          | 78 |
| Figura 6.3 – Atuação do Complexo Convectivo de Mesoescala .....                                    | 79 |
| Figura 6.4 – Classificação de Köppen para o Estado de Santa Catarina .....                         | 80 |
| Figura 6.5 – Classificação de Köppen para o Estado de Santa Catarina .....                         | 82 |
| Figura 6.6 – Precipitação total anual da estação de Guaramirim.....                                | 82 |
| Figura 6.7 – Precipitação total anual da estação de Joinville.....                                 | 83 |
| Figura 6.8 – Precipitação total anual da estação de Araquari.....                                  | 83 |
| Figura 6.9 – Precipitação total anual da estação de Jaraguá do Sul. ....                           | 84 |
| Figura 6.10 – Precipitação total anual da estação de Corupá.....                                   | 84 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 6.11 – Precipitação total anual da estação de Jaraguá do Sul. ....   | 85  |
| Figura 6.12 – Distribuição das temperaturas no Estado de Santa Catarina .....   | 86  |
| Figura 6.13 – Distribuição da umidade relativa do ar no Estado de Santa Catarina.....   | 87  |
| Figura 6.14 – Distribuição da insolação no Estado .....   | 88  |
| Figura 6.15 – Mapa da região de estudo com a localização dos seis pontos de amostragem.....   | 96  |
| Figura 6.16 – Resultados da medição de PTS nos seis pontos monitorados.....   | 98  |
| Figura 6.17 – Resultados da medição de MP10 nos seis pontos de monitoramento. ....  | 99  |
| Figura 6.18 – Resultado do monitoramento dos poluentes gasosos CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> e HC no Ponto 2, localizado próximo à empresa Vega do Sul.....   | 100 |
| Figura 6.19 – Resultado da medição do nível de ruído no Ponto 1 .....   | 100 |
| Figura 6.20 – Resultado da medição do nível de ruído no Ponto 2 .....   | 100 |
| Figura 6.21 – Resultado da medição do nível de ruído no Ponto 3 .....   | 101 |
| Figura 6.22 – Resultado da medição do nível de ruído no Ponto 5 .....   | 101 |
| Figura 6.23 – Resultado da medição do nível de ruído no Ponto 7 .....   | 101 |
| Figura 6.24 – Resultado da medição do nível de ruído no Ponto 9 .....   | 101 |
| Figura 6.25 – Localização dos pontos de observação de campo. ....   | 104 |
| Figura 6.26 – Mapa de localização geral dos setores da área de influência direta.....   | 106 |
| Figura 6.27 – Mapa de localização do setor 1 da área de influência direta .....   | 107 |
| Figura 6.28 – Mapa de localização do setor 2 da área de influência direta .....   | 108 |
| Figura 6.29 – Mapa de localização do setor 3 da área de influência direta .....   | 109 |
| Figura 6.30 – Mapa de localização do setor 4 da área de influência direta .....   | 110 |
| Figura 6.31 – Afloramento rochoso de gnaisses do Complexo Luís Alves em talude à margem da rodovia SC-413, ponto 1 .....  | 116 |
| Figura 6.32 – Detalhe do gnaisse do Complexo Luís Alves à margem da rodovia SC-413, ponto 1.....  | 116 |
| Figura 6.33 – Morro da Cruz, na ilha de São Francisco do Sul, exemplo de morfologia condicionada pelas rochas do Complexo Paranaçuá, ponto 14 .....   | 118 |
| Figura 6.34 – Material intemperizado associado às rochas do embasamento cristalino, ponto 14 .....  | 119 |
| Figura 6.35 – Depósito marinho pleistocênico nas proximidades da estrada de acesso ao Município de Barra do Sul, ponto 17 .....   | 120 |
| Figura 6.36 – Contato de depósito marinho pleistocênico com depósito paleoestuarino holocênico, na região da Tapera, na ilha de São Francisco do Sul.....   | 121 |
| Figura 6.37 – Morfologia típica dos depósitos paleoestuarinos pleistocênicos, com superfície plana onde atualmente se desenvolvem cabeceiras de drenagem, região da Tapera, na ilha de São Francisco do Sul ..... | 122 |
| Figura 6.38 – Depósito paleoestuarino pleistocênico sobreposto a depósito marinho também de idade pleistocênica, região da Tapera na ilha de São Francisco do Sul.....  | 123 |
| Figura 6.39 – Exemplo de depósito paleoestuarino holocênico localizado na ilha de São Francisco do Sul. ....  | 124 |
| Figura 6.40 – Morfologia típica dos depósitos flúvio-lagunares ao longo da BR-280, .....  | 126 |

|  |     |
|--|-----|
| ponto 12 .....   |     |
| Figura 6.41 – Depósitos paludiais no canal do Linguado.....  | 127 |
| Figura 6.42 – Morfologia dos depósitos fluviais no setor 4, ponto 4 .....  | 129 |
| Figura 6.43 – Morfologia dos depósitos fluviais no setor 3, próximo ao rio Piraí, ponto 13 .....   | 130 |
| Figura 6.44 – Mapa geológico geral da Área de Influência Direta .....  | 131 |
| Figura 6.45 – Mapa geológico da Área de Influência Direta do setor 1 .....   | 132 |
| Figura 6.46 – Mapa geológico da Área de Influência Direta do setor 2 .....   | 133 |
| Figura 6.47 – Mapa geológico da Área de Influência Direta do setor 3. ....   | 134 |
| Figura 6.48 – Mapa geológico da Área de Influência Direta do setor 4 .....   | 135 |
| Figura 6.49 – Mapa hipsométrico geral da Área de Influência Direta. ....   | 139 |
| Figura 6.50 – Mapa hipsométrico do setor 1 da Área de Influência Direta. ....  | 140 |
| Figura 6.51 – Mapa hipsométrico do setor 2 da Área de Influência Direta .....  | 141 |
| Figura 6.52 – Mapa hipsométrico do setor 3 da Área de Influência Direta .....  | 142 |
| Figura 6.53 – Mapa hipsométrico do setor 4 da Área de Influência Direta .....  | 143 |
| Figura 6.54 – Mapa clinográfico geral da Área de Influência Direta.....  | 146 |
| Figura 6.55 – Mapa clinográfico do setor 1 da Área de Influência Direta.....   | 147 |
| Figura 6.56 – Mapa clinográfico do setor 2 da Área de Influência Direta.....   | 148 |
| Figura 6.57 – Mapa clinográfico do setor 3 da Área de Influência Direta.....   | 149 |
| Figura 6.58 – Mapa clinográfico do setor 4 da Área de Influência Direta.....   | 150 |
| Figura 6.59 – Exemplo da morfologia da unidade geomorfológica Escarpa .....  | 153 |
| Figura 6.60 – Morfologia da unidade geomorfológica Colina Costeira, com ocorrência de grupos de colinas .....  | 155 |
| Figura 6.61 – Morfologia da unidade geomorfológica Colina Costeira, com ocorrência de colina isolada na planície costeira.....   | 156 |
| Figura 6.62 – Morfologia típica da subunidade geomorfológica Planície de Maré.....   | 159 |
| Figura 6.63 – Mapa geomorfológico geral da Área de Influência Direta .....   | 160 |
| Figura 6.64 – Mapa geomorfológico do setor 1 da Área de Influência Direta .....  | 161 |
| Figura 6.65 – Mapa geomorfológico do setor 2 da Área de Influência Direta .....  | 162 |
| Figura 6.66 – Mapa geomorfológico do setor 3 da Área de Influência Direta .....  | 163 |
| Figura 6.67 – Mapa geomorfológico do setor 4 da Área de Influência Direta .....  | 164 |
| Figura 6.68 – Mapa geral de solos da área de influência direta.....  | 169 |
| Figura 6.69 – Mapa de solos do setor 1 da área de influência direta.....   | 170 |
| Figura 6.70 – Mapa de solos do setor 2 da área de influência direta.....   | 171 |
| Figura 6.71 – Mapa de solos do setor 3 da área de influência direta.....   | 172 |
| Figura 6.72 – Mapa de solos do setor 4 da área de influência direta.....   | 173 |
| Figura 6.73 – Mapa das áreas de lavras minerais requeridas junto ao DNPM .....   | 176 |
| Figura 6.74 – Trajetória de partículas sólidas ao longo do ciclo hidrossedimentológico. DG/DG' = Produtos finais de desagregação; E = Erosão (E1 do material mais graúdo, E2 do mais fino); T = Transporte (TA por arraste, TS em suspensão, Ts = E2+DPL); |     |

|   |     |
|---|-----|
| DPL = Deplúvio; DC = Decantação; C = Consolidação do depósito TUCCI et al. 1993).....                                 | 189 |
| Figura 6.75 – Rio Monte de Trigo.....   | 199 |
| Figura 6.76 – Rio Tapera a montante do ponto de coleta.....   | 200 |
| Figura 6.77 – Ponto de coleta no rio Tapera.....  | 200 |
| Figura 6.78 – Rio Miranda.....  | 201 |
| Figura 6.79 – Mapa da região de São Francisco do Sul.....   | 202 |
| Figura 6.80 – Rio Parati.....   | 203 |
| Figura 6.81 – Rio Piraí a montante do ponto de coleta.....  | 205 |
| Figura 6.82 – Ponto de coleta no rio Piraí.....   | 205 |
| Figura 6.83 – Rio Corticeirinha a montante do ponto de coleta.....  | 207 |
| Figura 6.84 – Ponto de coleta no rio Corticeirinha.....   | 207 |
| Figura 6.85 – Rio Quati a montante do ponto de coleta.....  | 208 |
| Figura 6.86 – Ponto de coleta no rio Quati.....   | 209 |
| Figura 6.87 – Ponto de coleta no rio Itapocuzinho.....  | 210 |
| Figura 6.88 – Rio Itapocu a montante do ponto de coleta.....  | 221 |
| Figura 6.89 – Ponto de coleta no rio Itapocu.....   | 211 |
| Figura 6.90 – Bacia do rio Itapocu.....   | 213 |
| Figura 6.91 – Rio Itapocu.....  | 216 |
| 6.92 – Rede hidrográfica e estruturas hidráulicas presentes no traçado da Br-280.....                                 | 217 |
| 6.93 – Identificação dos locais de acumulação e surgência de água na Área de Influência Direta do empreendimento..... | 218 |
| Figura 6.94 – Dados da temperatura da amostra nos 10 pontos de coleta.....  | 229 |
| Figura 6.95 – Dados de DBO5 nos 10 pontos de coleta.....  | 231 |
| Figura 6.96 – Dados de DQO nos 10 pontos de coleta.....   | 231 |
| Figura 6.97 – Dados de oxigênio dissolvido nos 10 pontos de coleta.....   | 231 |
| Figura 6.98 – Dados de pH nos 10 pontos de coleta.....  | 232 |
| Figura 6.99 – Dados do potencial redox nos 10 pontos de coleta.....   | 232 |
| Figura 6.100 – Dados da salinidade nos 10 pontos de coleta.....   | 234 |
| Figura 6.101 – Dados da condutividade elétrica nos 10 pontos de coleta.....   | 234 |
| Figura 6.102 – Correlação entre SDT e CE nos 10 pontos de coleta.....   | 234 |
| Figura 6.103 – Correlação entre Sal e CE nos 10 pontos de coleta.....   | 235 |
| Figura 6.104 – Dados da cor aparente nos 10 pontos de coleta.....   | 236 |
| Figura 6.105 – Dados de sólidos suspensos totais nos 10 pontos de coleta.....   | 236 |
| Figura 6.106 – Dados da turbidez nos 10 pontos de coleta.....   | 237 |
| Figura 6.107 – Correlação entre sólidos em suspensão totais e turbidez para os 10 pontos de coleta.....               | 237 |
| Figura 6.108 – Correlação entre sólidos totais fixos e turbidez para os 10 pontos de coleta.....                      | 238 |



|   |     |
|---|-----|
| Figura 6.109 – Correlação entre sólidos em totais voláteis e turbidez para os 10 pontos de coleta .....                                 | 238 |
| Figura 6.110 – Dados de nitratos nos 10 pontos de coleta .....  | 239 |
| Figura 6.111 – Dados de nitrogênio total nos 10 pontos de coleta .....  | 239 |
| Figura 6.112 – Dados de nitrogênio amoniacal nos 10 pontos de coleta.....   | 240 |
| Figura 6.113 – Dados de fósforo total nos 10 pontos de coleta .....   | 241 |
| Figura 6.114 – Dados de sólidos totais nos 10 pontos de coleta .....  | 242 |
| Figura 6.115 – Dados de sólidos totais voláteis nos 10 pontos de coleta.....  | 243 |
| Figura 6.116 – Dados de sólidos totais fixos nos 10 pontos de coleta.....   | 243 |
| Figura 6.117 – Proporção dos sólidos voláteis e fixos nos 10 pontos de coleta, para a primeira campanha.....                            | 244 |
| Figura 6.118 – Proporção dos sólidos voláteis e fixos nos 10 pontos de coleta, para a segunda campanha .....                            | 244 |
| Figura 6.119 – Dados do Log da concentração de coliformes totais nos 10 pontos de coleta .....  | 245 |
| Figura 6.120 – Dados de coliformes fecais nos 10 pontos de coleta .....   | 246 |
| Figura 6.121 – Dados de cloretos nos 10 pontos de coleta .....  | 246 |
| Figura 6.122 – Dados da alcalinidade total nos 10 pontos de coleta .....  | 247 |
| Figura 6.123 – Dados de COT nos 10 pontos de coleta .....   | 248 |
| Figura 6.124 – Sólidos dissolvidos totais nos 10 pontos de coleta .....   | 249 |
| Figura 6.125 – Localização das áreas de amostragem da avifauna na área A (Vega).....  | 256 |
| Figura 6.126 – Localização das áreas de amostragem da avifauna na área B (Barra). ...   | 257 |
| Figura 6.127 – Localização das áreas de amostragem da avifauna na área C (Jaraguá) .....  | 257 |
| Figura 6.128 – Localização dos pontos de instalação das armadilhas de queda e contenção viva (herpetofauna e mastofauna terrestre)..... | 259 |
| Figura 6.129 – Localização dos pontos de instalação das armadilhas fotográficas.....  | 261 |
| Figura 6.130 – Localização das ecorregiões de análise dos atropelamentos de fauna na BR-280 e SC-413 .....                              | 262 |
| Figura 6.131 – Curva de acumulação de espécies obtida e esperada de aves para a área A (Vega) .....                                     | 281 |
| Figura 6.132 – Curva de acumulação de espécies obtida e esperada de aves para a área B (Barra).....                                     | 282 |
| Figura 6.133 – Curva de acumulação de espécies obtida e esperada de aves para a área C (Jaraguá). .....                                 | 282 |
| Figura 6.134 – Freqüência de ocorrência das espécies de aves em todas as amostragens.....   | 285 |
| Figura 6.135 – Freqüência de ocorrência das espécies de aves na área A (Vega).....  | 285 |
| Figura 6.136 – Freqüência de ocorrência das espécies de aves na área B (Barra) .....  | 286 |
| Figura 6.137 – Freqüência de ocorrência das espécies de aves na área C (Jaraguá).....   | 286 |
| Figura 6.138 – Análise de similaridade entre as três áreas de amostragem para aves....  | 290 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 6.139 – <i>Sphaenorhynchus surdus</i> (esq.) e <i>Itapotihyla langsdorffii</i> (dir.).....  | 296 |
| Figura 6.140 – <i>Cycloramphus asper</i> (esq.) e <i>Physalaemus olfersii</i> (dir.).....  | 297 |
| Figura 6.141 – <i>Haddadus binotatus</i> (esq.) e <i>Proceratophrys boiei</i> (dir.).....  | 300 |
| Figura 6.142 – <i>Enyalius iheringi</i> (esq.) e <i>Tupinanbis merianae</i> (dir.).....  | 301 |
| Figura 6.143 – <i>Gracilinanus microtarsus</i> (esq.) e <i>Monodelphis inheringi</i> (dir.).....   | 307 |
| Figura 6.144 – <i>Guerlinguetus ingrami</i> (esq.) e <i>Necromys lasiurus</i> (dir.).....  | 309 |
| Figura 6.145 – Número cumulativo de espécies atropeladas por campanhas (dez/07-mar/08) na BR-280.....  | 318 |
| Figura 6.146 – Porcentagem de indivíduos atropelados por gêneros da classe Mammalia.....   | 321 |
| Figura 6.147 – Porcentagem de indivíduos atropelados por gêneros da classe Reptilia (esq.) e da classe Amphibia (dir.).....  | 322 |
| Figura 6.148 – Número de animais mortos encontrados por ecorregião da BR-280 por campanha de amostragem.....   | 325 |
| Figura 6.149 – Número de espécies atropeladas por ecorregião em comparação com o total de espécies atropeladas na BR-280.....  | 326 |
| Figura 6.150 – Pontos de amostragem da macrofauna bentônica.....   | 328 |
| Figura 6.151 – Localização dos pontos amostrais para florística e fitossociologia.....   | 337 |
| Figura 6.152 – Famílias mais ricas em espécies na Floresta Atlântica.....  | 348 |
| Figura 6.153 – Flora arbustivo-arbórea. A: <i>Schinus terebinthifolius</i> (Anacardiaceae). B: <i>Tapirira guianensis</i> (Anacardiaceae). C: <i>Jacaranda puberula</i> (Bignoniaceae).....                                    | 349 |
| Figura 6.154 – Flora arbustivo-arbórea. A: <i>Hyeronima alchorneoides</i> (Euphorbiaceae). B: <i>Alchornea triplinervia</i> (Euphorbiaceae). C: <i>Nectandra puberula</i> (Lauraceae).....                                     | 350 |
| Figura 6.155 – Flora arbustivo-arbórea. A: <i>Inga marginata</i> (Leguminosae). B: <i>Senna multijuga</i> (Leguminosae). C: <i>Leandra fragilis</i> (Melastomataceae). D: <i>Miconia cinnamomifolia</i> (Melastomataceae)..... | 351 |
| Figura 6.156 – Flora arbustivo-arbórea. A: <i>Guarea macrophylla</i> (Meliaceae). B: <i>Ficus monckii</i> (Moraceae). C: <i>Bathysa meridionalis</i> (Rubiaceae).....  | 352 |
| Figura 6.157 – Flora arbustivo-arbórea. A: <i>Myrcia rostrata</i> (Myrtaceae). B: <i>Zanthoxylum hyemale</i> (Rutaceae). C: <i>Pluchea laxiflora</i> (Asteraceae).....   | 353 |
| Figura 6.158 – Indivíduos de <i>Pinus</i> sp. (Pinaceae) ocorrendo de forma espontânea.....  | 355 |
| Figura 6.159 – Indivíduos de <i>Hedychium coronarium</i> (Zingiberaceae).....  | 355 |
| Figura 6.160 – <i>Impatiens walleriana</i> (Balsaminaceae) exposta à luminosidade.....   | 356 |
| Figura 6.161 – Linha de <i>Eucaliptus</i> sp. (Myrtaceae) na região de Poço Grande.....  | 356 |
| Figura 6.162 – <i>Pennisetum</i> sp. (Poaceae) cultivada para criação de bovinos.....  | 357 |
| Figura 6.163 – Cultura do arroz irrigado em Caixa d'Água, Guaramirim.....  | 357 |
| Figura 6.164 – Plantações de banana ao longo do lote 2.....  | 358 |
| Figura 6.165 – Solos expostos ocupados por <i>Gleychenia</i> sp. (Gleicheniaceae).....   | 358 |
| Figura 6.166 – Elevado grau de epifitismo na Restinga.....   | 360 |
| Figura 6.167 – Bromélias endêmicas da Floresta Atlântica. A: <i>Aechmea gamosepala</i> . B: <i>Vriesea carinata</i> . C: <i>Vriesea flammea</i> . D: <i>Vriesea rodigasiana</i> .....  | 368 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 6.168 – <i>Aechmea pectinata</i> (Bromeliaceae) ameaçada de extinção .....   | 370 |
| Figura 6.169 – Distribuição das fisionomias florestais ao longo da ADA e AID .....  | 372 |
| Figura 6.170 – Aspecto fisionômico da restinga arbustiva com destaque para os indivíduos de <i>Syagrus romanzoffianna</i> ..... | 375 |
| Figura 6.171 – Aspecto geral da restinga arbórea .....  | 377 |
| Figura 6.172 – Representatividade das famílias amostradas .....   | 380 |
| Figura 1.173 – Aspecto geral da fisionomia da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas no Município de Schroeder.....          | 382 |
| Figura 6.174 – Representatividade das famílias amostradas .....   | 385 |
| Figura 6.175 – Aspecto geral da fisionomia da Floresta Ombrófila Densa Submontana no Município de Jaraguá-do-Sul.....           | 387 |
| Figura 6.176 – Representatividade das famílias amostradas .....   | 390 |
| Figura 6.177 – Aspecto geral da fisionomia da Floresta Ombrófila Densa Montana no município de Jaraguá-do-Sul.....              | 391 |
| Figura 6.178 – Aspecto geral da fisionomia de Manguezal do município de Jaraguá-do-Sul .....                                    | 393 |
| Figura 6.179 – Unidades de Conservação .....  | 408 |
| Figura 6.180 – Porcentagem das Áreas de Preservação Permanente dos setores relativo á área total do projeto .....               | 411 |
| Figura 6.181 – Mapa geral das Áreas de Preservação Permanente (APP) da área de influência direta .....                          | 412 |
| Figura 6.182 – Mapa das Áreas de Preservação Permanente (APP) do setor 1 da área de influência direta .....                     | 413 |
| Figura 6.183 – Mapa das Áreas de Preservação Permanente (APP) do setor 2 da área de influência direta .....                     | 414 |
| Figura 6.184 – Mapa das Áreas de Preservação Permanente (APP) do setor 3 da área de influência direta .....                     | 415 |
| Figura 6.185 – Mapa das Áreas de Preservação Permanente (APP) do setor 4 da área de influência direta .....                     | 416 |
| Figura 6.186 – APPs interceptadas pelas obras de duplicação da Rodovia BR 280.....  | 419 |
| Figura 6.187 – Áreas Prioritárias de Conservação Setor 1 .....  | 421 |
| Figura 6.188 – Áreas Prioritárias de Conservação Setor 2.....   | 422 |
| Figura 6.189 – Gráfico do Uso da Terra dos setores da Área de Influência Direta.....  | 453 |
| Figura 6.190 – Mapa de uso da terra geral da área de influência direta.....   | 456 |
| Figura 6.191 – Mapa de uso da terra do setor 1 da área de influência direta.....  | 457 |
| Figura 6.192 – Mapa de uso da terra do setor 2 da área de influência direta.....  | 458 |
| Figura 6.193 – Mapa de uso da terra do setor 3 da área de influência direta.....  | 459 |
| Figura 6.194 – Mapa de uso da terra do setor 4 da área de influência direta.....  | 460 |
| Figura 6.195 – Mapa do uso e ocupação territorial da região .....   | 463 |
| Figura 6.196 – BR-101 – Rodovia Federal.....  | 477 |
| Figura 6.197– SC-413 – Rodovia Estadual – conhecida como a Rodovia do Arroz.....  | 478 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 6.198 – SC-301 – Rodovia Estadual.....   | 478 |
| Figura 6.201 – Lote 1. Trecho 2. Lâmina encontrada pelo Sr. Rudy Muller em sua propriedade (ALVES, 2008) .....                              | 524 |
| Figura 6.202 – Lote 1. Trecho 2. Sítio pré-colonial na AID (amarelo).....   | 524 |
| Figura 6.203 – Lote 1. Trecho 3. Sambaqui Morretinha (BANDEIRA, 2008).....  | 525 |
| Figura 6.204 – Lote 1. Trecho 3. Sambaqui Morretinha (BANDEIRA, 2008).....  | 525 |
| Figura 6.205 – Lote 1. Trechos 3 e 4. Sítios pré-coloniais na ADA (vermelho) .....  | 527 |
| Figura 6.206 – Lote 1. Trecho 5. Sambaqui Areias Pequenas III em São Francisco do Sul, localizado neste estudo (BANDEIRA, 2008) .....       | 528 |
| Figura 6.207 – Lote 1. Trecho 5. Remanescente do sambaqui Porto Grande, Araquari (BANDEIRA, 2008).....                                      | 528 |
| Figura 6.208 – Lote 1. Trecho 5. Sítios pré-coloniais na AID (amarelo) (BANDEIRA, 2008). .....  | 529 |
| Figura 6.209 – Lote 1. Trecho 6. Sondagem em depressão (ALVES, 2008).....   | 530 |
| Figura 6.210 – Lote 1. Trecho 6. Sondagem em depressão (ALVES, 2008).....   | 530 |
| Figura 6.211 – Lote 1. Trecho 6. Artefato lítico encontrado por morador no Ponto Alto (BANDEIRA, 2004).....                                 | 531 |
| Figura 6.212 – Lote 1. Trecho 6. Artefato lítico encontrado por morador no Ponto Alto (BANDEIRA, 2004).....                                 | 531 |
| Figura 6.213 – Lote 2. Trecho 1. Sítio cerâmico Guarani Poço Grande, Guaramirim (BANDEIRA, 2004).....                                       | 532 |
| Figuras 6.214 e 6.215 – Lote 2. Trecho 1. Cerâmica do sítio Guarani Poço Grande, Guaramirim (BANDEIRA, 2004).....                           | 532 |
| Figura 6.216 – Lote 2. Trecho 1. Sítio pré-colonial na AID (amarelo) (BANDEIRA, 2008) .....   | 533 |
| Figura 6.217 – Lote 2. Trecho 3. Sondagem 4, em área indicada como antiga aldeia indígena, próxima ao ponto 30 (BANDEIRA, 2008) .....       | 535 |
| Figura 6.218 – Lote 2. Trecho 3. Vista da área indicada como antiga aldeia indígena, próximo ao ponto 30 (BANDEIRA, 2008).....              | 535 |
| Figura 6.219 – Lote 1. Trecho 1. Unidade residencial próxima à sondagem 2, na ADA (ALVES, 2008).....  | 536 |
| Figura 6.220 – Lote 1. Trecho 1. Remanescente de unidade residencial, UTM 737079 – 7096151, próxima à sondagem 2, na ADA (ALVES, 2008)..... | 536 |
| Figura 6.221 – Lote 1. Trecho 1. Sítio Arqueológico Histórico Praia do Inglês, localizado na AID (ALVES e MARTINS, 2007) .....              | 537 |
| Figura 6.222 – Lote 1. Trecho 1. Solar dos Pereira, na Praia do Calixto, localizado na AID (ALVES, 2007).....                               | 537 |
| Figura 6.223 – Estação Ferroviária de São Francisco do Sul, em pátio da ALL, localizada na AID (MARTINS, 2007).....                         | 538 |
| Figura 6.224 – Lote 1. Trecho 2. Ruína de construção recente, em área próxima à sondagem 6, na ADA (ALVES, 2008). .....                     | 539 |
| Figura 6.225 – Lote 1. Trecho 2. Engenho de farinha de José I. de Souza, na Tapera, São Francisco do Sul, na AID (ALVES, 2008). .....       | 539 |
| Figura 6.226 – Lote 1. Trecho 2. Cruz localizada na ADA, em fotografia de 2001  | 540 |

|  |     |
|--|-----|
| (CELSKI, 8.8.2001, extraída de ALVES e OLIVEIRA, 2001).....  |     |
| Figura 6.227 – Lote 1. Trecho 2. Registro fotográfico do mesmo local, em maio de 2008, e que deve ser afetado pelo traçado projetado (ALVES, 2008).....                                      | 540 |
| Figura 6.228 – Lote 1. Trecho 2. Localidade de Morro da Palha, São Francisco do Sul, e referências históricas identificadas na ADA.....  | 542 |
| Figura 6.229 – Lote 1. Trecho 3. Poço (UTM 733940 – 7084714) na AID, em Miranda (ALVES, 2008).....   | 544 |
| Figura 6.230 – Lote 1. Trecho 3. Igreja São Sebastião, na localidade de Miranda (ALVES, 2008).....   | 544 |
| Figura 6.231 – Lote 1. Trecho 3. Cemitério de Miranda. Destaca-se, dos demais visitados pela equipe, pelas fotografias em lápides (ALVES, 2008).....   | 544 |
| Figura 6.232 – Lote 1. Trecho 4. Planta baixa da estrutura remanescente, medindo 9,40 m x 5,30 m o prédio, sem considerar a plataforma.....  | 545 |
| Figura 6.233 – Lote 1. Trecho 4. A base da pequena estação do Linguado indica que se tratava de prédio de alvenaria de tijolo (ALVES, 2008).....   | 545 |
| Figura 6.234 – Lote 1. Trecho 5. Croqui extraído de Bigarella et al. (1954, p. 103).....   | 547 |
| Figura 6.235 – Lote 1. Trecho 5. Estrutura remanescente (alicerce) da edificação identificada como residência (ALVES, 2008).....   | 547 |
| Figura 6.236 – Lote 1. Trecho 5. Centro urbano de Araquari.....  | 548 |
| Figura 6.237 – Lote 1. Trecho 5. Igreja católica no Porto Grande, UTM 724322 – 7076596, no limite da ADA (ALVES, 2008).....  | 550 |
| Figura 6.238 – Lote 1. Trecho 5. Igreja católica no Porto Grande, UTM 724304 – 7076711, no limite da ADA (ALVES, 2008).....  | 550 |
| Figura 6.239 – Lote 1. Trecho 5. Igreja católica no Ponto Alto, na AID (ALVES, 2008) ...   | 550 |
| Figura 6.240 – Lote 1. Trecho 6. Cemitério luterano à margem da BR-101, no entroncamento com a BR-280, no limite da ADA, em possível área de empréstimo (ALVES, 2008).....                   | 552 |
| Figura 6.241 – Lote 1. Trecho 6. Casa em enxaimel, da família Bohn, UTM 719493 – 707335, na BR-101, em antigo traçado da estrada Catharina, localidade de Corveta, na AID (ALVES, 2008)..... | 552 |
| Figura 6.242 – Lote 1. Trecho 6. Poço remanescente, UTM 718948 – 7074233, no trevo da BR-101 com BR-280, na ADA (ALVES, 2008).....   | 552 |
| Figura 6.243 – Lote 2. Trecho 1. Restos de um engenho de cana, da família Siewert, no Jacu, UTM 717152 – 7071964, na AID (BANDEIRA, 2008).....   | 554 |
| Figura 6.244 – Lote 2. Trecho 1. Forno de barranco, do Sr. Losi, no Poço Grande, em Joinville, UTM 716149 – 7073970, na AID (BANDEIRA, 2008).....  | 554 |
| Figura 6.245 – Lote 2. Trecho 1. Interior da casa da Sra. Silva, na Corticeira, Guaramirim, UTM 707771 – 7071576, na AID (BANDEIRA, 2008).....   | 555 |
| Figura 6.246 – Lote 2. Trecho 1. Casa da família Ullmann, no Quati, em Guaramirim, UTM 709129 – 7073925 (BANDEIRA, 2008).....  | 555 |
| Figura 6.247 – Lote 2. Trecho 3. Casa da família Lenzi, em Schroeder I, construída com técnica enxaimel apenas na fachada, UTM 693250 – 7074338, na AID (ALVES, 2008).....                   | 557 |
| Figura 6.248 – Lote 2. Trecho 3. Casa em enxaimel com acréscimo em alvenaria, em Schroeder I, UTM 693250 – 7074338, na AID (ALVES, 2008).....  | 557 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 6.249– Lote 2. Trecho 3. Casa em enxaimel, com reboco disfarçando fachada, em Schroeder I, UTM 693868 – 7074111, na AID (ALVES, 2008) .....   | 557 |
| Figura 6.250 – Lote 2. Trecho 3. Primeira escola de Schroeder I, em enxaimel, relocada para a Vila Amizade, para uso residencial, pelo comprador, família Lombardi, UTM 696999 – 7072024, na AID (BANDEIRA, 2008) .....                              | 557 |
| Figuras 6.251 e 6.252 – Lote 2. Trecho 3. Casa construída pela comunidade para moradia dos professores de Schroeder I, defronte a casa do Lenzi, UTM 697129 – 7073365, na AID. Na varanda ainda está visível a pintura de parede (ALVES, 2008). .... | 558 |
| Figura 6.253 – Lote 2. Trecho 3. Engenho de cana da família Bruch, em Schroeder I, UTM 699479 – 7073510, na AID (BANDEIRA, 2008) .....   | 558 |
| Figura 6.254 – Lote 2. Trecho 3. Família Lenzi limpando marrecos, sábado de manhã, em Schroeder I, UTM 697401 – 7073858, no limite da ADA (BANDEIRA, 2008) .....   | 558 |
| Figura 6.255 – Lote 2. Trecho 4. Jazigo de Fernando Sacht, no cemitério luterano de João Pessoa, na AID (ALVES, 2008).....   | 559 |
| Figura 6.256 – Lote 2. Trecho 4. Propriedade de Erno Vogel, na SC-416 nº 2.245. Neste lado deve passar a BR-280 e no lado oposto a ferrovia. Cadastro no IPHAN JGS011 (ALVES, 2008).....   | 560 |
| Figura 6.257 – Detalhe das letras iniciais do nome do proprietário, acima do marco da porta frontal (ALVES, 2008) .....  | 560 |
| Figura 6.258 – Lote 2. Trecho 4. Propriedade Família Costa. Cadastro IPHAN JGS015, na AID (ALVES, 2008).....   | 561 |
| Figura 6.259 – Lote 2. Trecho 4. Casa em enxaimel na borda da estrada principal. Cadastro IPHAN JGS016, na AID (ALVES, 2008) .....   | 561 |
| Figura 6.260 – Lote 2. Trecho 4. Casa em enxaimel na borda da estrada principal. Cadastro IPHAN JGS016, na AID (ALVES, 2008) .....   | 562 |
| Figura 6.261 – Lote 2. Trecho 5. Enxaimel próxima da ADA, UTM 689253 – 7074424. Cadastro IPHAN JGS022 (ALVES, 2008).....   | 563 |
| Figura 6.262 – Lote 2. Trecho 5. Provavelmente casa cadastrada pelo IPHAN JGS038. UTM 685119 – 7073973 (ALVES, 2008).....  | 563 |
| Figura 6.263 – Lote 2. Trecho 6. Propriedade de Moacir Mezadri, Rua Alvin Koch nº 982, na ADA (ALVES, 2008) .....  | 564 |
| Figura 6.264 – terras indígenas localizada na área de influência do empreendimento ....  | 565 |
| Figura 8.1 – Carta Imagem da Localização das Passagens de Fauna.....   | 618 |

## LISTA DE TABELAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 4.1 – Imóveis em Guaramirim .....  | 68  |
| Tabela 4.2 – Imóveis em Jaraguá do Sul .....  | 68  |
| Tabela 4.3 – Análise de Custos para as Alternativas para a Travessia do Morro do Vieira. ....   | 70  |
| Tabela 4.4 – Análise da Interferência Ambiental para as Alternativas para a Travessia do Morro do Vieira. ....  | 70  |
| Tabela 6.1 – Descrição das estações pluviométricas utilizadas .....   | 81  |
| Tabela 6.2 – Caracterização dos pontos monitorados .....  | 97  |
| Tabela 6.3 – Setores da área de influência direta.....  | 105 |
| Tabela 6.4 – Área e descrição dos aspectos geológicos da Área de Influência Direta.....   | 113 |
| Tabela 6.5 – Porcentagem e descrição dos aspectos geológicos da Área de Influência Direta.....  | 114 |
| Tabela 6.6 – Áreas em km <sup>2</sup> das diferentes classes geomorfológicas da AID .....   | 151 |
| Tabela 6.7 – Áreas em valores percentuais das diferentes classes geomorfológicas da AID.....  | 152 |
| Tabela 6.8 – Área e descrição dos solos da Área de Influência Direta.....   | 167 |
| Tabela 6.9 – Porcentagem e descrição dos solos da Área de Influência Direta .....   | 168 |
| Tabela 6.10 – Área dos principais materiais passíveis de utilização requeridos junto ao DNPM.....   | 174 |
| Tabela 6.11 – Caracterização das bacias hidrográficas.....  | 180 |
| Tabela 6.12 – Período de amostragem de campo do diagnóstico da fauna na área de influência da BR-280 .....  | 254 |
| Tabela 6.13 – Localização das ecorregiões de amostragem da ictiofauna.....  | 255 |
| Tabela 6.14 – Coordenadas geográficas iniciais e finais das quatro ecorregiões de análise dos atropelamentos de fauna na BR-280 .....                       | 261 |
| Tabela 6.15 – Períodos de amostragem dos atropelamentos de fauna na BR-280 e SC-413 .....   | 269 |
| Tabela 6.16a – Lista taxonômica das espécies de peixes registradas .....  | 273 |
| Tabela 6.16b – Categorias especiais de algumas espécies de peixes encontradas nas áreas de amostragem de ictiofauna .....                                   | 275 |
| Tabela 6.17 – Descritores da ictiofauna: índices de dominância, diversidade e equitabilidade nas cinco áreas estudadas.....                                 | 275 |
| Tabela 6.18 – Relação das espécies coletadas nas cinco ecorregiões por ponto amostrado (P).....   | 276 |
| Tabela 6.19 – Diversidade encontrada nas três áreas amostradas .....  | 289 |
| Tabela 6.20 – Relação de espécies de anfíbios e répteis, locais de amostragem e métodos utilizados durante o inventário de espécies ao longo da BR-280..... | 293 |
| Tabela 6.21 – Relação de espécies de anfíbios anuros ameaçados, endêmicos e/ou de especial interesse para conservação .....                                 | 298 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 6.22 – Lista das espécies de mamíferos ocorrentes na All e na AID da BR-280 por Localidade (A = São Francisco do Sul; B = Araquari; C = Guamirim-Jaraguá) e Método de Amostragem (A = atropelamento; C = captura; P = pegada; V = visualização; FC = fotocaptura; E = entrevista) e por Ambiente (F=Floresta, A=área antropizada, Aq= aquático), com indicações de espécies bioindicadoras e vetoras ou reservatório de doenças ..... | 302 |
| Tabela 6.23 – Espécies de pequenos mamíferos capturados durante o EIA da BR-280 .....  | 307 |
| Tabela 6.24 – Lista das espécies de anfíbios e répteis bioindicadoras da qualidade ambiental ocorrentes na All e AID da BR 280.....  | 312 |
| TABELA 6.25 – Lista das espécies de aves indicadoras de ambientes de boa qualidade ambiental encontradas na AID e All da BR 280 .....  | 313 |
| Tabela 6.26 – Lista das espécies de mamíferos bioindicadoras ocorrentes na All e AID da BR 280.....  | 314 |
| Tabela 6.27 – Espécies de peixes bioindicadoras encontradas nas áreas amostradas ao longo do BR-280.....   | 315 |
| Tabela 6.28 – Lista de espécies encontradas durante as amostragem de atropelamentos do EIA da BR-280.....  | 315 |
| Tabela 6.29 – Tabela com a quantidade de carcaças por espécie registrada na BR-280 .....   | 318 |
| Tabela 6.30 – Espécies encontradas e quantidade de carcaças na SC-413.....   | 323 |
| Tabela 6.31 – Taxas de atropelamentos de estudos realizados no Brasil.....   | 324 |
| Tabela 6.32 – Lista de táxons encontrados ao longo do canal do Linguado .....  | 329 |
| Tabela 6.33 – Táxons da macrofauna numericamente dominantes por habitat .....  | 330 |
| Tabela 6.34 – Flora arbustiva e arbórea das AID e ADA de Floresta Ombrófila Densa e Restinga .....   | 341 |
| Tabela 6.35 – Epífitas vasculares da AID e ADA .....   | 360 |
| Tabela 6.36 – Área total (ADA e AID) das fitofisionomias mapeadas e área estimada para supressão referente à ADA.....  | 371 |
| Tabela 6.37 – Flora da restinga arbustiva .....  | 376 |
| Tabela 6.48 – Flora arbustivo-arbórea da Floresta de Restinga Arbórea .....  | 379 |
| Tabela 6.39 – Flora arbustivo-arbórea da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas ...   | 383 |
| Tabela 6.40 – Flora arbustivo-arbórea da Floresta Ombrófila Densa Submontana.....  | 388 |
| Tabela 6.41 – Parâmetros fitossociológicos para Restinga Arbórea.....  | 395 |
| Tabela 6.42 – Parâmetros fitossociológicos para Restinga Arbustiva .....   | 397 |
| Tabela 6.43 – Parâmetros fitossociológicos para Floresta Ombrófila Densa de Encosta Suave .....  | 398 |
| Tabela 6.44– Parâmetros fitossociológicos para Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas.....  | 400 |
| Tabela 6.45 – Parâmetros fitossociológicos para Floresta Ombrófila Densa Submontana .....  | 403 |
| Tabela 6.46 – Diagrama unifilar dos fragmentos florestais localizados na faixa de domínio da BR 280.....   | 405 |
| Tabela 6.47 – Identificação das áreas gerais de APP da Área de Influência Direta .....   | 409 |



|   |     |
|---|-----|
| Tabela 6.48 – Identificação das áreas de APP nos setores da Área de Influência Direta.....                  | 410 |
| Tabela 6.49 – APPs interceptadas pelas obras de duplicação da Rodovia BR 280. ....                          | 417 |
| Tabela 6.50 – População residente nos Municípios atingidos .....  | 426 |
| Tabela 6.51 – Crescimento demográfico.....  | 426 |
| Tabela 6.52 – Projeção populacional para os anos 2020 e 2030 .....  | 427 |
| Tabela 6.53 – População residente urbana dos Municípios da SDR Joinville, no período de 1998 a 2005 .....   | 428 |
| Tabela 6.54 – População residente rural dos Municípios da SDR Joinville, no período de 1998 a 2005.....     | 428 |
| Tabela 6.55 – Domicílios particulares .....   | 429 |
| Tabela 6.56 – Relação entre a população absoluta – Censo 2000 do IBGE – e domicílio permanente/família..... | 429 |
| Tabela 6.57 – Moradores por domicílio .....   | 430 |
| Tabela 6.58 – Mulheres em relação aos homens por Município em 2000.....                                     | 430 |
| Tabela 6.59 – População feminina .....  | 430 |
| Tabela 6.60 – População masculina .....   | 431 |
| Tabela 6.61 – Moradores por faixa de idade – dados de 2000 .....  | 431 |
| Tabela 6.62 – Moradores por faixa de idade em %.....  | 432 |
| Tabela 6.63 – Tamanho da amostra para pesquisa de campo .....   | 433 |
| Tabela 6.64 – Divisão dos entrevistados por setor .....   | 433 |
| Tabela 6.65 – Idade média do morador .....  | 434 |
| Tabela 6.66 – Gênero dos moradores.....   | 434 |
| Tabela 6.67 – Estado de origem dos moradores da região .....  | 435 |
| Tabela 6.68 – Tempo médio de residência .....   | 436 |
| Tabela 6.69 – Situação do imóvel .....  | 436 |
| Tabela 6.70 – Status econômico do imóvel.....   | 437 |
| Tabela 6.71 – Número de veículos de posse dos membros da família.....                                       | 437 |
| Tabela 6.72 – Atividade econômica predominante .....  | 438 |
| Tabela 6.73 – Forma de atuação dos moradores no mercado de trabalho .....                                   | 438 |
| Tabela 6.74 – Atividades desenvolvidas pelos moradores .....  | 439 |
| Tabela 6.75 – Tipo de transporte utilizado predominantemente .....  | 440 |
| Tabela 6.76 – Local de realização das compras .....   | 440 |
| Tabela 6.77 – Compras em cidades vizinhas.....  | 441 |
| Tabela 6.78 – Prédios e locais importantes para a comunidade no setor 1.....                                | 442 |
| Tabela 6.79 – Prédios e locais importantes para a comunidade no setor 2.....                                | 443 |
| Tabela 6.80 – Prédios e locais importantes para a comunidade no setor 3.....                                | 444 |
| Tabela 6.81 – Prédios e locais importantes para a comunidade no setor 4A .....                              | 444 |
| Tabela 6.82 – Prédios e locais importantes para a comunidade no setor 4B .....                              | 445 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 6.83 – Prédios e locais importantes para a comunidade no setor 4C .....  | 445 |
| Tabela 6.84 – Principais problemas existentes na BR-280.....  | 446 |
| Tabela 6.85 – Outros problemas existentes na BR-280 – setor 1.....  | 446 |
| Tabela 6.86 – Outros problemas existentes na BR-280 – setor 2.....  | 447 |
| Tabela 6.87 – Outros problemas existentes na BR-280 – setor 3.....  | 447 |
| Tabela 6.88 – Outros problemas existentes na BR-280 – setor 4A .....  | 448 |
| Tabela 6.89 – Outros problemas existentes na BR-280 – setor 4B .....  | 448 |
| Tabela 6.90 – Outros problemas existentes na BR-280 – setor 4C .....  | 449 |
| Tabela 6.91 – O trânsito vai melhorar .....   | 449 |
| Tabela 6.92 – O Município vai melhorar.....   | 450 |
| Tabela 6.93 – O turismo vai melhorar .....  | 450 |
| Tabela 6.94 – O comércio vai melhorar .....   | 451 |
| Tabela 6.95 – A indústria vai melhorar.....   | 451 |
| Tabela 6.96 – Área e descrição do uso da terra da Área de Influência Direta.....  | 452 |
| Tabela 6.97 – Porcentagem e descrição do uso da terra da Área de Influência Direta....  | 452 |
| Tabela 6.98 – Produção agrícola da região por tonelada em 2006 .....  | 461 |
| Tabela 6.99 – Área ocupada na agricultura por hectares em 2006 .....  | 461 |
| Tabela 6.100 – A distribuição do uso do solo urbano no Município de Araquari .....  | 465 |
| Tabela 6.101 – A distribuição do uso do solo urbano no Município de Balneário Barra do Sul .....  | 465 |
| Tabela 6.102 – A distribuição do uso do solo urbano no Município de Guaramirim .....  | 465 |
| Tabela 6.103 – A distribuição do uso do solo urbano no Município de Jaraguá do Sul....  | 466 |
| Tabela 6.104 – A distribuição do uso do solo urbano no Município de Joinville .....   | 466 |
| Tabela 6.105 – A distribuição do uso do solo urbano no Município de São Francisco do Sul .....  | 466 |
| Tabela 6.106 – A distribuição do uso do solo urbano no Município de Schroeder .....   | 467 |
| Tabela 6.107 – Número de pessoas com mais de 10 anos sem instrução e a taxa de analfabetismo nos Municípios envolvidos em % – dados de 2001 ..... | 468 |
| Tabela 6.108 – Percentual de pessoas por faixa etária em 2001 .....   | 468 |
| Tabela 6.109 – Número de crianças matriculadas na pré-escola, por rede educacional, em 2005 .....   | 469 |
| Tabela 6.110 – Número de crianças matriculadas no ensino fundamental, por rede educacional, em 2005 .....   | 469 |
| Tabela 6.111 – Número de crianças matriculadas no ensino médio, por rede educacional, em 2005 .....   | 470 |
| Tabela 6.112 – Total de nascimentos e taxas de mortalidade infantil – comparar com taxa da OMS.....   | 471 |
| Tabela 6.113 – Número de estabelecimentos de saúde públicos e particulares em 2005 .....  | 471 |
| Tabela 6.114 – Atividades econômicas – valores em percentual em 2005 .....  | 472 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 6.115 – Atividades econômicas – valores absolutos (em mil reais) – dados de 2005 .....                    | 472 |
| Tabela 6.116 – Pessoas envolvidas com atividades extrativas nos Municípios em estudo em 2005.....                | 473 |
| Tabela 6.117 – Estimativa no número de pescadores de alguns municípios da All em 2002 .....                      | 474 |
| Tabela 6.118 – Pessoas envolvidas com pesca nos Municípios em estudo em 2008.....                                | 474 |
| Tabela 6.119 – Produção agrícola – dados de 2006.....  | 474 |
| Tabela 6.120 – Pessoas ocupadas com a indústria nos diversos Municípios estudados – dados de 2005 .....          | 475 |
| Tabela 6.121 – Pessoas ocupadas com o comércio e serviços nos diversos Municípios estudados – dados de 2005..... | 475 |
| Tabela 6.122 – PIB per capita por Município – dados de 2005.....   | 476 |
| Tabela 6.123 – Divisão por habitantes com rendimento nominal mensal em salários mínimos – 2001 .....             | 476 |
| Tabela 6.124 – Contagem de veículos: BR-280, trecho: Araquari – SC-301 .....                                     | 482 |
| Tabela 6.125 – Contagem de veículos: BR-280, trecho: Guaramirim – BR-101.....                                    | 482 |
| Tabela 6.126 – Frota de veículos – dados de 2007 .....   | 482 |
| Tabela 6.127 – Características físicas do Porto de São Francisco do Sul.....                                     | 485 |
| Tabela 7.1 – Valoração dos atributos.....  | 574 |
| Tabela 7.2 – Grau de importância dos impactos.....   | 574 |
| Tabela 7.3 – Interações entre as atividades do empreendimento e os componentes ambientais .....                  | 576 |
| Tabela 7.4 – Sítios arqueológicos pré-coloniais identificados na ADA .....                                       | 604 |
| Tabela 7.5 – Ocorrências históricas identificadas na ADA.....  | 604 |
| Tabela 7.6 – atributos dos impactos ambientais .....   | 608 |
| Tabela 7.7 – Ocorrência de impactos positivos e negativos por meio .....   | 609 |
| Tabela 7.8 – Ocorrência de impactos positivos e negativos por fase da obra .....                                 | 609 |
| Tabela 7.9 – Grau de importância dos impactos ambientais .....   | 610 |
| Tabela 8.1 – Coordenadas geográficas, tipo e vão dos passa-fauna propostos para BR 280.....                      | 619 |

## LISTA DE QUADROS

|   |     |
|---|-----|
| Quadro 4.1 – Detalhamento da Duplicação.....  | 27  |
| Quadro 4.2 – Detalhamento Aproximado da Extensão Total .....  | 30  |
| Quadro 4.3 – Volumes de Corte, Caixas de Empréstimo, Aterros e Bota-foras.....  | 33  |
| Quadro 4.4 – Quantidades de Pontes, Viadutos e Túneis.....  | 33  |
| Quadro 4.5 – Principais Itens de Infra-estrutura da Região.....   | 42  |
| Quadro 4.6 – Serviços e Equipamentos .....  | 44  |
| Quadro 4.7 – Tráfego Previsto no Horizonte de Projeto no Lote 01 .....  | 45  |
| Quadro 4.8 – Tráfego Previsto no Horizonte de Projeto no Segmento 1 do Lote 02 .....  | 45  |
| Quadro 4.9 – Tráfego Previsto no Horizonte de Projeto no Segmento 2 do Lote 02 .....  | 45  |
| Quadro 4.10 – Acessos Previstos ao Longo do Traçado .....   | 46  |
| Quadro 4.11 – Caixas de Empréstimo.....   | 54  |
| Quadro 4.12 – Áreas de Bota-fora do Lote 01 .....   | 56  |
| Quadro 4.13 – Volume de Solo Mole do Lote 02.....   | 56  |
| Quadro 4.14 – Relacionamento do Uso de Recursos Naturais .....  | 59  |
| Quadro 6.1 – Padrões da qualidade do ar.....  | 93  |
| Quadro 6.2 – Padrões nacionais da qualidade do ar (Resolução CONAMA no 03, de 28.6.1990).....   | 93  |
| Quadro 6.3 – Limites máximos de emissões para veículos leves novos, segundo PROCONVE .....  | 95  |
| Quadro 6.4 – Padrões de ruído – dB (A) – Resolução CONAMA no 01/1990 .....  | 95  |
| Quadro 6.5 – Vazão e carga de substâncias em suspensão no rio Huang-ho, China .....   | 188 |
| Quadro 6.6 – Médias de vazões, turbidez, concentração de sedimentos em suspensão e percentual de matéria orgânica referentes ao período de monitoramento mensal efetuado em novembro de 2004 e entre abril de 2005 e maio de 2006.....    | 193 |
| Quadro 6.7 – Correlação linear, por bacia hidrográfica, entre vazões (m <sup>3</sup> /s), concentração de sedimentos em suspensão (mg/L) e turbidez (NTU), referente ao período de monitoramento entre abril de 2005 e maio de 2006 ..... | 193 |
| Quadro 6.8 – Localização dos Municípios por microrregião geográfica e unidade da Federação.....   | 425 |
| Quadro 6.9 – Descrição das ações antrópicas .....   | 478 |
| Quadro 6.10 – Lote 1 – trechos .....  | 519 |
| Quadro 6.11 – Lote 2 – trechos .....  | 520 |
| Quadro 6.12 – Sítio arqueológico pré-colonial na AID até então desconhecido – Lote 1, trecho 2.....   | 523 |
| Quadro 6.13 – Sítios arqueológicos pré-coloniais já conhecidos na ADA – Lote 1, trecho 3.....   | 525 |
| Quadro 6.14 – Sítios arqueológicos pré-coloniais já conhecidos na ADA – Lote 1, trecho 4.....   | 526 |
| Quadro 6.15 – Sítios arqueológicos pré-coloniais na AID – Lote 1, trecho 5 .....  | 528 |
| Quadro 6.16 – Sítios arqueológicos pré-coloniais na AID – Lote 2, trecho 1 .....  | 532 |

# **1 APRESENTAÇÃO**

# 1 APRESENTAÇÃO

O presente documento consiste do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) necessário para o licenciamento do Projeto de Ampliação da Capacidade Rodoviária da BR-280 (SC), trecho São Francisco do Sul – Jaraguá do Sul.

Os estudos realizados atendem ao Termo de Referência (Processo 02001.007741/00-45), do IBAMA, emitido em novembro de 2007, bem como aos preceitos da Legislação Ambiental vigentes no País, no Estado de Santa Catarina e nos Municípios considerados na Área de Influência do empreendimento.

As informações apresentadas neste EIA foram consolidadas a partir de estudos realizados pelo Centro de Excelência de Engenharia de Transportes (CENTRAN), além de instituições parceiras, como a Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A equipe multidisciplinar responsável pelo estudo, através de reuniões de trabalho freqüentes, definiu todos os procedimentos que resultaram na definição dos prognósticos, identificação e avaliação dos impactos e a proposição de medidas mitigadoras.

O documento completo é composto por 6 (seis) volumes, compreendendo:

- Volume I – Estudo de Impacto Ambiental (EIA), contendo:
  - Apresentação
  - Caracterização do Empreendimento
  - Áreas de Influência
  - Diagnóstico Ambiental – Meio Físico
- Volume II – Estudo de Impacto Ambiental (EIA), contendo:
  - Diagnóstico Ambiental – Meio Biótico
  - Diagnóstico Ambiental – Meio Socioeconômico
- Volume III – Estudo de Impacto Ambiental (EIA), contendo:
  - Avaliação dos Impactos Ambientais
  - Programas Ambientais
  - Glossário

- Bibliografia
- Volume IV – Estudo de Impacto Ambiental (EIA), contendo:
  - Anexos
- Volume V – Estudo de Impacto Ambiental (EIA), contendo:
  - Relatório sobre as comunidades indígenas
- Volume VI – Compreende o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

## **2 INTRODUÇÃO**



## 2 INTRODUÇÃO

O empreendimento rodoviário se inclui entre as realizações de maior importância para o desenvolvimento socioeconômico, detendo acentuado poder indutor e se constituindo no principal elemento/fator de integração socioeconômica.

Em razão de sua abrangência espacial apresentar características axiais, esse efeito indutor se desenvolve predominantemente ao longo do eixo, apresentando expansões transversais em função da flexibilidade das vias contribuintes e das potencialidades das regiões influenciadas pelo empreendimento.

À medida que cresceu a consciência das implicações que as diferentes atividades humanas têm sobre o próprio homem, alargou-se também o conceito sobre meio ambiente. De uma primeira visão em que o meio ambiente se restringia a aspectos naturais, como ar e água, passou-se a uma visão mais ampla, em que se consideravam também a própria população, o uso do solo, o espaço livre, a saúde, a habitação, a recreação, o transporte, até chegar à abrangência de incluir a segurança, a educação e o desenvolvimento econômico.

No período que antecede a década de 1980, o setor rodoviário contemplava, como critério de tomada de decisão, os aspectos sociais, técnicos (geométricos e geotécnicos) e econômicos. Havia pouca ou praticamente nenhuma participação da sociedade na definição da diretriz dos traçados rodoviários, que eram totalmente determinados pelo Poder Público.

Após essa década, o setor passou a inserir o aspecto ambiental em suas atividades, em especial após a promulgação da Lei Federal nº 6.938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e que já prescreve a elaboração de “Avaliação de Impactos Ambientais”, da Resolução nº 01/1986 do CONAMA, que determina a necessidade dos Estudos de Impactos Ambientais, e da Constituição Federal de 1988.

As variáveis ambientais passam a ser agregadas ao empreendimento rodoviário, em todas as suas fases de desenvolvimento, do planejamento à operação, através da aplicação dos diversos instrumentos previstos na Política Nacional do Meio Ambiente, com destaque para o Licenciamento Ambiental.

Sendo assim, conforme estabelecido no art. 2º da Resolução nº 01/1986 do CONAMA, dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente e do IBAMA, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente. Entre os empreendimentos listados no texto legal, encontram-se as estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento.

A incorporação da “visão da sustentabilidade” em projetos de rodovias deve ficar bem clara para que todos os engenheiros e administradores rodoviários encontrem soluções de acordo com as necessidades econômicas, a segurança de tráfego, os fatores técnicos de engenharia, as exigências ambientais e as exigências de desenvolvimento sustentável, em um equilíbrio ótimo, desde o início do processo de implantação do empreendimento, prolongando-se por todos os estágios do projeto rodoviário até a sua operação plena. Do planejamento à obra, da operação à manutenção e à recuperação da rodovia, todos os envolvidos devem ter consciência desse objetivo.

Em razão disso e com o objetivo de promover a preservação da qualidade ambiental em toda a sua abrangência, a atividade rodoviária deve prever e considerar o adequado tratamento às questões ambientais.

### **3 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E CONSULTORIA**

### **3 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E CONSULTORIA**

#### **3.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR**

**Nome:** Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes – DNIT

**Número de Registro Legal:** CGC nº 04.892.707/0001-00

**Endereço:** DNIT – Brasília – SAN Quadra 03 Lote A – Ed. Núcleo dos Transportes, Brasília/DF – CEP: 70.040-902

**Telefone:** (61) 3315-4000

**Fax:** (61) 3315-4000

**Representante Legal:** Luiz Antônio Pagot – Diretor-geral

#### **3.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA**

**Contratante:** Departamento de Engenharia e Construção – DEC do Comando do Exército

**CNPJ:** 07.521.315/0001-23

**Representante Legal:** Cel. Olavo Guisard Leal Ferreira

**CPF:** 227.034.389-15

**Endereço:** QGEx – Bloco B – 3º piso – SMU, Brasília/DF – CEP: 70.630-901

**Pessoa de Contato:** Cel. Paulo Roberto Dias Morales

**Endereço:** Avenida Presidente Vargas, 522, 15º andar, Centro, Rio de Janeiro/RJ – CEP: 20.071-000

**Telefone:** (21) 2233-8316

**Fax:** (21) 2233-8793

## **4 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

## **4 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

### **4.1 DADOS GERAIS**

- Objeto: Projeto de Duplicação, visando a melhorias: no traçado e capacidade da rodovia;
- Prazo das Obras: 360 dias consecutivos;
- Rodovia: BR-280/SC;
- Trecho: São Francisco do Sul – Divisa SC/PR (Porto União – União da Vitória);
- Subtrecho: São Francisco do Sul – Jaraguá do Sul/SC;
- Segmentos (dois lotes de projeto)
  - Lote 01: São Francisco do Sul – Interseção com a BR-101; km 0,00 a km 34,5;
  - Lote 02: Interseção com a BR-101 – Jaraguá do Sul/SC; km 34,5 a km 71,5;
- Código PNV – PNV: 280BSC0005 ao 280BSC0065;
- Extensão: 71,50 km.

#### **4.1.1 Valor do Empreendimento**

O valor estimado para o empreendimento: R\$ 851.832.012,36 (valores referentes ao ano de 2004).

#### **4.1.2 Objetivos do Empreendimento**

A Rodovia BR-280 faz a ligação do litoral Norte de Santa Catarina com a fronteira Brasil/Argentina, correndo no sentido Leste (São Francisco do Sul) – Oeste (Dionísio Cerqueira), próximo da divisa dos Estados do Paraná e de Santa Catarina. Tem grande importância para o desenvolvimento da Região Sul, pois, além de ter a função de interligar algumas das mais importantes rodovias da região (BR-101, BR-116, BR-153, BR-158 e BR-163), é a principal artéria do corredor de exportação do Porto de São Francisco do Sul, ponto de entrada de insumos e de exportação dos

produtos das riquíssimas regiões do Norte de Santa Catarina, Vale do Itajaí, Sudoeste do Paraná e Oeste de Santa Catarina.

O objetivo, portanto, é a melhoria do tráfego na rodovia. Essa melhoria se fará através da duplicação do trecho, associando-a ainda à execução das obras de recuperação/restauração do pavimento da pista existente e a incorporação de dispositivos objetivando a segurança viária. Inclui também medidas necessárias ao ordenamento do tráfego local (veículos e pedestres), buscando eliminar/minimizar os conflitos hoje existentes. Dentre os benefícios podemos citar o aumento da capacidade do transporte de cargas, melhor interação com os sistemas de transporte adjacentes, condições operacionais ideais em termos de custos operacionais e de segurança, atendimento às demandas decorrentes do uso do solo na região, e constituindo uma excelente alternativa para o já congestionado corredor de exportação do Porto de Paranaguá.

#### 4.1.2.1 Melhorias pretendidas no sistema de transporte

A rodovia BR-280 tem seu ponto inicial no Porto de São Francisco do Sul, localizado no Município de São Francisco do Sul, litoral norte do Estado de Santa Catarina. Seu desenvolvimento se dá no sentido leste–oeste, interligando o complexo portuário ao pólo industrial de Joinville e à região industrial formada pelos Municípios de Guaramirim e Jaraguá do Sul, ao Planalto Norte Catarinense e à malha rodoviária que compõe as regiões produtoras do oeste catarinense, do sudoeste do Paraná e dos países do Mercosul, como Argentina, Paraguai e Chile.

O Porto de São Francisco do Sul é, dessa forma, o maior gerador de tráfego da rodovia. Sua excelente localização geográfica, somada às suas condições naturais – como o canal de acesso, que apresenta uma profundidade privilegiada –, faz com que ele seja classificado como o melhor porto natural do sul do País e o quinto em movimentação de contêineres do Brasil, além de se constituir em excepcional alternativa do Corredor de Exportação do Mercosul.

#### 4.1.3 Justificativas para o Empreendimento

Justificativa do empreendimento sob os seguintes aspectos:

- **Técnicos** – Tratando-se de uma rodovia com alto volume de tráfego, haverá sensível melhora da segurança dos que nela trafegam pela redução dos

conflitos do tráfego rodoviário (longa distância) e do tráfego urbano (curta distância), pela redução do tempo de viagem, diminuição dos custos de transporte e pela melhoria de acesso ao Porto de São Francisco do Sul. As variantes externamente a São Francisco do Sul, Guaramirim e Jaraguá do Sul justificam-se pelo fato de a BR-280/SC, atualmente, passar dentro das cidades, confundindo-se com as vias do sistema viário urbano dessas cidades, onde o tráfego de longa distância cativo da rodovia mescla-se com o tráfego urbano, fazendo com que a rodovia tenha características e operacionalidade de via urbana.

No item 4.2.9 é apresentado quadro com o tráfego esperado na rodovia.

- **Ambientais** – Por se tratar de um projeto para “Adequação da Capacidade de Rodovia”, não foram estudados traçados alternativos, exceto nos contornos de São Francisco do Sul, Guaramirim e Jaraguá do Sul, onde a duplicação dentro das cidades causaria grande impacto e custos elevados, justificando as variantes.

A via já está consolidada como eixo de transportes, com abrangência, inclusive, interestadual. Em uma avaliação preliminar, não se vislumbram impactos ambientais que não possam ser mitigados a baixos custos.

No aspecto ambiental, justifica-se o empreendimento pela redução de acidentes que irá proporcionar, pela proteção da fauna (construção de passagens de animais silvestres e sinalização educativa), proteção a sítios arqueológicos, proteção de matas nativas, recuperação de áreas afetadas pelas obras utilizando espécies vegetais nativas e proteção às Unidades de Conservação.

Ressalta-se que os passivos ambientais hoje existentes (Figuras 4.1 a 4.6) serão mitigados quando da execução das obras.

- **Econômicos/Sociais** – A BR-280/SC, pela oportunidade de acesso que oferece ao Porto de São Francisco do Sul, contribui significativamente para a economia regional, basicamente para as regiões do noroeste do Rio Grande do Sul, oeste e planalto norte de Santa Catarina e sudoeste do Paraná, possibilitando a exportação dos excedentes agrícolas.

Como o objeto em estudo é a adequação da capacidade e melhorias operacionais da Rodovia Federal BR-280, trecho São Francisco do Sul – Jaraguá do



Sul, no nordeste do Estado de Santa Catarina, este atende aos residentes (fixos) no entorno e aos que circulam na área do empreendimento.

A manifestação do interesse dos grupos investidores começa a materializar-se no Estado catarinense, evidentemente, antevendo para o futuro uma enorme gama de benefícios para a sua economia e também para a população.

A expectativa das administrações municipais e das comunidades residentes ao longo da rodovia é um aquecimento das atividades socioeconômicas, que proporcionará um maior crescimento dos níveis de arrecadação nos Municípios na Área de Influência.

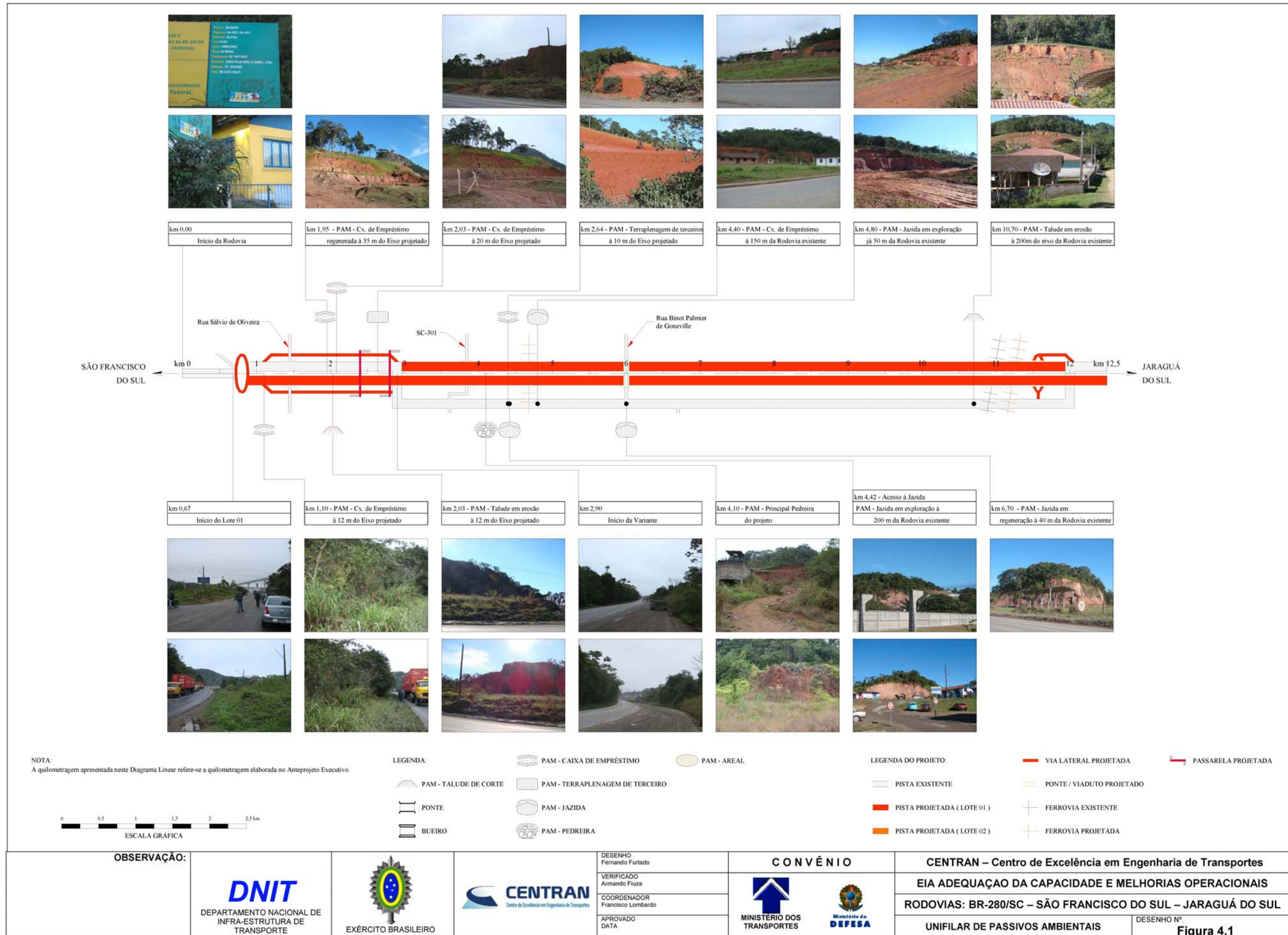
Por outro lado, promover novos desenvolvimentos urbanos, se não forem tratados com antecipação de forma sustentável, poderá resultar em causadores de má qualidade ambiental.

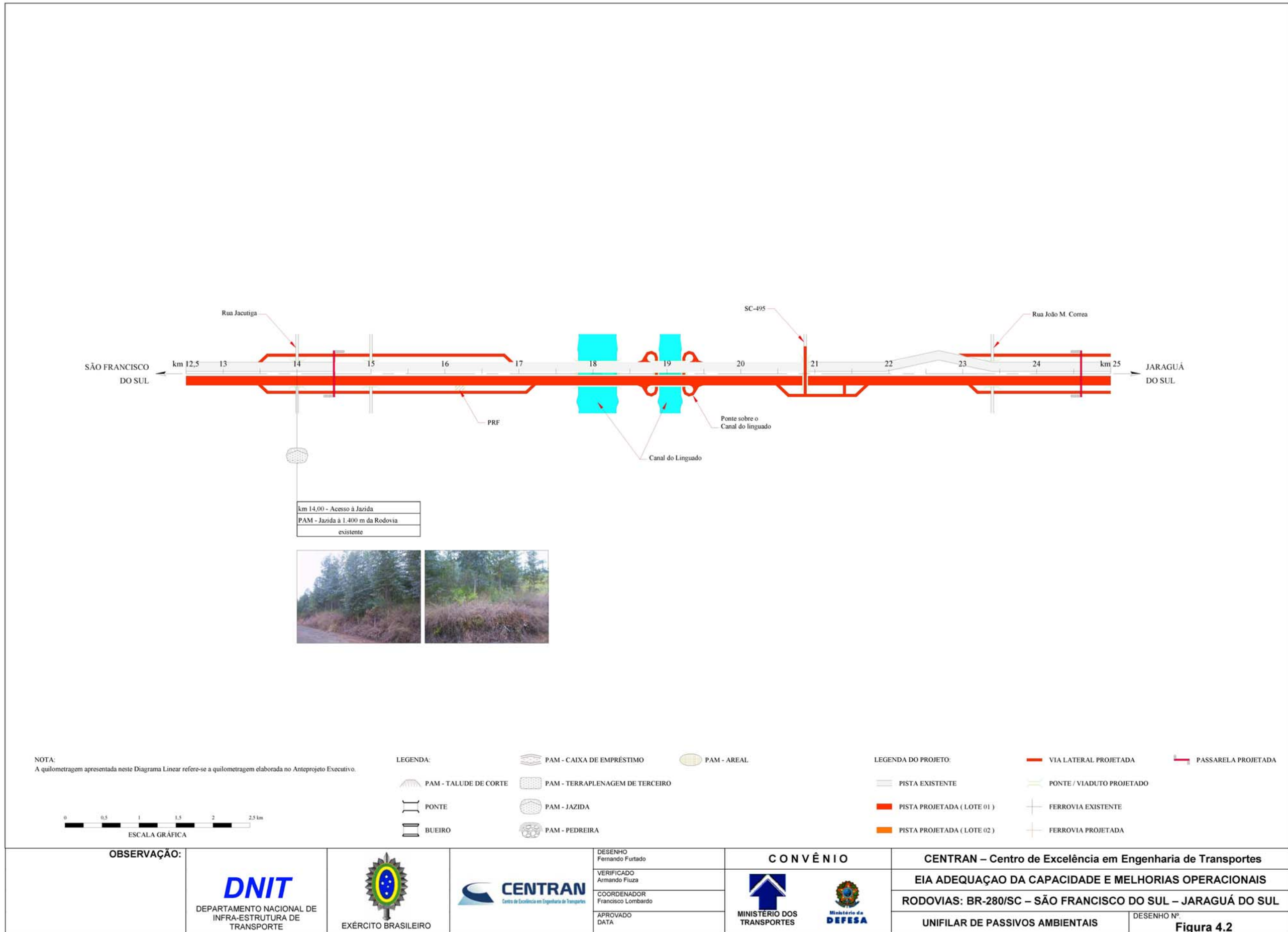
O relatório sobre o meio socioeconômico é apresentado no item 6.4 do presente trabalho.

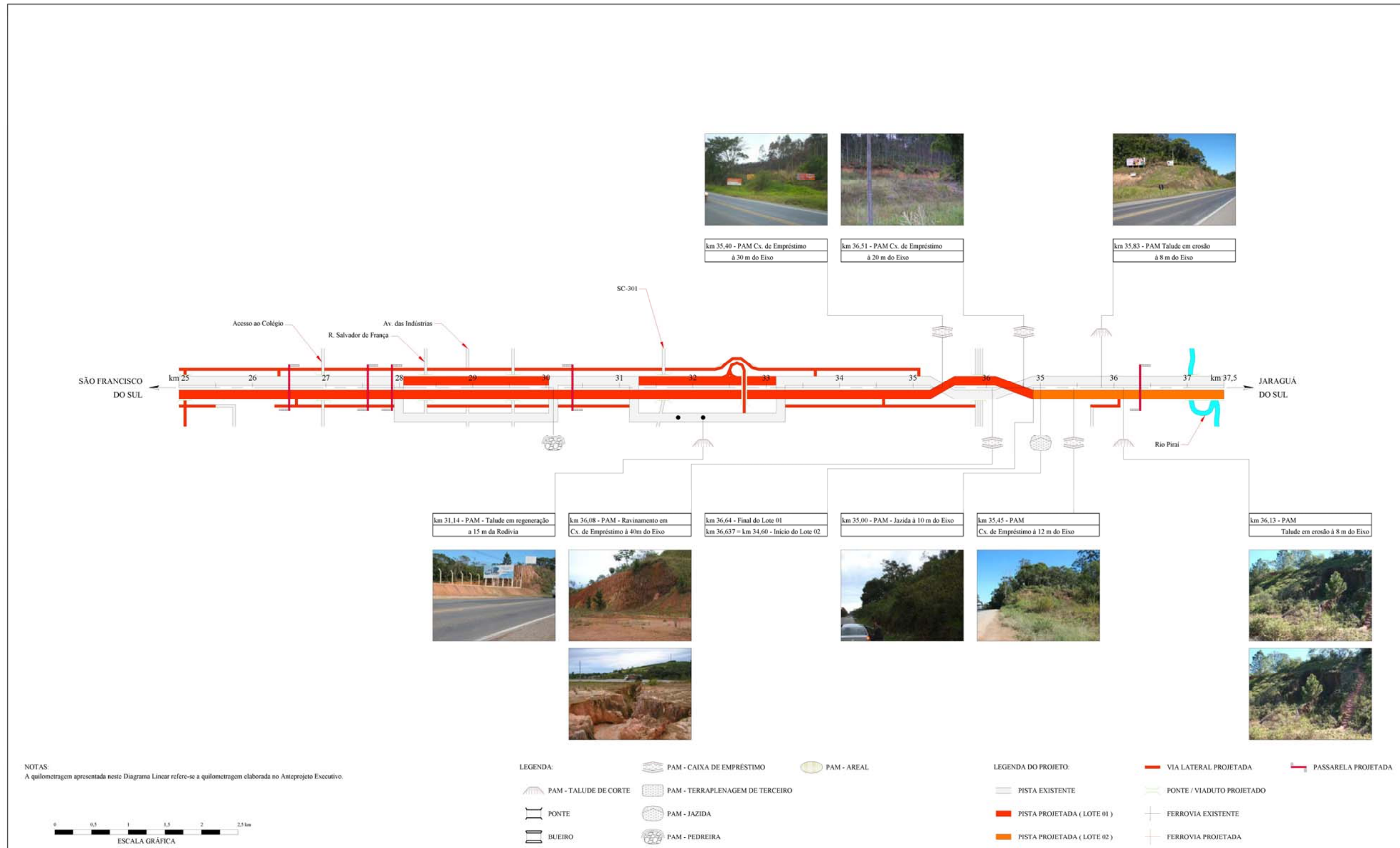
- **Políticos Governamentais** – Com ações propostas pelo PAC – Programa de Aceleração do Crescimento, o Governo Federal pretende superar limites estruturais, ampliar a cobertura geográfica da infra-estrutura dos transportes e reduzir desigualdades regionais motivando o desenvolvimento de todo o País. Para isso, o PAC incrementará diversas ações no âmbito do DNIT, em rodovias, ferrovias e portos, em 2007, com a aplicação de R\$ 10,7 bilhões de recursos públicos.

Para o modal rodoviário, as ações incluem a construção de 6.876 quilômetros, a duplicação de 3.214 quilômetros e a recuperação de 32 mil quilômetros de rodovias federais, além da instalação de dispositivos de segurança e de postos de pesagem.

Um dos investimentos do PAC em Santa Catarina, até 2010, consiste em ampliar a infra-estrutura logística existente, promovendo a integração do Estado com o Mercosul para aumentar a competitividade no escoamento da produção agrícola e industrial para consumo interno e exportação, em duplicar as BRs 101, 282, 280, 470 e 116 e os portos de São Francisco do Sul e de Itajaí, além de apoiar o turismo através do aeroporto de Florianópolis.



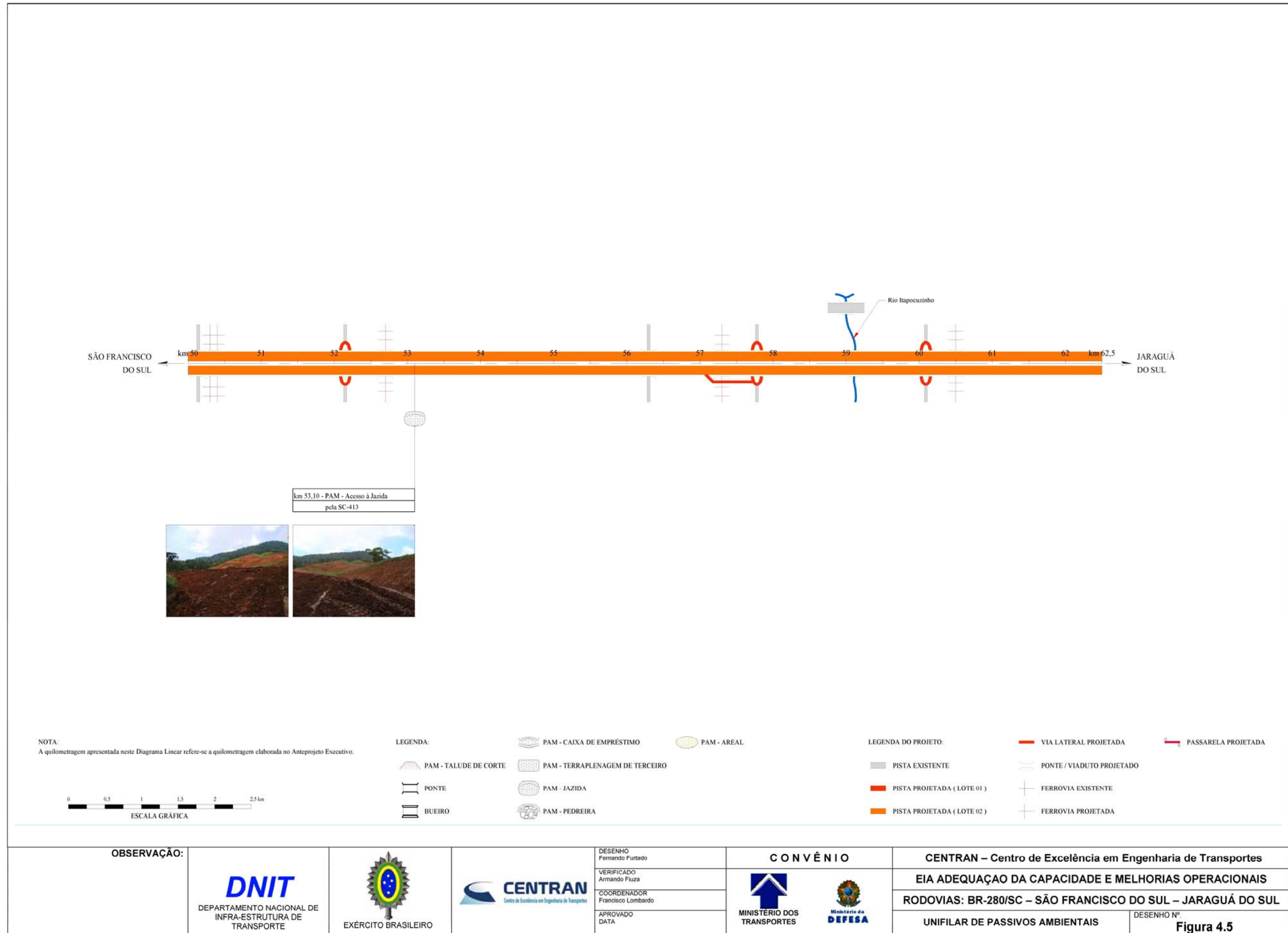


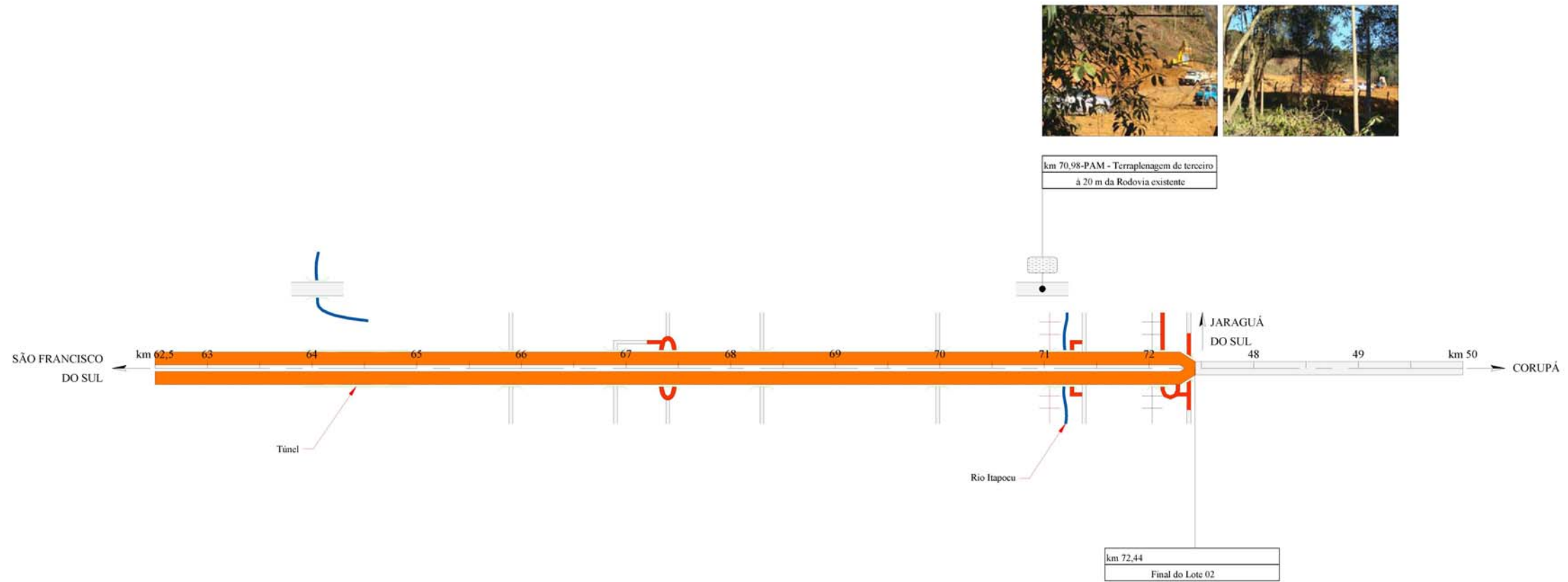


NOTAS:  
A quilometragem apresentada neste Diagrama Linear refere-se a quilometragem elaborada no Anteprojeto Executivo.

|             |  |                         |   |                                   |   |   |  |
|-------------|--|-------------------------|---|-----------------------------------|---|---|--|
| OBSERVAÇÃO: | <br>DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE | <br>EXÉRCITO BRASILEIRO | <br>Centro de Excelência em Engenharia de Transportes | DESENHO<br>Fernando Furtado       | <b>CONVÊNIO</b><br><br>MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES | CENTRAN – Centro de Excelência em Engenharia de Transportes |  |
|             |  |                         |   | VERIFICADO<br>Armando Fiuza       |   | <br>MINISTÉRIO DA DEFESA                                    | EIA ADEQUAÇÃO DA CAPACIDADE E MELHORIAS OPERACIONAIS |
|             |  |                         |   | COORDENADOR<br>Francisco Lombardo |   | RODOVIAS: BR-280/SC – SÃO FRANCISCO DO SUL – JARAGUÁ DO SUL |  |
|             |  |                         |   | APROVADO<br>DATA                  |   | UNIFILAR DE PASSIVOS AMBIENTAIS                             | DESENHO Nº.<br><b>Figura 4.3</b>                     |







NOTA:  
A quilometragem apresentada neste Diagrama Linear refere-se a quilometragem elaborada no Anteprojeto Executivo.



- LEGENDA:
- PAM - CAIXA DE EMPRÉSTIMO
  - PAM - TALUDE DE CORTE
  - PONTE
  - BUEIRO
  - PAM - TERRAPLENAGEM DE TERCEIRO
  - PAM - JAZIDA
  - PAM - PEDREIRA
  - PAM - AREAL

- LEGENDA DO PROJETO:
- PISTA EXISTENTE
  - PISTA PROJETADA (LOTE 01)
  - PISTA PROJETADA (LOTE 02)
  - VIA LATERAL PROJETADA
  - PONTE / VIADUTO PROJETADO
  - FERROVIA EXISTENTE
  - FERROVIA PROJETADA
  - PASSARELA PROJETADA

OBSERVAÇÃO:

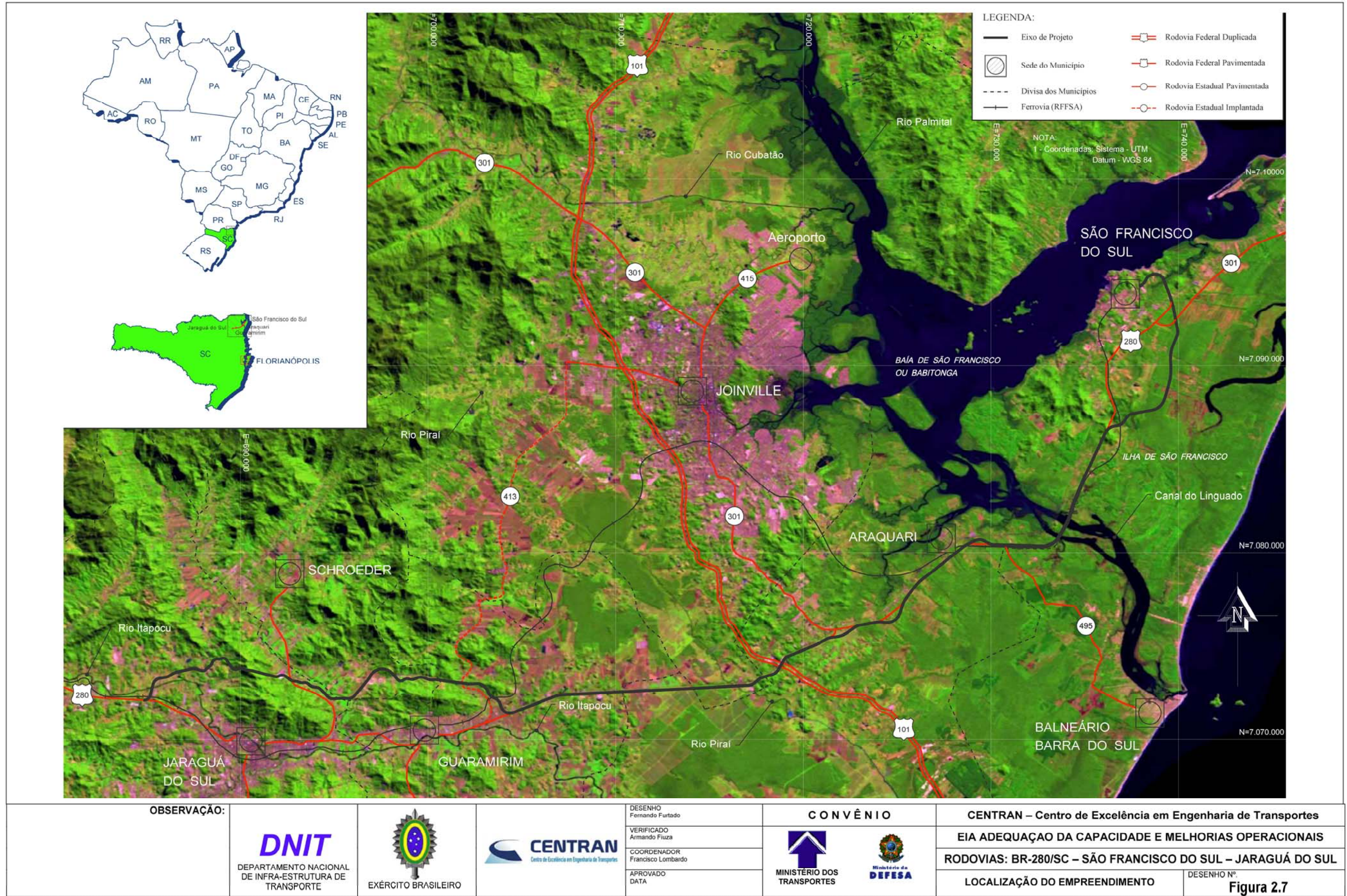
|  |  |  |                                   |   |  |                                 |   |                                  |
|--|--|--|-----------------------------------|---|--|---------------------------------|---|----------------------------------|
|  |  |  | DESENHO<br>Fernando Furtado       | <b>CONVÊNIO</b>   |  |                                 | CENTRAN – Centro de Excelência em Engenharia de Transportes |                                  |
|  |  |  | VERIFICADO<br>Armando Fiuza       |   |  |                                 | EIA ADEQUAÇÃO DA CAPACIDADE E MELHORIAS OPERACIONAIS        |                                  |
|  |  |  | COORDENADOR<br>Francisco Lombardo | RODOVIAS: BR-280/SC – SÃO FRANCISCO DO SUL – JARAGUÁ DO SUL |  |                                 |   |                                  |
|  |  |  | APROVADO<br>DATA                  |   |  | UNIFILAR DE PASSIVOS AMBIENTAIS |   | DESENHO Nº.<br><b>Figura 4.6</b> |

#### **4.1.4 Localização Geográfica**

Particularmente no que se refere ao Estado de Santa Catarina, a rodovia BR-280/SC, cuja diretriz geral se desenvolve no sentido Leste–Oeste, na região norte do Estado, transpõe duas diferentes microrregiões homogêneas de acordo com a conceituação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, que são: a MRZ-292 – Colonial de Joinville, constituída de oito Municípios, e a MZR-307 – Planalto de Canoinhas, com 11 Municípios. Para o caso particular do trecho em estudo, entre São Francisco do Sul e Jaraguá do Sul, litoral norte do Estado, a extensão total é de cerca de 71,5 km, sendo divididos em dois lotes, o primeiro entre São Francisco do Sul e o entroncamento com a BR-101/SC, com 34,5 km de extensão, e o segundo entre o entroncamento com a BR-101/SC e Jaraguá do Sul, com extensão total estimada de 37 km.

A seguir mapa de localização do empreendimento.





No Anexo 1 é apresentado, em escala 1:5000, o projeto do empreendimento onde estão inseridos no contexto as vias de acesso existentes e vias de acesso projetadas, bem como as faixas de domínio.

Na figura a seguir são apresentadas as malhas viárias existentes, principais núcleos urbanos da área de influência, limites municipais e outras áreas de interesse.

Os cursos d' água, altimetria e as áreas legalmente protegidas, (áreas indígenas, áreas de preservação permanente, unidades de conservação federais, estaduais e municipais) na área de influência, são apresentadas no capítulo "Diagnóstico Ambiental".

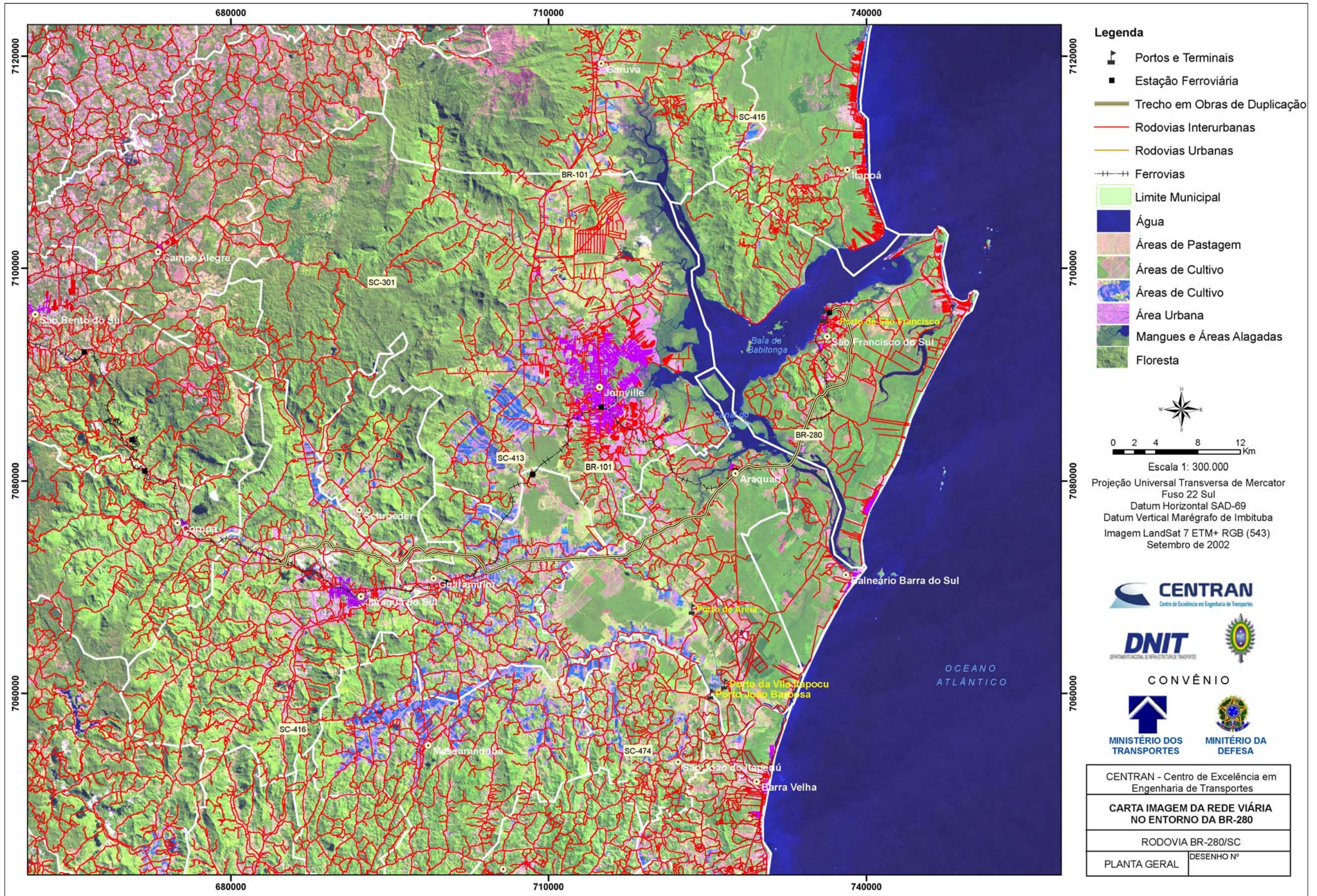


Figura 4.7 – Carta imagem da rede viária no entorno da Br- 280

#### **4.1.5 Órgão Financiador e Valor do Empreendimento**

O órgão financiador é o próprio empreendedor. A identificação do empreendedor, da empresa consultora e o valor do empreendimento estão detalhados no item 3: Identificação do Empreendedor e Consultoria, do presente trabalho.

#### **4.2 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

O empreendimento em questão refere-se à melhoria da capacidade da rodovia BR-280/SC, constituindo-se de dois lotes de projeto:

- Lote 01: São Francisco do Sul – Interseção com a BR-101: segmento compreendido entre o km 0,0 e o km 34,5, em uma extensão de 34,5 km.
- Lote 02: Interseção com a BR-101 – Jaraguá do Sul/SC: segmento compreendido entre o km 34,5 e o km 71,5, em uma extensão de 37,0 km.

A análise das alternativas locacionais indicou aquela que prevê a execução de duas variantes, uma contornando a cidade de São Francisco do Sul e outra externamente às cidades de Guaramirim e Jaraguá do Sul. Sendo assim, a caracterização da rodovia considera apenas essa alternativa.

##### **4.2.1 Caracterização da Rodovia**

A duplicação da BR-280 se inicia aproximadamente no km 0,5, fora da área do Porto de São Francisco do Sul. No segmento compreendido entre o km 0,0 e o km 0,5, o reordenamento do uso do solo deverá fazer parte de estudo específico da região portuária e, portanto, não integra o projeto em questão.

O eixo proposto para duplicação entre o km 0,5 e o km 1,5, segmento em curva na encosta do Morro Pão de Açúcar, coincide com a estrada existente, com alargamento para os dois lados de forma simétrica. A partir desse ponto até o km 3,5, onde estão instaladas residências e grandes armazéns de apoio ao porto no lado esquerdo, a duplicação passa a ser feita do lado direito.

O contorno de São Francisco do Sul, com as duas pistas atravessando áreas à esquerda do eixo atual, inicia-se no km 3,5. Esse contorno cruza em desnível a SC-301 (km 4,0), que acessa as praias de Ubatuba e Enseada, entre outras, e uma estrada municipal de acesso à localidade de Tapera (km 6,0). Contornando pelo lado esquerdo

a Cia. Vega do Sul (km 9,5), cruza a via férrea existente (km 10,0) antes de se juntar novamente ao eixo da BR-280 nas proximidades do km 11,0. Essa variante atravessa regiões planas, com eixo centrado em pequena faixa de solo arenoso, com cotas levemente superiores às laterais, onde aparentemente predominam solos com baixa capacidade de suporte. Entre os km 8,0 e 10,0, a topografia apresenta-se mais acidentada, sem comprometer o traçado almejado.

Do km 11,0 ao km 23,5, a nova pista fica à direita da pista existente. Esse segmento passa por uma conformação topográfica em forma de sela, formada pelos Morros da Cruz, lado direito (terra indígena Morro Alto), e Morro da Palha, lado esquerdo, km 11,5. Na altura do km 14,0 tem-se a travessia do Bairro Miranda, onde as localidades de Laranjeiras e Ribeira são acessadas à direita e, para o lado esquerdo, a Praia do Ervino. Entre os km 17,4 e 19,3 tem-se a travessia do Canal do Linguado, batizado de Canal Norte e Sul, através de uma ponte com aproximadamente 1.900 m de extensão, em pista simples, paralela ao aterro existente (será aproveitada a estrada existente, mantendo-a como pista esquerda da futura duplicação da BR-280). No km 21,0 há o acesso a Barra do Sul para o lado esquerdo.

Próximo ao km 23,5 encontra-se a área urbana do Município de Araquari. O lado proposto para duplicação passa para o esquerdo, até o km 26,0, por apresentar menor número de propriedades atingidas.

Entre os km 26,0 e 27,0, o eixo de projeto coincide com o da estrada existente na travessia do Jardim Icaraí. Com essa configuração, as vias laterais projetadas coincidem com as existentes, não atingindo as edificações lindeiras.

Entre os km 27,0 e 29,0, contornou-se a área urbana do Bairro Porto Grande, passando as duas pistas mais para o lado esquerdo. Esse contorno tem a extensão aproximada de 1,50 km.

Entre os quilômetros 29,0 e 30,5, a pista nova passa à esquerda da existente. Nesse trecho atravessa-se o Loteamento Cerro Azul, não havendo maiores interferências com a comunidade devido ao espaço lateral existente.

No km 31,0, a interseção existente de acesso a Joinville pela SC-301, via Itinga, tem sua geometria configurando a BR-280/SC como via secundária. Propõe-se a devida correção geométrica, passando as duas pistas pela esquerda totalmente fora da existente.

Após o km 31,0, até a interseção com a BR-101, km 34,5, a proposta para duplicação é para o lado esquerdo, inclusive com a ampliação e deslocamento dos ramos sul daquele entroncamento existente.

Entre os km 34,5 e km 35,9, km 36,3 e km 44,7, e km 45,4 e km 47,3, a nova pista deverá ser construída no lado direito da existente. Esse posicionamento tem por objetivo evitar a escavação de cortes elevados, minimizando as possibilidades de instabilidades e reduzindo o desmatamento e áreas de desapropriação. Além desses fatores, a duplicação pelo lado direito da plataforma existente evita a interferência com a linha do gasoduto implantado no lado esquerdo da plataforma. A partir do km 34,9 até o km 36,5, o traçado da rodovia interfere com a Aldeia Tiaraju, do grupo indígena Guarani Mbya.

Do km 35,9 ao km 36,3, para evitar a instabilidade do talude existente no lado direito com a execução de banquetas de corte, o eixo da duplicação será coincidente com o eixo existente. Da mesma forma, entre o km 44,7 e o km 45,4, em virtude da presença do Shopping União na margem direita da rodovia.

Do km 47,3 ao km 49,3, a duplicação será feita pela construção de uma nova pista ao lado esquerdo da pista existente. Essa mudança de lado para a nova pista foi determinada pela presença de instalações industriais nas proximidades da faixa de domínio, o que impediu a continuidade da duplicação pelo lado direito.

O contorno de Guaramirim e Jaraguá do Sul se inicia no km 49,3, desenvolvendo-se ao norte das cidades contornadas, a partir de onde o novo traçado da BR-280 abandona o traçado existente. Com isso, o segmento existente entre o km 49,3 o km 55 ficará em pista simples. Neste contorno haverá a implantação pioneira da rodovia, em pista dupla, separada por canteiro central.

O contorno se desenvolve ao longo dos vales das bacias hidrográficas dos rios Itapocuzinho e Itapocu. O projeto do traçado do contorno levou em consideração a existência do projeto do contorno ferroviário que se desenvolve também naqueles vales, além da ocupação urbana existente e do sistema de vias municipais e estaduais.

Do início do contorno até o km 53,0, localizado na divisa dos Municípios de Guaramirim e Schroeder, a rodovia se desenvolve na sub-bacia do rio Quati, atravessando-o na altura do km 49,7. Nesse trecho também serão transpostos a estrada municipal de acesso à localidade de Caixa d'Água, na altura do km 50,2; a

Ferrovia ALL, no km 50,3; e, no km 52,2, a rodovia SC-413 (Rodovia do Arroz), estrada estadual que interliga os Municípios de Joinville, Guaramirim e Massaranduba. Até a interseção com a SC-413, a rodovia atravessa áreas cultivadas com arroz irrigado, e desse ponto ao km 53,0, já no Município de Schroeder, áreas de pastagens, capoeiras e capoeirões.

O traçado segue em meia encosta pela margem esquerda do ribeirão Schroeder, transpondo-o no km 56,3. Após a travessia do ribeirão, o projeto se desenvolve pela margem direita deste, em terrenos planos cultivados com arroz irrigado, até e travessia da estrada de acesso a Schroeder (km 57,9).

Na altura do km 59,3 se dá a transposição do rio Itapocuzinho, e a variante se desenvolve por áreas de várzea, intensamente cultivadas, onde predominam o cultivo de arroz irrigado e a bananicultura. Na altura do km 60,2, cruza a rodovia SC-416, pavimentada, que interliga a atual rodovia BR-280 ao bairro João Pessoa e à cidade de Schroeder. A partir da interseção com a SC-416, o projeto se desenvolve em meia encosta e em aclave, a montante das ocupações existentes.

Entre o km 62,8 e o km 68,9 ocorre a transposição do Morro Vieira (divisor de águas das bacias dos rios Itapocuzinho e Itapocu), espigão com altitudes de até 390 m. Para essa transposição será construído um túnel duplo com extensão de 1.000 m, que terá seu início no km 64,0 e fim no km 65,0, aproximadamente.

O final da variante e do empreendimento se dará no km 72,4, onde o traçado coincide novamente com a BR-280/SC.

#### Quadro 4.1 – Detalhamento da duplicação

| DETALHAMENTO PARA DUPLICAÇÃO E CONTORNO |          |   |   |
|---|----------|---|---|
| KM INICIA                               | KM FINAL | DUPLICAÇÃO LATERAL DA RODOVIA EXISTENTE   | CONTORNO DA RODOVIA EXISTENTE   |
| 0,5                                     | 3,5      | A duplicação orienta-se para o lado direito, haja vista a ocupação do lado contrário, onde está prevista a implantação do Contorno Ferroviário de São Francisco do Sul. | –   |
| 3,5                                     | 11,0     | –   | Contorno de São Francisco do Sul, variando pelo lado esquerdo da existente. |
| 11,0                                    | 23,5     | A nova pista foi posicionada à direita da pista existente. Entre os km 17,4 e 19,3, tem-se a travessia do Canal do Linguado.  | –   |

| DETALHAMENTO PARA DUPLICAÇÃO E CONTORNO |          |  |  |
|---|----------|--|--|
| KM INICIA                               | KM FINAL | DUPLICAÇÃO LATERAL DA RODOVIA EXISTENTE  | CONTORNO DA RODOVIA EXISTENTE  |
| 23,5                                    | 26,0     | A duplicação passa para o lado esquerdo; nesse trecho encontra-se a área urbana do Município de Araquari, sendo o lado proposto para a duplicação o que apresenta o menor número de propriedades atingidas.  | –  |
| 26,0                                    | 27,0     | O eixo de projeto coincide com o da estrada existente. Com essa configuração as vias laterais projetadas coincidem com as existentes, o que faz com que as edificações lindeiras não sejam atingidas.  | –  |
| 27,0                                    | 29,0     | –  | Contornou-se a região urbana do bairro Porto Grande, com as duas pistas passando à esquerda da existente. Justifica-se essa opção pois, do contrário, muitas propriedades seriam atingidas, inclusive a Escola Municipal Amaro Coelho e uma estação de redução de pressão de gás da SCGÁS. |
| 29,0                                    | 31,0     | A pista nova passa à direita da existente. Nesse trecho atravessa-se o loteamento Cerro Azul, não havendo maiores interferências com a comunidade devido ao espaço lateral existente.  | –  |
| 31,0                                    | 33,0     | –  | Propõe-se a devida correção geométrica, passando as duas pistas pela esquerda totalmente fora da existente.  |
| 33,0                                    | 34,5     | A proposta para duplicação é para o lado esquerdo, inclusive a ampliação e o deslocamento dos ramos sul daquele entroncamento existente. No final do trecho há nova inversão de lado da nova pista, para encaixe do projeto com o Lote 02, onde a duplicação ocorre à direita. | –  |
| 34,5                                    | 35,9     | A duplicação inicia em paralelo à pista atual, pelo lado direito da rodovia, em virtude da presença da tubulação de gás no lado esquerdo, que necessitaria ser relocada.   | –  |
| 35,9                                    | 36,3     | O eixo da duplicação é coincidente com o eixo atual da rodovia, para evitar que seja atingida área indígena contígua à faixa de domínio.   | –  |
| 36,3                                    | 44,7     | O eixo da duplicação passa pelo lado direito, cruzando pontes a serem alargadas e interseções de projeto.  | –  |
| 44,7                                    | 47,3     | O eixo de duplicação coincide com o eixo atual da rodovia, para evitar a desapropriação do Shopping União (km  | –  |



| DETALHAMENTO PARA DUPLICAÇÃO E CONTORNO |          |  |   |
|---|----------|--|---|
| KM INICIA                               | KM FINAL | DUPLICAÇÃO LATERAL DA RODOVIA EXISTENTE  | CONTORNO DA RODOVIA EXISTENTE   |
|   |          | 45,0), com a implantação da rua lateral direita. A duplicação volta a ser paralela pelo lado direito no km 45,7, evitando aterrar o açude do km 45,4.  |   |
| 47,3                                    | 49,3     | A duplicação passa a ser paralela pelo lado esquerdo da rodovia atual, para evitar que o talude de corte atinja a torre de telefonia do km 47,4 e as instalações da WEG Química entre os km 48,0 e 48,1. | –   |
| 49,3                                    | 72,4     | –  | O contorno norte das cidades de Guaramirim e Jaraguá do Sul. No final do trecho, em virtude dos acessos aos bairros Tifa Monos (lado esquerdo) e Nereu Ramos (lado direito), foi projetada a última interseção, no km 72,4. Foram projetadas, ainda, alças para acesso aos citados bairros. |

#### 4.2.2 Classe da Rodovia

- Classe: 1A
- Velocidade diretriz: 110 km/h – em região plana  
90 km/h – em região ondulada  
70 km/h – em região montanhosa
- Rampa máxima: 6%
- Raio mínimo: 185 m
- Faixa de domínio (mínima): 60 m

#### 4.2.3 Extensão da Rodovia

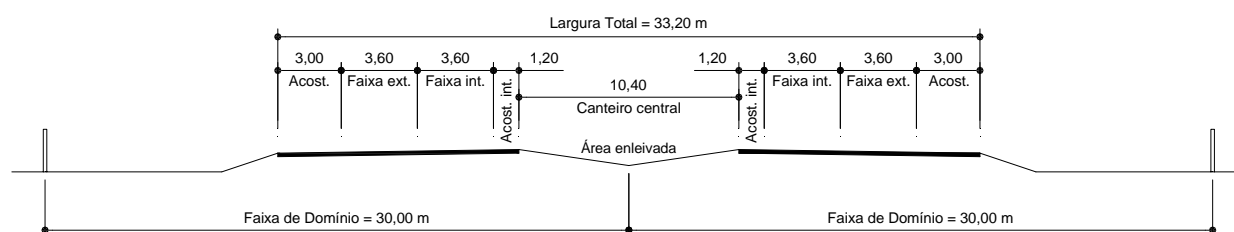
O Quadro 4.2 a seguir mostra como serão duplicados os 71,50 km de extensão da rodovia.

#### Quadro 4.2 – Detalhamento aproximado da extensão total

| DUPLICAÇÃO LATERAL À RODOVIA ATUAL                               |            |               |
|--|------------|---------------|
| INÍCIO (KM)  | FINAL (KM) | EXTENSÃO (KM) |
| 0,0  | 3,5        | 3,5           |
| 11,0   | 27,0       | 26,0          |
| 29,0   | 31,0       | 2,0           |
| 33,0   | 49,3       | 16,3          |
| <b>SEMITOTAL = A</b>   |            | <b>47,8</b>   |
| IMPLANTAÇÃO DE PISTA DUPLA EM NOVO TRAÇADO (TRECHOS EM VARIANTE) |            |               |
| INÍCIO (KM)  | FINAL (KM) | EXTENSÃO (KM) |
| 3,5  | 11,00      | 7,5           |
| 27,00  | 29,00      | 2,0           |
| 31,0   | 33,0       | 2,0           |
| 49,30  | 71,50      | 22,2          |
| <b>SEMITOTAL = B</b>   |            | <b>33,7</b>   |
| <b>EXTENSÃO TOTAL = A + B</b>                                    |            | <b>71,50</b>  |

#### 4.2.4 Seção Transversal

Os estudos de tráfego, além do dimensionamento das pistas, verificação de níveis de serviço, necessidade de vias marginais nos trechos urbanos e previsão de mais uma faixa de tráfego no futuro, definiram a seção transversal tipo mais adequada (Figura 4.8).



**Figura 4.8** – Exemplo de canteiro central.

A plataforma com a pista duplicada é composta dos seguintes elementos:

- Canteiro central

Pelas razões explicitadas, a 16ª UNIT, pela unanimidade de seus técnicos, recomenda, para adoção em zona rural, onde os custos de desapropriação são

reduzidos, a seção acima, em que a largura do canteiro central é de 12,80 m (medida esta entre os bordos internos das faixas de tráfego).

- Separador central

São previstos dois tipos desses dispositivos:

Nos segmentos em áreas urbanizadas, o separador central é uma barreira rígida de 0,60 m, com faixas de segurança de 2,50 m.

Nos segmentos fora de áreas urbanizadas, o separador constitui-se em canteiro central gramado de 10,40 m de largura, entre as faixas de segurança. Isso permite a futura ampliação de seção (três faixas), para o lado interno das pistas, e a execução de barreira rígida com as devidas faixas de segurança.

- Faixa de segurança interna

As faixas de segurança junto ao separador central são de 2,50 m de largura, no caso de barreira rígida, e de 1,20 m de largura, no caso de canteiro central.

- Pista de rolamento

A pista é composta de duas faixas de tráfego com 3,60 m cada.

- Acostamento externo

O acostamento externo é de 3,00 m, interrompido pelos *tapers* de entrada e de saída de interseções.

- Canteiro separador

O espaço resultante entre o acostamento da BR-280 e a via lateral é denominado canteiro separador, apresentando largura variável.

- Barreiras e defensas

A barreira prevista é de concreto rígido tipo New Jersey, com 0,60 m de largura, e será implantada nos segmentos sem canteiro central, com um afastamento de 2,50 m.

No caso de defensas, serão implantados dois tipos:

- defensas semimaleáveis duplas, na separação de pistas, quando o canteiro for inferior a 6,00 m;

- defensas semimaleáveis simples, nas bordas das pistas ou ramos de interseções, onde a altura do aterro assim o justificar.

- Elemento antiofuscante

Recomenda-se o plantio de arbustos apropriados no canteiro central e no canteiro separador (canteiro entre a pista da BR-280 e as vias laterais) para neutralizar o efeito de ofuscamento provocado por veículos trafegando no sentido oposto.

Visando, sobretudo, a aumentar a segurança nos eventuais pontos de travessia de pedestres, em nível, nos segmentos urbanizados, dispensando a implantação de elemento antiofuscante, propõe-se o seguinte conjunto de medidas:

- iluminação das vias laterais;
- regulamentação da velocidade máxima admissível; e
- proibição de trafegar com luz alta.

- Vias laterais e áreas urbanizadas

As vias laterais dentro do perímetro urbano, em alguns casos, já se encontram implantadas, porém de forma precária. Estas serão melhoradas, em planta e perfil, recebendo revestimento conforme projeto de execução.

## 1 Pista de rolamento

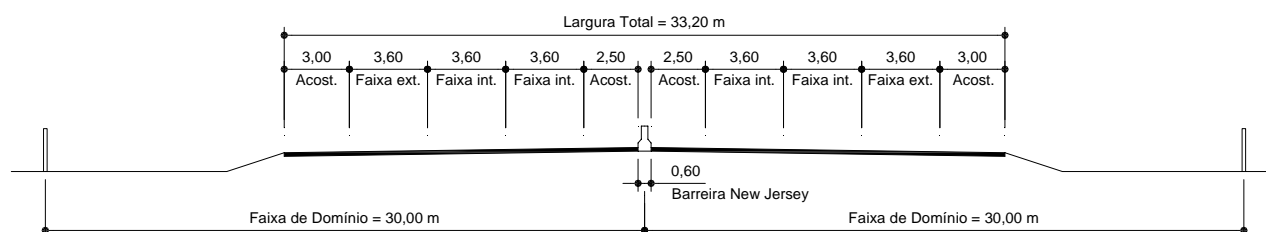
Em toda a extensão de áreas urbanizadas, é prevista a implantação de vias laterais pavimentadas em ambos os lados.

As vias laterais propostas, predominantemente de uso local, com pouco tráfego, foram dimensionadas com 7,50 m de largura, permitindo a circulação de veículos em ambos os sentidos. A seção ainda é composta de ciclovia (1,70 m), separada da pista por canteiro de 0,50 m e passeio com 1,50 m de largura situada no lado externo.

## 2 Via lateral fora de área urbanizada

As vias laterais no segmento rural, em alguns locais, já se encontram implantadas. Devido à sua precariedade, tanto geométrica como de revestimento, seu aproveitamento integral é pouco viável, tendo sido tratadas como implantação nova, com plataforma de terraplenagem de 8,00 m, pista de rolamento bidirecional de 7,00 m e revestimento primário.

Terceira faixa de tráfego – Esta seção ensejará, em futuro próximo, a inserção interna de uma terceira faixa de tráfego de 3,60 m e a ampliação do acostamento interno de 1,20 m para 2,50 m, através da implantação de barreira central New Jersey, separadora das pistas, com largura de 0,60 m, conforme a Figura 4.9.



**Figura 4.9** – Triplicação futura.

#### 4.2.5 Quantitativos

Os quadros a seguir apresentam os principais quantitativos estimados do empreendimento.

**Quadro 4.3** – Volumes de corte, caixas de empréstimo, aterros e bota-foras

| LOTE                 | CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL | CORTE – ORIGEM        |                      | ATERRO – DESTINO |           |
|----------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|------------------|-----------|
|                      |                           | CORTES E ALARGAMENTOS | CAIXAS DE EMPRÉSTIMO | ATERROS          | BOTA-FORA |
| Lote 01              | 1ª categoria              | 3.723.359             | 1.445.287            | 4.783.648        | 215.000   |
|                      | 2ª categoria              | 513.871               | 170.034              | 683.905          | –         |
|                      | 3ª categoria              | 297.684               | 255.805              | 553.489          | –         |
|                      | TOTAL                     | 4.534.914             | 1.871.126            | 6.021.042        | 215.000   |
| Lote 02              | 1ª categoria              | 6.707.480             | 3.010.000            | 5.710.000        | 559.350   |
|                      | 2ª categoria              | 1.743.000             | 444.000              |                  |           |
|                      | 3ª categoria              | 2.614.500             | 666.000              | 2.614.500        |           |
|                      | TOTAL                     | 11.064.980            | 4.120.000            | 8.324.500        | 559.350   |
| Total dos dois lotes |                           | 15.599.894            | 5.991.126            | 14.345.542       | 774.350   |

**Quadro 4.4** – Quantidades de pontes, viadutos e túneis

| LOTE    | PONTES |              | VIADUTOS |              | TÚNEIS (DUPLO) |              |
|---------|--------|--------------|----------|--------------|----------------|--------------|
|         | QUANT. | EXTENSÃO (M) | QUANT.   | EXTENSÃO (M) | QUANT.         | EXTENSÃO (M) |
| Lote 01 | 1      | 1.921        | 14       | 674          | –              |              |
| Lote 02 | 4      | 412          | 24       | 575          | 1              | 1.000        |
| Total   | 5      | 2.333        | 38       | 1.249        | 1              | 1.000        |

#### **4.2.6 Tecnologia a Ser Empregada para a Execução da Transposição do Canal do Linguado**

Como se sabe, a Baía da Babitonga possuía duas saídas para o mar: uma através da Barra da Babitonga e outra pelo citado Canal do Linguado, este último constituído por duas passagens de água, separadas por uma pequena porção de terra, a Ilha do Linguado. O Canal Norte, mais largo, possui em torno de 600 m de largura, e outro, ao Sul, 400 m. Atualmente, esses canais encontram-se obstruídos.

Atualmente corre na Justiça Federal um processo que formaliza a elaboração de novos “Estudos do Sistema da Baía da Babitonga e Canal do Linguado”, visando à sua reabertura. Esses estudos foram contratados pelo DNIT junto ao IME – Instituto Militar de Engenharia e foram concluídos.

A transposição desse Canal será feita através de uma ponte com 1.921,58 m de extensão, com superestrutura em aço. A utilização de estrutura em aço tipo caixão possibilita a eliminação de todo o escoramento e, dessa forma, reduz o tempo e custos da obra. Foi concebida em função do gabarito de navegação necessário para navegação no Canal Sul, tendo, como vão máximo 80,00 m, e 55,76 m para os demais vãos.

Como será aproveitada a estrada existente, mantendo-a como pista esquerda da futura duplicação da BR-280, a largura total do estrado é de 12,20 m, assim subdividido: duas faixas de rolamento de 3,60 m, um acostamento interno de 1,20 m, um acostamento externo de 3,00 m e dois guarda-rodas de bordo de 0,40 m. A laje do tabuleiro será em concreto armado, executado no local da obra.

A mesoestrutura é constituída por pórticos em concreto armado cujos pilares terão seção circular.

A infra-estrutura, devido às características do terreno, terá fundação profunda tipo estacas, coroadas por bloco de concreto armado.

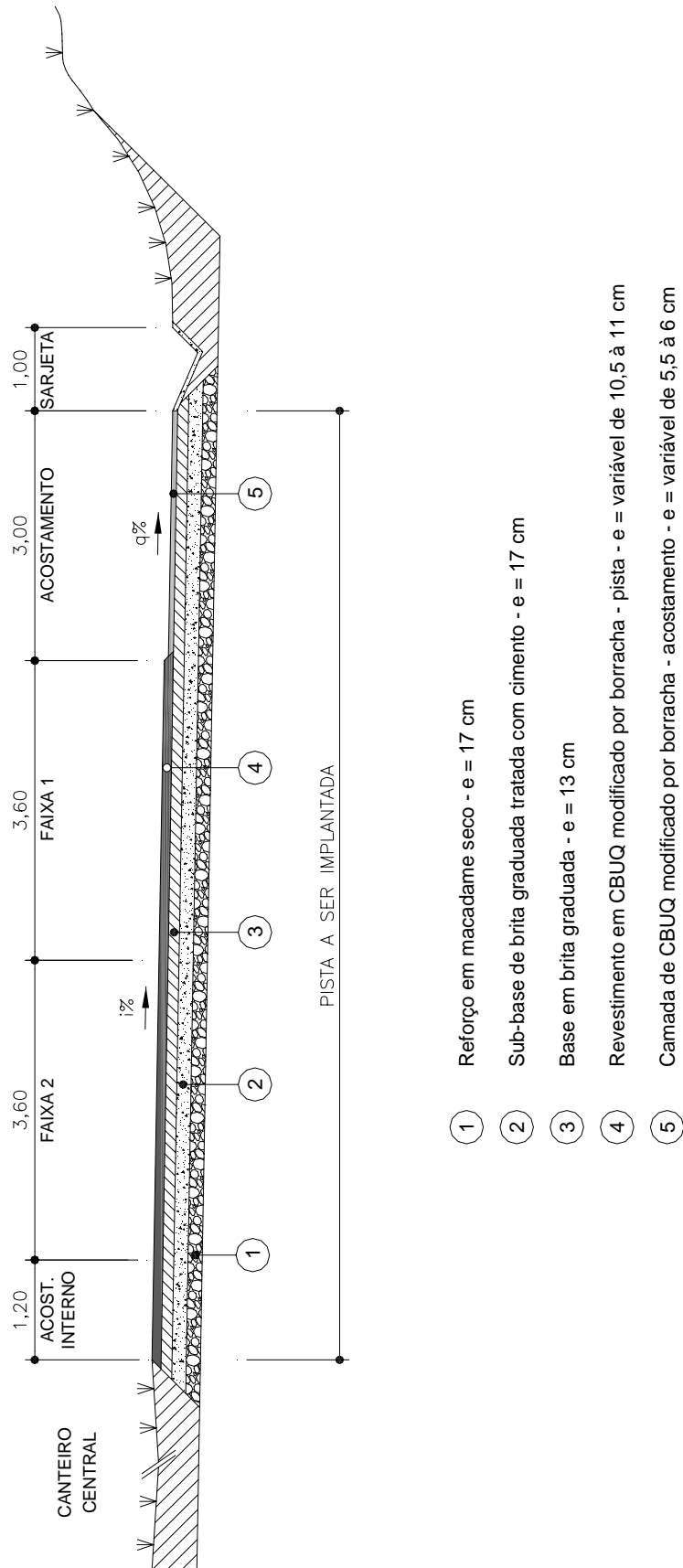
Cabe observar que o projeto definitivo da ponte estava em estudos até a data da elaboração deste EIA.

#### **4.2.7 Revestimento das Pistas e Acostamentos**

Como o projeto foi dividido em dois lotes, cada projetista utilizou sua metodologia para definir o pavimento a ser utilizado nas pistas de cada lote.

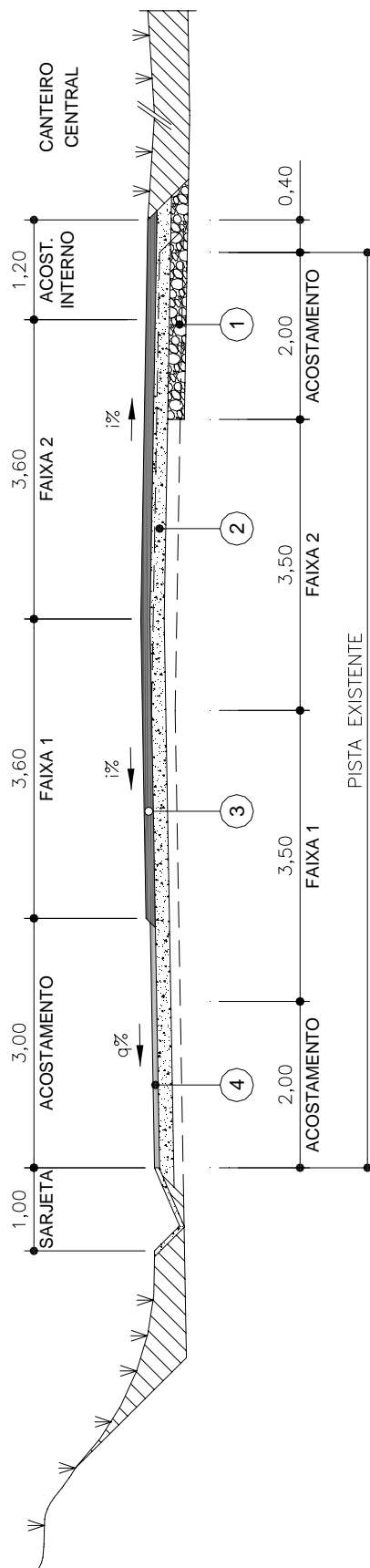
Para o Lote 01, a pista nova foi projetada com revestimento em Concreto Asfáltico Usinado a Quente – CBUQ modificado com borracha, sobre base de brita graduada, sub-base em brita graduada tratada com cimento e reforço do subleito em macadame seco. A pista existente terá um reforço de espuma-asfalto sobre o pavimento atual, sendo esse reforço revestido de CBUQ modificado com borracha.

As Figuras 4.10 e 4.11, mostram as seções transversais tipo da pavimentação para o Lote 01.



**Figura 4.10 – Pavimentação para pista a ser implantada no Lote 1**





- ① Sub-base de macadame seco - e = 20 cm
- ② Reciclagem em espuma asfalto - e = 17 cm
- ③ Revestimento em CBUQ modificado por borracha - pista - e = variável de 6 à 11 cm
- ④ Camada de CBUQ modificado por borracha - acostamento - e = variável de 3 à 6 cm

NOTAS:

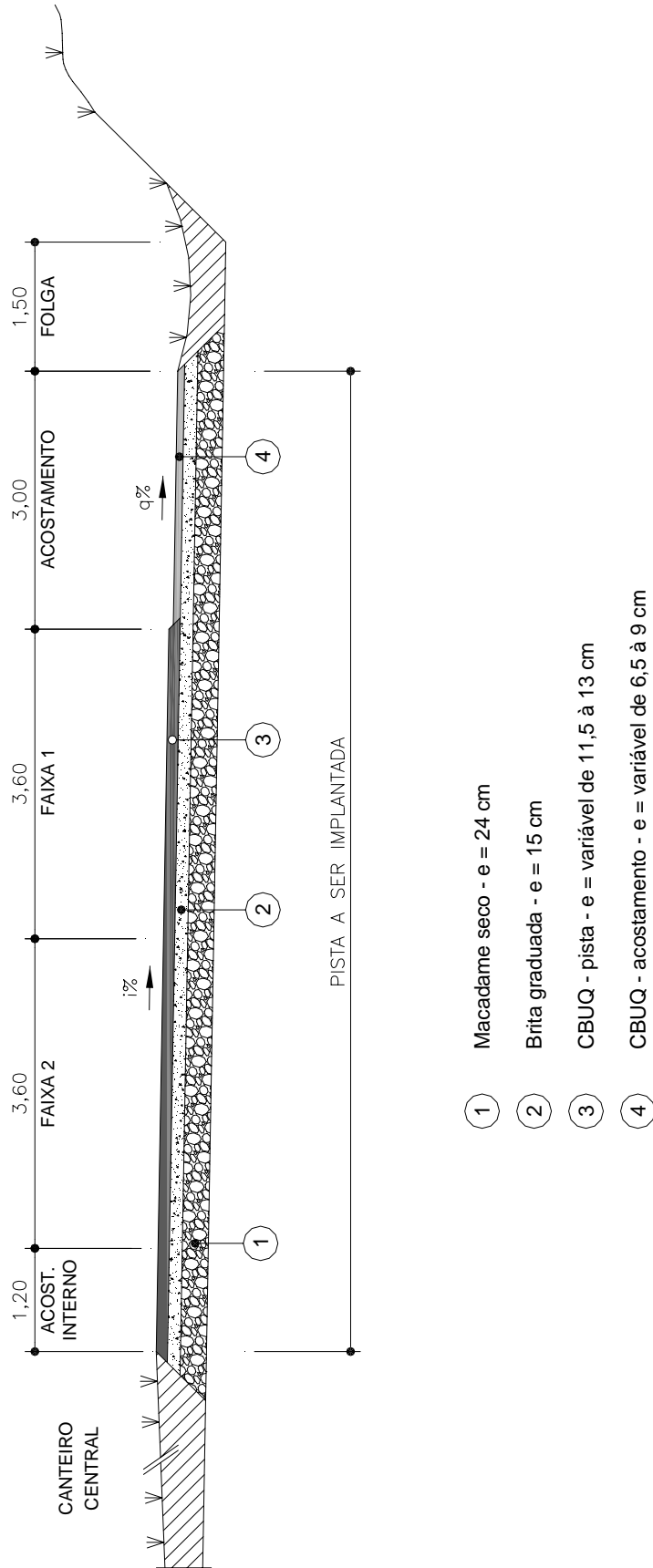
- 1 - Dimensões em metros
- 2 - i% = Declividade transversal da pista
- 3 - q% = Declividade transversal do acostamento
- 4 - e = Espessura da camada

Figura 4.11 – Pavimentação para pista existente no Lote 1

Para o Lote 02 está previsto o revestimento das pistas novas em Concreto Asfáltico Usinado a Quente – CBUQ, sobre base de brita graduada e sub-base em macadame seco. As pistas existentes serão revestidas com camada de CBUQ.

No túnel serão utilizadas placas de concreto de cimento, sobre sub-base de concreto compactado a rolo.

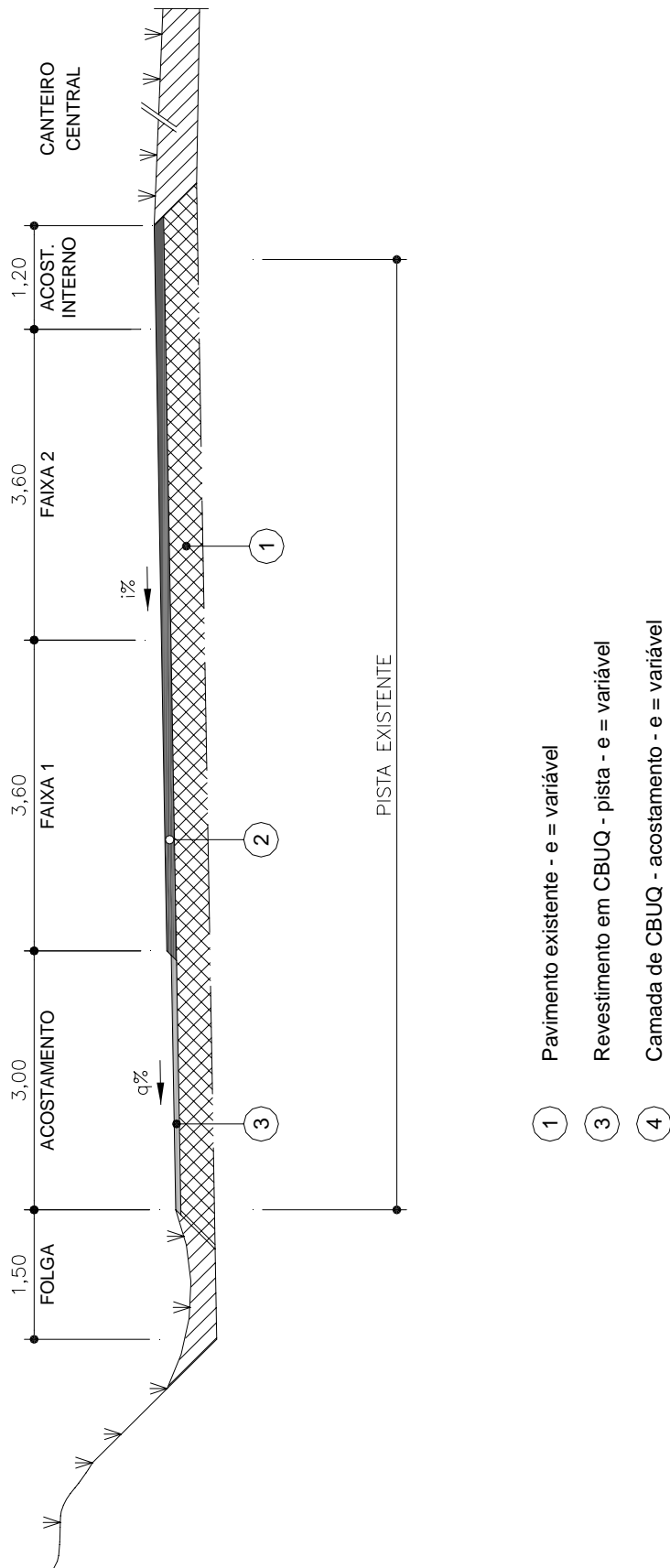
As 4.12, 4.13 e 4.14, mostram a as seções transversais tipo da pavimentação para o Lote 02.



**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em metros
- 2 -  $i\%$  = Declividade transversal da pista
- 3 -  $q\%$  = Declividade transversal do acostamento
- 4 - e = Espessura da camada

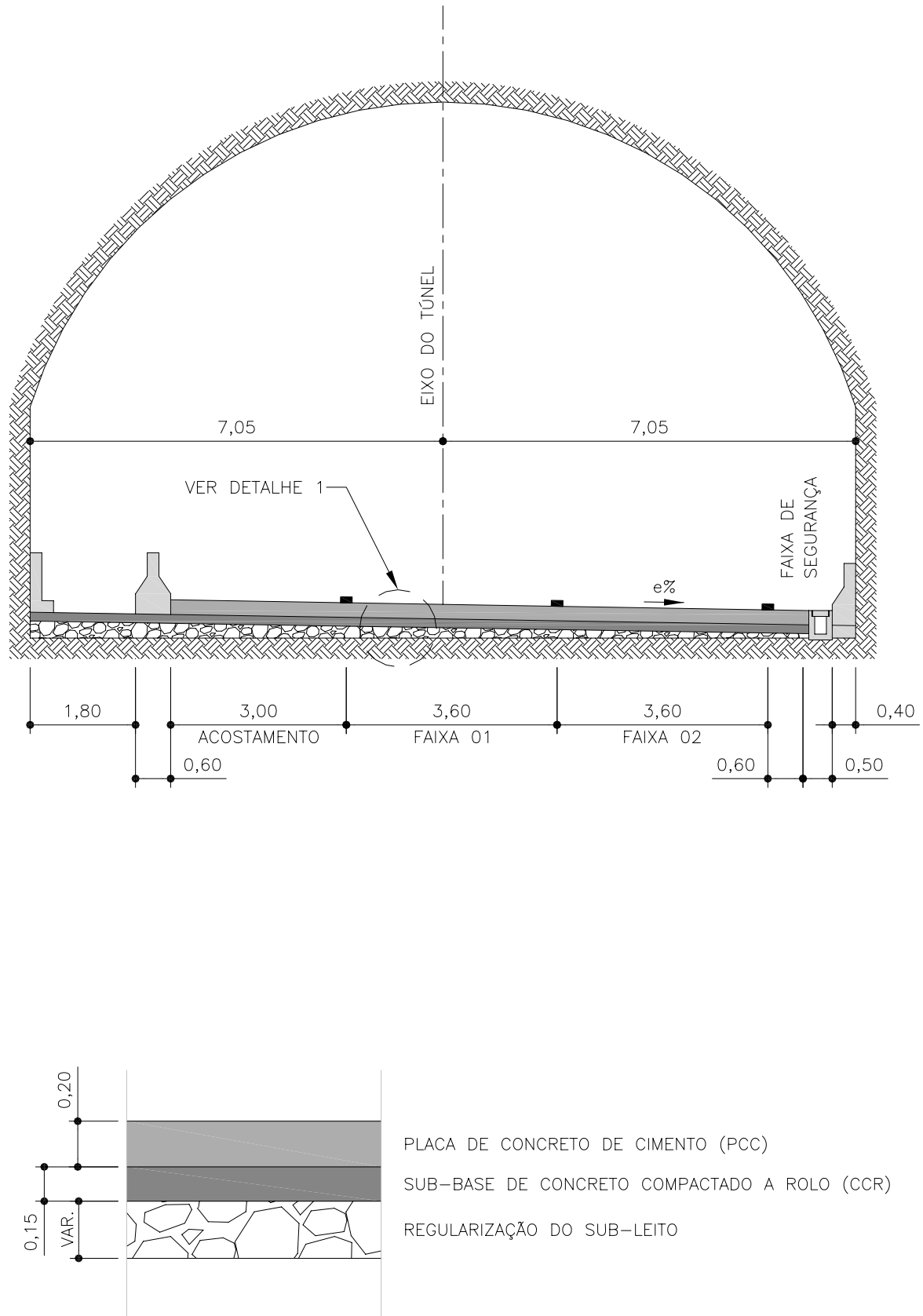
**Figura 4.12 – Pavimentação para pista a ser implantada no Lote 2**



**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em metros
- 2 - 1% = Declividade transversal da pista
- 3 - q% = Declividade transversal do acostamento
- 4 - e = Espessura da camada

**Figura 4.13 – Pavimentação para pista existente no Lote 2**



**Figura 4.14 – Pavimentação para o Túnel do Lote 2**

#### 4.2.8 Infra-estrutura Existente e Necessária para a Implantação do Empreendimento

Próximo à cidade de Joinville, cidade com aproximadamente 500.000 habitantes, o traçado da BR-280/SC atravessa os Municípios de São Francisco do Sul, Araquari, Guaramirim, Schroeder e Jaraguá do Sul. Essa região está altamente antropizada, tendo toda infra-estrutura necessária para a implantação do empreendimento, tais como comércio, luz, coleta de lixo, hospitais, transporte, água, etc. Além de intenso transporte intermunicipal, a região conta também com a proximidade do aeroporto de Joinville, distando 12 km da BR-280.

#### Quadro 4.5 – Principais itens de infra-estrutura da região

| CIDADE<br>INFRAEST.                   | SÃO<br>FRANCISCO<br>DO SUL     | ARAQUARI               | GUARAMIRIM             | JARAGUÁ<br>DO SUL              | SCHROEDER              |
|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| População                             | 37.613                         | 21.278                 | 29.932                 | 129.973                        | 12.776                 |
| Comercio                              | 737                            | 220                    | 595                    | 2.798                          | 143                    |
| Escolas                               | 71                             | 28                     | 48                     | 168                            | 26                     |
| Estabelecimentos<br>de saúde          | 26                             | 11                     | 13                     | 90                             | 6                      |
| Instituições<br>financeiras           | 5                              | 2                      | 5                      | 15                             | 2                      |
| Coleta de lixo                        | Engepasa<br>Ambiental<br>Ltda. | Sim                    | Sim                    | Engepasa<br>Ambiental<br>Ltda. | Sim                    |
| Abast. de água e<br>tratam. de esgoto | SAMAE                          | CASAN                  | CASAN                  | SAMAE                          | CASAN                  |
| Energia elétrica                      | Celesc<br>Distribuição         | Celesc<br>Distribuição | Celesc<br>Distribuição | Celesc<br>Distribuição         | Celesc<br>Distribuição |

Fonte: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

#### 4.2.9 A Origem, Quantificação e Qualificação de Mão-de-obra a Ser Empregada nas Diferentes Etapas de Implantação do Empreendimento

Conforme item anterior, a região é provida de boa infra-estrutura, podendo ter grande parte da mão-de-obra para o empreendimento arregimentada na região. Segundo dados da Associação Brasileira de Consultoria de Engenharia (ABCE), divulgados no Sumário ABCE nº 184, em 6 de setembro de 2002, para implantação de 500 km de rodovias são geradas 10.000 vagas de empregos diretos e 30.000 vagas de

empregos indiretos. Em uma analogia do empreendimento proposto, estima-se a geração de 1.400 vagas diretas e 4.200 vagas indiretas de empregos na região durante o período de construção.

#### **4.2.10 A Localização dos Canteiros de Obras e Alojamentos, e Informações dos Equipamentos de Infra-estrutura dos Mesmos**

Os canteiros de obras e alojamentos são considerados fundamentais para a execução das obras, tendo em vista que neles se instalam elementos de controle técnico e administrativo, assim como manutenção de máquinas e equipamentos e abastecimento dos materiais necessários à construção.

A escolha do local para os canteiros de obra cabe às construtoras, assim como o licenciamento dos mesmos. O que se pode adiantar é que estes não deverão ser instalados em áreas que possam provocar danos ambientais relevantes, tais como áreas de preservação permanente, áreas que requeiram substanciais movimentos de terra, áreas que prejudiquem o tráfego local, áreas onde a poeira e o ruído devam ser evitados, entre outras.

Provavelmente os canteiros deverão ser instalados próximos às cidades, por onde passa a rodovia, pela facilidade de acesso à infra-estrutura existente (item 4.2.8). Essa proximidade facilitaria e reduziria o dimensionamento das instalações, como, por exemplo, no que se refere a alojamentos (parte dos operários poderiam morar nas cidades), refeitórios (terceirização no fornecimento de refeições), enfermaria (proximidade a estabelecimentos de saúde), fornecimento de água, luz, comunicação (telefonia e Internet) e coleta de lixo.

Mais detalhes sobre os canteiros de obra encontram-se no item 4.3.1.

#### **4.2.11 Listagem dos Equipamentos Necessários à Implantação do Empreendimento**

A quantidade e o tipo de equipamento necessário para uma obra dessa dimensão irão variar em função do cronograma estabelecido, número de lotes de obras licitados e método construtivo de cada empreiteira.

O quadro a seguir mostra os principais equipamentos mais utilizados para esse tipo de construção.

**Quadro 4.6 – Serviços e equipamentos**

| SERVIÇO                                 | EQUIPAMENTO  |
|---|--|
| Terraplenagem e obras-de-arte correntes | Trator de esteiras                                     |
|   | Escavadeira hidráulica                                 |
|   | Retroescavadeira                                       |
|   | Moto scraper   |
|   | Motoniveladora   |
|   | Pá carregadeira de pneus                               |
|   | Pá carregadeira de esteiras                            |
|   | Rolo compactador pé-de-carneiro                        |
|   | Rolo compactador liso                                  |
|   | Caminhão basculante                                    |
|   | Caminhão de carroceria                                 |
|   | Trator agrícola de pneus                               |
|   | Compactador mecânico tipo “sapo”                       |
|   | Betoneira  |
|   | Caminhão irrig. provido de bomba e barra distribuidora |
| Compressor de ar                        |  |
| Perfuratrizes pneumáticas               |  |
| Pavimentação                            | Vibro acabadora de asfalto                             |
|   | Motoniveladora   |
|   | Caminhão espargidor                                    |
|   | Rolo liso  |
|   | Rolo compactador de pneus                              |
|   | Caminhão basculante                                    |
| Obras-de-arte especiais                 | Caminhão basculante                                    |
|   | Caminhão de carroceria                                 |
|   | Caminhão betoneira                                     |
|   | Betoneira  |
|   | Vibrador de imersão para concreto                      |
|   | Bate-estacas   |
|   | Guindaste  |
| Túneis                                  | Compressor de ar                                       |
|   | Perfuratrizes pneumáticas                              |
|   | Caminhões basculantes para rocha                       |
|   | Pá carregadeira de esteiras                            |
|   | Ventiladores elétricos                                 |



#### 4.2.12 Volume de Tráfego Esperado na Fase de Operação da Rodovia

Os estudos de tráfego realizados para os dois lotes têm seus resumos apresentados nos quadros a seguir:

**Quadro 4.7** – Tráfego previsto no horizonte de projeto no Lote 01

| COMPOSIÇÃO DA FROTA – NÚMEROS TOTAIS |                |        |                   |        |
|--------------------------------------|----------------|--------|-------------------|--------|
| ANO                                  | VEÍCULOS LEVES | ÔNIBUS | VEÍCULOS DE CARGA | TOTAL  |
| 2009<br>(Abertura)                   | 9.614          | 301    | 6.650             | 16.565 |
|                                      | 58%            | 2%     | 40%               | 100%   |
| 2013                                 | 13.626         | 427    | 9.303             | 23.356 |
|                                      | 58%            | 2%     | 40%               | 100%   |
| 2018                                 | 21.072         | 660    | 14.489            | 36.221 |
|                                      | 58%            | 2%     | 40%               | 100%   |

**Quadro 4.8** – Tráfego previsto no horizonte de projeto no segmento 1 do Lote 02

| COMPOSIÇÃO DA FROTA – SEGMENTO 1 – KM 34 AO KM 50 |                |        |                   |        |
|---|----------------|--------|-------------------|--------|
| ANO   | VEÍCULOS LEVES | ÔNIBUS | VEÍCULOS DE CARGA | TOTAL  |
| 2009 (Abertura)                                   | 10.680         | 224    | 5.346             | 16.250 |
|   | 66%            | 2%     | 32%               | 100%   |
| 2013  | 12.076         | 262    | 6.498             | 18.836 |
|   | 64%            | 2%     | 34%               | 100%   |
| 2018  | 14.081         | 318    | 8.293             | 22.692 |
|   | 62%            | 1%     | 37%               | 100%   |

**Quadro 4.9** – Tráfego previsto no horizonte de projeto no segmento 2 do Lote 02

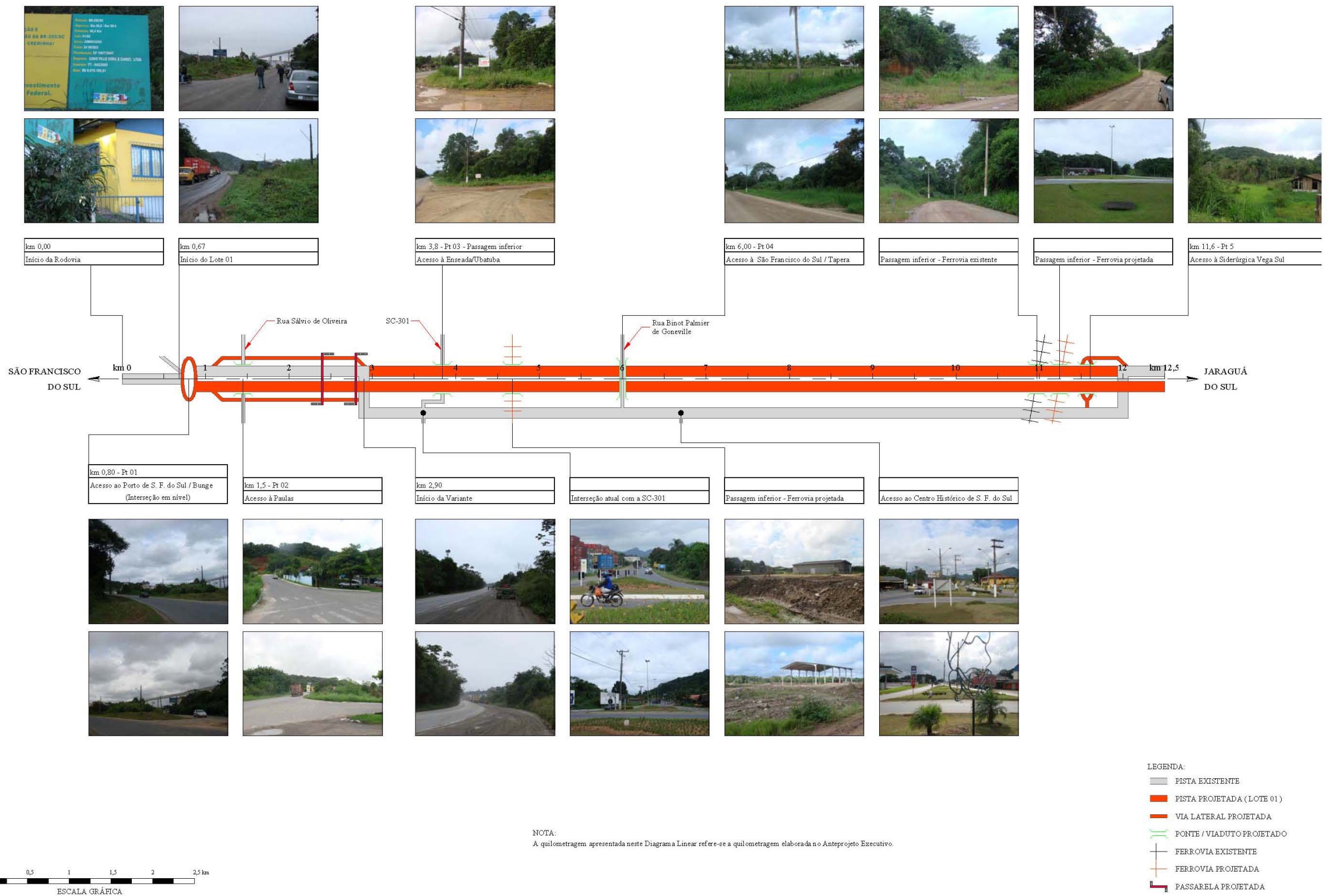
| COMPOSIÇÃO DA FROTA – SEGMENTO 2 – KM 50 AO KM 75 |                |        |                   |        |
|---|----------------|--------|-------------------|--------|
| ANO   | VEÍCULOS LEVES | ÔNIBUS | VEÍCULOS DE CARGA | TOTAL  |
| 2009<br>(Abertura)                                | 8.874          | 261    | 3.541             | 12.676 |
|   | 70%            | 7%     | 23%               | 100%   |
| 2013  | 10.034         | 306    | 4.305             | 14.645 |
|   | 68%            | 3%     | 29%               | 100%   |
| 2018  | 11.700         | 372    | 5.494             | 17.566 |
|   | 66%            | 3%     | 31%               | 100%   |

#### 4.2.13 Previsão de Localização dos Acessos Rodoviários

O Quadro 4.10 e as Figuras 4.15, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, apresentam a localização prevista dos acessos da rodovia BR-280/SC ao longo de todo o seu traçado.

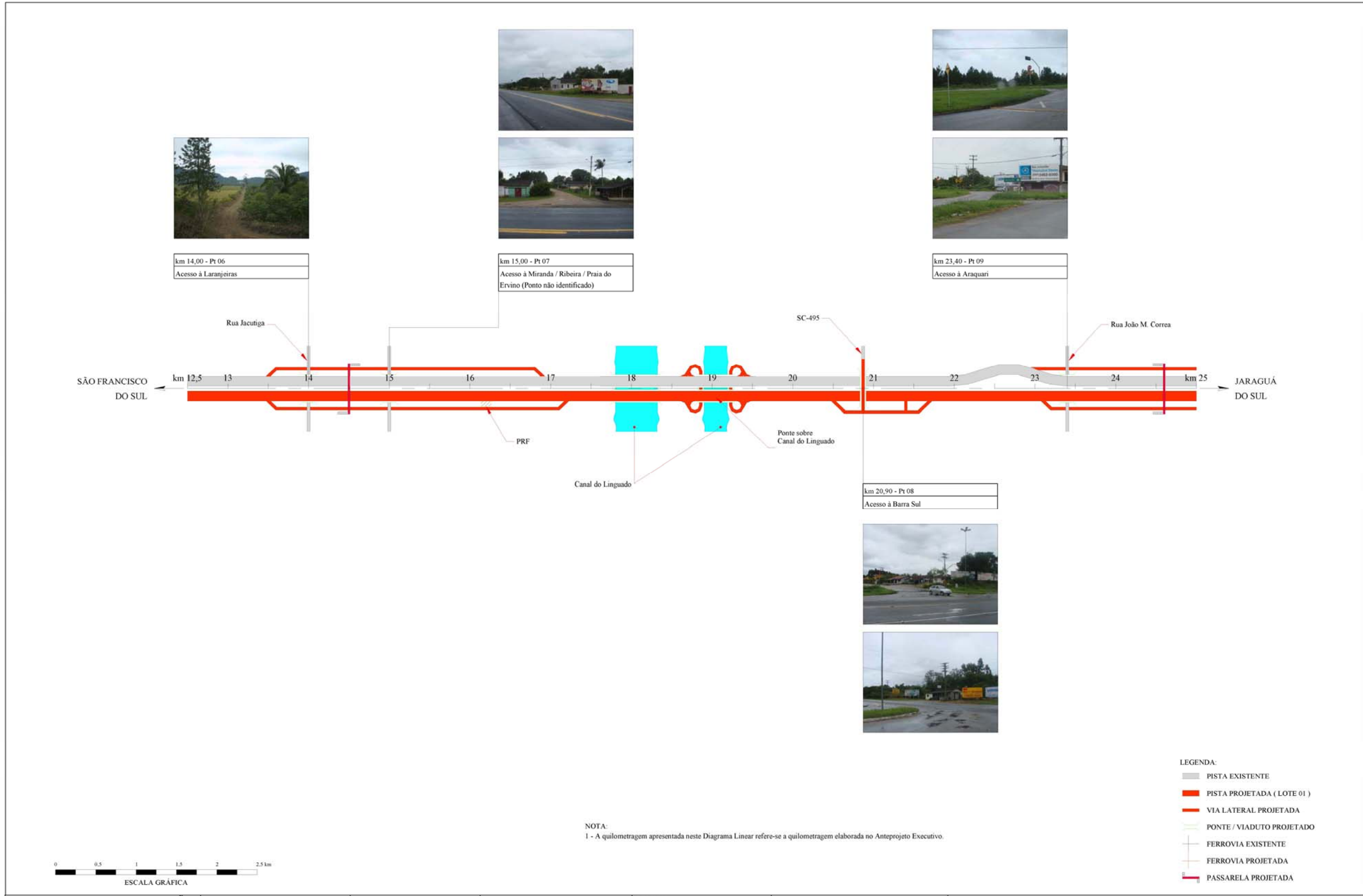
**Quadro 4.10** – Acessos previstos ao longo do traçado

| ACESSOS |                         |             |                        |                   |
|---------|-------------------------|-------------|------------------------|-------------------|
| Nº      | ACESSO                  | LOCALIZAÇÃO | FORMA BÁSICA           | VIADUTO           |
| 1       | Bunge                   | km 0,8      | Rótula alongada        | Em nível          |
| 2       | Paulas                  | km 1,5      | Losangular             | Passagem inferior |
| 3       | Enseada/Ubatuba         | km 3,8      | Meio trevo assimétrico | Passagem inferior |
| 4       | S. F.do Sul/Tapera      | km 6,0      | Meio trevo assimétrico | Passagem superior |
| 5       | S. F. do Sul/Vega       | km 11,6     | Rotatória              | Passagem inferior |
| 6       | Miranda/Laranjeiras     | km 14,1     | Losangular             | Passagem inferior |
| 7       | Miranda/Ribeira         | km 15,0     | Losangular             | Passagem inferior |
| 8       | Barra do Sul            | km 20,9     | Trombeta               | Passagem superior |
| 9       | Araquari (Leste)        | km 23,4     | Rotatória              | Passagem inferior |
| 10      | Araquari (Oeste)        | km 25,1     | Losangular             | Passagem inferior |
| 11      | Colégio Agrícola        | km 27,0     | Losangular             | Passagem inferior |
| 12      | Jardim Icarai/P. Grande | km 28,4     | Losangular             | Passagem inferior |
| 13      | Porto Grande (Oeste)    | km 29,6     | Losangular             | Passagem inferior |
| 14      | Itinga                  | km 32,6     | Trombeta               | Passagem inferior |
| 15      | BR-101                  | km 35,9     | Trevo completo         | Passagem inferior |
| 16      | Poço Grande             | km 41,7     | Losangular             | Passagem inferior |
| 17      | Petrobras               | km 44,1     | Losangular             | Passagem inferior |
| 18      | Dibrape                 | km 45,0     | Losangular             | Passagem inferior |
| 19      | Caixa d'Água            | km 46,9     | Losangular             | Passagem inferior |
| 20      | Início do contorno      | km 49,5     | Trevo                  | Passagem superior |
| 21      | SC-413                  | km 52,2     | Rótula                 | Passagem inferior |
| 22      | Rua Rio de Janeiro      | km 57,8     | Rótula                 | Passagem inferior |
| 23      | Rua Iolanda Ruth        | km 60,1     | Rótula                 | Passagem inferior |
| 24      | Rua Roberto Ziemann     | km 67,4     | Rótula                 | Passagem inferior |
| 25      | Desvio da BR-280        | km 72,1     | Trombeta               | Interseção        |



OBSERVAÇÃO:

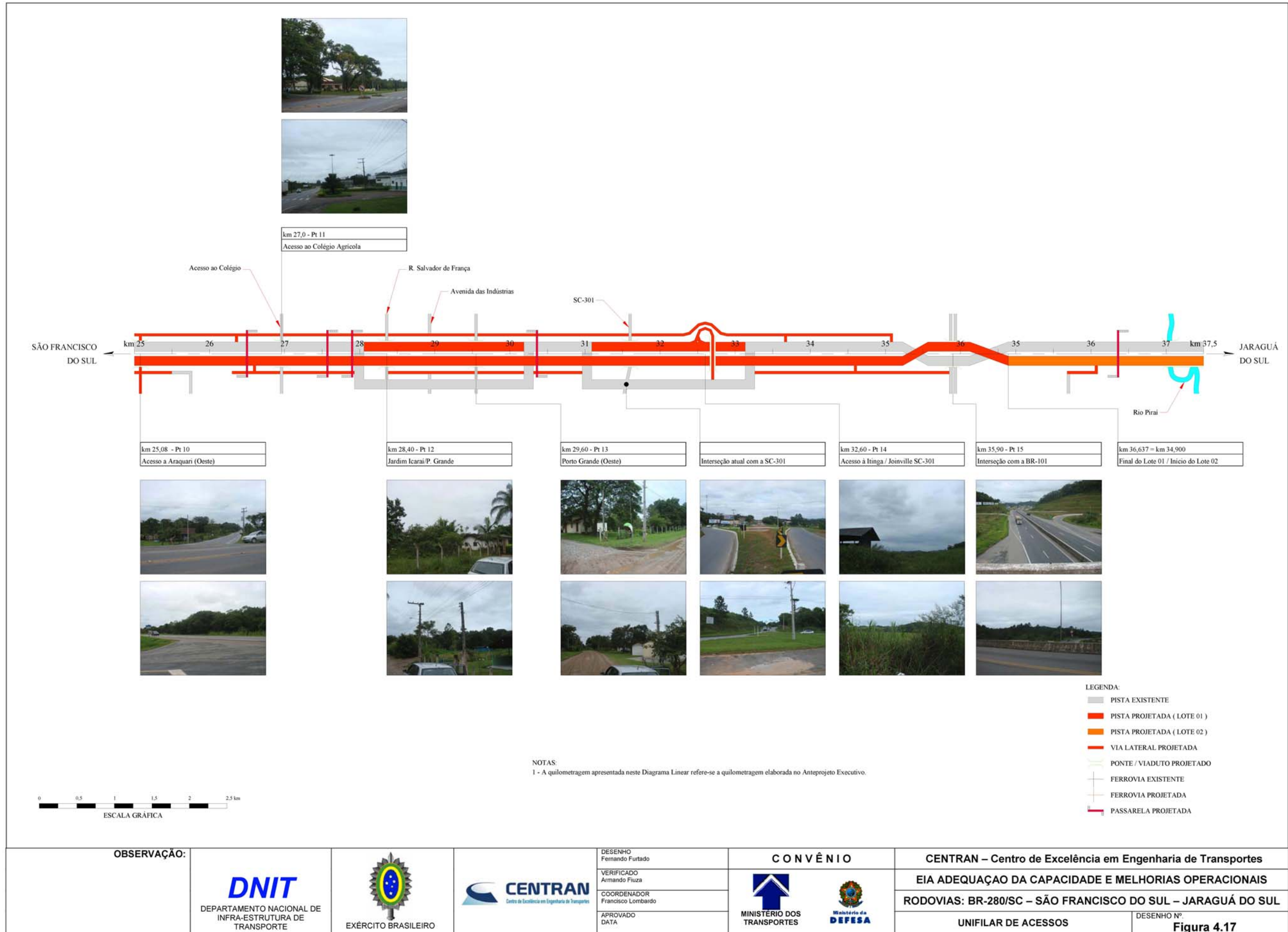
|  |  |  |   |                     |   |                                   |
|--|--|--|---|---------------------|---|-----------------------------------|
|  |  |  | DESENHO<br>Fernando Furtado   | <b>CONVÊNIO</b><br> | CENTRAN – Centro de Excelência em Engenharia de Transportes<br>EIA ADEQUAÇÃO DA CAPACIDADE E MELHORIAS OPERACIONAIS |                                   |
|  |  |  | VERIFICADO<br>Armando Fluzza<br>COORDENADOR<br>Francisco Lombardo<br>APROVADO<br>DATA |                     | RODOVIAS: BR-280/SC – SÃO FRANCISCO DO SUL – JARAGUÁ DO SUL   |                                   |
|  |  |  |   | UNIFILAR DE ACESSOS |   | DESENHO Nº.<br><b>Figura 4.15</b> |

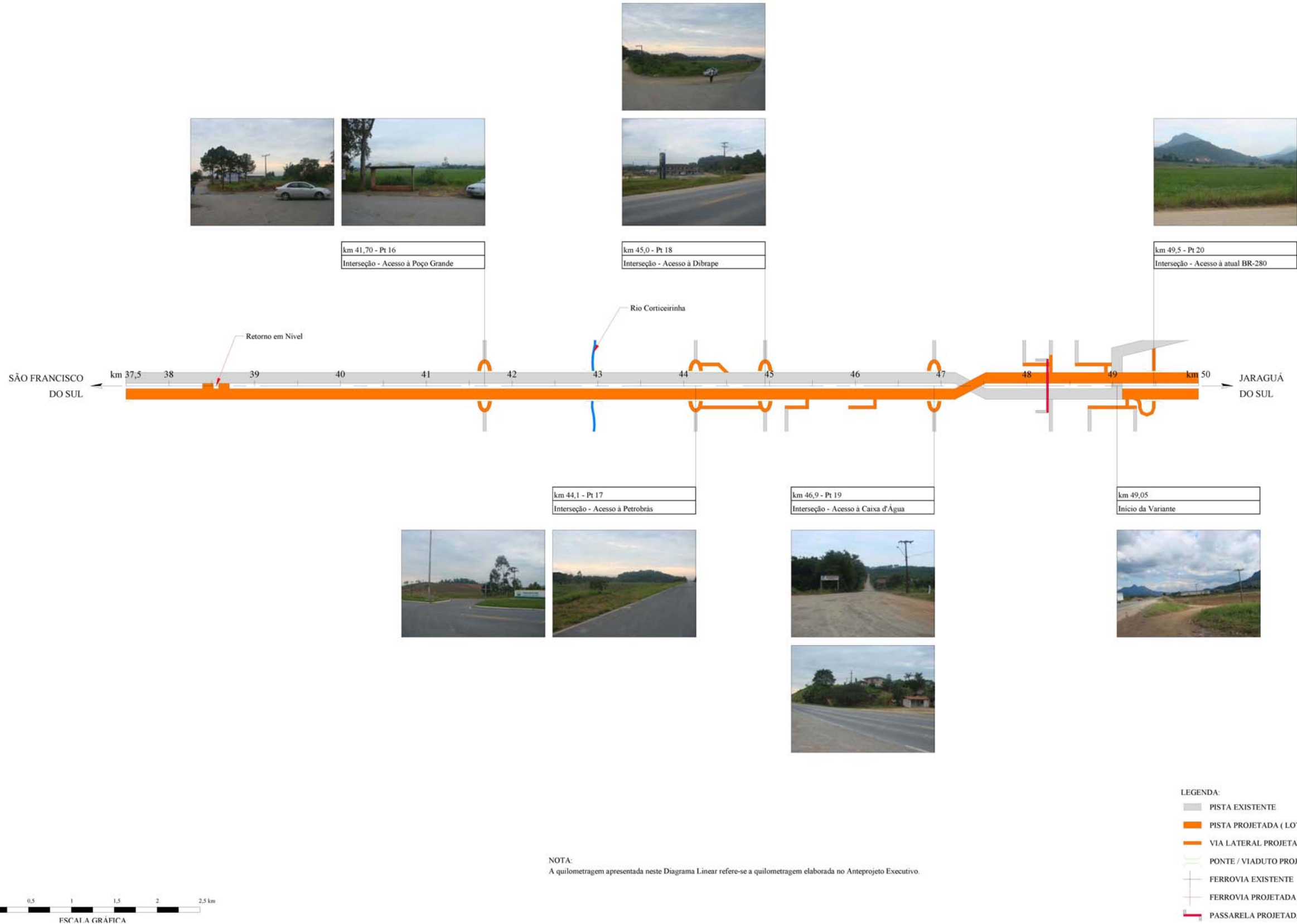


NOTA:  
1 - A quilometragem apresentada neste Diagrama Linear refere-se a quilometragem elaborada no Anteprojeto Executivo.

- LEGENDA:
- PISTA EXISTENTE
  - PISTA PROJETADA ( LOTE 01 )
  - VIA LATERAL PROJETADA
  - PONTE / VIADUTO PROJETADO
  - FERROVIA EXISTENTE
  - FERROVIA PROJETADA
  - PASSARELA PROJETADA

|             |   |                            |  |                                   |  |                             |   |
|-------------|---|----------------------------|--|-----------------------------------|--|-----------------------------|---|
| OBSERVAÇÃO: | <p>DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE</p> | <p>EXÉRCITO BRASILEIRO</p> | <p>Centro de Excelência em Engenharia de Transportes</p> | DESENHO<br>Fernando Furtado       | <b>CONVÊNIO</b><br><p>MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES</p> | <p>MINISTÉRIO DA DEFESA</p> | CENTRAN – Centro de Excelência em Engenharia de Transportes |
|             |   |                            |  | VERIFICADO<br>Armando Fiúza       |  |                             | EIA ADEQUAÇÃO DA CAPACIDADE E MELHORIAS OPERACIONAIS        |
|             |   |                            |  | COORDENADOR<br>Francisco Lombardo |  |                             | RODOVIAS: BR-280/SC – SÃO FRANCISCO DO SUL – JARAGUÁ DO SUL |
|             |   |                            |  | APROVADO<br>DATA                  |  |                             | UNIFILAR DE ACESSOS   |
|             |   |                            |  |                                   |  |                             | DESENHO Nº.<br><b>Figura 4.16</b>                           |



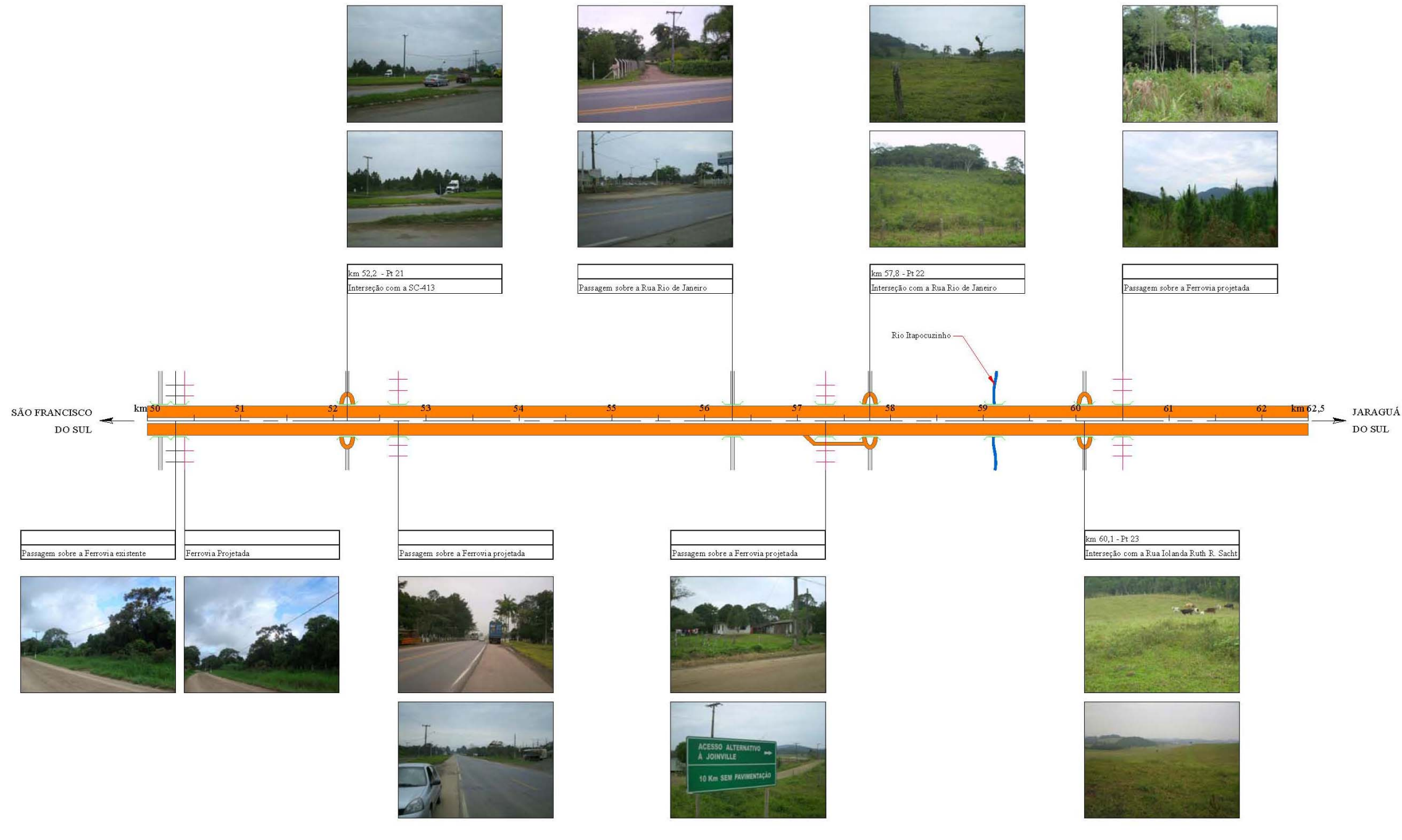


NOTA:  
A quilometragem apresentada neste Diagrama Linear refere-se a quilometragem elaborada no Anteprojeto Executivo.

- LEGENDA:
- PISTA EXISTENTE
  - PISTA PROJETADA ( LOTE 02 )
  - VIA LATERAL PROJETADA
  - PONTE / VIADUTO PROJETADO
  - FERROVIA EXISTENTE
  - FERROVIA PROJETADA
  - PASSARELA PROJETADA

OBSERVAÇÃO:

|  |  |  |                                   |                 |   |   |
|--|--|--|-----------------------------------|-----------------|---|---|
|  |  |  | DESENHO<br>Fernando Furtado       | <b>CONVÊNIO</b> | CENTRAN – Centro de Excelência em Engenharia de Transportes |   |
|  |  |  | VERIFICADO<br>Armando Fluzza      |                 |   | EIA ADEQUAÇÃO DA CAPACIDADE E MELHORIAS OPERACIONAIS        |
| DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE |  |  | COORDENADOR<br>Francisco Lombardo |                 |   | RODOVIAS: BR-280/SC – SÃO FRANCISCO DO SUL – JARAGUÁ DO SUL |
| EXÉRCITO BRASILEIRO                                    |  |  | APROVADO<br>DATA                  |                 | UNIFILAR DE ACESSOS   |   |



Passagem sobre a Ferrovia existente      Ferrovia Projetada

Passagem sobre a Ferrovia projetada

Passagem sobre a Ferrovia projetada

km 60,1 - Pt 23  
Interseção com a Rua Iolanda Ruth R. Sacht

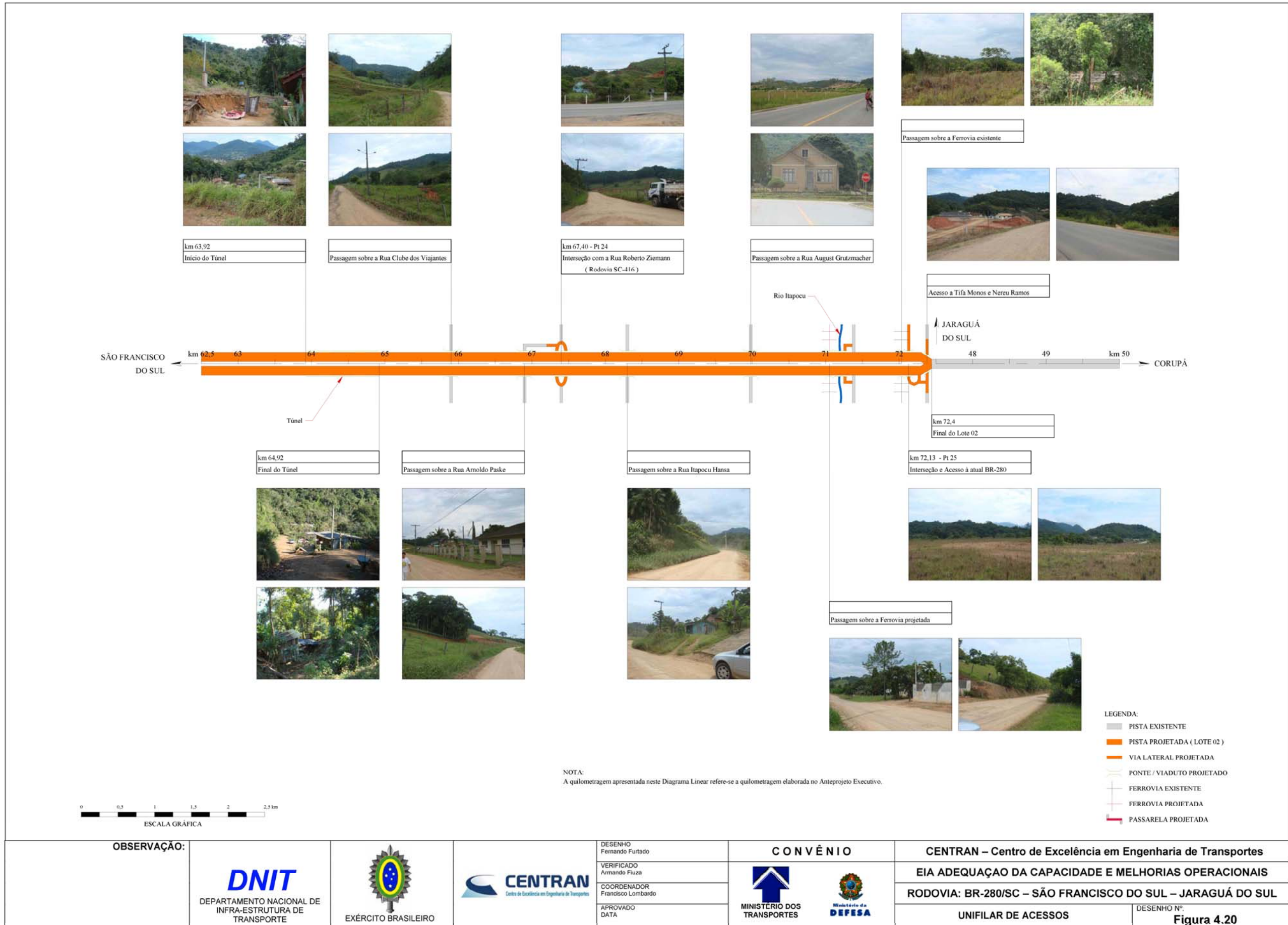


NOTA:  
A quilometragem apresentada neste Diagrama Linear refere-se a quilometragem elaborada no Anteprojeto Executivo.

- LEGENDA:
- PISTA EXISTENTE
  - PISTA PROJETADA (LOTE 02)
  - VIA LATERAL PROJETADA
  - PONTE / VIADUTO PROJETADO
  - FERROVIA EXISTENTE
  - FERROVIA PROJETADA
  - PASSARELA PROJETADA

OBSERVAÇÃO:

|   |                            |  |                              |   |  |
|---|----------------------------|--|------------------------------|---|--|
| <p>DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE</p> | <p>EXÉRCITO BRASILEIRO</p> | <p>Centro de Excelência em Engenharia de Transportes</p> | DESENHO<br>Fernando Furtado  | <p>CONVÊNIO</p> <p>MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES</p> <p>Ministério da DEFESA</p> | CENTRAN – Centro de Excelência em Engenharia de Transportes<br>EIA ADEQUAÇÃO DA CAPACIDADE E MELHORIAS OPERACIONAIS<br>RODOVIAS: BR-280/SC – SÃO FRANCISCO DO SUL – JARAGUÁ DO SUL |
|   |                            |  | VERIFICADO<br>Armando Fluzza |   | COORDENADOR<br>Francisco Lombardo  |





### **4.3 INFRA-ESTRUTURA DE APOIO À CONSTRUÇÃO**

Este item fornece informações básicas sobre a infra-estrutura para a implantação do empreendimento.

#### **4.3.1 Infra-estrutura Necessária à Execução das Obras**

Os quantitativos no item 4.2.5 mostram que o empreendimento é de grande vulto, o que demandará uma pesada infra-estrutura para a sua realização.

O canteiro de obras para um empreendimento desse porte deverá conter áreas para escritório, alojamento, refeitório, sanitários, enfermaria, almoxarifado, carpintaria, central de armação, laboratório, oficina de manutenção, posto de abastecimento e lubrificação, e local de carga e descarga de material. Áreas para caixa d'água, fossas sépticas e guarda de resíduos também deverão ser previstas.

Além dos canteiros, centrais de concreto poderão ser instaladas devido ao grande volume de concreto que será necessário para a construção das pontes, túnel e viadutos. A localização dessas centrais e das usinas de asfalto, se não for dentro dos canteiros ou das pedreiras, deverá levar em conta os mesmos cuidados ambientais para estes, e passar por processo de licenciamento.

Os caminhos de serviço para desvio de tráfego, construção das pontes e viadutos, obras-de-arte correntes e do túnel deverão ficar restritos o máximo possível junto à faixa de domínio, de modo a minimizar os impactos advindos de suas aberturas. Sinalização e manutenção constantes evitarão problemas com o tráfego local.

#### **4.3.2 Insumos a Serem Utilizados nas Obras**

A seguir, breve descrição dos principais insumos a serem utilizados no empreendimento e sugestão dos seus locais de aquisição:

- **Água:** para consumo no canteiro de obras, poderá vir de poços artesianos ou caminhões-pipa, desde que tenha a sua potabilidade comprovada. Para uso em concreto, caminhões espargidores, e outros usos, de corpos hídricos próximos às frentes de serviço.
- **Madeira:** para formas e outras estruturas, poderão ser adquiridas no comércio da região.

- Aço: Joinville poderá ser fornecedora de aço através das distribuidoras instaladas nessa cidade.
- Cimento: com fábrica de cimento em Itajaí, esse insumo não deverá ser problema para o empreendimento.
- Material betuminoso: provavelmente a Refinaria Presidente Getúlio Vargas em Araucária/PR será a fornecedora desse insumo.
- Brita: para o Lote 01, a Pedreira do Morro do Mirante entre os km 4,0 e 4,4, é indicada, por já ter sido explorada pela qualidade da rocha, em virtude de o eixo projetado da duplicação estar situado junto aos acessos e de a área representar um passivo ambiental que necessariamente deverá ser recuperado. A pedreira indicada a ser utilizada para o Lote 02 está localizada no km 53,2, lado esquerdo, afastada 100 m do eixo da duplicação. Trata-se de ocorrência virgem de rocha “sã”, com volume suficiente para atender às necessidades da obra.
- Areia: um areal situado junto à BR-101, no rio Itapocu, distante 23 km da BR-280/SC, e outro localizado em Guamiranga, no km 44,9 da BR-280/SC, a 17 km do eixo, poderão fornecer areia para as obras.
- Solo: material complementar para os aterros será proveniente de caixas de empréstimos, localizadas fora da faixa de domínio. O Quadro 4.11, assim como as Figuras 4.21, mostra a localização dessas áreas.

**Quadro 4.11 – Caixas de empréstimo**

| KM     | LOCAL              | KM     | LOCAL               |
|--------|--------------------|--------|---------------------|
| 3,150  | 150 m do eixo LD   | 36,500 | 200 m do eixo LD    |
| 6,000  | 2.000 m do eixo LD | 43,500 | 50 m do eixo LE     |
| 6,000  | 2.500 m do eixo LD | 43,900 | 50 m do eixo LE     |
| 14,050 | 800 m do eixo LD   | 44,100 | 100 m do eixo LE    |
| 14,050 | 1.500 m do eixo LD | 44,500 | 50 m do eixo LE     |
| 14,050 | 2.000 m do eixo LE | 44,960 | 11.000 m do eixo LE |
| 23,380 | 300 m do eixo LE   | 46,180 | 50 m do eixo LE     |
| 29,900 | 3.500 m do eixo LD | 47,400 | 50 m do eixo LE     |
| 32,300 | 150 m do eixo LD   | 49,130 | 50 m do eixo LE     |
| 35,700 | 200 m do eixo LD   | 56,400 | 500 m do eixo LE    |
| 36,300 | 50 m do eixo LE    | 56,900 | 500 m do eixo LE    |

### **4.3.3 Descarte de Material**

Um dos problemas que ocorrem em obras de engenharia, em geral, são os resíduos gerados, e locais para descarte dos mesmos.

Os excedentes de material inerte, tais como restos de agregados, de concreto, de pavimentação, material de demolição, etc., podem ter o seu destino final em áreas de bota-fora, devendo ser recobertos com camada de solo, para posterior recomposição vegetal da área. Áreas de aterro dos Municípios poderão, também, receber esses materiais. Restos de madeira poderão ser ofertados à população local.

Resíduos sólidos provenientes dos canteiros de obra (lixo doméstico), após segregação, serão encaminhados para reciclagem e aterros sanitários dos Municípios. Com relação ao esgoto sanitário, serão utilizadas fossas sépticas para descarte dos mesmos.

Efluentes líquidos contaminantes (óleos usados, emulsões asfálticas e outros) serão acondicionados em tambores e encaminhados para rerefino ou locais adequados para disposição final.

Um programa de gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos detalhará com maior profundidade as formas e os locais para descarte dos materiais inservíveis.

As áreas destinadas à bota-fora de solos inservíveis e de solo mole do Lote 01 estão relacionadas no Quadro 4.12 e na Figura 4.21.

Com relação ao Lote 02, estudos geotécnicos indicaram locais para a substituição de solo mole. Conforme Quadro 4.13, verifica-se o grande volume a ser descartado. Por essa razão, estudos mais detalhados deverão ser feitos indicando os melhores locais para disposição desse material.

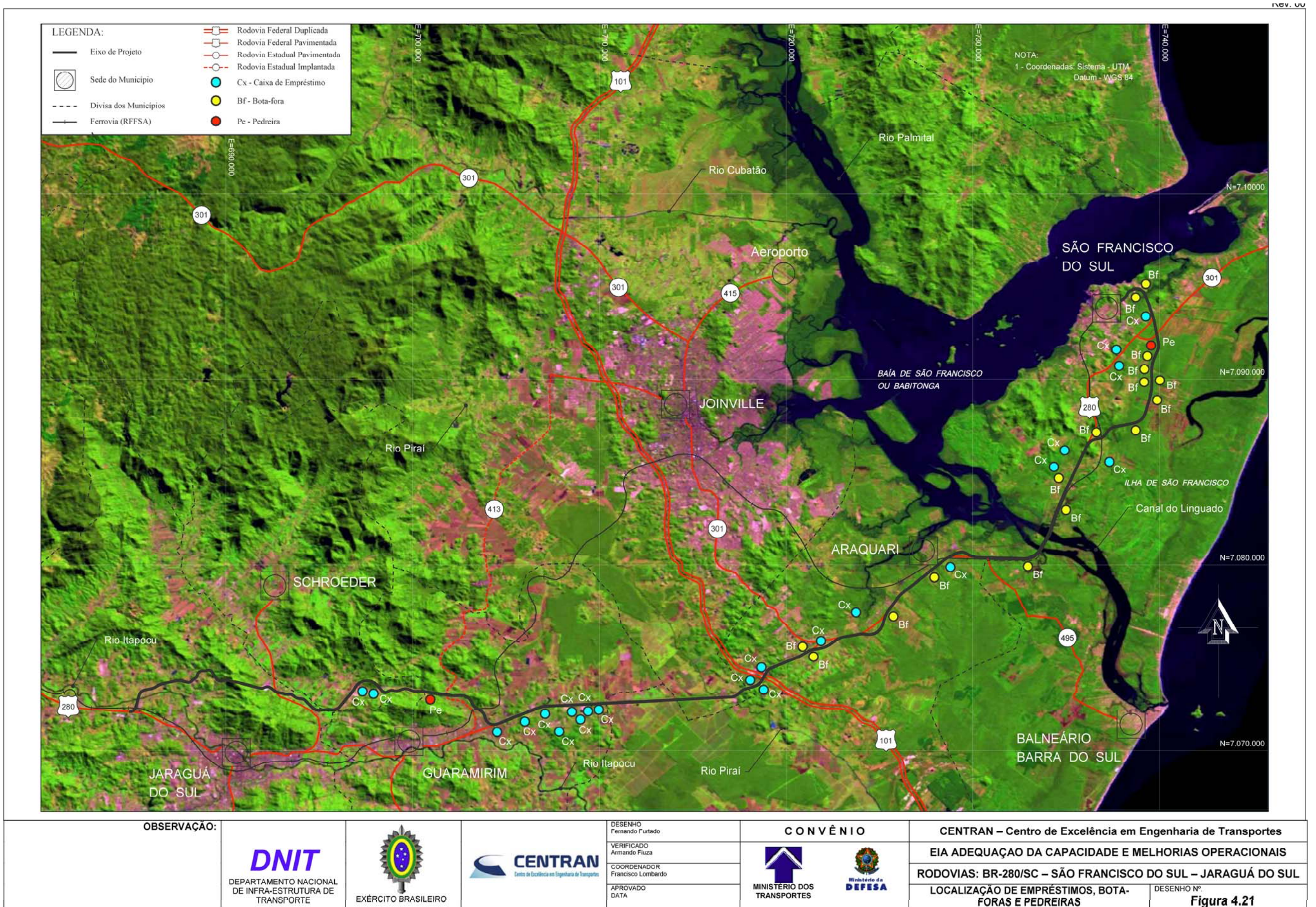
Deve-se ressaltar que as áreas a serem utilizadas como de bota-foras, fora da faixa de domínio, deverão ser licenciadas.

**Quadro 4.12 – Áreas de bota-fora do Lote 01**

| KM - KM     | VOLUME ESTIMADO (M <sup>3</sup> ) | LOCAL                      |
|-------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 1,9 – 2,0   | 6.000,00                          | LD 80m                     |
| 2,1 - 2,4   | 50.000,00                         | LE 50m                     |
| 4,3 - 4,4   | 3.600,00                          | LD 60m                     |
| 5,3 - 5,4   | 600,00                            | LD                         |
| 5,8 - 6,0   | 36.000,00                         | LD/LE                      |
| 6,9 - 7,1   | 13.000,00                         | LE 120m                    |
| 9,0 - 9,5   | 1.800,00                          | LE                         |
| 11,5 - 11,8 | 6.000,00                          | LD 80m                     |
| 14,0        | 6.000,00                          | LD 800m                    |
| 16,3 - 16,4 | 6.000,00                          | LE                         |
| 19,1 - 19,5 | 15.000,00                         | LE 100m                    |
| 24,0        | 7.000,00                          | LE 100m                    |
| 28,0 - 28,2 | 15.000,00                         | LE                         |
| 30,3 - 30,7 | 39.000,00                         | LD                         |
| 32,3- 33,0  | 10.000,00                         | LD/LE (ilha da interseção) |
| TOTAL       | 215.000,00                        |                            |

**Quadro 4.13 – Volume de solo mole do Lote 02**

| KM - KM     | VOLUME ESTIMADO (M <sup>3</sup> ) |
|-------------|-----------------------------------|
| 43,0 - 43,4 | 62.100,00                         |
| 43,6 - 43,7 | 18.900,00                         |
| 44,1 - 44,4 | 40.500,00                         |
| 45,4 - 45,5 | 7.200,00                          |
| 49,2 - 51,6 | 180.000,00                        |
| 51,6 - 52,1 | 45.000,00                         |
| 56,1 - 56,4 | 13.500,00                         |
| 57,2 - 58,7 | 101.250,00                        |
| 60,0 - 60,2 | 16.200,00                         |
| 69,1 - 69,5 | 27.000,00                         |
| 70,5 - 70,8 | 18.900,00                         |
| 71,1 - 71,3 | 13.500,00                         |
| 71,4 - 71,5 | 5.400,00                          |
| 71,8 - 72,2 | 9.900,00                          |
| TOTAL       | 559.350,00                        |



#### **4.3.4 Prevenção de Acidentes**

Os transtornos pertinentes a obras civis de grande porte, como a emissão de gases, ruídos, particulados e o trânsito de veículos e máquinas pesadas, como no caso da duplicação da rodovia BR-280/SC, afetam a população e os usuários, em especial os residentes no meio urbano próximo ao empreendimento.

De modo a minimizar eventuais acidentes com veículos e pessoas durante a fase de construção, há a necessidade de orientar a população sobre a adoção de medidas durante as obras, especialmente nos trechos de travessias urbanas.

Dentre as medidas podemos relacionar a instalação de adequada sinalização alertando a população quanto a desvios de tráfego, inversões de sentido nas vias, presença de redutores de velocidade, assim como instalação de corredores e passarelas nas travessias urbanas, implantação de pronto-socorros e veículos para remoções e atendimento a emergências.

Todas as estruturas a serem implantadas deverão, ainda, observar as normas específicas do DNIT.

Esse Programa terá necessariamente uma estreita interface e vinculação com os Programas de Comunicação Social, de Segurança e Saúde da Mão-de-obra, e de Educação Ambiental.

#### **4.3.5 Quadro de Relacionamento do Uso de Recursos Naturais**

A seguir, quadro relacionando o uso de recursos naturais e suas interferências com as populações e Unidades de Conservação.

Quadro 4.14 – Relacionamento do uso de recursos naturais

| ATIVIDADE               | OBJETIVO DO RECURSO NATURAL                   | EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS  | RECURSO NATURAL EXPLORADO | ÁREA DE EXTRAÇÃO /LOCALIZAÇÃO                                | INTERFERÊNCIAS / LOCALIZAÇÃO   |  |   |                         |
|-------------------------|---|--|---------------------------|--|--|--|---|-------------------------|
|                         |   |  |                           |  | POPULAÇÃO LOCAL  | POPULAÇÃO INDÍGENA                           | POPULAÇÕES TRADICIONAIS   | UNIDADES DE CONSERVAÇÃO |
| Terraplenagem           | Composição de corpo de aterros                | Escavadeiras, caminhões basculantes, rolo compactador, caminhões-pipa, tratores agrícolas, motoniveladoras | Solo                      | Ver item 4.3.2   | Municípios de São Francisco do Sul, Araquari, Guaramirim, Jaraguá do Sul e Schroeder | Km 34,9 a 36,5 – grupo indígena Guarani Mbya | Município de Araquari – Comunidade de Inferninho<br>Município de Guaramirim – Comunidade Brudenthal | Não há                  |
|                         |   |  | Água                      | Recursos hídricos próximos à frente de serviço               | Idem   | Idem   |   | Não há                  |
| Obras-de-arte especiais | Concreto para construção de pontes e viadutos | Caminhão betoneira, bate-estacas, guindaste  | Rocha                     | Pedreira do Morro do Mirante km 4,2<br>Pedreira km 53,2      | Município de São Francisco do Sul e Schroeder  |  |   | Não há                  |
|                         |   |  | Areia                     | Rio Itapocu – BR-101 a 23 km<br>Guamiranga – km 44,9 a 17 km | Localidade de Guamiranga   |  |   | Não há                  |
|                         |   |  | Água                      | Recursos hídricos próximos às centrais de concreto           | Municípios de São Francisco do Sul, Araquari, Guaramirim, Jaraguá do Sul e Schroeder | Km 34,9 a 36,5 – grupo indígena Guarani Mbya |   | Não há                  |
| Túneis                  | Concreto para revestimento de túneis          | Compressor de ar, perfuratrizes pneumáticas, caminhões basculantes para rocha, pá carregadeira de esteiras | Rocha                     | Pedreira km 53,2   | Município de Schroeder   |  |   | Não há                  |
|                         |   |  | Areia                     | Guamiranga – km 44,9 a 17 km                                 | Localidade de Guamiranga   |  |   | Não há                  |
|                         |   |  | Água                      | Recursos hídricos próximos à frente de serviço               | Município de Schroeder   |  |   | Não há                  |
| Pavimentação            | Composição das camadas do pavimento           | Caminhão basculante, motoniveladora, vibroacabadora de asfalto   | Rocha                     | Pedreira do Morro do Mirante km 4,2<br>Pedreira km 53,2      | Município de São Francisco do Sul e Schroeder  |  |   | Não há                  |
|                         |   |  | Areia                     | Rio Itapocu – BR-101 a 23 km<br>Guamiranga – km 44,9 a 17 km | Localidade de Guamiranga   |  |   | Não há                  |
|                         |   |  | Água                      | Recursos hídricos próximos à frente de serviço               | Municípios de São Francisco do Sul, Araquari, Guaramirim, Jaraguá do Sul e Schroeder | Km 34,9 a 36,5 – grupo indígena Guarani Mbya |   | Não há                  |

#### **4.3.6 Legislação, Normas Construtivas, Operacionais e de Proteção Ambiental para Todas as Ações Previstas**

Nesta fase, o estudo levou em consideração as leis e decretos que apresentam relação direta com o problema rodoviário e com a área influenciada pelo empreendimento, fundamentando o estudo no princípio legal da legislação em vigor.

##### **Legislação de referência:**

- Constituição Federal de 1988 – em seu art. 225, postula que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.
- Lei nº 6.938/1981 – “dispõe sobre a política nacional de meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências”. Essa lei estabeleceu uma abordagem de planejamento detalhado com relação à elaboração de regulamentos ambientais, instituindo um processo de licenciamento em três etapas.
- Lei nº 9.985/2000 – regulamenta o art. 225, alínea 1, incisos I, II, III e VII, da Constituição Federal, e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, estabelecendo critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.

“Art. 36. Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório – EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei.

§ 1º O montante de recursos a ser destinado pelo empreendedor para esta finalidade não pode ser inferior a meio por cento dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, sendo o percentual fixado pelo órgão ambiental licenciador, de acordo com o grau de impacto ambiental causado pelo empreendimento.



§ 2º Ao órgão ambiental licenciador compete definir as unidades de conservação a serem beneficiadas, considerando as propostas apresentadas no EIA/RIMA e ouvido o empreendedor, podendo inclusive ser contemplada a criação de novas unidades de conservação.

§ 3º Quando o empreendimento afetar unidade de conservação específica ou sua zona de amortecimento, o licenciamento a que se refere o *caput* deste artigo só poderá ser concedido mediante autorização do órgão responsável por sua administração, e a unidade afetada, mesmo que não pertencente ao Grupo de Proteção Integral, deverá ser uma das beneficiárias da compensação definida neste artigo. (...)"

- Lei nº 9.605/1998 – dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, mais tarde regulamentada pelo Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999.
- Lei nº 4.771/1965 – institui o novo Código Florestal.
- Decreto nº 99.547/1990 – vedou o corte e a respectiva exploração da vegetação nativa da Mata Atlântica.
- Decreto nº 750/1993 – dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica.
- Resolução CONAMA nº 278/2001 - no seu art. 1º, determina a suspensão das autorizações cedidas por ato próprio ou por delegação aos demais órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, para corte e exploração de espécies ameaçadas de extinção, constantes da lista oficial daquele órgão, em populações naturais no bioma Mata Atlântica.
- Medida Provisória nº 1.956-52/2000 – determina, em seu art. 4º, a obrigatoriedade de desapropriação ou aquisição, pelo empreendedor, das áreas de preservação permanente criadas em função da implantação de reservatórios artificiais, cujos parâmetros e regime de uso serão definidos por resolução do CONAMA.
- Decreto nº 99.274/1990 – regulamenta a Lei nº 6.902/1981 e a Lei nº 9.938/1981, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de Estações

Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (alterado pelos Decretos nº 122/1991 e nº 2.120/1997; revoga o Decreto nº 88.351/1983 e outros).

- Resolução CONAMA nº 001/1986 – estabelece que o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente dependerá da elaboração de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, a serem submetidos para a análise dos órgãos ambientais competentes.
- Resolução CONAMA nº 006/1986 – aprova os modelos de publicação de pedidos de licenciamento.
- Resolução CONAMA nº 009/1987 – regulamenta as audiências públicas.
- Resolução CONAMA nº 001/1988 – estabelece critérios e procedimentos básicos para implementação do Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa.
- Ambiental, prevista na Lei nº 6.938/1981.
- Resolução CONAMA nº 002/1996 – estabelece que os empreendimentos que causarem danos ambientais relacionados com destruição de florestas e outros ecossistemas se responsabilizarão pela implantação de Unidades de Conservação (UCs) novas ou já existentes a serem definidas pelo órgão ambiental licenciador como forma de compensação ambiental pelos danos causados em que não for possível a mitigação.
- Resolução CONAMA nº 237/1997 – revê os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, efetivando sua utilização como instrumentos de gestão ambiental, conforme prevê a Política Nacional do Meio Ambiente.

Conforme estabelece no art. 10, § 1º, no procedimento de licenciamento ambiental deverá constar, obrigatoriamente, a certidão das Prefeituras Municipais, declarando que o local e o tipo de empreendimento ou atividade estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e à ocupação do solo.

#### **Legislação estadual:**

- Constituição Estadual de 1989 – Capítulo VI – Do Meio Ambiente, estabelece, no art. 181, que “todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente

equilibrado, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo para as presentes e futuras gerações”. No art. 182, item V, fica estabelecido que o Estado deve exigir, para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de degradação ambiental, estudos prévios de impacto ambiental a que se dará publicidade.

- Lei nº 11.986/2001 – institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza e adota outras providências.
- Lei nº 5.793/1980 – estabelece sobre a proteção e melhoria da qualidade de vida. O art. 3º, § 3º, estabelece que a instalação e a expansão de atividades empresariais, públicas ou privadas, dependem da apreciação e licença do órgão competente do Estado responsável pela proteção e melhoria do meio ambiente, ao qual serão submetidos os projetos acompanhados dos relatórios de impacto ambiental.
- Decreto nº 14.250/1981 – regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e à melhoria da qualidade ambiental.
- Portaria FATMA nº 078/2004 – estabelece os critérios para fins de definição e aplicação das medidas de compensação ambiental decorrentes do licenciamento ambiental de significativo impacto ambiental, das autuações ambientais transacionadas e dos usos legais de área de preservação permanente.
- Lei nº 10.728/1998 – institui normas de segurança quando do projeto e construção de rodovias estaduais ou que atravessem perímetro urbano.

Em face das disposições legais existentes, destaca-se a necessidade de cumprimento do trâmite do processo de licenciamento ambiental, em que serão analisadas as informações referentes às características do projeto e às condições ambientais da região.

As licenças ambientais referentes a cada etapa do projeto deverão ser emitidas pelos órgãos ambientais responsáveis.

Pelo fato de o projeto passar em áreas urbanizadas, destaca-se a Lei Estadual nº 10.728, de 31 de março de 1998, que institui normas de segurança quando do projeto e construção de rodovias estaduais ou que atravessem perímetro urbano, a

qual foi contemplada na elaboração do projeto, sendo os trechos aplicáveis transcritos a seguir:

De acordo com o disposto no § 1º do art. 217 do Regimento Interno, define:

“Art. 1º A construção de novas rodovias estaduais que, em seu trajeto e traçado, atravessarem perímetro urbano de municípios e distritos, deverão obrigatoriamente observar os seguintes requisitos, desde o projeto até sua efetiva execução:

- I ciclovias;
- II instalação de equipamentos de segurança; passarela, passagens de níveis e equipamentos eletrônicos, a fim de garantir segurança aos pedestres e usuários de veículos automotores;
- III construção de contornos e acessos às cidades, quando necessários.”

#### **Especificações de serviços ambientais:**

A seguir será apresentada a complementação ao Corpo Normativo do DNIT que subsidiou a execução do presente trabalho.

#### **Especificações particulares:**

- EAP – MA – CDI – 001/2005 – Implantação, Operação e Remoção de Acampamentos e Áreas Industriais;
- EAP – MA – CDI – 002/2005 – Erradicação de Passivos Ambientais e Recuperação de Áreas Afetadas pelas Obras;
- EAP – MA – CDI – 003/2005 – Recuperação de Bota-foras Componentes do Passivo Ambiental;
- EAP – MA – CDI – 004/2005 – Paisagismo;
- EAP – MA – CDI – 005/2005 – Controle de Erosões e Assoreamentos;
- EAP – MA – CDI – 006/2005 – Manejo de Descartes de Solos Moles;
- EAP – MA – CDI – 007/2005 – Controle de Voçorocas;
- EAP – MA – CDI – 008/2005 – Regularização Manual de Taludes;
- EAP – MA – CDI – 009/2005 – Estruturas em Pedra Argamassada;

- EAP – MA – CDI – 010/2005 – Enrocamento de Pedra Arrumada;
- EAP – MA – CDI – 011/2005 – Aterros com Material de Terceira Categoria;
- EAP – MA – CDI – 012/2005 – Solo Cimento Ensacado;
- EAP – MA – CDI – 013/2005 – Escavação Manual para Conformação Geométrica de Cavas;
- EAP – MA – CDI – 014/2005 – Manejo de Descartes do Material Resultante das Obras de Recuperação do Passivo Ambiental;
- EAP – MA – CDI – 015/2005 – Implantação de Tela Metálica de Talude Rochoso para Contenção de Blocos;
- EAP – MA – CDI – 016/2005 – Cortinas Atirantadas;
- EAP – MA – CDI – 017/2005 – Reconformação de Taludes, Regularização e Enchimento Mecanizado de Fundos de Caixas de Empréstimo.

**Especificações complementares:**

- EAC – MA – CDI 001/2005 – Caminhos de Serviço;
- EAC – MA – CDI 002/2005 – Terraplenagem – Alargamento de Aterros;
- EAC – MA – CDI 003/2005 – Terraplenagem – Cortes em Rocha.

A codificação desses documentos compreende:

**EAP** – Especificação Ambiental Particular – não prevista no Corpo Normativo do DNIT e criada exclusivamente para o presente trabalho;

**EAC** – Especificação Ambiental Complementar – criada em complementação a Especificação do Corpo Normativo do DNIT.

**MA** – Meio Ambiente;

**CDI** – Convênio DNIT/IME;

**001** – Número de Ordem;

**2005** – Ano de Elaboração.

## 4.4 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS

O presente estudo contempla duas análises de alternativas locacionais. A primeira considera macro alternativas locacionais para o empreendimento, principalmente no que se refere à necessidade da implantação de contornos rodoviários nas principais cidades atravessadas pelo traçado atual da BR-280. A segunda trata da análise das alternativas de traçado referentes à transposição do Morro do Vieira.

### 4.4.1 Macro Alternativas Locacionais

As alternativas consideradas no presente estudo foram:

**Alternativa 1** – duplicação em paralelo com implantação de traçado novo, visando o contorno rodoviário das cidades de São Francisco do Sul, Guaramirim e Jaraguá do Sul.

O trecho da rodovia BR-280 considerado no presente estudo atravessa áreas com características diferentes no que se relaciona à forma de ocupação humana. Em alguns segmentos, cruza áreas com menor densidade de ocupação, com predomínio de propriedades rurais e áreas com estabelecimentos comerciais ou industriais instalados nas áreas contíguas à faixa de domínio. Em outros segmentos atravessa áreas conurbadas de São Francisco do Sul, Guaramirim e Jaraguá do Sul, com a rodovia confundindo-se com as vias do sistema viário urbano dessas cidades. O tráfego de longa distância, cativo da rodovia, mescla-se ao tráfego urbano. A rodovia passa a ter características e operacionalidade de via urbana.

Sendo assim, pode se considerar que os dois tipos de segmentos observados na rodovia apresentam características totalmente distintas em termos de tráfego, desenvolvimento e condições de operação.

As condições totalmente adversas para o trânsito da rodovia, presentes naqueles locais onde a mesma atravessa núcleos urbanos, condicionou a definição de contornos rodoviários, desviando o trânsito da BR-280 do seu traçado atual para um novo traçado, externo às cidades de São Francisco do Sul, Guaramirim e Jaraguá do Sul.

Esta escolha visa atender, não só às necessidades do próprio empreendedor, mas também, e principalmente, às inúmeras demandas da população daqueles núcleos

urbanos, objetivando a melhoria do trânsito e a redução de acidentes em suas cidades. O atendimento à população local é uma prioridade do empreendedor que incorporou ao Edital de Licitação do Projeto a necessidade de se considerar a implantação dos contornos rodoviários.

**Alternativa 2** – duplicação em paralelo sem implantação dos contornos, atravessando às cidades supramencionadas.

No contexto de macro alternativas locacionais é praxe, em especial em países que possuem malha viária reduzida, optar por projetos de duplicação de trechos rodoviários que sejam implantados paralelos às rodovias existentes, aproveitando-se inclusive a área de domínio do leito já implantado, salvo algumas variantes que se fazem necessárias por questões geológicas, ambientais, econômicas e sociais.

Ressalta-se que, de maneira geral, a interferência com o meio ambiente neste tipo de projeto de duplicação, especialmente no que se refere aos impactos sobre o meio biótico, é menor. Isto se deve ao fato da duplicação ser efetivada em áreas adjacentes a rodovias pré-existentes, que apresentam certo grau de antropização.

A alternativa à duplicação prevista na Alternativa 1 seria a duplicação em paralelo ao eixo existente da rodovia, passando pelas cidades de São Francisco do Sul, Guaramirim e Jaraguá do Sul.

A opção por esta alternativa agravaria a situação do trânsito local, continuando a provocar congestionamentos de tráfego e acidentes, além de causar inúmeras interferências com propriedades urbanas, com conseqüentes indenizações e desapropriações.

A equipe responsável pelos estudos do meio socioeconômico realizou um levantamento da interferência da duplicação paralela ao eixo atual sobre as cidades de Guaramirim e Jaraguá do Sul. Foram realizadas contagens de imóveis que sofreriam impacto do empreendimento. Foram considerados imóveis residenciais; comerciais atacadistas e varejistas e industriais (tabela 4.1 e 4.2).

**Tabela 4.1 – Imóveis em Guaramirim**

| TIPO DE IMÓVEL NA RODOVIA | MARGEM NORTE | MARGEM SUL | TOTAL |
|---------------------------|--------------|------------|-------|
| Casa Residencial          | 25           | 50         | 75    |
| Casa Comercial/serviços   | 59           | 48         | 107   |
| Indústrias                | 13           | 3          | 16    |
| Prédios                   | 3            | 1          | 4     |
| Outros                    | 8            | 0          | 8     |
| Total                     | 108          | 102        | 210   |

Em Guaramirim, ainda, é importante destacar um centro comercial, dois hotéis, o trevo com a SC-413, o trevo de acesso à Guaramirim, a ponte sobre o rio Itapocuzinho, o viaduto sobre a estrada de ferro e a base da Polícia Rodoviária Federal.

**Tabela 4.2 – Imóveis em Jaraguá do Sul**

| TIPO DE IMÓVEL NA RODOVIA | MARGEM NORTE | MARGEM SUL | TOTAL |
|---------------------------|--------------|------------|-------|
| Casa Residencial          | 116          | 104        | 220   |
| Casa Comercial/serviços   | 136          | 114        | 250   |
| Indústrias                | 04           | 05         | 09    |
| Prédios                   | 14           | 11         | 25    |
| Outros                    | 21           | 11         | 22    |
| Total                     | 291          | 245        | 536   |

Em Jaraguá do Sul, além dos imóveis citados na tabela anterior, destacam-se quatro postos de gasolina, três escolas, o trevo de acesso à Schroeder, Igreja, estrada de ferro, sede administrativa da Weg, rede de alta tensão e Associação Atlética do Banco do Brasil.

**Alternativa 3 – não realização do empreendimento.**

O trecho da BR-280 ora estudado para o projeto de duplicação é considerado como acesso principal dos veículos de carga à área do Porto de São Francisco do Sul. Este fluxo intenso de veículos pesados interfere diretamente no trânsito local das cidades atravessadas pela rodovia BR-280, além do conflitar com fluxo de veículos de passeio em direção ao litoral de São Francisco do Sul, proveniente das cidades do interior catarinense, intensificado durante os períodos de veraneio. A adoção desta



alternativa manterá esta situação atual de inadequação da BR-280 ao intenso fluxo que a utiliza.

Reconhece-se que a concretização da duplicação da BR-280 ensejará oferta de maior comodidade e velocidade, dando oportunidade à intensificação de fluxos de cargas com destino ao Porto de São Francisco do Sul. Além do incremento no volume de tráfego pesado, haverá aumento no conforto, rapidez e segurança para o tráfego turístico local. Tudo isto sem a passagem pelas zonas urbanas de São Francisco do Sul, Guaramirim e Jaraguá do Sul.

A alternativa 1, apesar da grande interferência ambiental causada pela implantação da pista nova, principalmente sobre o meio biótico, foi a selecionada no presente estudo. Os impactos potenciais sobre o meio ambiente decorrentes de sua implantação podem ser mitigados através de Programas Ambientais específicos

#### **4.4.2 Transposição do Morro do Vieira**

Entre o km 62,8 e 68,9 ocorre a transposição do Morro do Vieira, com altitudes de até 390 metros, divisor de águas das bacias dos rios Itapocuzinho e Itapocu.

Para sua transposição foram estudadas, pela projetista do Lote 2, duas alternativas de traçado. Uma considerando a travessia através de túnel (alternativa A) e outra contornando o morro pelo seu costado norte (Alternativa B).

A alternativa A tem 6.040 metros de extensão, incluindo a construção de um túnel duplo com extensão de 1.000 metros e de 4 viadutos, sendo uma interseção e três passagens inferiores.

A alternativa B contorna o Morro do Vieira ao longo de uma extensão de 10.860 metros, incluindo a construção de sete viadutos, sendo uma interseção e seis passagens inferiores.

A análise do custo total de cada alternativa (tabela 4.3), realizada em 2004, abrangeu um período de 20 anos, considerando uma taxa de 12% ao ano de oportunidade de capital para a obtenção do valor presente líquido. No custo de manutenção da rodovia foi adotado um custo atual de R\$15.000,00/km/ano, e para os túneis R\$1.800.000,00/ano. Foram consideradas restaurações do pavimento no 10º e 20º anos, ao custo atual de R\$900.000,00/km, para ambas as pistas.

**Tabela 4.3** – Análise de custos para as alternativas para a travessia do Morro do Vieira.

| COMPONENTES DE CUSTO             | CUSTOS (R\$)          |                         |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|
|                                  | ALTERNATIVA A         | ALTERNATIVA B           |
| Implantação da rodovia           | 56.795.172,76         | 108.341.908,20          |
| Construção túneis                | 67.255.170,63         |                         |
| Construção viaduto               | 3.275.400,94          | 4.503.814,76            |
| Restauração da rodovia           | 4.424.058,07          | 9.536.302,95            |
| Manutenção da rodovia            | 932.147,12            | 2.009.294,89            |
| Obras de contenção               | 1.554.978,71          | 2.703.261,07            |
| Manutenção e operação dos túneis | 22.193.978,95         |                         |
| Custo operacional                | 810.298.060,25        | 1.457.463.265,98        |
| <b>Custo Total</b>               | <b>966.728.967,43</b> | <b>1.584.557.847,85</b> |

Fonte: Consórcio Iguatemi – Sotepa, 2005

Aliado ao fator custo foram considerados os efeitos das alternativas sobre o meio ambiente. Foram calculadas para esta análise a área total a ser desapropriadas para a implantação da faixa de domínio, com 80 metros de largura, e a área a ser desmatada para a implantação da obra (tabela 4.4).

**Tabela 4.4** – Análise da interferência ambiental para as alternativas para a travessia do Morro do Vieira.

| COMPONENTES DE CUSTO     | ÁREAS (HECTARES) |               |
|--------------------------|------------------|---------------|
|                          | ALTERNATIVA A    | ALTERNATIVA B |
| Área a ser desmatada     | 25,20            | 54,30         |
| Área a ser desapropriada | 40,32            | 86,88         |

Fonte: Consórcio Iguatemi – Sotepa, 2005

Considerando a análise apresentada foi escolhida a Alternativa A em função de seu menor custo (39% menor) e menor interferência com os aspectos ambientais considerados.

## **5 ÁREAS DE INFLUÊNCIA**

## 5 ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Para o presente estudo foram consideradas três áreas de influência:

- Área Diretamente Afetada (ADA) – compreende as áreas onde o empreendimento será executado, sendo composta pela faixa de domínio da via, áreas de empréstimo, bota-foras, locais de instalação de canteiros de obras, acessos e caminhos de serviços e locais de instalação de estruturas de apoio.
- Área de Influência Direta (AID) – compreende as áreas suscetíveis aos impactos diretos da implantação e operação do empreendimento. Para o meio físico e biótico foi definida como sendo uma faixa de 4km centrada no eixo da rodovia (2km para cada lado) acompanhando o traçado atual e as variantes de projeto. Para o meio sócio-econômico, considerou-se a área dos municípios cortados pela rodovia.
- Área de Influência Indireta (AII) – compreende as áreas sujeitas aos impactos indiretos do empreendimento, considerando sua operação. Para o meio sócio-econômico foi definida como sendo a área dos municípios interceptados pela rodovia ou pela AID .

As figuras 5.1 e 5.2 apresenta os limites da AID e AII.

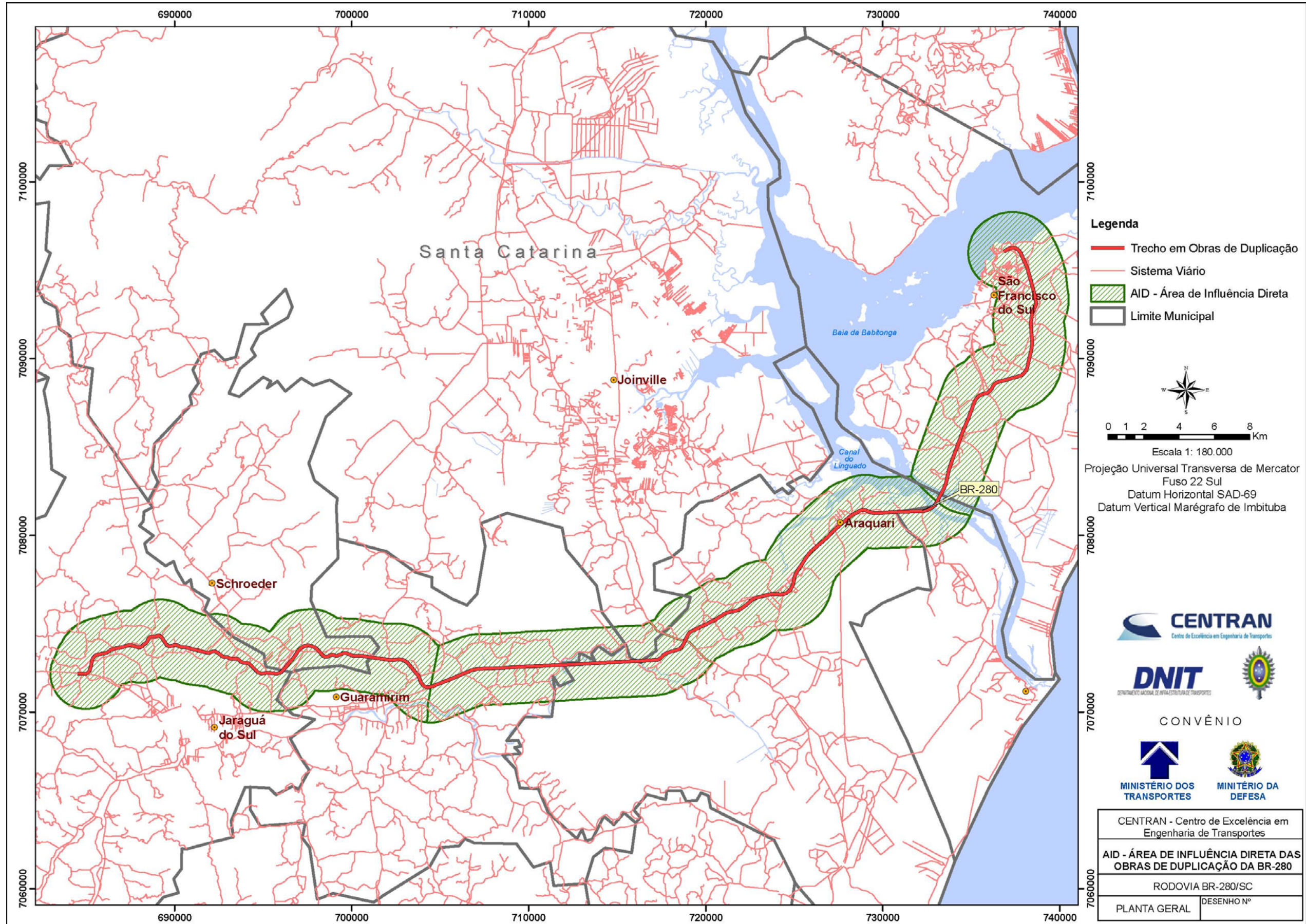


Figura 5.1 – Área de Influência Direta

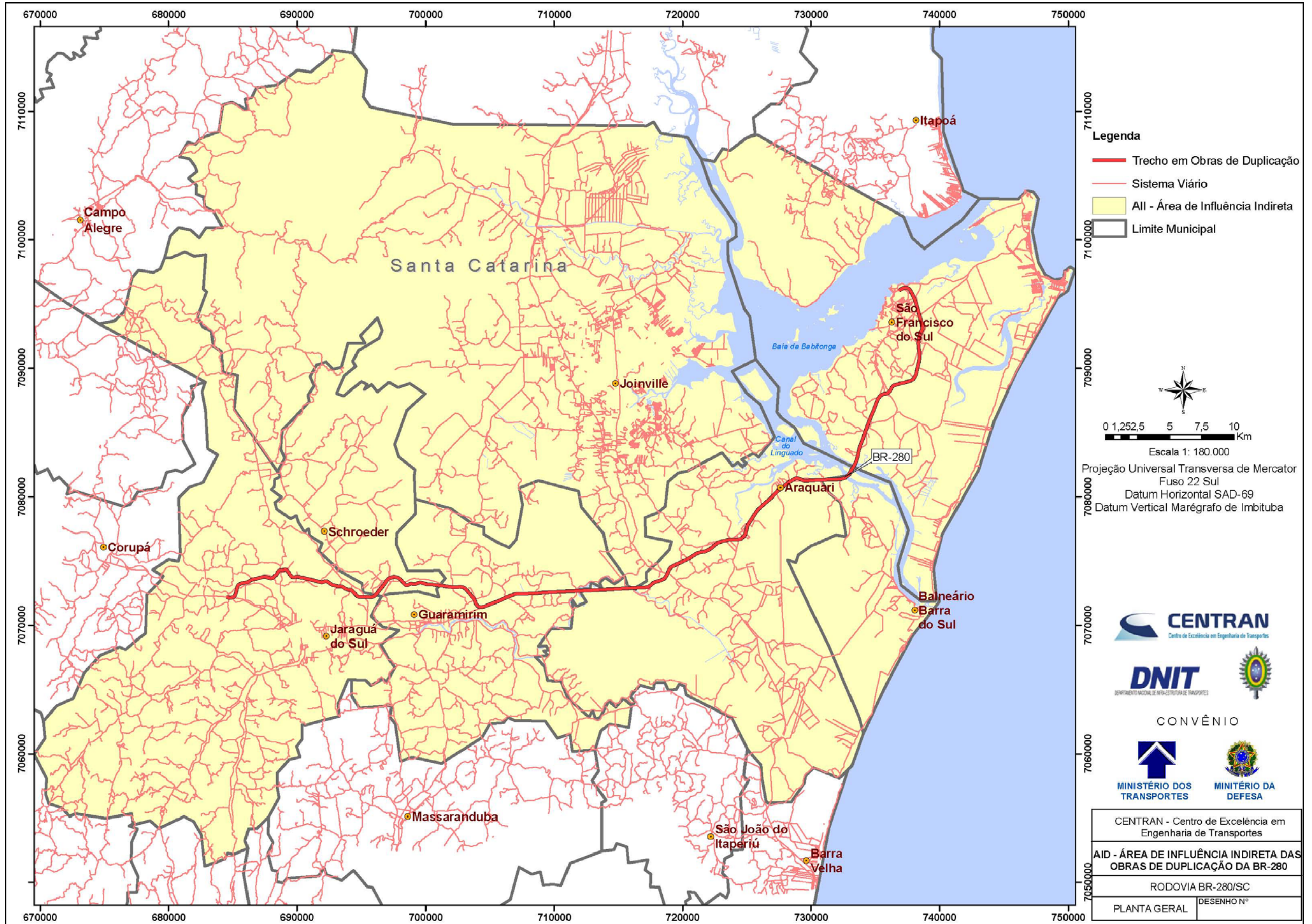


Figura 5.2 – Área de Influência Direta

## 6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

## **6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

### **6.1 INTRODUÇÃO**

Uma das principais características do meio ambiente é o seu ajuste entre evolução e equilíbrio, podendo isso ser traduzido em um equilíbrio dinâmico. Determinar as características ambientais de uma área sujeita a ações antrópicas, que podem levar a uma ruptura desse equilíbrio dinâmico, é uma das funções dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA).

Divergências entre preservação ambiental e crescimento econômico levaram ao desenvolvimento de técnicas, métodos e instrumentos legais que se propusessem procurar uma via de meio entre essas posições distintas de forma a manter ao menos uma qualidade ambiental e de vida para as futuras gerações como a que se apresenta atualmente.

A comunhão entre técnica, método e instrumentos legais levou ao desenvolvimento de critérios necessários para a elaboração de Estudos de Impacto Ambiental como forma de, especialmente, prever, prevenir ou minimizar impactos ambientais de ações, planos ou projetos, através da proposição de alternativas e medidas mitigadoras e de controle.

O primeiro passo para que essas ações elencadas sejam otimizadas e eficientes é o conhecimento da área que está submetida a processos de alterações. Esse conhecimento deve ser estendido a todos os aspectos, que vão desde o meio físico até o socioeconômico, passando também pelos aspectos biológicos que compõem o meio. A seguir apresenta-se o diagnóstico socioambiental do atual estado dos meios físicos, bióticos e socioeconômicos sob a área de influência do projeto de ampliação da capacidade rodoviária BR-280 – Trecho São Francisco do Sul a Jaraguá do Sul – km 0,0 ao km 71,5, antes da implantação do projeto.

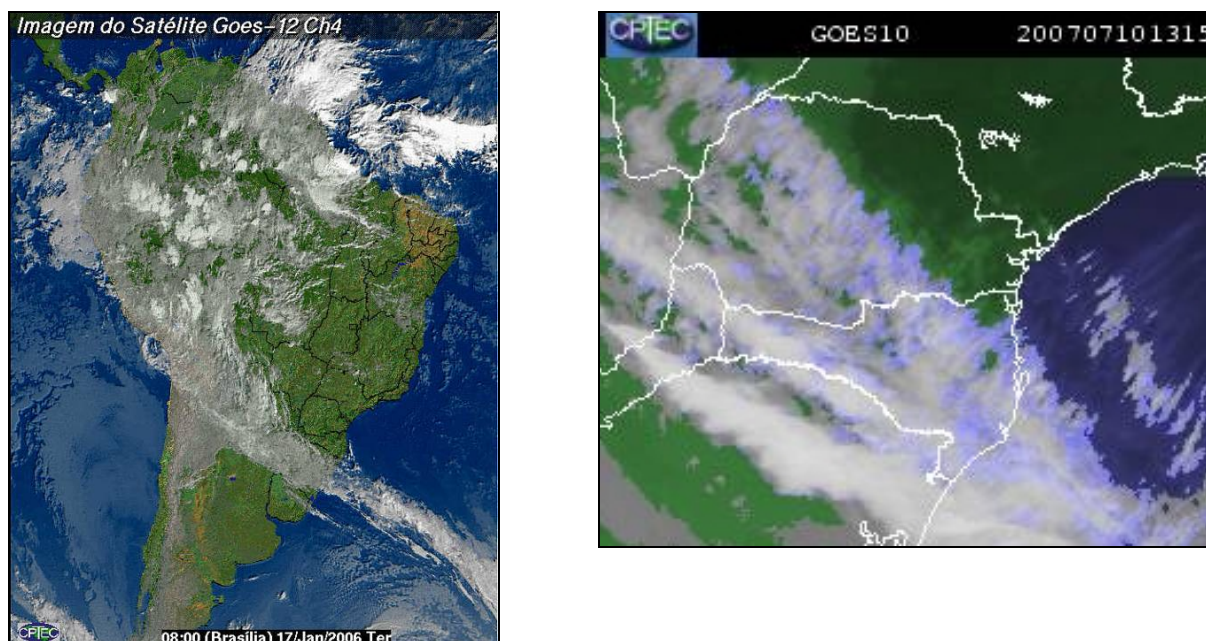


## 6.2 MEIO FÍSICO

### 6.2.1 Meteorologia

Devido à sua localização geográfica, a área de estudo sofre influência de diversos tipos de circulação atmosférica. Essa configuração caracteriza o Estado de Santa Catarina como a região que apresenta a melhor distribuição de precipitação pluviométrica anual. Entre os sistemas atmosféricos podem-se destacar as frentes frias, os vórtices ciclônicos, os cavados de níveis médios, a convecção tropical, a ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) e a circulação marítima (MONTEIRO, 2001).

As frentes frias, conhecidas também como áreas de frontogênese, são formadas pelo encontro de duas massas de ar de gradientes de temperatura, umidade e pressão diferentes. Em virtude de seu choque, uma grande área de instabilidade é formada, e, conforme a diferença entre os gradientes das duas massas, ela causará mais ou menos intensidade de instabilidade (Figura 6.1).



**Figura 6.1** – Imagens do satélite Góes ilustrando a atuação de uma frente fria sobre o Estado.

As frentes, quando atuam no verão, intensificam processos de convecção tropical, que se caracterizam por grande ascensão de ar devido aos maiores índices de insolação de tal período do ano. Essa intensificação gera tempestades com grandes índices de precipitação, ventos fortes e descargas elétricas. No norte do Estado a

formação de tempestades também é associada, em alguns casos, à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), uma linha alongada de nebulosidade e chuvas que se estende desde o sul do Amazonas, passando pelo centro do País, até o norte do Estado de Santa Catarina (MENDONÇA e MONTEIRO, 2006) (Figura 6.2).



**Figura 6.2** – Atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

O vórtice ciclônico (VC), intensa baixa pressão formada em altitude, quando atua no verão, proporciona aumento significativo da convecção tropical. O VC se propaga, geralmente, desde o Oceano Pacífico, cruza os Andes e freqüentemente causa ciclogênese, dando origem a baixas pressões à superfície. Esse fenômeno, em geral, ocorre sobre o litoral, possivelmente devido à presença da Serra do Mar, da Serra do Leste Catarinense e da Serra Geral, já que nesta época do ano está associado aos efeitos orográficos (SILVA DIAS e MARENGO, 2002). Esse sistema é muito instável e favorece a ocorrência de temporais com chuva forte em curto espaço de tempo, ventos com rajadas fortes e granizo. Esse tipo de tempo resulta em inundações bruscas, assoreamento e mesmo escorregamentos, principalmente quando o solo já se encontra úmido de chuvas anteriores (MENDONÇA e MONTEIRO, 2006).

Outro sistema que influi no regime de chuvas do Estado são os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), que são nuvens convectivas formadas no Uruguai e Argentina que atingem o Estado durante a madrugada e provocam chuvas fortes com ocorrência de granizo em algumas ocasiões.

O tempo associado aos CCMs é muito instável, com a presença de muitas nuvens, em que predominam os cumulonimbus e nimbostratus. As chuvas são em forma de pancadas, e ocorrem com freqüência temporais com chuvas intensas, ventos com rajadas fortes e granizo isolado (MENDONÇA e MONTEIRO, 2006) (Figura 6.3).



**Figura 6.3** – Atuação do Complexo Convectivo de Mesoescala.

Fonte: *Atlas de desastres naturais*.

### 6.2.1.1 Clima

#### Classificação de Köppen

A classificação de Köppen é de fácil aplicação, uma vez que os parâmetros utilizados, precipitação e temperatura, são determinados mesmo pelas estações climatológicas mais simples.

Conforme a classificação de Köppen, a área de estudo apresenta tipo climático subtropical mesotérmico úmido com verão quente. A região apresenta grande influência do relevo, particularmente da Serra do Mar, que atua como barreira natural à umidade trazida do oceano. Por esse motivo, os índices de umidade e precipitação apresentam valores maiores que as áreas do planalto (Figura 6.4).

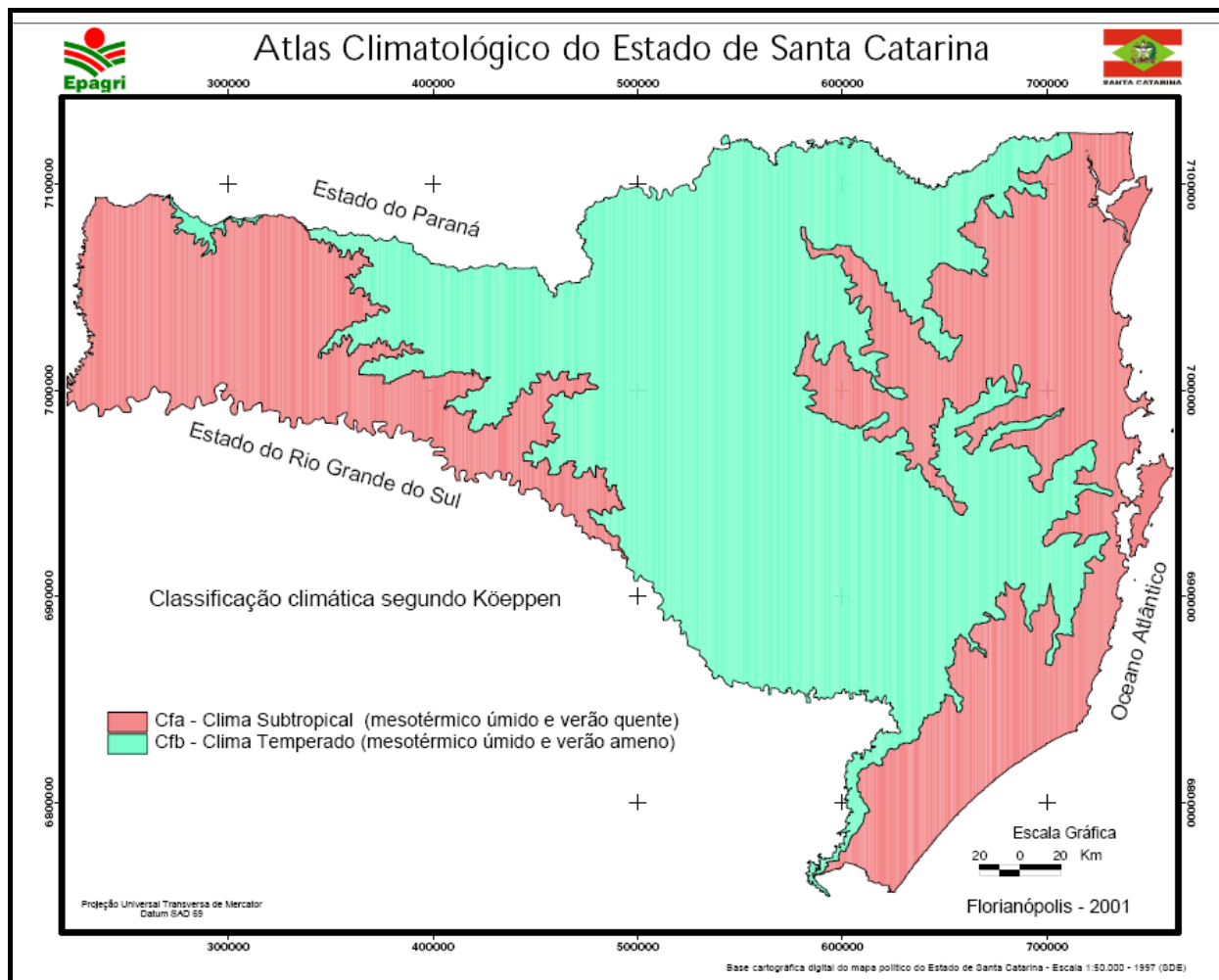


Figura 6.4 – Classificação de Köppen para o Estado de Santa Catarina.

A seguir são apresentadas informações sobre alguns parâmetros climatológicos. As estações meteorológicas disponíveis não possuem séries históricas de mais de dez anos para todos estes parâmetros.

#### 6.2.1.2 Pluviometria

Os dados de pluviosidade utilizados nesta análise são de estações localizadas no entorno da área de realização do empreendimento. Foram utilizadas apenas estações com mais de 10 anos de coleta de dados, colocados à disposição pela Agência Nacional de Águas (ANA) e acessados através da hidroweb.

**Tabela 6.1** – Descrição das estações pluviométricas utilizadas

| POSTO   | MUNICÍPIO      | LATITUDE  | LONGITUDE |
|---------|----------------|-----------|-----------|
| 2648004 | Guaramirim     | 26°28'    | 48°57'    |
| 2648014 | Joinville      | 26°19'18" | 48°50'47" |
| 2648028 | Araquari       | 26°26'54" | 48°49'49" |
| 2649012 | Jaraguá do Sul | 26°29'40" | 49°05'15" |
| 2649013 | Corupá         | 26°25'26" | 49°17'33" |
| 2649037 | Jaraguá do Sul | 26°27'51" | 49°05'12" |

A área de estudo apresenta regime de chuvas que variam entre 1.500 mm a 2.000 mm. Os meses de outono e verão apresentam os maiores índices de pluviosidade, e, apesar de não apresentar uma estação seca definida, nos meses de inverno há uma redução considerável nos índices pluviométricos.

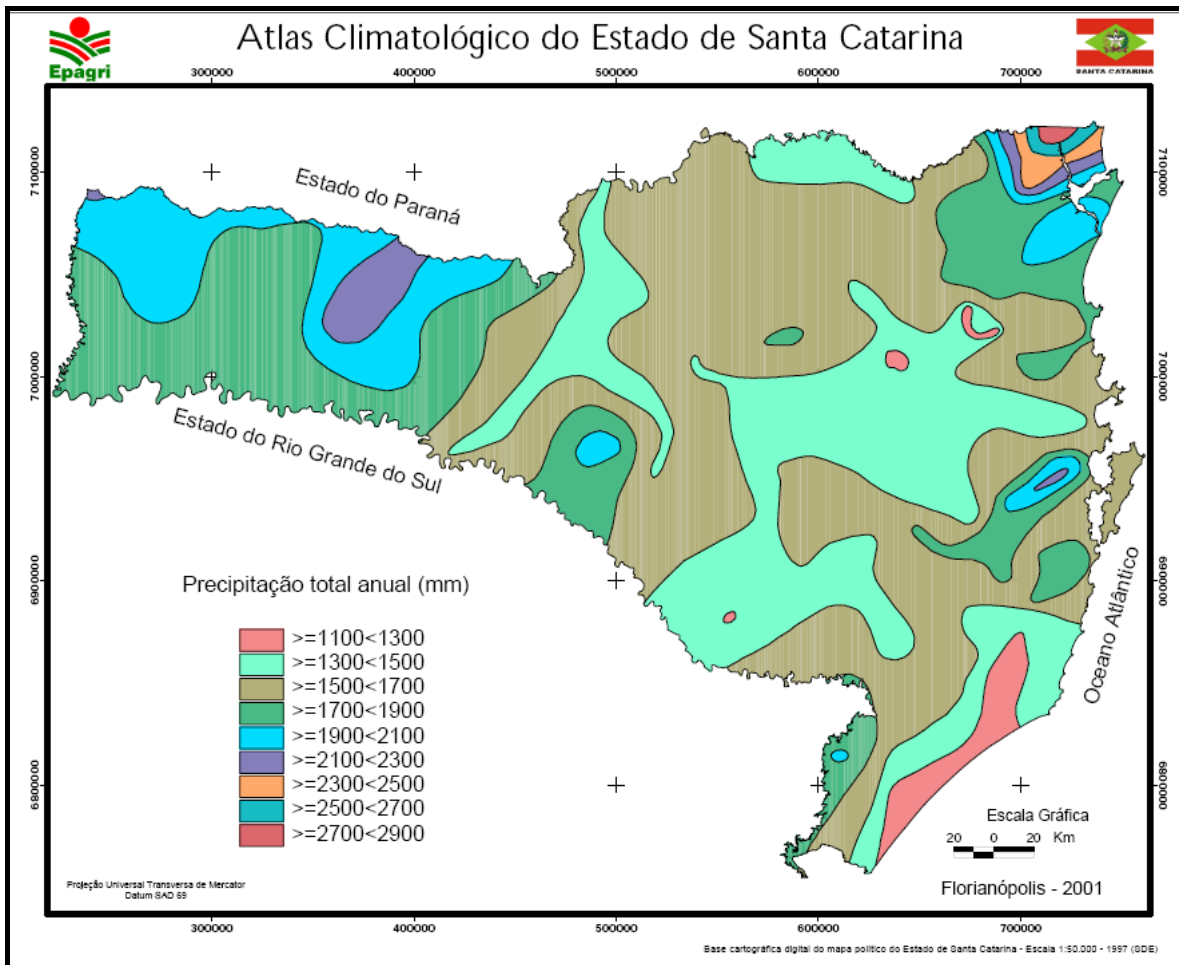


Figura 6.5 – Classificação de Köppen para o Estado de Santa Catarina.

Fonte: EPAGRI (2001).

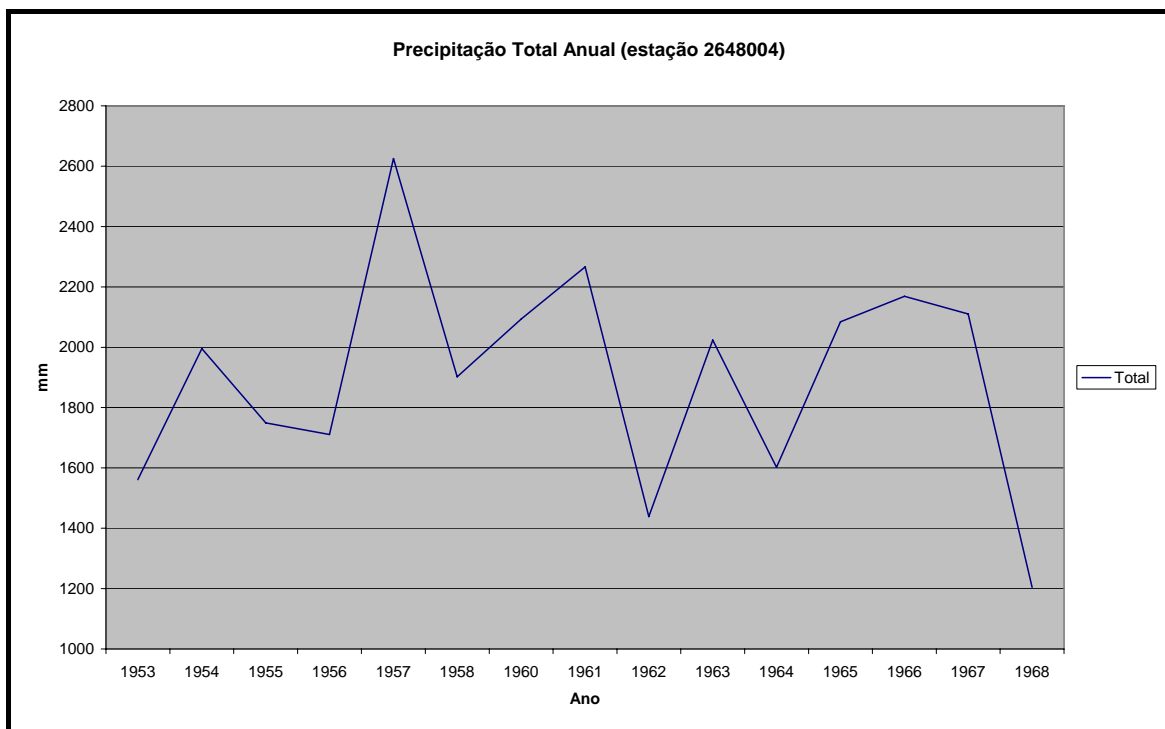
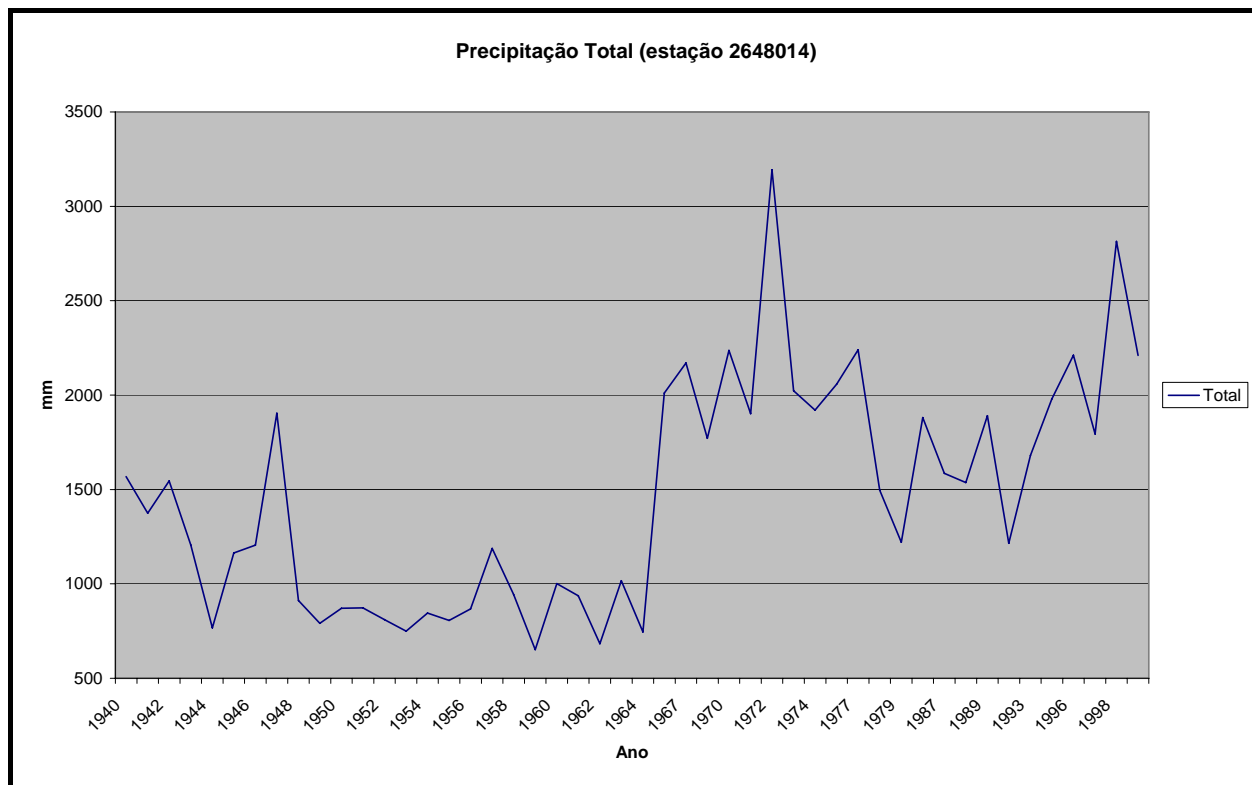
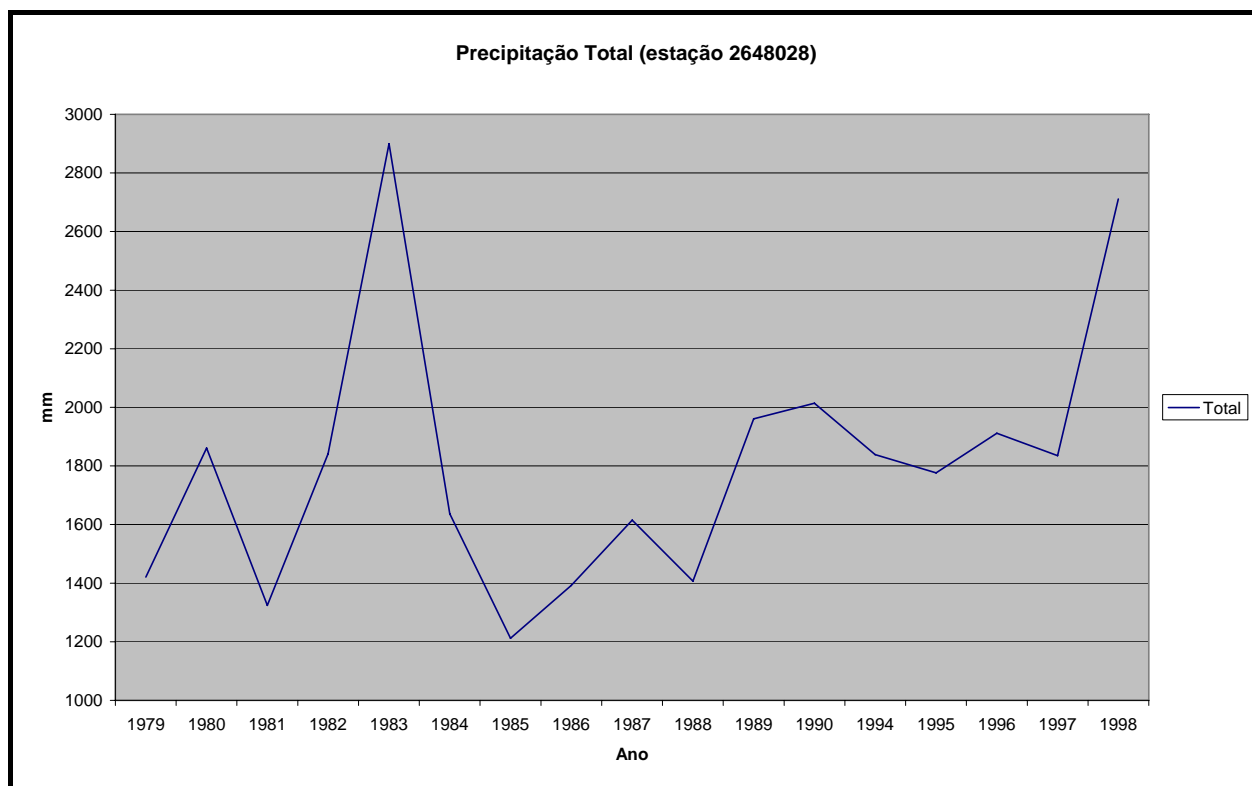


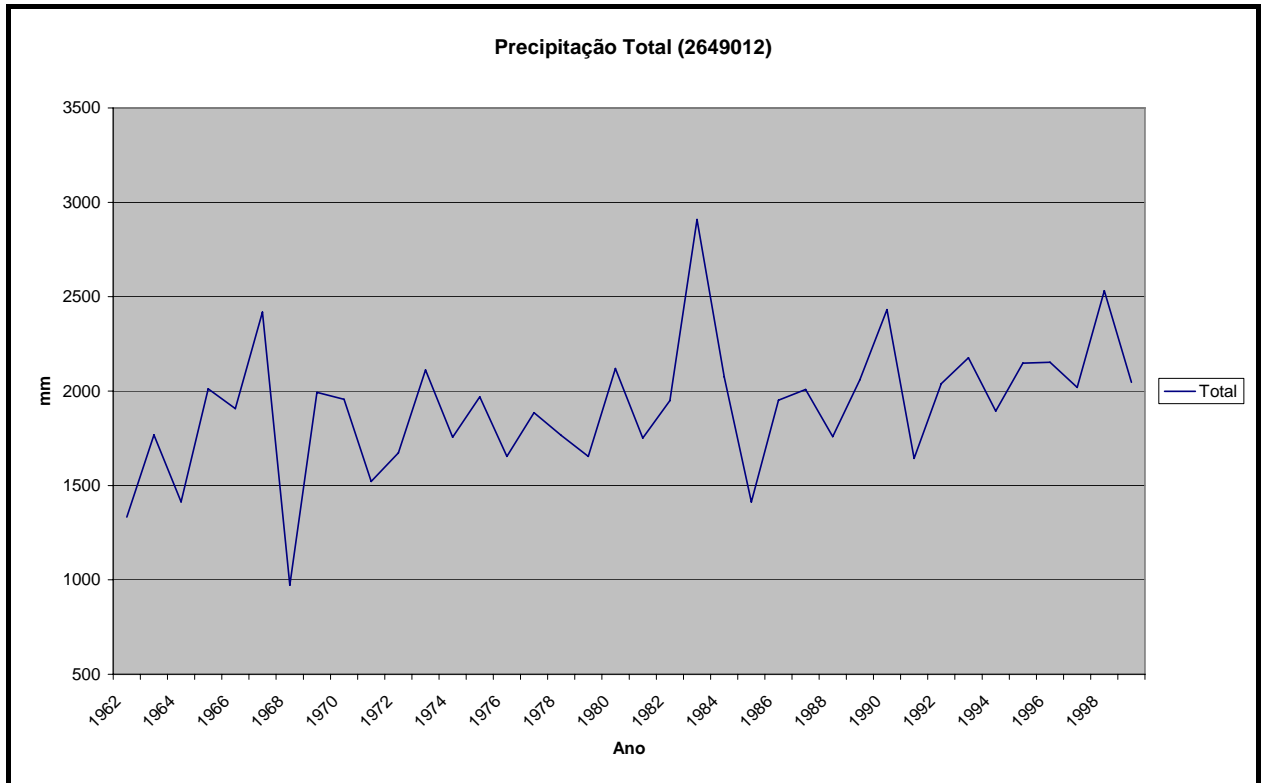
Figura 6.6 – Precipitação total anual da estação de Guaramirim.



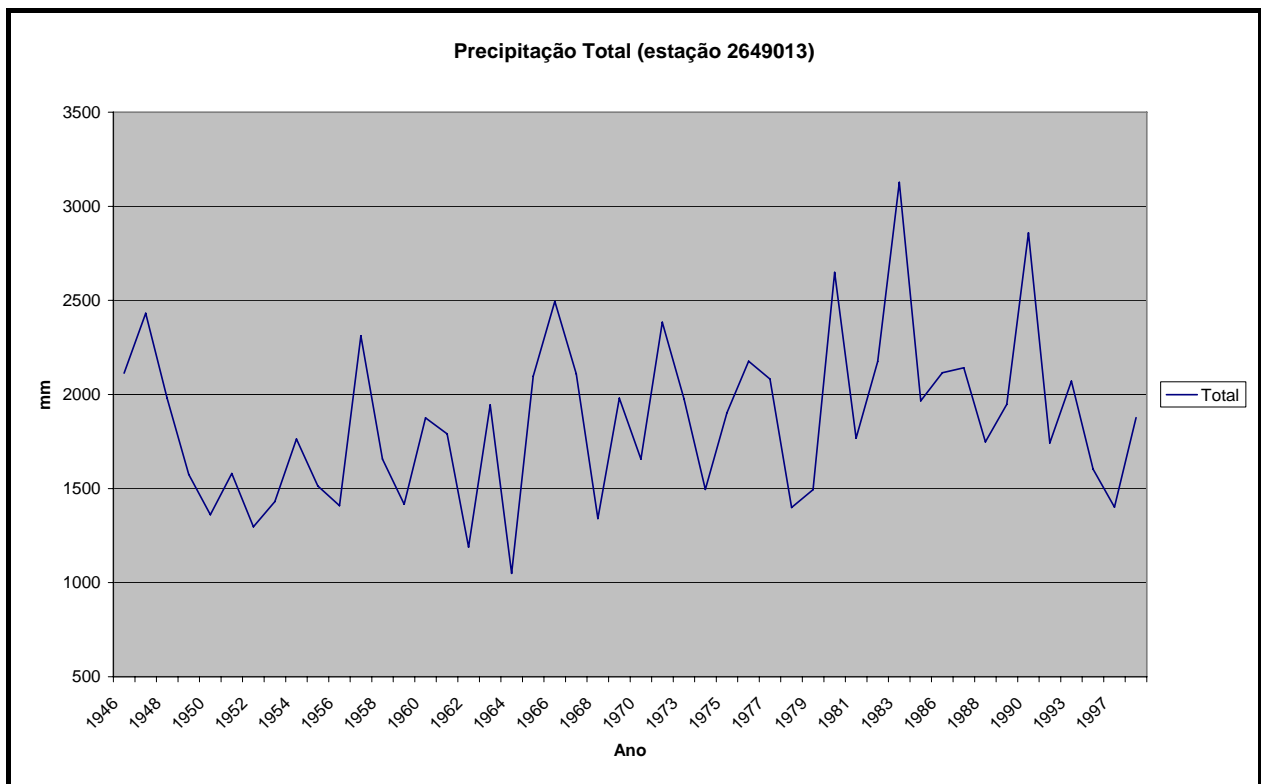
**Figura 6.7** – Precipitação total anual da estação de Joinville.



**Figura 6.8** – Precipitação total anual da estação de Araquari.



**Figura 6.9** – Precipitação total anual da estação de Jaraguá do Sul.



**Figura 6.10** – Precipitação total anual da estação de Corupá.



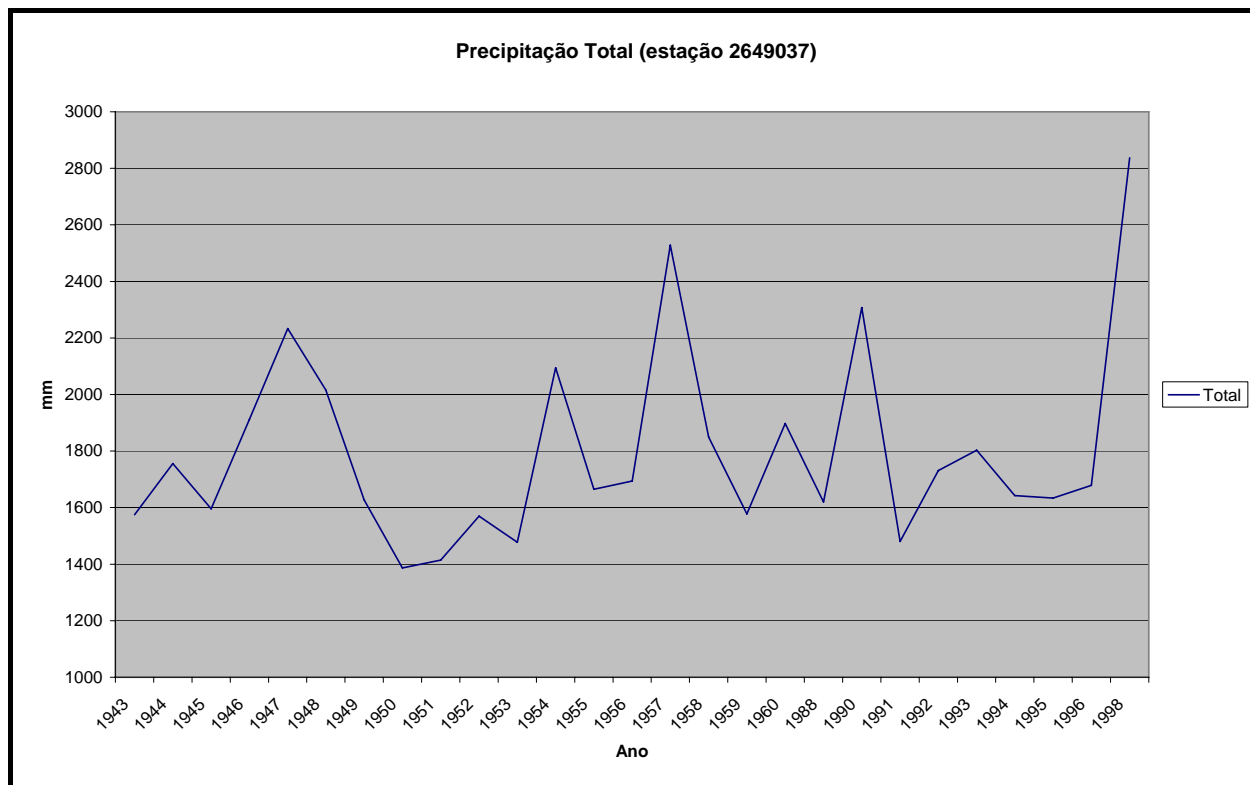


Figura 6.11 – Precipitação total anual da estação de Jaraguá do Sul.

### 6.2.1.3 Temperatura

Quanto à variação de temperatura, a região de estudo apresenta um dos maiores índices do Estado, com médias girando em torno dos 20°C. As maiores temperaturas ocorrem nos meses de novembro a março, porém, por efeito do fenômeno de bloqueio térmico, podem ocorrer temperaturas acima dos 30°C nos meses de maio e junho.

O fenômeno de bloqueio térmico ocorre pela ação de uma massa de ar seco que não permite a entrada de frentes frias, desviando-as para o oceano na região do Rio Grande do Sul. Como consequência, o ar se aquece, causando temperaturas altas para a época do ano e períodos de estiagem (Figura 6.12).

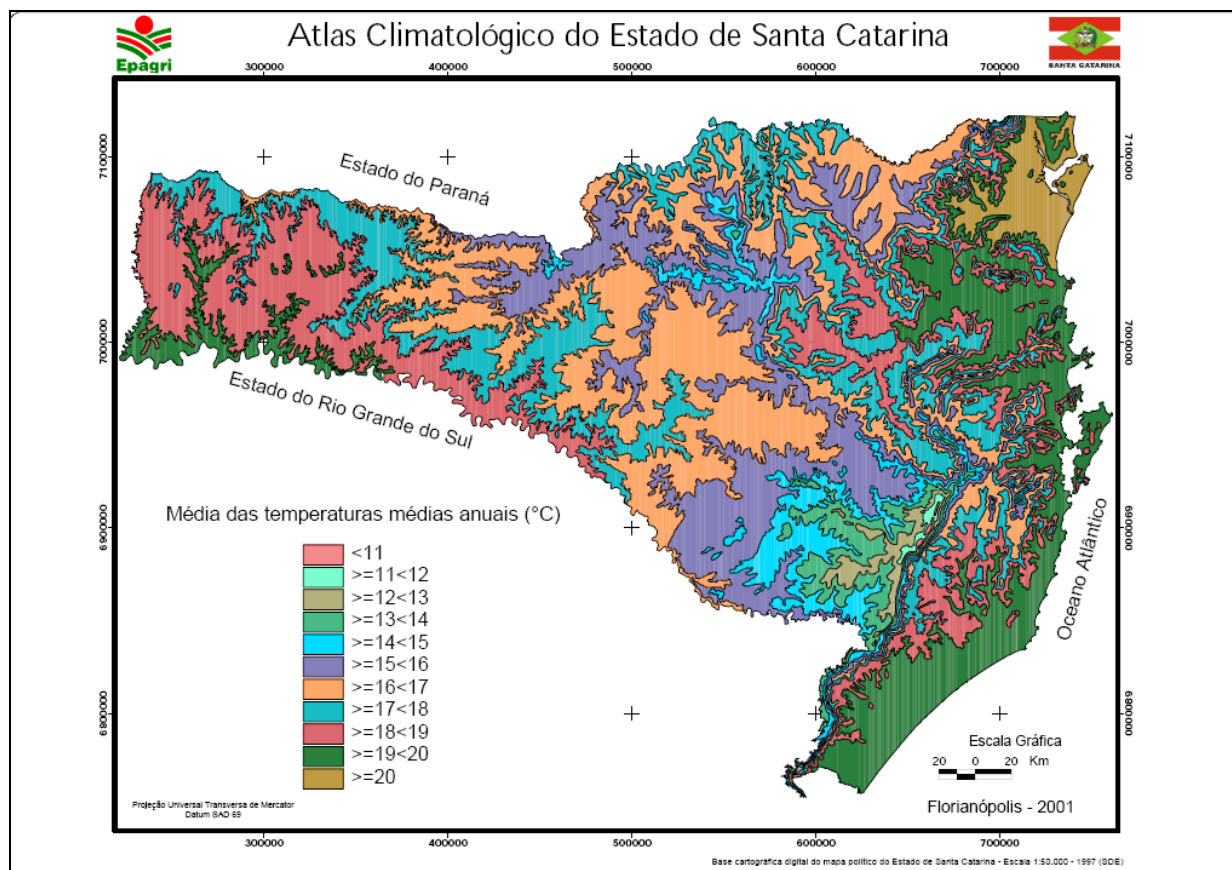


Figura 6.12 – Distribuição das temperaturas no Estado de Santa Catarina.

Fonte: EPAGRI (2001).

#### 6.2.1.4 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar registrada na área de estudo demonstra o comportamento diretamente ligado com duas características básicas: a localização geográfica e a influência do relevo.

Quanto à localização geográfica, a proximidade com o oceano faz com que, através da circulação marítima, a região sofra a influência da umidade trazida do mar pelos ventos principalmente de quadrante leste.

Além dessa característica, a proximidade da Serra do Mar também é outro fator agravante desses índices. A umidade não ultrapassa a Serra, e esta atua como uma barreira, concentrando-a e fazendo com que a média anual fique em torno de 80% (Figura 6.13).

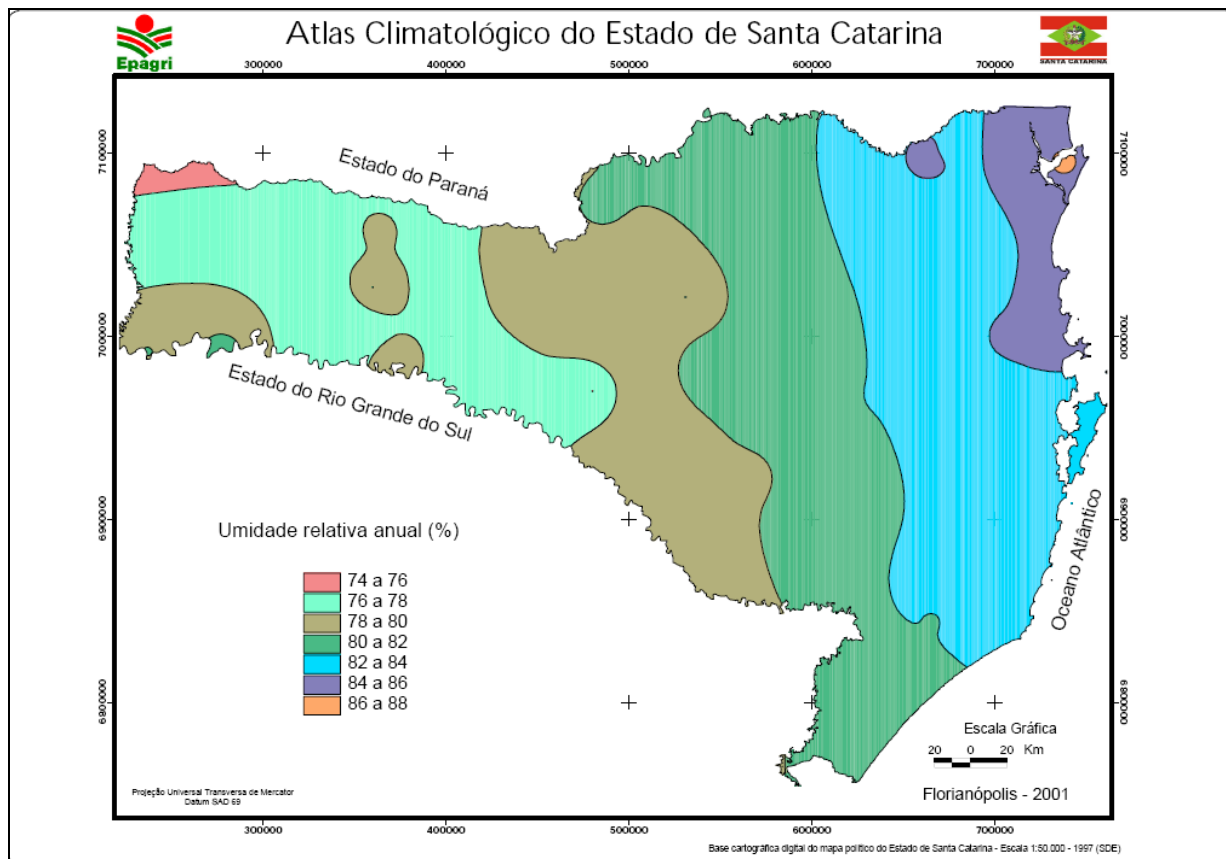


Figura 6.13 – Distribuição da umidade relativa do ar no Estado de Santa Catarina.

Fonte: EPAGRI (2001).

### 6.2.1.5 Insolação

Os índices de insolação variam conforme o zênite solar, gerenciado pelo movimento de translação do planeta. No Hemisfério Sul, os maiores índices de insolação são registrados durante o verão, entre os meses de dezembro a março (Figura 6.14).

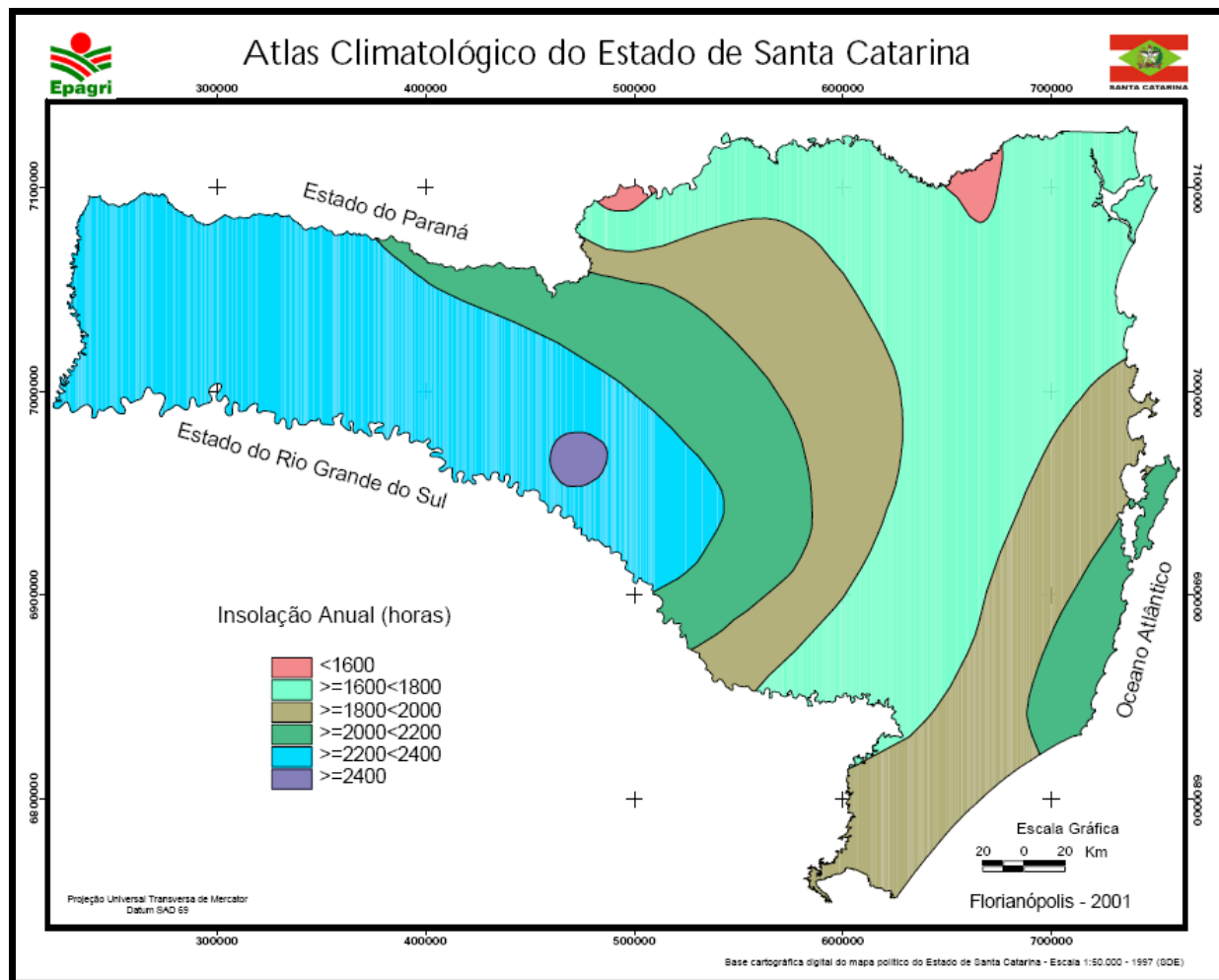


Figura 6.14 – Distribuição da insolação no Estado.

Fonte: EPAGRI (2001).

A região de estudo apresenta uma insolação variando entre 1600 hs e 1800 hs. Tal índice sofre uma variação considerável da nebulosidade oriunda da circulação marítima e do fenômeno de orografia.

#### 6.2.1.6 Vento

Para a caracterização dos ventos na região foram utilizados os dados das estações de São Francisco do Sul. A escassez de postos de medição de ventos na região de estudo tornou-se um problema para a caracterização de tal parâmetro.

A região apresenta ventos predominantes de quadrante leste, e no verão ocorre o predomínio de ventos oriundos de quadrante nordeste, acompanhando a atuação das massas tropical continental e atlântica, que trazem ventos quentes para a região.

Nos meses de inverno o quadrante predominante é sudeste, acompanhando o movimento da massa de ar polar que declina as temperaturas. A média dos ventos, segundo a Estação Meteorológica de São Francisco do Sul, fica em torno de 10 km/h.

### **6.2.2 Qualidade do Ar**

A utilização pelo homem das diversas formas de energia tem sido uma das principais causas de danos ao meio ambiente, com destaque para as fontes fósseis de energia, as principais entre elas. Os combustíveis fósseis são amplamente utilizados para diversos fins energéticos, como geração de energia elétrica, transporte e indústria. Mesmo com um maior uso de outras fontes energéticas atualmente, os combustíveis fósseis têm se mantido como a principal. Os mais utilizados são o carvão mineral, os derivados de petróleo e, mais recentemente, o gás natural.

As emissões originadas pelo uso de veículos automotores podem ser divididas nas seguintes categorias (MENDES, 2004):

- emissões de gases e partículas pelo escapamento do veículo (subprodutos da combustão lançados à atmosfera pelo tubo de escapamento);
- emissões evaporativas de combustível (lançadas na atmosfera através da evaporação de hidrocarbonetos do combustível);
- emissões de gases do cárter do motor (subprodutos da combustão que passam pelos anéis de segmento do motor e por vapores do óleo lubrificante);
- emissões de partículas provenientes do desgaste de pneus, freios e embreagem;
- ressuspensão de partículas de poeira do solo; e
- emissões evaporativas de combustível nas operações de transferência de combustível (associadas ao armazenamento e abastecimento de combustível).

Alguns dos principais produtos da combustão em veículos automotores são o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), água (H<sub>2</sub>O), monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos não ou parcialmente oxidados (HC), aldeídos (R-CHO), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>),

óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>) e material particulado (MP). O ozônio troposférico (O<sub>3</sub>), outro importante poluente, tem a sua formação associada à presença de HC e NO<sub>x</sub>.

A queima de combustíveis fósseis gera impactos ambientais de alcance global (como o aumento do efeito estufa), regional (como chuvas ácidas) e locais (como o aumento da concentração na atmosfera de poluentes de efeito tóxico ou teratogênico, por exemplo, o monóxido de carbono (CO), o ozônio (O<sub>3</sub>), o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e materiais particulados (MP)).

A poluição atmosférica urbana é considerada um dos problemas ambientais mais significativos, tanto em países em desenvolvimento como nos desenvolvidos. De um modo geral, os meios de transporte, como automóveis, ônibus e caminhões, são responsáveis por parte importante da degradação da qualidade ambiental nas áreas urbanas. A expansão das frotas circulantes, associada às características tecnológicas dos veículos mais antigos e dos combustíveis então em uso, acabou por acarretar uma elevação preocupante dos níveis de emissões automotivas. Este foi e continua sendo um problema apresentado não somente no Brasil, mas em todo o mundo (DERÍSIO, 2000).

Segundo a Resolução CONAMA nº 03/1990 (MMA, 2008), a poluição do ar pode ser definida como: “Qualquer forma de material ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo e características em desacordo com os níveis estabelecidos e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconvenientes ao bem-estar público; causar danos materiais à fauna ou flora; sejam prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.”

De modo semelhante, o World Bank (1998) define poluição atmosférica: “Qualquer substância no ar que pode (em concentração suficiente) causar danos aos seres humanos, outros animais, vegetação ou material; estando na forma de partículas sólidas, gotículas, líquidos, gases ou combinação destes, naturais ou artificiais, capazes de serem transportados pelo ar.”

Observando as duas definições, conclui-se que, além dos poluentes clássicos (material particulado – MP; monóxido de carbono – CO; dióxido de enxofre – SO<sub>2</sub>),

outros tipos de materiais ou energia podem ser classificados como poluentes do ar. Exemplo: materiais radioativos, energia eletromagnética, energia sonora.

O processo de poluição atmosférica divide-se basicamente em três etapas: emissão, transporte e imissão.

A emissão é o processo de “saída” do poluente da fonte geradora.

No transporte desses poluentes através das correntes de ar, pode ocorrer a diluição dos poluentes, mecanismos naturais de deposição (por exemplo, chuva), bem como modificações físico-químicas na atmosfera.

A imissão é o fenômeno de “chegada” dos poluentes a um receptor, em que podem ocorrer danos à saúde, propriedade ou de maneira geral ao meio ambiente.

O monitoramento da qualidade do ar tem elevada importância para a definição de políticas de abatimento da poluição atmosférica. É através de uma rede de monitoramento que se pode constatar a evolução das concentrações dos poluentes e aferir a eficácia dos processos de controle de emissões (TOMAZ e JARDIM, 2000).

Pelas características socioeconômicas da região de estudo, pode-se dizer que as principais fontes de emissão de poluentes do ar são os veículos, tanto leves como pesados, a gasolina ou a *diesel*.

A emissão de poluentes por veículos gera impactos mundiais e contribui grandemente para a poluição atmosférica gerada pelas pessoas. Somente o uso de carros de passageiros é responsável por 60% das emissões de monóxido de carbono, 60% das emissões de hidrocarbonetos e por mais de um terço do nitrogênio liberado para a atmosfera. Fica claro, portanto, que a poluição por veículos motores desempenha um papel significativo em uma série de problemas globais.

A avaliação dos potenciais impactos do desenvolvimento de uma dada rodovia requer a obtenção das seguintes informações, atuais e projetadas:

- *Volume de tráfego*: é o fator-chave das emissões (medido como quilometragem por hora e por tipo de veículo). Muitas vezes, um entendimento dos picos do trânsito e de sua duração será necessária a fim de tornar significativas as projeções dos níveis de emissões.

- *Composição do tráfego*: uma divisão do número de veículos por tipo. Caminhões pesados são diferenciados de veículos leves (de passageiro); veículos mais novos de veículos antigos; e veículos a *diesel* de veículos a gasolina.
- *Velocidade do tráfego*: velocidade média de veículos, com alguma indicação de consistência de velocidade (grau de congestionamento).
- *Dinâmica da dispersão*.
- *Níveis de emissão veicular por poluente principal*: indicadores úteis podem ser as emissões médias anuais; picos de concentração; horários; e valor diário excedido uma vez ao ano.
- *Superfície da rodovia*: se a rodovia é pavimentada ou não; isso faz diferença na quantidade de pó gerado.

Uma vez que os níveis de poluição, correntes e projetados, foram determinados, podem-se compará-los com os padrões regionais e nacionais de qualidade do ar.

O ruído também é uma ocorrência comum nos grandes centros urbanos, gerado principalmente pelos meios de transporte. Estudos mostram que o ruído de tráfego de 66dB(A) é considerado como o limiar do dano à saúde e, conseqüentemente, a medicina preventiva estabelece 65dB(A) como o nível máximo a que um cidadão pode se expor no meio urbano, sem riscos. Portanto, é preocupante que os níveis dos ruídos emitidos em vias com tráfego intenso atinjam normalmente 75 dB(A) (ZANNIN e SZEREMETTA, 2003).

#### 6.2.2.1 Padrões de Qualidade do Ar

A pureza do ar é monitorada segundo padrões de qualidade estabelecidos na legislação em função da quantidade de partículas em suspensão ou das quantidades de dióxido de enxofre, de monóxido de carbono ou de oxidantes fotoquímicos presentes no ar, medidos em microgramas por metro cúbico em um determinado tempo.



O Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) tem por objetivo a melhoria da qualidade do ar mediante o atendimento dos padrões estabelecidos e o não-comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas, tendo como estratégia básica limitar, em nível nacional, as emissões por tipologia de fontes e poluentes prioritários, reservando o uso dos padrões de qualidade do ar como ação complementar.

O PRONAR estabeleceu dois tipos de padrões de qualidade do ar: o primário e o secundário (Quadro 6.1). Esses padrões foram oficialmente definidos pela Resolução CONAMA nº 03, de 28.6.1990 (Quadro 6.2).

**Quadro 6.1** – Padrões da qualidade do ar

| TIPO DE PADRÃO | CARACTERÍSTICAS   |
|----------------|---|
| Primário       | São as concentrações de poluentes atmosféricos que, quando ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população, bem como a fauna, a flora, os materiais e o meio ambiente em geral. Podem ser entendidas como níveis máximos toleráveis.   |
| Secundário     | São as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral, podendo ser entendidas como níveis desejados, constituindo-se em meta de longo prazo. |

Fonte: MMA (2008).

**Quadro 6.2** – Padrões nacionais da qualidade do ar (Resolução CONAMA nº 03, de 28.6.1990)

| POLUENTES                      | PADRÃO PRIMÁRIO<br>µG/M <sup>3</sup>        | PADRÃO SECUNDÁRIO<br>µG/M <sup>3</sup> | TEMPO DE AMOSTRAGEM | MÉTODOS DE MEDIÇÃO  |
|--------------------------------|---|--|---------------------|---|
| Partículas totais em suspensão | 240*(c) - 80**                              | 150(c), 60                             | 24 horas anual (a)  | Amostradores de grandes volumes (Hi-Vol)                                  |
| Dióxido de enxofre             | 385 *(c) ((365))<br>80***                   | 100(c), 40                             | 24 horas anual (b)  | Pararrosanilina   |
| Monóxido de carbono            | 40.000 (35ppm):*(c)<br>10.000 (9ppm):## (c) | 40.000 (c)<br>10.000 (c)               | 1 hora<br>8 horas   | Infravermelho não dispersivo  |
| Ozônio                         | 160 # (c)                                   | 160 (c)                                | 1 hora              | Quimiluminescência  |
| Fumaça                         | 150(c); 60                                  | 100(c), 40                             | 24 horas anual (b)  | Refletância   |
| Partículas inaláveis           | 150 *(c); 50 ***                            | 150(c), 50                             | 24 horas anual (b)  | Amostrador de particulados. Finos e grossos. Separação inercial/filtração |

| POLUENTES   | PADRÃO PRIMÁRIO<br>μG/M <sup>3</sup> | PADRÃO SECUNDÁRIO<br>μG/M <sup>3</sup> | TEMPO DE AMOSTRAGEM | MÉTODOS DE MEDIÇÃO   |
|---|--------------------------------------|--|---------------------|--|
| Dióxido de nitrogênio @   | 320 #; 100***                        | 190, 100                               | 1 hora anual (b)    | Quimiluminescência   |
| # concentração máxima em 1 hora<br>## concentração máxima em 8 horas<br>* concentração máxima diária<br>** concentração média geométrica anual<br>*** concentração média aritmética anual<br>@ apenas esse parâmetro pode ser excedido mais de uma vez ao ano |                                      |  |                     | (a) média geométrica<br>(b) média aritmética<br>(c) não deve ser excedido mais do que uma vez ao ano |

Fonte: MMA (2008).

O Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), aprovado pela Resolução nº 18/1986 do CONAMA, estabelece os limites de poluição para veículos leves novos, conforme pode ser observado no Quadro 6.3. Esses limites eram progressivamente mais restritivos até o ano 1997. Devido a esse programa, os automóveis mais novos tiveram suas emissões reduzidas em mais de 90%, entre 1989 e 1997.

Os carros a álcool e a gasolina são importantes fontes emissoras de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx) e hidrocarbonetos (HC), enquanto os veículos com motores de ciclo *diesel*, em especial os caminhões e ônibus, são importantes emissores de óxidos de nitrogênio (NOx) e material particulado, além de, em menor grau, monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HC).

A emissão de poluentes atmosféricos pelas fontes estacionárias e móveis de uma área ou região associada às características topográficas e meteorológicas determina os níveis de qualidade do ar da mesma área ou região, o que, em consequência, determina os possíveis efeitos adversos da poluição do ar sobre os receptores, que podem ser o homem, os animais, as plantas e os materiais em geral (AMORIM, 2004).

**Quadro 6.3** – Limites máximos de emissões para veículos leves novos, segundo PROCONVE

| ANO    | CO (G/KM) | HC (G/KM) | NOX (G/KM) | MP (G/KM) |
|--------|-----------|-----------|------------|-----------|
| 89-91  | 24        | 2,1       | 2          | –         |
| 92-96  | 24        | 2,1       | 2          | –         |
| 92-93  | 12        | 1,2       | 1,4        | –         |
| Mar/94 | 12        | 1,2       | 1,4        | 0,05      |
| Jan/97 | 2         | 0,3       | 0,6        | 0,05      |

Fonte: CETESB (2008).

Com relação aos ruídos, o CONAMA fixou padrões através da Resolução nº 01, de 8 de março de 1990, a qual menciona a NBR 10151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando ao conforto das comunidades. O Quadro 6.4 mostra os padrões de ruídos fixados pelo CONAMA. Essa norma fixa as condições exigidas para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades. Ela especifica o método para medição de ruídos, a aplicação de correlações nos níveis medidos e uma comparação dos níveis corrigidos, com um critério que leva em conta os vários fatores ambientais.

**Quadro 6.4** – Padrões de ruído – dB (A) – Resolução CONAMA nº 01/1990

| CLASSES DE RUÍDOS     | ZONA DE HOSPITAIS | RESIDENCIAL URBANA | CENTRO DE CIDADE | ÁREA INDUSTRIAL |
|-----------------------|-------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Ruído Externo Diurno  | 45                | 55                 | 65               | 70              |
| Ruído Externo Noturno | 40                | 50                 | 60               | 65              |
| Ruído Interno Diurno  | 35                | 45                 | 55               | 60              |
| Ruído Interno Noturno | 30                | 40                 | 50               | 55              |

Fonte: MMA (2008).

Portanto, a realização desse monitoramento visou não só a diagnosticar a qualidade do ar da região em questão, mas também a reduzir a emissão de poluentes atmosféricos e sonoros (material particulado, gases e ruídos), como também seu impacto nas comunidades lindeiras, nos usuários das rodovias e nos trabalhadores das obras. O controle e o monitoramento das atividades aqui apresentadas e o atendimento aos limites estabelecidos pela legislação vigente irão garantir a preservação da saúde e do bem-estar de toda a comunidade.

### 6.2.2.2 Metodologia da Medição da Qualidade do Ar

Entre os dias 14 de junho e 8 de julho de 2008 foi realizada uma campanha para amostragem de partículas totais em suspensão (PTS), partículas inaláveis (MP10), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), ozônio (O<sub>3</sub>) e ruído em seis locais ao longo da BR-280, no trecho referenciado neste estudo (Figura 6.15). Os poluentes foram escolhidos para monitoramento com base na Resolução CONAMA nº 03/1990.

Os locais onde foram realizadas as medições, datas e condições médias de temperatura e pressão durante a amostragem, bem como as coordenadas geográficas de cada ponto estão descritos na Tabela 6.2.

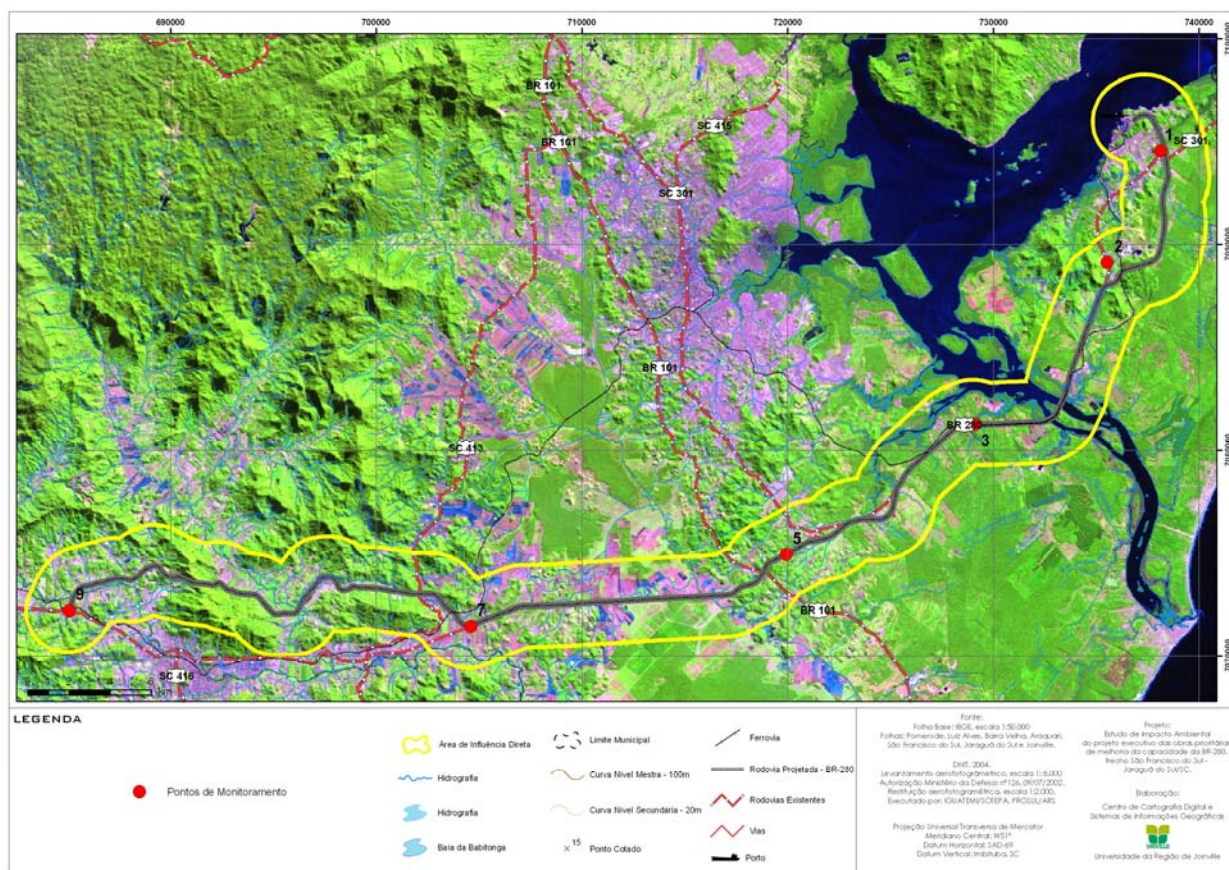


Figura 6.15 – Mapa da região de estudo com a localização dos seis pontos de amostragem.

A medição de PTS foi realizada empregando-se o método gravimétrico, com o equipamento Amostrador de Partículas Portátil – Modelo HDC, utilizando filtros de fibra de vidro com diâmetro de 10 cm e bomba a vácuo com vazão operacional de 0,4 m<sup>3</sup>/min. Já as partículas inaláveis foram medidas com o equipamento DPS System,

com uma vazão de 10 L/min. O tempo total de amostragem foi de 24 horas para todos os poluentes monitorados.

Os gases CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e HC foram monitorados pelo analisador multiparâmetro Modelo VRAE, enquanto o ozônio foi amostrado através de um equipamento de medição da marca BW Technologies. Ambos os equipamentos possuem *datalogger*, permitindo realizar transferência direta dos dados para um computador.

Todos os equipamentos foram colocados sobre uma plataforma de 3 m de altura, conforme recomendado pelo órgão ambiental americano, Environmental Protection Agency – EPA (2008). Cabe ressaltar, também, que esses pontos estavam localizados dentro da Área de Influência Direta do empreendimento em estudo.

**Tabela 6.2** – Caracterização dos pontos monitorados

| PONTO | LOCAL         | DATA            | T (°C) | P (MMHG) | COORDENADAS UTM |         |
|-------|---------------|-----------------|--------|----------|-----------------|---------|
| 1     | Trevo praias  | 14 e 15.6.2008  | 20,15  | 761,08   | 738136          | 7094525 |
| 2     | Prox. Vega    | 16 e 17.6.2008  | 8,34   | 769,36   | 735541          | 7089107 |
| 3     | Posto Sinuelo | 18 e 19.6.2008  | 13,21  | 766,8    | 729100          | 7081247 |
| 5*    | km 34/BR-280  | 7 e 8.7.2008    | 18,18  | 767,16   | 719930          | 7074921 |
| 7*    | Prox. SC413   | 30.6 e 1.7.2008 | 18,88  | 766,7    | 704600          | 7071425 |
| 9*    | Final BR-280  | 23 e 24.6.2008  | 14,3   | 768,6    | 685067          | 7072169 |

Fonte: Trabalho de campo para o EIA, 2008.

Nota: \*Essa numeração diferenciada se deve ao fato de que anteriormente pretendia-se monitorar nove pontos ao invés de seis. Três pontos foram descartados em função da ocorrência elevada de precipitação no período, além do atraso em função de problemas na aquisição de equipamentos.

### 6.2.2.3 Resultados do Monitoramento

#### 6.2.2.3.1 Medição de Material Particulado

Os resultados da amostragem de material particulado, tanto PTS como MP10, são apresentados nas Figuras 6.16 e 6.17, respectivamente. Na Figura 6.16, os dados são comparados ao padrão primário de qualidade do ar, segundo a Resolução nº 03/1990, enquanto na Figura 6.17 é feita a comparação também com o padrão secundário dessa mesma resolução.

Pode-se observar pela Figura 6.16 que, com exceção do Ponto 1, todos os demais apresentaram valores de concentração acima do padrão primário de qualidade do ar, segundo a resolução vigente já citada.

Os Pontos 3 e 5 apresentaram os maiores valores medidos de PTS, o que pode ser justificado por corresponderem ao Posto Sinuelo e ao parque de contêiner da empresa SEKA, no km 34 da BR-280, respectivamente, onde ocorre intensa movimentação de caminhões. Além disso, provavelmente parte da quantidade de PTS obtida deve ser devido à ressuspensão de partículas do solo.

Já os Pontos 7, 2 e 9 correspondem, nessa mesma ordem, ao entroncamento da BR-280 com a SC-413, à proximidade da empresa Vega do Sul e ao ponto final da BR-280, locais cujo tráfego também costuma ser intenso.

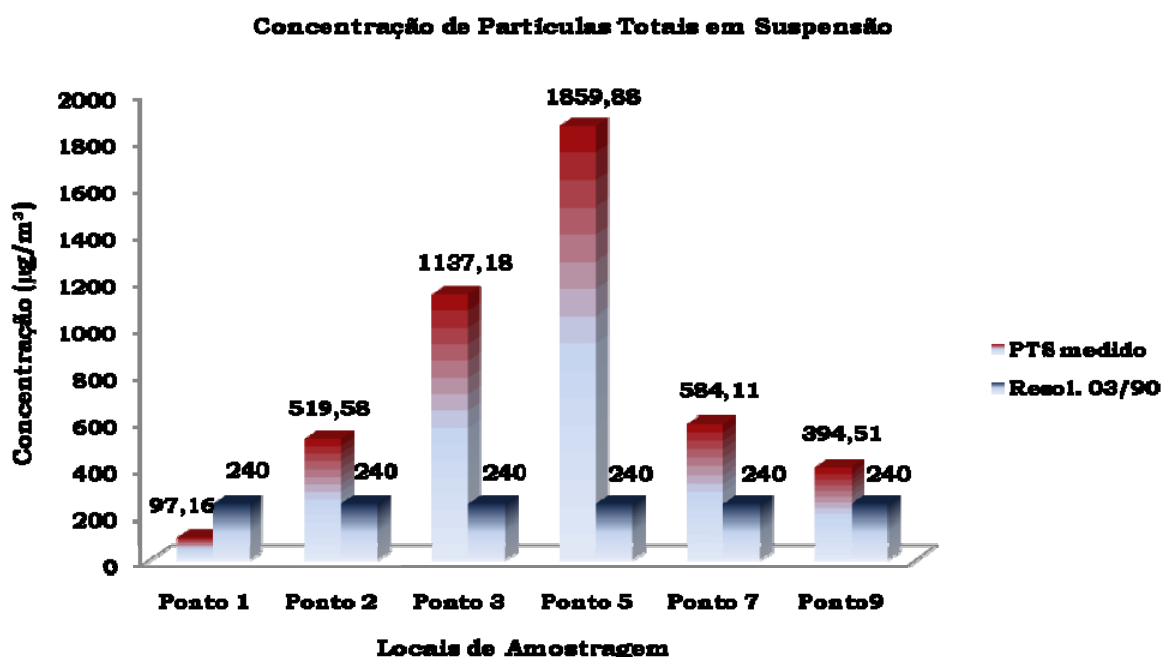


Figura 6.16 – Resultados da medição de PTS nos seis pontos monitorados.

Com relação às partículas inaláveis, contudo, verifica-se, pelos valores da concentração mostrados na Figura 6.16, que em nenhum ponto monitorado foram ultrapassados os valores dos padrões primário ou secundário, conforme Resolução CONAMA nº 03/1990.

### 6.2.2.3.2 Medição de Gases Poluentes

Com relação aos poluentes gasosos monitorados, somente o CO e o O<sub>3</sub> apresentaram valores acima do limite mínimo de detecção dos equipamentos, podendo-se considerar que os outros gases não se encontravam em quantidade significativa.

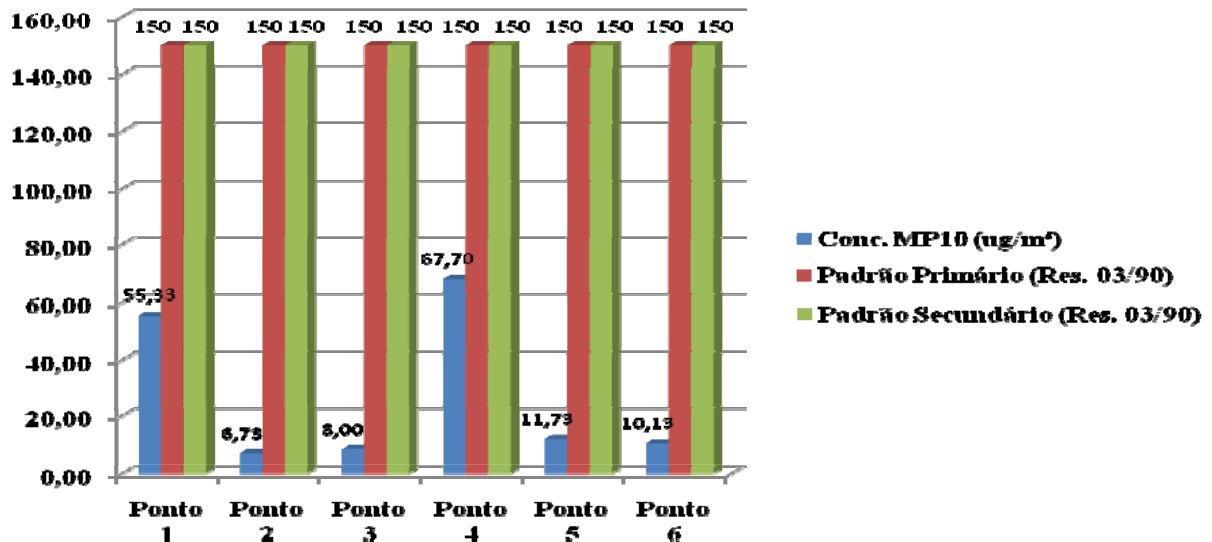


Figura 6.17 – Resultados da medição de MP<sub>10</sub> nos seis pontos de monitoramento.

De qualquer modo, nenhum desses dois gases ultrapassou, em qualquer horário de medição, os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03/1990. Contudo, a maior concentração medida de CO chegou a 7,8 ppm, valor próximo do limite de 9 ppm estabelecido para um tempo de amostragem de 8 horas. Esse fato pode ser observado na Figura 6.18.

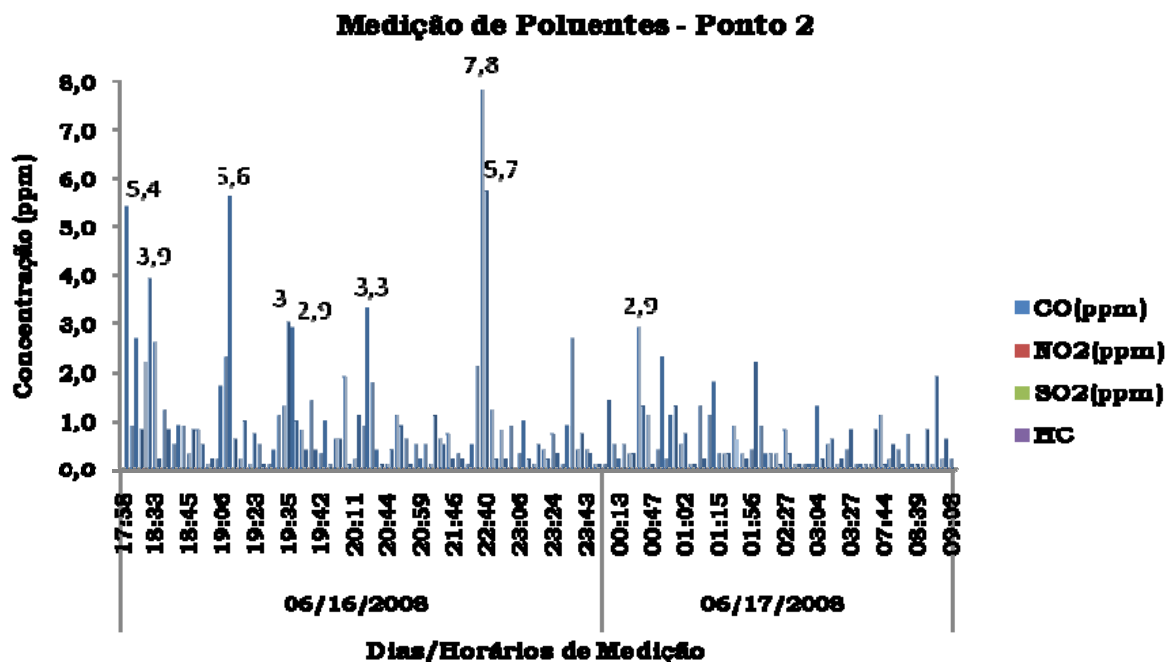


Figura 6.18 – Resultado do monitoramento dos poluentes gasosos CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e HC no Ponto 2, localizado próximo à empresa Vega do Sul.

### 6.2.2.3.3 Medição do Nível de Ruído

As Figuras 6.19 a 6.24 apresentam os resultados da medição do nível de ruído junto aos locais de monitoramento. Se for considerado o valor de 65 dB (A) estabelecido pela medicina preventiva como o nível máximo a que um cidadão pode se expor no meio urbano, sem riscos, todos os pontos apresentaram, em pelo menos um horário, valor acima desse nível. Entretanto, se forem considerados os valores de 70 dB (A) e de 65 dB (A) definidos pela Resolução CONAMA nº 01/1990 (ver Quadro 6.4) para ruído externo diurno e noturno, respectivamente, em área industrial, é possível dizer que somente os Pontos 1 e 9 estariam atendendo à legislação vigente.

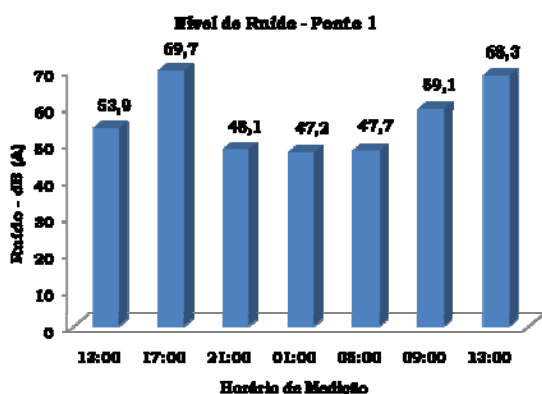


Figura 6.19 – Resultado da medição do nível de ruído no Ponto 1.

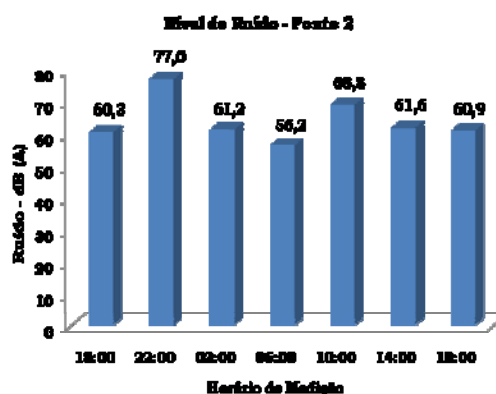


Figura 6.20 – Resultado da medição do nível de ruído no Ponto 2.



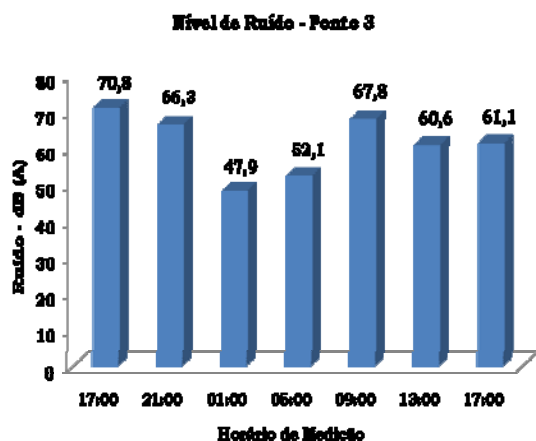


Figura 6.21 – Resultado da medição do nível de ruído no Ponto 3.

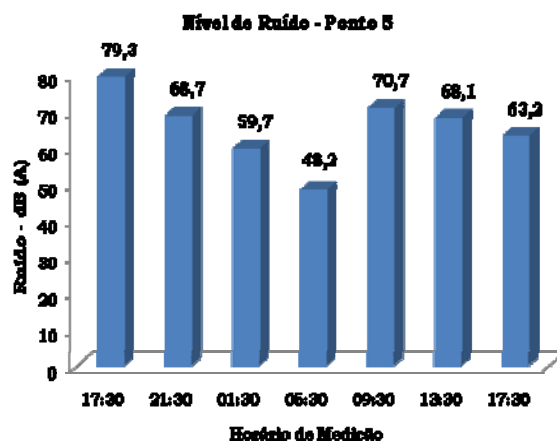


Figura 6.22 – Resultado da medição do nível de ruído no Ponto 5.

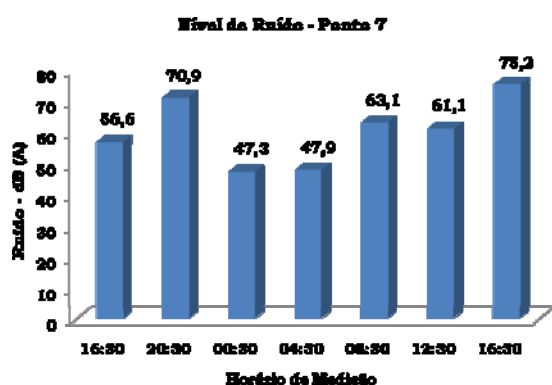


Figura 6.23 – Resultado da medição do nível de ruído no Ponto 7.

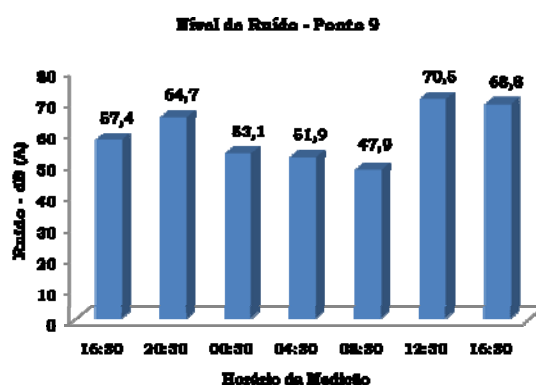


Figura 6.24 – Resultado da medição do nível de ruído no Ponto 9.

#### 6.2.2.4 Considerações Finais

Considerando os resultados de todas as amostragens, material particulado, na forma de PTS, foi o poluente encontrado em cinco das seis medições realizadas acima do limite legal. Sua ocorrência está relacionada com o elevado número de caminhões, principalmente, além da ressuspensão de partículas do solo por conta dessa movimentação, entre outros. Já o monóxido de carbono, apesar de não ter em nenhuma das coletas ultrapassado os padrões de qualidade do ar, chegou a ficar próximo desses.

Contudo, cabe ressaltar que as datas das medições foram intercaladas por períodos de alto índice pluviométrico. Portanto, sendo este um dos mecanismos

naturais de remoção de poluentes da atmosfera, não é possível afirmar que os resultados obtidos representam a qualidade do ar da região.

### **6.2.3 Geologia, Geomorfologia e Solos**

A elaboração do relatório foi composta por quatro fases principais: (1) pesquisa bibliográfica e cartográfica; (2) trabalhos de campo; (3) confecção de documentos cartográficos e análise dos dados coletados e produzidos; (4) redação do relatório.

O material bibliográfico e cartográfico consultado abrange livros, periódicos, teses, Estudos de Impacto Ambiental e mapas de séries especiais. As pesquisas foram efetuadas em acervos próprios, nas bibliotecas da Universidade da Região de Joinville e Universidade Federal de Santa Catarina, no acervo cartográfico do Centro de Cartografia Digital e Sistemas de Informações Geográficas da Universidade da Região de Joinville, nos escritórios da FATMA e na Internet.

O material cartográfico foi recolhido nas formas analógica e digital, conforme disponibilidade. Utilizaram-se, para compor a base cartográfica digital da área de estudo, as cartas topográficas na escala 1:50.000 do IBGE (1981) São Francisco do Sul (SG-22-Z-B-II-2), Araquari (SG-22-Z-B-II-4), Joinville (SG-22-Z-B-II-3) e Jaraguá do Sul (SG-22-Z-B-I-4). Toda a produção cartográfica foi efetuada em ambiente SIG com o programa ArcGIS 9.1.

Os mapas referentes aos temas geologia e pedologia foram produzidos a partir da síntese de dados geológicos existentes em mapeamentos produzidos por órgãos públicos como GAPLAN, IBGE, EMBRAPA e EPAGRI. O mapeamento geomorfológico foi elaborado a partir da técnica proposta por OLIVEIRA & VIEIRA (2008) para a região nordeste de Santa Catarina.

Os trabalhos de campo foram realizados nos meses de março e abril de 2008. Percorreu-se um total de 20 pontos, distribuídos em áreas no interior da Área de Influência Direta e adjacências.

A escolha dos percursos realizados foi pautada nos mapeamentos geológicos e pedológicos preexistentes, em particular nos registros dos depósitos cenozóicos, uma vez que as litologias que se referem ao embasamento cristalino são bastante semelhantes e consensuais entre os diversos autores consultados. O objetivo dos

levantamentos de campo foi confirmar a existência dos depósitos e solos já mapeados, elucidar dúvidas quanto à sua abrangência e/ou localização e identificar novas ocorrências porventura ainda não registradas e mapeadas. Efetuaram-se, em todos os trajetos realizados, o registro fotográfico dos elementos observados e o registro de coordenadas UTM em receptor GPS.

As observações de campo tiveram por base elementos como perfis de solos, formas do relevo (feições planares e lineares, etc.), cotas altimétricas (obtidas com altímetro previamente calibrado), mudanças ou quebras de declividade, grau de dissecação, discordâncias, distribuição e natureza da cobertura vegetal e uso da terra. Adicionalmente, durante os percursos de campo procurou-se obter dados objetivos e subjetivos complementares às observações efetuadas por meio de questionamentos sobre questões relacionadas à distribuição de materiais superficiais e subsuperficiais a moradores e trabalhadores nos locais visitados.

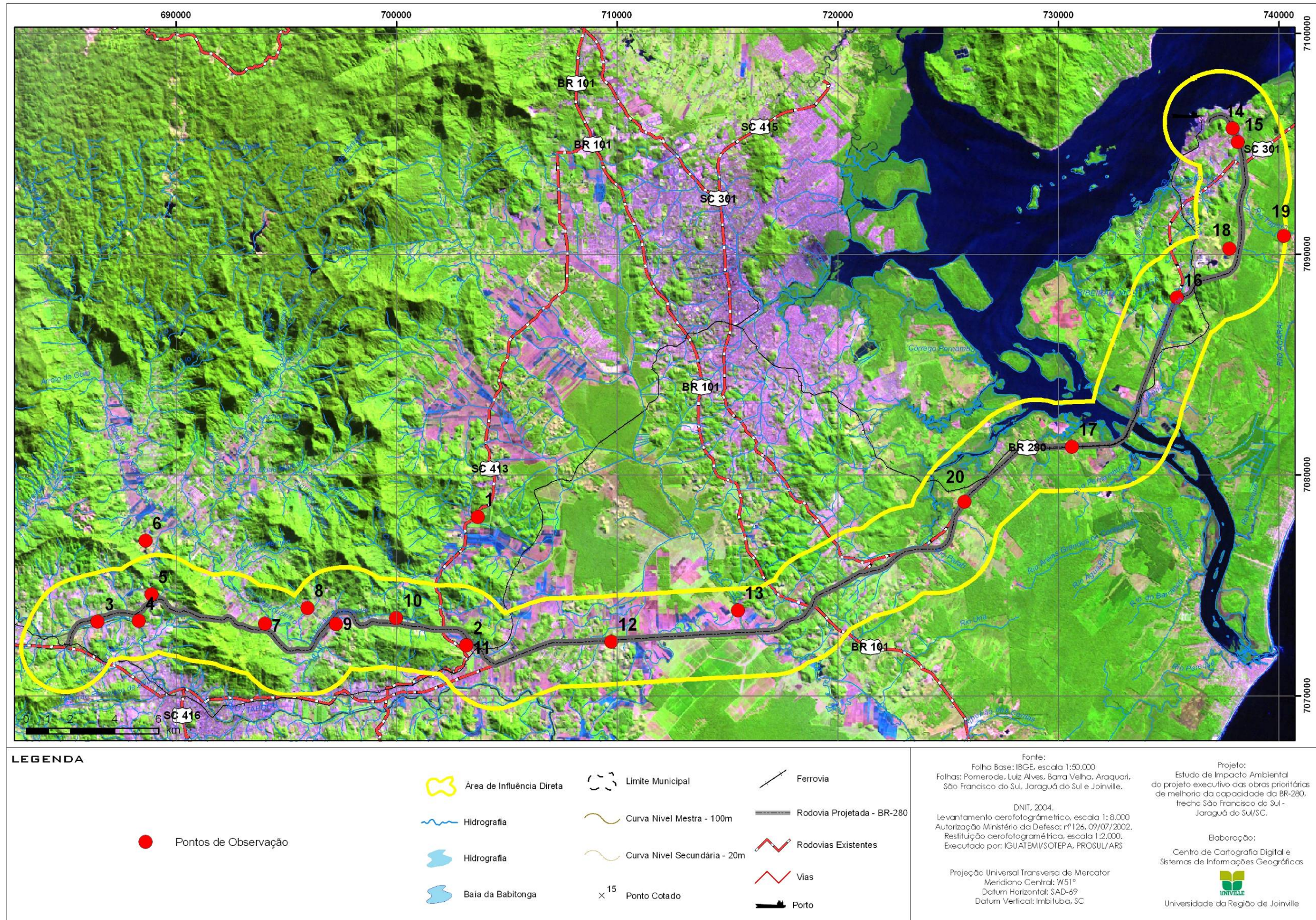


Figura 6.25 – Localização dos pontos de observação de campo.

### 6.2.3.1 Setores Considerados no Estudo

Para a análise da geologia, geomorfologia e solos optou-se por seccionar a Área de Influência Direta – AID em quatro setores, devido à grande extensão da área do projeto e à heterogeneidade dos ambientes ao longo da Área de Influência Direta.

A Área de Influência Direta é representada por uma faixa de 2 km de largura de ambos os lados da rodovia projetada e possui área total de 302,4 km<sub>2</sub> (Tabela 6.3).

**Tabela 6.3** – Setores da área de influência direta

| SETORES | ÁREA (KM <sup>2</sup> ) | %    |
|---------|-------------------------|------|
| Setor 1 | 75,3                    | 24,9 |
| Setor 2 | 71,7                    | 23,9 |
| Setor 3 | 58,8                    | 19,4 |
| Setor 4 | 96,6                    | 31,9 |
| Total   | 302,4                   | 100  |

Dessa maneira, a área do projeto foi dividida em quatro setores distintos com comprimento variando entre 14 km e 23 km (Figura 6.26).

O setor 1 está localizado na parte insular do projeto, com extensão do porto de São Francisco do Sul até o canal do Linguado, com uma área de 75,3 km<sub>2</sub>, que corresponde a 24,9% da área do projeto (Figura 6.27).

O setor 2 estende-se do canal do Linguado até a confluência da BR-280 com a BR-101. Esse setor possui uma área de 71,7 km<sub>2</sub>, com 23,9% da área total (Figura 6.28).

O setor 3 possui área de 58,8 km<sub>2</sub>, que corresponde a 19,4% da AID, e estende-se do entroncamento da BR-101 até aproximadamente a confluência da BR-280 com a SC-413, também conhecida como Rodovia do Arroz (Figura 6.29).

O setor 4 possui área de 96,6 km<sub>2</sub>, caracterizando-se por ser o setor de maior extensão, e representa 31,9% da área total do projeto (Figura 6.30).

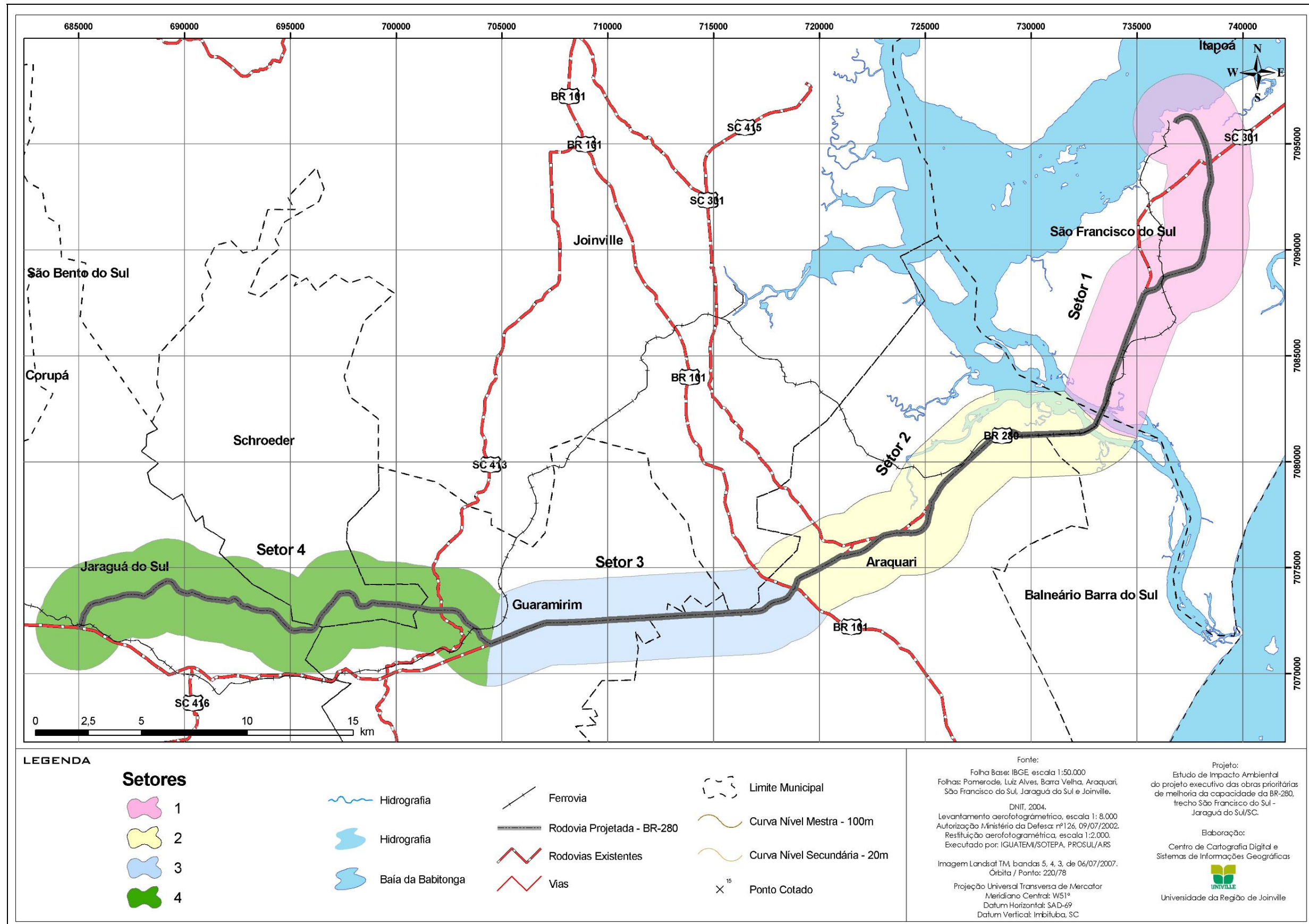


Figura 6.26 – Mapa de localização geral dos setores da área de influência direta.

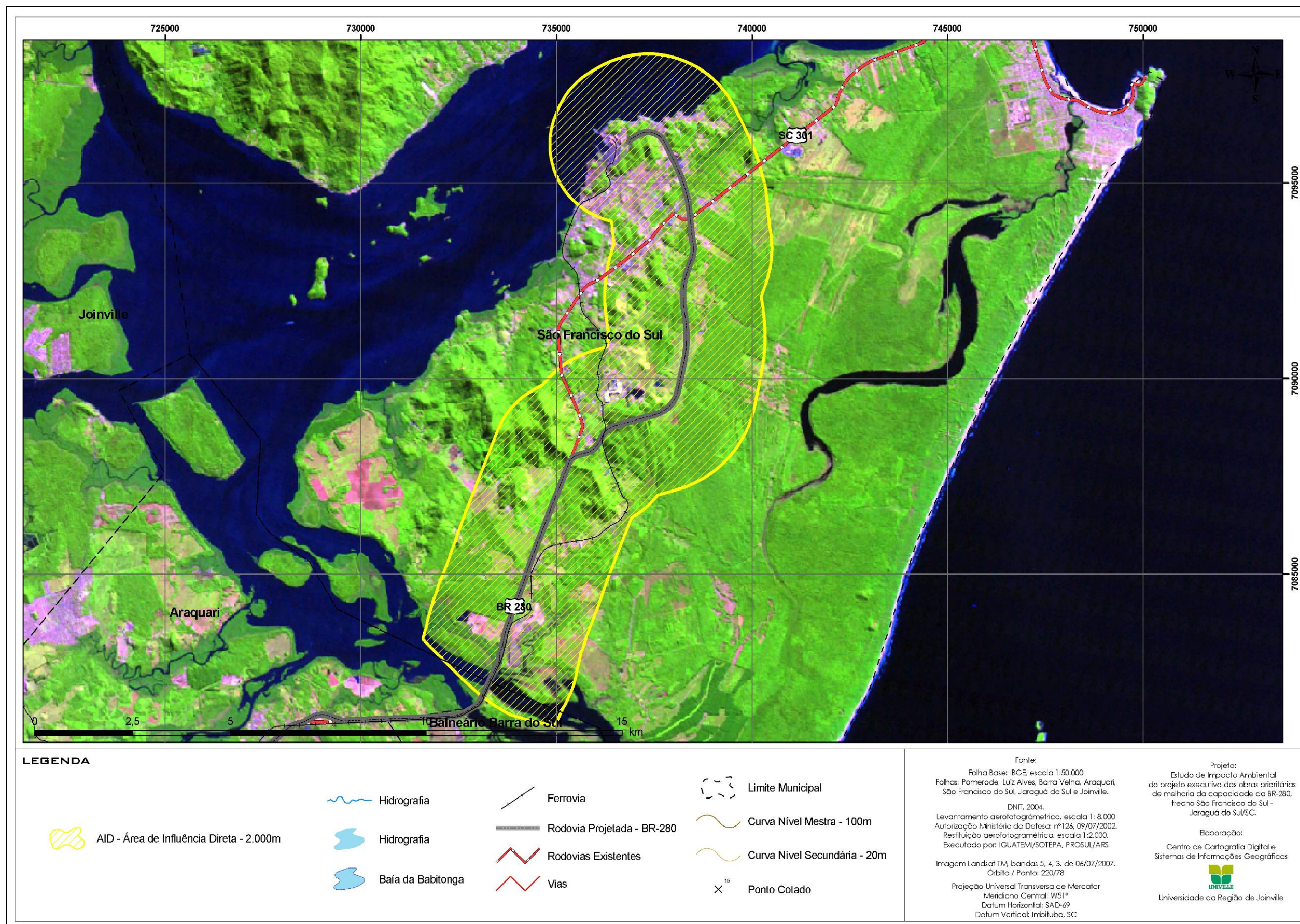


Figura 6.27 – Mapa de localização do setor 1 da área de influência direta.

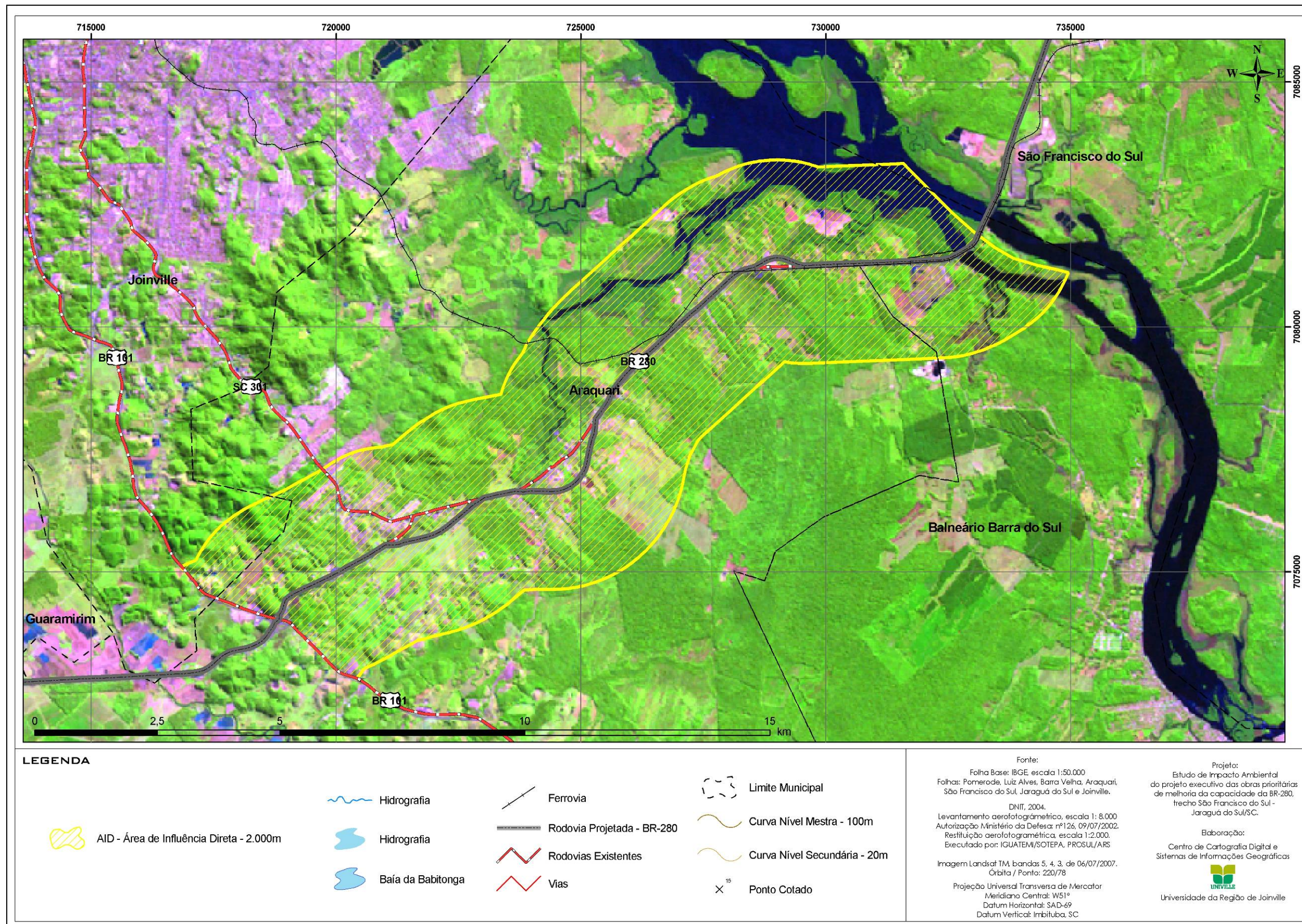


Figura 6.28 – Mapa de localização do setor 2 da área de influência direta.



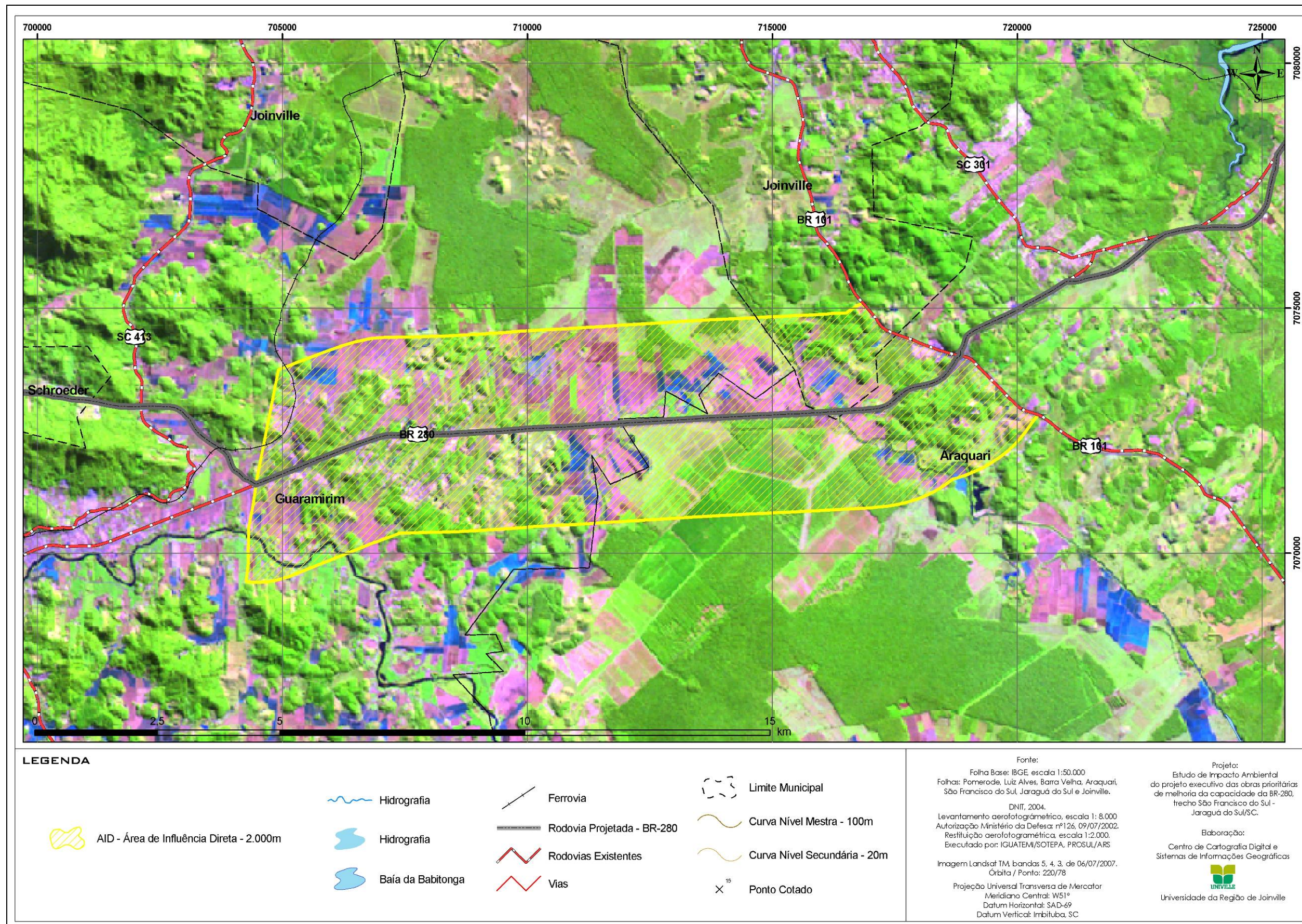


Figura 6.29 – Mapa de localização do setor 3 da área de influência direta.

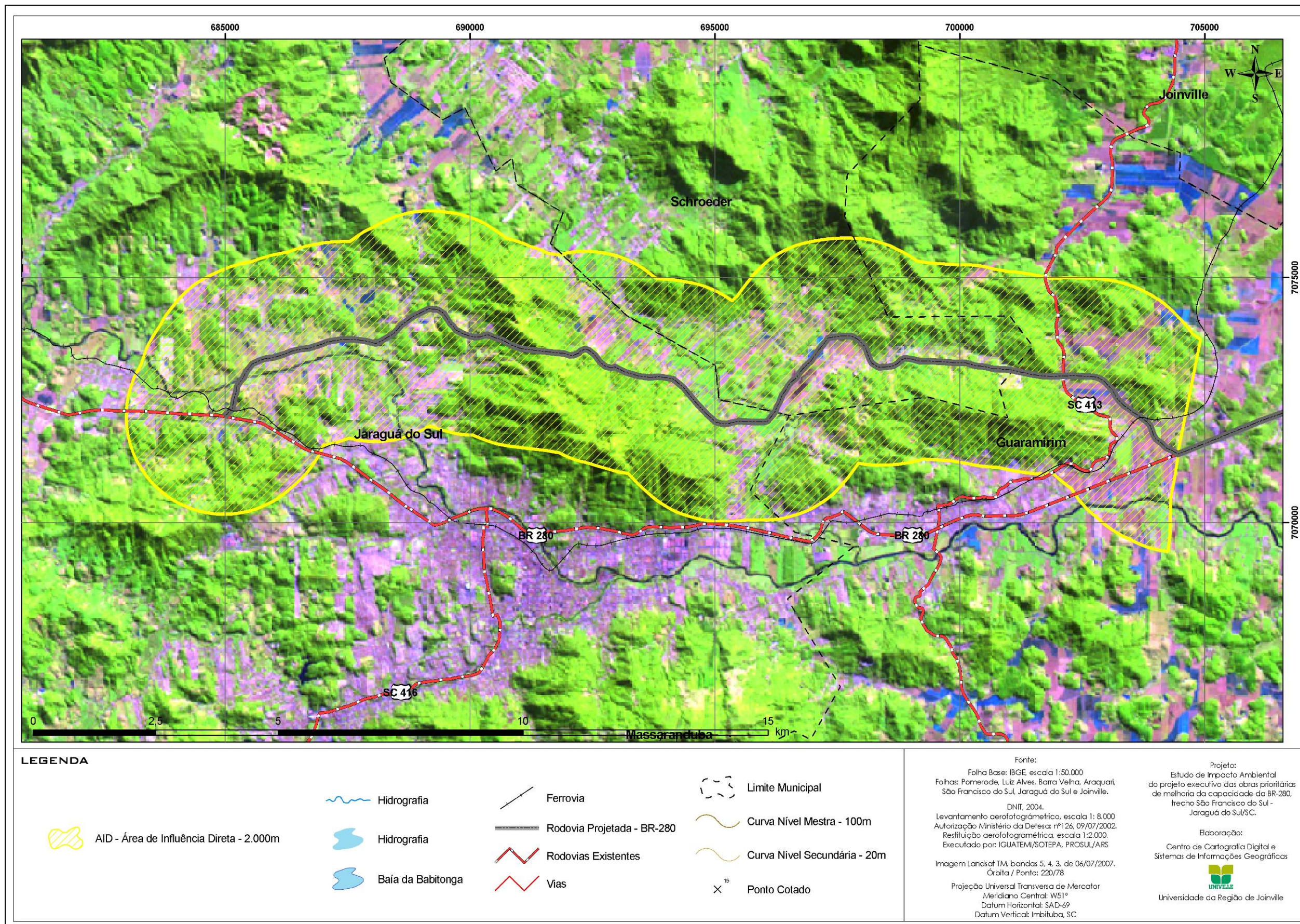


Figura 6.30 – Mapa de localização do setor 4 da área de influência direta.

### 6.2.3.2 Aspectos Geológicos

Diversos mapeamentos geológicos foram efetuados na região do empreendimento desde a década de 1980. Podem-se dividir esses mapeamentos em dois grupos principais: os mapas geológicos gerais e os mapas geológicos voltados para a representação dos depósitos cenozóicos. Os mapas geológicos gerais são encontrados nas escalas 1:1.000.000, 1:100.000 e 1:50.000. Os mapas dos depósitos cenozóicos foram confeccionados nas escalas 1:350.000 e 1:200.000. Os mapas geológicos gerais, apesar das diferenças de escalas, trazem informações semelhantes, dada a baixa diversidade litológica na região, em especial na área do empreendimento. Os mapas com foco nos depósitos cenozóicos, por terem sido elaborados para projetos de pesquisa específicos, apresentam algumas diferenças nas nomenclaturas adotadas, que não são, porém, relevantes no contexto deste estudo.

#### 6.2.3.2.1 Geologia Regional

Segundo o mapeamento geológico na escala 1:1.000.000 produzido pelo GAPLAN<sup>1</sup> (SANTA CATARINA/GAPLAN, 1986), o arcabouço geológico da região nordeste de Santa Catarina compreende dois setores distintos: o Escudo Atlântico e as áreas de Sedimentos Quaternários.

O setor do Escudo Atlântico inclui os compartimentos topográficos Serra do Mar e Planalto Catarinense, sendo caracterizado pelo elemento tectônico Cráton Luís Alves, que contém as unidades litoestratigráficas Complexo Luís Alves ou Complexo Granulítico de Santa Catarina e Suíte Intrusiva Serra do Mar. O Complexo Luís Alves contém rochas metamórficas das fácies granulito (gnaisses enderbíticos, gnaisses cálcico-silicáticos, quartzos e ultramafitos) e das fácies anfibolito, epídoto-anfibolito e xistos verdes. A Suíte Intrusiva Serra do Mar compreende corpos intrusivos que transpassam o Complexo Luís Alves, sendo compostos por biotita granitos, granitos cataclásticos e sienitos, entre outros.

O setor Sedimentos Quaternários inclui o compartimento topográfico planície costeira e contém a unidade litoestratigráfica Coberturas Recentes. Essa unidade é composta por depósitos holocênicos marinhos, representados por sedimentos praias e

---

<sup>1</sup> Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral do Estado de Santa Catarina.

cordões litorâneos, por depósitos de idade pleistocênica de natureza marinha e eólica e por depósitos marinhos mistos, compostos por material detrítico inconsolidado de natureza mista (SANTA CATARINA/GAPLAN, 1986).

O mapa geológico produzido em 2001 pela Divisão de Geociências do Sul. (DIGEO/SUL) do IBGE na escala 1:100.000 foi detalhado por Gonçalves et al. (2002) para a escala 1:50.000. Não houve, porém, alteração do mapeamento original nas áreas em que se insere o empreendimento, sendo assim idênticas as ocorrências geológicas para essa área em ambas as escalas.

Assim, segundo o mapa geológico produzido por GONÇALVES et al. (2002) na escala 1:50.000, ocorrem nas áreas do planalto e Serra do Mar rochas do Complexo Granulítico de Santa Catarina, compostas predominantemente por gnaisses granulíticos ortoderivados de idade arqueana (Algn), com intrusões de corpos graníticos alcalinos pertencentes à Suíte Intrusiva Serra do Mar (Psimr, Psidf), do Proterozóico Superior. Na ilha de São Francisco ocorrem granitóides cálcio-alcalinos deformados pertencentes ao Complexo Paranaguá (Pip), do Proterozóico Inferior. Nas áreas de menor altitude, correspondentes às planícies, ocorrem sedimentos argilo-siltico-arenosos de ambiente de mangue (Qhmg); areias quartzosas marinhas bem selecionadas (Qhm); sedimentos aluvionares, cascalheiras, areias e sedimentos siltico argilosos (Qha); e sedimentos lagunares com areias malselecionadas de laminação plano-paralela (Qhca), todos de idade holocênica. Ocorrem também nas áreas de menor altitude sedimentos marinhos compostos por areias finas a médias, de idade pleistocênica (Qhl), que formam terraços com altitude média em torno de 15 m acima do nível do mar.

No mapeamento efetuado por HORN FILHO (1997) na escala aproximada 1:350.000, ocorrem na planície costeira da área de estudo depósitos paludiais holocênicos; depósitos fluviais, de leques aluviais e coluviais do Quaternário Indiferenciado.

Segundo o mapa do Quaternário Costeiro do Estado de Santa Catarina na escala 1:200.000 produzido pelo DNPM (1988), ocorrerem na área do empreendimento formações plio-quaternárias localizadas na planície costeira, que incluem sedimentos argilo-arenosos ricos em matéria orgânica dos manguezais atuais, de idade holocênica; sedimentos continentais indiferenciados malselecionados

contendo colúvios e alúvios de idade holocênica e do Quaternário Indiferenciado; sedimentos argilosos a arenosos de lagunas e baías, de idade holocênica.

#### 6.2.3.2.2 Geologia da Área de Influência Direta

A Área de Influência Direta pode ser dividida em três grandes sistemas geológicos, que apresentam morfologia, gênese e dinâmica distintas. Desse modo, a AID é constituída pelo Sistema Cristalino, Sistema Depositional Continental e Sistema Depositional Costeiro.

O Sistema Cristalino é formado pelas rochas que compõem o embasamento cristalino e caracteriza-se pelos terrenos mais elevados da área de estudo. O Sistema Depositional Continental é formado pelos depósitos fluviais associados aos fundos de vale e planície costeira, assim como pelos depósitos coluviais associados às vertentes do embasamento cristalino. O Sistema Depositional Costeiro é formado por depósitos cuja gênese está associada à dinâmica costeira, como os depósitos paludiais, depósitos marinhos, depósitos paleoestuarinos e depósitos flúvio-lagunares.

De maneira geral, nota-se que na Área de Influência Direta do projeto ocorrem 10 unidades geológicas com idades variando do Arqueano ao Holoceno, compreendidas em três sistemas (Tabelas 6.4 e 6.5).

**Tabela 6.4 – Área e descrição dos aspectos geológicos da Área de Influência Direta**

| SISTEMA                  | IDADE                      | UNIDADE LITODEPOSICIONAL                | ÁREA EM KM <sup>2</sup> |         |         |         |        |
|--------------------------|----------------------------|---|-------------------------|---------|---------|---------|--------|
|                          |                            |   | SETOR 1                 | SETOR 2 | SETOR 3 | SETOR 4 | TOTAL  |
| Áreas Urbanizadas        |                            |   | 3,02                    | 0,00    | 0,00    | 4,43    | 7,45   |
| Depositional Costeiro    | Holoceno                   | Depósito Paludial                       | 1,98                    | 5,59    | 0,00    | 0,00    | 7,57   |
|                          |                            | Depósito Flúvio-lagunar                 | 0,00                    | 0,00    | 11,11   | 0,00    | 11,11  |
|                          |                            | Depósito Paleoestuarino                 | 7,30                    | 0,79    | 0,00    | 0,00    | 8,08   |
|                          |                            | Depósito Marinho                        | 0,00                    | 2,65    | 0,00    | 0,00    | 2,65   |
|                          | Pleistoceno Superior       | Depósito Paleoestuarino                 | 0,52                    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,52   |
|                          |                            | Depósito Marinho                        | 34,16                   | 35,99   | 0,00    | 0,00    | 70,15  |
| Depositional Continental | Quaternário Indiferenciado | Depósito Fluvial                        | 0,00                    | 7,03    | 33,05   | 30,91   | 70,99  |
|                          |                            | Depósito Coluvial                       | 2,51                    | 0,91    | 0,20    | 0,45    | 4,07   |
| Cristalino               | Proterozóico Inferior      | Granitóides Cálcio-alcálicos Deformados | 16,70                   | 0,04    | 0,00    | 0,00    | 16,74  |
|                          | Arqueano                   | Gnaisses granulíticos Ortoderivados     | 0,00                    | 13,97   | 14,40   | 60,82   | 89,19  |
| Total                    |                            |   | 66,20                   | 66,96   | 58,76   | 96,61   | 288,54 |

**Tabela 6.5** – Porcentagem e descrição dos aspectos geológicos da Área de Influência Direta

| SISTEMA                  | IDADE                      | UNIDADE LITODEPOSICIONAL                | ÁREA EM % |         |         |         |       |
|--------------------------|----------------------------|---|-----------|---------|---------|---------|-------|
|                          |                            |   | SETOR 1   | SETOR 2 | SETOR 3 | SETOR 4 | TOTAL |
| Áreas Urbanizadas        |                            |   | 1,05      | 0,00    | 0,00    | 1,54    | 2,58  |
| Deposicional Costeiro    | Holoceno                   | Depósito Paludial                       | 0,69      | 1,94    | 0,00    | 0,00    | 2,62  |
|                          |                            | Depósito Flúvio-lagunar                 | 0,00      | 0,00    | 3,85    | 0,00    | 3,85  |
|                          |                            | Depósito Paleoestuarino                 | 2,53      | 0,27    | 0,00    | 0,00    | 2,80  |
|                          |                            | Depósito Marinho                        | 0,00      | 0,92    | 0,00    | 0,00    | 0,92  |
|                          | Pleistoceno Superior       | Depósito Paleoestuarino                 | 0,18      | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,18  |
|                          |                            | Depósito Marinho                        | 11,84     | 12,47   | 0,00    | 0,00    | 24,31 |
| Deposicional Continental | Quaternário Indiferenciado | Depósito Fluvial                        | 0,00      | 2,44    | 11,46   | 10,71   | 24,60 |
|                          |                            | Depósito Coluvial                       | 0,87      | 0,32    | 0,07    | 0,16    | 1,41  |
| Cristalino               | Proterozóico Inferior      | Granitóides Cálcio-alcalinos Deformados | 5,79      | 0,01    | 0,00    | 0,00    | 5,80  |
|                          | Arqueano                   | Gnaisses granulíticos Ortoderivados     | 0,00      | 4,84    | 4,99    | 21,08   | 30,91 |

O sistema deposicional costeiro representa 34,69% da área total, com 100,09 km<sup>2</sup>, e abrange os depósitos marinho e paleoestuarino do Pleistoceno Superior e depósitos marinho, paleoestuarino, flúvio-lagunar e paludial de idades holocênicas.

Já o sistema deposicional continental, com 75,06 km<sup>2</sup>, compreende 26,01% da área total e é formado pelos depósitos coluviais e fluviais com idades quaternárias indiferenciadas.

O sistema cristalino possui área total de 105,93 km<sup>2</sup>, que representa 36,71% da área total da AID. O sistema cristalino é constituído por rochas do Complexo Paranaguá ou Cinturão Granitóide Costeiro e do Complexo Luís Alves. As rochas associadas ao Complexo Paranaguá são descritas como granitóides cálcio-alcalinos deformados do Proterozóico Inferior e representam 5,80% da área total. O Complexo Luís Alves é constituído por gnaisses granulíticos ortoderivados associados ao Arqueano, com área total de 89,19 km<sup>2</sup>, que representam 30,91% da área de estudo.

As áreas urbanizadas inseridas na AID representam um total de 7,45 km<sup>2</sup>, ou 2,58% da área total, e estão associadas às áreas urbanas dos Municípios de São Francisco do Sul e Jaraguá do Sul.

De maneira geral, observa-se que as unidades denominadas gnaisses granulíticos ortoderivados (Complexo Luís Alves), depósito marinho pleistocênico e o depósito fluvial compreendem cerca de 79,83% da área, e as demais unidades completam a geologia total do projeto.

### **Sistema Cristalino**

O Sistema Cristalino é composto por dois complexos que envolvem dois grupos de rochas distintos: o Complexo Luís Alves e o Complexo Paranaguá.

### **Complexo Luís Alves**

O Complexo Luís Alves é constituído por gnaisses granulíticos de composição comumente básica (gnaisse noríticos), rochas metamórficas da fácies anfibolito, camadas e lentes de quartzitos e formações ferríferas, assim como pequenos corpos de rochas ultrabásicas e rochas migmatíticas e cataclásticas. No entanto, os gnaisses granulíticos predominam francamente. Segundo Figueiredo et al. (1991), essas rochas representam uma seqüência cálcio-alcálica cogenética desenvolvida em ambiente de subducção, possivelmente relacionado a arco insular.

O Complexo Luís Alves na área de estudo é constituído principalmente por quatro associações litológicas: gnaisses granulíticos ortoderivados, de composição cálcio-alcálica geralmente básica, com porções restritas de formações ferríferas, paragnaisses e gnaisses migmatíticos; quartzitos com formações ferríferas subordinadas; rochas ultrabásicas; e formações ferríferas maciças (Figuras 6.31 e 6.32).



**Figura 6.31** – Afloramento rochoso de gnaisses do Complexo Luís Alves em talude à margem da rodovia SC-413, ponto 1.



**Figura 6.32** – Detalhe do gnaisses do Complexo Luís Alves à margem da rodovia SC-413, ponto 1.



As rochas do Complexo Luís Alves localizam-se em todo o setor oeste da Área de Influência Direta do projeto, a partir do canal do Linguado e compreende a área total dos setores 2, 3 e 4 (Figuras 6.44, 6.46, 6.47 e 6.48), com aproximadamente 30,91% da AID (Tabelas 6.4 e 6.5).

### **Complexo Paranaguá**

O Complexo Paranaguá é constituído essencialmente por granitóides porfíricos, em geral deformados, de granulação média a grossa, por vezes migmatíticos com autólitos dioríticos a quartzo-dioríticos. Associadas aos granitóides ocorrem ainda porções restritas de quartzitos, xistos e gnaisses. Análises químicas dos referidos granitóides (SIGA JÚNIOR, 1995) evidenciam que o complexo engloba, no mínimo, dois tipos de rochas: granitóides cálcio-alcálicos e granitóides de tendência alcalina.

Os granitos exibem predominantemente texturas equigranulares, além de texturas porfíricas com fenocristais de ortoclásio e microclínio. Já os granitóides possuem isotropia em toda a extensão dos afloramentos, pois apresentam variações laterais para gnaisses bandados, no entanto sem a possibilidade de distinção entre os limites das duas litologias (SILVA, 1984).

As rochas do Complexo Paranaguá ocorrem quase que exclusivamente na parte insular da área do projeto, inserida no setor 1 (Figuras 6.33 e 6.34). As rochas constituem todo o embasamento cristalino da ilha de São Francisco do Sul e estão associadas às áreas de maior altitude da ilha, condicionando também a formação de ilhas rochosas e costões rochosos adjacentes à ilha, assim como sustentando formas de relevo, como o Morro da Palha e Morro da Cruz na ilha de São Francisco do Sul (Figura 6.33).



**Figura 6.33** – Morro da Cruz, na ilha de São Francisco do Sul, exemplo de morfologia condicionada pelas rochas do Complexo Paranaguá, ponto 14.

As rochas do Complexo Paranaguá possuem área total de 16,74 km<sup>2</sup> sendo 99,77% do total das rochas desse complexo inseridos no setor 1 (Tabelas 6.1 e 6.4).

Associadas às rochas do embasamento cristalino da área de estudo ocorrem áreas de materiais intemperizados, conhecidos na literatura como elúvio, regolito ou saprolito (GONÇALVES, 1993; BIGARELLA et al., 1994; HORN FILHO, 1997; OLIVEIRA, 2000). Esses materiais são de difícil representação cartográfica, pois recobrem quase que totalmente as rochas do embasamento cristalino, sendo impossibilitada a sua delimitação (Figura 6.34).



**Figura 6.34** – Material intemperizado associado às rochas do embasamento cristalino, ponto 14.

## **Sistema Depositional Costeiro**

O sistema deposicional costeiro é constituído por seis depósitos associados à gênese costeira, divididos em dois grupos por faixa de idade: Pleistoceno Superior e Holoceno.

### **Pleistoceno superior**

#### **Depósito Marinho**

Os depósitos marinhos pleistocênicos ocupam uma área de aproximadamente 70,15 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 24,31% da área total da AID (Tabelas 6.1 e 6.4). Os depósitos localizam-se de maneira generalizada a leste da BR-101 até o porto de São Francisco do Sul, com ocorrência somente nos setores 1 e 2 (Figuras 6.44, 6.45 e 6.46).

Os depósitos se apresentam como superfícies planas ou onduladas com altitudes variando entre 7 a 16 m, diminuindo progressivamente em direção ao canal do

Linguado e à baía da Babitonga. O contato do depósito marinho com os depósitos adjacentes ocorre normalmente de forma brusca, apresentando terraços com desníveis de até 5 m de altura.

As superfícies onduladas dos depósitos marinhos podem ser entendidas como cordões litorâneos (*beach ridges*). Os cordões litorâneos ocorrem como uma sucessão de alinhamentos de cristas e cavas, paralelas e subparalelas, com espaçamento variando entre 20 e 50 m. O desnível entre as cristas e as cavas possui até 3 m de altura, sendo visível a sucessão de até cinco cordões litorâneos em alguns pontos da planície costeira.

Quanto à composição dos depósitos marinhos pleistocênicos, Horn Filho (1997) relata que esses depósitos são constituídos de areia fina, muito bem-selecionada a bem-selecionada, de coloração avermelhada devido à pigmentação por óxidos de ferro e com concentrações de minerais pesados (Figura 6.35).



**Figura 6.35** – Depósito marinho pleistocênico nas proximidades da estrada de acesso ao Município de Barra do Sul, ponto 17.

Visto que os depósitos marinhos pleistocênicos estão em cotas mais elevadas do que os depósitos adjacentes, normalmente não possuem o nível do lençol freático próximo à superfície, fato que não ocorre com os depósitos de cotas altimétricas menos elevadas. Dessa maneira, os depósitos marinhos pleistocênicos são considerados áreas prioritárias na ocupação pelos moradores locais (Figura 6.36).



**Figura 6.36** – Contato de depósito marinho pleistocênico com depósito paleoestuarino holocênico, na região da Tapera, na ilha de São Francisco do Sul.

### Depósito Paleoestuarino

Os depósitos paleoestuarinos pleistocênicos ocupam área de aproximadamente 0,52 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 0,18% da área total da AID (Tabelas 6.1 e 6.4). Os depósitos localizam-se de forma pontual na ilha de São Francisco do Sul, na região da Tapera, com ocorrência somente no setor 1 (Figuras 6.44 e 6.45).

O depósito paleoestuarino, de maneira geral, ocorre na retrobarreira formada pelos depósitos marinhos pleistocênicos e indica ambientes lagunares ou de planície de maré formada em ambientes de baixa hidrodinâmica, influenciados na época de sua formação somente pela ação das marés. Os depósitos ocorrem no interior da ilha de São Francisco do Sul em áreas próximas ao embasamento cristalino, em cotas mais elevadas, com altitudes médias de 10 m.

Os depósitos paleoestuarinos possuem morfologia bastante plana (Figura 6.37), por vezes ondulada quando há ocorrência de sobreposição de depósitos

marinhos. De modo geral, os depósitos são alongados no sentido SW/NE e possuem até 2 km de largura.



**Figura 6.37** – Morfologia típica dos depósitos paleoestuarinos pleistocênicos, com superfície plana onde atualmente se desenvolvem cabeceiras de drenagem, região da Tapera, na ilha de São Francisco do Sul.

O depósito paleoestuarino é constituído de sedimentos areno-argilosos, de coloração cinza-escura e por vezes preta, devido ao enriquecimento por matéria orgânica decomposta. Os sedimentos podem ser interpretados como formados em ambiente estuarino ou lagunar (Figura 6.38).



**Figura 6.38** – Depósito paleoestuarino pleistocênico sobreposto a depósito marinho também de idade pleistocênica, região da Tapera na ilha de São Francisco do Sul.

## Holoceno

### Depósito Marinho

Os depósitos marinhos de idade holocênica ocupam área de aproximadamente 2,65 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 0,92% da área total da AID (Tabelas 6.4 e 6.5). Os depósitos localizam-se concentrados no setor 2 ao longo do curso do rio Parati, interdigitado com os depósitos paludiais, marinhos pleistocênicos e fluviais (Figuras 6.44, 6.45 e 6.46).

Os depósitos possuem altitude inferior a 5 m, de característica planar e suavemente inclinados na direção do rio Parati. O contato entre os depósitos marinhos e os depósitos adjacentes ocorre de maneira abrupta, normalmente através de terraços, por vezes com diferentes níveis. Os níveis de terraços são feições que podem ser relacionadas às oscilações do nível relativo do mar durante o Holoceno.

### Depósito Paleoestuarino

Os depósitos paleoestuarinos correspondem a 2,80%, ou 8,08 km<sup>2</sup>, da área total do projeto, com ampla ocorrência no setor 1, na ilha de São Francisco do Sul. Encontram-se nas áreas adjacentes à baía da Babitonga e do canal do Linguado, em contato direto com os depósitos paludiais e marinhos pleistocênicos (Figuras 6.44 e 6.45).

Os depósitos se apresentam como terraços, planos e suavemente inclinados em direção à baía da Babitonga e ao canal do Linguado, com altitude média em torno de 4 m. Os depósitos lagunares são constituídos de sedimentos areno-argilosos, de coloração cinza-escura, com presença de bancos conchíferos naturais (Figura 6.39).



**Figura 6.39** – Exemplo de depósito paleoestuarino holocênico localizado na ilha de São Francisco do Sul.



Os depósitos paleoestuarinos por vezes formam extensas áreas alagadiças, visto que o nível freático está muito próximo da superfície dos depósitos. Essas áreas naturalmente impõem restrições para a ocupação urbana, pois exigem a construção de redes de drenagem para o rebaixamento do lençol freático.

A formação dos depósitos paleoestuarinos está associada à transgressão holocênica, com a formação de uma barreira constituída de depósitos marinhos e eólicos, propiciando o desenvolvimento de um ambiente lagunar ou estuarino marcado pela baixa hidrodinâmica.

### **Depósito Flúvio-lagunar**

O depósito flúvio-lagunar é o resultado da interação de processos dos ambientes fluvial e lagunar. Quando o nível médio do mar durante o Holoceno encontrava-se acima do atual, os sedimentos transportados pelos cursos d'água e depositados na foz dos rios Piraí e Itapocu sofreram influência das marés e correntes de maré, sendo enriquecidos principalmente de material fino e matéria orgânica.

Na presente pesquisa, os depósitos flúvio-lagunares compreendem área de 11,11 km<sup>2</sup>, ou 3,85% da área de estudo (Tabela 6.4 e 6.5). Os depósitos flúvio-lagunares localizam-se somente nas áreas próximas à foz do rio Piraí com o rio Itapocu, e são inseridos exclusivamente no setor 3 da AID (Figuras 6.44 e 6.47).

Os depósitos apresentam-se na forma de terraços, com altitudes inferiores a 6 m, suavemente inclinados em direção à foz dos principais cursos d'água, com ocorrência de níveis de terraços, canais e meandros abandonados no interior dos depósitos, denotando a influência fluvial na gênese do depósito, e a cobertura vegetal arbórea associada aos depósitos flúvio-estuarinos refere-se a ecossistemas da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Figura 6.40).

De acordo com Martin et al. (1988), as áreas dos depósitos flúvio-lagunares entre os rios Piraí e Itapocu são áreas do Estado de Santa Catarina propícias ao desenvolvimento e exploração de turfas.



**Figura 6.40** – Morfologia típica dos depósitos flúvio-lagunares ao longo da BR-280, ponto 12.

### Depósito Paludial

Os depósitos paludiais correspondem a 2,62% da área total, ou 7,57 km<sup>2</sup> (Tabelas 6.1 e 6.4), e encontram-se principalmente nas margens do canal do Linguado, em zona intramarés, inseridos nos setores 1 e 2 (Figuras 6.44, 6.45 e 6.46).

Os depósitos paludiais, de acordo com Suguio (1998), referem-se a ambientes de sedimentação próprio de zonas pantanosas periodicamente inundadas por águas salobras. Esse ambiente possui ainda a propriedade de produção de gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e metano (CH<sub>4</sub>), resultando no odor característico dessas áreas.

Os depósitos paludiais podem ainda ser enquadrados, segundo Reineck & Singh (1973), como planícies de maré (*tidal flats*), desenvolvidas ao longo de costas de baixo declive, com marcado ciclo de marés, ausência de ação de ondas e suprimento de sedimentos.

Em diversos estudos costeiros os depósitos paludiais são designados como manguezais; no entanto, nesse ambiente deposicional ocorrem diversos ecossistemas, sendo o manguezal apenas um deles. Neste relatório, entende-se por manguezal a formação vegetacional que ocorre no ambiente deposicional denominado paludial (VIEIRA, 2008).

De maneira geral os depósitos paludiais são constituídos de sedimentos finos, variando de areia a argila, de cor preta, enriquecidos por grande quantidade de matéria orgânica em decomposição (Figura 6.41).



**Figura 6.41** – Depósitos paludiais no canal do Linguado.

## **Sistema Depositional Continental**

### **Depósito Coluvial**

Sob a denominação de colúvios, podem ser incluídos os sedimentos associados às vertentes das serras e morros, nas quais não se observam evidências de transporte por fluxos de baixa viscosidade (ANGULO, 2004). Trata-se de

sedimentos predominantemente finos, com proporções variáveis de areia e seixos angulosos, não apresentando estruturas visíveis.

O depósito coluvial pode ser entendido como o conjunto de detritos rochosos, produtos de intemperismo que se deslocam encosta abaixo devido à ação da gravidade, depositando-se como camadas delgadas com detritos angulosos de tamanhos variados e sem estratificação (IBGE, 1999).

Na área de estudo, o depósito coluvial representa 1,41% da área total, com 4,07 km<sup>2</sup> (Tabelas 6.1 e 6.4). As áreas com maiores ocorrências desse tipo de depósito localizam-se nas vertentes da Serra do Mar; entretanto, verificam-se diversos pontos de ocorrência de colúvios nas colinas dissecadas da planície costeira.

De acordo com Vieira (2008), os principais processos gravitacionais envolvidos na formação dos depósitos coluviais referem-se a movimentos gravitacionais de caráter dúctil e rúptil. Os movimentos gravitacionais de caráter dúctil estão relacionados aos movimentos de massa translacional, movimentos de massa rotacional e à solifluxão (rastejamento). Os movimentos gravitacionais de caráter rúptil referem-se à queda de detritos.

### **Depósito Fluvial**

Os depósitos fluviais compreendem uma área de 70,99 km<sup>2</sup> e representam 24,60% da área total da AID (Tabelas 6.1 e 6.4). Os depósitos fluviais reconhecidos na presente pesquisa estão associados principalmente a três bacias hidrográficas, de oeste para leste: bacias hidrográficas do rio Itapocu, do rio Itapocuzinho e do rio Pirai (Figuras 6.44, 6.45, 6.46 e 6.47).

Na presente pesquisa, a delimitação dos depósitos fluviais foi realizada através do reconhecimento em campo e por meio de fotointerpretação de feições associadas à gênese fluvial, como níveis de terraços, canais e meandros abandonados.

Os depósitos fluviais ocorrem com maior expressão nos setores 3 e 4, sendo também reconhecidas áreas fluviais reduzidas no setor 2 associadas ao rio Parati. Através da setorização dos ambientes, foi possível observar que os depósitos fluviais possuem dinâmica distinta em cada setor.

No setor 4 os depósitos fluviais possuem carga de fundo mais elevada, e os rios apresentam terraços bem marcados com planícies de inundação mais estreitas, devido à influência do embasamento cristalino que condiciona a rede de drenagem e a formação de fundos de vales fechados com vertentes bastante íngremes com rios com controle estrutural e por vezes sinuosos (Figura 6.42).



**Figura 6.42** – Morfologia dos depósitos fluviais no setor 4, ponto 4.

No setor 3, os depósitos fluviais possuem carga em suspensão e de fundo balanceada, com a deposição de sedimentos mais finos na planície de inundação. Nesse setor, devido à ausência de áreas formadas pelo embasamento cristalino, a planície de inundação dos rios é bastante extensa e plana, com rios meandranes (Figura 6.43).



**Figura 6.43** – Morfologia dos depósitos fluviais no setor 3, próximo ao rio Pirai, ponto 13.

No setor 2, as áreas formadas por processos fluviais localizam-se nas cabeceiras de drenagem das colinas costeiras da região. Na planície costeira, os rios são de pequena extensão, e quando possuem maior largura estão associados às áreas estuarinas próximas ao canal do Linguado. No setor 1 não foram observadas significativas evidências geológicas e geomorfológicas de dinâmica fluvial que pudessem indicar a formação de depósitos associados a processos fluviais.

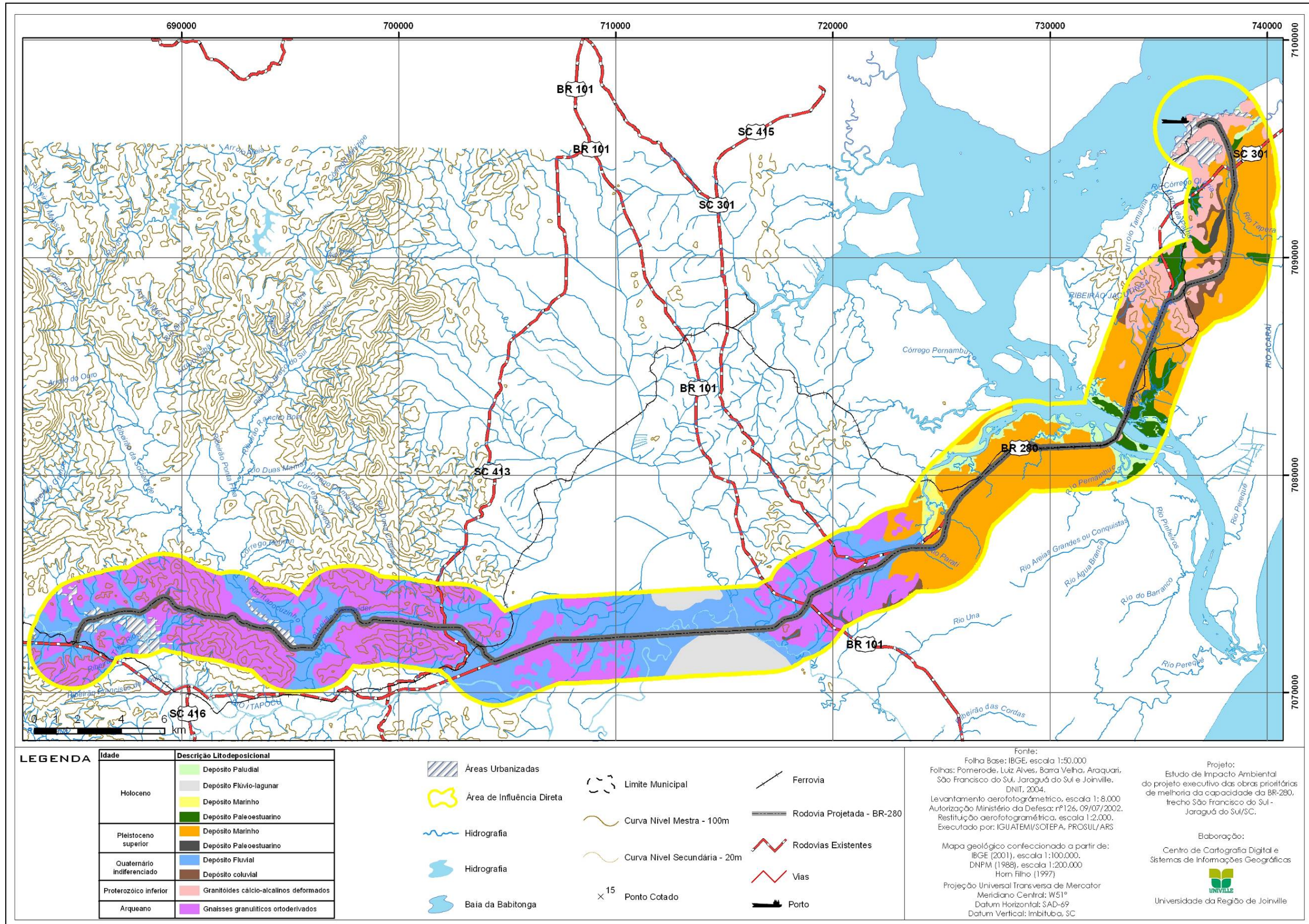


Figura 6.44 – Mapa geológico geral da Área de Influência Direta.

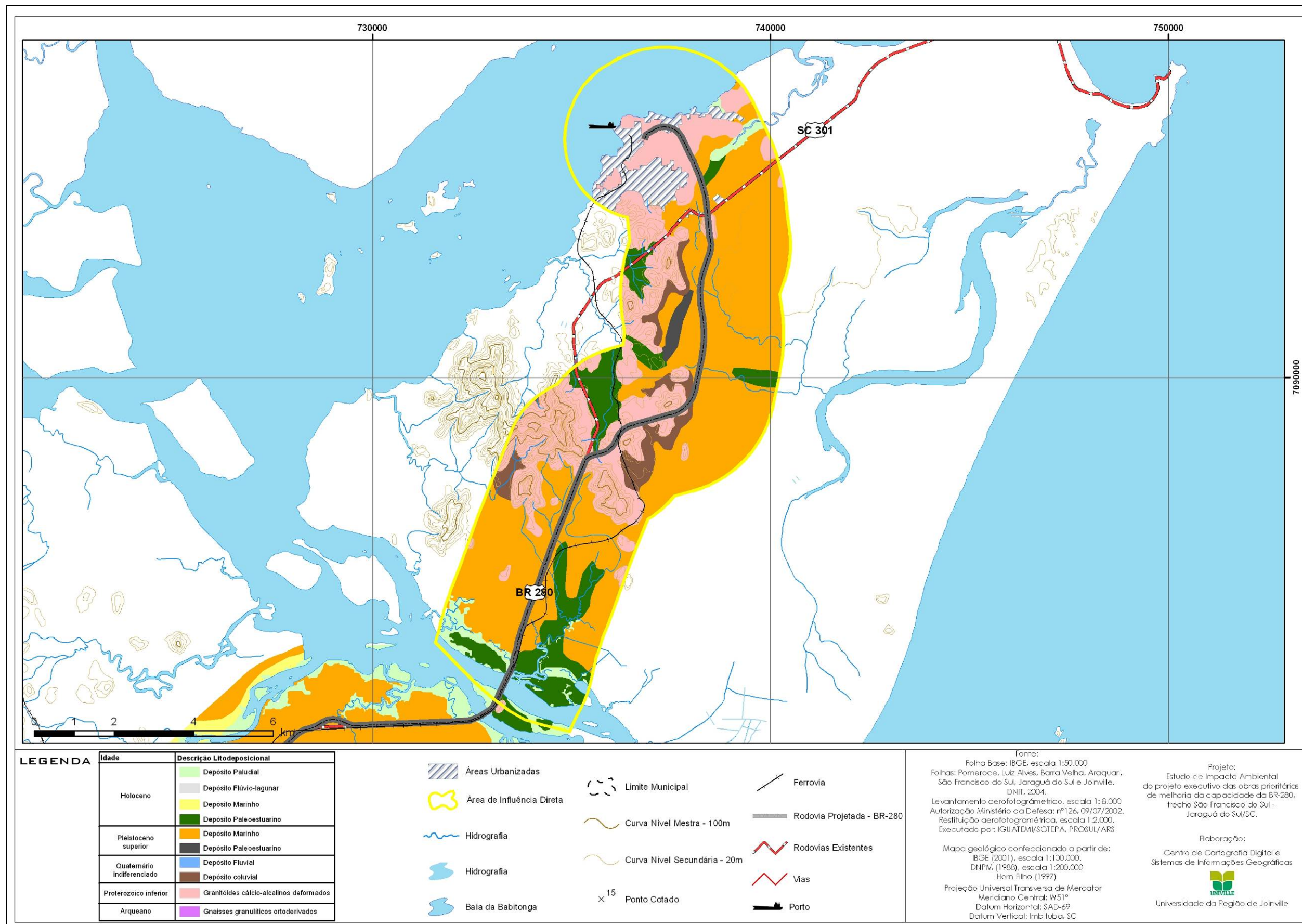


Figura 6.45 – Mapa geológico da Área de Influência Direta do setor 1.



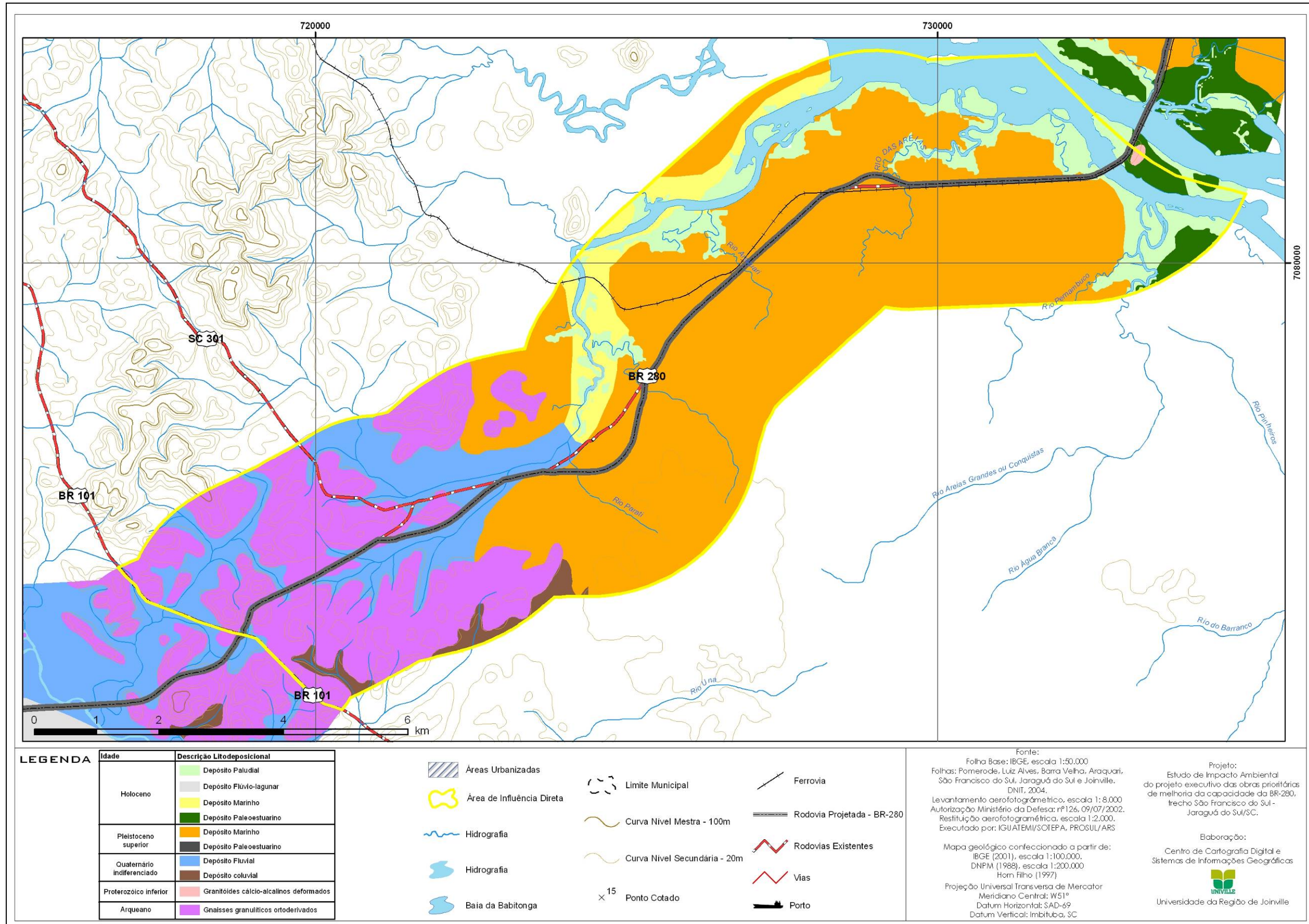


Figura 6.46 – Mapa geológico da Área de Influência Direta do setor 2.

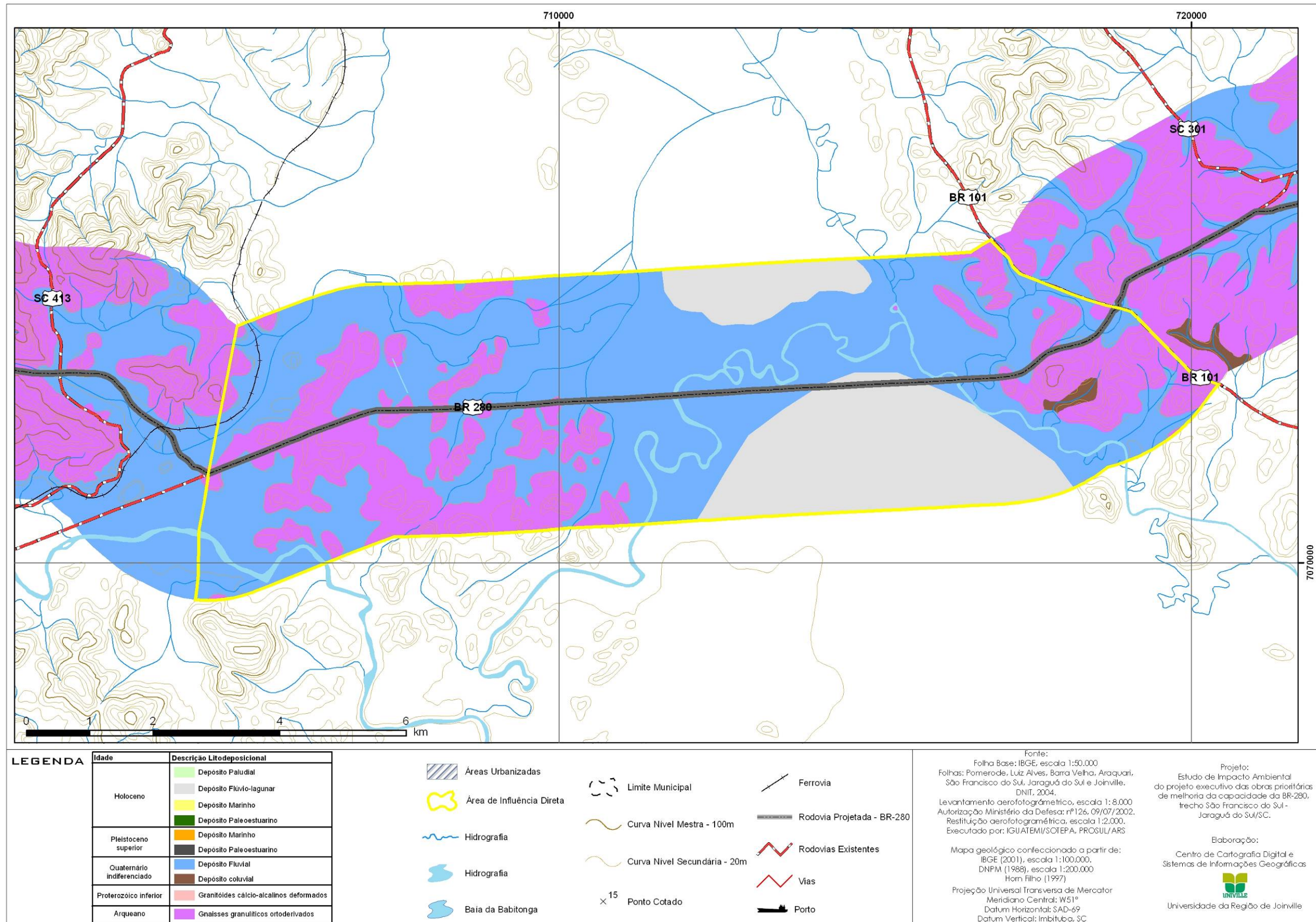


Figura 6.47 – Mapa geológico da Área de Influência Direta do setor 3.

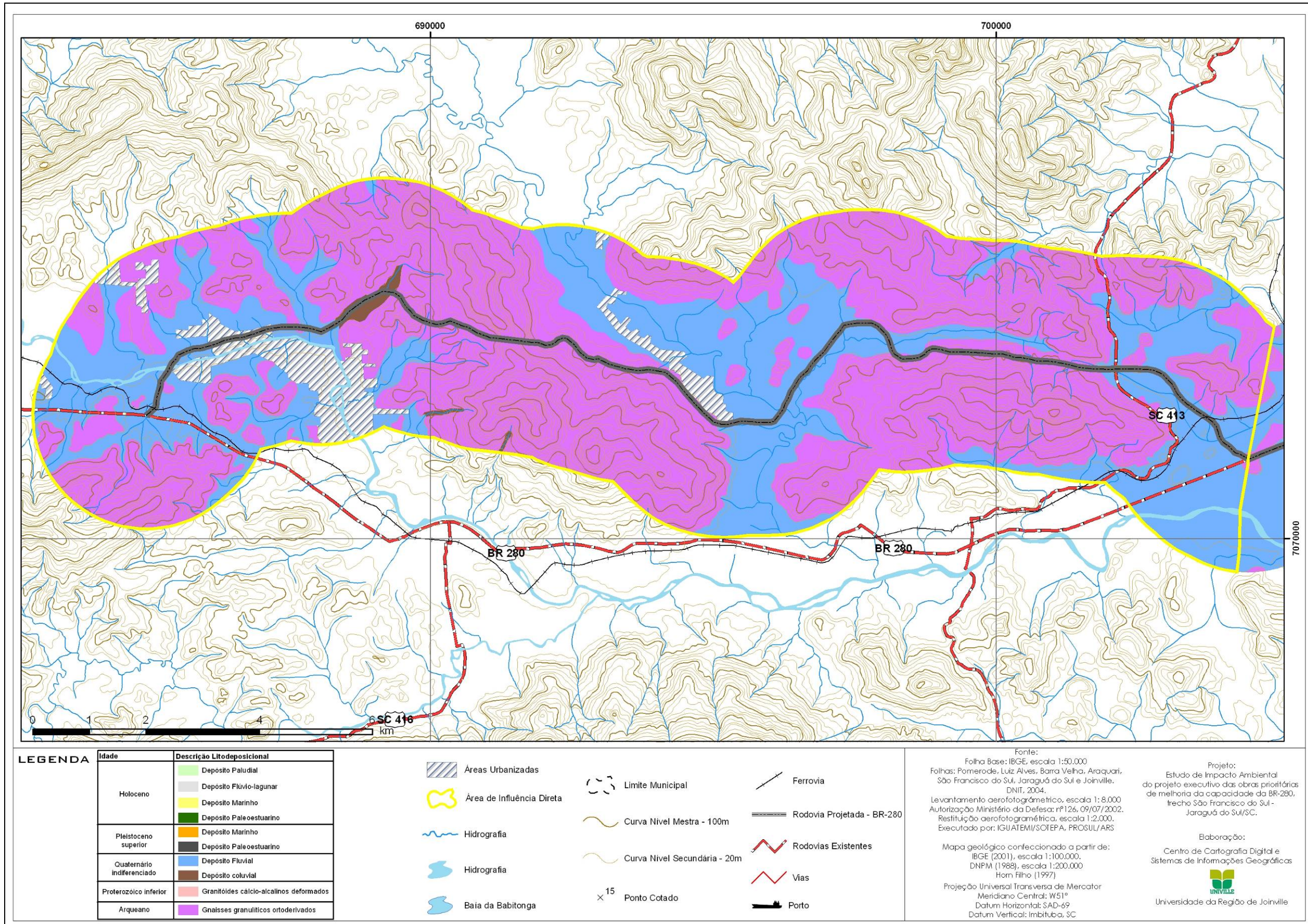


Figura 6.48 – Mapa geológico da Área de Influência Direta do setor 4.

### 6.2.3.3 Aspectos Geomorfológicos

Em um contexto regional, a Serra do Mar, no norte de Santa Catarina, é considerada por ALMEIDA & CARNEIRO (1998) como o trecho meridional final desse sistema de montanhas, que nessa região ainda existe como “unidade orográfica de borda escarpada de planalto, desfeita, que se acha em cordões de serras paralelas e montanhas isoladas drenadas diretamente para o mar”. Segundo os autores, as elevações da Serra do Mar e planalto adjacente seriam niveladas com a superfície de aplainamento Japi, desenvolvida no Planalto Atlântico no Cretáceo Superior. Essa superfície abrangia grande área do Sul-Sudeste brasileiro e “se estendia bem mais para leste da área hoje ocupada pela plataforma continental interna”. O soerguimento da Serra do Mar, nas bordas da Bacia de Santos, durante evento tectônico iniciado no Paleoceno, marcou o seu surgimento em uma posição bem mais a leste do que a atual. Quanto à sua evolução, ainda segundo os autores, “a erosão da serra por ação de rios, mar e movimentos em massa de suas vertentes tê-la-ia feito recuar durante o Cenozóico até três a quatro dezenas de quilômetros, abandonando numerosas ilhas e baixios próximo à costa, entalhando a superfície Japi e mais tarde as superfícies neogênicas”. Dessa forma, grande parte dos depósitos cenozóicos, assim como os morros e morrotes que hoje ocorrem na planície costeira da área de estudo podem ser considerados remanescentes desse processo (OLIVEIRA, 2007).

#### 6.2.3.3.1 Geomorfologia Regional

O mapeamento geomorfológico produzido pelo GAPLAN (SANTA CATARINA/GAPLAN, 1986), na escala 1:1.000.000, tem como base uma classificação hierárquica dos fatos geomorfológicos em três grandes táxons: os domínios morfoestruturais, as regiões geomorfológicas e as unidades geomorfológicas.

A área de estudo está incluída na área de dois grandes domínios morfoestruturais: a Faixa de Dobramentos Remobilizados, em que ocorrem modelados de dissecação, e os Depósitos Sedimentares, em que ocorrem modelados de acumulação. Nesse mapeamento, os modelados de dissecação podem ser classificados em homogêneos, que correspondem à dissecação fluvial, e diferenciais, que correspondem à dissecação marcada pelo controle estrutural (OLIVEIRA, 2007).

O domínio Faixa de Dobramentos Remobilizados inclui uma única região geomorfológica, as Escarpas e Reversos da Serra do Mar. Nesta encontram-se as unidades geomorfológicas Serra do Mar e Planalto de São Bento do Sul. A primeira unidade geomorfológica, Serra do Mar, apresenta-se como um conjunto de cristas e picos, separados por vales profundos em “V” e com encostas íngremes. Caracterizam essa área cotas elevadas, que podem atingir altitudes superiores a 1.000 m, o que confere significativa amplitude altimétrica aos vales, de até 400 m. A unidade Planalto de São Bento do Sul é caracterizada, no trecho próximo à área de estudo, pela ocorrência de morros com topos convexos, vales em “V” pouco profundos, cotas altimétricas predominantemente entre 750 e 900 m e pequena amplitude topográfica (OLIVEIRA, 2007).

O domínio Depósitos Sedimentares inclui também uma única região geomorfológica, as Planícies Costeiras, que comporta no contexto da área de estudo a unidade geomorfológica Planícies Litorâneas. Nessa unidade ocorrem modelados de acumulação fluvial (Af), marinha (Am) e flúvio marinha (Afm). Ela contém também elevações correspondentes em sua maior parte a relevos residuais (OLIVEIRA, 2007).

#### 6.2.3.3.2 Hipsometria da Área de Influência Direta

De maneira geral, na Área de Influência Direta observa-se que as maiores altitudes concentram-se no extremo oeste da área de estudo, e as áreas de menor altitude estão associadas às áreas da planície costeira (Figura 6.49).

Na área do projeto, a maior cota altimétrica refere-se ao valor de 580 m inserido no setor 4, e as menores cotas referem-se às áreas associadas ao nível médio do mar.

No setor 1, a maior cota altimétrica possui valor de 280 m, e está associada aos terrenos formados pelo embasamento cristalino, e a menor cota refere-se às áreas associadas ao nível médio do mar, sendo altitude média de 22 m (Figura 6.50).

No setor 2, a maior cota altimétrica possui valor de 120 m, associada às colinas costeiras, e a menor cota refere-se às áreas associadas ao nível médio do mar, sendo a altitude média no setor de 13 m (Figura 6.51).

No setor 3, a maior cota altimétrica também está associada às colinas costeiras, com valor de 120 m, e a menor cota possui 20 m, sendo a altitude média no setor de 24 m (Figura 6.52).

O setor 4 possui a maior altitude média, com 110 m, e os maiores valores altimétricos, com até 580 m, sendo a menor cota para o setor de 20 m (Figura 6.53).

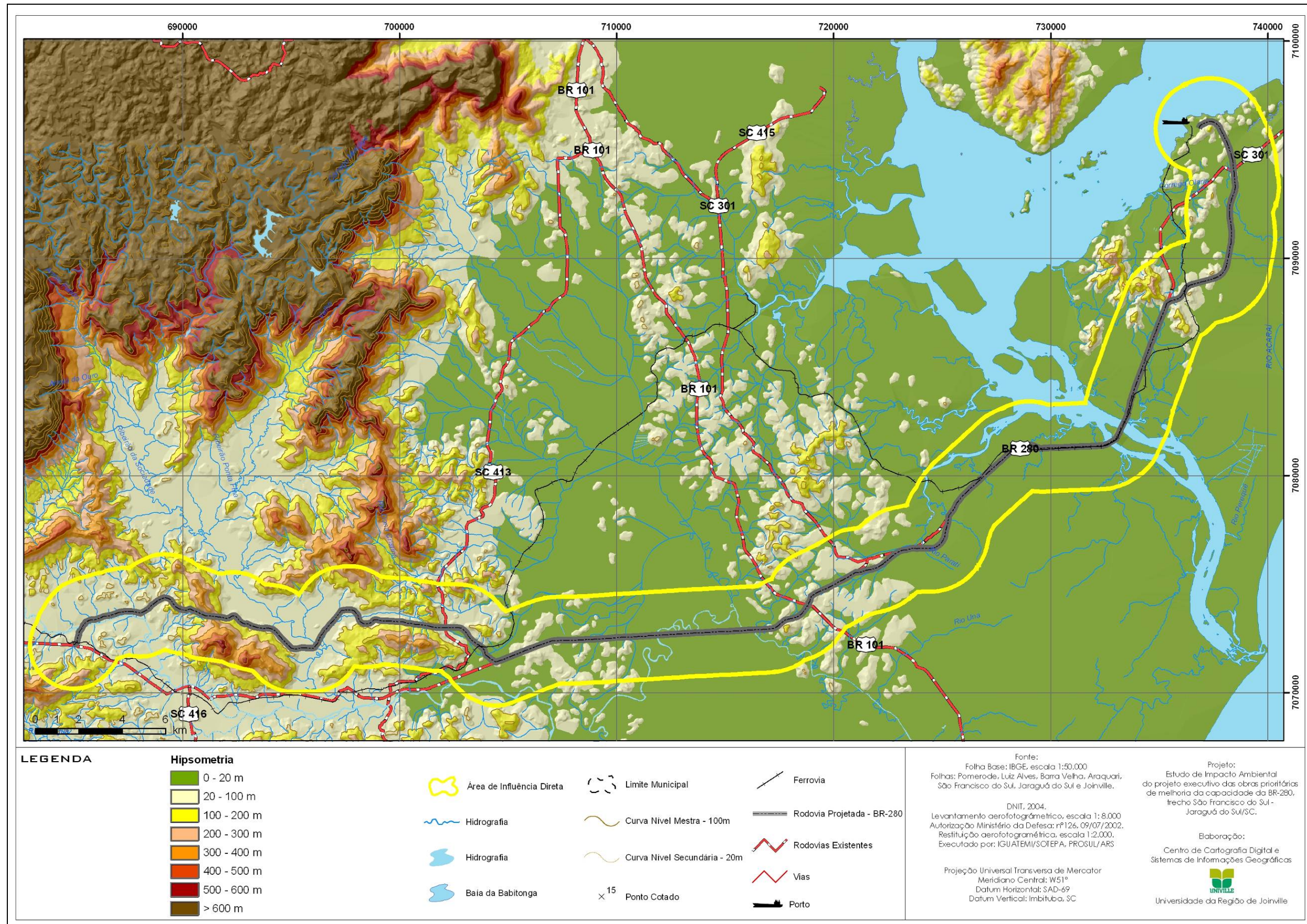


Figura 6.49 – Mapa hipsométrico geral da Área de Influência Direta.

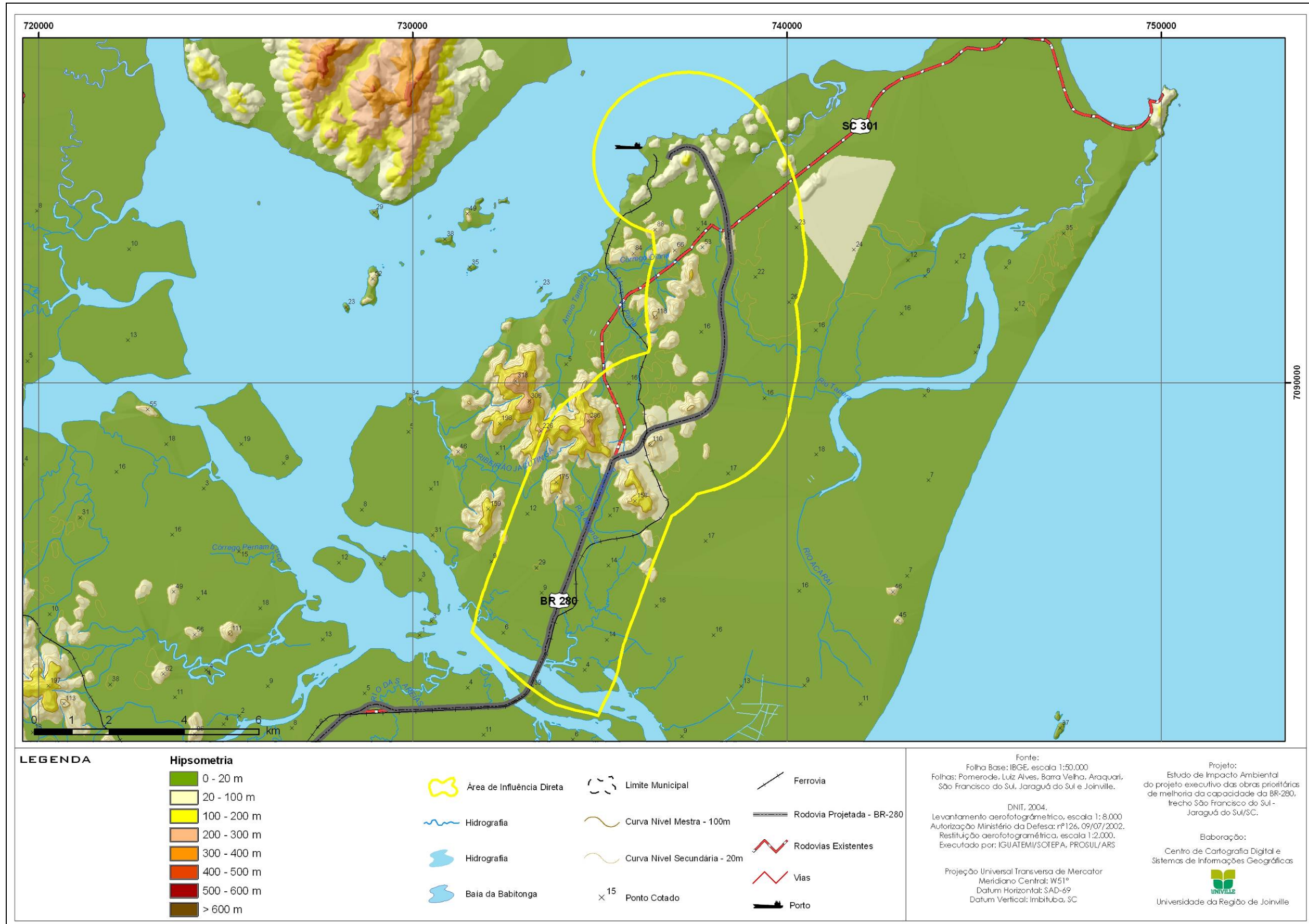


Figura 6.50 – Mapa hipsométrico do setor 1 da Área de Influência Direta.



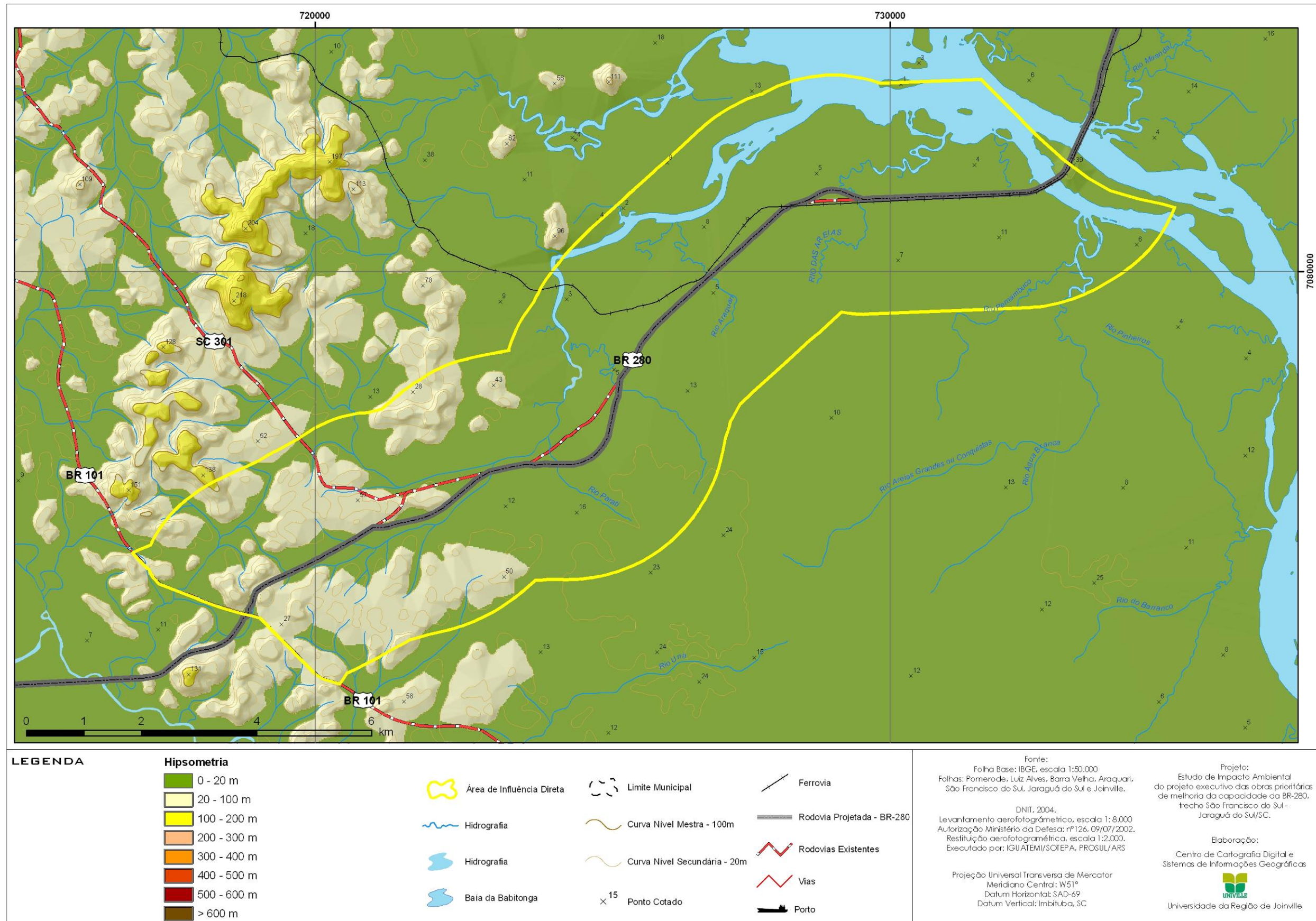


Figura 6.51 – Mapa hipsométrico do setor 2 da Área de Influência Direta.

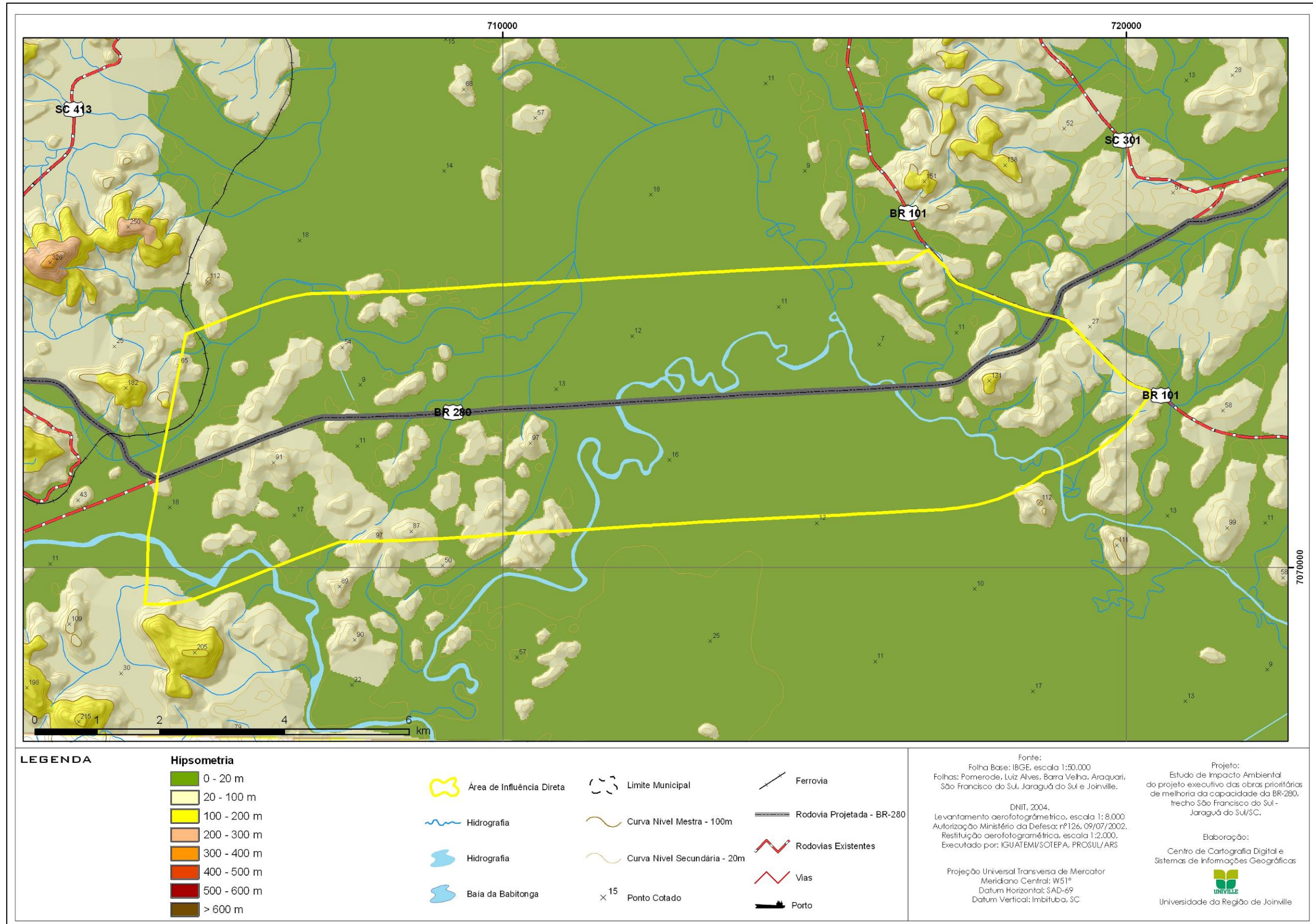


Figura 6.52 – Mapa hipsométrico do setor 3 da Área de Influência Direta.

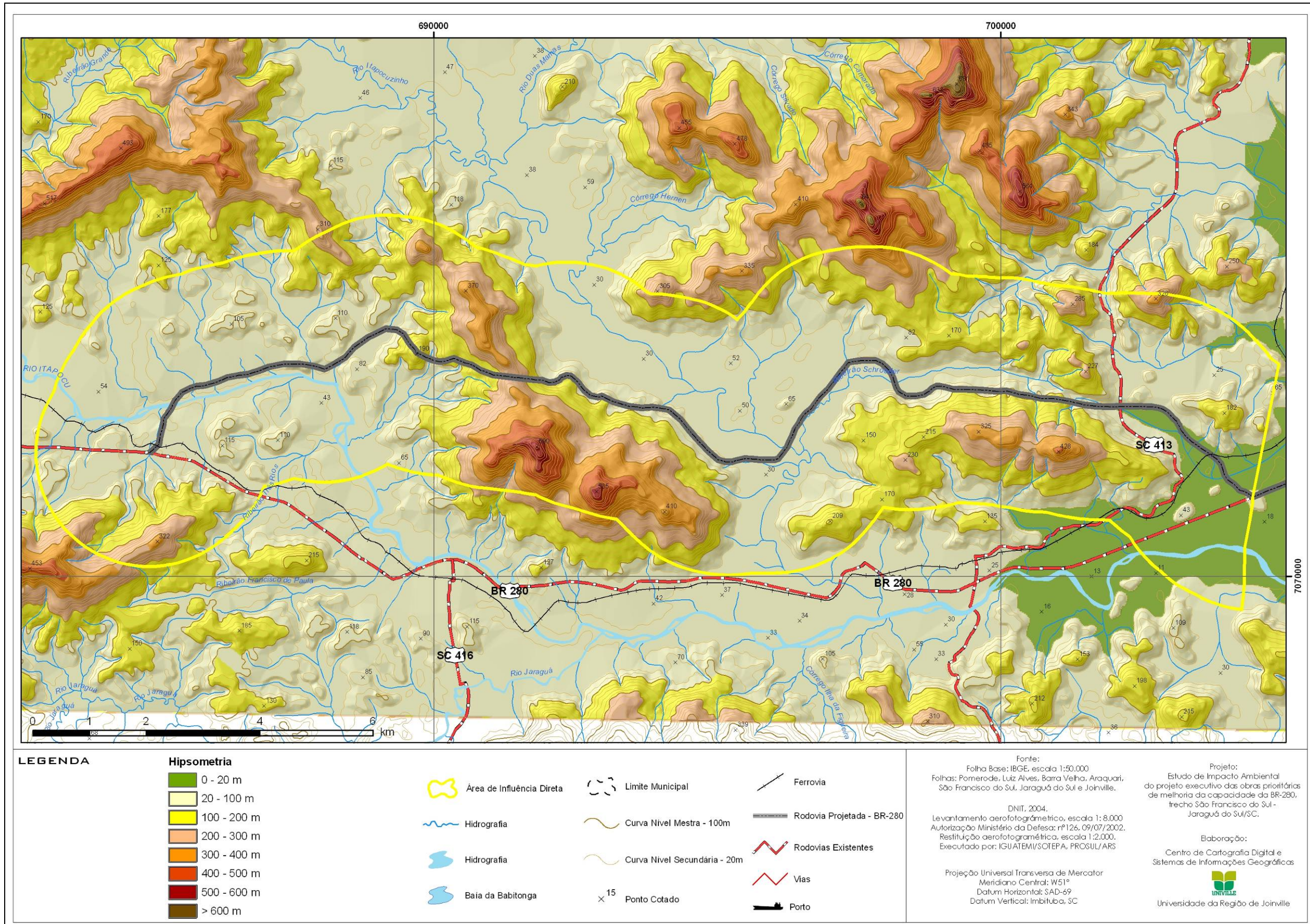


Figura 6.53 – Mapa hipsométrico do setor 4 da Área de Influência Direta.

### 6.2.3.3.3 Clinografia da Área de Influência Direta

As classes de declividades foram estabelecidas de acordo com as determinações das Leis Federais nº 4.771/1965 e nº 6.766/1979, Lei Estadual nº 6.063/1982 e Resolução CONAMA nº 303/2002, que consistem na identificação de Áreas de Preservação Permanente, bem como de espaços que necessitam de verificação quanto ao impacto ambiental advindo de práticas para o uso do solo associado a fins urbanos.

De maneira geral, na Área de Influência Direta observa-se que as maiores declividades concentram-se no extremo oeste da área de estudo, e as áreas de menor declividade estão associadas às áreas da planície costeira (Figuras 6.54, 6.55, 6.56, 6.57 e 6.58), relacionando-se aos gradientes topográficos observados no mapa hipsométrico (Figura 6.49).

As classes de declividades entre 0-10% representam normalmente o limite máximo estabelecido para o emprego da mecanização na agricultura, e ocorrem em extensas áreas na planície costeira, nos fundos de vales e nos topos de alguns morros. Nesses terrenos predominam as áreas agrícolas e as áreas urbanizadas dos Municípios abrangidos pela AID, e não possuem restrições legais quanto ao seu uso, no que se refere à clinografia.

A classe compreendida entre 10-30% fixa o limite máximo definido por legislação federal e estadual, Lei nº 6.766/1979 e Lei nº 6.063/1982, para urbanização sem restrições (<30%), a partir do qual toda e qualquer forma de parcelamento será feita através de exigências específicas. Essas áreas ocorrem em grande parte associadas ao embasamento cristalino, estando localizadas no terço inferior das vertentes, e possuem maior ocorrência no setor 4 e secundariamente no setor 1 (Figuras 6.55 e 6.58).

As áreas que abrangem as classes de declividade 30-100% estão associadas a uso do solo com restrições quanto à ocupação urbana, não sendo autorizados o corte raso e a supressão de florestas, somente em situação de regime de utilização racional (Lei Federal nº 4.771/1965, Lei Estadual nº 6.063/1982). Essas áreas ocorrem amplamente no terço médio e superior das vertentes, principalmente no setor 4, em áreas onde se desenvolvem canais de primeira ordem (cabeceiras de drenagem).

Os espaços com declividade superior a 100% ou 45°, previstos legalmente como áreas de preservação permanente (APP) (Lei Federal nº 4.771/1965), ocorrem em pontos isolados nas vertentes, somente em áreas localizadas no setor 4.

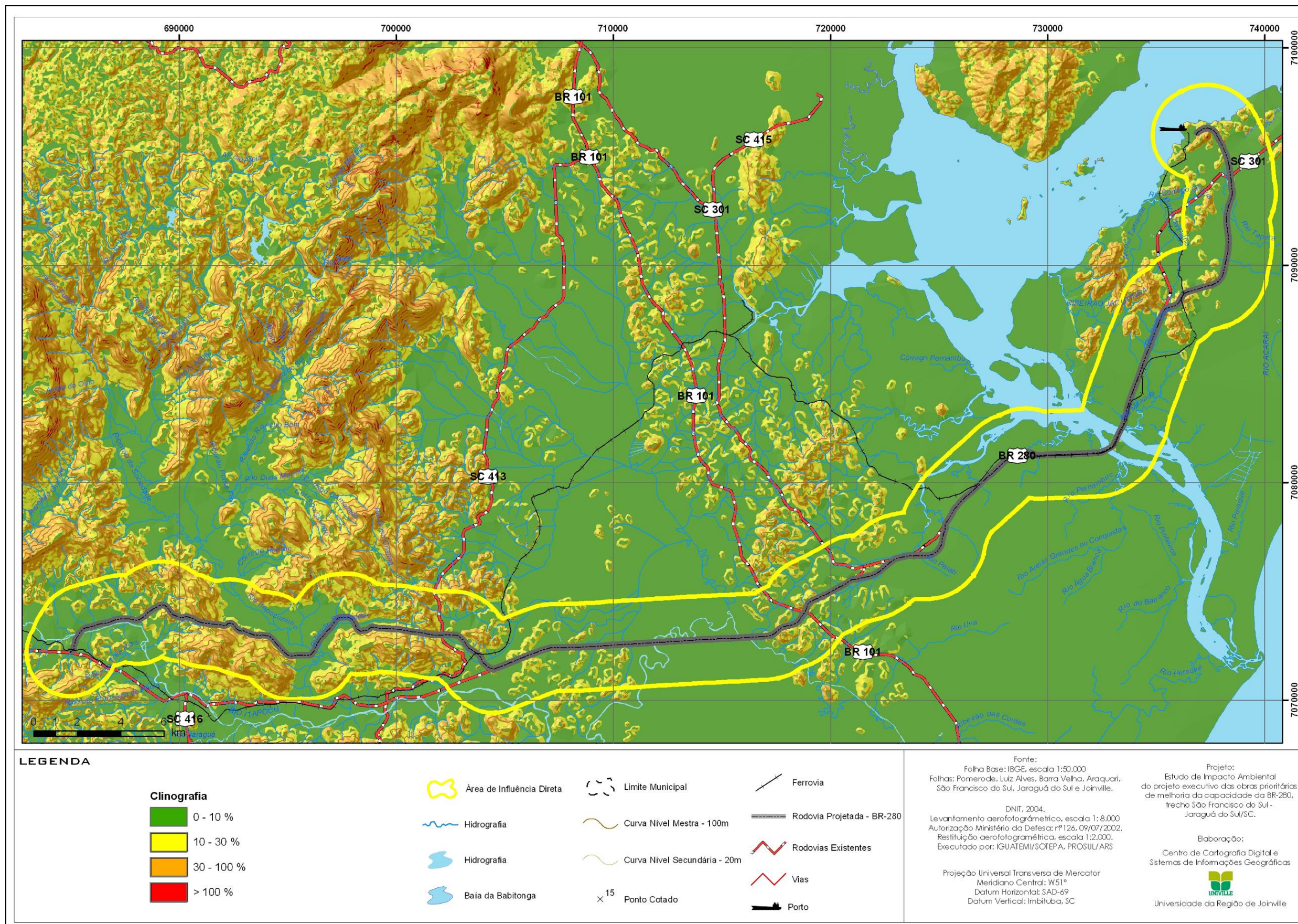


Figura 6.54 – Mapa clinográfico geral da Área de Influência Direta.

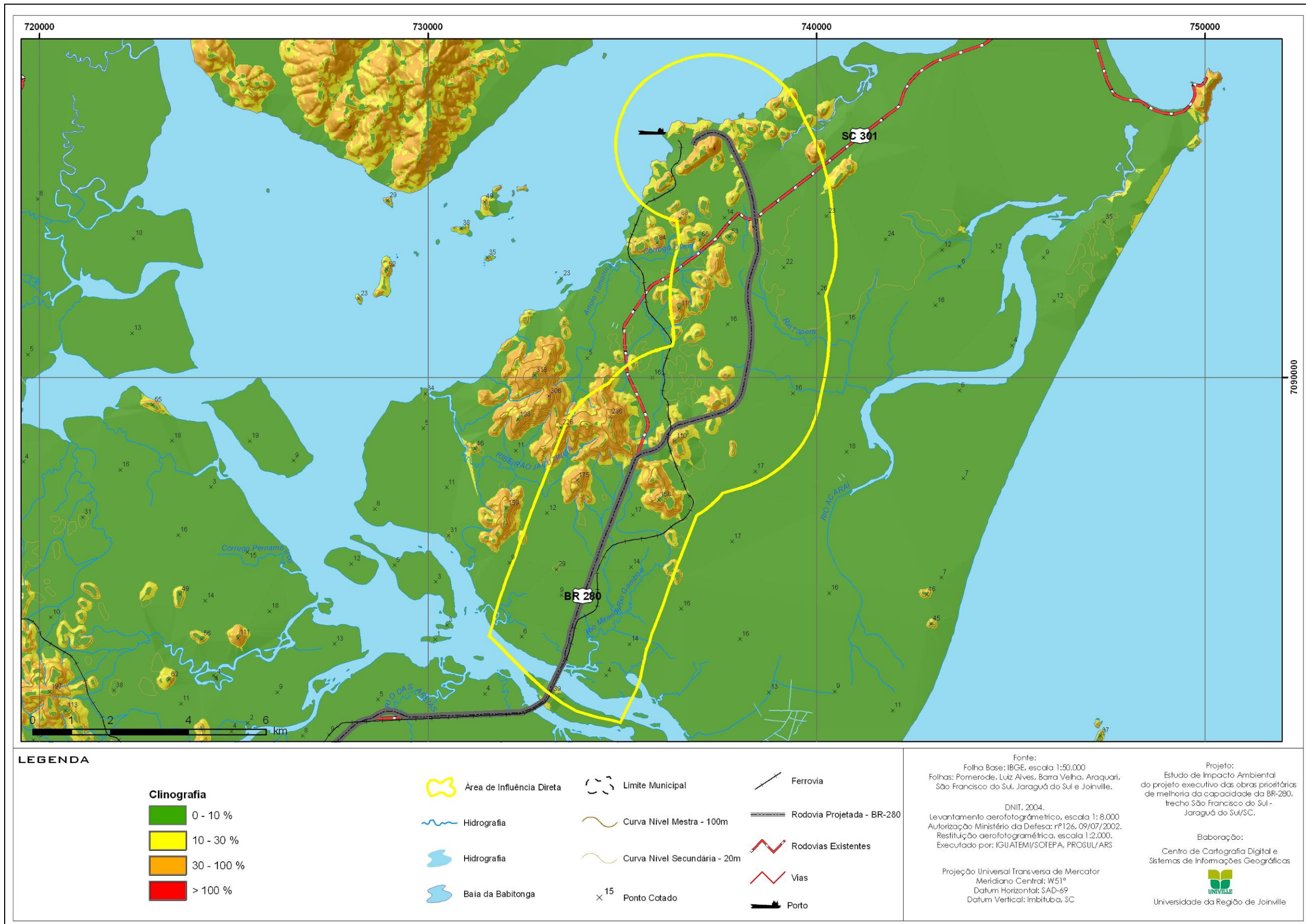


Figura 6.55 – Mapa clinográfico do setor 1 da Área de Influência Direta.

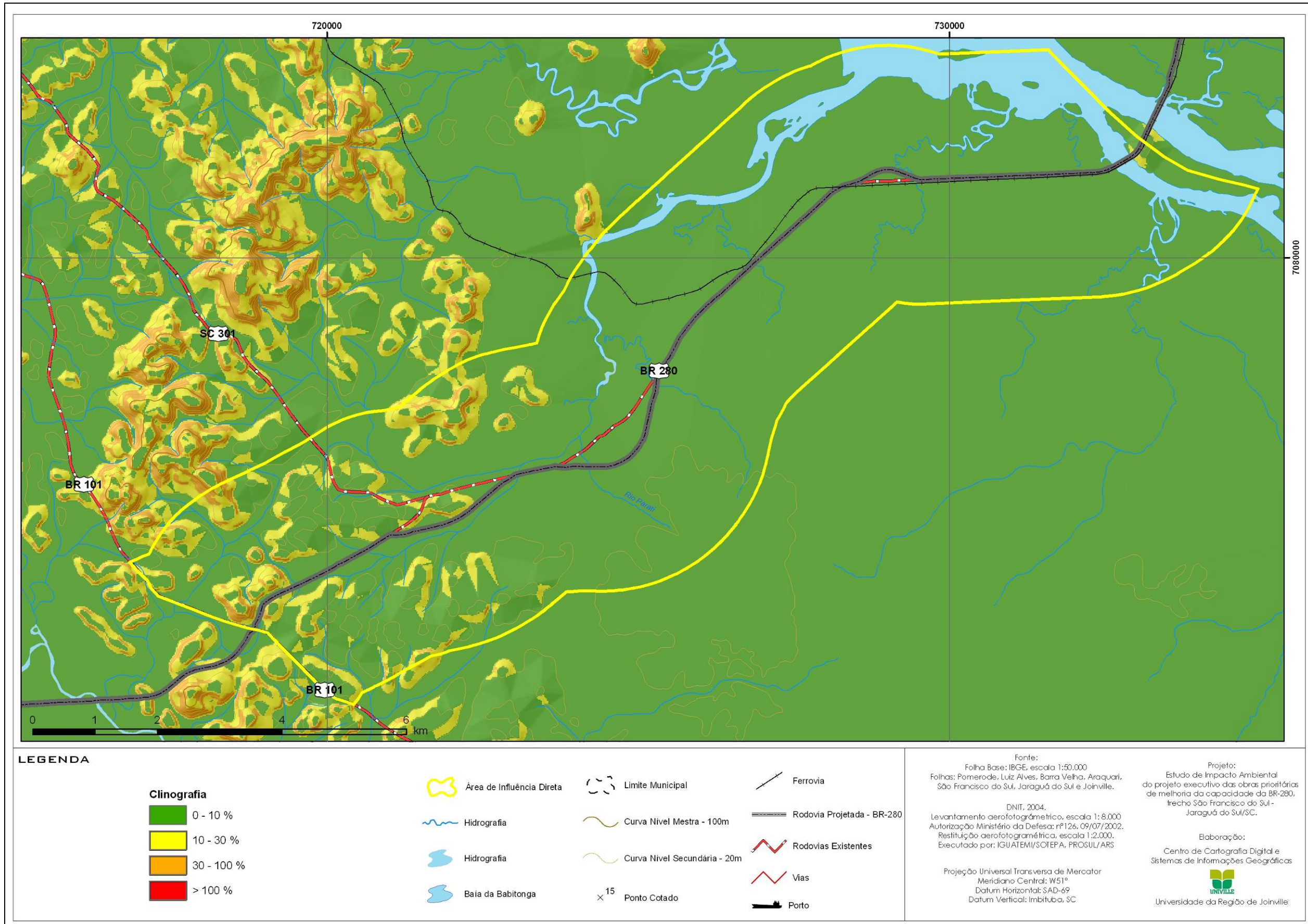


Figura 6.56 – Mapa clinográfico do setor 2 da Área de Influência Direta.



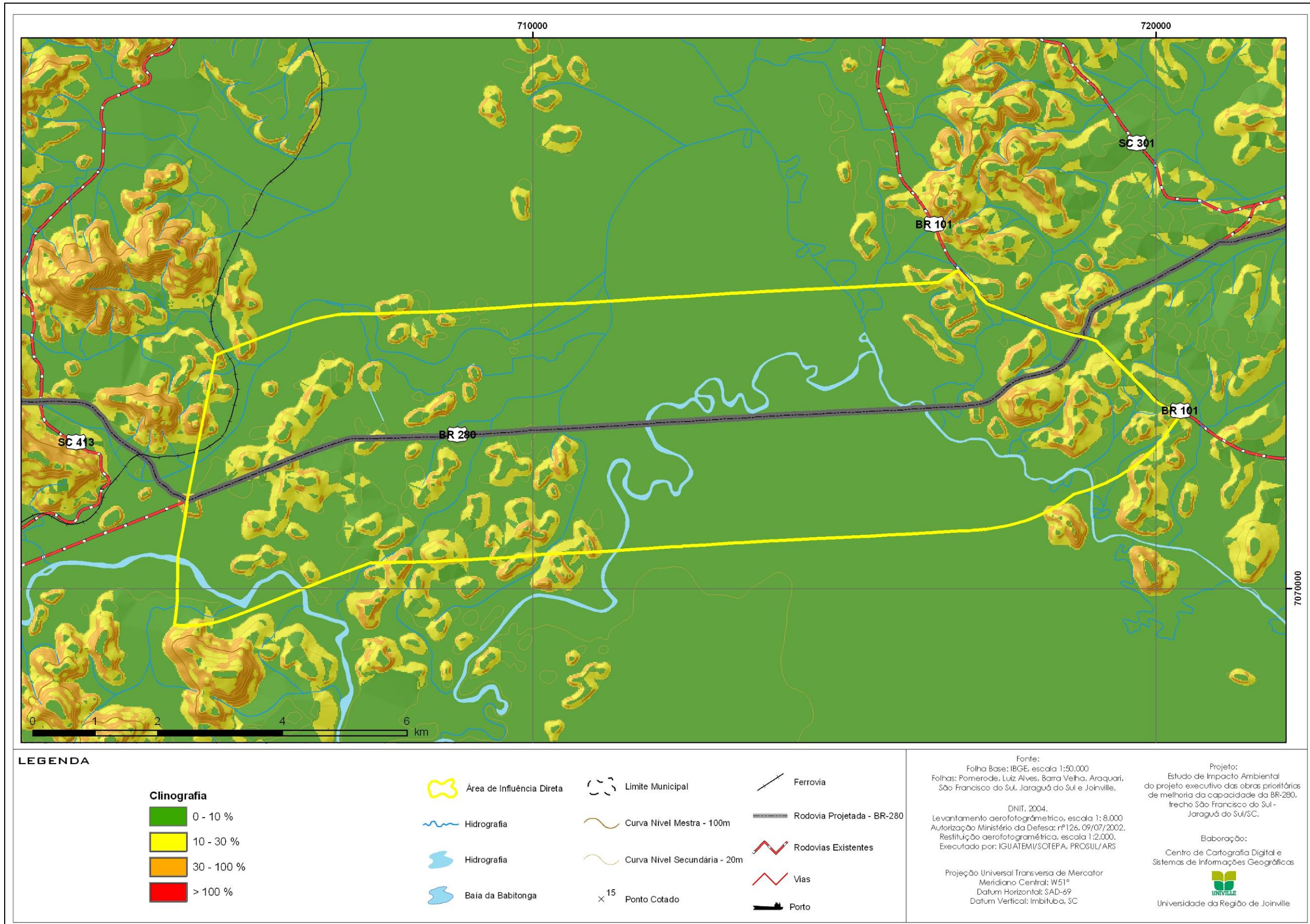


Figura 6.57 – Mapa clinográfico do setor 3 da Área de Influência Direta.

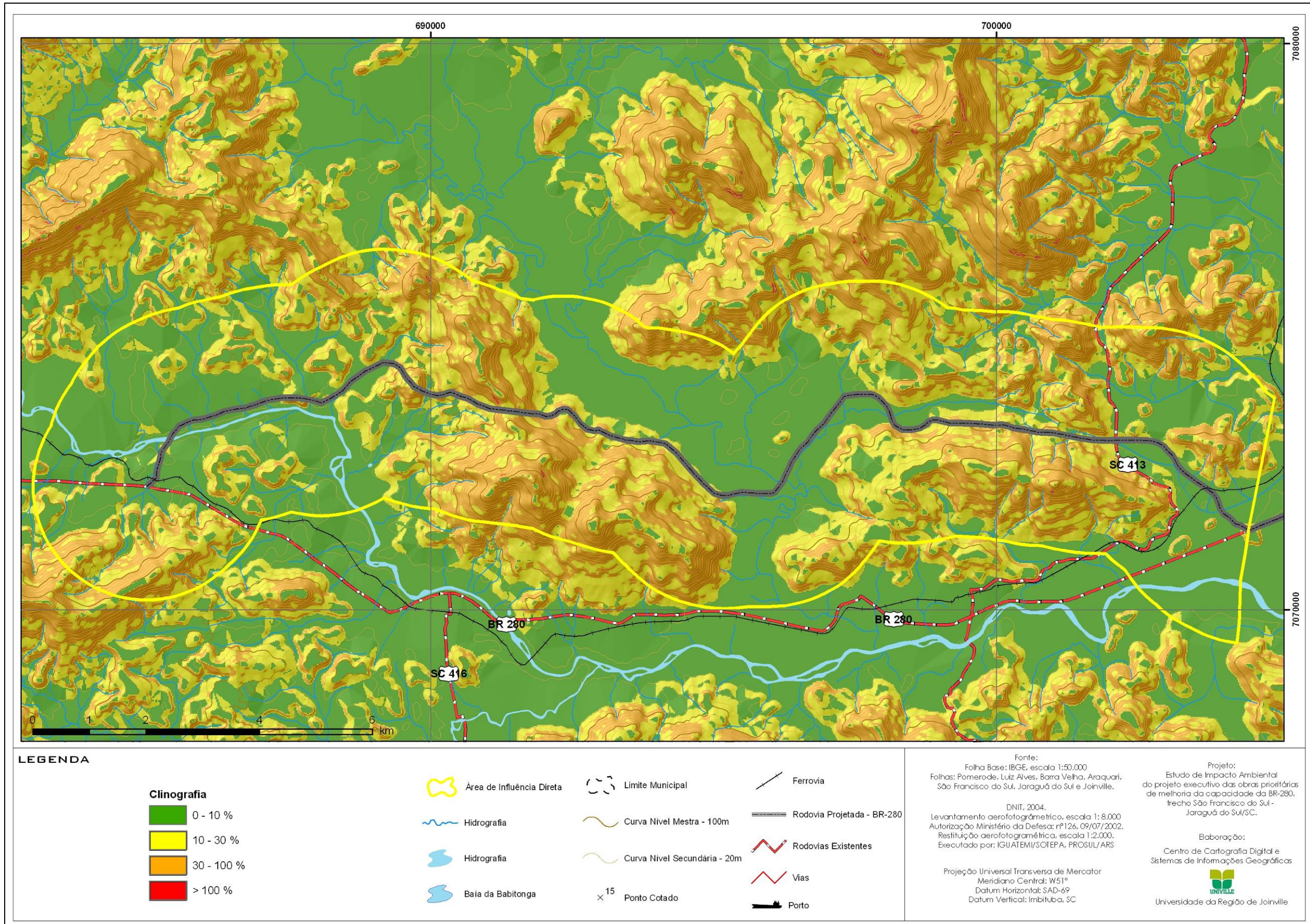


Figura 6.58 – Mapa clinográfico do setor 4 da Área de Influência Direta.

#### 6.2.3.3.4 Geomorfologia da Área de Influência Direta

Quanto à geomorfologia da Área de Influência Direta, esta pode ser dividida em duas principais estruturas, que apresentam morfologia, gênese e dinâmica distintas. Segundo a metodologia de mapeamento adotada, a AID é constituída pelas áreas classificadas como Escarpas e Planícies (Figuras 6.63, 6.64, 6.65, 6.66 e 6.67).

A estrutura denominada escarpa está associada ao embasamento cristalino e caracteriza-se pelos terrenos mais elevados e de maior declividade da área de estudo formada pelas unidades escarpas e rampas. A estrutura planície localiza-se nas áreas de menor altitude e caracteriza-se principalmente pela baixa declividade e por unidades geomorfológicas bastante distintas entre si quanto à gênese e morfologia. A planície é constituída pelas unidades colinas costeiras, planície fluvial, planície marinha e ilha.

A unidade planície marinha, devido aos diferentes aspectos morfológicos e genéticos observados, foi subdividida em planície marinha, planície marinha lagunar e planície de maré, e a unidade ilha, em ilha sedimentar.

De maneira geral, nota-se que na Área de Influência Direta do projeto ocorrem seis unidades geomorfológicas e quatro subunidades, totalizando 10 zonas geomorfológicas distintas (Tabelas 6.6 e 6.7).

**Tabela 6.6** – Áreas em km<sup>2</sup> das diferentes classes geomorfológicas da AID

| ESTRUTURA         | UNIDADE          | SUBUNIDADE       | ÁREA EM KM <sup>2</sup> |         |         |         |       |       |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------------|---------|---------|---------|-------|-------|
|                   |                  |                  | SETOR 1                 | SETOR 2 | SETOR 3 | SETOR 4 | TOTAL |       |
| Escarpa           | Escarpa          |                  | 1,60                    | 0,00    | 0,08    | 19,98   | 21,67 |       |
|                   | Rampa            |                  | 9,06                    | 0,91    | 0,44    | 41,26   | 51,67 |       |
| Planície          | Colina Costeira  |                  | 8,55                    | 14,01   | 14,07   | 0,03    | 36,66 |       |
|                   | Planície Fluvial |                  | 0,00                    | 7,03    | 33,05   | 30,91   | 70,99 |       |
|                   | Planície Marinha | Planície Marinha |                         | 34,70   | 39,06   | 0,00    | 0,00  | 73,77 |
|                   |                  | Lagunar          |                         | 7,06    | 0,00    | 11,11   | 0,00  | 18,17 |
|                   |                  | Planície de Maré |                         | 1,70    | 4,83    | 0,00    | 0,00  | 6,52  |
|                   | Ilha             | Sedimentar       |                         | 0,51    | 1,12    | 0,00    | 0,00  | 1,63  |
| Áreas Urbanizadas |                  |                  | 3,02                    | 0,00    | 0,00    | 4,43    | 7,45  |       |

**Tabela 6.7** – Áreas em valores percentuais das diferentes classes geomorfológicas da AID

| ESTRUTURA         | UNIDADE          | SUBUNIDADE       | ÁREA EM % |         |         |         |       |       |
|-------------------|------------------|------------------|-----------|---------|---------|---------|-------|-------|
|                   |                  |                  | SETOR 1   | SETOR 2 | SETOR 3 | SETOR 4 | TOTAL |       |
| Escarpa           | Escarpa          |                  | 0,56      | 0,00    | 0,03    | 6,92    | 7,51  |       |
|                   | Rampa            |                  | 3,14      | 0,32    | 0,15    | 14,30   | 17,91 |       |
| Planície          | Colina Costeira  |                  | 2,96      | 4,86    | 4,88    | 0,01    | 12,71 |       |
|                   | Planície Fluvial |                  | 0,00      | 2,44    | 11,46   | 10,71   | 24,60 |       |
|                   | Planície Marinha | Planície Marinha |           | 12,03   | 13,54   | 0,00    | 0,00  | 25,57 |
|                   |                  | Lagunar          |           | 2,45    | 0,00    | 3,85    | 0,00  | 6,30  |
|                   |                  | Planície de Maré |           | 0,59    | 1,67    | 0,00    | 0,00  | 2,26  |
|                   | Ilha             | Sedimentar       |           | 0,18    | 0,39    | 0,00    | 0,00  | 0,56  |
| Áreas Urbanizadas |                  |                  | 1,05      | 0,00    | 0,00    | 1,54    | 2,58  |       |

Observa-se que a estrutura Escarpa representa 25,42% da área total, e a estrutura Planície, 72%; o restante das áreas é representado pelas áreas urbanizadas, com 2,58%.

A estrutura Escarpa ocorre com maior expressão no setor 4, com 21% de sua ocorrência relacionada às rochas do Complexo Luís Alves. A segunda área de ocorrência da estrutura Escarpa refere-se ao setor 1, com 3,70% do seu total, associada às maiores elevações da ilha de São Francisco do Sul, formada pelas rochas do Complexo Paranaguá.

A estrutura Planície está associada principalmente à subunidade Planície Marinha, com 25,57%, seguida das áreas da Planície Fluvial, com 24,60%, e das áreas associadas às Colinas Costeiras, com 12,71%.

As áreas urbanizadas somam 2,58% da área total da AID e estão associadas aos centros urbanos de Jaraguá do Sul, no setor 4, e São Francisco do Sul, no setor 1.

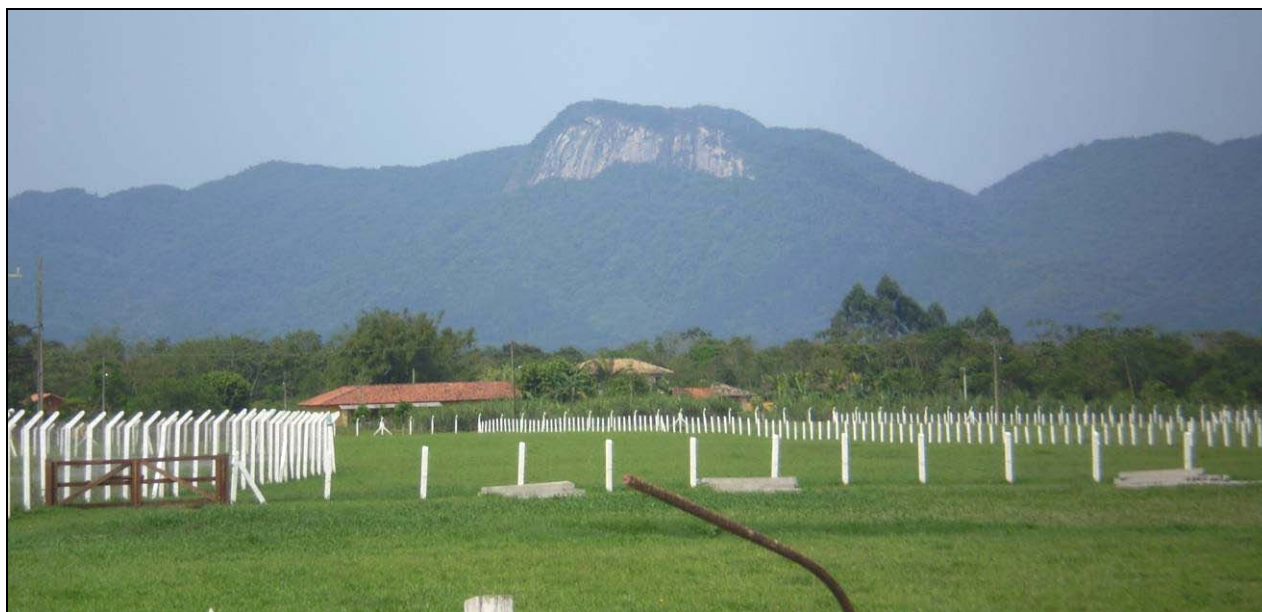
## Estrutura Escarpa

### Unidade Escarpa

A unidade Escarpa Íngreme representa 7,51% da área total da AID, inserida quase que exclusivamente no setor 4, devido à influência das rochas do embasamento cristalino do Complexo Luís Alves.

A unidade Escarpa Íngreme caracteriza-se por áreas com declividades normalmente acima de 30° (Figura 6.59), com vertentes bastante íngremes, onde se visualizam afloramentos rochosos.

Nessa unidade geomorfológica os principais processos morfogenéticos instalados referem-se aos processos gravitacionais de caráter dúctil, relacionados aos movimentos de massa translacionais, e por vezes aos fluxos de detritos e lamas (*debris flow* ou *mud flow*). Esses processos caracterizam-se pela alta declividade da vertente e grande extensão dos movimentos de massa, que ocorrem normalmente no terço superior da vertente. Tais processos podem ser observados pelas inúmeras cicatrizes de movimentos de massa nas vertentes da Serra do Mar (VIEIRA, 2008).



**Figura 6.59** – Exemplo da morfologia da unidade geomorfológica Escarpa.

## **Unidade Rampa**

A unidade Rampa representa 17,91% da área total da AID, inserida principalmente no setor 4 e secundariamente no setor 1. A unidade geomorfológica Rampa representa 70,45% da estrutura Escarpa, sendo a unidade desta estrutura com maior ocorrência na área do projeto.

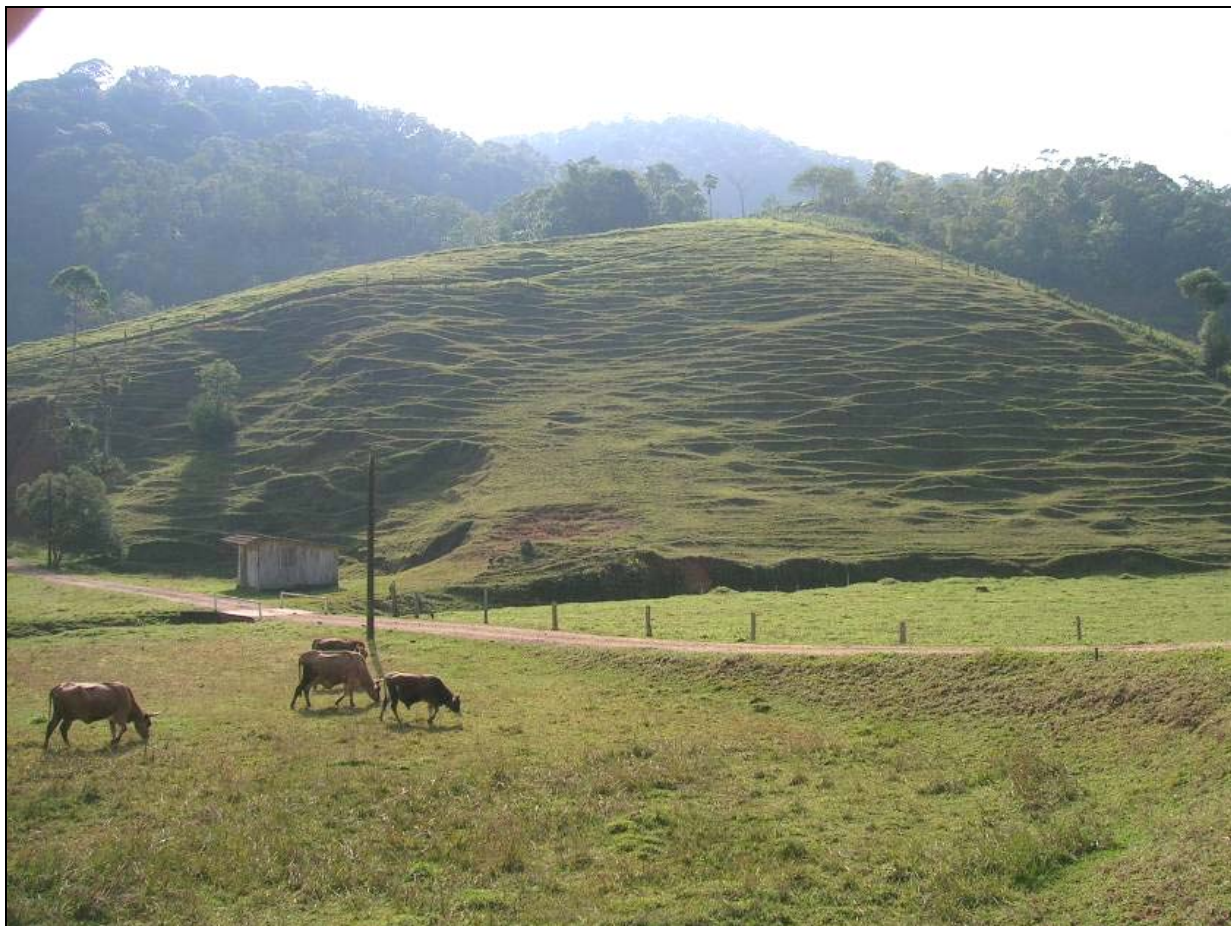
Essa unidade caracteriza-se por áreas de menor declividade das vertentes, localizadas no terço inferior das grandes elevações. Ela é formada por áreas de acumulação do material movimentado das vertentes por processos gravitacionais de caráter dúctil (plástico), como o movimento de massa rotacional e solifluxão (*creep*). Entretanto, também é possível visualizar processos gravitacionais de caráter rúptil (disjuntivo), como a queda de rocha (*rockfall*).

Dessa maneira, a declividade da unidade Rampa não é tão acentuada como na unidade Escarpa Íngreme, visto que os materiais retirados desta são depositados no terço inferior da vertente.

## **Estrutura Planície**

### **Unidade Colina Costeira**

A unidade Colina Costeira compreende 12,71% da área total da AID, com 36,66 km<sup>2</sup> e ocorre com maior frequência nos setores 2 e 3. Ela é representada por morros com no máximo 100 m de altura, de formas geralmente convexas, formados pelas rochas do embasamento cristalino e material intemperizado associado (Figura 6.60).



**Figura 6.60** – Morfologia da unidade geomorfológica Colina Costeira, com ocorrência de grupos de colinas.

A unidade Colina Costeira pode ocorrer de forma isolada na planície costeira (Figura 6.61), como em grupos de morros próximos entre si, com altura inferior a 100 m (Figura 6.60). Essa unidade diferencia-se da unidade geomorfológica Rampa e Escarpa, por não apresentar maior altura e topos ou cumes próximos ou alinhados de forma agrupada.



**Figura 6.61** – Morfologia da unidade geomorfológica Colina Costeira, com ocorrência de colina isolada na planície costeira.

Devido à pequena extensão das colinas costeiras não é possível identificar de maneira evidente processos geomorfológicos de vertentes; no entanto, ocorrem ocasionalmente processos gravitacionais de pequena escala, que podem movimentar o material intemperizado sobreposto às rochas do embasamento cristalino.

### **Unidade Planície Fluvial**

A Planície Fluvial representa 24,60% da área total da AID, com 70,99 km<sup>2</sup>. A unidade está associada aos depósitos fluviais e está inserida principalmente nos setores 3 e 4, e secundariamente no setor 2.

No setor 4, a Planície Fluvial preenche praticamente todos os fundos de vale formados pelas rochas do embasamento cristalino, sendo a dinâmica fluvial nesses setores a principal responsável pela dissecação do relevo. A rede de drenagem no setor é caracterizada como dentrítica, no entanto, com ocorrência de áreas com padrão paralelo, devido à alta declividade das vertentes e controle estrutural.



No setor 3, a Planície Fluvial é mais extensa, visto que não ocorre o controle estrutural do embasamento cristalino, o que proporciona o desenvolvimento de amplas planícies de inundação. Nesse setor, as Planícies Fluviais possuem inúmeros canais e meandros abandonados, com canais prioritariamente meandrantés que retratam uma dinâmica fluvial distinta do setor 4, marcada principalmente pelos aspectos deposicionais de sedimentos finos.

No setor 2, a Planície Fluvial encontra-se inserida entre os vales das colinas costeiras, e os rios possuem canais meandrantés em sua porção mais distal, com influência estuarina.

### **Unidade Planície Marinha**

A unidade geomorfológica Planície Marinha envolve ambientes formados em áreas associadas à dinâmica marinha ou costeira e pode ser subdividida em três subunidades: Planície Marinha, Planície Lagunar ou Paleoestuarina e Planície de Maré.

A unidade Planície Marinha representa 34,12% da área total da AID, com maior ocorrência nos setores 1 e 2.

### **Subunidade Planície Marinha**

A subunidade Planície Marinha corresponde a 25,57% da área total da AID, ou 73,77 km<sup>2</sup> (Tabelas 6.6 e 6.7), e encontra-se em duas situações topográficas distintas. A primeira, inserida no setor 2, com maior ocorrência em áreas próximas ao rio Parati, corresponde aos depósitos marinhos holocênicos. A segunda área de ocorrência está localizada no setor 2, em toda a planície costeira, e no setor 1, na ilha de São Francisco do Sul, com altitudes superiores a 7 m, e corresponde aos depósitos marinhos pleistocênicos.

A subunidade Planície Marinha possui como principal característica uma sucessão de alinhamentos de cristas e cavas paralelas à linha de costa com espaçamento variado. A morfologia ondulada com alinhamentos paralelos e subparalelos é retilínea a curvilínea, e por vezes truncada. Essas feições morfológicas são características de planícies de cordões litorâneos (*strandplains*), associados à regressão do nível relativo do mar durante o Pleistoceno e o Holoceno, e indicam antigas linhas de costa.

## **Subunidade Planície Lagunar**

A subunidade Planície Lagunar ou Paleoestuarina compreende uma área de 18,17 km<sup>2</sup>, ou 6,30% da área total da AID, com ocorrência concentrada nos setores 3 e 1. As planícies lagunares correspondem aos depósitos paleoestuarinos pleistocênicos e holocênicos. Assim, a planície lagunar é caracterizada pelas áreas mais planas da área de estudo, com ocorrência em duas situações topográficas distintas. A primeira, com altitudes em torno de 12 m, situa-se no interior da ilha de São Francisco e está associada aos depósitos paleoestuarinos ou lagunares pleistocênicos. A segunda área de ocorrência possui maior extensão e situa-se próximo à confluência do rio Piraí com o rio Itapocu, com no máximo 7 m de altitude, e ocorre de forma circular.

Associada à planície lagunar, ocorre eventualmente a presença de bancos conchíferos naturais, evidenciando processos típicos de ambiente de domínio de maré na formação das planícies. Nas planícies lagunares por vezes formam-se áreas alagadiças, uma vez que o nível freático está muito próximo da superfície dos depósitos, principalmente nas planícies lagunares associadas ao Holoceno.

## **Subunidade Planície de Maré**

As planícies de maré correspondem a 2,26% da área total, ou 6,52 km<sup>2</sup> (Tabelas 6.6 e 6.7), e encontram-se nas margens da baía da Babitonga e do canal do Linguado, em zona intramarés.

A subunidade geomorfológica Planície de Maré corresponde aos depósitos paludiais, que, de acordo com Suguio (1998), referem-se a ambientes de sedimentação próprios de zonas pantanosas periodicamente inundadas por águas salobras. Esse ambiente possui ainda a propriedade de produção de gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e metano (CH<sub>4</sub>), resultando no odor característico dessas áreas.

As Planícies de Maré (*tidal flats*) segundo Reineck & Singh (1973), desenvolvem-se ao longo de costas de baixo declive, com marcado ciclo de marés, ausência de ação de ondas e suprimento de sedimentos.

Elas são normalmente constituídas de sedimentos finos, variando de areia a argila, de cor preta, enriquecidos por grande quantidade de matéria orgânica em decomposição.



**Figura 6.62** – Morfologia típica da subunidade geomorfológica Planície de Maré.

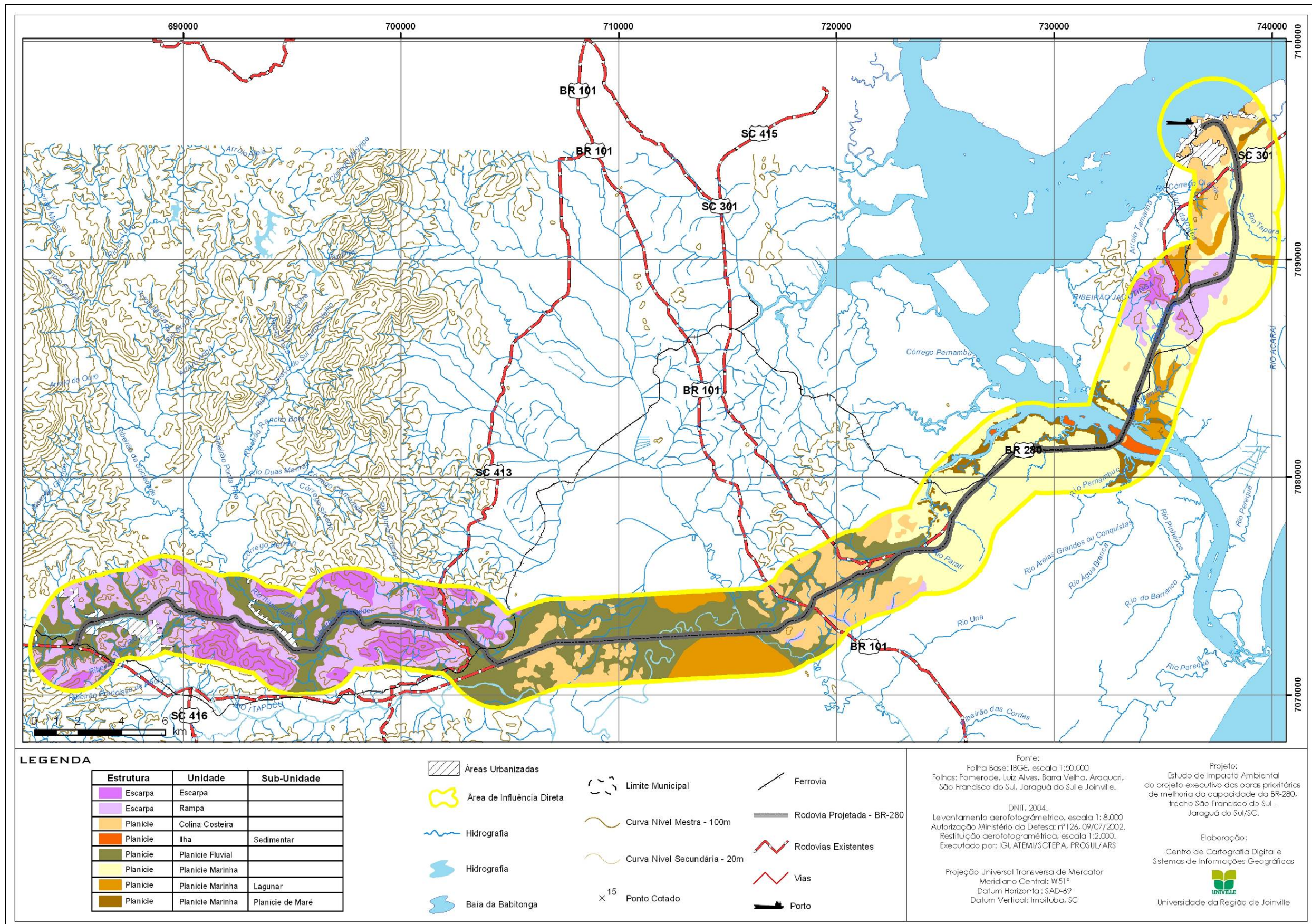


Figura 6.63 – Mapa geomorfológico geral da Área de Influência Direta.

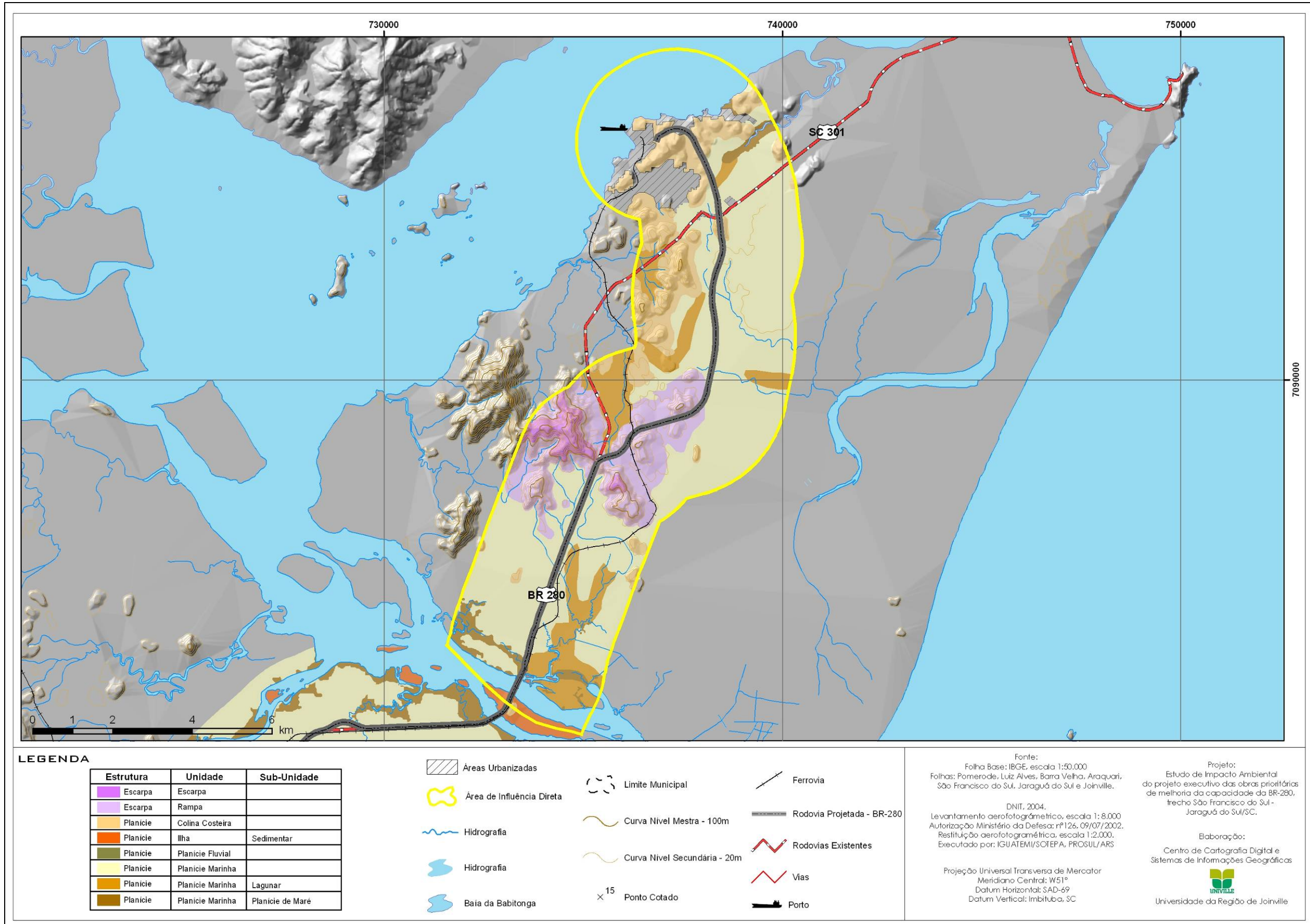


Figura 6.64 – Mapa geomorfológico do setor 1 da Área de Influência Direta.

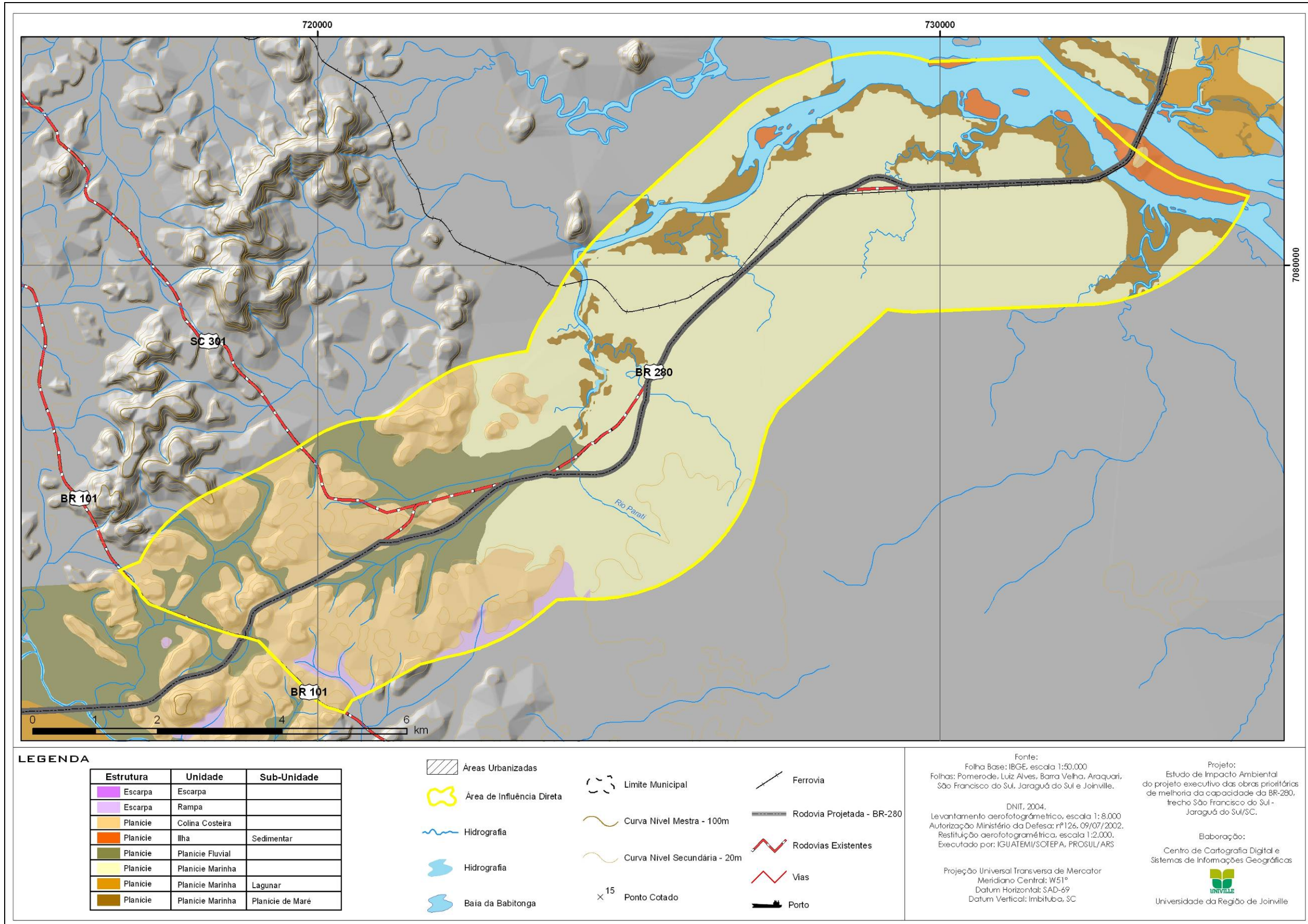


Figura 6.65 – Mapa geomorfológico do setor 2 da Área de Influência Direta.

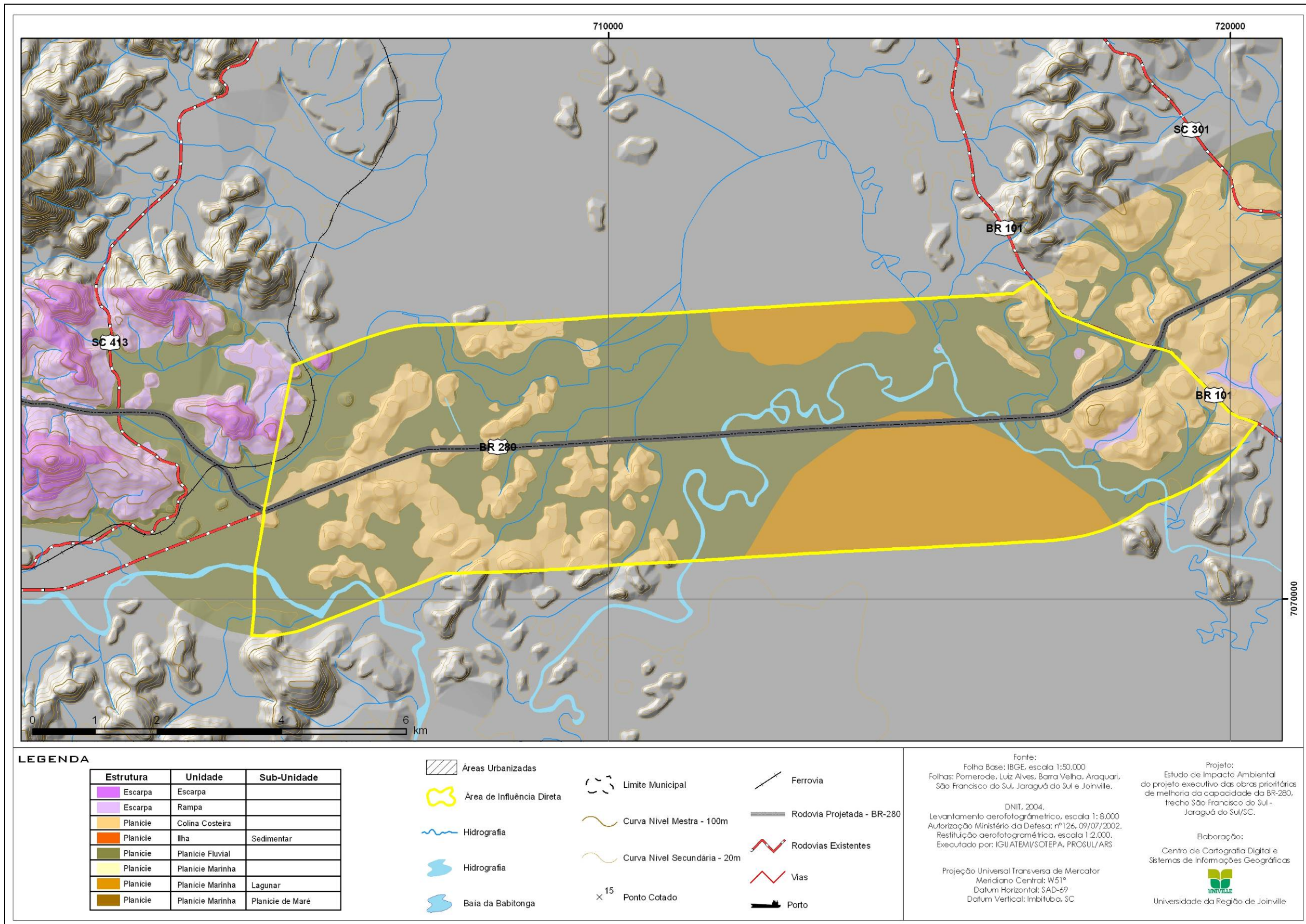


Figura 6.66 – Mapa geomorfológico do setor 3 da Área de Influência Direta.

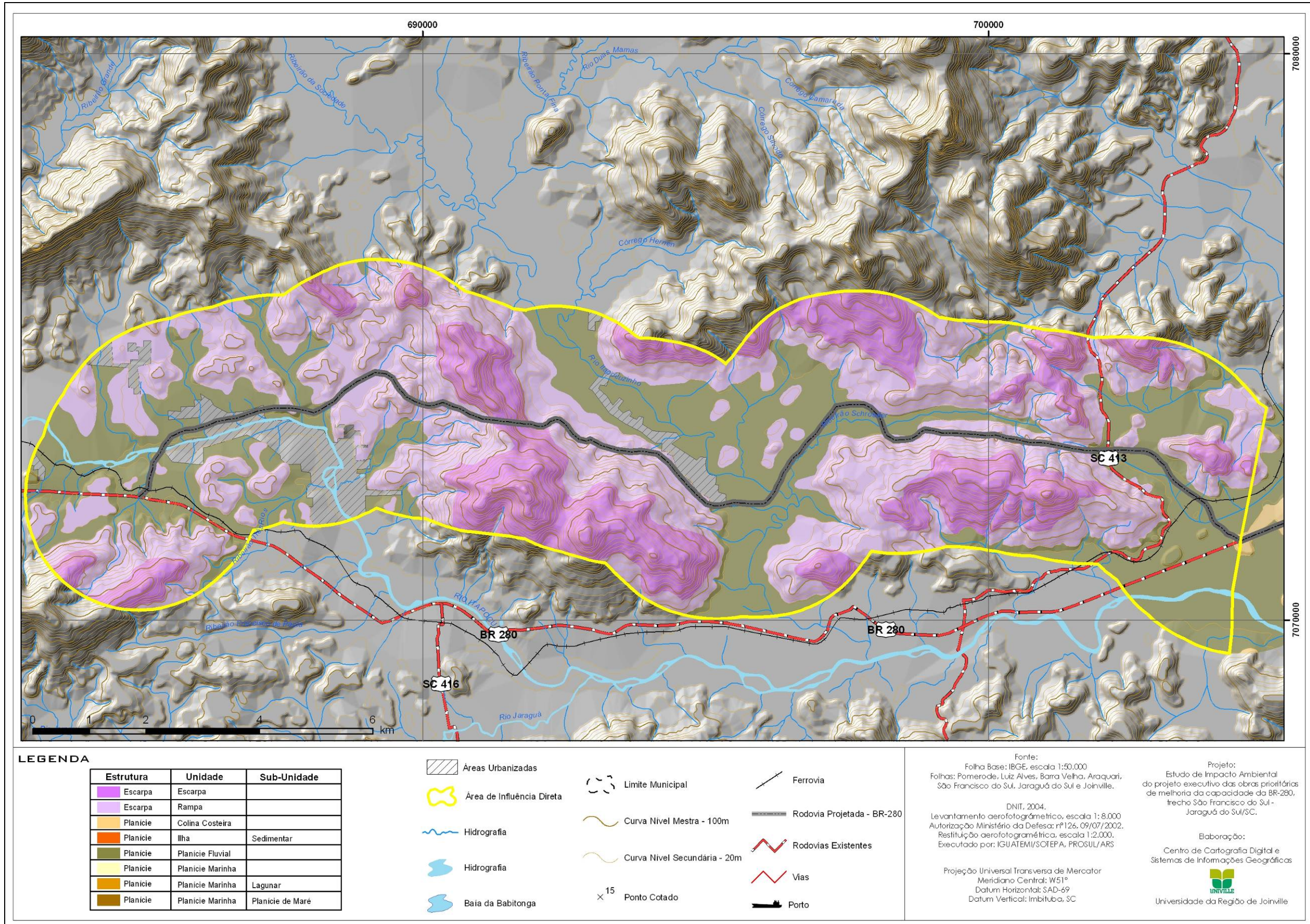


Figura 6.67 – Mapa geomorfológico do setor 4 da Área de Influência Direta.



#### 6.2.3.4 Aspectos Pedológicos

A classificação de solos no Brasil é distinta das demais classificações adotadas em outras partes do mundo e consiste de uma maior interatividade com os sistemas classificatórios norte-americano e da FAO/UNESCO. Predominava no Brasil até o final da década de 1990 um sistema classificatório originado na evolução do antigo sistema norte-americano, modificado ao longo de décadas pelo reconhecimento e adição de novas unidades. A partir de 1999 passa a vigorar no país o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, instituído pela EMBRAPA<sup>2</sup>, que tem como unidade básica de estudo o *perfil de solo*.

O novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), organiza os diferentes tipos de solos em classes de seis níveis categóricos. Do primeiro ao sexto nível os solos são organizados em Ordens, Subordens, Grandes Grupos, Subgrupos, Famílias e Séries, respectivamente.

Mapeamentos anteriores à definição do novo sistema de classificação utilizam a antiga nomenclatura de solos brasileira. Dentre os poucos mapas de levantamento de solos do Brasil, muitos foram produzidos antes de 1999 e, desta forma, adotam o antigo sistema classificatório.

##### 6.2.3.4.1 Reconhecimento dos solos regionais

Há quatro mapeamentos pedológicos principais que contemplam a região no entorno da BR 280, em escalas que variam entre 1:1.000.000 e 1:100.000, elaborados pelo GAPLAN (escala 1:1.000.000), pela EPAGRI<sup>3</sup> (escala 1:250.000) e pelo IBGE (escalas 1:250.000 e 1:100.000).

São encontrados na área compreendida entre o município de Jaraguá do Sul e São Francisco do Sul solos das seguintes ordens, conforme classificação da EMBRAPA (1999):

---

<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

<sup>3</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A.

- Espodossolos – solos de profundidade variável, em geral muito pobres, de moderada a fortemente ácidos, com marcado processo de podzolização (queluviação) e desenvolvimento de horizonte B espódico subsequente a horizonte eluvial E ou subjacente a horizonte A. Há nítida diferenciação entre os horizontes. São desenvolvidos principalmente a partir de materiais arenoquartzosos sob condições de umidade elevada, em relevo plano a suave ondulado ou em áreas de depressões.
- Cambissolos – solos pouco desenvolvidos, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. As características destes solos variam muito de local para local em função de das formas do relevo e das condições climáticas, e pode incluir solos de rasos a profundos, de fortemente a imperfeitamente drenados, com horizonte incipiente B (Bi) de textura franco-arenosa ou mais argilosa.
- Neossolos – solos pouco evoluídos, com ausência de horizonte B diagnóstico e com menos de 30cm de espessura, caracterizados pela baixa modificação dos materiais originários em virtude da pequena expressão dos processos pedogenéticos. Incluem solos anteriormente conhecidos como litossolos, regossolos, solos aluviais e areias quartzosas.
- Argissolos – solos marcados pela ocorrência de um horizonte B textural (Bt), com argila de baixa atividade e nítida transição entre os horizontes A e Bt, que pode ser abrupta ou gradual. São solos de profundidade variável, de forte a imperfeitamente drenados, com textura que varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila do primeiro para o segundo.
- Gleissolos – solos hidromórficos, permanente ou periodicamente saturados por água, que apresentam horizonte glei nos primeiros 50cm de sua superfície, ou em profundidade entre 50 e 125cm abaixo de horizontes A ou E, em decorrência do regime de umidade redutor proporcionado por efeito de flutuação de nível do lençol freático. São solos mal ou muito mal drenados, desenvolvidos comumente em sedimentos recentes nas proximidades dos

cursos d'água ou em áreas de terrenos planos de terraços fluviais, lacustres e marinhos, assim como em áreas de depressões.

- Organossolos – São solos constituídos por material orgânico, que apresentam horizonte O ou H hístico com teor de matéria orgânica superior a 20% e espessura mínima de 40 cm.

#### 6.2.3.4.2 Reconhecimento dos solos da Área de Influência Direta

Parte dos mapeamentos pedológicos consultados para a elaboração deste relatório obedece ao antigo sistema brasileiro de classificação. É comum observar-se em trabalhos recentes, como EIA-RIMAs, Planos de Manejo e outros, a utilização do antigo sistema de classificação, o que não é adequado. O mapa final produzido para este relatório, embora com origem em mapeamentos que adotavam o antigo sistema de classificação, foi reinterpretado e atualizado para o atual sistema brasileiro de classificação de solos.

A distribuição de solos na Área de Influência Direta é fortemente marcada pela compartimentação do relevo e amplitude topográfica e podem ser observados nas tabelas 6.8 e 6.9.

**Tabela 6.8** – Área e descrição dos solos da Área de Influência Direta

| TIPO DE SOLO                    | ÁREA EM KM <sup>2</sup> |         |         |         |        |
|---------------------------------|-------------------------|---------|---------|---------|--------|
|                                 | SETOR 1                 | SETOR 2 | SETOR 3 | SETOR 4 | TOTAL  |
| Argissolos                      | 23,05                   | 17,83   | 19,63   | 54,52   | 115,03 |
| Cambissolos                     | 0,00                    | 0,00    | 0,54    | 6,81    | 7,35   |
| Espodossolos                    | 20,31                   | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 20,31  |
| Gleissolos                      | 3,73                    | 0,00    | 25,84   | 33,14   | 62,71  |
| Organossolos                    | 0,00                    | 0,00    | 9,59    | 0,00    | 9,59   |
| Neossolos Quartzarênicos        | 13,68                   | 34,75   | 0,00    | 0,00    | 48,44  |
| Neossolos Flúvicos              | 0,00                    | 5,87    | 0,00    | 0,00    | 5,87   |
| Solos Indiscriminados de Mangue | 1,96                    | 7,62    | 0,00    | 0,00    | 9,58   |
| Corpo d'água                    | 9,26                    | 4,93    | 3,11    | 1,60    | 18,90  |
| Áreas Urbanizadas               | 3,35                    | 0,72    | 0,05    | 0,53    | 4,65   |

**Tabela 6.9** – Porcentagem e descrição dos solos da Área de Influência Direta

| TIPO DE SOLO                    | ÁREA EM % |         |         |         |       |
|---------------------------------|-----------|---------|---------|---------|-------|
|                                 | SETOR 1   | SETOR 2 | SETOR 3 | SETOR 4 | TOTAL |
| Argissolos                      | 7,62      | 5,90    | 6,49    | 18,03   | 38,04 |
| Cambissolos                     | 0,00      | 0,00    | 0,18    | 2,25    | 2,43  |
| Espodossolos                    | 6,72      | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 6,72  |
| Gleissolos                      | 1,23      | 0,00    | 8,54    | 10,96   | 20,74 |
| Organossolos                    | 0,00      | 0,00    | 3,17    | 0,00    | 3,17  |
| Neossolos Quartzarênicos        | 4,52      | 11,49   | 0,00    | 0,00    | 16,02 |
| Neossolos Flúvicos              | 0,00      | 1,94    | 0,00    | 0,00    | 1,94  |
| Solos Indiscriminados de Mangue | 0,65      | 2,52    | 0,00    | 0,00    | 3,17  |
| Corpo d'água                    | 3,06      | 1,63    | 1,03    | 0,53    | 6,25  |
| Áreas Urbanizadas               | 1,11      | 0,24    | 0,02    | 0,18    | 1,54  |

Predominam na AID os argissolos com 38,04% das ocorrências, que correspondem a 115,03 km<sup>2</sup>, concentrados principalmente nos setores 1 e 4 (figuras 1.106 e 1.107). Os gleissolos constituem a segunda principal ocorrência, com 20,74% ou 62,71 km<sup>2</sup>, distribuídos principalmente nos setores 3 e 4. Os Neossolos quartzarênicos compreendem 16,02% do total da AID, ou 48,44 km<sup>2</sup>, concentrando-se principalmente no setor 2 e, em menor proporção, no setor 1. São também importantes as ocorrências de espodossolos, com 6,72% das ocorrências em área de 20,41 km<sup>2</sup>, concentrada no setor 1. Em menor proporção registra-se a ocorrência de organossolos no setor 3, solos indiscriminados de mangue no setor 2 e, em menor proporção, no setor 1, cambissolos nos setores 4 e 3 e neossolos flúvicos no setor 2 (tabela 6.9; figuras 6.68, 6.69, 6.70, 6.71, 6.72).

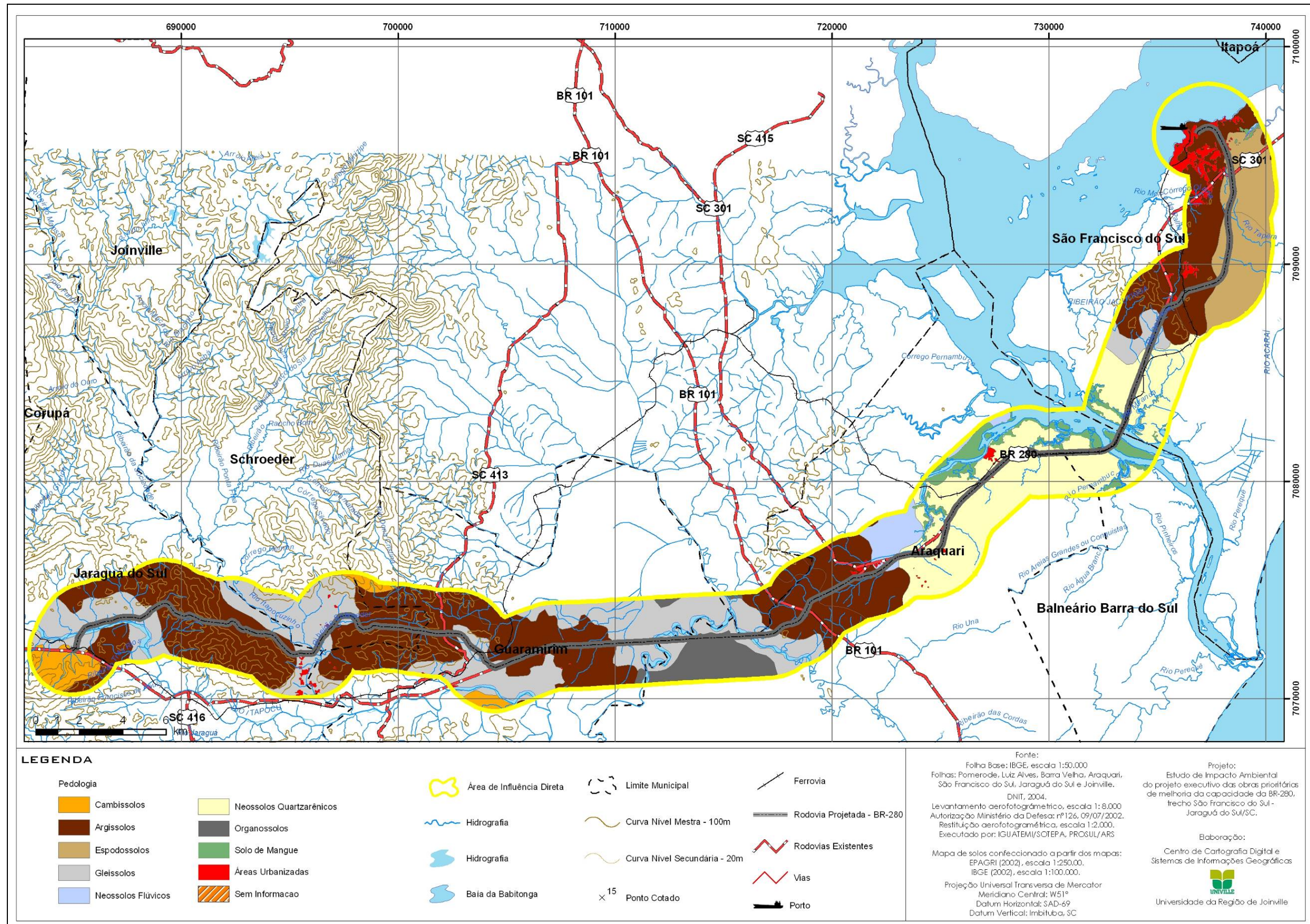


Figura 6.68 – Mapa geral de solos da área de influência direta.

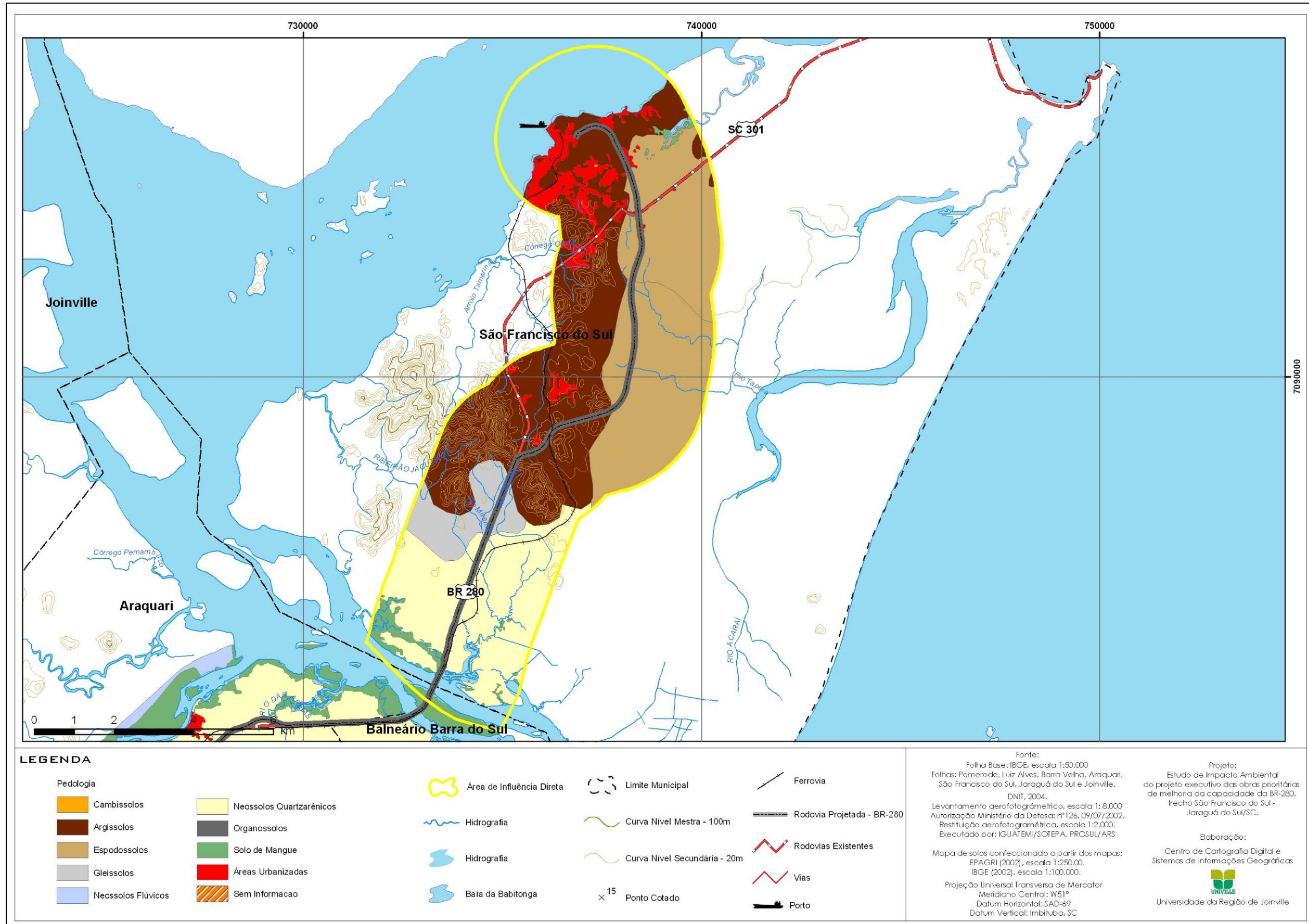


Figura 6.69 – Mapa de solos do setor 1 da área de influência direta.

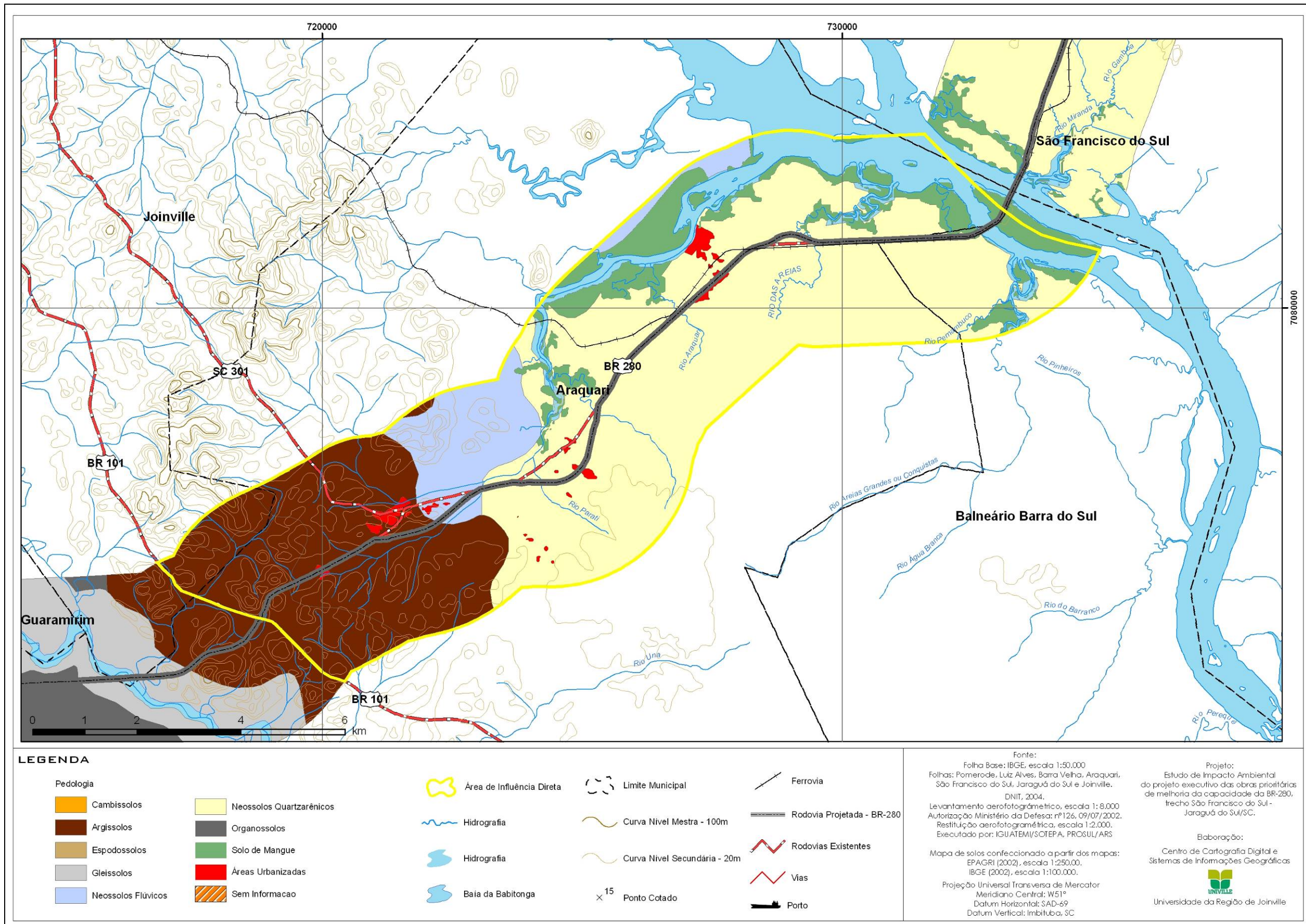


Figura 6.70 – Mapa de solos do setor 2 da área de influência direta.

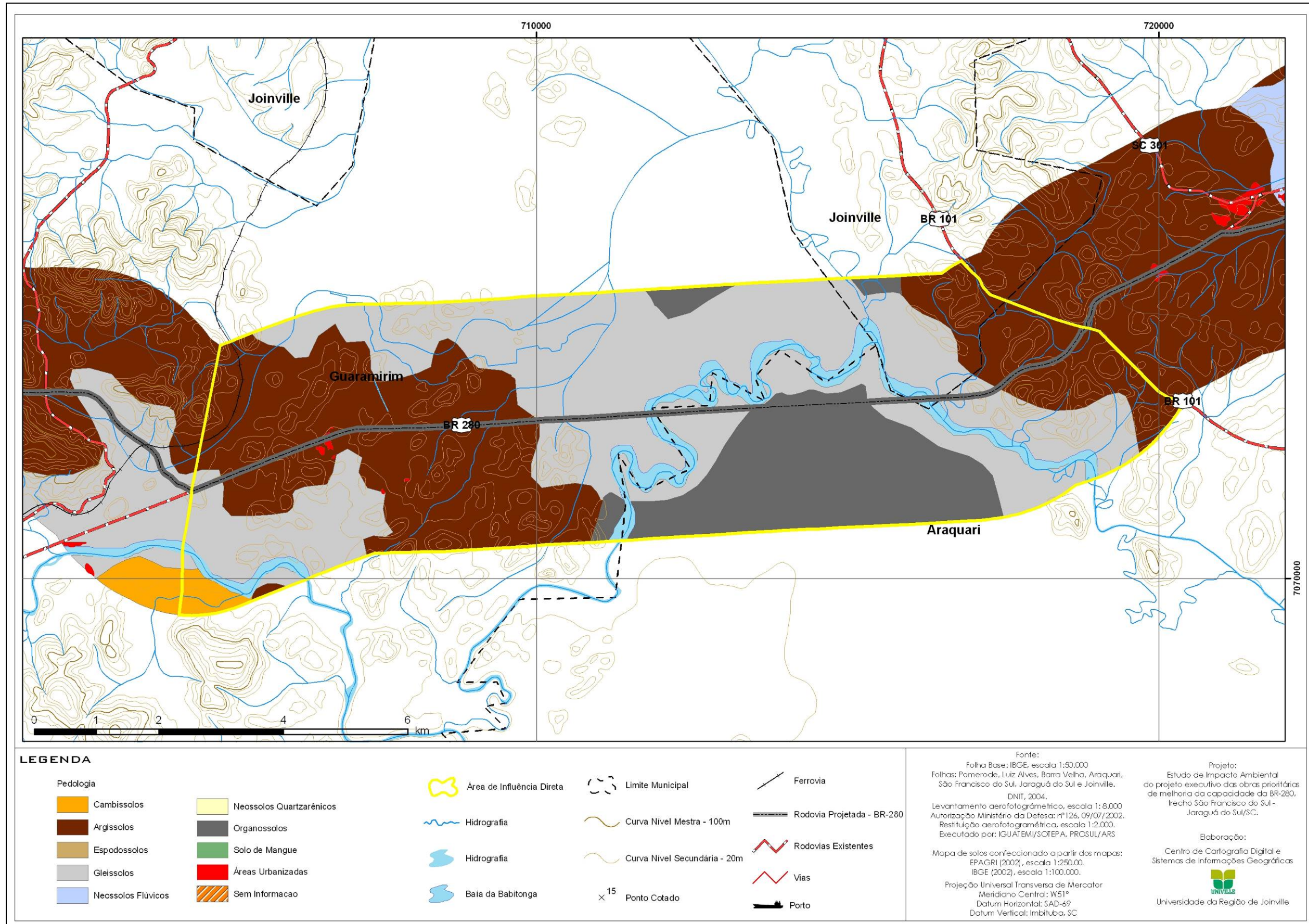


Figura 6.71 – Mapa de solos do setor 3 da área de influência direta.



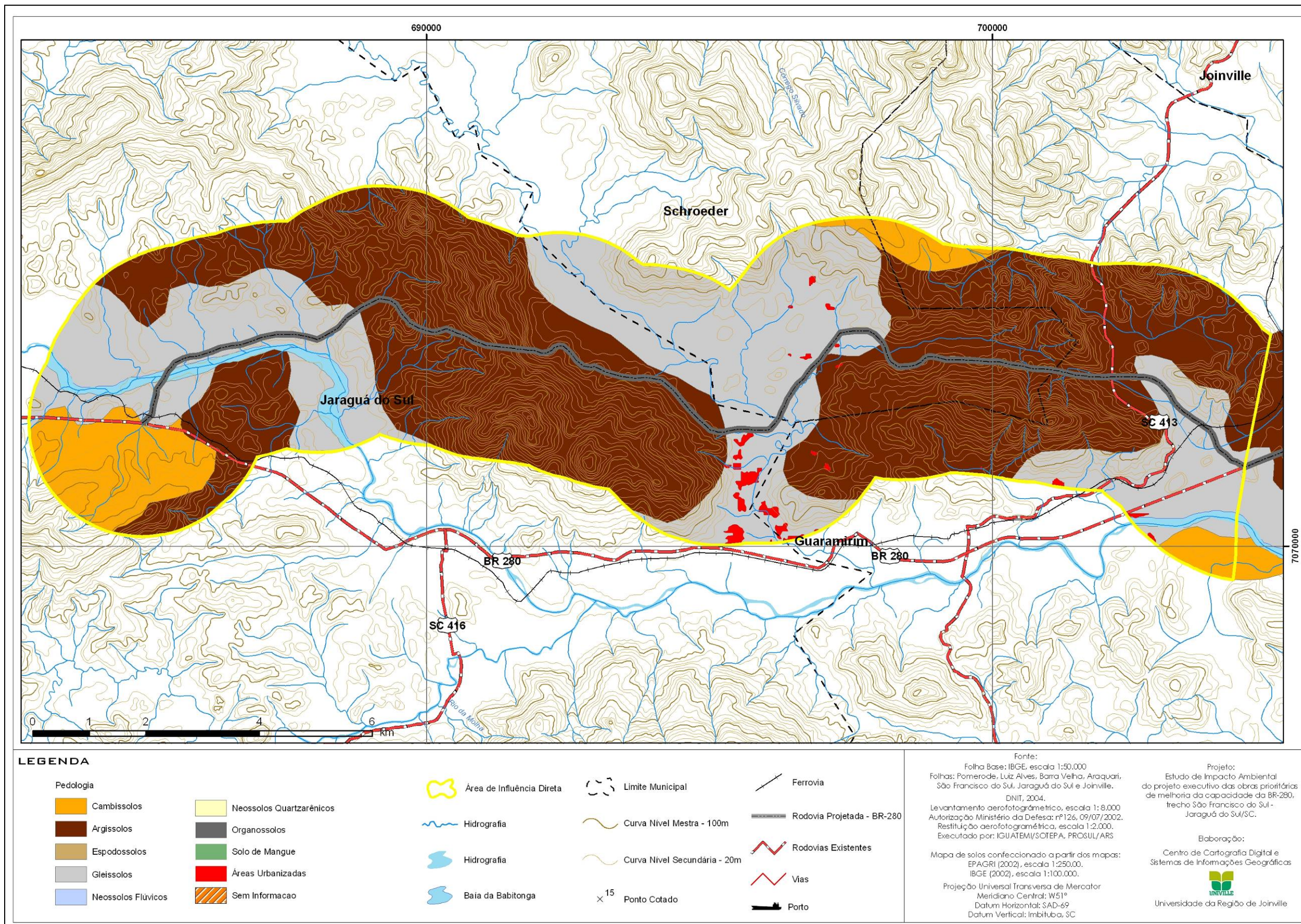


Figura 6.72 – Mapa de solos do setor 4 da área de influência direta.

### 6.2.3.5 Lavras Minerais

A identificação e o mapeamento das áreas de ocorrência mineral de valor econômico foram baseados nos dados disponibilizados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM,<sup>4</sup> referente aos títulos minerários do Estado de Santa Catarina.

Nos projetos de engenharia para os dois lotes da rodovia foram apresentadas algumas jazidas que poderiam ser aproveitadas pela obra. Com exceção daquelas definidas como jazidas de projeto (apresentadas na Caracterização do Empreendimento), as demais não possuem uma clara localização geográfica e, em alguns casos, apresentam óbices legais e/ou ambientais para sua utilização. Desta forma não foram consideradas no presente estudo.

#### 6.2.3.5.1 Áreas de Ocorrência de Valor Econômico – Área de Influência Direta

De modo geral, observa-se que foram solicitadas 151 áreas junto ao DNPM, com uma área de aproximadamente 364,01 km<sup>2</sup> para o requerimento de pesquisa e licenciamento. Cabe ressaltar que em algumas zonas da AID ocorre a sobreposição de lavras requeridas para a exploração de materiais distintos (Figura 6.73; Tabela 6.10).

Na Área de Influência Direta existem requerimentos para pesquisa e licenciamento de 17 substâncias de valor econômico de origem mineral (Figura 6.68), sendo somente 10 substâncias requeridas passíveis de utilização nas etapas da duplicação da rodovia. Entre as substâncias requeridas destacam-se: areia, areia de fundição, areia quartzosa, argila, argila refratária, argila vermelha, cascalho e saibro, gnaisse, granito e seixos.

**Tabela 6.10** – Área dos principais materiais passíveis de utilização requeridos junto ao DNPM

| MATERIAIS REQUERIDOS | %     |
|----------------------|-------|
| Areia                | 23,56 |
| Areia de fundição    | 5,28  |
| Areia quartzosa      | 1,75  |
| Argila refratária    | 2,22  |

<sup>4</sup> Disponível em: <http://sigmine.dnppm.gov.br/>. Acesso em: 23 jun. 2007.

| <b>MATERIAIS REQUERIDOS</b> | <b>%</b> |
|-----------------------------|----------|
| Argila                      | 2,02     |
| Cascalho                    | 0,63     |
| Saibro                      | 3,45     |
| Granito                     | 2,62     |
| Gnaisse                     | 0,53     |

Na Tabela 6.10 é possível observar que 30,59% das áreas requeridas referem-se a materiais arenosos, seguidos por 4,23% de materiais argilosos. Os materiais rochosos, associados ao embasamento cristalino da região, somam 7,23% das áreas requeridas.

A disponibilidade de material de valor econômico depende essencialmente dos aspectos geológicos da área de estudo. Dessa maneira, visto que a maior parte da AID é constituída por depósitos quaternários, ocorre uma maior disponibilidade de material arenoso e argiloso, em detrimento dos materiais rochosos associados às rochas do embasamento cristalino.

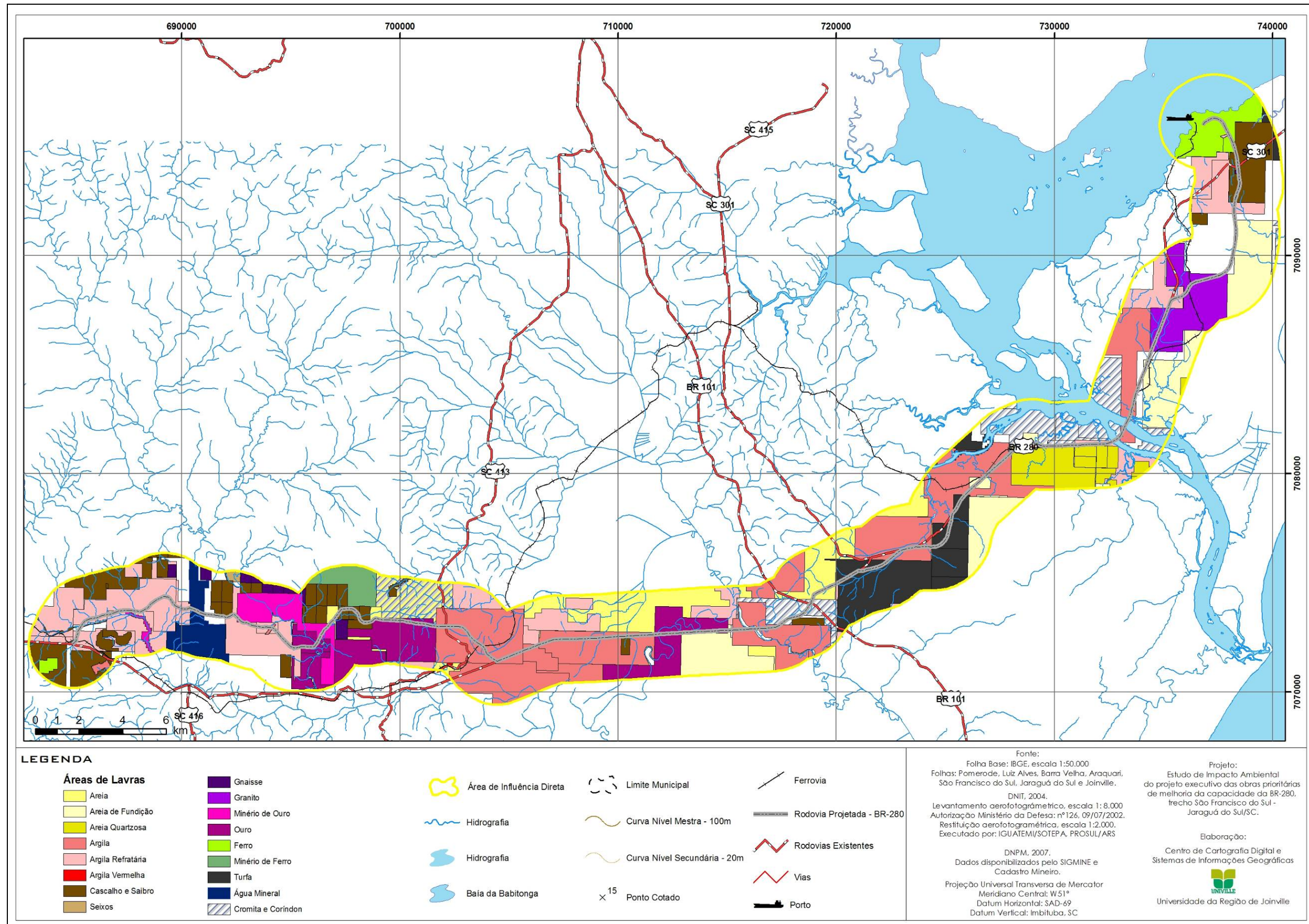


Figura 6.73 – Mapa das áreas de lavras minerais requeridas junto ao DNPM.

### 6.2.3.6 Aspectos Geotécnicos

A análise dos aspectos geotécnicos da AID foi executada com base nos estudos dos projetos executivos realizados pelo DNIT (2005a, 2005b) e através dos mapeamentos temáticos existentes. Os aspectos geotécnicos foram analisados com base na geologia da AID, visto que os diferentes depósitos e litologias incidem em distintos comportamentos mecânicos.

#### 6.2.3.6.1 Aspectos Geotécnicos na Área de Influência Direta

De maneira geral, as rochas do Complexo Luís Alves e do Complexo Paranaguá permitem um maior ângulo de inclinação na execução dos cortes e taludes quando essas rochas apresentarem aspecto maciço (homogêneo) e pouco fraturamento. No entanto, em situações em que as vertentes apresentarem alta declividade associada ao ângulo de mergulho dos planos de falhas e/ou fraturas, assim como atitude dos planos de xistosidade ou bandeamento voltada para o exterior da vertente, os cortes dos taludes devem possuir menor declividade ou menor altura. Essa situação topográfica e estrutural pode oferecer situações de grande suscetibilidade a deslizamentos, visto a facilidade de percolação de água nessas zonas.

Dessa maneira, quando os planos de fraturas e xistosidades estão voltados para o interior da vertente, observa-se uma minimização na situação de risco. Entretanto, quando os planos estiverem direcionados para a parte externa da vertente, essa situação deve ser levada em consideração na execução dos taludes.

Observam-se também situações pontuais de deslizamentos, normalmente localizados na base das vertentes, sendo ocasionados pela execução de taludes com declividade elevada ou mesmo por processos naturais de movimentos de massa.

Na área da planície costeira ocorrem sedimentos variando de areia a argila associados aos depósitos marinhos pleistocênico e holocênico, paleoestuarino pleistocênico e holocênico e flúvio-lagunar holocênico. Segundo os estudos desenvolvidos pelo DNPM (2005a, 2005b), existem camadas argilo-siltosas de coloração preta a amarronzada, ricas em matéria orgânica, com espessura variando entre 0,4 m a 15 m, sobrepostas aos sedimentos arenosos.

As camadas de sedimentos mais finos, normalmente argilosos, estão associadas aos depósitos paleoestuarinos ou lagunares, flúvio-lagunares e à planície de inundação dos principais cursos d'água. Devido à presença dos sedimentos argilosos, essas camadas apresentam característica de grande plasticidade, presença de água nos vazios e grande variação volumétrica. Dadas as características físicas da camada argilosa, esta apresenta suscetibilidade aos fenômenos de adensamento e recalque, principalmente no trecho dos setores 3 e 4.

Nos sedimentos arenosos dos depósitos marinhos é comum a presença de crostas ferruginosas de profundidade variável, formando as chamadas “piçarras”, que apresentam comportamento mecânico diferenciado dos demais sedimentos arenosos, principalmente nos depósitos marinhos pleistocênicos.

## **6.2.4 Recursos Hídricos e Qualidade da Água**

### **6.2.4.1 Aspectos Hidrológicos – Áreas Hidrológicas de Abrangência do Projeto**

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), o projeto de ampliação da capacidade rodoviária da BR-280 – Trecho São Francisco do Sul a Jaraguá do Sul – km 0,0 ao km 71,5, se localiza na BACIA 8 – BACIA DO ATLÂNTICO SUL, TRECHO SUDESTE – Sub-bacia 82, Região Hidrográfica 6, Rh 6, na Baixada Norte Catarinense, tendo como rios principais o rio Cubatão Norte e o Rio Itapocu. A Tabela 6.11 apresenta as características das principais bacias da região, de acordo com ANA, 2000.

De acordo com ANA (2000), a região hidrográfica catarinense da Baixada Norte é formada por quatro conjuntos: bacias hidrográficas do complexo Baía de Babitonga; bacia hidrográfica do rio Negro; bacia hidrográfica do rio Itapocu; e bacias hidrográficas litorâneas. Nessa região hidrográfica observa-se uma nítida tendência de concentração urbano-industrial. A população rural não vai além de 10% do total, embora a densidade demográfica da Baixada Norte seja uma das maiores do Estado. O parque industrial é muito diversificado, consistindo na principal atividade econômica da região, destacando-se, inclusive, em âmbito estadual. Na Baixada Norte Catarinense existem duas associações de Municípios: a Amvali, que congrega os Municípios do Vale do Itapocu; e a Amunesc, que representa as demais comarcas. Duas bacias hidrográficas: a do Cubatão e a do Itapocu, drenam a área, desempenhando um importante papel,

tanto em relação ao abastecimento urbano de Joinville e de outras cidades locais quanto no suprimento de água para a indústria e para a agricultura regional. A maior parte do relevo (62%) oscila entre montanhoso e forte-ondulado. Cerca de um terço da área possui topografia plana (várzea). A cobertura vegetal é razoável, apresentando, em média, cerca de 34% de vegetação primária e secundária e, aproximadamente, 3% de área reflorestada.

No que se refere à água disponível, o estudo preliminar revela que a região apresenta problemas em diversas sub-bacias da rede hidrográfica. Ao se cotejarem as vazões de estiagens com os diversos usos da água, a sub-bacia do rio Cubatão, próxima à cidade de Joinville, e a do rio Itapocu, perto da cidade de Jaraguá do Sul, apresentam, por exemplo, situação considerada preocupante. No entanto, os problemas são críticos na sub-bacia do rio Piraí, que abastece a cidade de Joinville, e na do rio Putanga, que fornece água para a extensa lavoura de arroz irrigado na região de Massaranduba. Quanto à qualidade, deve-se destacar que essa região é considerada a segunda área crítica estadual em termos de degradação ambiental, (ANA, 2000).

No médio curso do rio Itapocu, a poluição por agrotóxico é bastante expressiva, devido à grande lavoura de arroz irrigado lá existente. Outros centros urbano-industriais localizados na área em apreço contribuem para a degradação dos recursos hídricos regionais. Nos cursos d'água que deságuam na baía Babitonga e arredores, a invasão de língua salina é um problema antigo, que compromete o uso da água para diversos fins. A Tabela 6.11 resume as características das bacias hidrográficas.

**Tabela 6.11 – Caracterização das bacias hidrográficas**

| <b>BACIAS HIDROGRÁFICAS DA BAIXADA NORTE CATARINENSE</b> |   |                                       |   |                         |  |
|--|---|---------------------------------------|---|-------------------------|--|
| Domínio Federal:<br>SC/PR                                | Total da área de drenagem:<br>5.138 km <sup>2</sup> | Pluviosidade média anual:<br>2.000 mm | Vazão média na foz:<br>20 m <sup>3</sup> /s | Nº de Municípios:<br>13 | População total:<br>~ 630.000 hab.   |
| Recortes Territoriais                                    |   |                                       |   |                         |  |
| Macrorregião hidrográfica                                | Recorte hidrográfico da ANEEL                       | Recorte hidrográfico estadual         | Sub-bacias                                  | Principais afluentes    | Observações  |
| Atlântico Sudeste  | Parte da SB-82                                      | RH 6 Baixada Norte Catarinense        | Rio Cachoeira (80 km <sup>2</sup> )         |                         | Localizado na área urbana de Joinville. Possui um dos maiores índices de degradação ambiental do Estado.                                 |
|  |   |                                       | Rio Cubatão (472 km <sup>2</sup> )          |                         | Grande potencial de geração energética em seu alto curso. A nascente desse rio fica nas encostas da Serra do Mar, em terras paranaenses. |
|  |   |                                       | Rio Itapocu (2.930 km <sup>2</sup> )        | Rio Itapocuzinho        | Grande Fornecedor de água para a lavoura de arroz na região  |

Fonte: ANA, 2000.

ANA (2000) enumera os principais fatores de degradação dos recursos hídricos das bacias:

- queimadas de remanescentes florestais e ocupação desordenada de margens de rios;
- aterros e drenagem de alagadiços e lagoas marginais;
- retirada de areia e outras atividades de extração mineral;



- verificação de processos erosivos nos solos das sub-bacias contribuintes;
- lançamento de efluentes e resíduos de atividades agropecuárias (agrotóxicos);
- lançamento de cargas elevadas de esgotos domésticos;
- lançamento de lixo e de chorume;
- lançamento de efluentes industriais;
- lançamento de outros efluentes sólidos;
- escoamento superficial de áreas urbanas;
- lançamento de efluentes oleosos específicos;
- presença de barragens e represas;
- captação excessiva de recursos hídricos;
- ocorrência de retificação, canalização e dragagem de cursos de água;
- ocorrência de transposição de bacias;
- ocorrência de pontes e demais travessias maldimensionadas;

Que têm como impactos decorrentes:

- processos erosivos dos solos devido à supressão de ecossistemas florestais remanescentes;
- destruição de lagoas e alagadiços marginais (brejos);
- adição de sedimentos elevando a turbidez e causando o assoreamento da calha;
- enchentes no baixo curso do rio e em algumas cidades;
- regularização inadequada de vazões;

- represamento irregular de rios acarretando drásticas diminuições das vazões a jusante;
- modificação de traçados dos cursos d'água com seções de canais fluviais;
- contaminação por efluentes sólidos (lixo, material de construção, sobras de minério, etc.);
- poluição das águas com esgotos e outros efluentes orgânicos oriundos de fontes diversas;
- adição de substâncias tóxicas, metais pesados e óleo nas águas superficiais;
- contaminação e/ou uso excessivo de águas subterrâneas;
- ampliação artificial de vazões;
- salinização dos solos nas áreas irrigadas.

A caracterização da área, com relação aos recursos hídricos, foi realizada mediante coleta de dados de diversos parâmetros em campo e junto a órgãos responsáveis, bem como em informações secundárias, disponibilizadas em trabalhos desenvolvidos na área de estudo.

Foram realizadas duas saídas a campo nas duas situações mais contrastantes na região: durante período de abundante precipitação e mais quente, e durante período de precipitação mais escassa e de temperatura mais amena, de modo a caracterizar diferentes situações nas bacias de drenagem afetadas pelo projeto. Além disso, foram coletadas informações junto a prefeituras, comitês de bacia, órgãos ambientais, etc. no intuito de reunir o maior número de dados e informações possíveis para a realização do trabalho.

#### 6.2.4.2 Propriedades das Massas de Água

A água, quando reunida em certo volume, constituindo massas d'água, apresenta características diversas. Muitas dessas características são devidas, exclusivamente, à sua estrutura molecular; outras, porém, decorrem da sua exposição

aos elementos físicos do meio ou à existência de substâncias químicas em solução provenientes da decomposição ou das variações do meio.

#### 6.2.4.2.1 Propriedades Físicas das Massas de Água

Entre as propriedades físicas que um corpo de água possui, podem-se citar: densidade, viscosidade, tensão superficial, cor, turbidez e total de sólidos suspensos.

##### 6.2.4.2.1.1 Turbidez

A turbidez é a característica que apresentam certas águas de resistirem à passagem da luz através de sua massa, resistência essa devida à matéria em suspensão em seu seio, cujo diâmetro varia desde as mais grosseiras suspensões às mais finas dispersões coloidais. A presença de tais substâncias estabelece um limite restritivo à passagem da luz e à percepção de profundidade.

A turbidez aumenta com a turbulência das águas. Nos lagos ou em outras águas onde existem condições de quietude, a maior parte da turbidez é devida quase exclusivamente às dispersões finas e aos colóides. Nos rios sujeitos a cheias, a maior parte da turbidez é devida às dispersões grosseiras.

Origens da turbidez: a turbidez pode ser causada por uma grande variedade de materiais. Assim:

- a) Os rios, descendo das montanhas para as planícies, recebem contribuições de turbidez das áreas agrícolas, dos terrenos vizinhos e dos solos trabalhados pelo homem e pelas intempéries.
- b) As cheias dos cursos d'água contribuem com grandes quantidades de solo solto e detritos, que escoam para os mananciais e para os reservatórios de água doce, ocasionando a turbidez. A maioria do material transportado pelas águas é de origem mineral, mas consideráveis quantidades de matéria orgânica são também arrastadas para os mananciais.
- c) Os rios, correndo para os mares e oceanos, atravessam áreas urbanas, onde recebem a contribuição dos efluentes domésticos e industriais, tratados ou não. Os esgotos domésticos caracterizam-se por apresentarem grande quantidade

de substâncias orgânicas e minerais, que contribuem para a ocorrência da turbidez.

- d) As águas escoadas superficialmente nos centros urbanos, ricas em substâncias orgânicas e inorgânicas, causam também a turbidez nos cursos de água que as recebem.
- e) A matéria orgânica, atingindo os cursos, vai servir de alimento às bactérias que se multiplicam e que, por sua vez, servem de alimento para outros organismos.
- f) Do exposto, conclui-se que a turbidez origina-se de substâncias que vão desde as puramente minerais, como  $\text{SiO}_2$ , àquelas organizadas biologicamente.

#### 6.2.4.2.1.2 Sólidos Totais e Frações

Sólidos se referem à matéria suspensa ou dissolvida na água, exceto os gases. Águas com alta concentração de sólidos dissolvidos geralmente são de paladar inferior e podem induzir uma reação biológica desfavorável nos consumidores. Por essa razão, uma concentração menor que 500 mg/L de sólidos dissolvidos é desejável. Águas altamente mineralizadas também são inconvenientes para muitas aplicações industriais. E as com alta concentração de sólidos suspensos também são esteticamente insatisfatórias para balneabilidade. Os sólidos podem ser classificados de acordo com seu tamanho e características químicas.

Quanto ao tamanho, podem ser classificados em sedimentáveis, em suspensão, colóides e dissolvidos. Na prática, a classificação é feita separando-se os sólidos em apenas dois grupos: em suspensão e dissolvidos. Os em suspensão dividem-se em sedimentáveis e não sedimentáveis. Quanto à caracterização química, os sólidos podem ser voláteis e fixos.

- Sólidos totais

É o termo aplicado para o material residual resultante da evaporação de uma amostra e sua subsequente secagem no forno a uma temperatura definida. Os sólidos totais incluem:

- Sólidos suspensos totais

A porção que passa através de um filtro, o tipo de filtro, tamanho do poro, porosidade, área, espessura e a natureza física – tamanho de partícula e quantidade de material depositado no filtro – são os fatores principais que afetam a separação dos sólidos suspensos e totais.

Em outras palavras, sólidos suspensos são partículas temporariamente em suspensão dentro da água. Eles possuem grande variabilidade espacial, e pontos muito próximos um do outro podem ter valores de sólidos suspensos muito diferentes. Essa variabilidade espacial tem causado um limite muito severo às extrapolações de tais pontos sobre grandes áreas (RITCHE et al., 1975; CURRAN e WILKSON, 1985, ambos citados por CURRAN e NOVO, 1988).

- Sólidos dissolvidos

É a porção de sólidos que passa através de um filtro de 2,0  $\mu\text{m}$  (ou menor) sob condições específicas. Incluem-se os colóides e os efetivamente dissolvidos.

- Sólidos fixos

É o termo aplicado ao resíduo total, suspenso ou dissolvido, após aquecimento e secagem a um tempo e temperatura específica. O peso perdido na evaporação é chamado de sólidos voláteis. A determinação de sólidos fixos e voláteis não é precisamente diferenciada entre a matéria orgânica e inorgânica, pois a perda na evaporação não se restringe à matéria orgânica. Ela inclui perdas devido à decomposição ou à volatilização de alguns sais minerais.

#### 6.2.4.2.2 Transporte de Sedimentos

A expressão “transporte de sedimentos” recorre à totalidade dos fenômenos de transferência de partículas sólidas dentro dos cursos d’água. A alimentação dos cursos d’água com partículas encontra suas origens na erosão natural dos solos e nos rejeitos antrópicos. Porém, de certa forma, a erosão natural dos solos é, ela mesma, fortemente ligada às atividades humanas, consequência das práticas agrícolas ou de políticas de urbanismo e desmatamento.

O aumento na erosão é chamado de “erosão acelerada”, e é definido por FENDRICH et al. (1997) como a taxa de erosão sobre a erosão geológica normal (que

normalmente ocorre na superfície terrestre sob condições naturais, ou não controladas), em decorrência da quebra do equilíbrio do ambiente pelas atividades humanas, principalmente as advindas das alterações conduzidas na cobertura vegetal, tais como uso excessivo de pastagens, retirada de madeira por derrubada ou queima, práticas inadequadas de cultivo, etc. O processo de erosão torna-se grandemente acelerado, e as produções de sedimentos (produtos da erosão) aumentam assustadoramente.

Os impactos diretos ou indiretos da erosão são numerosos, e a título de exemplo podem-se citar:

- empobrecimento das terras cultiváveis;
- evolução da morfologia dos cursos d'água;
- fortes impactos da variação da turbidez sobre os equilíbrios biológicos dos ecossistemas aquáticos;
- problemas gerados pela transferência de poluentes fixos sobre as partículas de solo (fósforo, pesticidas, metais pesados, etc.);
- degradação física e bioquímica dos meios receptores sensíveis (estuários, etc.).

#### 6.2.4.2.3 Ciclo Hidrossedimentológico

Ocorre paralelamente ao ciclo da água e a este está intimamente relacionado. O ciclo hidrossedimentológico é um ciclo aberto e envolve o deslocamento, transporte e depósito de partículas sólidas presentes na bacia hidrográfica. Observa-se, porém, que, contrariamente às moléculas de água, os sedimentos não poderão voltar naturalmente ao meio de onde provêm.

Processos componentes do ciclo hidrossedimentológico

- 1 Desagregação
- 2 Extração ou Erosão
- 3 Transporte

4 Decantação ou Sedimentação

5 Depósito

6 Consolidação

- 1 Desagregação – É o desprendimento das partículas do meio do qual fazem parte. Após a ação antrópica, o impacto das gotas de chuva sobre o solo é o processo que mais contribui para essa desagregação. Outros processos, como reações químicas, variações térmicas, ações mecânicas, ou outros fatores naturais que não envolvem o ciclo hidrossedimentológico, também contribuem para a desagregação.

Esses processos resultam em uma massa de partículas que fica sujeita ao escoamento superficial ou ao vento, podendo ser posta em movimento pelas águas superficiais ou outros processos de escoamento.

O diâmetro e a densidade dessas partículas são variáveis, dependendo do material que as originou. No caso da densidade, adota-se um valor médio de 2,65, que equivale à densidade do quartzo.

Após a desagregação, as partículas, ou conjunto formado por estas, podem encontrar-se na superfície do solo, nas paredes dos leitos cavados pelas águas superficiais ou ainda no seio do próprio escoamento.

- 2 Erosão – Quando as forças hidrodinâmicas exercidas pelo escoamento são maiores que as forças de resistência e coesão exercidas pelas partículas, há o início do deslocamento destas na superfície do solo, nas paredes dos leitos dos córregos e rios ou no seio da massa de água.
- 3 Transporte – De acordo com o peso da partícula transportada podem ocorrer as seguintes maneiras de deslocamento:
  - a) Descarga sólida de fundo ou arraste: as partículas mais pesadas deslocam-se sobre (ou próximo a) o fundo por rolamento, deslizamento ou saltos curtos (fenômeno de

saltação). O arraste é exclusivamente constituído de material encontrado no fundo.

- b) Descarga sólida em suspensão: partículas mais leves que se deslocam no seio do escoamento. Essas partículas podem provir da própria bacia vertente, e neste caso constituem o que se costuma chamar de deplúvio (*wash-load*), ou, ainda, do fundo e das paredes da calha.

A relação entre material transportado, arrastado no leito e em suspensão varia dependendo das condições hidrológicas do rio; em outras palavras, curso superior e inferior, por exemplo. Além das condições hidrológicas, o regime pluvial, ou seja, épocas de chuva e seca (quadro 6.5), bem como outros fatores climáticos influem no transporte de material sólido.

**Quadro 6.5** – Vazão e carga de substâncias em suspensão no rio Huang-ho, China

| MÊS       | VAZÃO (m <sup>3</sup> /s) | SÓL. SUSPENSOS (t/s) | SÓL. SUSPENSOS (%) |
|-----------|---------------------------|----------------------|--------------------|
| Janeiro   | 480                       | 5,78                 | 1,2                |
| Fevereiro | 580                       | 7,53                 | 1,3                |
| Março     | 811                       | 12,37                | 1,5                |
| Abril     | 833                       | 12,02                | 1,5                |
| Maio      | 849                       | 13,61                | 1,6                |
| Junho     | 1109                      | 33,21                | 3,0                |
| Julho     | 2204                      | 131,50               | 5,9                |
| Agosto    | 3039                      | 281,30               | 9,3                |
| Setembro  | 2519                      | 117,90               | 4,7                |
| Outubro   | 2107                      | 68,50                | 3,2                |
| Novembro  | 1177                      | 21,89                | 1,9                |
| Dezembro  | 540                       | 6,82                 | 1,2                |

Fonte: Schäfer, 1984.

Os dados fornecem como resultado a curva de sedimentos do rio (2.1) com coeficiente de correlação da ordem de 0,93.

$$y = 0,3416x - 7,9844 \quad (2.1)$$

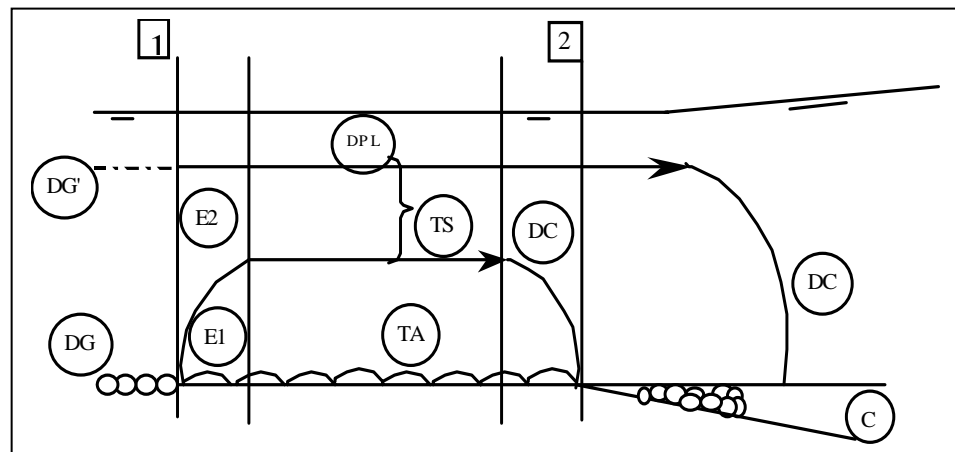
Em que:



X – vazão em  $m^3/s$

y – concentração de sólidos suspensos, em (t/s).

- 4 Decantação – É o processo que ocorre devido ao efeito da gravidade. Partículas mais finas tendem a restabelecer contato com o fundo do leito, porém essa queda é impedida ou freada devido à turbulência do meio em que estão suspensas.
- 5 Depósito – É a parada total da partícula recém-decantada sobre o fundo do leito, ou daquela transportada por arraste. A diferença entre o depósito e a decantação é que nesta ainda poderá haver movimentação da partícula após sua entrada em contato com o fundo, e naquele, não.
- 6 Consolidação – É o processo que ocorre após o acúmulo e a compactação dos sedimentos devido ao seu próprio peso, pressão hidrostática ou qualquer outro fenômeno que venha a aumentar a densidade dos depósitos. A seqüência dos processos está apresentada na Figura 6.74.



**Figura 6.74** – Trajetória de partículas sólidas ao longo do ciclo hidrossedimentológico. DG/DG' = Produtos finais de desagregação; E = Erosão (E1 do material mais graúdo, E2 do mais fino); T = Transporte (T<sub>A</sub> por arraste, T<sub>S</sub> em suspensão, T<sub>S</sub> = E<sub>2</sub>+DPL); DPL = Deplúvio; DC = Decantação; C = Consolidação do depósito (TUCCI et al. 1993).

#### 6.2.4.2.4 Problemas Devido ao Transporte de Sedimentos

O transporte de sedimentos ocasiona alguns problemas, descritos a seguir:

- a) partículas em suspensão degradam o uso consumptivo da água e aumentam o custo de tratamento;
- b) o sedimento degrada a água, principalmente para abastecimento, recreação, consumo industrial, resfriamento, em hidroelétricas e vida aquática, e o aumento da turbidez reduz a qualidade estética do curso d'água;
- c) o sedimento em suspensão impede a penetração da luz e do calor, reduzindo a atividade da fotossíntese necessária à salubridade dos corpos d'água, e quando aumenta diminui a população de peixes nos rios;
- d) o sedimento atua como portador de outros poluentes, tais como nutrientes químicos, inseticidas, herbicidas e metais pesados, como também bactérias e vírus;
- e) a carga sólida provoca perturbação na forma do canal, e o sedimento do leito dos rios, mesmo que em movimento, reduz as profundidades, prejudicando a navegação ou elevando o nível d'água, provocando enchentes locais mais freqüentes;
- f) durante as enchentes, as pedras e os seixos rolados danificam encontros e pilares de pontes, suporte de fundações de cais e canais pavimentados, e as enchentes torrenciais deslocam matacões e pedras, que prejudicam, por colisão, obras hidráulicas, árvores, cercas, linhas telefônicas, edifícios e outros objetos em sua passagem.

O depósito pode ocorrer tanto próximo ao local da erosão quanto distante, em locais planos, em canais, planícies de inundação, reservatórios, deltas, estuários ou no oceano. Esse sedimento pode causar danos dependendo da quantidade, qualidade e local da deposição. Os problemas que os sedimentos podem causar são:

- a) o seu depósito em reservatórios pode provocar assoreamento, reduzindo o volume d'água, a regularização do curso d'água e a vida útil do lago;
- b) pode assorear obras, tomadas d'água, outras estruturas fluviais e as calhas dos rios, prejudicando a navegação pela redução da profundidade, aumentando os riscos de enchente pela redução de capacidade do canal;

- c) riachos assoreados prejudicam os animais, pois estes ingerem os sedimentos durante a dessedentação, prejudicando a saúde;
- d) em cursos d'água assoreados, a água em nível mais elevado provoca erosão de margens e os materiais danosos depositados em terras de fazendas, no pé dos declives ou em terraços férteis podem reduzir a fertilidade dos solos se a cobertura de sedimentos não contiver nutrientes;
- e) o sedimento pode reduzir a drenagem superficial, e aqueles depositados em canais de irrigação e de drenagem, de navegação e de escoamento de enchentes, reservatórios e portos, ruas, estradas e edificações não somente criam transtornos, mas também altos custos públicos de serviços de manutenção;
- f) quando o sedimento se deposita em áreas produtivas, diminui ou paralisa, temporária ou permanentemente, o crescimento das plantas. O sedimento fino, depositado com lama, em portos, áreas de recreação, locais de pescadores ou outros locais onde possa haver uma concentração e uso do curso d'água por pessoas, afasta os usuários devido à aversão à lama; o depósito no leito, sem nutrientes, afasta peixes e microrganismos;
- g) quando há enchentes, o sedimento pode cobrir rodovias, danificar seriamente propriedades, áreas urbanas, ruas, gramados e jardins;
- h) o sedimento de material fino se deposita em canais, permitindo o crescimento de vegetação e prejudicando o escoamento; já o sedimento que se deposita em canais de irrigação cria sérios problemas devido à elevação e redução de volume do nível d'água, danos às plantações, obstruções de desvios e redução da quantidade de água disponível;
- i) a inundação com sedimento de maior granulometria em áreas irrigadas reduz a fertilidade dos solos e o sedimento coloidal reduz a permeabilidade, e ambos reduzem a fertilidade das terras irrigadas.

Dessa forma, a vegetação amortece a queda das gotas d'água, diminui o impacto sobre o solo (desagregação) e a velocidade do escoamento superficial pelos troncos ou raízes, aumentando também a infiltração.

Além da vegetação, outros fatores intervenientes no processo erosivo são: intensidade da precipitação, tipo de solo e sua condição quanto ao conteúdo de umidade presente e sua permeabilidade.

#### 6.2.4.2.5 A Região de Estudo

De acordo com Oliveira (2006), métodos específicos para quantificação de aporte sedimentar em corpos hídricos não se encontram em literatura, principalmente para o meio tropical úmido; ao contrário, encontram-se conjuntos de técnicas, muitas vezes bastante sofisticadas.

Os sistemas fluviais apresentam características complexas e dinâmicas que, em função da ausência de dados e de monitoramentos contínuos, infelizmente de regra são desconhecidas. De acordo com Piégay & Schumm (2003, p. 105) o sistema fluvial é “um sistema processo-resposta complexo e adaptativo com dois componentes principais: o sistema morfológico de canais, planícies de inundação, vertentes, deltas, etc., e o sistema encadeado de fluxos de água e sedimentos”.

A simples observação dos rios na região do projeto da duplicação da BR-280 entre São Francisco do Sul e Jaraguá (e em outras bacias hidrográficas vizinhas, como a bacia hidrográfica do rio Itajaí e a do rio Cubatão Norte) tem mostrado que há um aumento do aporte de sedimentos nos rios à medida que se observa um aumento de vazão neles em função das precipitações. A proporção entre deflúvio e sólidos em suspensão nas águas, porém, é desconhecida na grande maioria das bacias citadas.

Oliveira (2006) realizou uma pesquisa em 10 rios na região da bacia do rio Cubatão Norte, Joinville, que drenam para a baía da Babitonga entre os anos 2004 e 2006, relacionando turbidez, sólidos em suspensão e vazão, sendo este o estudo mais robusto que se encontra na região do projeto. Com base nos resultados do monitoramento mensal, efetuado em novembro de 2004 e entre abril de 2005 e maio de 2006, apresentado em Oliveira (2006), foi possível compor médias gerais, por bacia hidrográfica, dos valores de vazões, turbidez e concentração de sedimentos em suspensão, assim como do percentual do conteúdo de matéria orgânica (Quadro 6.6), de modo a permitir comparações e correlação estatística (Quadro 6.7).

**Quadro 6.6** – Médias de vazões, turbidez, concentração de sedimentos em suspensão e percentual de matéria orgânica referentes ao período de monitoramento mensal efetuado em novembro de 2004 e entre abril de 2005 e maio de 2006

| RIO         | VAZÕES (m <sup>3</sup> /s) | TURBIDEZ (NTU) | SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO (mg/L) | MATÉRIA ORGÂNICA (% MO) |
|-------------|----------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------------|
| Braço       | 1,65                       | 65,2           | 53,5                           | 40,7                    |
| Cubatão     | 13,25                      | 8,2            | 7,5                            | 29,6                    |
| Canela      | 0,47                       | 17,6           | 17,4                           | 41,8                    |
| Pirabeiraba | 1,7                        | 5,6            | 4,9                            | 49,9                    |
| Bonito      | 0,33                       | 11,4           | 11,3                           | 49,1                    |
| Turvo       | 0,23                       | 12,5           | 11,6                           | 58,9                    |
| Três Barras | 3,02                       | 3,0            | 2,8                            | 67,7                    |
| Cupim       | 0,35                       | 7,9            | 9,0                            | 56,7                    |
| Sete Voltas | 0,38                       | 8,1            | 7,4                            | 42,4                    |
| Onça        | 0,38                       | 42,0           | 42,7                           | 42,0                    |

Fonte: Oliveira, 2006.

**Quadro 6.7** – Correlação linear, por bacia hidrográfica, entre vazões (m<sup>3</sup>/s), concentração de sedimentos em suspensão (mg/L) e turbidez (NTU), referente ao período de monitoramento entre abril de 2005 e maio de 2006

| RIO         | m <sup>3</sup> /s x mg/L | mg/L x NTU | m <sup>3</sup> /s x NTU |
|-------------|--------------------------|------------|-------------------------|
| Braço       | 0,90                     | 0,98       | 0,92                    |
| Cubatão     | 0,44                     | 0,96       | 0,32                    |
| Canela      | 0,80                     | 0,94       | 0,82                    |
| Pirabeiraba | -0,07                    | 0,82       | -0,16                   |
| Bonito      | 0,85                     | 0,72       | 0,92                    |
| Turvo       | 0,79                     | 0,95       | 0,85                    |
| Três Barras | 0,11                     | 0,46       | 0,36                    |
| Cupim       | 0,11                     | 0,74       | 0,26                    |
| Sete Voltas | 0,26                     | 0,86       | 0,67                    |
| Onça        | -0,04                    | 1,00       | -0,01                   |

Fonte: Oliveira, 2006.

#### 6.2.4.3 Águas Subterrâneas

Estudos acerca da hidrogeologia local são escassos. A inexistência de redes de monitoramento dos aquíferos faz com que estudos acerca desse tema sejam muito

difíceis, seja pela falta de dados quantitativos, seja pela falta de dados qualitativos. A cidade de Araquari, que se abastece utilizando esse recurso, não dispõe de dados a esse respeito. Na região do projeto, informações sobre os aquíferos podem ser encontradas no Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão Norte – Joinville (CCJ). De acordo com o CCJ, as reservas de água subterrânea da região são divididas em aquífero Livre e Cristalino, segundo Gonçalves (2002). O primeiro está associado ao manto de intemperismo e aos depósitos sedimentares recentes, enquanto o aquífero cristalino está associado aos terrenos pré-cambrianos do Complexo Granulítico de Santa Catarina, com ocorrência de gnaisses granulíticos, quartzitos e formações ferríferas. Esse aquífero é regido principalmente por grandes sistemas de fraturas e/ou falhas.

#### 6.2.4.3.1 Quantidade

Com relação aos poços rasos, os dados obtidos no cadastramento feito por Gonçalves (1998) para Joinville, demonstram que a grande demanda por poços rasos, para a exploração do aquífero livre ou freático, deu-se nas décadas de 1970 e 1980, quando foram perfurados 48% dos poços cadastrados, cujas profundidades mostram um predomínio entre 2,1 e 4,0 m. Dos revestimentos encontrados para esses poços rasos predominam os de tijolo para os mais antigos e de tubos de concreto para os mais novos. A profundidade de revestimento dos poços rasos coincide com a profundidade do poço. Exceções foram encontradas em comunidades de baixa renda, onde ou não existe revestimento ou se aproveita material existente nas proximidades. A maior parte dos poços rasos é utilizada principalmente para abastecimento doméstico (48%), enquanto um percentual significativo se apresenta sem uso (19%). O uso ocasional (quando falta água da rede) aparece em terceira colocação, com 17%. A maioria das casas (78%) dispõe de caixa d'água e bomba, enquanto 32% operam o poço com baldes para uso imediato, o que já caracteriza um veículo transmissor de doenças. As distâncias predominantes entre a fossa e o poço variam entre 5 e 10 m (35%), o que contraria as normas, que determinam uma distância mínima de 20 m quando em solo do tipo síltico-argiloso. O histórico dos poços aponta para uma variação do nível da água do poço relacionada com a precipitação pluviométrica, desmatamentos, perfuração de poços profundos e extrações de minerais em áreas próximas. Nos períodos de estiagem, entre junho e agosto, muitas famílias vêm passando por dificuldades de abastecimento, utilizando água mesmo barrenta para

suprir suas necessidades domésticas. Nos outros casos, alguns poços chegaram a secar totalmente. A maioria dos poços rasos, quando esgotados para limpeza, apresenta reposição de seu nível médio em seis horas. O nível da água dentro dos poços varia desde o nível do terreno até um metro abaixo da superfície, fato que demonstra a baixa drenagem do solo.

O aquífero Cristalino da região é sabidamente fornecedor de vazões baixas. Gonçalves e Duarte (1996) verificaram que a vazão média dos poços profundos cadastrados até 1995 era de 6,4 m<sup>3</sup>/h. Dos 77 poços investigados por Duarte e Gonçalves, que possuíam controle da vazão, 45% apresentaram produção inferior a 3 m<sup>3</sup>/h. Esses levantamentos apontam que 25% dos poços profundos perfurados no Município de Joinville têm fornecido vazões menores que 1,0 m<sup>3</sup>/h, havendo até mesmo poços secos. Gonçalves e Duarte (1996) estabeleceram que o controle estrutural na vazão dos poços profundos é muito efetivo. Os poços profundos localizados próximo a lineamentos com direção E-W possuem vazões superiores a 15 m<sup>3</sup>/h. Esse dado comprova que o critério geológico, quando levado em conta, demonstra ser altamente eficaz. No sistema de rochas cristalinas é fundamental conhecer a geologia estrutural, assim como se efetuar um estudo de fotointerpretação para a locação do poço profundo. No entanto, o que se percebe na prática é que a locação do poço é feita de acordo com as possibilidades da área disponível pelo cliente. A má locação dos poços profundos decorre da falta de conhecimento da geologia estrutural da região, ou do não-conhecimento de quantos poços já estão bombeando no mesmo lineamento do aquífero cristalino. Baggio (1997) verificou que o aquífero cristalino de Joinville apresenta grande coeficiente de retenção de água, permeabilidade superficial alta devido às ações orgânicas e microfissuras, permeabilidade subsuperficial fissural e fraturamento intenso.

Observa-se uma maior concentração de poços profundos no Distrito Industrial situado na sub-bacia do rio do Braço, em Joinville. Essa proximidade entre os poços vem causando uma sobrecarga local no aquífero cristalino. Muitos dos poços situados nessas áreas vêm reduzindo a sua vazão em até 50% nos últimos 10 anos.

A situação topográfica dos poços profundos varia entre o nível do mar e a cota de 16 m.

#### 6.2.4.3.2 Qualidade

As análises bacteriológicas de água que foram feitas utilizando-se a técnica de Colilert (COVERT et al., 1989) em vários poços rasos revelaram que 84,7% dos poços apresentam água inadequada para o consumo. Os microorganismos identificados foram *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Chromobacterium violaceum* (SALES, 1996). Cerca de 9,4% dos poços possuem água adequada para o consumo, porém com restrições, ou seja, necessitam de tratamento antes de serem utilizados. Estimou-se que 5,9% das águas dos poços rasos são boas para consumo.

Pode-se observar que os resultados das análises bacteriológicas espelham a falta de saneamento básico da região e a falta de orientação da comunidade sobre a localização do poço em relação às fossas, quer da própria residência ou da de seus vizinhos. A maior parte dos poços rasos dista menos de 10 m das fossas e, geralmente, estão no mesmo nível topográfico. Essa localização facilita a contaminação do poço pelo esgoto da própria residência. Outra condição para esse quadro crítico de contaminação é o fato de o aquífero livre ou freático ser muito superficial, com profundidade média de 1 m, onde fica em contato direto com as fossas, mesmo que a distância entre o poço e a fossa seja maior que 20 m.

Gonçalves e Barbosa (2002) identificaram a presença de poluição física, química e biológica nas águas do aquífero livre da microbacia do rio Mississipi, sub-bacia do rio do Braço. Amostras de água do aquífero raso foram colhidas em dois poços de monitoramento com 6 m de profundidade. Os pontos escolhidos foram na área de entorno do aterro sanitário de Joinville, que antes era um lixão. Esses resultados foram comparados com os obtidos pela OAP Engenharia (2001), que analisou sete amostras em quatro poços. Os resultados obtidos confirmaram a presença de poluição biológica (alta DQO e DBO, presença de coliformes totais e fecais) em todas as amostras analisadas, assim como a presença de poluição física (cor, turbidez, sólidos suspensos e sólidos totais) nas águas subterrâneas, além de poluição química detectada pela presença de cádmio, cromo, ferro, chumbo, manganês, níquel, selênio, mercúrio, óleos e graxas minerais, vegetais e animais. Os autores acreditam que essa poluição reflita um passivo ambiental anterior à implantação do atual aterro sanitário, pois o ponto a jusante ao aterro apresenta uma carga de poluição superior ao poço de dentro do aterro.



As características físicas e químicas das águas subterrâneas do sistema cristalino de Joinville foram estudadas por Baggio (1997) e caracterizadas como cristalinas sem cor aparente, inodoras, com temperaturas oscilando entre 19 e 21 graus, turbidez média variando entre 2,5 a 3,0 unidades nefelométricas de turbidez (NTU). Na condutividade elétrica (CE), cerca de 80% das amostras coletadas possuem valores que variam de 85 a 200 micro-Siemens/cm, e apenas 6,6% apresentam CE maior que 1.000 micro-Siemens/cm. Quanto às propriedades químicas, as águas subterrâneas foram enquadradas, de acordo com o Decreto nº 7.841, de 8 de agosto de 1945, como águas minerais mistas e águas alcalinas bicarbonatadas, ambas de fontes frias. Pela concentração química de sódio, potássio, magnésio, gás carbônico livre, sílica e bicarbonato, Baggio (1997) concluiu que as águas subterrâneas de Joinville possuem pouco tempo de permanência no aquífero Cristalino e que possuem de moderada a baixa mineralização. Essas características foram atribuídas às características de aquífero Cristalino raso (100 m), à alta taxa pluviométrica e ao alto grau de meteorização das rochas.

#### 6.2.4.4 Qualidade da água

##### 6.2.4.4.1 Metodologia

##### 6.2.4.4.1.1 Locais de Amostragem

Para a caracterização dos recursos hídricos antes da implantação das obras, os locais de amostragem foram definidos considerando as áreas de influência direta (AID) – corredor de 2,0 km, possíveis áreas críticas e aspectos do empreendimento que merecem atenção:

- localização de áreas de empréstimo;
- movimentação de terra (etapa de terraplenagem);
- proximidade de mananciais de abastecimento ou futuros mananciais.

Levando-se em conta esses aspectos, os pontos de coletas foram escolhidos em número de 10, Anexo 1, distribuídos ao longo do trecho da rodovia BR-280 de São Francisco do Sul/SC a Jaraguá do Sul/SC, sendo todas as estações em rios e canais.

Os locais selecionados obedeceram a critérios de tamanho, porte e representatividade e importância local e regional. Os rios que drenam para a baía da Babitonga foram selecionados, por ser este um estuário sensível e de grande importância na região. O canal do Linguado em si não foi considerado, pois o estudo desse canal, por Cremer et al. (2006), já caracterizou com grande propriedade este ambiente.

A descrição do local selecionado para cada estação de monitoramento está apresentada a seguir.

\*Datum do GPS: SAD – 69      Zona 22 S

**a) Ponto 01: Rio Monte de Trigo**

Coordenadas: 0738213 / 7094107

Descrição: Localizado na ponte após trevo das praias

Localizado no Município de São Francisco do Sul, o rio Monte de Trigo (Figura 6.75) possui 11 km de extensão, sentido Norte-Sul. Sua nascente localiza-se na cota 20, e sua desembocadura, na baía da Babitonga. Trata-se de um rio classe 2 (Portaria nº 0024/1979 do Estado de Santa Catarina), meandrante de segunda ordem, de acordo com escala de 1:50.000. Situado na planície costeira, apresenta ausência de canais retificados. A vegetação predominante ao longo do curso constitui-se em mata ciliar (mangue).



**Figura 6.75** – Rio Monte de Trigo.

**b) Ponto 02: Rio Tapera**

Coordenadas: 0738088 / 7092185

Descrição: Situado na rua Binot Palmier De Go – Acesso em frente ao terminal rodoviário de São Francisco do Sul

Localizado no Município de São Francisco do Sul, o rio Tapera possui uma extensão de 7 km (Figuras 6.76 e 6.77), sendo seu curso no sentido Sudeste. Sua nascente localiza-se na cota 20 e sua fozl, no rio Acaraí. O rio de classe 2 (Portaria nº 0024/1979 do Estado de Santa Catarina) apresenta características meandantes, secundário, não ocorrendo desvios artificiais de acordo com a escala 1:50.000. Está inserido na planície costeira, a qual é constituída de cobertura nativa, porém próximo à sua desembocadura apresenta culturas de cultivo permanente.



**Figura 6.76** – Rio Tapera a montante do ponto de coleta.



**Figura 6.77** – Ponto de coleta no rio Tapera.

**c) Ponto 03: Rio Miranda**

Coordenadas: 0734318 / 7085290

Descrição: Localizado a jusante da ponte sobre a BR-280

Localizado no Município de São Francisco do Sul, o rio Miranda (Figura 6.78) apresenta uma extensão de aproximadamente 10 km, no sentido Norte-Sul. O mesmo tem sua nascente situada no morro da Cruz, cuja cota é 60, e recebe ainda contribuição de drenagem do morro da Jacutinga.



**Figura 6.78** – Rio Miranda.

O rio é classificado como classe 2 (Portaria nº 0024/1979 do Estado de Santa Catarina), apresentando inicialmente forma linear e de ordem secundária até o ponto de coleta. Porém, a partir desse ponto até a sua desembocadura no canal do Linguado, possui característica de meandros, e ao juntar-se com o rio Gamboa torna-se terciário, segundo a escala 1:50.000. A microbacia do rio Miranda possui área de 2.495,2 ha. Os principais afluentes são: rio Miranda, rio Morretinho, rio Gamboa, rio do Castilho, rio da

Olaria. As principais atividades desenvolvidas na região são o cultivo de arroz, feijão, mandioca, melancia, milho, olerícolas. Também se destacam as criações de bovinocultura de corte, bovinocultura de leite e bubalinos.

De acordo com os estudos da microbacia do rio Miranda, os principais problemas ambientais levantados juntamente com os moradores da região são: ausência de saneamento básico, água potável insuficiente, exploração dos recursos naturais, legislação ambiental conflitante, predomínio de empresas em áreas de plantação, uso inadequado de agrotóxicos, solos alagados.

A Figura 6.79 apresenta a região de São Francisco do Sul com os rios onde são efetuadas as coletas para análise laboratorial: rio Monte de Trigo, rio Tapera e rio Miranda.



**Figura 6.79** – Mapa da região de São Francisco do Sul.

**d) Ponto 04: Rio Parati**

Coordenadas: 0723606 / 7076648

Descrição: Localizado a jusante da ponte sobre a BR-280

Localizado no Município de Araquari, a bacia do rio Parati se estende por uma área de 72,20 km<sup>2</sup>. O rio Parati conta com uma extensão de 18 km, sendo seu curso no sentido Nordeste, tendo como principais afluentes o rio do Morro e o rio Araquari. Nascedo na cota 20 e desaguando no canal do Linguado, enquadra-se na classe 2 (Portaria nº 0024/1979 do Estado de Santa Catarina), considerado de nível terciário, de acordo com a escala 1:50.000. A Figura 6.80 apresenta o ponto de coleta.



**Figura 6.80 – Rio Parati.**

Segundo FATMA (2002), a bacia hidrográfica do rio Parati abrange área de 72,2 km<sup>2</sup> e está inserida no Município de Araquari. Suas nascentes localizam-se na região do Bairro Itinga, entre a BR-101 e a SC-301, divisa dos Municípios de Joinville e Araquari, a uma altitude de 100 m. O uso e a ocupação do solo são caracterizados por

áreas preservadas, como a floresta Atlântica e manguezais, mescladas com áreas ocupadas.

A bacia do rio Parati apresenta uma ocupação relativamente intensa, representada pelo uso urbano e agropecuário. A urbanização pode ser notada desde a região do curso superior do rio, no bairro Itinga, até a cidade de Araquari, a 2 km da foz do Parati. A agropecuária e a silvicultura também ocupam áreas ao longo de toda a bacia. Apesar dos usos verificados, o rio Parati não apresenta problemas graves de poluição (FATMA, 2002).

**e) Ponto 05: Rio Piraí**

Coordenadas: 0716288 / 7072886

Descrição: Localizado a jusante da ponte sobre a BR-280

Localizado no Município de Guaramirim, o rio Piraí (Figuras 6.81 e 6.82) é afluente do rio Itapocu e drena uma área total de 569,5 km<sup>2</sup>. Desse total, cerca de 312 km<sup>2</sup> (54,8%) estão situados no Município de Joinville. O rio Piraí, nesse ponto, enquadra-se na classe 2 (Portaria nº 0024/1979 do Estado de Santa Catarina) e apresenta uma vazão de aproximadamente 22,4 m<sup>3</sup>/s, na foz. Os principais afluentes do rio Piraí são: rio Quati, rio Águas Vermelhas, rio Dona Cristina e rio do Salto.





**Figura 6.81** – Rio Piráí a montante do ponto de coleta.



**Figura 6.82** – Ponto de coleta no rio Piráí.

De acordo com FATMA (2002), o rio Piraí é de grande importância para a região de Joinville, contribuindo para o abastecimento público com água potável e, também, para a manutenção da rizicultura, uma das mais importantes atividades agrícolas da região.

Os efluentes gerados pelas atividades urbanas, nos bairros Vila Nova e Morro do Meio, e o uso de produtos químicos pelas atividades agrícolas são os principais causadores de degradação da qualidade da água na bacia do rio Piraí. A sub-bacia do rio Águas Vermelhas é a que apresenta níveis mais elevados de poluição.

**f) Ponto 06: Rio Corticeirinha – Canal DNOS**

Coordenadas: 0710429 / 7072589

Descrição: Localizado a jusante da ponte sobre a BR-280

Localizado no Município de Guaramirim, o rio Corticeirinha (Figuras 6.83 e 6.84) apresenta um trecho retificado em função de áreas agrícolas, principalmente rizicultura e bananicultura. Esse rio enquadra-se na classe 2 (Portaria nº 0024/1979 do Estado de Santa Catarina), nasce em cota 20 e após cruzar a SC-301 se une ao rio Quati, formando um rio de terceira ordem, e juntos desembocam no rio Piraí. Com sentido do curso Sul-Norte, possui extensão aproximada de 9 km.



**Figura 6.83** – Rio Corticeirinha a montante do ponto de coleta.



**Figura 6.84** – Ponto de coleta no rio Corticeirinha.

**g) Ponto 07: Rio Quati**

Coordenadas: 0704224 / 7071989

Descrição: Entrada próxima à GMA têxtil

Localizado no Município de Guaramirim, o rio Quati (Figuras 6.85 e 6.86) nasce na cota 200. Apresenta no seu percurso formas meandranes, desembocando no rio Piraí, e pertence à classe 2 (Portaria nº 0024/1979 do Estado de Santa Catarina). Nas margens do rio predomina o cultivo de arroz, estando localizado em região montanhosa, onde ainda possui trechos com mata nativa. O curso do rio é no sentido Leste-Oeste.



**Figura 6.85** – Rio Quati a montante do ponto de coleta.



Figura 6.86 – Ponto de coleta no rio Quati.

**h) Ponto 08: Rio Itapocuzinho**

Coordenadas: 0694298 / 7033490

Descrição: Ponto próximo à plantação de bananas. Proprietário refere grandes variações na altura do rio em função de cheias na região

Ao Norte, com os Municípios de Campo Alegre e Garuva, inicia na mais alta nascente do rio Itapocuzinho (Figura 6.87), seguindo pelo divisor de águas entre o rio Negro e o rio Cubatão. A Leste, com o Município de São Francisco do Sul, segue pelo rio Palmital (canal Três Barras) até a baía da Babitonga, e por esta em direção Sul, até encontrar a foz do rio Riacho. Ao Sul, com os Municípios de Araquari, Guaramirim, Schroeder e Jaraguá do Sul, da foz do rio Riacho segue por uma linha seca e reta até a mais alta nascente do rio Paranaguá-Mirim; daí, segue pelo divisor das águas dos rios Pirai e Parati, até alcançar a nascente do ribeirão da Anta, descendo por ribeirão até sua foz no rio Pirai e subindo por esse até sua confluência com o rio Dona Cristina, e por este novamente até sua confluência com o rio Zoada.



**Figura 6.87** – Ponto de coleta no rio Itapocuzinho.

**i) Ponto 09: Rio Itapocu**

Coordenadas: 0688273 / 7073401

Descrição: Ponto localizado no bairro Amizade, a montante. No rio, presença de escavadeira retirando areia. Atividade de mineração

De acordo com AMVALI (2008), na região da Baixada Norte-catarinense, a bacia do rio Itapocu (Figuras 6.88 e 6.89) é a maior e mais importante bacia. Localizada nas latitudes 26° 11' e 26° 32' S e longitude 48° 38' e 49° 31' W, abrange a totalidade dos Municípios de Corupá, Jaraguá do Sul, Schroeder, Guaramirim, Massaranduba, além dos Municípios de Barra Velha, São João do Itaperiú e Schroeder, Araquari, um terço de Joinville, pequena porção de Blumenau, São Bento do Sul, Campo Alegre e balneário Barra do Sul, como se pode observar na Figura 6.90.

A bacia hidrográfica do rio Itapocu alinha-se com a bacia do rio Itajaí (ao Sul) e com a bacia do rio Cubatão (ao Norte). As três bacias têm em comum pertencerem à vertente oceânica da Serra do Mar em transição para a Serra Geral. O limite ocidental

dessas bacias é o Planalto Catarinense, no grande espaço geomorfológico das bacias hidrográficas dos rios Uruguai e Iguaçu.



**Figura 6.88** – Rio Itapocu a montante do ponto de coleta.

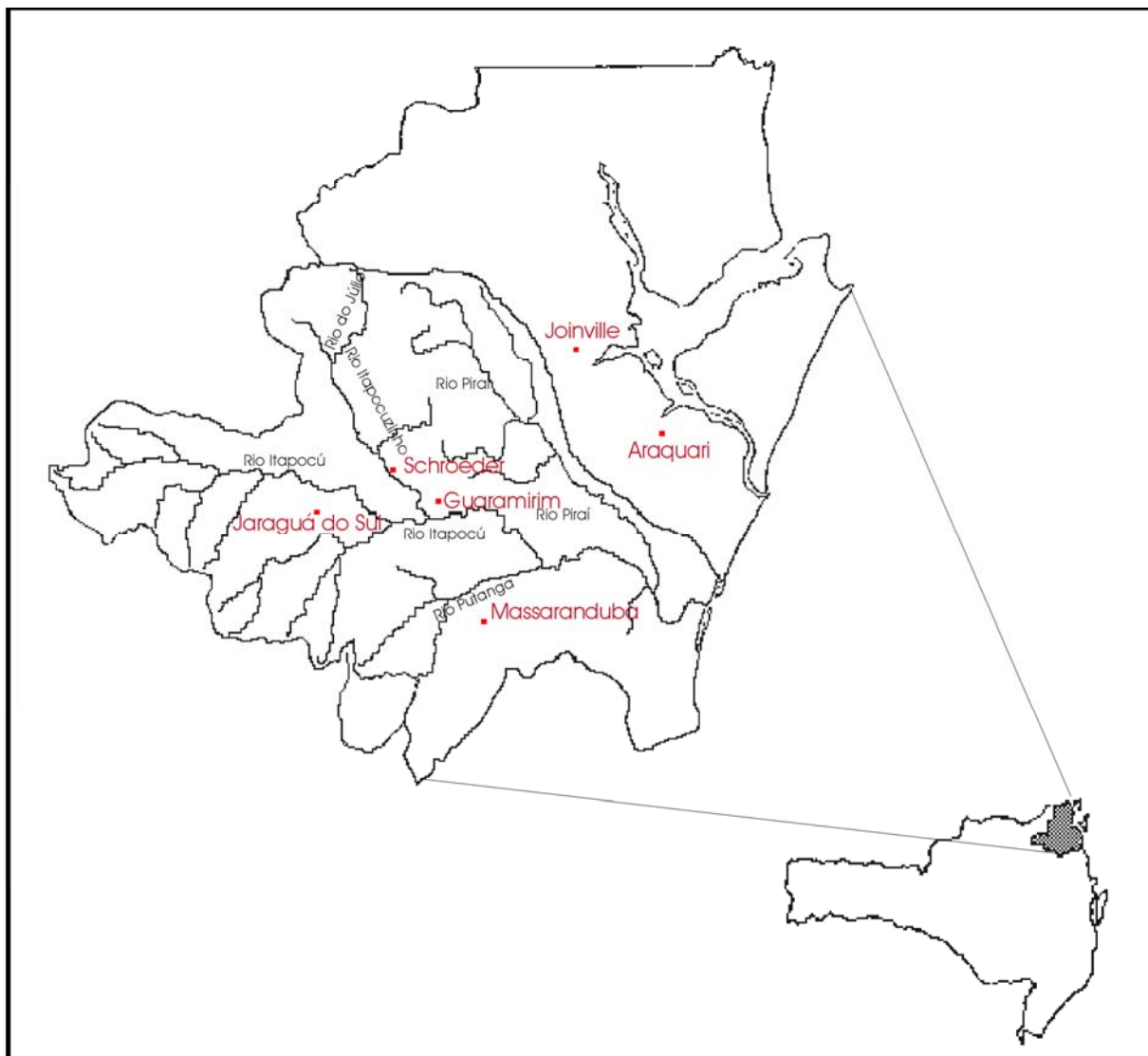


**Figura 6.89** – Ponto de coleta no rio Itapocu.

A área drenada pela bacia é de 2.930 km<sup>2</sup>; soma 4.684 km de comprimento dos cursos d'água e apresenta uma densidade de drenagem equivalente a 1,59 km/km<sup>2</sup> e uma vazão de 25 m<sup>3</sup>/s. Seus rios são caracterizados por perfis longitudinais, com declives acentuados, tendo em seu curso superior leitos acidentados com vales suspensos e cascatas tipo véu de noiva. De acordo com PBDEE/AMVALI (1996, p. 45), os rios da microrregião estão classificados, quanto ao uso, nas classes 1 e 2 pela Portaria Estadual nº 0024/1979.

Constituindo a base da rede hidrográfica do Vale do Itapocu, o Itapocu é um rio singular, porque, apesar de sua pouca extensão (cerca de 116 km do talvegue à desembocadura), suas águas são amplamente utilizadas na em todo o vale por ele abrangido. O Itapocu nasce no rio da Bruaca (Município de São Bento do Sul) e, segundo SANTINI apud THIESEN (2000), pode ser dividido em sete sub-bacias: do rio Itaperiú (rio Sertãozinho e Santa Luzia), Ribeirão do Salto (Ribeirão da Lagoa), Putanga (Massaranduba e Ponta Comprida), Jaraguá (rio do Cerro e rio da Luz), Piraí, Itapocuzinho (Ribeirão Grande do Norte) e das nascentes (Humboldt, Novo e Bruaca).





**Figura 6.90** – Bacia do rio Itapocu.

Fonte: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Governo do Estado de Santa Catarina, 1997.

Deságua no Oceano Atlântico, na localidade de Morro Grande, a 8 km do Município de Barra Velha, recebendo ao longo do seu percurso as seguintes contribuições: pela margem direita os cursos d'água Pedra de Amolar, Jaraguá e Putanga (cujas várzeas são as mais férteis da área); pela margem esquerda o Ano Bom, Itapocuzinho (divisa com Campo Alegre) e Pirai (cujas águas abastecem a cidade de Joinville).

As águas do rio Itapocu são utilizadas principalmente na área agrícola, na irrigação das lavouras de arroz em Massaranduba, Jaraguá do Sul e Schroeder, entre os meses de julho e abril, concentrando-se a demanda de água no verão e no início do preparo do solo. No curso médio do rio Itapocu está a maior concentração de lavouras

de arroz inundado. As necessidades de manejo das águas já resultaram na abertura de diversos canais e retificações de barragem no próprio leito do Itapocu.

Encontram-se aí os maiores problemas da bacia na área agrícola: o despejo inadequado de água contendo grandes quantidades de argila em época de preparo do solo e resíduos de defensivos agrícolas na lavoura já implantada, fato que é particularmente agressivo na rizicultura. Alguns desses pesticidas persistem no solo e na água, prejudicando o homem e toda a vida animal e vegetal da região. Também é muito intensa a atividade de mineração de areia e cascalho na microrregião, o que causa sérios impactos na bacia.

O uso da água da bacia é significativo também nas atividades de piscicultura nos Municípios de Massaranduba, Jaraguá do Sul, Schroeder, Guaramirim e Joinville. As águas também são utilizadas em outras culturas, embora em volume irrelevante. Na região abrangida pela bacia do Itapocu, ainda há solos disponíveis para o plantio de arrozeiras, principalmente nas baixadas.

As águas da bacia do Itapocu são também utilizadas para abastecimento público. O Município de Joinville tem no rio Piraí uma de suas principais captações para abastecimento público.

A bacia hidrográfica do rio Itapocu vem sofrendo um processo gradativo de degradação. As águas da bacia são destinadas ao abastecimento público, industrial e agropecuário, ao lazer (canoagem, pesca recreacional), ao turismo, à pesca comercial (e de subsistência – na foz do rio), e começaram a despertar maior interesse quando foram constatadas a multiplicidade de usos dos recursos hídricos da bacia e a poluição ambiental provocada por falta de sistema adequado de coleta e tratamento de esgoto sanitário doméstico, por lançamentos *in natura* de efluentes industriais, por disposição inadequada de resíduos sólidos.

Segundo estudos realizados em 1975 pela CETESB – Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Básico e de Controle da Poluição das Águas, a análise de séries históricas de dados pluviométricos obtidos em estação localizada junto à atual captação de água para o abastecimento da porção urbana de Jaraguá do Sul constatou que, para a área de drenagem correspondente até esse ponto (853 km<sup>2</sup>), a vazão do rio Itapocu permaneceu 95% do tempo superior a 4,1 m<sup>3</sup>/s.

Quanto ao aspecto qualitativo, a água analisada nesse mesmo ponto apresentava concentração de oxigênio dissolvido acima do nível de saturação, valores de DBO abaixo de 5 mg/L, pH próximo de 7 e baixo número de coliformes (NPM). Após 22 anos, observa-se que, embora as variações quantitativas sejam praticamente insignificantes, alteração qualitativa é percebida visualmente.

O crescimento das cidades compreendidas pela bacia do Itapocu, e conseqüentemente as atividades relacionadas a tal crescimento, faz com que a utilização múltipla dos recursos hídricos, abastecimento, irrigação, recreação, pesca, diluição e afastamento de despejos, etc., inevitavelmente proporcionasse essa situação de considerável conflito, provendo uma sensível diminuição na qualidade de suas águas.

A degradação ambiental na bacia manifesta-se pela pouca preocupação com aspectos sanitários e ambientais pelos Municípios integrantes da Associação dos Municípios do Vale do Itapocu – AMVALI.

Apenas o Município de Jaraguá do Sul possui sistema de tratamento de efluentes domésticos. Jaraguá do Sul possui um parque industrial considerável, e caracteriza-se principalmente pela atividade têxtil, metal-mecânica, agroindústria e, em menor escala, alimentícia, química e de couros, que propiciam o surgimento de poluição orgânica e química (metais pesados e cianetos). Nesses casos, o tratamento de esgoto depende muito do porte das empresas: as de maior porte possuem sistema de tratamento de efluentes industriais, o que freqüentemente não ocorre nas indústrias de menor porte, que lançam seus efluentes diretamente nos cursos d'água da bacia. Verifica-se que a situação ambiental ainda é agravada pelo desmatamento, queimadas desnecessárias (destruição da flora e da fauna); terraplenagem; ocupação de meia-encosta, áreas inundáveis; loteamentos irregulares; irrigação intensiva para arrozeiras; cultivo de monoculturas; uso indiscriminado de agrotóxicos; etc.

**j) Ponto 10: Rio Itapocu**

Coordenadas: 0686491 / 7073486

Descrição: Ponto na localizado a jusante da Ponte do Nereu.

A Figura 6.91 apresenta o ponto de coleta, localizado sob a ponte do Nereu.



**Figura 6.91** – Rio Itapocu.

A figura 6.92 apresenta a rede hidrográfica local e as estruturas hidráulicas presentes ao longo do empreendimento. Uma descrição de todas estas estruturas hidráulicas pode ser encontrada no Anexo 2. São apresentadas não apenas as estruturas localizadas junto aos pontos de coleta, mas também aquelas localizadas em corpos hídricos não considerados na amostragem de qualidade de água.

A figura 6.93 identifica os locais de acumulação e de surgência de água na Área de Influência Direta do projeto.

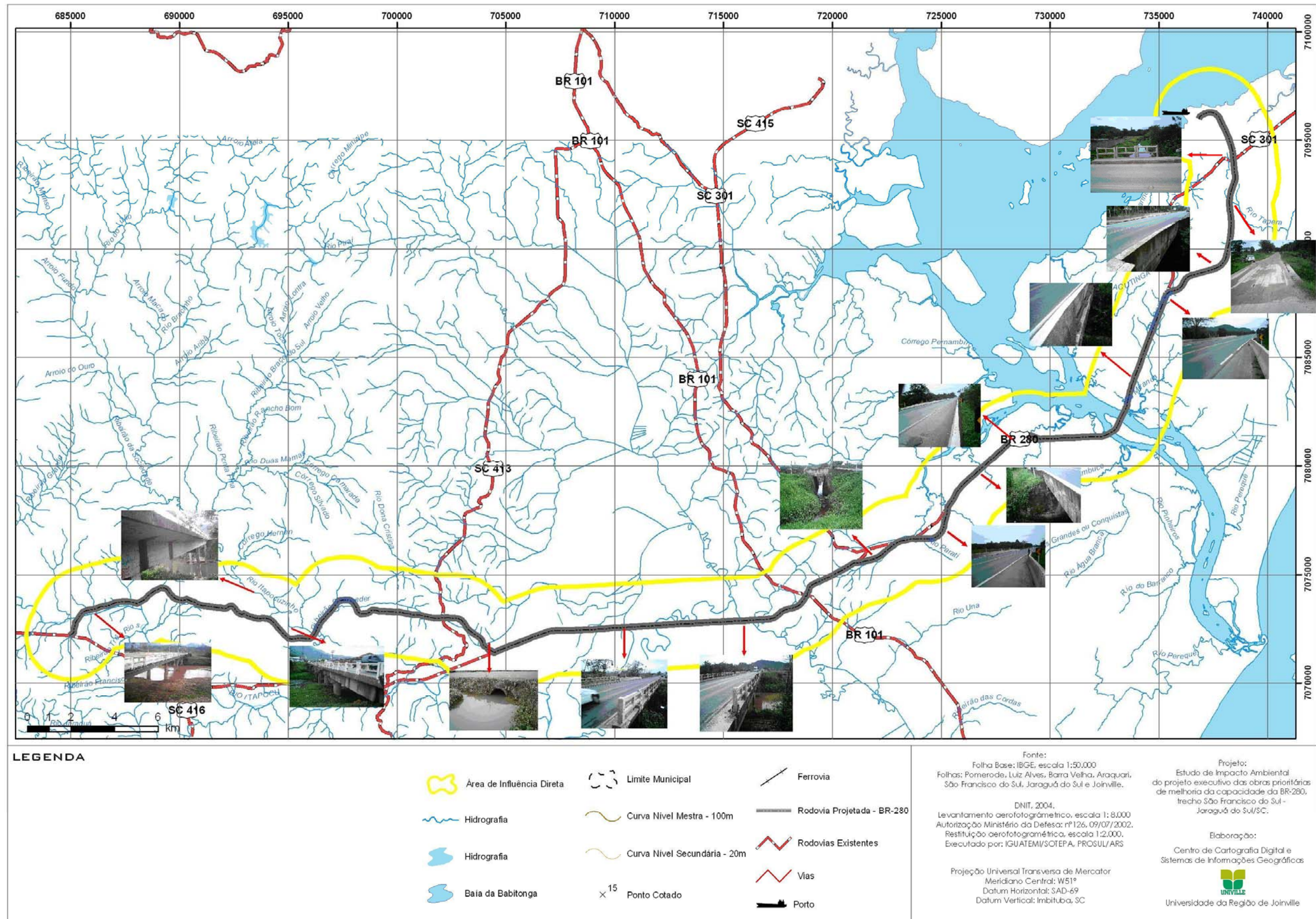


Figura 6.92 – Rede hidrográfica e estruturas hidráulicas presentes no traçado da Br-280

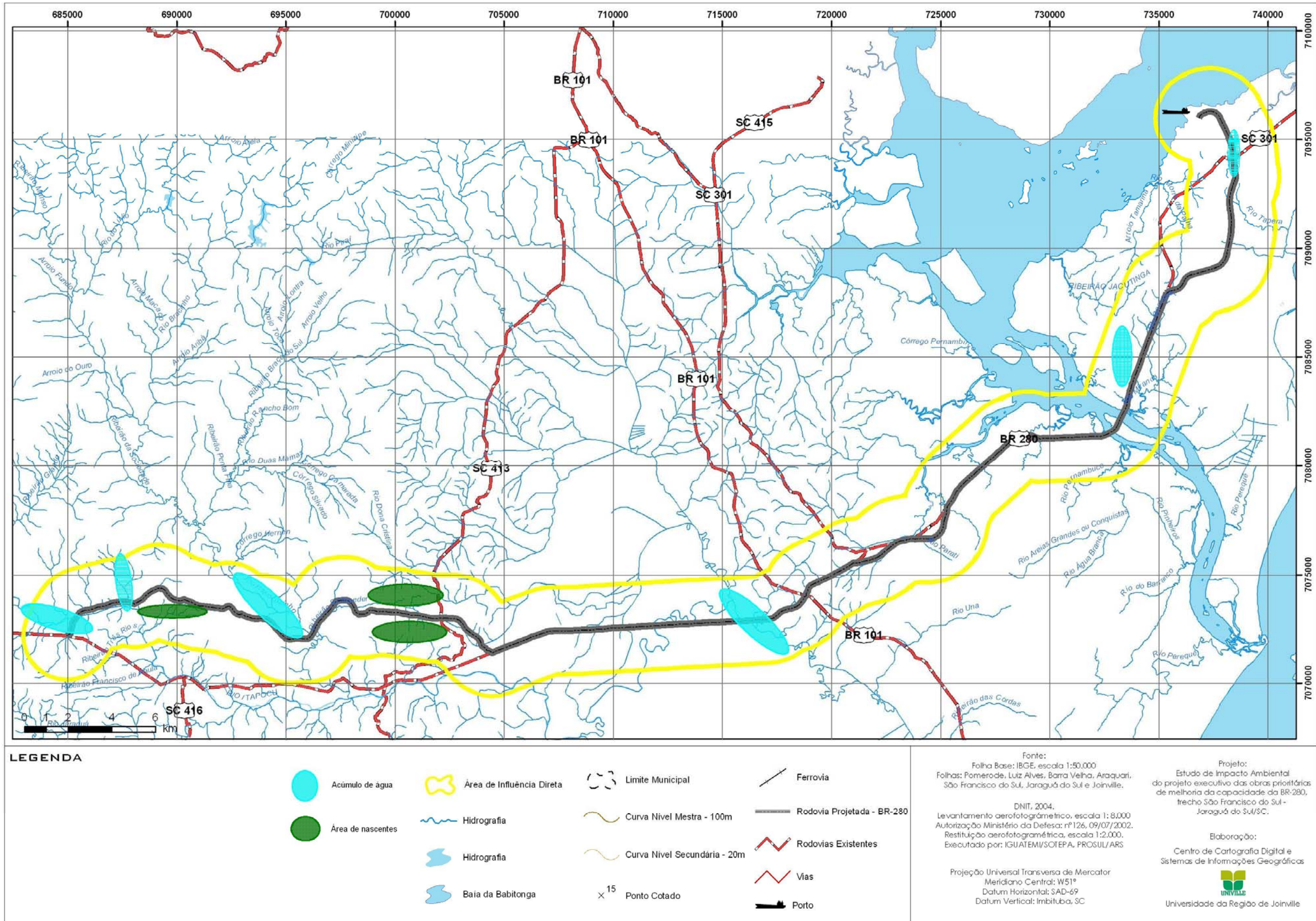


Figura 6.93 – Identificação dos locais de acumulação e surgência de água na Área de Influência Direta do empreendimento

#### 6.2.4.4.1.2 Datas das Coletas, Análises e Precipitação Anterior à Coleta

As coletas foram realizadas em duas situações distintas, a saber, alta e baixa vazão, para caracterizar as duas situações ambientais mais distintas na região, nos dias 17 de dezembro de 2007 (primeira campanha) e 22 de maio de 2008 (segunda campanha). As precipitações medidas 15 dias antes das coletas na Estação Meteorológica da UNIVILLE – única com dados disponíveis na região do projeto – foram: dezembro de 2007: 184,6 mm; e maio de 2008: 1,6 mm. Todas as amostras foram preservadas e imediatamente analisadas.

#### 6.2.4.4.1.3 Parâmetros Analisados e Conceituação

A qualidade da água nos rios foi analisada em função dos parâmetros que potencialmente podem ser afetados pelas obras de duplicação da BR-280 em suas várias fases.

Os parâmetros básicos são:

- temperatura;
- oxigênio dissolvido;
- pH;
- condutividade elétrica;
- cor;
- salinidade;
- potencial de óxido-redução;
- turbidez;
- sólidos (sedimentáveis, totais e frações).

Todas essas análises, menos os sólidos, foram realizadas com equipamentos portáteis, que na segunda etapa permitirão respostas rápidas que podem subsidiar

ações corretivas imediatas, se for constatado que as alterações observadas na qualidade da água são originárias da implantação do empreendimento.

Os parâmetros complementares, que foram analisados nos rios cruzados pelo empreendimento ou localizados muito próximo a este, foram:

- DBO;
- alcalinidade;
- óleos e graxas;
- dco;
- nitrogênio total;
- nitrato e amônia;
- fosfato;
- carbono orgânico total;
- cloretos;
- coliformes fecais e totais.

A seguir, conceituam-se os parâmetros analisados.

- a) **Temperatura:** A temperatura da água é um parâmetro que influencia quase todos os processos físicos, químicos e biológicos na água. Portanto, a sua apuração é imprescindível para a interpretação do restante dos parâmetros de qualidade da água e dos processos que ocorrem nela. Todos os organismos que vivem na água são adaptados para uma faixa determinada de temperatura e possuem uma temperatura preferencial. Esses organismos conseguem suportar oscilações e especialmente aumentos da temperatura somente até determinados limites, acima dos quais eles sofrem morte térmica.
- b) **Oxigênio Dissolvido (OD):** A concentração de oxigênio dissolvido nas águas é sempre o resultado de processos consumidores e fornecedores de oxigênio. A concentração de oxigênio é um valor facilmente influenciável por processos



internos e externos às águas e, portanto, pode oscilar bastante. O estado de equilíbrio constitui a saturação dependente de pressão e temperatura. Por causa de interferências naturais e antropogênicas, as concentrações de oxigênio diferem desse equilíbrio, na maioria dos casos em proporções variadas. Turbulências provocam invariavelmente uma mudança da concentração de oxigênio em direção à saturação, por causa da transferência de massa na interface ar/água induzida nessa condição. O grau de deficiência em oxigênio ou da supersaturação e o grau da turbulência determinam a velocidade com a qual o teor de oxigênio na água se aproxima novamente do valor de saturação.

- c) **pH, ou Potencial Hidrogeniônico:** O valor de pH de águas naturais difere do valor neutro 7 pela presença de ácido carbônico, substâncias húmicas ou pela entrada de água subterrânea com características ácidas ou alcalinas. Além disso, o valor de pH está sendo influenciado pela temperatura e por sais minerais, particularmente se eles têm um efeito de tamponamento. Além do mais, lançamentos de efluentes, por via direta ou indireta através da transformação microbiana ou vegetal de matérias contidas nos despejos, e poluições atmosféricas (chuvas ácidas) contribuem para a modificação do valor de pH em águas naturais. Não contando com a presença de condições excepcionais para os fatores já mencionados, o valor de pH para águas naturais oscila entre 6,5 e 8,5. Valores de pH na faixa de 6 a 9 são considerados compatíveis a longo prazo para a maioria dos organismos.
- d) **Alcalinidade:** É a medida total das substâncias presentes na água e capazes de neutralizarem ácidos. Em outras palavras, é a quantidade de substâncias presentes na água e que atuam como tampão. Se em uma água quimicamente pura ( $\text{pH} = 7$ ) for adicionada pequena quantidade de um ácido fraco, seu pH mudará instantaneamente. Em uma água com certa alcalinidade, a adição de uma pequena quantidade de ácido fraco não provocará a elevação de seu pH, porque os íons presentes irão neutralizar o ácido.
- e) **Condutividade Elétrica (CE):** Através da determinação da condutividade a  $25^{\circ}\text{C}$  (= recíproco da resistência elétrica a  $25^{\circ}\text{C}$ ), expressa pela unidade micro-Siemens por centímetro,  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (às vezes também como mili-Siemens por

metro, mS/m), existe a possibilidade de obter muito rapidamente e com custo baixo uma afirmação sobre o teor total de substâncias dissolvidas – contanto que elas estejam presentes em forma de íons por causa da dissociação eletrolítica.

- f) **Óleos e Graxas:** Óleos e graxas, de acordo com o procedimento analítico empregado, consistem no conjunto de substâncias que em determinado solvente conseguem extrair da amostra e que não se volatilizam durante a evaporação do solvente a 100°C. Essas substâncias, ditas solúveis em n-hexano, compreendem ácidos graxos, gorduras animais, sabões, graxas, óleos vegetais, ceras, óleos minerais, etc. Esse parâmetro costuma ser identificado também por MSH – material solúvel em hexano. Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Tais substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontradas em águas naturais, normalmente oriundas de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas.
- g) **Turbidez:** Um alto grau de turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e de algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar as comunidades biológicas aquáticas. Além disso afeta adversamente o uso doméstico, o industrial e o recreacional de uma água.
- h) **Sólidos:** Os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem se sedimentar nos leitos dos rios, destruindo organismos que fornecem alimentos, ou danificar os leitos de desova dos peixes. Podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbica. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor à água.
- i) **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):** A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumida durante

determinado período de tempo, em uma temperatura de incubação específica. Despejos de origem predominantemente orgânica proporcionam os maiores aumentos em termos de DBO em um corpo d'água. A presença de alto teor de matéria orgânica pode induzir a completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

- j) **Demanda Química de Oxigênio (DQO):** É a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica por um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, e o teste se realiza em um prazo menor e em primeiro lugar, uma vez que os resultados servem de orientação para o teste da DBO. O aumento da concentração de DQO em um corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial.
- k) **Nitrato:** É a principal forma de nitrogênio configurado encontrado na água. Concentrações de nitrato superiores a 5 mg/l demonstram condições sanitárias inadequadas, pois a principal fonte de nitrogênio nitrato são dejetos humanos e animais. Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, e organismos aquáticos, como algas, florescem na presença deles.
- l) **Carbono Orgânico Total (COT):** O carbono é um elemento químico que entra na constituição dos seres vivos e de todos os compostos orgânicos. Como esse carbono, ao oxidar-se, consome o oxigênio dissolvido na água, a quantificação do carbono orgânico total é um bom indicador, intimamente relacionado com a matéria orgânica existente nos meios hídricos. A sua análise utiliza-se como indicador da carga poluidora existente em uma água.
- m) **Nitrogênio Amoniacal:** É uma substância tóxica não persistente e não cumulativa e sua concentração, que normalmente é baixa, não causa danos fisiológicos aos seres humanos e animais. Grandes quantidades de amônia podem causar asfixia de peixes.
- n) **Nitrogênio Total:** É a soma dos parâmetros nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal.
- o) **Cloretos:** O aumento do teor de cloretos na água indica uma possível poluição por esgotos, por causa da excreção de cloreto pela urina, ou por despejos

industriais, acelerando os processos de corrosão em tubulações de aço e de alumínio, além de alterar o sabor da água.

- p) **Coliformes:** As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e enterobactéria. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas, que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. As bactérias coliformes fecais reproduzem-se ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar o açúcar. O uso da bactéria coliforme fecal para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme total, porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica.
- q) **Cor aparente:** É responsável pela coloração da água, e resulta da existência de sólidos dissolvidos e turbidez. Pode ser causada por metais e pela decomposição de matéria orgânica da água.

#### 6.2.4.4.1.4 Procedimentos de Amostragem

As coletas de água, realizadas em períodos de estiagem e períodos de chuvas, foram feitas no terço central dos rios, com o auxílio de garrafa de Van Dorn a partir das pontes dos rios maiores ou com a imersão dos frascos de polipropileno com capacidade de 1 litro diretamente nos corpos de água, quando era possível o acesso. Ambas as coletas se realizaram a, aproximadamente, 0,30 m de profundidade. Todo o material, após identificação, foi transportado em caixa de isopor com gelo para o laboratório móvel que acompanha todo o trajeto do projeto. Os parâmetros temperatura, condutividade, pH, salinidade, potencial redox e oxigênio dissolvido foram medidos diretamente no campo através do equipamento Multi Probe System, marca YSY, modelo 556 MPS. As amostras de água para as demais determinações físico-químicas e microbiológicas foram coletadas segundo o Standard Methods (20. ed., APHA, 1998). Parte das amostras passa por processos de estabilização até o momento da análise. Para as análises de coliformes, foram utilizados frascos de vidro de 100 ml,

previamente esterilizados em autoclave. Para maior segurança as coletas das águas foram realizadas em triplicata, mediante a retirada das tampas dos frascos previamente mergulhados há aproximadamente 50 cm da superfície com as aberturas (bocas) mantidas sempre no sentido contracorrente. As amostras coletadas foram acondicionadas em caixas de isopor com tampa, sendo mantidas resfriadas durante o transporte rodoviário até o momento de análise.

A instituição responsável pelas análises das amostras de água foi a Natrium Química (Químico responsável: César Weber. CRQ 13200568), localizada na Rua Dona Elza Meinert, 900, Costa e Silva - Joinville - SC - CEP 89.218-650.

As vazões, Anexo 3, foram medidas através de flutuadores de acordo com EMBRAPA (2007).

#### 6.2.4.4.1.5 Procedimentos Analíticos

##### **a) Determinação de Temperatura**

Técnica Analítica: Determinação direta via termômetro digital

Método Analítico: Método mensurável segundo Clerck (1962)

##### **b) Oxigênio Dissolvido**

Técnica Analítica: Volumetria

Método Analítico: Método Iodométrico (azida modificada) (APHA, 1998)

##### **c) Determinação de pH**

Técnica Analítica: Determinação direta via potenciômetro (pH-Metro)

Método Analítico: Método eletrométrico segundo(Ohlweiler (1976)

##### **d) Determinação de Cor**

Técnica Analítica: EPO ( $\lambda$  : 455 nm)

Método Analítico: Espectrofotométrico (APHA, 1998)

**e) Turbidez**

Técnica Analítica: EPO ( $\lambda$  : 860 nm)

Método Analítico: Espectrofotométrico (CETESB, 1976)

**f) Sólidos Suspensos**

Técnica Analítica: EPO ( $\lambda$ : 810 nm IR)

Método Analítico: Método turbidimétrico (ADAD,1982)

**g) Sólidos Totais**

Técnica Analítica: Gravimetria

Método Analítico: Evaporação em banho-maria (103-105°C) (APHA, 1998)

**h) Sólidos Voláteis e Sólidos Fixos**

Técnica Analítica: Gravimetria

Método Analítico: Ignição à 550°C (APHA, 1998)

**i) Sólidos Sedimentáveis**

Técnica Analítica: Leitura direta

Método Analítico: Sedimentação em cone de Imhoff por 1 hora (CETESB, 1976)

**j) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**

Técnica Analítica: Determinação por ação barométrica (DBO Trak)

Método Analítico: Método da incubação (20°C / cinco dias) (APHA, 1998)

**k) Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

Técnica Analítica: Espectrofotometria visível ( $\lambda$ : 620 nm)

Método Analítico: Dicromatometria em meio ácido com digestão da amostra em tubo selado (120 +/- 30°C por duas horas) segundo Vogel (1998)

**l) Nitratos**

Técnica Analítica: EPO ( $\lambda$ : 500 nm)

Método Analítico: Método da redução do cádmio (APHA, 1998)

**m) Nitrogênio Amoniacal**

Técnica Analítica: EPO ( $\lambda$ : 425 nm)

Método Analítico: Método de Nessler, com destilação prévia (ADAD, 1982)

**n) Fósforo Total**

Técnica Analítica: Espectrofotometria visível ( $\lambda$ : 530 nm)

Método Analítico: Método do ácido fosfomolibdênico (ADAD, 1982)

**o) Cloretos**

Técnica Analítica: Volumetria de precipitação

Método Analítico: Argentometria (APHA, 1998)

**p) Determinação de Coliformes Fecais e Totais (Quantitativo-NMP)**

Método Analítico: Cromogênico/fluorogênico

Técnica Analítica: Quantitativo: substrato cromogênio fluorogênico. adaptado para técnica de tubos múltiplos – incubação: 24h/35 +/- 0,5°C (APHA, 1998)

**q) Determinação de Óleos e Graxas**

Técnica Analítica: Extração líquido/líquido

Método Analítico: Partição gravimétrica

Limite de Detecção: 0,01 mg/L

Bibliografia: Baseado no *Standard Methods* (20. ed., Método 5520 B)

**r) Determinação de Carbono Orgânico Total (COT)**

Técnica Analítica: Colorimétrico ( $\lambda$ : 620 nm)

Método Analítico: Persulfato oxidante – refluxo fechado

Limite de Detecção: 1 mg/L

Bibliografia: Baseado no *Standard Methods* (20. ed., Método 5310-C)

**s) Determinação de Nitrogênio Total e Nitrogênio Orgânico**

Técnica Analítica: Volumetria

Método Analítico: Digestão ácida em balão de Kjeldahl

Limite de Detecção: 0,01 mg/L

Bibliografia: CETESB – NT 07 – L 5 139

**t) Determinação de Alcalinidade em Águas (Total e Hidróxida)**

Técnica Analítica: Volumetria

Método Analítico: Método da titulação potenciométrica até pH pré-estipulado

Limite de Detecção: 0,01 mg/L

Bibliografia: CETESB – NT 07 – L 5.102

**6.2.4.4.2 Resultados**

Os resultados foram analisados de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Os dados permitem observar a variação dos parâmetros nas campanhas realizadas. De maneira geral, com relação à química das águas, observam-se dois sistemas relativamente diferentes: os pontos das bacias localizadas em São Francisco do Sul e adjacências (do ponto 01 ao 06) e as bacias de Jaraguá do Sul (pontos 07 a 10). As variações sazonais também foram evidenciadas através dos parâmetros analisados. Todos os pontos são de águas doces (salinidade < 0,5‰), sem influência de maré. O conjunto de pontos da bacia do rio Itapocu apresenta características de



maior potencial oxidante, sugerindo, nos pontos amostrados, uma qualidade relativamente melhor em relação aos outros pontos, além de serem mais alcalinos.

Os parâmetros de qualidade das águas foram analisados de forma integrada. Aqueles que se relacionam entre si foram analisados em conjunto para confrontar os diferentes resultados. Outros parâmetros foram analisados isoladamente.

#### 6.2.4.4.2.1 Temperatura da Amostra

O gráfico a seguir, Figura 6.94, apresenta a temperatura das amostras de água no momento da coleta. Os dados de temperatura da água apresentam variações naturais em consequência da sazonalidade. As medidas de temperatura da água do rio foram tomadas na superfície, tendo como fatores influentes, além da sazonalidade, já mencionada, o período do dia e o fluxo do rio no momento da coleta. Nos períodos amostrados a temperatura mínima observada foi de 20,5°C na campanha 02, enquanto a máxima foi de 33,5°C, também na segunda campanha. Esse fato deve-se à menor lâmina d'água nos rios e ao horário da coleta, que foi realizada em torno das 15 horas, com jornada quente e ensolarada.

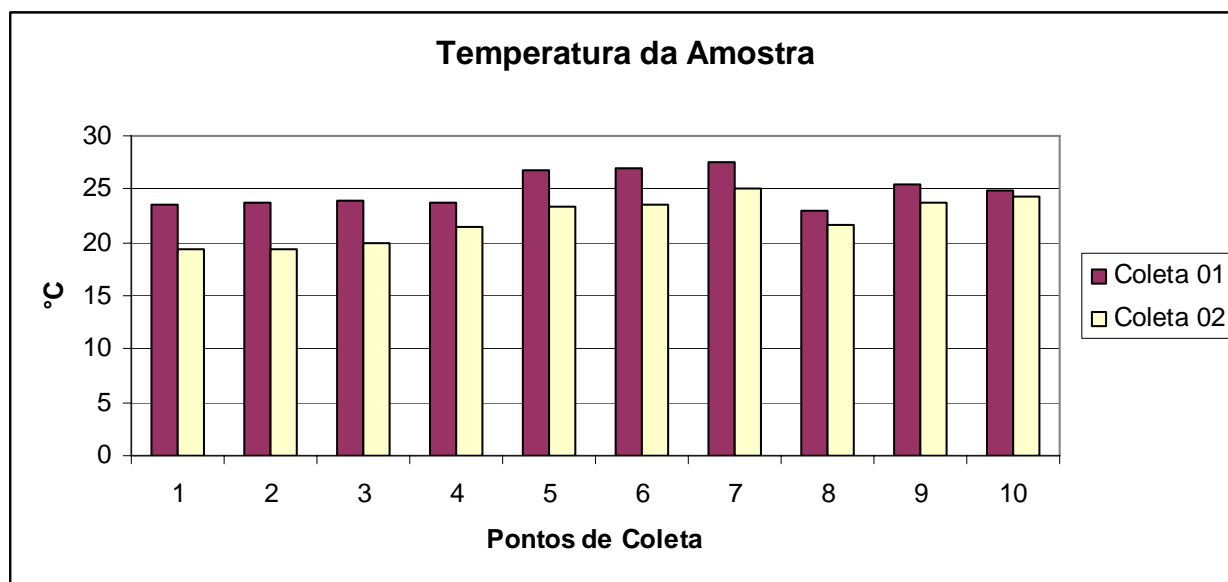


Figura 6.94 – Dados da temperatura da amostra nos 10 pontos de coleta.

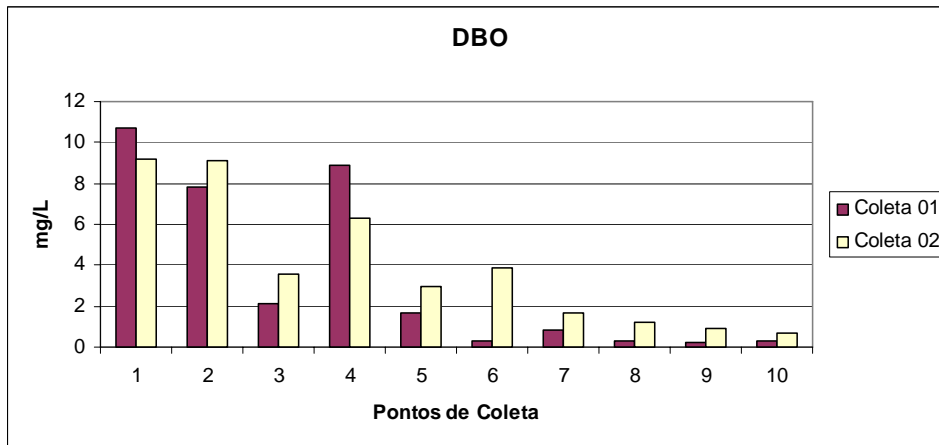
#### 6.2.4.4.2.2 DBO, DQO, OD e pH

As figuras a seguir (Figuras 6.95, 6.96, 6.97 e 6.98) apresentam o comportamento dos parâmetros DBO, DQO, OD e pH, respectivamente. Conforme já

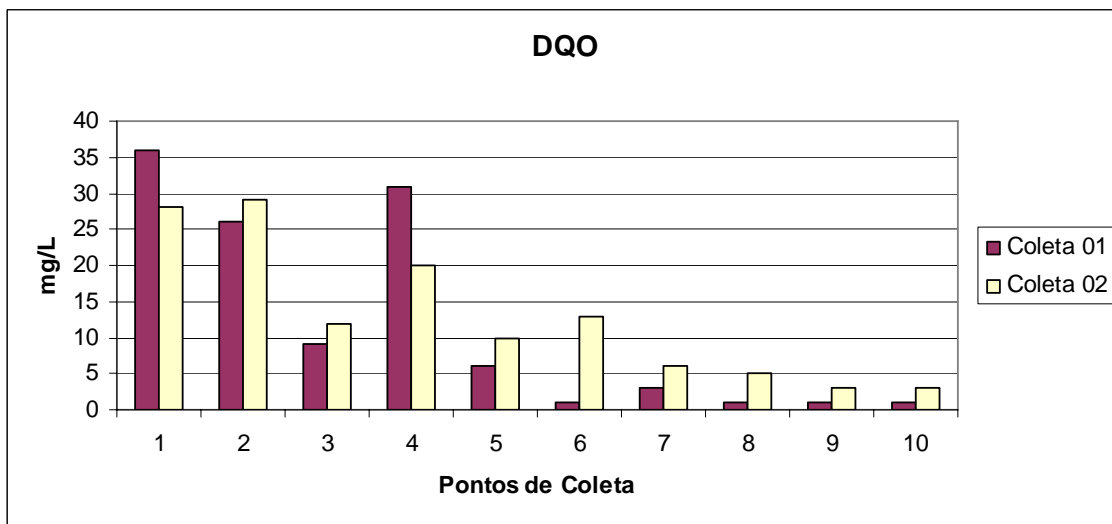
dito anteriormente, as medidas de DBO e DQO são utilizadas para medir o conteúdo de matéria orgânica na água através da mensuração do consumo de oxigênio. Enquanto a DBO refere-se exclusivamente à matéria orgânica mineralizada através da atividade dos microorganismos, a DQO engloba também a estabilidade da matéria orgânica ocorrida por processos químicos. Essas reações são influenciadas por vários fatores, entre eles: temperatura e quantidade mínima de nutrientes dissolvidos nas águas. De acordo com Brigante e Espíndola (2003), em águas naturais, com baixos níveis de nutrientes, a DBO pode não ultrapassar 5mg/L.

A CETESB classifica como limpas águas com teores de DBO inferiores a 4 mg/L. Aquelas com teores superiores a 10 mg/L são definidas como poluídas (CETESB, 1995).

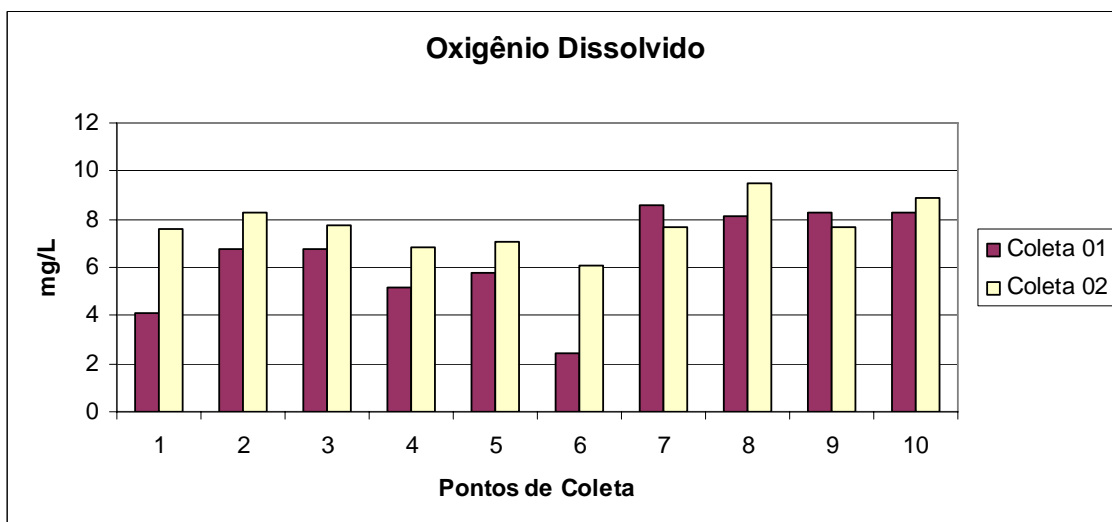
Os resultados mostram, em vários pontos, indícios de poluição orgânica. Os pontos 01 e 02 apresentaram os maiores valores desse parâmetro, de 10,7 mg/L para o ponto 01 na primeira campanha e 9,1 mg/L para o ponto 02 na segunda campanha. Na segunda campanha, observa-se tendência de aumento da DBO com diminuição do pH, em função de processos de acidificação em consequência da degradação da matéria orgânica. Exceção é feita aos pontos da bacia do rio Itapocu, que têm tendência a ter suas águas com pH mais elevado, em função da matriz mais alcalina da região. Com relação a esse fato, observa-se também que na estação mais seca, em função da maior contribuição do lençol freático, os pontos da bacia do Itapocu apresentaram pHs mais elevados em função da matriz geológica local, mais alcalina. A Resolução CONAMA nº 357/2005 define um intervalo de pH entre 6 e 9 para rios classe 2. Dessa forma, nota-se que na segunda campanha os pontos 01, 02 e 03 estão fora dos limites estabelecidos, além do ponto 09 na primeira campanha. O OD apresentou valores satisfatórios nas duas campanhas. Exceção é feita ao ponto 06 na primeira campanha, que apresentou concentração de 2,43 mg/L, e ao ponto 01, com 4,13 mg/L. De maneira geral, as concentrações desse parâmetro se mantiveram maiores na segunda campanha. A Resolução CONAMA nº 357/2005 define para rios classe 2 o valor mínimo de 5 mg/L.



**Figura 6.95** – Dados de DBO<sub>5</sub> nos 10 pontos de coleta.



**Figura 6.96** – Dados de DQO nos 10 pontos de coleta.



**Figura 6.97** – Dados de oxigênio dissolvido nos 10 pontos de coleta.

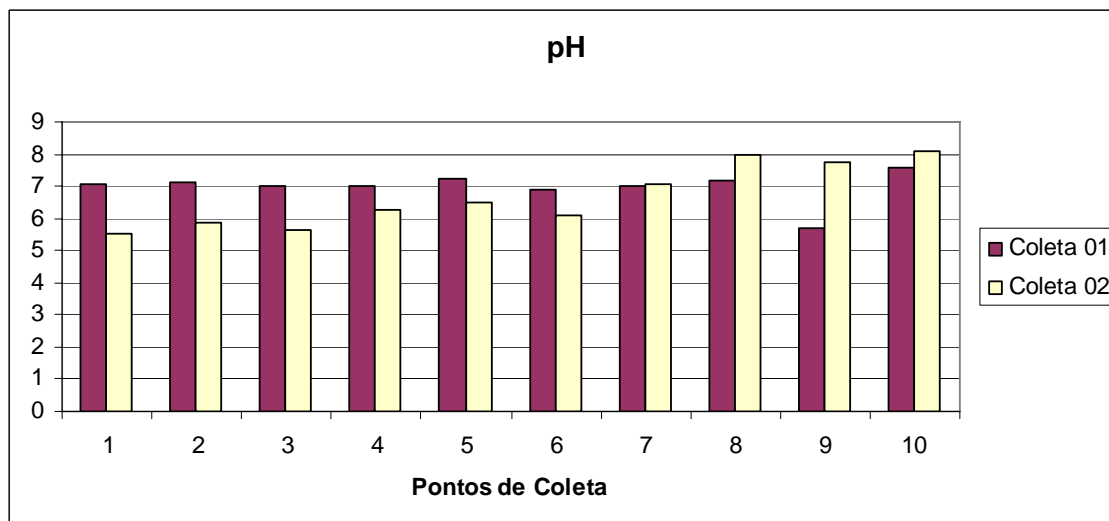


Figura 6.98 – Dados de pH nos 10 pontos de coleta.

#### 6.2.4.4.2.3 Potencial Redox

O potencial de óxido-redução, ou redox, não é definido na Resolução CONAMA nº 357/2005. Porém, junto com o pH, ele é de grande valor para que se conheça a tendência dos ambientes aquáticos em apresentar ambientes redutores ou oxidantes. Observa-se, através da Figura 6.99, que, durante a primeira campanha, ou coleta, os ambientes mais oxidantes eram os pontos 09 e 10. Os outros pontos apresentavam tendências menos oxidantes, ou até redutoras, como os pontos 05 e 06. Já na segunda campanha essa tendência se inverteu, e os pontos 08, 09, e 10 se encontram com valores baixos. Porém, nesses pontos, a tendência redutora é minimizada pelos valores de pH mais altos.

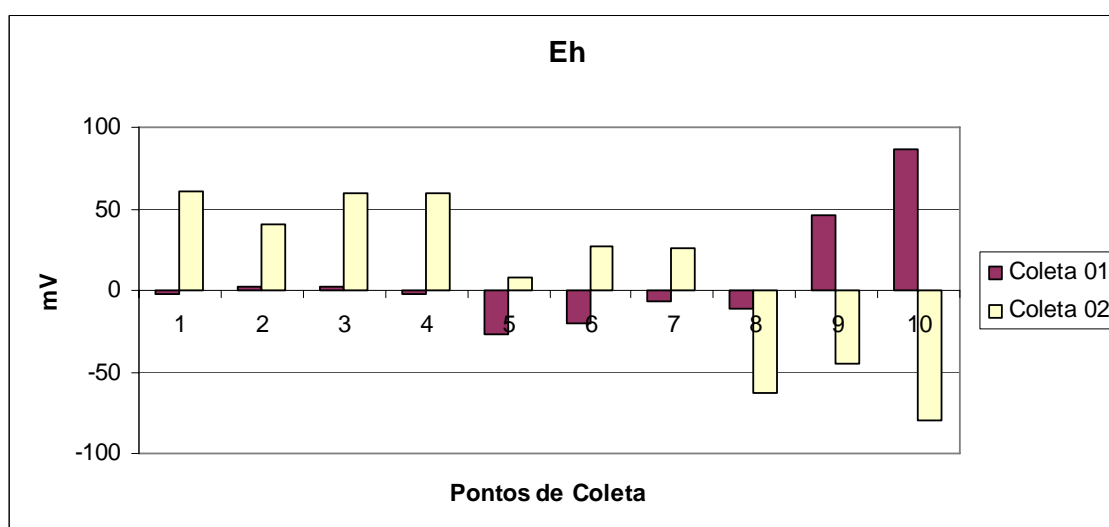


Figura 6.99 – Dados do potencial redox nos 10 pontos de coleta.

#### 6.2.4.4.2.4 Condutividade Elétrica (CE) e Salinidade

Diferentes podem ser as parcelas de contribuição à CE, além da salinidade. Os dados mostram que houve aumento progressivo tanto da CE como da salinidade em direção à costa, embora não haja nos pontos coletados influência da maré. Esse fato pode ser atribuído, provavelmente, a despejos de esgotos nos rios. Os valores mais altos de condutividade foram registrados nos pontos 01, 09 e 07. Nesses locais, os valores de condutividade elétrica atingiram 0,143 mS/cm, ultrapassando o limite superior esperado para águas naturais, de 0,1 mS/cm (BRIGANTE e ESPÍNDOLA, 2003). O aumento dos valores de condutividade elétrica em rios pode estar relacionado à poluição, em função do aumento da concentração de conteúdo mineral. Na maioria dos pontos, os valores de condutividade elétrica foram mais elevados durante o período mais seco, em função da menor diluição de sais causada pelas precipitações, além da maior contribuição dos lençóis freáticos, que levam consigo concentração mais elevada de sais devido à maior interação com a matriz. Observa-se, a partir dos dados, que os corpos hídricos avaliados respondem de forma diferente nas duas coletas, pois diferentes são os usos do solo em cada bacia de contribuição e em cada momento. Exemplo disso é o ponto 09, que na primeira campanha apresentava o terceiro maior valor de CE, enquanto na segunda ocupou o nono lugar. Os valores mais baixos de condutividade foram registrados no ponto 06, em ambas as coletas.

Analisando-se os diferentes fatores que podem influenciar a CE, verificou-se que no período mais seco esta apresenta tendência maior de correlação ( $STD = 384,5CE - 2,68$ ;  $R^2 = 0,83$ ) com os sólidos dissolvidos totais (SDT), denotando parcelas de contribuição orgânica e inorgânica a esse parâmetro. Já no período mais úmido, não são os SDTs que conseguem explicar o comportamento da CE, mas a salinidade e os cloretos, tendo a salinidade um coeficiente de correlação  $R^2 > 0,99$  e reta de correlação:  $Sal = 0,7289CE - 0,003$ ;  $R^2 = 0,9925$ . As Figuras 6.100 e 6.101 apresentam os valores dos parâmetros salinidade e CE, respectivamente. Já as Figuras 6.102 e 6.103 apresentam as correlações entre os parâmetros.

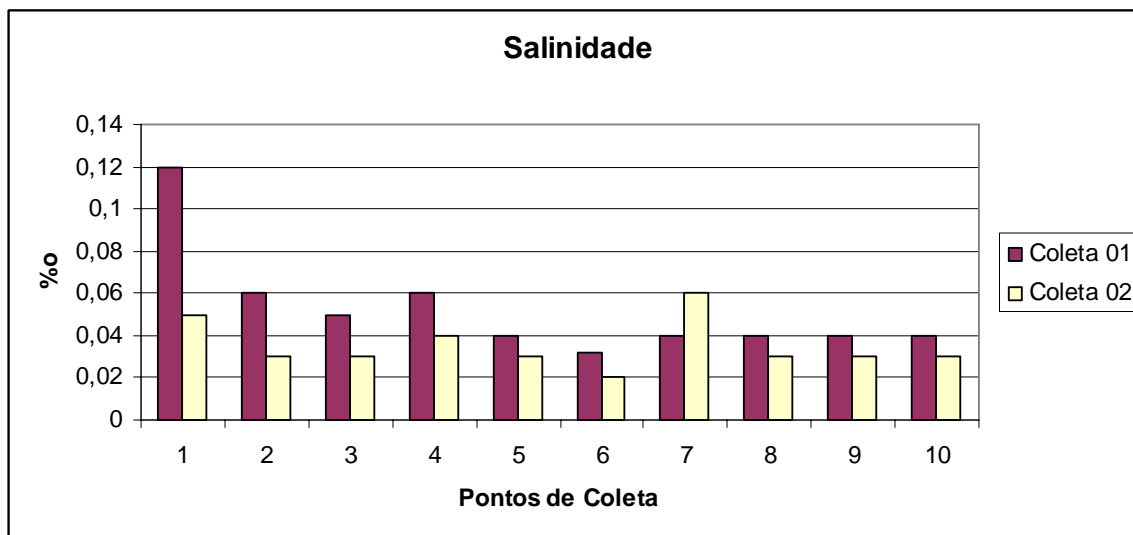


Figura 6.100 – Dados da salinidade nos 10 pontos de coleta

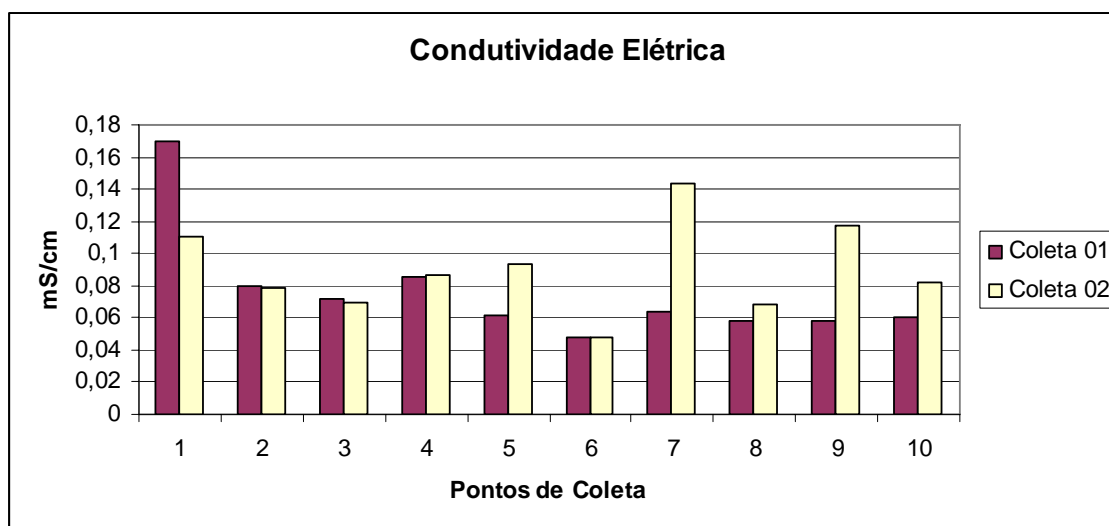


Figura 6.101 – Dados da condutividade elétrica nos 10 pontos de coleta.

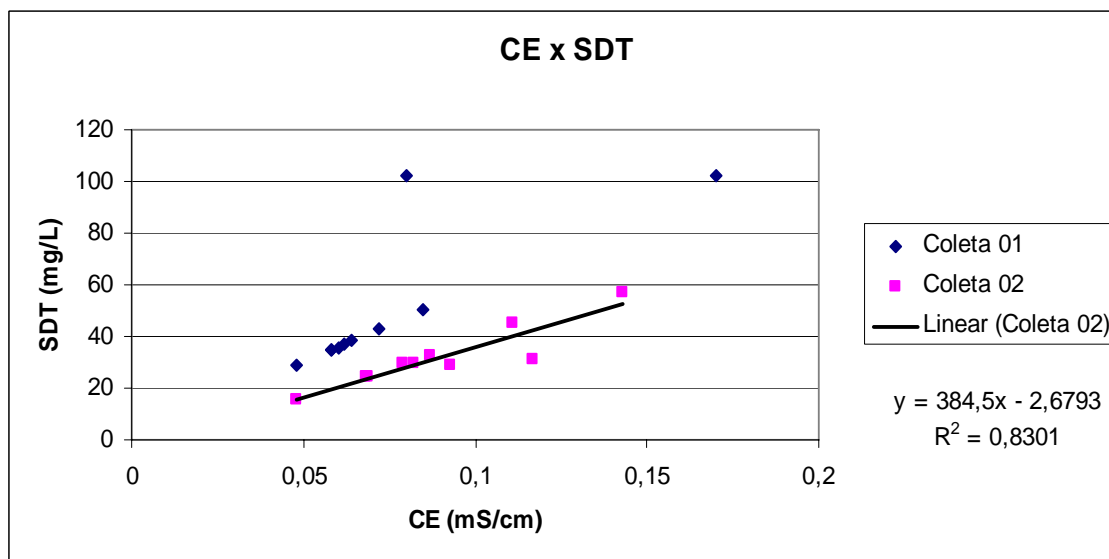


Figura 6.102 – Correlação entre SDT e CE nos 10 pontos de coleta.

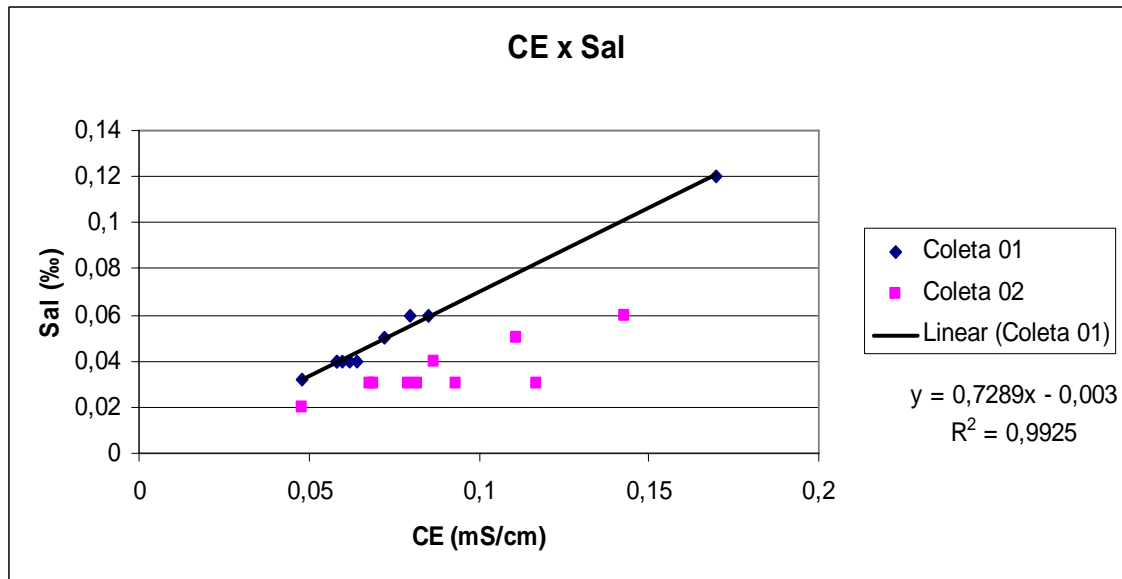


Figura 6.103 – Correlação entre Sal e CE nos 10 pontos de coleta.

#### 6.2.4..4.2.5 Cor Aparente, Sólidos Suspensos Totais e Turbidez

Esses três parâmetros se inter-relacionam por representarem, em algum grau, a fase sólida contida na massa de água. Como já explicado, a cor aparente é resultado de sólidos dissolvidos (cor verdadeira) mais a parcela da turbidez. Dessa forma, espera-se que esses dois parâmetros se comportem de forma semelhante. Exceto para o ponto 07, na primeira campanha, o comportamento dos parâmetros tende a confirmar essa expectativa. De forma geral, os pontos no trecho em análise apresentam cor elevada. No ponto 07, observa-se um pico de turbidez, na primeira campanha. Os valores de turbidez foram mais elevados durante a segunda campanha, ou seja, período com menos precipitação, porém os picos observados ocorreram durante a estação úmida. O maior valor (169 UNT) foi observado no ponto 07 na primeira coleta. O limite da turbidez estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios classe 2 é 100 UNT. O menor valor de turbidez medida ocorreu no ponto 08, no período mais seco. As Figuras 6.104, 6.105 e 6.106 apresentam os valores dos parâmetros cor aparente, sólidos suspensos totais e turbidez, respectivamente. Relacionando-se os dados de turbidez com os sólidos em suspensão (Figura 6.107), encontrou-se boa correlação,  $R^2 = 0,98$  ( $Turb = 1,2746SS + 1,6511$ ), para os sólidos suspensos totais, para a coleta 02. Para a coleta 01, a correlação não foi tão satisfatória em função do *outlier* do ponto 07; porém, observando-se os pontos restantes, há um perfeito alinhamento entre eles, sugerindo conexão entre esses dois parâmetros.

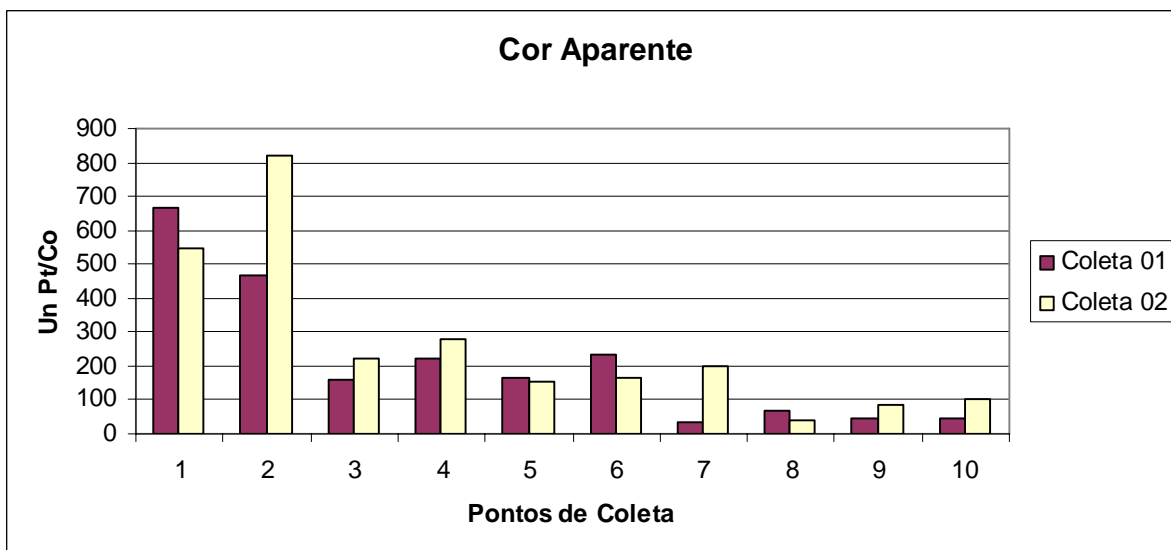


Figura 6.104 – Dados da cor aparente nos 10 pontos de coleta.

As quantidades totais de sólidos em suspensão na água dos pontos de coleta localizados em São Francisco do Sul apresentam valores mais altos desse parâmetro.

Os pontos 01 e 02 apresentaram valores expressivos do material em suspensão total, sendo o ponto 01 no período mais úmido e o ponto 02 naquele mais seco. Nos pontos localizados mais próximos a campos de agricultura, o aumento do valor desse parâmetro (e, como foi já dito, também da turbidez) no período seco, comparado ao período chuvoso, poderia estar relacionado com o início da prática de preparação do terreno e a irrigação das culturas.

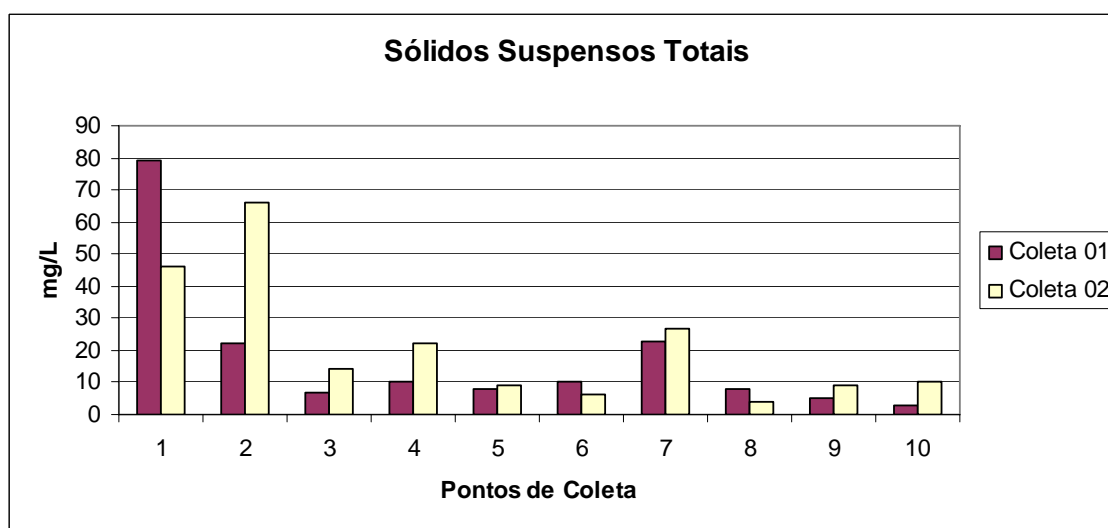


Figura 6.105 – Dados de sólidos suspensos totais nos 10 pontos de coleta.



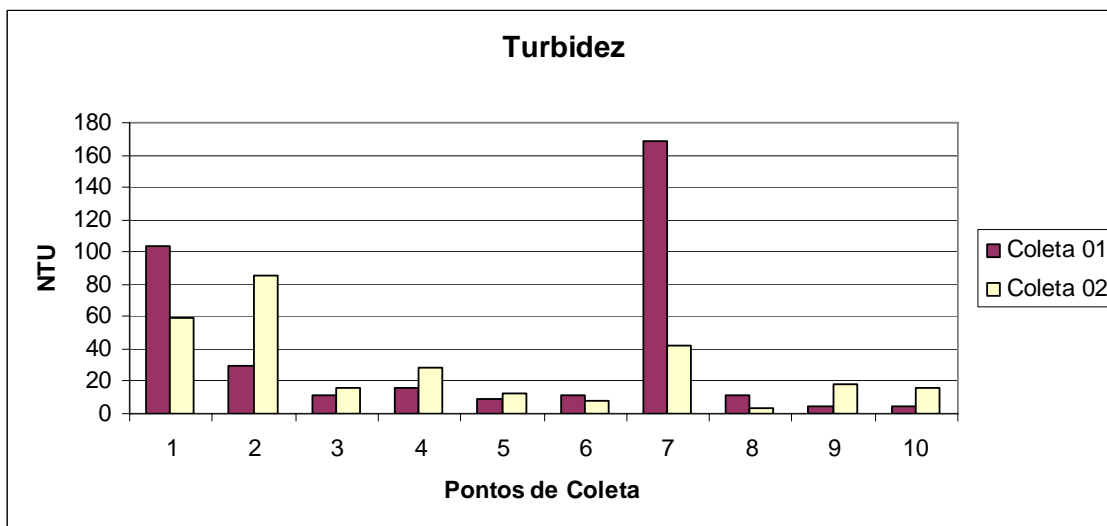


Figura 6.106 – Dados da turbidez nos 10 pontos de coleta.

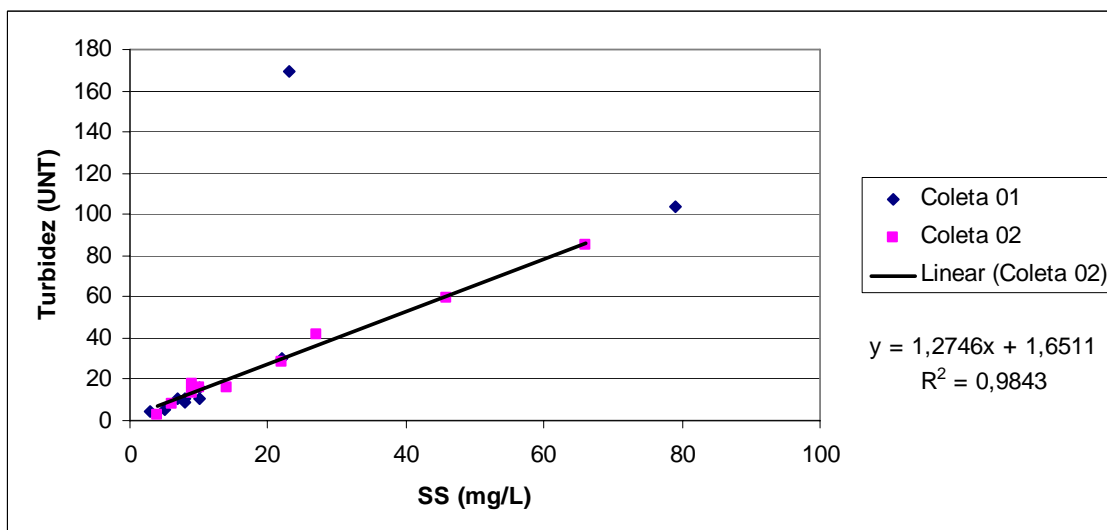


Figura 6.107 – Correlação entre sólidos em suspensão totais e turbidez para os 10 pontos de coleta.

No que diz respeito às frações sólidas, observam-se uma maior tendência de correlação entre a turbidez e os sólidos totais fixos (Figura 6.108) e maior dispersão quando se relacionam a turbidez e os sólidos totais voláteis (Figura 6.109), indicando menor correlação.

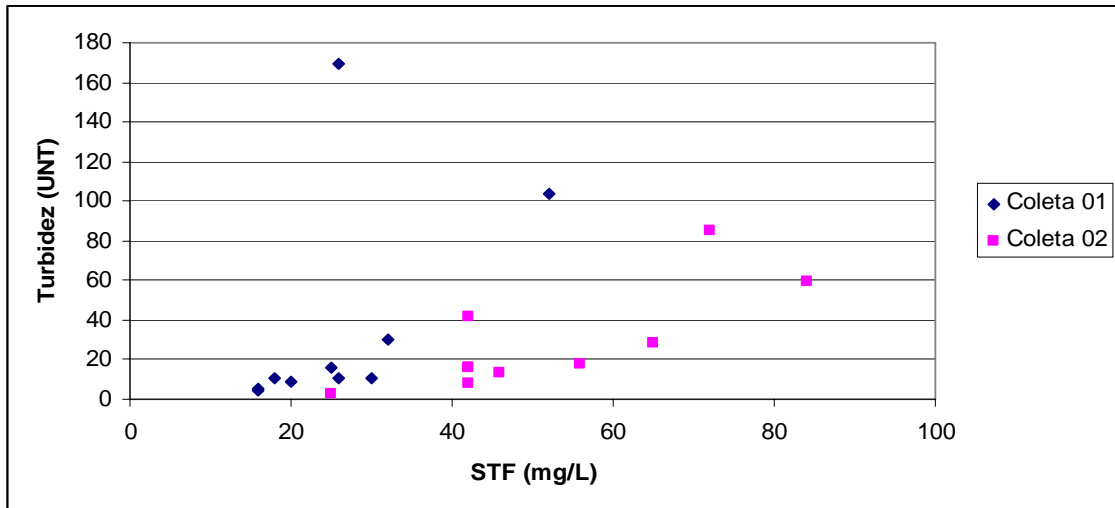


Figura 6.108 – Correlação entre sólidos totais fixos e turbidez para os 10 pontos de coleta.

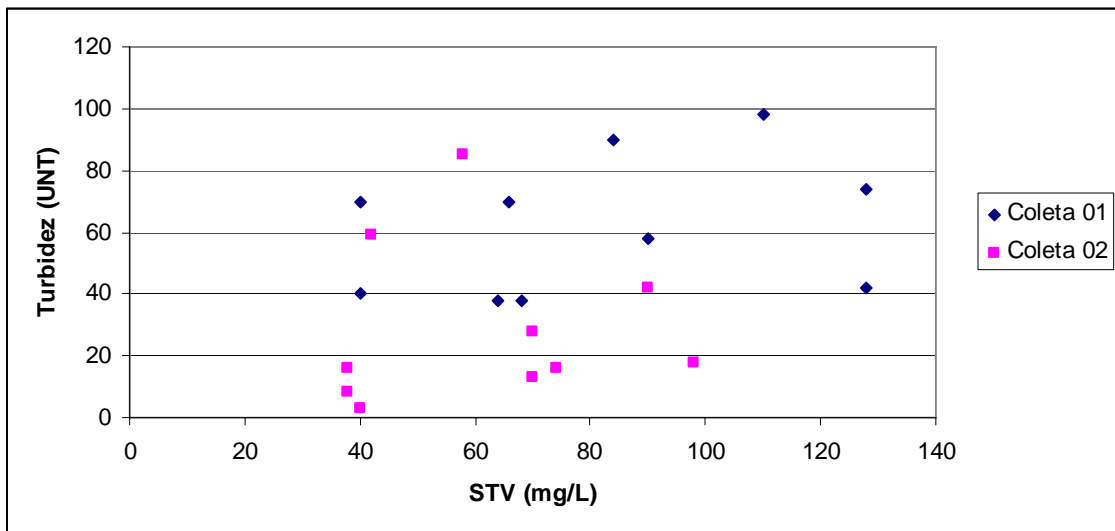


Figura 6.109 – Correlação entre sólidos em totais voláteis e turbidez para os 10 pontos de coleta.

#### 6.2.4.4.2.6 Nutrientes

Os pontos foram avaliados com relação a seus teores de nutrientes: nitrogênio e fósforo.

#### 6.2.4.4.2.7 Nitrogênio

As campanhas mostraram que os nitratos foram a forma mais presente da espécie nos rios, e que, independentemente da espécie, no período mais seco a concentração do nutriente foi maior (Figura 6.110). Destaque pode ser dado para o ponto 01, na segunda campanha. O limite de nitrato definido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 é de 10 mg/L.

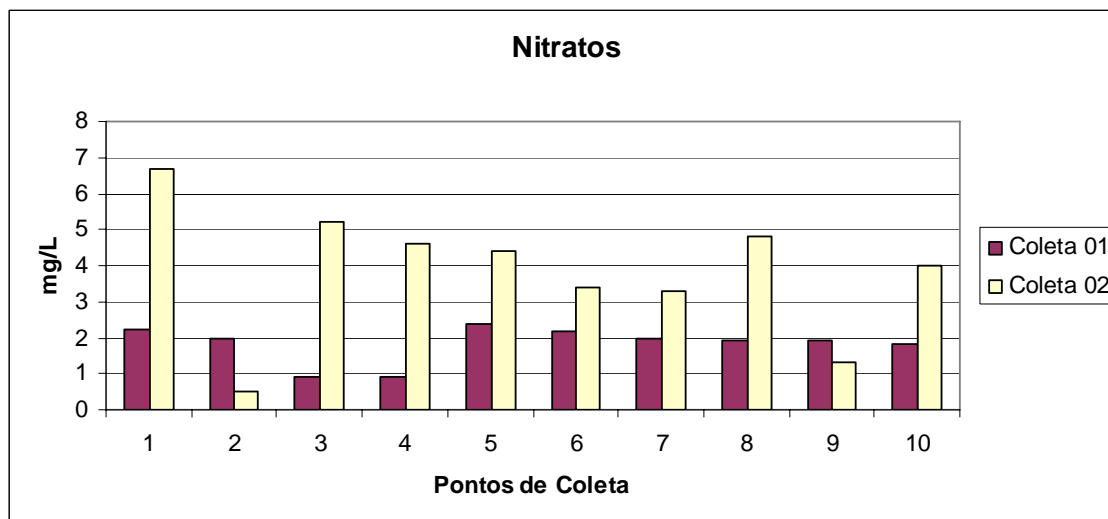


Figura 6.110 – Dados de nitratos nos 10 pontos de coleta.

As prováveis fontes de nitrato na água dos rios seriam os fertilizantes nitrogenados utilizados intensamente nas lavouras de arroz e banana, os quais, por lixiviação ou percolação através do solo, atingem o lençol subterrâneo ou a água superficial através do escoamento superficial. O comportamento do nitrogênio total (Figura 6.111) nos pontos amostrados seguiu aquele dos nitratos, tanto na primeira quanto na segunda coleta. De forma geral, a segunda coleta apresentou níveis mais altos de nitrogênio total em todos os pontos, com exceção dos pontos 02 e 09. Os nitratos também seguiram essa tendência.

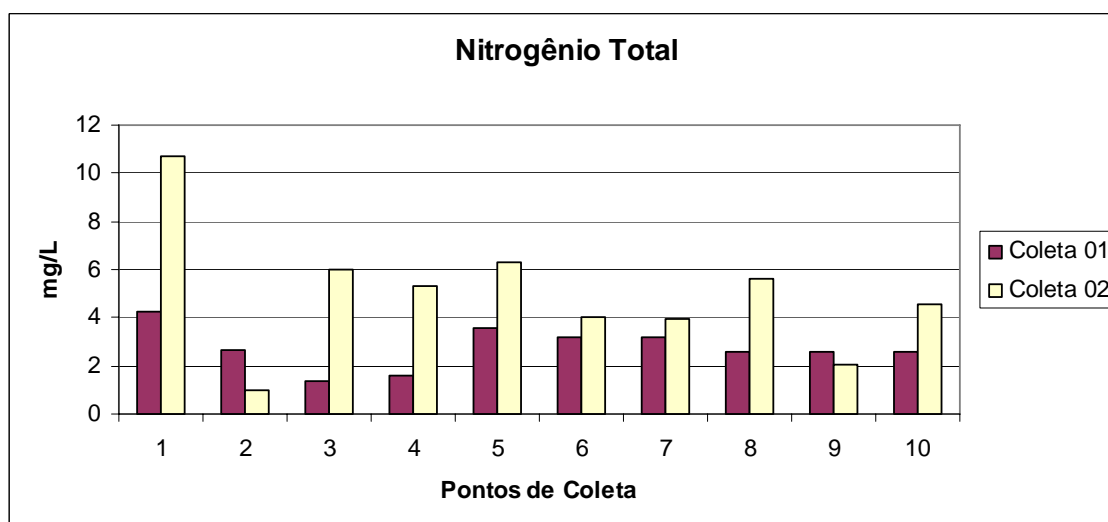


Figura 6.111 – Dados de nitrogênio total nos 10 pontos de coleta.

Porém, o nitrogênio amoniacal apresentou concentrações mais elevadas na primeira campanha (Figura 6.112).

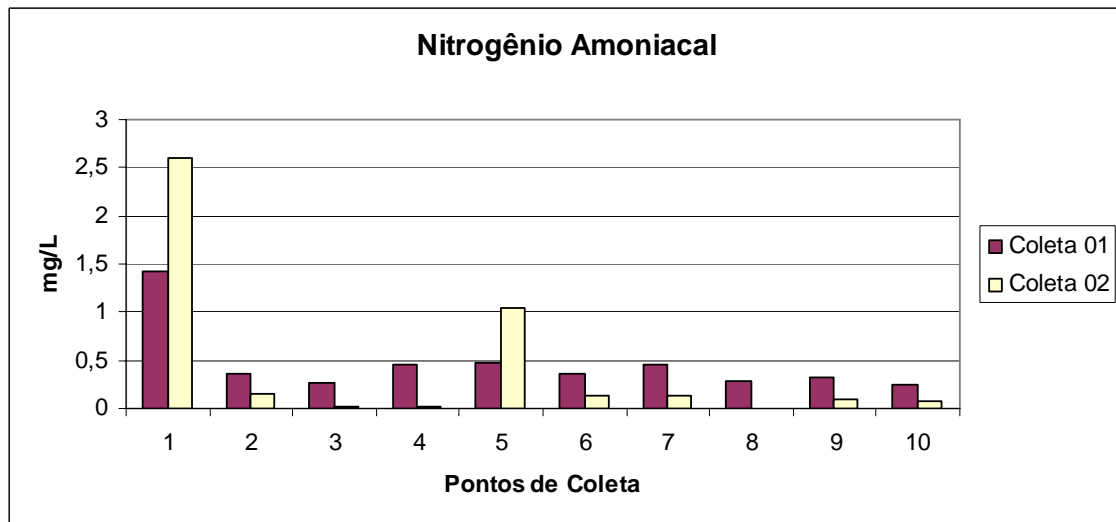


Figura 6.112 – Dados de nitrogênio amoniacal nos 10 pontos de coleta.

O aumento da concentração do nitrogênio amoniacal (forma mais reduzida do nitrogênio em água) na primeira campanha pode estar associado à conjunção de fatores como: aumento da quantidade de matéria orgânica nos rios trazida pelas precipitações anteriores e temperaturas mais altas, que levam a um aumento do consumo de oxigênio dissolvido nas águas e, conseqüentemente, a condições menos oxidantes. A redução da concentração de nitrogênio total na água no período mais úmido não foi expressiva, uma vez que houve diluição no sistema. Isso pode significar entrada no sistema a partir de fontes difusas, além das cargas pontuais. O ponto 01, na segunda campanha, foi o que apresentou maior concentração de nitrato, 6,7 mg/L, nitrogênio total, alcançando 10,69 mg/L e nitrogênio amoniacal, com concentração de 2,6 mg/L. As menores concentrações dos mesmos parâmetros foram os pontos: 02, apresentando concentração de nitrato de 0,5 mg/L e nitrogênio total 1,02 mg/L, ambas na segunda campanha; e 08, com concentração de nitrogênio amoniacal < 0,01 mg/L. O aumento das concentrações médias de nitrato no período de seca pode ser explicado por processos de nitrificação.

#### 6.2.4..4.2.8 Fósforo

Além do nitrogênio, o fósforo também é responsável pela eutrofização dos corpos hídricos, porém é também o principal fator limitante da produtividade primária dos ecossistemas. As formas de fosfato encontradas no meio variam em função do pH deste. Dessa forma, de acordo com Brigante e Espíndola (2003), entre valores de pH 5 e 8 ocorre o predomínio das formas  $H_2PO_{4-2}$  e  $H_2PO_{4-}$ .

As fontes de fósforo nas águas naturais são originadas de rochas da bacia de drenagem, material particulado da atmosfera, decomposição de organismos, despejos domésticos e industriais, além de escoamento superficial agrícola.

O fósforo total avaliado nos pontos de coleta indica tendência de aumento do parâmetro no período mais seco, ou seja, na segunda campanha. O ponto que apresentou maior concentração de fósforo total foi o ponto 02, na segunda campanha, com concentração de 1,53 mg/L, e as menores concentrações do mesmo parâmetro foram encontradas nos pontos 08 e 09, ambos com 0,1 mg/L na primeira campanha. Observa-se que o ponto 09 apresentou concentração desse parâmetro 34 vezes superior na segunda campanha em relação à primeira. Esse resultado poderia estar relacionado à atividade de dragagem que ocorria no momento da segunda coleta a montante do referido ponto, que, revolvendo os sedimentos do rio, pode ter causado esse impacto no resultado, visto que os nutrientes podem estar associados às partículas finas em suspensão. Analisando-se os valores dos sólidos totais, é possível observar que esse ponto apresentou a maior concentração de sólidos na segunda campanha, o que reforça o que foi dito anteriormente.

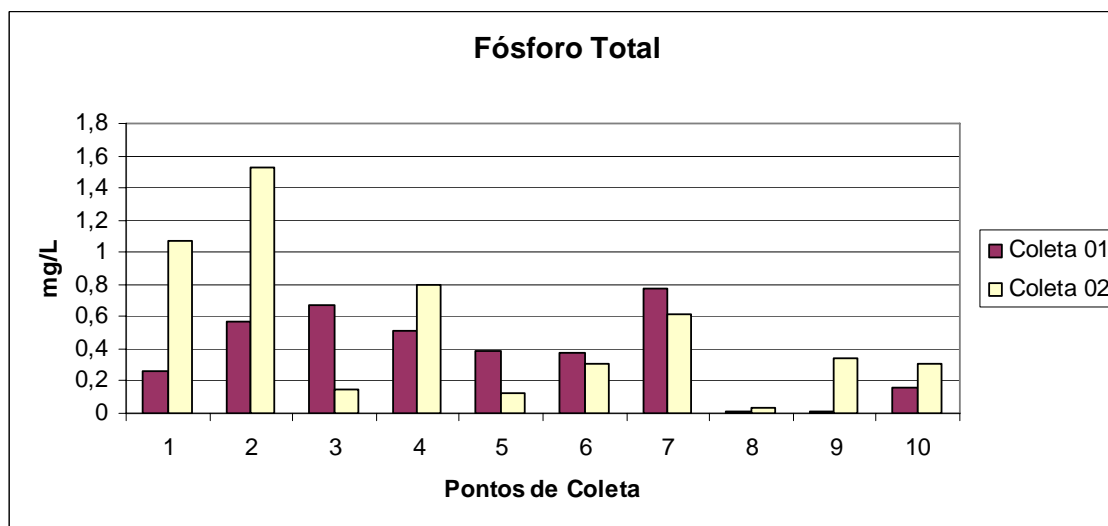


Figura 6.113 – Dados de fósforo total nos 10 pontos de coleta.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 define o limite de 0,1 mg/L para rios classe 2. Nos pontos amostrados, praticamente a totalidade dos pontos apresentou níveis de fósforo total acima do limite estabelecido pelo CONAMA.

De acordo com Branco (1986), concentrações superiores a 0,01 e 0,03 mg/L de fósforo e nitrogênio nos mananciais determinam a proliferação de algas, que causam sérios problemas à utilização desses recursos. Diante dos resultados dos pontos analisados, verifica-se que a totalidade deles apresenta alterações na qualidade das águas no que diz respeito aos nutrientes.

#### 6.2.4..4.2.9 Sólidos Totais e Frações: Fixa e Volátil

De forma geral, os sólidos totais (Figura 6.114) apresentaram grandes concentrações nos pontos de coleta.

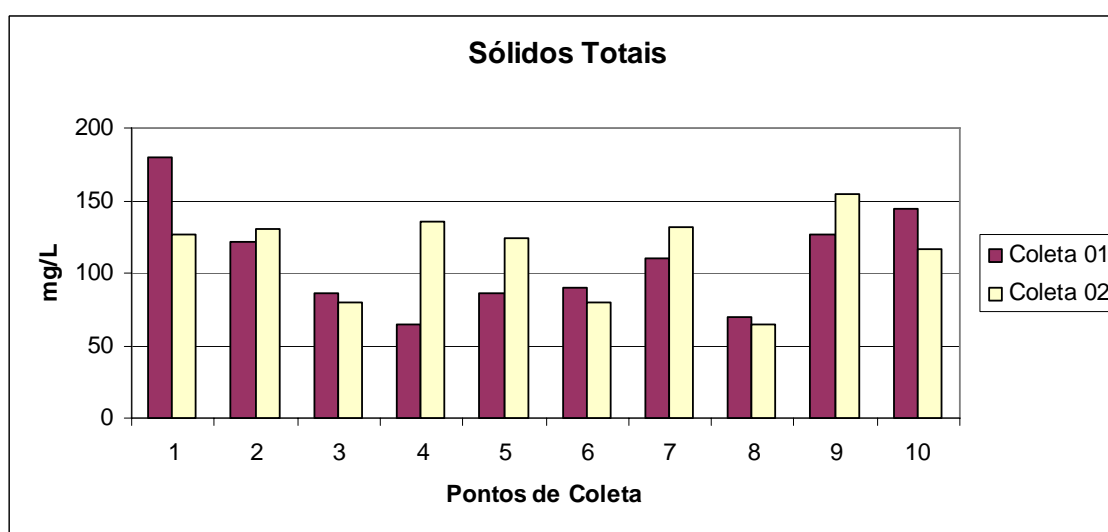
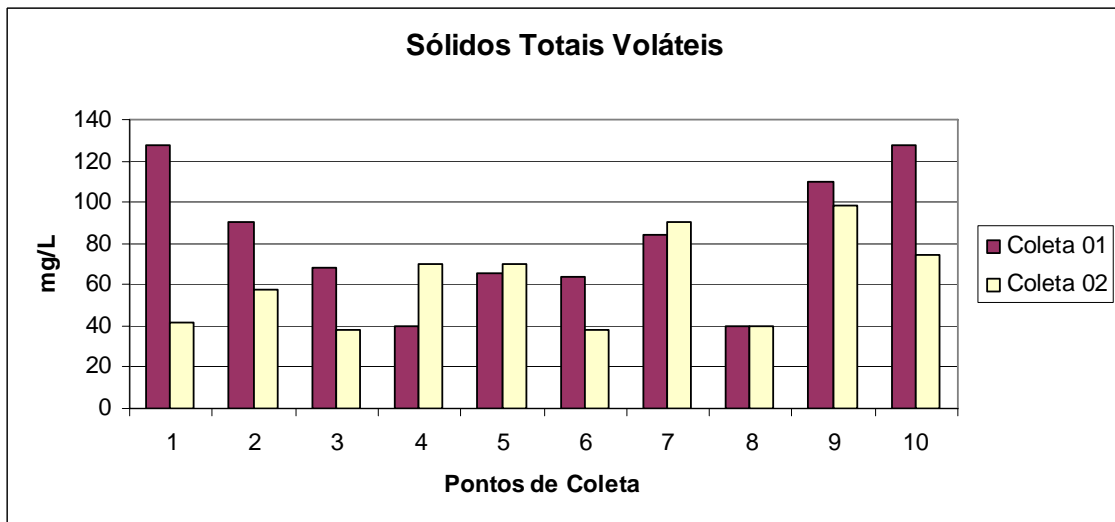
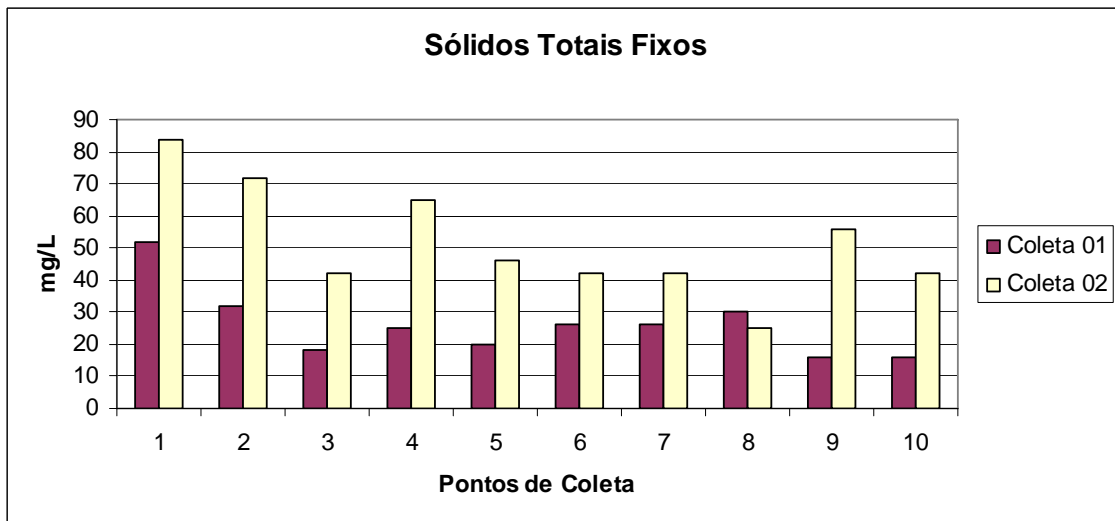


Figura 6.114 – Dados de sólidos totais nos 10 pontos de coleta.

As relações entre os valores obtidos da matéria orgânica (Figura 6.115) presente em suspensão e aos valores da matéria inorgânica (Figura 6.116) nos pontos foram altos, especialmente nos pontos iniciais e após o período mais úmido.



**Figura 6.115** – Dados de sólidos totais voláteis nos 10 pontos de coleta.



**Figura 6.116** – Dados de sólidos totais fixos nos 10 pontos de coleta.

Os pontos que apresentaram maiores concentrações de matéria orgânica foram os pontos 01 e 02. Nas figuras a seguir (Figuras 6.117 e 6.118) é possível observar a proporção entre matéria orgânica particulada (volátil) e inorgânica (fixa). Observa-se, na primeira campanha, uma contribuição mais significativa dos orgânicos em relação à segunda campanha.

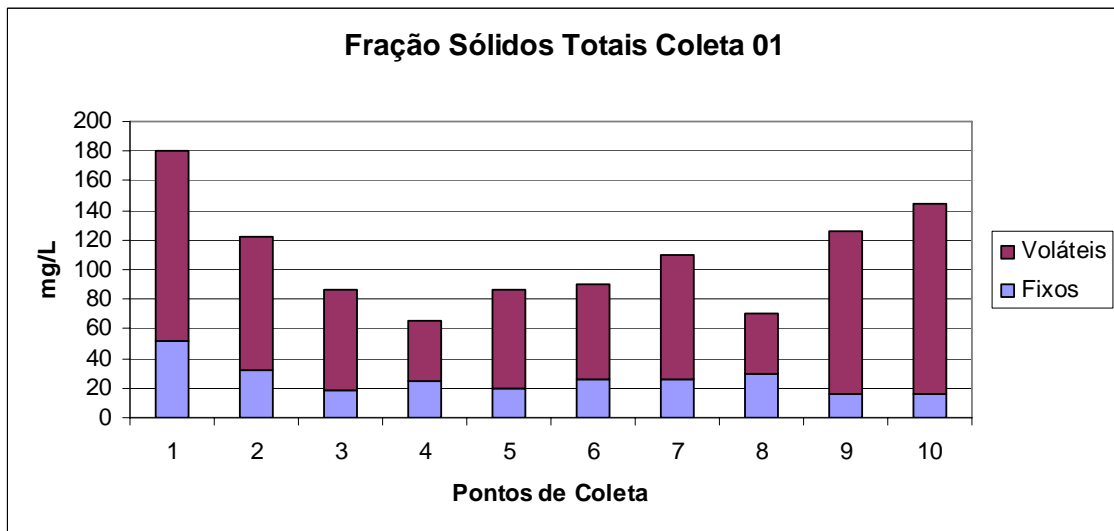


Figura 6.117 – Proporção dos sólidos voláteis e fixos nos 10 pontos de coleta, para a primeira campanha.

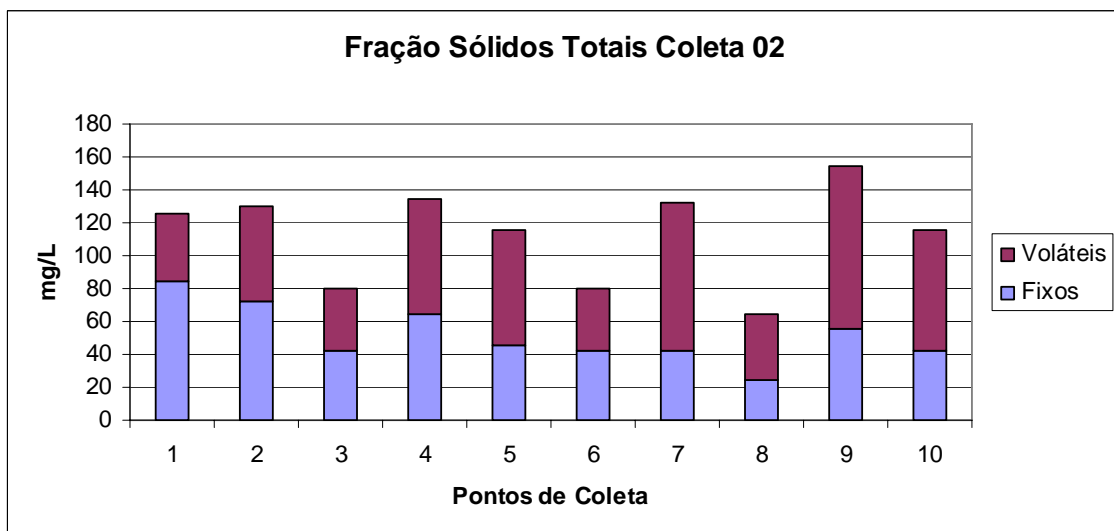


Figura 6.118 – Proporção dos sólidos voláteis e fixos nos 10 pontos de coleta, para a segunda campanha.

As concentrações médias de material orgânico e inorgânico em suspensão na água demonstraram elevadas porcentagens de material orgânico (acima de 50% em ambas as campanhas) em relação ao inorgânico. Esse resultado indica a soma das contribuições tanto naturais, representadas pelo intemperismo sobre os solos mais orgânicos, quanto antrópicas, associadas à erosão e à lixiviação do solo da bacia e a seu transporte na bacia de drenagem, além do lançamento de despejos domésticos (vistos *in loco*) diretamente nos rios.



## 6.2.4.4.2.10 Colimetria

Com o objetivo de analisar as condições sanitárias dos pontos de coleta, foi realizada análise de coliformes totais (Figura 6.119) e fecais (Figura 6.120). Observaram-se valores expressivos desses microorganismos, denotando as precárias condições de saneamento na região do projeto, além do risco que a população corre quando busca as águas para atividades de recreação de contato primário. A Resolução CONAMA nº 274/2000 dispõe sobre os limites desses microorganismos para balneabilidade. Os pontos com valores mais críticos foram registrados nos rios Parati (ponto 04) e Quati (ponto 07), com relação aos coliformes fecais. Atenção é feita ao fato de que o rio Quati é utilizado para irrigação. Dessa forma, suas águas não devem ser utilizadas para irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas que crescem rente ao solo e podem ser consumidas cruas e sem remoção de casca ou película. De forma geral, os pontos analisados não apresentaram condições sanitárias satisfatórias.

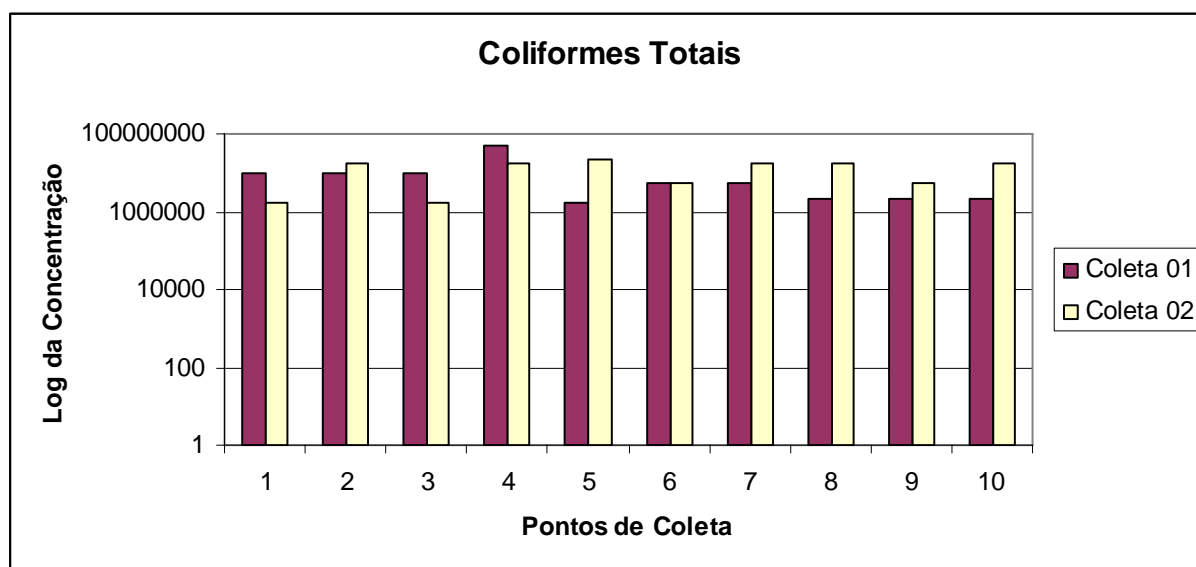
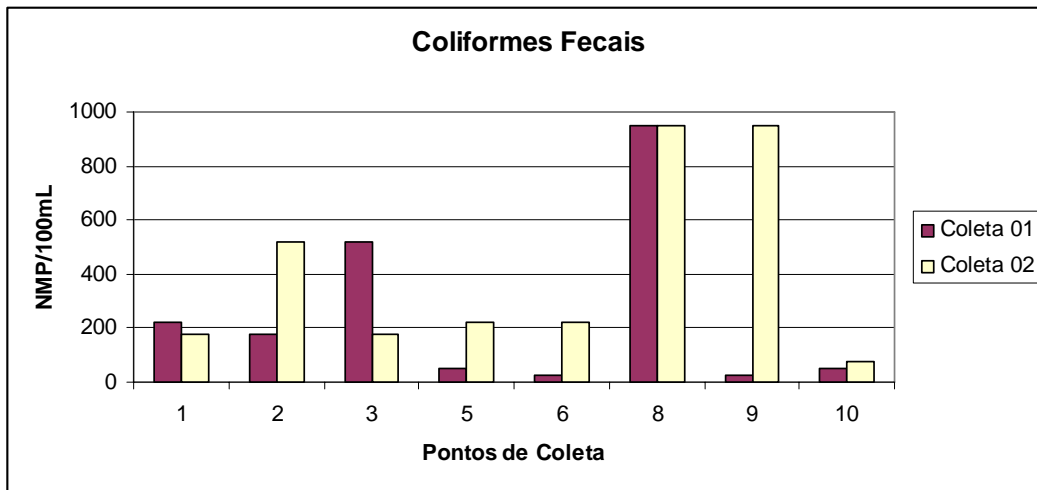


Figura 6.119 – Dados do Log da concentração de coliformes totais nos 10 pontos de coleta.

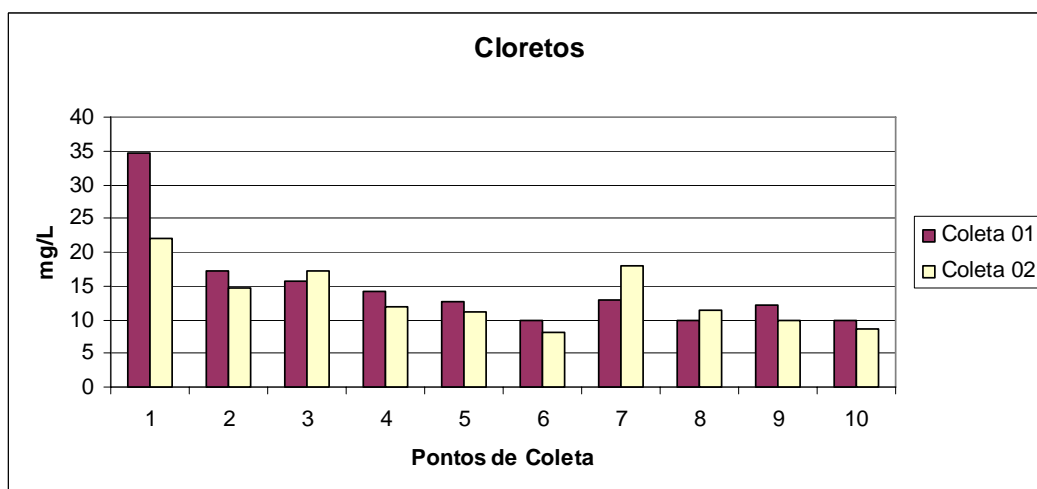


**Figura 6.120** – Dados de coliformes fecais nos 10 pontos de coleta.

OBS: Em virtude de os valores dos pontos 04 ( $9,486 \times 10^3$  na primeira coleta e  $5,163 \times 10^3$  na segunda coleta) e 07 ( $1,788 \times 10^3$  na primeira coleta e 948 na segunda coleta) terem sido elevados, eles não foram plotados no gráfico por motivo de escala.

#### 6.2.4..4.2.11 Cloretos

Teores elevados de cloretos podem interferir na coagulação, sendo 250 mg/L o valor máximo permitido para águas classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. O mesmo valor também é o admitido para águas de abastecimento, de acordo com a Portaria MS nº 518/2004. Valores muito abaixo do limite admitido foram encontrados nos pontos de coleta (Figura 6.121). O valor máximo foi de 34,70 mg/L no ponto 01, enquanto o ponto 06 apresentou as menores concentrações de cloretos.



**Figura 6.121** – Dados de cloretos nos 10 pontos de coleta.

#### 6.2.4..4.2.12 Alcalinidade Total

A partir dos dados de alcalinidade, observa-se que os rios localizados na área do projeto (Figura 6.122) apresentam comportamento distinto com relação a esse parâmetro. Os rios da bacia do Itapocu apresentam valores de alcalinidade mais elevados, especialmente na segunda campanha. Isso se deve, provavelmente, em função do maior contato entre as águas e o solo mais alcalino da região do Itapocu. Observa-se que os pontos não apresentaram alcalinidade devido aos bicarbonatos, apenas total. Esse resultado está de acordo com a variação do pH.

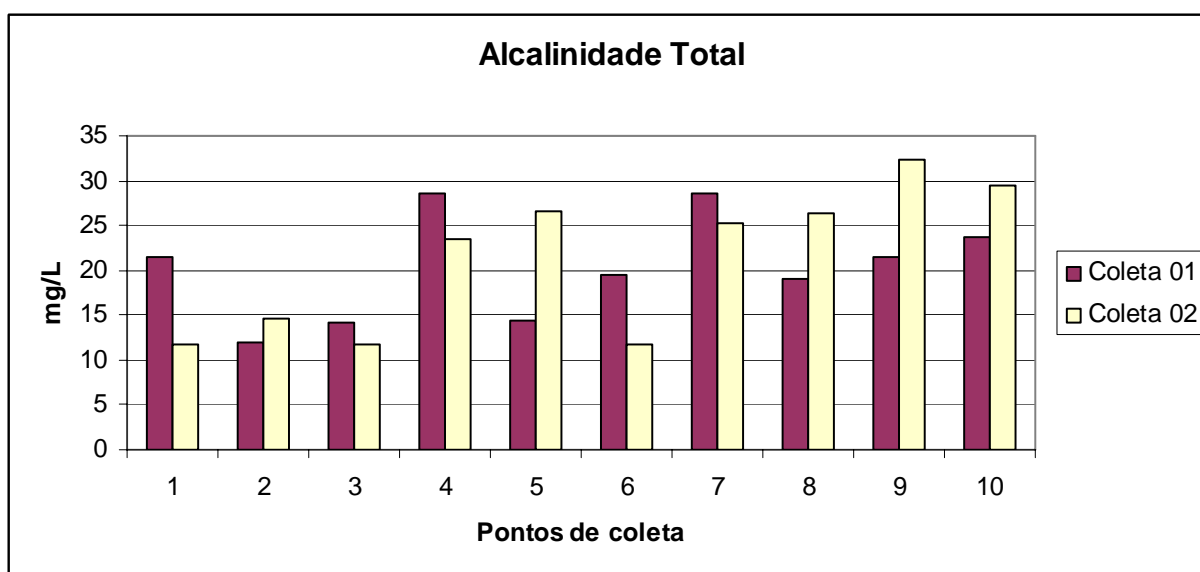


Figura 6.122 – Dados da alcalinidade total nos 10 pontos de coleta.

#### 6.2.4..4.2.13 COT

O COT proporciona uma expressão mais direta dos compostos orgânicos da água quando comparado à DBO e à DQO, pois o carbono orgânico é medido diretamente, e não indiretamente, como na DBO, DQO e OD, nas quais se mede o O<sub>2</sub> consumido. O carbono orgânico total é um bom parâmetro para se ter uma indicação mais precisa de alguns dos poluentes orgânicos que causam mais problemas ambientais, como pesticidas orgânicos. Sua diferença em relação à DBO é que ele não faz distinção entre o que pode ou não ser metabolizado pelos microorganismos. De fato, os valores apresentados nas análises (Figura 6.123) demonstram que os valores de DBO encontram-se mais baixos que aqueles de COT. Nos pontos de coleta observou-se uma maior presença de COT durante a segunda campanha, e nos

primeiros pontos de coleta (do ponto 01 ao ponto 04) a concentração é bastante alta. Observa-se que esse parâmetro é definido para águas salinas pela Resolução CONAMA nº 357/2005, tendo seu limite fixado para águas salinas classes 1 e 2 em 5 mg/L.

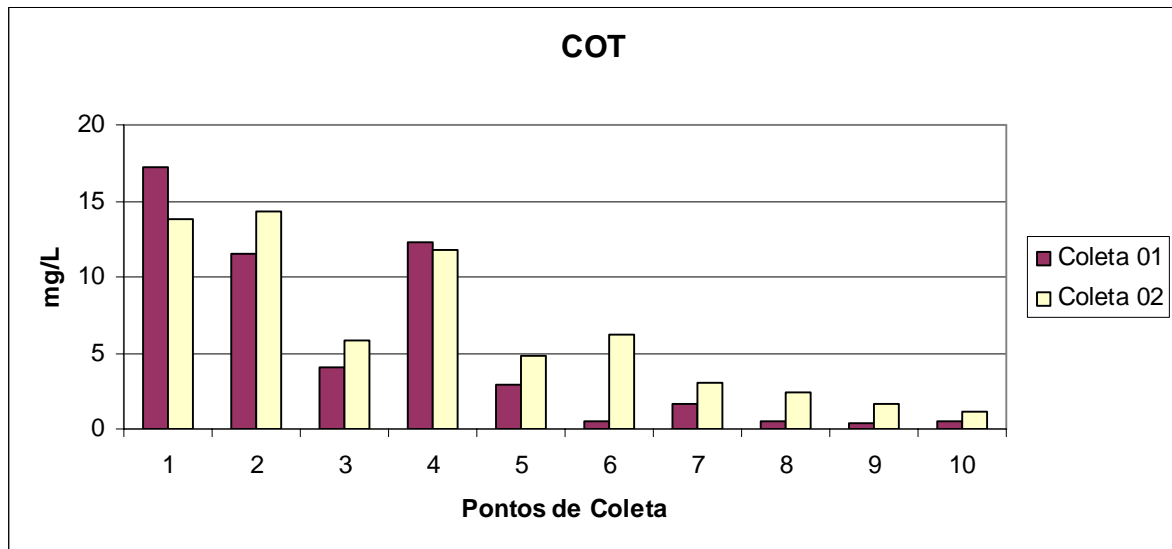


Figura 6.123 – Dados de COT nos 10 pontos de coleta.

#### 6.2.4..4.2.14 Óleos e Graxas

O parâmetro óleos e graxas (OG) em todas as análises manteve-se abaixo do limite de detecção dos equipamentos. Dessa forma foram classificados como virtualmente ausentes.

#### 6.2.4..4.2.15 Sólidos Dissolvidos Totais

Com relação aos sólidos dissolvidos totais, verifica-se que durante a primeira campanha os pontos apresentaram maior concentração do parâmetro, especialmente os pontos 01 e 02. Os sólidos dissolvidos são responsáveis, também, em algum grau, pela cor nas águas. Essa tendência se verifica também nos pontos analisados no trecho pesquisado, ainda que não muito significativa.

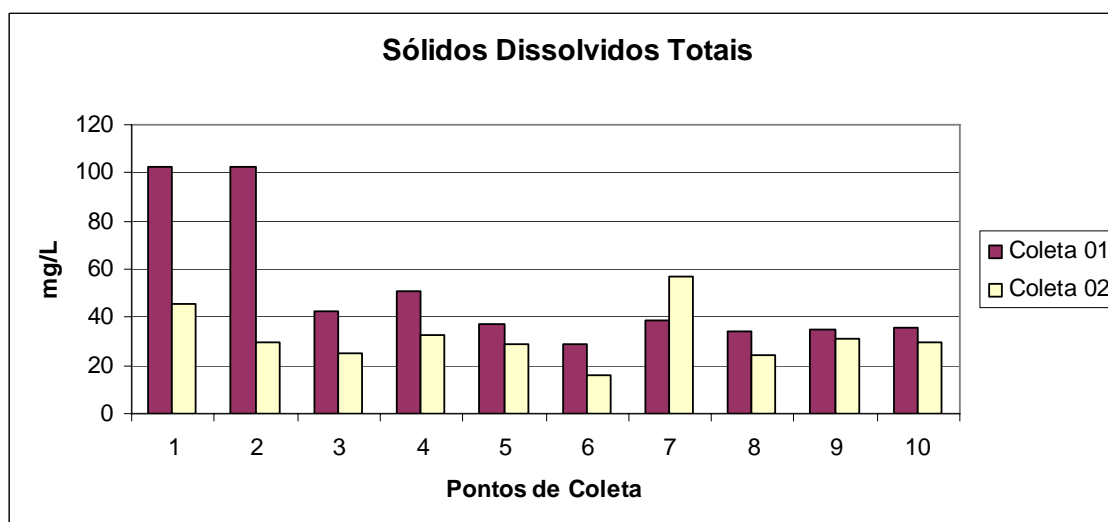


Figura 6.124 – Sólidos dissolvidos totais nos 10 pontos de coleta.

#### 6.2.4.4.2.16 Considerações Finais

Os resultados das amostras de água apresentam diferentes cenários a serem considerados em função das obras de ampliação da capacidade rodoviária da BR-280 – Trecho São Francisco do Sul a Jaraguá do Sul – km 0,0 ao km 71,5. Os recursos hídricos avaliados apresentam características que vão desde ambientes relativamente mais preservados (pontos 08, 09, 10) a ambientes que refletem impactos sofridos pelos mesmos (pontos 01, 02, 03, 04 e 07) em diferentes níveis. O mosaico formado pelos diferentes usos da terra ao longo da rodovia e as diferentes características geológicas de cada bacia são responsáveis por essas variações.

Observa-se que as comunidades que vivem próximas aos rios fazem diferentes usos de suas águas, que vão desde irrigação a recreação (pesca, balneação). Dessa forma, as obras de duplicação deverão levar em conta a preservação dos ambientes aquáticos através de estruturas de controle.

#### 6.2.5 Sedimentologia do Canal do Linguado

O Termo de Referência norteador do presente estudo, emitido pelo IBAMA, determina que seja caracterizado, segundo legislação e normas técnicas vigentes, o material depositado no fundo da Baía da Babitonga onde serão projetados os pilares da ponte para a travessia do Canal do Linguado.

O projeto da ponte para a travessia do Canal ainda se encontra em fase de detalhamento. Sendo que a quantidade e o posicionamento dos pilares da ponte, bem

como a localização exata do local de travessia, poderão sofrer alterações. A equipe responsável pelos estudos referentes ao EIA do empreendimento entendeu que as análises sedimentológicas previstas não retratariam de forma conclusiva o proposto pelo IBAMA. Desta forma, o diagnóstico sedimentológico será realizado posteriormente, assim que o projeto da ponte seja melhor detalhado, e apresentado ao órgão ambiental em Relatório Complementar ou junto com o Plano Básico Ambiental (PBA) do empreendimento.

A metodologia de coleta prevista para estes estudos sedimentológicos prevê a execução de quatro furos de sondagem (dois em cada canal, eqüidistantes entre si e em relação às margens). Em cada ponto de amostragem será realizada sondagem mecânica em toda a coluna de sedimentos. A partir do material da sondagem serão obtidas quatro amostras (superfície, meio e fundo e mais uma composta, representativa da coluna de sedimentos).

Nas dezesseis amostras obtidas serão realizadas as seguintes análises:

- Análises físicas:
  - Granulometria
  - Mineralogia
- Análises químicas:
  - Metais (arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco)
  - Carbono orgânico total e nitrogênio
  - Fósforo total
  - PCB total e BHC
  - Hidrocarbonetos (benzoantraceno, benzopireno, antraceno, naftaleno e PAHs totais.
  - Testes ecotoxicológicos: *Artemia salina* e *Mysidopsis juniae*.