REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.

ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL (EVTEA)

CONTRATO 045/2012
RELATÓRIO FINAL

VOLUME 2 - MEMÓRIA JUSTIFICATIVA
2.4.1 - Estudos de Engenharia – Tomo I

LOTE 01 - EF 151 - FERRONORTE SUL (FNS) TRECHO PANORAMA/SP - CHAPECÓ/SC

CONTÉCNICA®
consultoria técnica

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

VALEC

ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S/A.

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL

FERROVIA : EF - 151/SP/PR/SC/RS (Ferrovia Norte – Sul)
TRECHO : Panorama/SP – Porto de Rio Grande/RS
SUBTRECHO : Panorama/SP – Chapecó/SC
SEGMENTO : km 12,4 – km 950,8
EXTENSÃO : 950,8 km
LOTE : 01

RELATÓRIO FINAL

VOLUME 2 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA
VOLUME 2.4.1 – ESTUDOS DE ENGENHARIA - TOMO I

Dezembro / 2015

SUMÁRIO

2.4 Estudos de Engenharia 1
2.4.1 Etapa de Identificação e Estudos Referenciais 1
2.4.1.1 Caracterização Preliminar do Projeto 1
2.4.1.1.1 Descrição das Principais Características Técnicas do Empreendimento 1
2.4.2 Introdução aos Estudos de Engenharia 21
2.4.3 Coleta, Análise e Compilação de Dados 22
2.4.3.1 Análise Multicriterial 22
2.4.3.1.1 Planejamento de Corredores de Transportes 22
2.4.3.1.2 Proposta de Inovação e Otimização do EVTEA 23
2.4.3.2 Processamento da Superfície de Esforço Acumulado 33
2.4.3.2.1 Equações e Resultados das Superfícies de Esforço Acumulado – Nivel 1 35
2.4.3.2.2 Equações e Resultados das Superfícies de Esforço Acumulado – Nivel 2 41
2.4.3.3 Processamento dos Corredores de Menor Esforço 45
2.4.3.3.1 A Ligação entre os Segmentos nas Proximidades de Chapecó/SC 48
2.4.3.4 Necessidades e Dificuldades do Projeto Ferroviário em Chapecó/SC 49
2.4.3.5 Metodologia 49
2.4.3.5.1 Definição da Área de Estudo e dos Dados de Entrada 49
2.4.3.5.2 Preparação dos Mapas Temáticos 52
2.4.3.6 Processamento dos Dados de Entrada do Sistema Multicriterial 52
2.4.3.7 Processamento da Superfície de Esforço Acumulado 60
2.4.3.8 Equações e Resultados das Superfícies de Esforço Acumulado – Nivel - 1 62
2.4.3.9 Equações e Resultados das Superfícies de Esforço Acumulado – Nivel – 2 68
2.4.4 Processamento dos Corredores de Menor Esforço 72
2.4.4.1 Referências Bibliográficas 75
2.4.5 Etapa Avaliação/Seleção 75
2.4.5.1 Caracterização dos Solos nas Áreas de Estudos 86
2.4.5.2 Identificação das Unidades Litológicas, da Estratigrafia e da Estrutura Geológica Enfocando a Estabilidade de Terreno 87
2.4.5.3 Geomorfologia da Área de Interesse 92
2.4.5.4 Solos 97
2.4.6 Detalhamento da Alternativa Selecionada 102
2.4.6.1 Características Técnicas 102
2.4.6.2 Segmento 1: (km 0 ao km 307+730,362) 107
2.4.6.3 Segmentos 2 e 3: (km 307+730,362 ao km 641+604,438 e km 641+604,438 ao km 786+508,743) 112
2.4.6.4 Segmento 4: (km 786+508,743 ao km 950+809) 121
2.4.7 Estudos Hidrológicos 128
2.4.7.1 Introdução 128
2.4.7.2 Coleta e processamento do dados Hidrológicos 128
2.4.7.3 Caracterização Física Regional 129
2.4.7.4 Caracterização dos Regimes Climáticos e Pluviométricos Regionais 130
2.4.7.5 Pluviometria 132
2.4.7.6 Fluviometria 177
2.4.7.6.1 Estudo de Chuvas Intensas 177
2.4.7.1.2 Tempo de Concentração 177
2.4.7.1.3 Coeficiente de escoamento superficial 178
2.4.7.1.4 Número da curva representativa do complexo solo/vegetação/utilização da área 178
2.4.7.1.5 Metodologia de Cálculo das Vazões 179
2.4.7.2 Resultados Obtidos 182
2.4.8 Premissas Gerais para Elaboração do Orçamento 190
2.4.8.1 Introdução 190
2.4.9 Metodologia 191
2.4.9.1 Premissas de Elaboração do Orçamento 191
2.4.9.2 Equipamentos 191
2.4.10 Mão-de-Obra 191
2.4.11 Materiais 191
2.4.11.1 Constantes do SICRO 191
2.4.11.2 Não Constantes do SICRO 192

2.4.12 Transportes 192
2.4.13 LDI 192
2.4.14 Critérios Adotados para Implantação das Obras 192
2.4.14.1 Ocorrência de Materiais Naturais de Construção 192
2.4.15 Planilhas de Referência 193
2.4.15.1 Edital 004/2010 – VALEC – FNS – Ouro Verde de Goiás/GO – Estrela D'Oeste/SP – LOTE 1 194
2.4.15.2 Edital 008/2010 – VALEC – FIOL- Ponte sobre o rio São Francisco 211
2.4.15.3 – Edital 0008/2004 - Lote 01 – EF-151 – Ferrovia Norte Sul – Anápolis/GO - Túnel 02 215
2.4.16 Resumo Final do Orçamento 221
2.4.17 Planilha de Quantidades e Preços 222
2.4.18 Curva ABC de Serviços 239

Lista de Figuras

Figura 1 - Mapa da Expansão da Malha Ferroviária Atualizado para 2013 6
Figura 2 – Mapa de Ferrovias Existentes da Malha Ferroviária 7
Figura 3 - Mapa de Situação do Empreendimento 8
Figura 4 – Mapa Divisão Político Administrativa do Estado de São Paulo 9
Figura 5 – Mapa Divisão Político Administrativa do Estado do Paraná 10
Figura 6 – Mapa Divisão Político Administrativa do Estado de Santa Catarina 11
Figura 7- Distribuição espacial da tipologia *shift-share – PNLT 2013.* 15
Figura 8 - Evolução da Produção de Transporte das Ferrovias Originárias da RFFSA. 19
Figura 9 - Definição dos corredores de menor esforço ambiental para estudo detalhado de implantação de rodovia (Adaptado de Nóbrega e O'Hara, 2011). 23
Figura 10 - Regras Utilizadas no Primeiro Nível da Análise Multicriterial 34
Figura 11 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Mercadológico 36
Figura 12 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Logístico 37
Figura 13 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Socioeconômico 38
Figura 14 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Físico 39
Figura 15 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Ambiental (zonas de amortecimento + polígonos de restrição) 40
Figura 16 - Configurações de Pesos das Variáveis nos Cenários Integrados 1, 2, 3 – Nível 2 41
Figura 17 - Superfície de Esforço Acumulado (Nível 2) – Cenário 1 42
Figura 18 - Superfície de Esforço Acumulado (Nível 2) – Cenário 2 43
Figura 19 - Superfície de Esforço Acumulado (Nível 2) – Cenário 3 44
Figura 20 - Corredor de Menor Esforço Resultante do Cenário 1 45
Figura 21 - Corredor de Menor Esforço Resultante do Cenário 2 46
Figura 22 - Corredor de Menor Esforço Resultante do Cenário 3 47
Figura 23 - Corredores Preferenciais de EVTEA Apresentados pelas Empresas e Aprovados pela VALEC. 48
Figura 24 - Corredores do EVTEA Apresentados pelas Empresas e Aprovados pela VALEC. 50
Figura 25 - Regras Utilizadas no Primeiro Nível da Análise Multicriterial 61
Figura 26 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Mercadológico 63
Figura 27 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Mercadológico 64
Figura 28 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Socioeconômico 65
Figura 29 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Físico 66
Figura 30 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Ambiental (zonas de amortecimento + polígonos de restrição) 67
Figura 31 - Configurações de Pesos das Variáveis nos Cenários Integrados 1, 2, 3 – Nível 2 68
Figura 32 - Superfície de Esforço Acumulado (Nível 2) – Cenário 1 69
Figura 33 - Superfície de Esforço Acumulado (Nível 2) – Cenário 2 70
Figura 34 - Superfície de Esforço Acumulado (Nível 2) - Cenário 3 71

Figura 35 - Corredor de Menor Esforço Resultante do Cenário 1 72
Figura 36 - Corredor de Menor Esforço Resultante do Cenário 2 73
Figura 37 - Corredor de Menor Esforço Resultante do Cenário 3 74
Figura 38 - Diretrizes de traçado 78
Figura 39 - Disposição das Rochas da Bacia do Paraná. Fonte: CPRM. 86
Figura 40 - Arenito médio friável. 88
Figura 41 - Arenito fino. 88
Figura 42 - Na margem direita do rio do Peixe observa-se depósito de areia. 89
Figura 43 - Basalto às margens do rio Piquiri 90
Figura 44 - Exemplo do relevo nas proximidades de Maringá. Extensas áreas levemente onduladas entre drenagens de vertentes amplas. 90
Figura 45 - Relevo ondulado depois da cidade de Cascavel. 91
Figura 46 - Relevo montanhoso em Santa Catarina. 91
Figura 47 - Exemplo de relevo ondulado na primeira zona homóloga. 92
Figura 48 - Representação da Segunda Zona Homóloga. Fonte: Google Earth, 2013. 93
Figura 49 - Argissolo às margens do rio Piquiri. 93
Figura 50 - Fragmento de basalto em meio a argissolo. 94
Figura 51 - Relevo movimentado após Guaraniaçu/PR. 95
Figura 52 - Em primeiro plano, perfil de solo avermelhado com presença de restos da rocha original (cambissolo). Acima e, em segundo plano, topo do terreno com a presença de restos de rocha e do maciço rochoso alterado (neossolo). 95
Figura 53 - Em segundo plano relevo tabular com encostas escarpadas. 96
Figura 54 - Relevo montanhoso na divisa do Paraná com Santa Catarina. 96
Figura 55 - Disposição dos tipos pedológicos da área de interesse. 97
Figura 56 - Disposição pedológica nas proximidades de Panorama/SP e Maringá/PR. 99
Figura 57 - Pedologia nas porções centrais da área de interesse. 100
Figura 58 - Disposição dos solos na porção sul da área de interesse. 101
Figura 59 - Estudo de Traçado – Alternativa 1 104
Figura 60 - Situação do Pátio de Panorama/SP 109
Figura 61 - Situação do Pátio de Presidente Venceslau/SP 111
Figura 62 - Situação do Pátio de Maringá/PR 114
Figura 63 - Situação do Pátio de Campo Mourão/PR 116
Figura 64 - Situação do Pátio de Cascavel/PR 118
Figura 65 - Situação do Pátio de Pato Branco/PR 120
Figura 66 - Situação do Pátio de Chapecó/SC 127

Lista de Tabelas

Tabela 1 Portfólio de Projetos Prioritários do Vetor Sul – Modal Ferroviário 13
Tabela 2 Aspectos Regionais da Evolução dos Valores de PIB 14
Tabela 3 - A Desestatização das Malhas: 18
Tabela 4 - Concessionárias RFFSA – Dados Básicos 18
Tabela 5 - Dados de Entrada Utilizados na Análise Multicriterial para a Definição Inicial da Poligonal Base do Corredor Ferroviário 24
Tabela 6 - Sistema de Referência Espacial e Projeção Adotados 25
Tabela 7 - Estratégias Definidas para o Cenário Socioeconômico 26
Tabela 8 - Estratégias Definidas para o Cenário Mercadológico 27
Tabela 9 - Estratégias Definidas para o Cenário Logístico 30
Tabela 10 - Estratégias Definidas para o Cenário Ambiental 31
Tabela 11 - Estratégias Definidas para o Cenário Físico 32
Tabela 12 - Sistema de Referência Espacial e Projeção Adotados 51
Tabela 13 - Exemplos de Dados de Entrada Utilizados na Análise Multicriterial para a Definição Inicial da Poligonal Base do Corredor Ferroviário 51
Tabela 14 - Estratégias Definidas para o Cenário Socioeconômico 53
Tabela 15 - Estratégias Definidas para o Cenário Mercadológico 54
Tabela 16 - Estratégias Definidas para o Cenário Logístico 57
Tabela 17 - Estratégias Definidas para o Cenário Ambiental 58
Tabela 18 - Estratégias Definidas para o Cenário Físico 59

FASE DEFINITIVA

APRESENTAÇÃO

A CONTÉCNICA Consultoria Técnica Ltda., inscrita no CNPJ nº 24.699.100/0001-16, apresenta à VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias S.A., o Relatório Final – RF-Volume 2.4.1 – Estudos de Engenharia – Tomo I, integrante do Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental - EVTEA.

O presente relatório tem como objetivo apresentar informações técnicas relacionadas aos estudos de viabilidade para implantação da Ferrovia Norte-Sul (FNS) EF-151, no trecho entre as cidades de Panorama/SP e Chapecó/SC, Lote 01, de acordo com o processo licitatório realizado pela VALEC, cujos dados estão indicados:

Modalidade da Licitação: Concorrência;

Concorrência: 003/2012;

Processo: 51402.006090/2012-10

Tipo da Licitação: Técnica e Preço;

Regime de Execução: Empreitada por Preço Global;

Data da Abertura: 05/09/2012;

Data da Assinatura do Contrato: 28/12/2012;

Número do Contrato: 045/2012;

Data da Publicação no DOU: 09/01/2013;

Data da Ordem de Serviço nº 01/13: 11/03/2013;

Valor Inicial (PI): R$ 4.385.887,40.

Atenciosamente,

CONTÉCNICA CONSULTORIA TÉCNICA LTDA.
Engº Lucio Cesar Ferreira de Carvalho
Coordenador Geral

2.4 ESTUDOS DE ENGENHARIA

2.4.1 ETAPA DE IDENTIFICAÇÃO E ESTUDOS REFERENCIAIS

2.4.1.1 Caracterização Preliminar do Projeto

2.4.1.1.1 DESCRIÇÃO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EMPREENDIMENTO

As características técnicas adotadas para o desenvolvimento dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do Lote 1, trecho: Panorama/SP – Chapecó/SC, da Ferrovia Norte Sul – EF 151 foram balizadas pelos parâmetros técnicos definidos a partir do "**Novo Modelo" do Programa de Investimentos em Logística – PIL.**

Estes parâmetros definem, para a implantação da geometria da ferrovia, plataformas compostas por linha simples de 8,50 metros de largura, por pátios de cruzamento de 14 metros de largura, 3.500 metros de extensão e com espaçamento médio de 50 quilômetros entre estes e no mínimo 5 (cinco) pátios de cargas. A faixa de domínio adotada é de 80 metros de largura.

Os estudos desenvolvidos para o Lote 1 – Panorama/SP – Chapecó/SC demonstram que, em função da Alternativa a ser definida como a melhor, a extensão desta etapa estará compreendida entre 928 e 1.072 quilômetros.

Os estudos de engenharia preliminares definem 5 (cinco) alternativas de traçado, subdivididas em 3 (três) subtrechos e apontam para a necessidade de implantação de pontes e túneis nas extensões destes.

O ponto de partida dos estudos em questão foi definido a partir da identificação do anteprojeto geométrico definido pelo EVTEA da EF-151 – trecho: Estrela D'Oeste/SP – Panorama/SP, conciliada com o ramal de acesso ao pátio de cargas de Panorama/SP, com a diretriz a ser tomada para o desenvolvimento do presente estudo e com o melhor ponto de concordância geométrica com o anteprojeto existente, sendo este ponto definido na igualdade com a estaca 248 + 400 (traçado existente). **Ver Volume 2.6 – Estudos de Engenharia – Estudos de Traçado - Desenhos, Folha 001.**

O término dos estudos em questão foi definido a partir das duas alternativas de traçado apresentadas pelo Consórcio STE/PROSUL, responsável pela elaboração do EVTEA do Lote 2, trecho: Chapecó/SC – Rio Grande/RS (Porto de Rio Grande). As alternativas apresentadas por este foram classificadas por SA1 – Frederico Westphalen e SA2 – Chapecó em função da diretriz que cada uma delas desenvolve, ou seja, em direção ao estado de Santa Catarina passando pela localidade de Frederico Westphalen/RS e em direção à localidade de Chapecó/SC, respectivamente.

A Alternativa 1 no seu segmento final, denominado de segmento 4, do Lote 1: Panorama/SP – Chapecó/SC concorda com a Alternativa SA1 – Frederico Westphalen do Lote 2: Chapecó/SC – Rio Grande/RS, junto a margem norte do Rio Uruguai, dentro do estado de Santa Catarina.

As Alternativas 4 e 5 do Lote 1: Panorama/SP – Chapecó/SC concordam com a Alternativa SA2 – Chapecó do Lote 2: Chapecó/SC – Rio Grande/RS, no mesmo ponto em função da melhor condição de concordância de traçados, localizado após a travessia do rio Uruguai, dentro do estado do Rio Grande do Sul.

A seguir, apresentam-se as principais características técnicas que pautaram a elaboração dos anteprojetos geométricos de cada alternativa:

- ✓ Raio mínimo: 500 m - Em locais onde não foi possível adotar raios mínimos de 500m, foram utilizados raios mínimos de 350m;
- ✓ Rampas máximas de 1,00% (compensada);
- ✓ Bitola Larga = 1,60;
- ✓ Tipo de trilho – 68 kg/m
- ✓ Dormentes:
  - Monobloco de concreto na linha principal, nos AMV´s dormente de madeira.
  - Comprimento de 2,80m
  - Taxa de dormentação de 1670 unidades por quilômetro
  - Altura do lastro - 30 cm;
  - Declividade transversal da plataforma de terraplenagem - 3%;
- ✓ Características dos pátios de cruzamento:
  - Uma linha com 3500 m de comprimento total e um desvio morto de 300 m;
  - Largura de entrevia de 5,50 m;
  - AMV 1:20 da linha principal para o pátio e AMV 1:14 do pátio para o desvio morto;
- ✓ Intervalo médio de distância entre desvios de cruzamento/pátios de 50 km;
- ✓ Rampa máxima em desvios de cruzamento/pátios - 0,25%;
- ✓ Largura da plataforma de corte e de aterro em linha simples de 8,50 m;
- ✓ Largura da plataforma de corte e de aterro em desvio de cruzamento de 14,00 m.

Demais características adotadas:

- ✓ Greide lançado com as cotas previstas para o sublastro, no eixo de projeto;
- ✓ O anteprojeto de terraplenagem compreenderá o cálculo de volumes e a orientação desta (Planilhas de Distribuição de Terras), gerando os quantitativos de serviços:
- ✓ Inclinação de talude em corte em solo = 1(V) : 1(H);
- ✓ Inclinação de talude em corte em rocha = 8(V) : 1(H);
- ✓ Inclinação de talude em aterro = 1(V) : 1,5(H);
- ✓ Largura de semi plataforma de corte em linha simples = 5,35m (incluindo drenagem);
- ✓ Largura de semi plataforma de aterro em linha simples = conforme tabela contida no desenho VALEC nº 80-EG-000A-20-0000 – Projeto Básico – Terraplenagem – Seção Transversal Tipo, variável em função da altura do aterro;
- ✓ Banquetas com largura de 4,0 m a cada 8,0 m de altura, nos cortes e aterros;
- ✓ Fator de redução corte x aterro = 30%;
- ✓ Estimativa de materiais de 2ª e 3ª categorias para os cortes mais elevados;
- ✓ Empréstimos para execução de aterros previstos em forma de bota - dentro ou de alargamento de corte.

ENQUADRAMENTO NAS POLÍTICAS PÚBLICAS DO SETOR

A atual política pública para o setor ferroviário é definida pelos seguintes instrumentos legais: Plano Nacional de Viação – PNV (1969), Plano Nacional de Logística e Transportes – PNLT (2007) e o Programa de Investimentos em Logística – PIL (2012).

Plano Nacional de Viação – PNV

A Ferrovia Norte Sul está inserida no Plano Nacional de Viação – PNV na extensão de Belém/PA até Panorama/SP, conforme instituído pelo Art. 8º da Lei n° 11.297, de 9 de maio de 2006 que determina: "*a construção, uso e gozo da EF-151, denominada Ferrovia Norte-Sul, de titularidade da VALEC - Engenharia, Construções e Ferrovias S.A., dar-se-ão no trecho ferroviário que liga os Municípios de Belém, no Estado do Pará, e Panorama, no Estado de São Paulo*".

O Art. 3º da Lei No 5.917/73, incisos "f" e "i" determina que à implantação de todo empreendimento integrante do PNV tem de ser elaborados os estudos econômicos que justifiquem a prioridade de implantação deste. Em sequência apresenta-se a transcrição destes incisos.

> "Art 3º - O Plano Nacional de Viação será implementado no contexto dos Planos Nacionais de Desenvolvimento e dos Orçamentos Plurianuais de Investimento, instituídos pelo Ato Complementar Nº 43, de 29 de janeiro de 1969, modificado pelo Ato Complementar 76, de 21 de outubro 1969, e Lei Complementar Nº 9, de 11 de dezembro de 1970, obedecidos especialmente os princípios e normas fundamentais seguintes, aplicáveis a todo o Sistema Nacional de Viação, e inclusive à navegação marítima, hidroviária e aérea:
>
> > **f) a execução das obras referentes ao Sistema Nacional de Viação, especialmente as previstas no Plano Nacional de Viação, deverá ser realizada em função da existência prévia de estudos econômicos, que se ajustem às peculiaridades locais, que justifiquem sua prioridade e de projetos de engenharia finais;**
> >
> > i) tanto os investimentos na infraestrutura como a operação dos serviços de transportes reger-se-ão por critérios econômicos; ressalvam-se apenas as necessidades imperiosas ligadas à Segurança Nacional, e as de caráter social, inadiáveis, definidas e justificadas como tais pelas autoridades competentes, vinculando-se, porém, sempre aos menores custos, e levadas em conta alternativas possíveis."

A exigência da existência prévia de estudos econômicos fez com que o Governo Federal instituísse o Sistema de Avaliação do Plano Plurianual (Decreto Nº 5.233/04), no âmbito do Poder Executivo. Sob a coordenação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão este é apoiado por uma Comissão de Monitoramento e Avaliação do Plano Plurianual que tem como função examinar a viabilidade técnica e socioeconômica de projetos de grande vulto. O presente trabalho se classifica como tal e a esta Comissão deverá ser submetido para a devida inserção no Plano Plurianual por meio do CMA.

PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES – PNLT

O **PNLT** – **Plano Nacional de Logística e Transportes** representa o marco inicial da retomada do planejamento setorial estratégico, em caráter contínuo e dinâmico, destinado a orientar, com embasamento técnico e científico, a implantação das ações públicas e privadas no Setor de Transportes de forma a atender as demandas políticas de integração, desenvolvimento e superação de desigualdades.

Os investimentos no setor ferroviário têm como premissa a reorganização do Sistema Ferroviário, levando em consideração suas múltiplas funções e seu papel no processo de desenvolvimento socioeconômico do País. A ferrovia passa a ser parte de um sistema multimodal integrado, com terminais nas hidrovias e nas rodovias, direcionado para os grandes

conglomerados industriais (siderúrgicas, produtos agrícolas, refinarias, etc.), para os Centros de Integração Logística e para os portos, como propõem o Plano Nacional de Logística e Transportes – PNLT.

Deste modo a ferrovia não só tem o papel de desbravar territórios, mas também grande importância na consolidação do desenvolvimento e aumento da eficiência produtiva das regiões já desenvolvidas do País, mas também construindo os eixos de integração nacional e continental sul-americano.

Com a publicação da primeira versão do PNLT em 2007, foi retomado o processo de planejamento setorial de transportes, contemplando os horizontes temporais de curto, médio e longo prazo e levando-se em consideração a integração e complementaridade entre os diferentes modais. Neste sentido é que se pode afirmar que o PNLT visa a retomar de forma permanente o planejamento setorial de transportes, entendendo-o como um processo dinâmico e participativo, para subsidiar a tomada de decisões quanto às ações de políticas públicas e indicar a direção dos investimentos privados em transportes.

Conforme relato do PNLT de 2011, a escassez de recursos para investimentos nos últimos 20 anos criou dificuldades para a adequada manutenção dos ativos existentes e concorreu, também, para que a expansão do sistema de transportes não ocorresse de forma compatível com o crescimento da demanda.

Segundo o Relatório cabe ao Setor Público captar, por meio de estudos situacionais e prospectivos, as lógicas socioeconômicas vigentes e potenciais no espaço brasileiro, definindo Vetores Logísticos que se constituam em indicativo das intervenções para as quais devem convergir os esforços do governo e sociedade para perseguir e alcançar um desenvolvimento em ciclos crescentes e sustentáveis.

Os Vetores Logísticos são espaços territoriais brasileiros onde há uma dinâmica socioeconômica mais homogênea sob o ponto de vista de produções, de deslocamentos preponderantes nos acessos a mercados e exportações, de interesses comuns da sociedade, de patamares de capacidades tecnológicas e gerenciais e de problemas e restrições comuns, que podem convergir para a construção de um esforço conjunto de superação de entraves e desafios.

Embora, contraditoriamente, esses espaços possam conter grandes heterogeneidades internas, eles representam uma repartição do território nacional sobre o qual podem ser construídas agendas em prol do desenvolvimento de suas potencialidades, acima das fronteiras regionais, estaduais ou municipais, tendo o fator “Transportes” um papel preponderante na estruturação física desse território de entorno.

Os Vetores Logísticos representam a partição interna do território brasileiro, para efeito do planejamento de transportes, mas inserem-se no continente sul-americano, com o qual o Brasil estabelece relações diversas com vários países.

No setor ferroviário, verifica-se que existe um grande potencial de captação de cargas que hoje são transportadas pelo modo rodoviário. Logo, a expansão do sistema ferroviário permitirá a racionalização do uso das rodovias e trará um melhor equilíbrio na distribuição modal na matriz de transportes de cargas do País.

Em síntese, o principal objetivo do PNLT é o de formalizar e perenizar instrumentos de análise para dar suporte ao planejamento de intervenções públicas e privadas na infraestrutura e na organização dos transportes.

Também serve de base para a elaboração dos Planos Plurianuais (PPA) e como eventual subsídio para a definição da composição do portfólio de projetos integrantes dos Programas Integração dos Modais de Transportes.

PROGRAMA DE INVESTIMENTOS EM LOGÍSTICA – PIL

Em 15 de agosto de 2012, o governo federal lançou o Programa de Investimentos em Logística (PIL). O programa inclui um conjunto de projetos que contribuirão para o desenvolvimento de um sistema de transportes moderno e eficiente.
O programa foi construído com base em três diretrizes principais: a disponibilização de uma ampla e moderna rede de infraestrutura; a obtenção de uma cadeia logística eficiente e competitiva; e a modicidade tarifária. O objetivo principal é aumentar a integração entre rodovias, ferrovias, hidrovias, portos e aeroportos.

O novo modelo de concessão trará ferrovias em bitola larga, com alta capacidade de transporte de cargas, traçado geométrico otimizado e velocidade elevada. Com isso, será possível resgatar o transporte ferroviário como alternativa logística, com quebra de monopólio na oferta de serviços e redução de tarifas.

O segmento de prolongamento da Ferrovia Norte Sul até o extremo sul do país se enquadra nestas características e liga o município de Panorama, no estado de São Paulo, ao município de Rio Grande (Porto de Rio Grande) no estado do Rio Grande do Sul.

Para tanto estão sendo desenvolvidos os Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental - EVTEA, objeto do presente trabalho, por meio de dois lotes de estudos: Lote 1 – Panorama/SP a Chapecó/SC e Lote 2 – Chapecó/SC a Rio Grande/RS.

a) A Ferrovia Norte Sul

Pela Lei no 11.772/2008 foi consolidada uma nova malha ferroviária brasileira, com a sugestão de implantação de 11,8 mil km de novos trechos ferroviários, dos quais 10,7 mil km em bitola larga. As novas ferrovias vão atender a áreas de expansão da fronteira agrícola e de exploração mineral.

Essa nova malha básica prepara o País para um novo ciclo de crescimento econômico, atendendo à expansão da demanda interna e à articulação com os portos exportadores.

De modo a facilitar o entendimento e a visualização do exposto apresentamos em sequência seis mapas, a saber:

- ✓ Mapa de Expansão de Ferrovias no Brasil
- ✓ Mapa de Ferrovias Existentes no Brasil
- ✓ Mapa de Situação do Empreendimento
- ✓ Mapa de Divisão Político-Administrativa do Estado de São Paulo
- ✓ Mapa de Divisão Político-Administrativa do Estado do Paraná
- ✓ Mapa de Divisão Político-Administrativa do Estado de Santa Catarina

EXPANSÃO DE FERROVIAS NO BRASIL

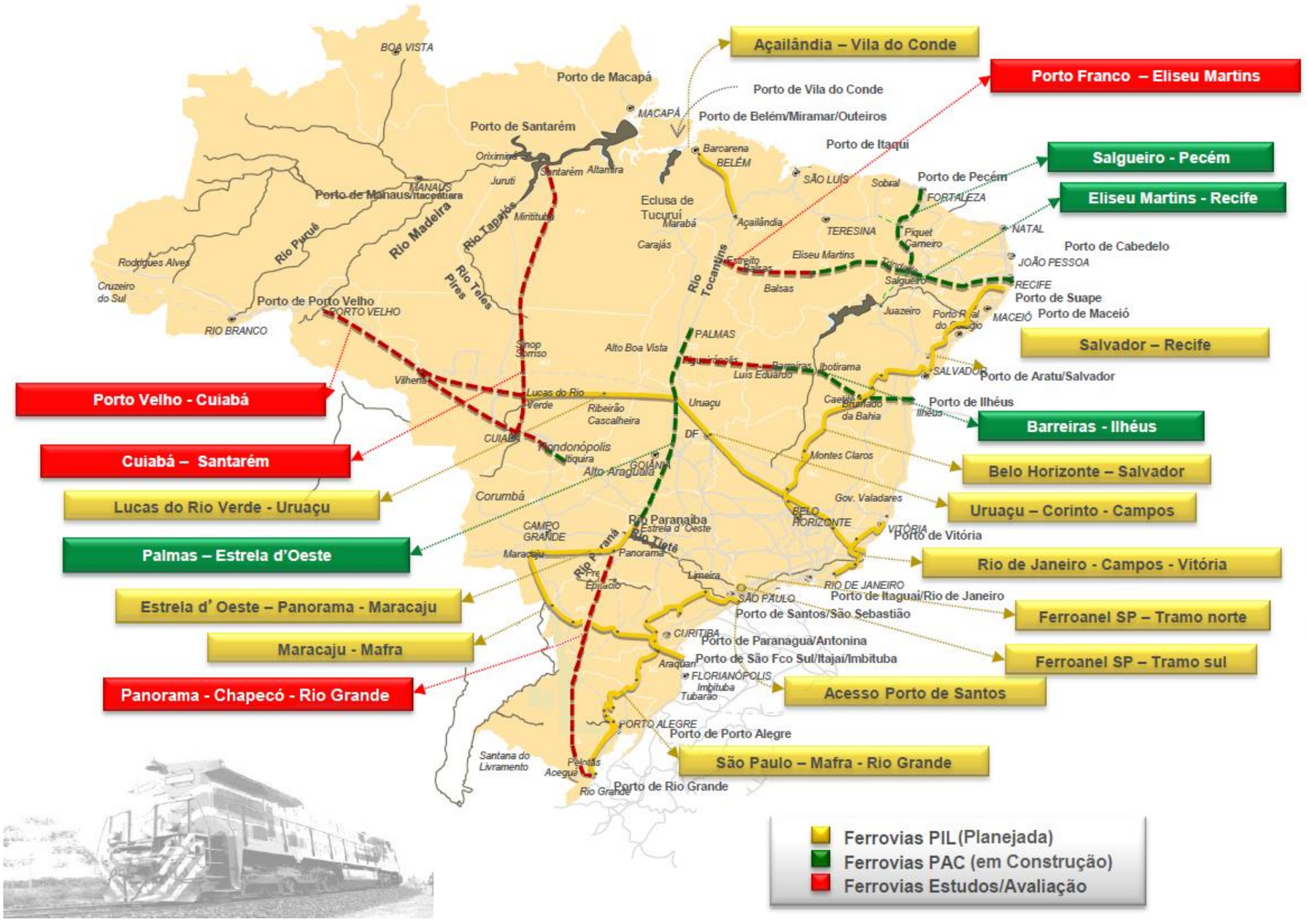
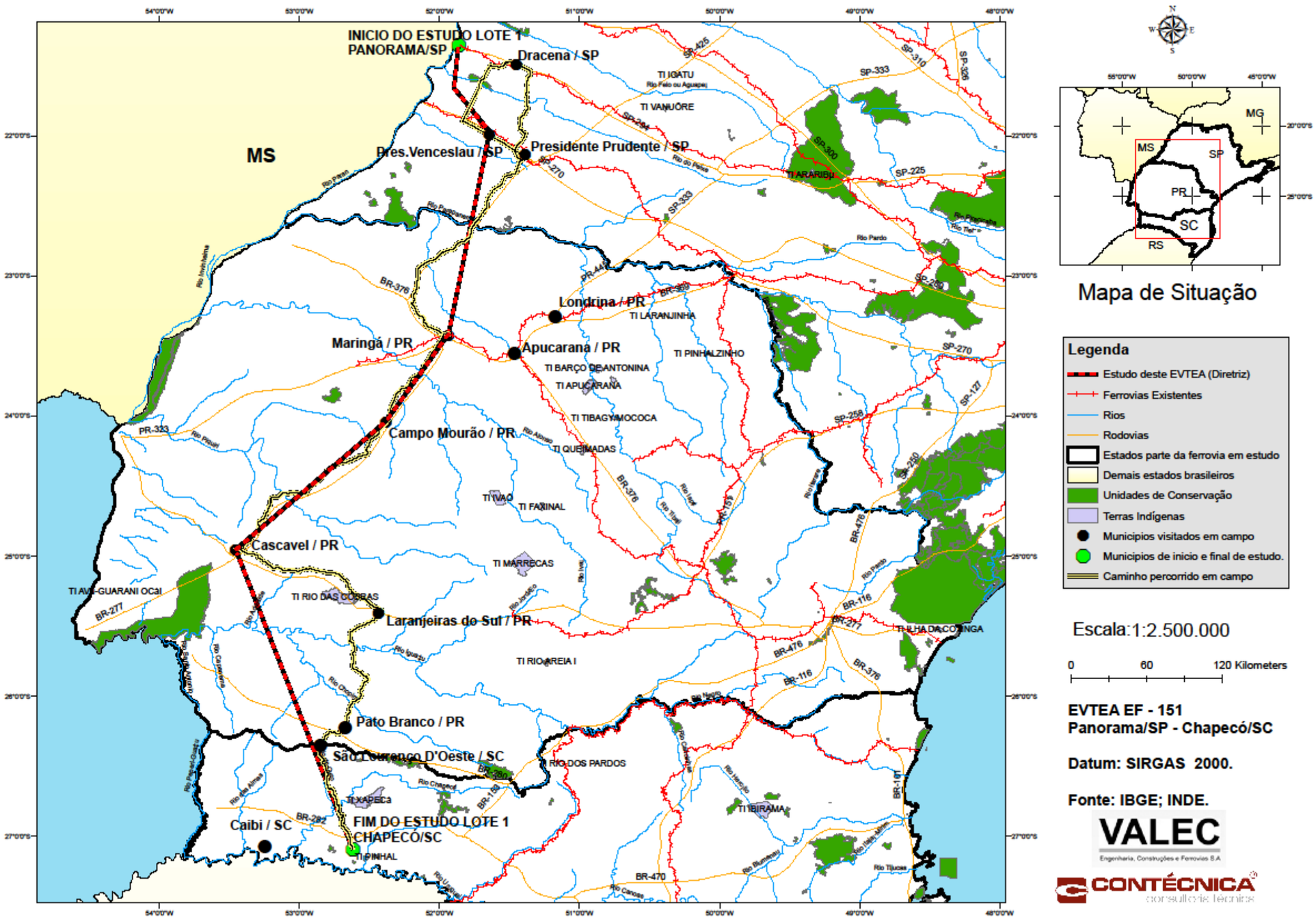


Figura 1 - Mapa da Expansão da Malha Ferroviária Atualizado para 2013

Figura 2 – Mapa de Ferrovias Existentes da Malha Ferroviária



Mapa de Situação

Legenda

- Estudo deste EVTEA (Diretriz)
- Ferrovias Existentes
- Rios
- Rodovias
- Estados parte da ferrovia em estudo
- Demais estados brasileiros
- Unidades de Conservação
- Terras Indígenas
- Municipios visitados em campo
- Municipios de inicio e final de estudo.
- Caminho percorrido em campo

Escala:1:2.500.000

0 60 120 Kilometers

EVTEA EF - 151
Panorama/SP - Chapecó/SC

Datum: SIRGAS 2000.

Fonte: IBGE; INDE.

VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.

CONTÉCNICA consultoria técnica

Figura 3 - Mapa de Situação do Empreendimento

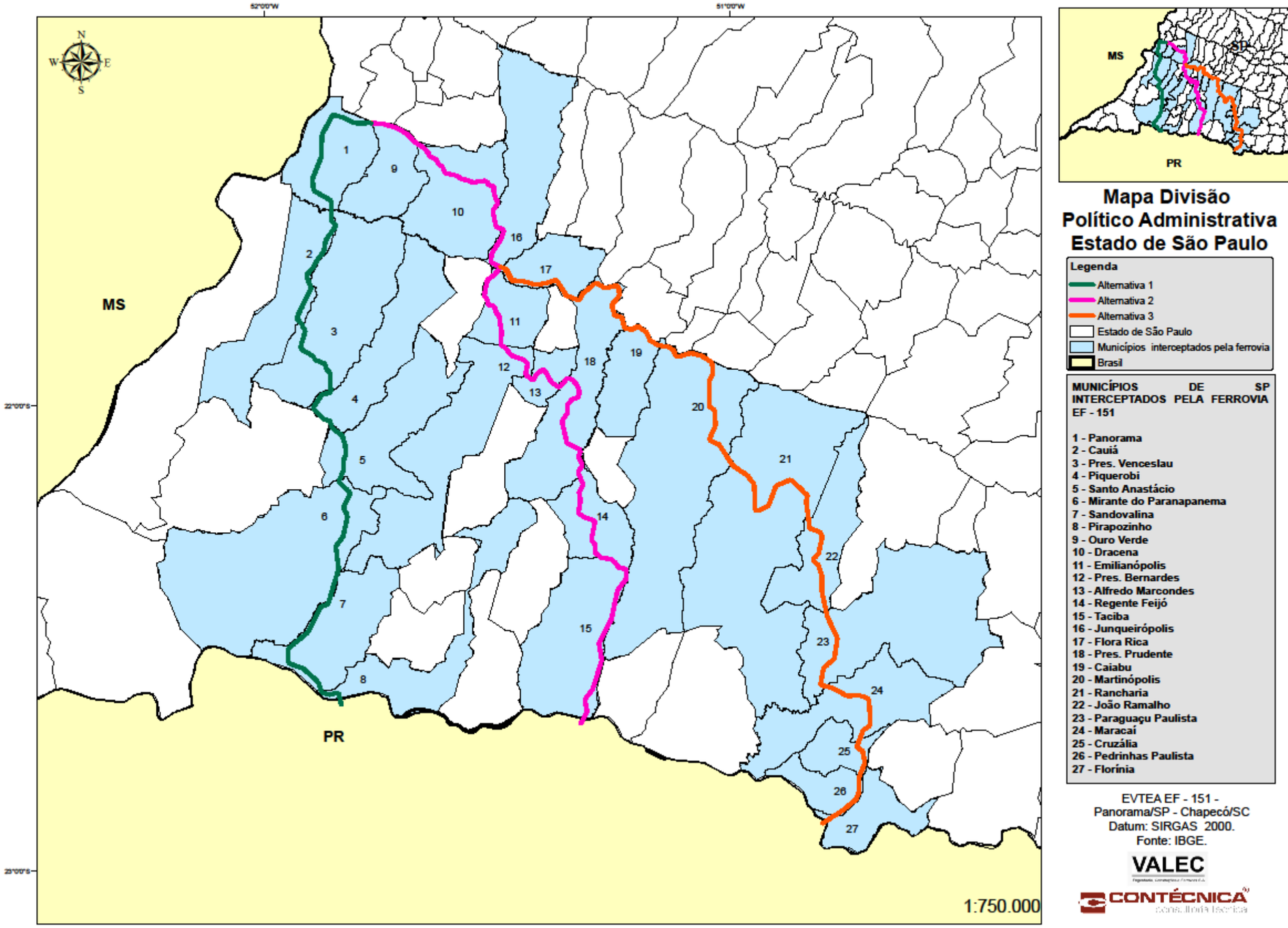
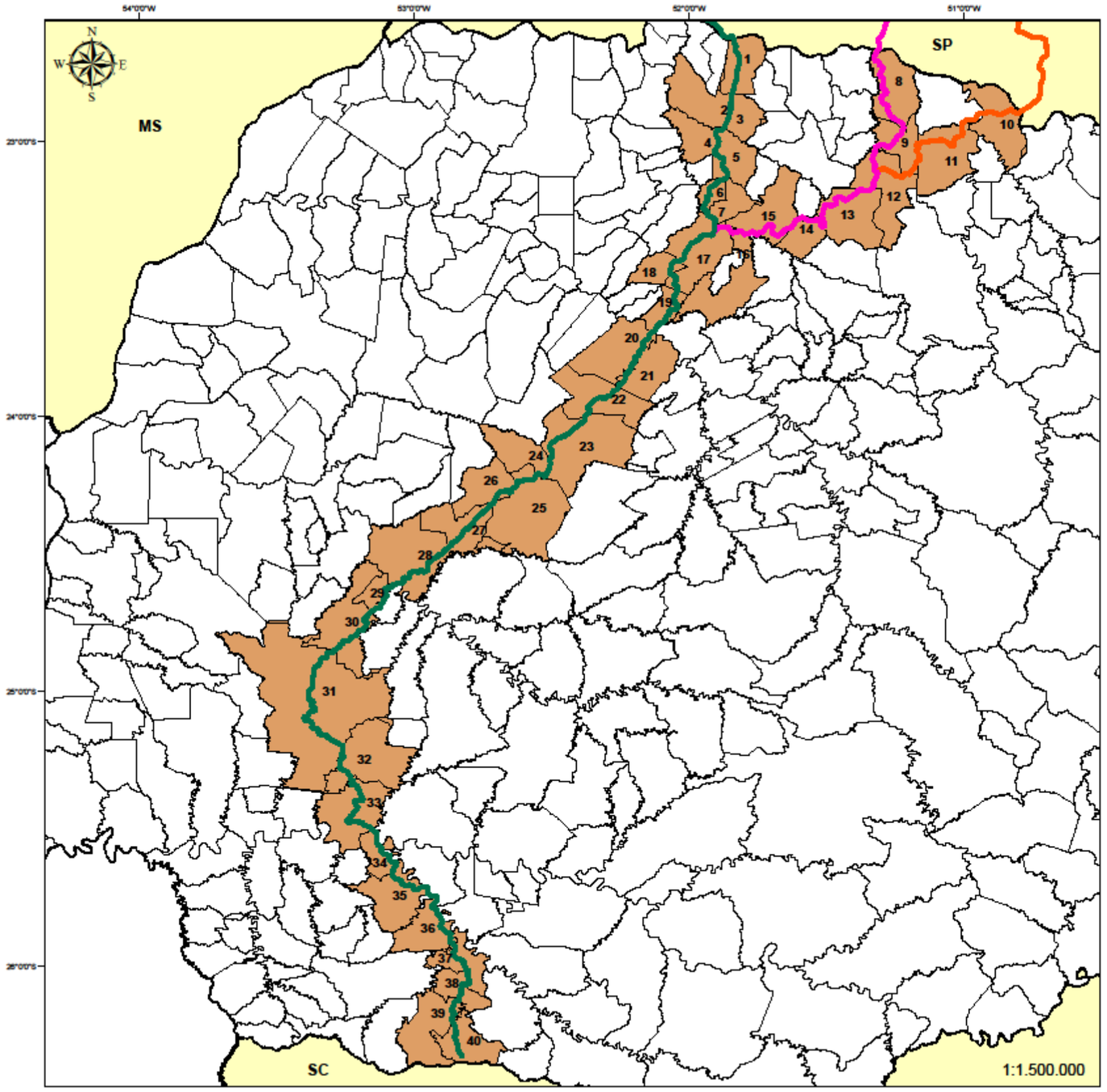
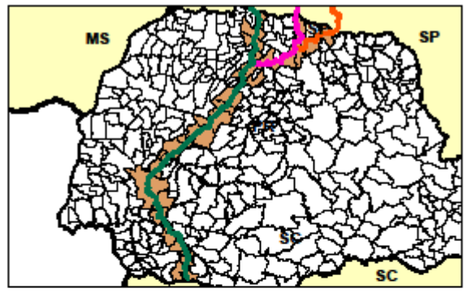


Figura 4 – Mapa Divisão Político Administrativa do Estado de São Paulo





Mapa Divisão Político Administrativa Estado do Paraná

Legenda

- Alternativa 1
- Alternativa 2
- Alternativa 3
- Estado do Paraná
- Municípios interceptados pela ferrovia
- Brasil

MUNICÍPIOS DO PR INTERCEPTADOS PELA FERROVIA EF - 151

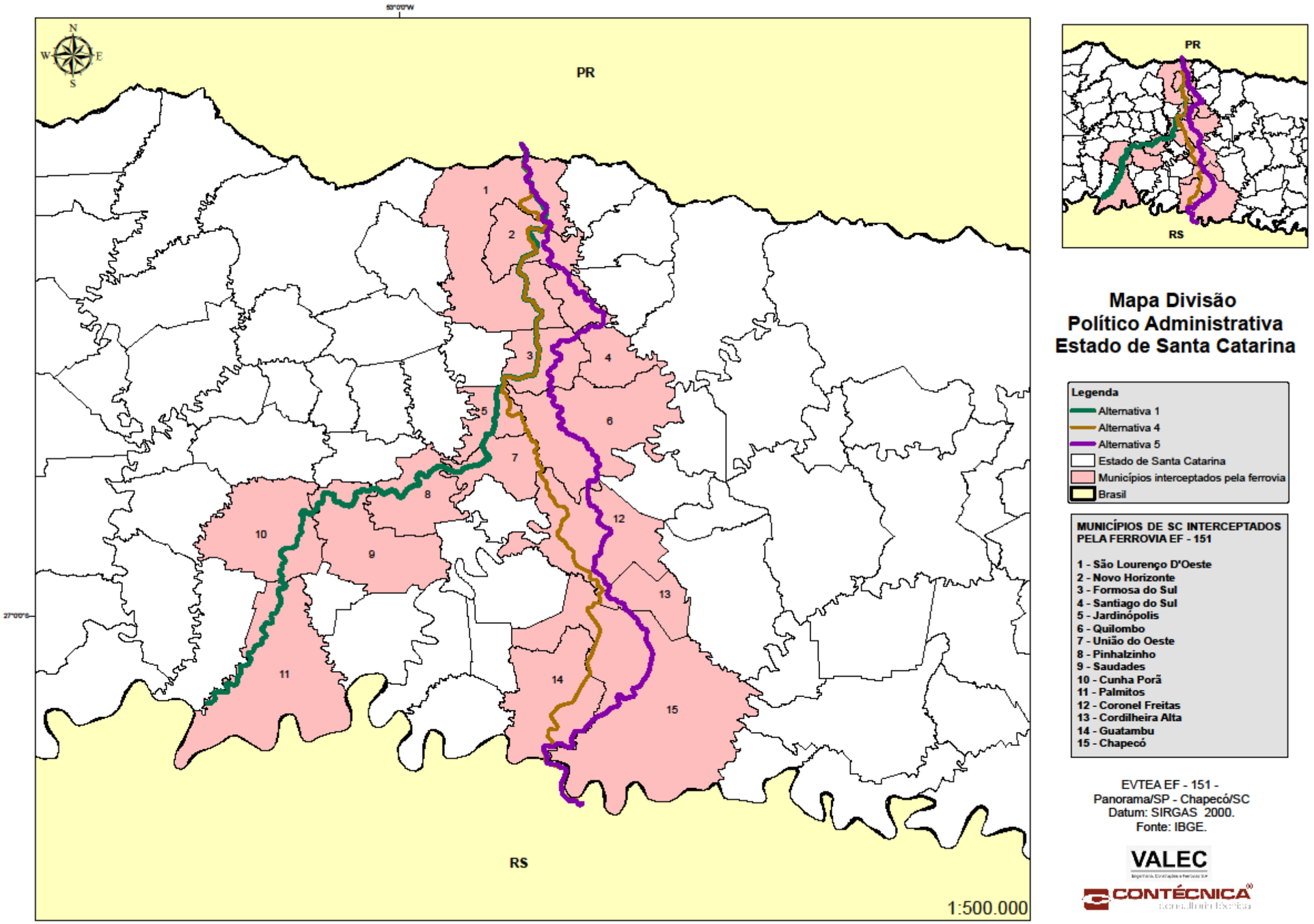
1 - Santo Inácio	21 - Quinta do Sol
2 - Colorado	22 - Peabirú
3 - Nossa Senhora das Graças	23 - Campo Mourão
4 - Lobato	24 - Farol
5 - Santa Fé	25 - Mamborê
6 - Ângulo	26 - Boa Esperança
7 - Taquaraçu	27 - Juranda
8 - Alvorada do Sul	28 - Ubiratã
9 - Bela Vista do Paraíso	29 - Anahy
10 - Sertaneja	30 - Corbelia
11 - Sertanópolis	31 - Cascavel
12 - Cambí	32 - Catanduvas
13 - Rolandia	33 - Três Barras do Paraná
14 - Sabáudio	34 - Cruzeiro do Iguaçu
15 - Astorga	35 - Dois Vizinhos
16 - Marialva	36 - Verê
17 - Maringá	37 - Itapejora D'Oeste
18 - Paiçandu	38 - Pato Branco
19 - Floresta	39 - Renascença
20 - Eng. Betrão	40 - Vitorino

EVTEA EF - 151 -
Panorama/SP - Chapecó/SC
Datum: SIRGAS 2000.
Fonte: IBGE.

VALEC

CONTÉCNICA consultoria técnica

Figura 5 – Mapa Divisão Político Administrativa do Estado do Paraná



Mapa Divisão Político Administrativa Estado de Santa Catarina

Legenda
- Alternativa 1
- Alternativa 4
- Alternativa 5
- Estado de Santa Catarina
- Municípios interceptados pela ferrovia
- Brasil

MUNICÍPIOS DE SC INTERCEPTADOS PELA FERROVIA EF - 151

1 - São Lourenço D'Oeste
2 - Novo Horizonte
3 - Formosa do Sul
4 - Santiago do Sul
5 - Jardinópolis
6 - Quilombo
7 - União do Oeste
8 - Pinhalzinho
9 - Saudades
10 - Cunha Porã
11 - Palmitos
12 - Coronel Freitas
13 - Cordilheira Alta
14 - Guatambu
15 - Chapecó

EVTEA EF - 151 -
Panorama/SP - Chapecó/SC
Datum: SIRGAS 2000.
Fonte: IBGE.

VALEC
CONTÉCNICA

Figura 6 – Mapa Divisão Político Administrativa do Estado de Santa Catarina

A Ferrovia Norte Sul é um importante eixo ferroviário criado para ampliar a capacidade de logística e escoamento da produção de mercadorias no país. Ela foi inicialmente projetada para cortar os Estados de Goiás, Tocantins e Maranhão. Porém, em face da integração com o PNLT, esta ferrovia, quando concluída possuirá uma extensão aproximada de 4.160 km, ligando o Porto de Belém, no estado do Pará, ao Porto de Rio Grande, no estado do Rio Grande do Sul, cortando também os estados do Maranhão, Tocantins, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina.

O traçado inicial da Ferrovia Norte-Sul previa apenas a construção de 1.574 km de trilhos, cortando os estados do Maranhão, Tocantins e Goiás, interligando Açailândia/MA e Anápolis/GO. Com a Lei nº 11.297, de 09 de maio de 2006, da Presidência da República, que incorporou o trecho Açailândia/MA – Barcarena/PI ao traçado inicialmente projetado, e com a Lei nº 1.772, de 17 de setembro de 2008, que estendeu o traçado até a cidade paulista de Panorama, a Ferrovia Norte-Sul terá, quando concluída, 2.760 km de extensão.

O segmento ferroviário ligando as cidades maranhenses de Estreito e Açailândia já está concluído e em operação comercial desde 1996. Esses 215 km de ferrovias se conectam à Estrada de Ferro Carajás, permitindo o acesso ao Porto de Itaqui, em São Luís/MA.

No Estado do Tocantins, foi concluído, em 2007, o segmento Aguiarnópolis– Araguaína, num total de 153 Km. O segmento seguinte, de mais 100 km, entre o Pátio Multimodal de Araguaina/TO e o de Colinas do Tocantins/TO, também já se encontra concluído, assim como também o trecho Colinas/TO – Palmas/GO, com cerca de 256 km, que foi inaugurado em setembro de 2010.

Todo o trecho entre Açailândia/MA e o Pátio de Guaraí/TO, com 571 km, já está em operação comercial pela Vale do Rio Doce, que detém o direito de exploração comercial desse trecho. O trecho entre o Pátio de Guaraí/TO e o Pátio de Palmas/Porto Nacional, com 158 km, entraram em operação em 2012.

Atualmente as obras estão em execução entre Palmas e Anápolis/GO, contando o segmento de Palmas/TO a Uruaçu/GO com 89% do físico realizado e o segmento Uruaçu/GO a Anápolis/GO com 87% do físico realizado. Para tornar o trecho ferroviário operacional, foram contratadas obras remanescentes, que possuem previsão de conclusão para abril de 2014. As obras do trecho entre Ouro Verde/GO e Estrela D'Oeste/SP, com 680 km, contam com cerca de 35% do total realizado e têm previsão de conclusão para julho de 2014.

Para atender o objetivo de estender a Ferrovia Norte Sul de Estrela D'Oeste/SP a Rio Grande/RS, foram concluídos os Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA para o trecho entre Estrela D'Oeste/SP e Panorama/SP, e iniciado o processo de contratação dos projetos básico e executivo. Para o trecho de Panorama/SP a Rio Grande/RS, o EVTEA é o objeto do presente trabalho.

A Ferrovia Norte-Sul constitui-se num importante projeto de integração nacional econômica, pois tem como objetivo dinamizar toda a rede de logística brasileira, facilitando o escoamento da produção, permitir a agilidade na exportação de produtos brasileiros e de reduzir os custos de transporte das mercadorias.

O Ministério dos Transportes, através da Secretaria de Política Nacional de Transportes (SPNT), consolidou uma listagem de projetos que passaram a constituir o Portfólio de Projetos do PNLT 2011. Em sequência (Tabela 1) apresentam-se aqueles identificados para o Vetor Sul, como polo de convergência de demandas.

Tabela 1
Portfólio de Projetos Prioritários do Vetor Sul – Modal Ferroviário

Código do Projeto	Modo de Transporte	Agrup.	Nome	Tipo de Intervenção	Total Invest (R$ 1.000)	Ext. (km)	TIRE	Período implantação
FSU1PR1-057	Ferroviário	A14	Ligação Ferroviária - Guarapuava/PR a Pato Branco/PR	Construção de Ferrovias	828.000	184	8 a 12%	2020 a 2023
FSU1RS1-047	Ferroviário	A14	Ligação Ferroviária - Colinas/RS a Caxias do Sul/RS	Construção de Ferrovias	414.000	92	8 a 12%	2020 a 2023
FSU1RS1-055	Ferroviário	A14	Ligação Ferroviária - Triunfo/RS a Pelotas/RS	Construção de Ferrovias	1.260.000	280	8 a 12%	2020 a 2023
FSU1RS1-066	Ferroviário	A14	Ligação Ferroviária - São Luiz Gonzaga/RS a São Borja/RS	Construção de Ferrovias	585.000	130	8 a 12%	2020 a 2023
FSU1RS1-068	Ferroviário	A14	Ligação Ferroviária - Serafina Corrêa/RS e Muitos Capões/RS	Construção de Ferrovias	297.000	66	8 a 12%	2020 a 2023
FSU1RS2-036	Ferroviário	A14	Ferrovia Litorânea Sul - Içara/SC e Porto Alegre/RS	Construção de Ferrovias	1.395.000	310	8 a 12%	2020 a 2023
FSU1SC1-025	Ferroviário	A14	EF-451: Araquari/SC - Imbituba/SC	Construção de Ferrovias	1.215.000	270	8 a 12%	2020 a 2023
FSU1SC1-029	Ferroviário	A14	Ferrovia do Frango - Dionísio Cerqueira/SC a Lages/SC	Construção de Ferrovias	2.056.500	457	8 a 12%	2020 a 2023
FSU1SC1-060	Ferroviário	A14	Ligação Ferroviária - Lages/SC a Tubarão/SC	Construção de Ferrovias	900.000	200	8 a 12%	2020 a 2023
FSU1SC3-028-1	Ferroviário	A14	EF-486: Pato Branco/PR a Chapecó/SC	Construção de Ferrovias	495.000	110	8 a 12%	2020 a 2023
FSU1SC3-028-2	Ferroviário	A14	EF-486: Chapecó/SC a Ijuí/RS	Construção de Ferrovias	949.500	211	8 a 12%	2020 a 2023
FSU1SC3-028-3	Ferroviário	A14	Ferrovia Leste-Oeste: Porto União/SC a Dionísio Cerqueira/SC	Construção de Ferrovias	1.350.000	300	8 a 12%	2020 a 2023

Fonte: PNLT 2013

Os aspectos regionais da evolução dos valores de PIB são outros indicadores que justificam a implantação da extensão sul da Ferrovia Norte Sul, objeto deste trabalho. Pode-se observar que a região Sul responde por 15,63% do PIB no período de 2010 - 2030 e detém taxas médias projetadas anuais de crescimento acima de 3,0% a.a. até 2030 (conforme se vê na Tabela 2 – Coluna: UF/Grandes Regiões - Paraná-Santa Catarina-Rio Grande do Sul – Coluna % s/Total Brasil 2010 – 2030).

Tabela 2
Aspectos Regionais da Evolução dos Valores de PIB

UF/GRANDES REGIÕES	PIB (Reais Milhões de 2010					Variação %aa por Período				% s/Total Brasil	
	2010	2015	2020	2025	2030	2010 - 2015	2015 - 2030	2020 - 2025	2025 - 2030	2010	2010 - 2030
Rondônia	21.880	26.764	32.900	39.809	47.484	4,11	4,21	3,89	3,59	0,60%	0,66&
Acre	8.297	10.261	12.788	15.647	18.806	4,34	4,50	4,12	3,75	0,23%	0,27%
Amazonas	56.031	67.101	79.798	94.722	112.157	3,67	3,53	3,49	3,44	1,52%	1,46%
Roraima	6.034	7.459	9.250	11.271	13.498	4,33	4,40	4,03	3,67	0,16%	0,19%
Pará	69.800	86.651	101.530	117.215	134.788	4,42	3,22	2,91	2,83	1,90%	1,68%
Amapá	8.260	10.162	12.451	15.040	17.929	4,23	4,15	3,85	3,58	0,22%	0,25%
Tocantins	16.109	19.699	23.983	28.779	34.078	4,11	4,01	3,71	3,44	0,44%	0,47%
Norte	**186.411**	**228.097**	**272.700**	**322.483**	**378.740**	**4,12**	**3,64**	**3,41**	**3,27**	**5,07%**	**4,98%**
Maranhão	46.678	56.441	66.905	78.523	91.545	3,87	3,46	3,25	3,12	1,27%	1,16%
Piauí	20.672	25.305	31.415	38.323	45.911	4,13	4,42	4,06	3,68	0,56%	0,65%
Ceará	73.469	88.655	108.221	130.258	154.488	3,83	4,07	3,78	3,47	2,00%	2,10%
Rio Gde. Norte	30.518	36.536	44.784	54.098	64.265	3,67	4,16	3,85	3,50	0,83%	0,87%
Paraíba	31.517	38.415	47.149	57.029	67.952	4,04	4,18	3,88	3,57	0,86%	0,94%
Pernambuco	86.363	104.761	129.746	156.893	186.823	3,94	4,37	3,87	3,55	2,35%	2,60%
Alagoas	23.631	28.428	34.251	40.774	47.964	3,77	3,80	3,55	3,30	0,64%	0,63%
Sergipe	23.576	28.436	34.867	42.074	49.977	3,82	4,16	3,83	3,50	0,64%	0,68%
Bahia	147.060	176.474	210.066	247.538	289.260	3,71	3,55	3,34	3,16	4,00%	3,69%
Nordeste	**483.484**	**583.451**	**707.404**	**845.510**	**998.185**	**3,83**	**3,93**	**3,63**	**3,38**	**13,15%**	**13,32%**
Minas Gerais	342.005	414.909	493.896	581.894	680.937	3,94	3,55	3,33	3,19	9,31%	8,80%
Espírito Santo	83.102	100.248	117.081	135.680	156.767	3,82	3,15	2,99	2,93	2,26%	1,91%
Rio de Janeiro	419.467	514.895	625.201	743.966	874.165	4,18	3,96	3,54	3,28	11.41%	11,80%
São Paulo	1.210.894	1.477.697	1.781.846	2.131.778	2.533.938	4,06	3,81	3,65	3,52	32,96%	34,31%
Sudeste	**2.055.468**	**2.507.749**	**3.018.024**	**3.593.318**	**4.245.807**	**4,06**	**3,77**	**3,55**	**3,39**	**55,94%**	**56,82%**
Paraná	217.106	260.686	309.122	363.656	425.199	3,73	3,47	3,30	3,18	5,91%	5,39%
Santa Catarina	148.991	180.586	216.737	257.982	305.200	3,92	3,72	3,55	3,42	4,05%	4,05%
Rio Gde. Sul	241.196	291.402	346.864	409.231	479.993	3,85	3,55	3,36	3,24	6,56%	3,19%
Sul	**607.293**	**732.674**	**872.723**	**1.030.869**	**1.210.392**	**3,83**	**3,56**	**3,39**	**3,26**	**16,52%**	**15,63%**
Mato Grosso Sul	40.288	48.491	57.723	67.869	79.112	3,78	3,55	3,29	3,11	1,10%	1,01%
Mato Grosso	65.073	78.265	90.514	103.688	118.320	3,76	2,95	2,75	2,68	1,77%	1,38%
Goiás	92.148	110.061	132.438	157.337	184.644	3,62	3,77	3,51	3,25	2,51%	2,40%
Distrito Federal	144.799	175.495	217.489	265.078	316.920	3,92	4,38	4,04	3,64	3,94%	4,46%
Centro Oeste	**342.308**	**412.312**	**498.164**	**593.972**	**698.996**	**3,79**	**3,86**	**3,58**	**3,31**	**9,32%**	**9,25%**
BRASIL	***3.674.964***	***4.464.283***	***5.369.015***	***6.386.152***	***7.532.152***	***3,97***	***3,76***	***3,53***	***3,36***	***100%***	***100%***

Fonte: PNLT 2013

Assim a partir da identificação da demanda e do potencial de crescimento e participação econômica de uma região, pode-se proceder a uma análise da Competitividade desta região.

Para Haddad (1989) esta análise, denominada de Diferencial-Estrutural, é uma técnica que procura descrever o crescimento econômico de uma região em termos de sua estrutura produtiva.

A partir do método de Análise Diferencial-Estrutura Ampliado, foi possível fazer uma análise para os seguintes setores: Agropecuária, Indústria Extrativa, Indústria Geral e Serviços. Tal análise tomou por base os anos de 2007 (observado) e o ano de 2030 (proveniente do cenário tendencial). Os resultados espacializados da análise diferencial para as microrregiões são apresentados na Figura 7.

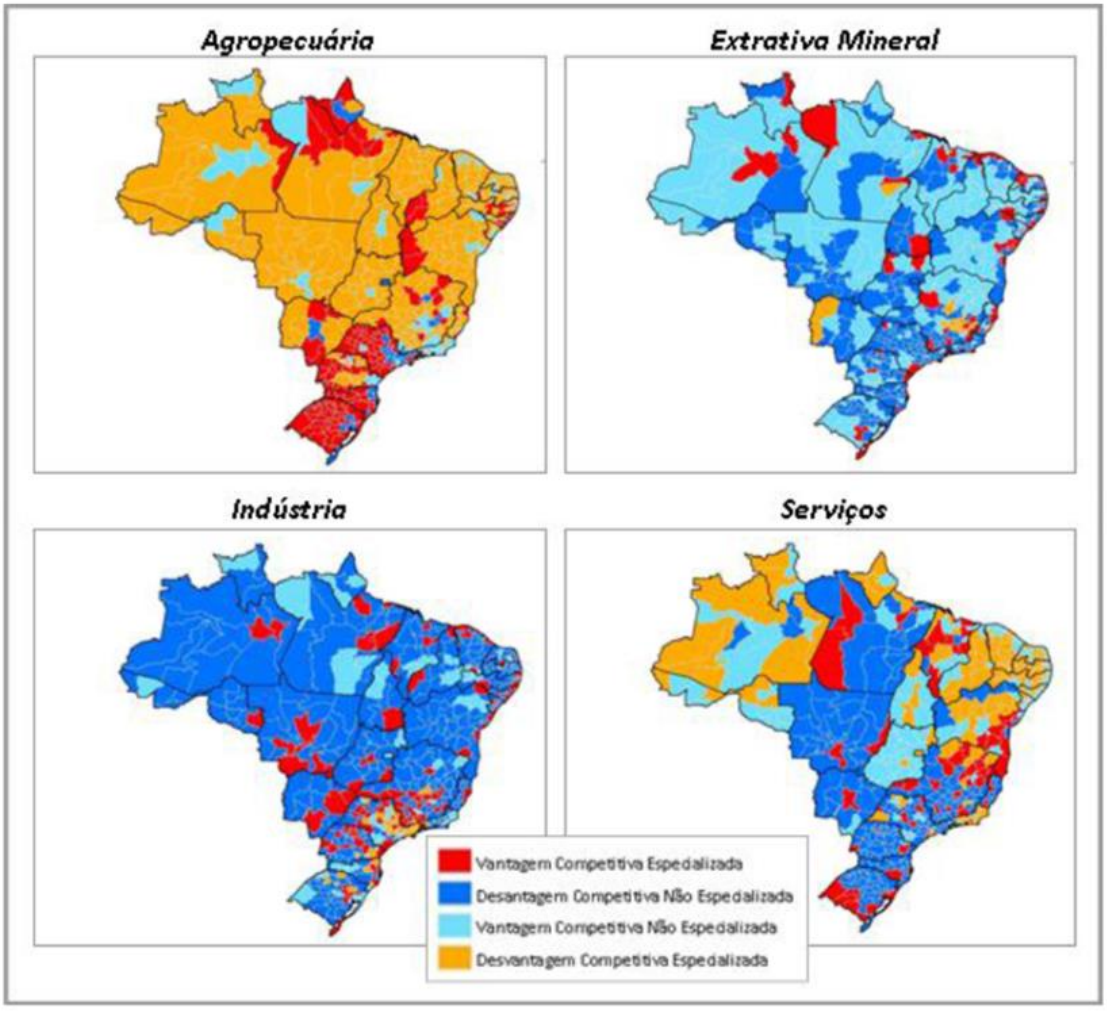


Figura 7- Distribuição espacial da tipologia *shift-share*[1] – *PNLT 2013.*

Os resultados agregados mostram que a maioria das microrregiões brasileiras apresenta a atividade agropecuária como setor de especialização em suas atividades. Para o setor Agropecuário percebe-se que o Quadrante I (setores que têm vantagem competitiva e são especializados) é formado por microrregiões, em sua maioria, pertencentes aos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.

b) O Porquê do Investimento no Modal Ferroviário Brasileiro

Histórico do Modal Ferroviário Brasileiro – da Implantação à Concessão

- ✓ Por um período de 50 anos, 1870-1920, o Brasil construiu um dos mais complexos e difíceis sistemas ferroviários do mundo. Difícil pela geografia, topografia, existência de grande quantidade de rios, cadeias de montanhas, serras, florestas fechadas, vales e platôs.
- ✓ No que se refere especificamente à construção de ferrovias no Brasil, o Governo Imperial consubstanciou na Lei n.º 101, de 31 de outubro de 1835, a concessão, com privilégio pelo prazo de 40 anos, às empresas que se propusessem a construir estradas de ferro, interligando o Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e

[1] **Análise shift-share** ajuda a identificar setores onde a economia regional tem vantagens competitivas sobre a economia maior.

Bahia. O incentivo não despertou o interesse desejado, pois as perspectivas de lucro não foram consideradas suficientes para atrair investimentos.

- ✓ É importante destacar que, até a chegada das ferrovias no Brasil, o transporte terrestre de mercadorias se processava no lombo dos burros em estradas carroçáveis. Naquela época, os portos fluminenses de Parati e Angra dos Reis exportavam cerca de 100 mil sacas de café, provenientes do Vale do Paraíba. Em São Paulo, anualmente, chegavam ao Porto de Santos cerca de 200 mil bestas carregadas com café e outros produtos agrícolas.

Em 26 de julho de 1852, o Governo promulgou a Lei n.º 641, na qual vantagens do tipo isenções e garantia de juros sobre o capital investido, foram prometidas às empresas nacionais ou estrangeiras que se interessassem em construir e explorar estradas de ferro em qualquer parte do País.

Assim nasceu a Estrada de Ferro Mauá, construída pelo empreendedor brasileiro, IRINEU EVANGELISTA DE SOUZA (1813-1889), mais tarde Barão de Mauá e que permitiu a integração das modalidades de transporte aquaviário e ferroviário, introduzindo a primeira operação intermodal do Brasil. Nesta condição, as embarcações faziam o trajeto inicial da Praça XV indo até ao fundo da Baía de Guanabara, no Porto de Estrela, e daí, o trem se encarregava do transporte terrestre até a Raiz da Serra, próximo a Petrópolis. A empresa de Mauá, que operava este serviço, denominava-se “Imperial Companhia de Navegação a Vapor e Estrada de Ferro Petrópolis”.

Os ingleses foram grandes investidores e gestores de ferrovias no Brasil e, por consequência, detinham a maior malha ferroviária do país. Esta era composta pela Estrada de Ferro Leopoldina, com 3.164,8 km, em bitola métrica, ligando todo o Rio de Janeiro, a Zona da Mata e Vitoria/ES. Esta via tinha o maior parque de material rodante do país, capaz de operar 128 (cento e vinte e oito) trens por dia.

No Nordeste, com epicentro em Recife e chegando até Natal, cobria todo interior de Pernambuco, Paraíba, Sergipe e Alagoas, com pouco mais de 1.600 km de rede.

A Estrada de Ferro São Paulo, era responsável pela ligação da capital paulista a Santos por um complicado sistema de cremalheiras para vencer o declive de mais de 800 metros do planalto ao litoral.

A Estrada de Ferro Sorocabana conectava São Paulo a Rio Grande (esta de companhia francesa, mas controlada por Londres).

Além das ferrovias inglesas havia as ferrovias do Governo Federal, como a Central do Brasil e a Noroeste do Brasil, ligando Bauru à Santa Cruz de La Sierra na Bolívia. Também empresas privadas de capital nacional como a Paulista de Estradas de Ferro, a Mogiana, a Douradense, a Araraquarense.
Entretanto a política de incentivos à construção de ferrovias, adotada pelo Governo Imperial, trouxe algumas consequências ao sistema ferroviário do país, que perduram até hoje, tais como:

- ✓ Grande diversidade de bitolas que vem dificultando a integração operacional entre as ferrovias;
- ✓ Traçados das estradas de ferro excessivamente sinuosos e extensos;

Estradas de ferro localizadas no país de forma dispersa e isolada.

Por outro lado, nesse período formaram-se gerações de ferroviários, maquinistas, engenheiros brasileiros. Os trajetos dos trilhos requereram grande número de pontes, túneis, aprimorando a engenharia nacional de construção e de organização de sistemas. Ferrovias, ao contrário de

rodovias, só funcionam como um sistema integrado exigindo grande organização de horários, manutenção, cálculos preciso de trajetos, manobras e desvios de composições.

Em 1922, ao se celebrar o 1º Centenário da Independência do Brasil, existia no país um sistema ferroviário com, aproximadamente, 29.000 km de extensão, cerca de 2.000 locomotivas a vapor e 30.000 vagões em tráfego.

Destacam-se alguns fatos relevantes para o sistema ferroviário do país, ocorridos no período de 1922 a 1954, tais como:

- ✓ Introdução da tração elétrica , em 1930, para substituir, em determinados, trechos a tração a vapor;
- ✓ Em 1939 ocorreu o início da substituição da tração a vapor pela diesel elétrica. Este processo, interrompido durante a Segunda Guerra Mundial, foi intensificado na década de 1950.
- ✓ Em 1942 foi criada a Companhia Vale do Rio Doce, que absorveu a Estrada de Ferro Vitória a Minas (construída a partir de 1903). Esta ferrovia foi então modernizada com o objetivo de suportar o tráfego pesado dos trens que transportavam minério de ferro entre as jazidas de Itabira, em Minas Gerais, e o Porto de Vitória, no Espírito Santo.

O Governo Vargas, no final da década de 1930, iniciou processo de saneamento e reorganização das estradas de ferro e promoção de investimentos, pela encampação de empresas estrangeiras e nacionais, inclusive estaduais, que se encontravam em má situação financeira. Assim, foram incorporadas ao patrimônio da União várias estradas de ferro, cuja administração ficou a cargo da Inspetoria Federal de Estradas – IFE, órgão do Ministério da Viação e Obras Públicas, encarregado de gerir as ferrovias e rodovias federais.

Esta Inspetoria deu origem, posteriormente, ao Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER e Departamento Nacional de Estradas de Ferro - DNEF, sendo este último, criado pelo Decreto Lei n.º 3.155, de 28 de março de 1941. O DNEF foi extinto em dezembro de 1974 e suas funções foram transferidas para a Secretaria-Geral do Ministério dos Transportes e parte para a Rede Ferroviária Federal S.A. – RFFSA.

Dentre os objetivos da encampação das estradas de ferro pela União podem-se destacar: evitar a brusca interrupção do tráfego, prevenir o desemprego, propiciar a melhoria operacional, objetivando a reorganização administrativa e a recuperação de linhas e material rodante.

De 1980 a 1992, os sistemas ferroviários pertencentes à Rede Ferroviária Federal S.A. – RFFSA e à FEPASA – Ferrovia Paulista S.A., foram afetados de forma dramática, quando os investimentos reduziram-se substancialmente, atingindo, na RFFSA em 1989, apenas 19% do valor aplicado na década de 1980. Em 1984, a RFFSA, encontrava-se impossibilitada de gerar recursos suficientes à cobertura dos serviços da dívida contraída. A empresa suportava sério desequilíbrio técnico-operacional, decorrente da degradação da infra e da superestrutura dos seus principais segmentos de bitola métrica e da postergação da manutenção de material rodante, que ocasionaram expressiva perda de mercado para o modal rodoviário.

Medida de ajustamento institucional foi tomada pelo Governo Federal, com o afastamento da RFFSA dos transportes urbanos. O Decreto n.º 89.396, de 22/02/84, constituiu a Companhia Brasileira de Transporte Urbano – CBTU que ficou responsável pela prestação daqueles serviços. Note-se que estes, na maioria dos casos, são altamente deficitários.

Na impossibilidade de gerar os recursos necessários para continuar financiando os investimentos, o Governo Federal colocou em prática ações voltadas à concessão de serviços públicos de transporte de carga à iniciativa privada.

Foi editada a Lei n.º 8.031/90 e suas alterações posteriores, que instituíram o Programa Nacional de Desestatização – PND, sendo a RFFSA incluída no referido Programa, em 10/03/92, por meio do Decreto n.º 473. Neste processo atuou como gestor o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES que, nos termos do Decreto n.º 1.024/94, elaborou a forma e as condições gerais para concessão das malhas da RFFSA.

O processo de desestatização da RFFSA foi realizado com base na Lei n.º 8.987/95, (Lei das Concessões). Esta lei estabeleceu os direitos e obrigações para as partes envolvidas no processo de concessão, definindo ainda, o princípio da manutenção do equilíbrio econômico e financeiro e os direitos dos usuários. O processo obedeceu a seguinte cronologia:

Tabela 3 - A Desestatização das Malhas:

Malhas Regionais	*Data do Leilão*	*Concessionárias*	*Início da Operação*	*Extensão (Km)*
Oeste	05.03.1996	Ferrovia Novoeste S.A.	01.07.1996	1.621
Centro-Leste	14.06.1996	Ferrovia Centro-Atlântica S.A.	01.09.1996	7.080
Sudeste	20.09.1996	MRS Logística S.A.	01.12.1996	1.674
Tereza Cristina	22.11.1996	Ferrovia Tereza Cristina S.A.	01.02.1997	164
Nordeste	18.07.1997	Cia. Ferroviária do Nordeste	01.01.1998	4.534
Sul	13.12.1998	Ferrovia Sul-Atlântico S.A. – atualmente – ALL-América Latina Logística S/A	01.03.1997	6.586
Paulista	10.11.1998	Ferrovias Bandeirantes S.A.	01.01.1999	4.236
Total	**25.895**			

Fonte: RFFSA e BNDES.

Com o leilão da Malha Paulista (antiga FEPASA incorporada à RFFSA pelo Decreto n. o 2.502, em 18/02/98), concluiu-se o processo de desestatização das malhas da RFFSA. O Governo Federal outorgou, em 28/06/97, à Companhia Vale do Rio Doce, no processo de sua privatização, a exploração da Estrada de Ferro Vitória a Minas e Estrada de Ferro Carajás.

Em 7 de dezembro de 1999, o Governo Federal, com base na Resolução n.º 12, de 11 de novembro de 1999 do Conselho Nacional de Desestatização e por intermédio do Decreto n. 3.277, dissolve, liquida e extingue a Rede Ferroviária Federal S.A. - RFFSA.

b.1. Desenvolvimento E Demanda do Setor

Após o período de concessionamento do Sistema Ferroviário da antiga RFFSA, ocorrido entre 1996 e 1999, a malha ferroviária da Rede passou a ter uma nova configuração, conforme tabela a seguir.

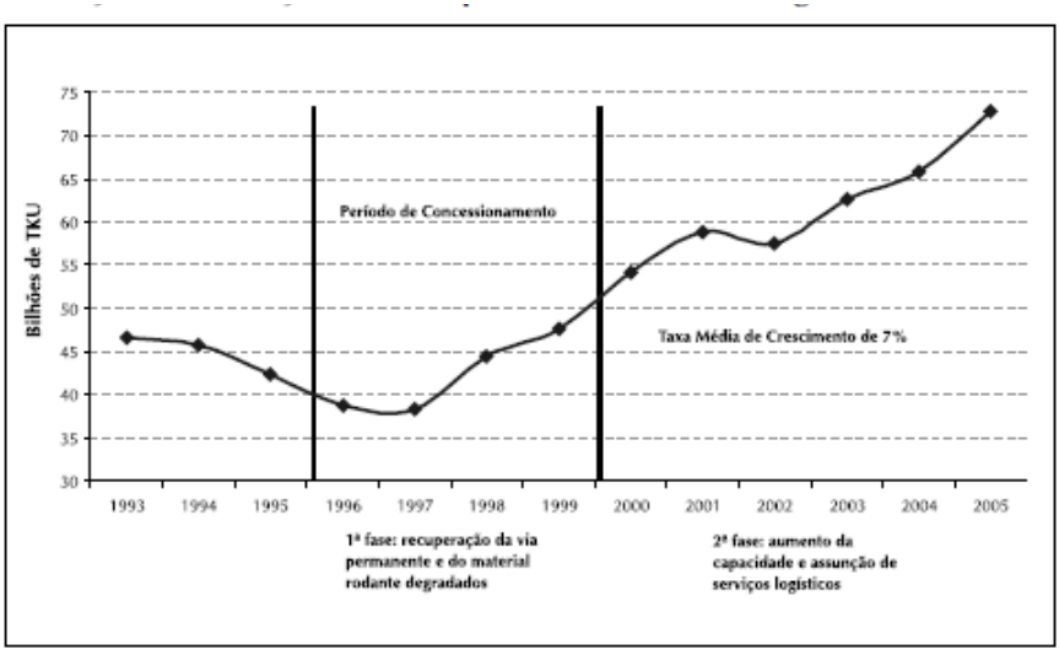
Tabela 4 - Concessionárias RFFSA – Dados Básicos

Concessionária	Malha	Bitola	Extensão	Carregamento 2005 (milhão)		Contratado
			(1.000 km)	TKU[1]	TU[2]	R$ Milhões
Ferrovia Noroeste S.A.	Oeste	métrica	1,9	1,3	3,5	103,00
Ferrovia Centro-Atlântica S. A.	Centro-Leste	métrica	8,1	10,7	27,6	511,60
MRS Logística S.A.	Sudeste	larga	1,7	44,4	108,1	1.433,10
Ferrovia Tereza Cristina S. A	Tereza Cristina	métrica	0,2	0,2	2,4	29,70
América Latina Logística	Sul	métrica	7,2	15,4	21,7	344,40
Companhia Ferroviária do Nordeste	Nordeste	métrica	4,2	0,8	1,4	23,90
Ferrovias Bandeirantes		larga	2,0	2,3	4,4	359,90

Concessionária	Malha	Bitola	Extensão	Carregamento 2005 (milhão)		Contratado
			(1.000 km)	TKU[1]	TU[2]	R$ Milhões
S. A.						
Ferroeste		métrica	0,2	0,3	1,5	40,70
Total			**25,6**			**2.846,30**

[1]TKU: tonelada quilômetro útil
[2]TU: tonelada útil
Fonte: Dimensionamento do Potencial de Investimentos do Setor Ferroviário – BNDES

Durante o referido período, o conjunto de concessionários retomou os investimentos no setor, que haviam sido muito reduzidos a partir de 1993, quando foi decidida a concessão do sistema ao setor privado. O resultado dessa ação, entretanto, apenas recuperou o desempenho do Sistema RFFSA realizado no passado (1993), como se pode ver na Figura 8.



Fonte: Dimensionamento do Potencial de Investimentos do Setor Ferroviário – BNDES
Figura 8 - Evolução da Produção de Transporte das Ferrovias Originárias da RFFSA.

O BNDES foi financiador dessa primeira etapa, por meio de operações com a FCA (Malha Centro-Leste), CFN (Malha Nordeste), ALL (Malha Sul) e, posteriormente, com a Ferroban (Malha Paulista), a última que foi concedida. Além disso, paralelamente, o Banco apoiou a implantação do projeto Ferronorte desde o seu início em 1992, criando um corredor ferroviário em bitola larga de Mato Grosso ao sistema paulista da Ferroban e, por consequência, ao Porto de Santos.

A partir de 2000, o sistema ferroviário concedido ingressou numa segunda fase de investimentos, caracterizada pelo aumento da capacidade (aumento da oferta) e a assunção de serviços logísticos. Nesse período, ampliaram-se os pátios de manobras, aumentou-se a capacidade de suporte da via permanente, construíram-se terminais de integração rodoferroviários e adquiriu-se novo material rodante.

Após 2000, o sistema foi pressionado pelo aumento da demanda, notadamente granéis agrícolas de exportação (soja, farelo e fertilizantes), minério de ferro, carvão, produtos siderúrgicos e combustíveis – tradicionais produtos da ferrovia –, mas também por outras cargas, como materiais de construção (cimento a granel e ensacados), açúcar, álcool e contêineres frigorificados.

Durante esse período, elevou-se o patamar de investimento setorial de R$ 353 milhões (1997) para cerca de R$ 3,3 bilhões (2005). A partir de 2003, os investimentos destinaram-se também à aquisição de vagões e locomotivas, responsável pela retomada da indústria de materiais e equipamentos ferroviários, que apresenta uma demanda média de cerca de 4.500 vagões/ano (para o período 2003-2007, no ano de 2005, foram produzidos no país 7.500 vagões).

Acresce-se que, numa visão integrada, diversos terminais portuários foram apoiados para aumentar a capacidade de armazenagem e de movimentação de carga proveniente do modal ferroviário (Teaçu, Terminal XXXIX, Coopersucar, Santos-Brasil e Cereal-Sul, no Porto de Santos, além de terminais nos Portos de Itaguaí e de Pecém).

O BNDES participou novamente dessa segunda fase por meio do financiamento direto aos concessionários ferroviários – segunda operação com a ALL e CFN, além da segunda operação com a Ferronorte – e também mediante o apoio direto aos clientes dos operadores e a empresas de locação de vagões, na aquisição de material rodante na indústria nacional, o que acelerou o desenvolvimento do setor pela entrada de novos atores na tomada de créditos (ADM, Cargill, Caramuru, Fiagril, Mitsui etc.). O BNDES financiou, desde 2004, cerca de três mil vagões, 80% destinados a clientes e empresas de locação.

As expectativas de desenvolvimento do setor ferroviário apontam para uma terceira fase de investimentos, que se caracteriza pela expansão da malha e pela superação de gargalos logísticos não tratados até então.

A expansão poderá ocorrer no âmbito das concessões na implantação de ramais, duplicações de via permanente existente ou construção de novos trechos mais eficientes, além da expansão da malha em grandes projetos como a ferrovia Norte Sul - FNS, a Nova Transnordestina, ferrovia Leste Oeste - FIOL e ferrovia Centro Oeste - FICO.

Quanto ao equacionamento dos gargalos logísticos, os investimentos devem ser aplicados na solução dos obstáculos físicos, sobretudo nos ambientes urbanos. Do ponto de vista econômico, representa o aumento da velocidade operacional média e o consequente aumento da produtividade do sistema, tornando-o mais eficaz e gerando grande impacto na melhoria da competitividade dos produtos brasileiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ O grande sistema ferroviário brasileiro – Motta Araújo
- ✓ www1.dnit.gov.br/ferrovias/historico.asp
- ✓ http://www.transportes.gov.br/obra/conteudo/id/36518
- ✓ http://www.bndes.gov.br
- ✓ PNLT 2013.
- ✓ www.antt.gov.br
- ✓ www.valec.gov.br

2.4.2 INTRODUÇÃO AOS ESTUDOS DE ENGENHARIA

O presente EVTEA é composto pelo conjunto de elementos identificados e compilados, destinados a se obter a referência de um traçado de engenharia, o mais viável sob os aspectos Técnicos, Econômicos, Sociais e Ambientais. O resultado do EVTEA, ora apresentado, irá subsidiar o desenvolvimento dos Projetos de Engenharia e da obtenção das Licenças Ambientais para implantação da EF-151 – Ferrovia Norte Sul – Trecho: Panorama/SP a Chapecó/SC.

O elemento que propiciou dar início à concepção dos estudos do EVTEA foi o reconhecimento físico da região inserida no objeto dos estudos, tomando como referência o objetivo de integrar as cidades de Panorama/SP e Chapecó/SC, realizado por meio da Visita Técnica de uma equipe de profissionais das áreas de engenharia de infraestrutura de transportes, meio ambiente, geologia e economia.

Esta visita propiciou a identificação macro de restrições físicas sob a ótica da engenharia, geologia e do meio ambiente e a realização de levantamentos com foco nos estudos de mercado. As Secretarias de Desenvolvimento Econômico e de Agricultura dos municípios sede com maior densidade econômica foram contatadas e a partir destes possibilitou um primeiro balizamento das principais atividades rurais da região e das estruturas existentes para armazenamento (tipo de produto e capacidade de estocagem) assim como o destino destes.

Sob a ótica da engenharia e geologia, observou-se que as características físicas do relevo e solos nos estados de São Paulo e Paraná não apresentam aspectos restritivos. O mesmo não ocorre com o estado de Santa Catarina que tem relevo acidentado e incidência elevada de afloramento de rochas.

A Consultora deu início a uma série de pesquisas de dados para o desenvolvimento mais adequado do relevo ao longo da possível diretriz do traçado, e dessa forma definiu-se como parâmetros iniciais a utilização de dados geográficos disponibilizados gratuitamente, como por exemplo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), *ASTER Global Digital Elevation Mapping* (GDEM), Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (EMBRAPA), entre outros.

Pode-se identificar como restrições ambientais macros a existência do Pontal do Paranapanema no estado de São Paulo, a presença de terras indígenas, grandes bacias hidrográficas e reservatórios de Usinas Hidrelétricas e por consequente a existência de APP's – Áreas de Preservação Permanente nos estados de São Paulo e Paraná, além de áreas de reservas de florestas nos três estados.

No aspecto econômico puderam-se identificar municípios com infraestrutura de armazenamento e logística de distribuição, como por exemplo, Londrina/PR, Maringá/PR, Campo Mourão/PR e Cascavel/PR. Já Panorama/SP foi identificado como o município de convergência de projetos de implantações ferroviárias nos eixos de integração Norte-Sul e Leste-Oeste, além de encontrar-se às margens do rio Paraná, tendo assim grande importância estratégica. Outros municípios foram identificados como potencial fornecedor de cargas ao longo desta diretriz: Presidente Prudente/SP, Presidente Venceslau/SP, Apucarana/PR, Toledo/PR, Pato Branco/PR, São Lourenço do Oeste/SC e Chapecó/SC.

Assim, o EVTEA tem por objetivo considerar todas as variáveis técnicas, econômicas e ambientais cabíveis para assegurar o controle das ações decisórias na escolha do traçado que maximizará o desempenho das ações de engenharia e logística, e minimizará esforços ambientais e econômicos com a construção da ferrovia.

2.4.3 COLETA, ANÁLISE E COMPILAÇÃO DE DADOS

A partir de informações obtidas, fez-se necessário a compilação destes dados a fim de identificar possíveis estudos de traçados, porém alimentados de forma contínua por informações complementares e pelo refinamento de todas as informações coletadas.

Para desenvolver este processo, e atender à especificação de inovação metodológica utilizando geoprocessamento estabelecida pela VALEC, a Consultora decidiu antecipar, nesta fase dos estudos, a aplicação da metodologia da Análise Multicriterial apoiada por Sistema de Informações Geográficas (SIG). Nesta etapa, diversos mapas temáticos serviram como base para apoiar a tomada de decisão quanto ao desenho inicial do traçado macro do corredor ferroviário interligando as localidades extremas da sessão em estudo.

2.4.3.1 Análise Multicriterial

2.4.3.1.1 PLANEJAMENTO DE CORREDORES DE TRANSPORTES

A literatura específica sobre planejamento de transportes revela o seu grau de importância para atender a demanda econômica regional, bem como a necessidade de que um projeto nessa área integre componentes ambientais, sociais, jurídicas e político-administrativas. As informações geradas pelos diferentes atores desse processo, quando especializadas e integradas, passam a fornecer subsídios para uma correta tomada de decisão.

As decisões tomadas em transportes são em geral complexas e não podem ser tratadas como disciplinas independentes, seja para estudos logísticos de origem e destino, acessibilidade ou questões ambientais. As intervenções físicas resultantes de um projeto viário geram reflexos no contexto geográfico. Da mesma forma, intervenções no espaço físico, ou simplesmente na legislação ou política que rege o território, tem reflexos no sistema de transportes. Do ponto de vista ambiental, a densificação das malhas de transporte terrestre pode desencadear consequências negativas como a fragmentação de habitat naturais, bem como problemas com a acessibilidade intraurbana quando a infraestrutura viária intercepta o ambiente urbano. Tais componentes são responsáveis pela compilação de cenários, normalmente concorrentes entre si, e que em geral são confrontados e combinados na tentativa de encontrar um ponto de equilíbrio entre o benefício e o esforço para implantação do projeto. Neste sentido, a engenharia se apoia nos Estudos de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental (EVTEA) para garantir a operacionalidade dos projetos viários.

Ocorre que a quantidade de variáveis envolvidas no processo de tomada de decisão em planejamento de transportes é maior do que foi no passado. Como implicação, o aumento dessas variáveis afeta a qualidade, o tempo de execução e o orçamento dos EVTEAs.

A complexidade das variáveis no processo de planejamento de transportes e de uso do solo requer o emprego de modelos para apoiar a tomada de decisão. Em contrapartida, o estágio tecnológico atual permite, através de geoprocessamento, reunir as variáveis envolvidas no processo, espacializá-las e analisá-las em conjunto para a definição de um modelo multicriterial para apoio a tomada de decisão, como é, por exemplo, o caso do modelo analítico de processamento hierárquico (*Analytical Hierqrchical Process – AHP*), o qual tem ganho espaço nas aplicações em planejamento de transportes e uso do solo.

Há, com isso, uma crescente demanda pela utilização de técnicas de geoprocessamento como chave para os sistemas de suporte a decisão espacial. A Figura 9 ilustra a aplicação de técnicas computacionais de geoprocessamento e de análise multicriterial para definição de áreas potenciais para instalação de corredores de transporte, método este que foi utilizado para apoiar o estudo dos corredores para EVTEA do presente projeto.

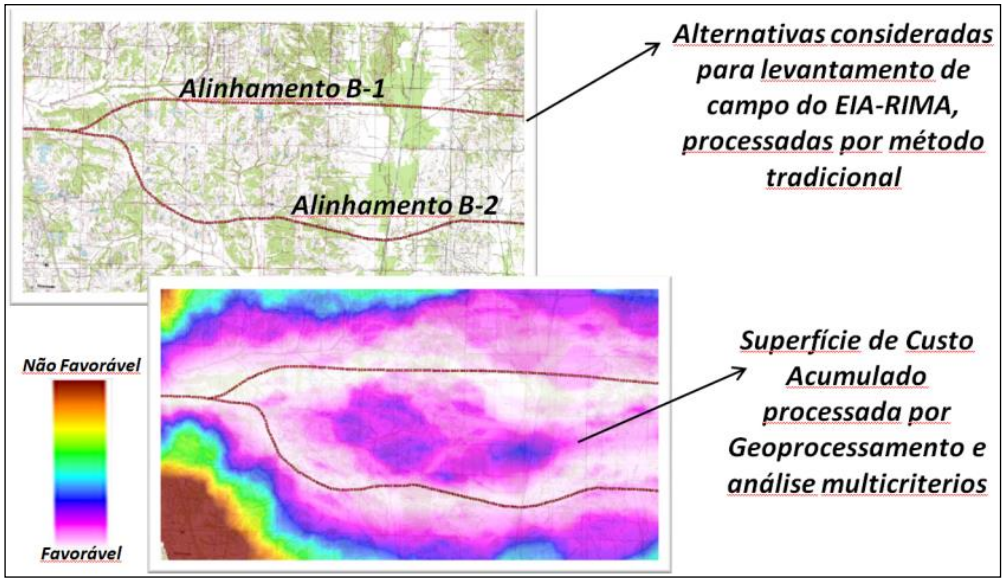


Figura 9 - Definição dos corredores de menor esforço ambiental para estudo detalhado de implantação de rodovia (Adaptado de Nóbrega e O'Hara, 2011).

2.4.3.1.2 PROPOSTA DE INOVAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO EVTEA

Nesta fase dos estudos procurou-se dar início à definição macro do traçado. Inicialmente, tendo por base as informações levantadas pelo corpo técnico da STE, foram estudados os principais pontos de passagem e suas vizinhanças, em função dos aspectos econômicos e logísticos (polos de carga/descarga), além de aspectos ambientais, socioeconômicos e físicos.

- ✓ **Panorama/SP** (início do trecho);
- ✓ Presidente Prudente/SP;
- ✓ Presidente Epitácio/SP;
- ✓ Assis/SP,
- ✓ Araçatuba/SP;
- ✓ Maringá/PR;
- ✓ Londrina/PR;
- ✓ Ponta Grossa/PR;
- ✓ Campo Mourão/PR;
- ✓ Cascavel/PR;
- ✓ Foz do Iguaçú/PR;
- ✓ Pato Branco/PR;
- ✓ **Chapecó/SP** (final do trecho).

A partir deste ponto, a Consultora deu início a uma série de pesquisas de dados para o desenvolvimento mais adequado do relevo ao longo da possível diretriz do traçado, e dessa forma definiu-se como parâmetros iniciais a utilização dados geográficos disponibilizados gratuitamente, como por exemplo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE), Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), *ASTER Global Digital Elevation Mapping* (GDEM), entre outros.

Desta forma, o estudo EVTEA tem por objetivo considerar todas as variáveis técnicas, econômicas e ambientais cabíveis para assegurar o controle das ações decisórias na escolha do traçado que maximizará o desempenho das ações de engenharia e logística, e minimizará esforços ambientais e econômicos com a construção da ferrovia.

Para aperfeiçoar o processo, e atender à especificação de inovação metodológica utilizando geoprocessamento estabelecida pela VALEC, a Consultora decidiu antecipar, nesta fase dos estudos, a execução da análise multicriterial apoiada por Sistema de Informações Geográficas (SIG). Nesta etapa, diversos mapas temáticos serviram como base para apoiar a tomada de decisão quanto ao desenho inicial do traçado macro do corredor ferroviário interligando as localidades extremas da sessão em estudo.

Dados de Entrada e Definição da Área de Estudo

O desenvolvimento da análise multicritério teve por finalidade a utilização conjunta de dados geográficos e opiniões confrontantes. Quando traduzidos em informações espaciais e fatores de peso, estes dados são responsáveis pela criação de cenários favoráveis ou desfavoráveis à ao empreendimento do corredor ferroviário. Os cenários desenvolvidos serviram como base para a composição da superfície de esforço acumulado. O processo foi, em sua maioria, desenvolvido em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

O estudo empregou fatores socioeconômicos, mercadológicos e logísticos, biofísicos, bem como as áreas que apresentam restições ambientais, cada qual compondo um subconjunto (Tabela 5). Inicialmente, os dados geográficos foram processados e analisados para cada subconjunto temático, utilizando ponderações de valores para a composição dos cenários independentes. Os dados de entrada utilizados são de domínio público, e foram adquiridos de repositórios eletrônicos como o visualizador da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Plataforma AliceWeb, Ministério da Agricultura, DNPM, entre outros. A Tabela 5 exemplifica alguns dos dados de entrada utilizados na Análise Multicriterial. Vale ressaltar que os dados mais recentes, como os da Cana (produção de açúcar e etanol) e pecuária (produção de bovinos, aves, suínos) foram fornecidos pela VALEC.

Tabela 5 - Dados de Entrada Utilizados na Análise Multicriterial para a Definição Inicial da Poligonal Base do Corredor Ferroviário

Dado	Fonte	Tipo	Subconjunto
Localidades	INDE	VETOR	Socioeconômico
Polulação	IBGE	TABELA	
PIB	IBGE	TABELA	
Hidrovias	BIT	VETOR	Mercadológicos e Logísticos
Ferrovias	BIT	VETOR	
Rodovias	BIT	VETOR	
Hidrografia	INDE	VETOR	Biofísico
Hidrografia Margem Dupla	INDE	VETOR	
Modelo de Elevação	GDEM	IMAGEM	
Geomorfologia	INDE	VETOR	
Terras Indígenas Demarcadas	INDE	VETOR	Restrições Ambientais
Terras Indígenas em Estudo	INDE	VETOR	
RPPN e Áreas Protegidas	INDE	VETOR	
Unid. Conserv. - Proteção Integral	INDE	VETOR	
Unid. Conserv. - Uso Sustentável	INDE	VETOR	

Definição da Área de Estudo e das Especificações Cartográficas

Para o estudo, os dados geográficos utilizados foram recortados utilizando os limites superior, inferior e longitudinais do um retângulo macro envolvendo as localidades de Panorama/SP e Chapecó/SC.

A área de estudo está compreendida entre as latitudes 21°05'S e 27°32'S e as longitudes 48°46'W e 55°15'W. O retângulo envolvente é alongado no sentido Norte-Sul para acomodar as localidades extremas do projeto. O retângulo foi estabelecido de forma que o eixo interligando as localidades de Panorama e Chapecó fosse localizado na porção central. Esse procedimento permitiu que o projeto contemplasse áreas excedentes que avançaram até 250km para leste e 250km para oeste do eixo central entre Panorama e Chapecó, fazendo com que a área de estudo do corredor ferroviário pudesse contemplar diferentes cenários geográficos em toda sua amplitude.

O presente estudo segue as especificações da Diretoria de Geodésia do Instituto brasileiro de Geografia e Estatística, e faz uso do novo Sistema de Referência Geodésica das Américas-SIRGAS2000 (Tabela 6).

Os dados geográficos de entrada foram reprojetados para o sistema SIRGAS2000. Devido a amplitude dos projetos ferroviários, a base cartográfica escolhida utiliza a projeção cônica, possibilitando que sejam trabalhados em um mesma sistema de representação plana (e posteriormente unificados) mapas de diferentes projetos no território nacional.

Tabela 6 - Sistema de Referência Espacial e Projeção Adotados

SIRGAS2000_Albers_Equal_Area_Conic		Projeção Cartográfica:	Albers
Falso Este:	0,00000000	False_Northing:	0,00000000
Meridiano Central:	-60° Oeste	Paralelo Padrão #1:	5° Sul
Paralelo Padrão #2:	-42,00000000	Latitute de Origem:	32° Sul
Unidade Linear:	Metro		

Preparação dos Mapas Temáticos

Com base nos dados primários de entrada, o procedimento seguinte foi a preparação dos dados no formato compatível ao da metodologia de análise multicriterial por SIG. Para isso foram necessários pré-processamentos nos dados de entrada de forma a torná-los adequados à estrutura matricial dos dados a serem utilizados nas análises multicriteriais.

Os dados de entrada, em geral caracterizados pela abrangência nacional, foram inicialmente recortados para o polígono restritivo da área de estudo, e posteriormente projetado cartograficamente para o sistema de referência espacial padronizado para o projeto (SIRGAS2000, projeção cônica de Albers). Na sequência os dados foram devidamente convertidos em mapas temáticos, e estes serviram como dados de entrada para o desenvolvimento da metodologia multicriterial.

Os mapas temáticos gerados são produtos matriciais (imagens raster), para os quais foram especificados atributos e condicionantes característicos da escala macro para a qual esta fase da análise multicriterial foi desenvolvida. Foi adotada a resolução espacial de 300m. Os mapas temáticos estão ilustrados nas figuras seguintes.

Processamento dos Dados de Entrada do Sistema Multicriterial

Embora em formato matricial, os mapas temáticos processados possuem diferentes grandezas para representar os valores dos pixels. O processo de análise multicriterial combina diferentes

dados, porém é preciso que os dados sejam adimensionais ou que utilizam a mesma unidade de medida.

Para solucionar esse problema, a metodologia utilizada conta com uma etapa de normatização, onde são estabelecidos meios para que os valores dos pixels sejam padronizados em um intervalo comum, que no caso do presente projeto foi estabelecido entre os níveis digitais “0” e “1”, contados por números reais. Foram também estabelecidas regras através de fatores de pesos multiplicados aos valores dos pixels. As regras utilizadas regras estão apresentadas nas tabelas seguintes.

Tabela 7 - Estratégias Definidas para o Cenário Socioeconômico

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
População	Localidades + População	Caso 1: Densidade populacional. Calcular a distância média entre as localidades para a área de estudo. A distância média será utilizada como raio para o operador Kernel. Maiores densidades receberão fator AHP=1 e a menor densidade fator AHP=9 Ou Caso 2: Mapa temático das localidades segundo a classificação do IBGE. Calcular a distância média entre as localidades para a área de estudo.	O mapa de densidades será dividido em 9 classes. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional a densidade da classe. Ex: maior densidade, AHP=1 - menor densidade, AHP=9 Classificação do IBGE: 1. >1600 k (AHP=1) 2. 435 a 1600 k (AHP=2) 3. 162-435 k (AHP=3) 4. 71-162 k (AHP=4) 5. 23-71 k (AHP=5) 6. < 23k (AHP=6)
PIB Agropecuário	Localidade + PIB Agropecuário	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando a localidade e o atributo do PIB agropecuário. A superfície resultante será dividida em 9 classes para a atribuição dos fatores AHP. Quanto maior o valor do PIB da classe, maior a atratividade do corredor. Quanto menor o PIB, maior o esforço operacional do empreendimento.	A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à densidade da classe. Exemplo: - maior PIB, AHP=1 -menor PIB, AHP = 9
PIB Industrial	Localidade + PIB Industrial	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando a localidade e o atributo do PIB Industrial. A superfície resultante será dividida em 9 classes para a atribuição dos fatores AHP. Quanto maior o valor do PIB da classe, maior a atratividade do corredor. Quanto menor o PIB, maior o esforço operacional do empreendimento.	A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à densidade da classe. Exemplo: - maior PIB, AHP=1 -menor PIB, AHP = 9

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
PIB Serviços	Localidade + PIB Serviços	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando a localidade e o atributo do PIB de Serviços. A superfície resultante será dividida em 9 classes para a atribuição dos fatores AHP. Quanto maior o valor do PIB da classe, maior a atratividade do corredor. Quanto menor o PIB, maior o esforço operacional do empreendimento.	A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à densidade da classe. Exemplo: - maior PIB, AHP=1 -menor PIB, AHP = 9
PIB Per Capta	Localidade + PIB Per Capta	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando a localidade e o atributo do PIB Per Capta. A superfície resultante será dividida em 9 classes para a atribuição dos fatores AHP. Quanto maior o valor do PIB da classe, maior a atratividade do corredor. Quanto menor o PIB, maior o esforço operacional do empreendimento	A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à densidade da classe. Exemplo: - maior PIB, AHP=1 -menor PIB, AHP = 9

Tabela 8 - Estratégias Definidas para o Cenário Mercadológico

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
Soja	Centro de massa do município + Produção agrícola (Soja)	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando o centro de massa do município e o atributo de produção agrícola (soja). A superfície resultante será dividida em 9 classes conforme a produção. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional ao valor da produção. Quanto maior a produção, menor o fator AHP e respectivamente maior a atratividade da área para o corredor. Quanto menor a produção, maior o fator AHP e maior o esforço operacional para corredor.	Mapa temático dividido em 9 classes (ton de grãos): A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à produção.
Milho	Centro de massa do município + Produção agrícola (Milho)	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando o centro de massa do município e o atributo de produção agrícola (milho). A superfície resultante será dividida em 9 classes conforme a produção. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional ao valor da produção. Quanto maior a produção, menor o fator AHP e respectivamente maior a atratividade da área para o corredor. Quanto menor a	Mapa temático dividido em 9 classes (ton de grãos): A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à produção.

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
		produção, maior o fator AHP e maior o esforço operacional para corredor.	
Arroz	Centro de massa do município + Produção agrícola (Arroz)	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando o centro de massa do município e o atributo de produção agrícola (arroz). A superfície resultante será dividida em 9 classes conforme a produção. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional ao valor da produção. Quanto maior a produção, menor o fator AHP e respectivamente maior a atratividade da área para o corredor. Quanto menor a produção, maior o fator AHP e maior o esforço operacional para corredor.	Mapa temático dividido em 9 classes (ton de grãos): A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à produção.
Trigo	Centro de massa do município + Produção agrícola (Trigo)	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando o centro de massa do município e o atributo de produção agrícola (trigo). A superfície resultante será dividida em 9 classes conforme a produção. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional ao valor da produção. Quanto maior a produção, menor o fator AHP e respectivamente maior a atratividade da área para o corredor. Quanto menor a produção, maior o fator AHP e maior o esforço operacional para corredor.	Mapa temático dividido em 9 classes (ton de grãos): A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à produção.
Cana	Centro de massa do município + Produção agrícola (açúcar e etanol))	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando o centro de massa do município e o atributo de produção agrícola de derivados de cana (açucar + etanol). A superfície resultante será dividida em 9 classes conforme a produção. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional ao valor da produção. Quanto maior a produção, menor o fator AHP e respectivamente maior a atratividade da área para o	Mapa temático dividido em 9 classes (ton): A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à produção.

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
		corredor. Quanto menor a produção, maior o fator AHP e maior o esforço operacional para corredor.	
Prod. Agric. Outros	Centro de massa do município + Produção agrícola (Outros)	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando o centro de massa do município e o atributo de produção agrícola. A superfície resultante será dividida em 9 classes conforme a produção. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional ao valor da produção. Quanto maior a produção, menor o fator AHP e respectivamente maior a atratividade da área para o corredor. Quanto menor a produção, maior o fator AHP e maior o esforço operacional para corredor.	Mapa temático dividido em 9 classes (ton de grãos): A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à produção.
Pecuária	Centro de massa do município + Produção Pecuária(bovino, suíno, aves)	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando o centro de massa do município e o atributo de produção animal. A superfície resultante será dividida em 9 classes conforme a produção. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional ao valor da produção. Quanto maior a produção, menor o fator AHP e respectivamente maior a atratividade da área para o corredor. Quanto menor a produção, maior o fator AHP e maior o esforço operacional para corredor.	Mapa temático dividido em 9 classes (unidades em tonelada): A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à produção.
Armazéns e Silos	Localização dos armazéns e silos de armazenagem	Mapa de distância euclidiana. Raio de busca máximo 50km. A faixa de 50 Km será dividida em 9 classes para atribuição dos fatores AHP. Distâncias menores, por serem mais atrativas ao empreendimento do corredor ferroviário, receberão fatores AHP menores. Distâncias maiores receberão fatores maiores. Distâncias acima de 50Km não oferecerão atratividade ao corredor.	Distância Euclidiana: 0<Dist<5,5Km, AHP=1 5,5<Dist<11Km,AHP=2 11<Dist<16.5Km,AHP=3 16.5<Dist< 22Km AHP=4 22<Dist< 27,5Km AHP=5 27,5<Dist<33Km, AHP=6 33<Dist<38,5Km, AHP=7 38,8<Dist<44Km, AHP=8 44<Dist< 50Km, AHP=9
Usinas de Beneficiamento	Localização das usinas de beneficiamento (derivados de soja, milho, etc..	Mapa de distância euclidiana. Raio de busca máximo 50km. A faixa de 50 Km será dividida em	Distância Euclidiana: 0 <Dist < 5,5Km, AHP=1 5,5 < Dist < 11Km, AHP=2 11 < Dist < 16.5Km, AHP=3

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
	como óleo, farinha, etc.)	9 classes para atribuição dos fatores AHP. Distâncias menores, por serem mais atrativas ao empreendimento do corredor ferroviário, receberão fatores AHP menores. Distâncias maiores receberão fatores maiores. Distâncias acima de 50Km não oferecerão atratividade ao corredor.	16.5 < Dist < 22Km AHP=4 22 < Dist < 27,5Km AHP=5 27,5 < Dist < 33Km, AHP=6 33 < Dist < 38,5Km, AHP=7 38,8 < Dist < 44Km, AHP=8 44 < Dist < 50Km, AHP=9
Refinaria	Localização das Refinarias	Mapa de distância euclidiana. Raio de busca máximo 50km. A faixa de 50 Km será dividida em 9 classes para atribuição dos fatores AHP. Distâncias menores, por serem mais atrativas ao empreendimento do corredor ferroviário, receberão fatores AHP menores. Distâncias maiores receberão fatores maiores. Distâncias acima de 50Km não oferecerão atratividade ao corredor.	Distância Euclidiana: 0 <Dist < 5,5Km, AHP=1 5,5 < Dist < 11Km, AHP=2 11 < Dist < 16.5Km, AHP=3 16.5 < Dist < 22Km AHP=4 22 < Dist < 27,5Km AHP=5 27,5 < Dist < 33Km, AHP=6 33 < Dist < 38,5Km, AHP=7 38,8 < Dist < 44Km, AHP=8 44 < Dist < 50Km, AHP=9
Extração Mineral	Localização das áreas de concessão de lavras para extração mineral (ferro, níquel, cobre, alumínio, chumbo, zinco, estanho, areia, carvão)	Mapa de distância euclidiana. Raio de busca máximo 50km. A faixa de 50 Km será dividida em 9 classes para atribuição dos fatores AHP. Distâncias menores, por serem mais atrativas ao empreendimento do corredor ferroviário, receberão fatores AHP menores. Distâncias maiores receberão fatores maiores. Distâncias acima de 50Km não oferecerão atratividade ao corredor.	Distância Euclidiana: 0 <Dist < 5,5Km, AHP=1 5,5 < Dist < 11Km, AHP=2 11 < Dist < 16.5Km, AHP=3 16.5 < Dist < 22Km AHP=4 22 < Dist < 27,5Km AHP=5 27,5 < Dist < 33Km, AHP=6 33 < Dist < 38,5Km, AHP=7 38,8 < Dist < 44Km, AHP=8 44 < Dist < 50Km, AHP=9

Tabela 9 - Estratégias Definidas para o Cenário Logístico

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
Rodovias	Densidade de Rodovias Asfaltadas	Mapa de Densidade. Calcular a distância média entre as rodovias asfaltadas na região de estudo.. A distância média será utilizada como raio para o operador Kernel. O mapa temático será dividido em 9 classes. Maiores densidades receberão fator AHP=1 e a menor densidade fator AHP=9	A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à densidade. Exemplo: maior densidade, AHP=1 menor densidade,AHP= 9
Hidrovias Atrativas (transversais)	Hidrovias	Mapa de distância euclidiana. Estudo da diretriz básica (azimute de orientação) e da extensão territorial da hidrovia. Serão consideradas apenas as hidrovias cuja diretriz for	Distância Euclidiana: 0 <Dist < 16.6Km, AHP=1 16.6 < Dist < 33.3Km, AHP=2

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
		perpendicular (ou apresente ângulo que permita interceptar) a diretriz básica do corredor ferroviário em estudo. Hidrovias distantes mais que 150 Km não interferirão no processo. Serão adotadas 9 classes para a atribuição dos fatores AHP. Menores distâncias serão tratadas como atrativos à implantação da ferrovia, e receberão fatores AHP menores.	33.3 < Dist < 50.0Km, AHP=3 50.0 < Dist < 66.6Km AHP=4 66.6 < Dist < 83.3Km AHP=5 83.3 <Dist < 100.0Km AHP=6 100.0<Dist<116.6Km, AHP=7 116.6<Dist<133.3Km, AHP=8 133.3<Dist<150.0Km, AHP=9
Hidrovias Concorrentes (paralelas)	Hidrovias	Mapa de distância euclidiana. Estudo da diretriz básica (azimute de orientação) e da extensão territorial da hidrovia. Serão consideradas apenas as hidrovias cuja diretriz for paralela (ou não apresente ângulo que permita interceptar) a diretriz básica do corredor ferroviário em estudo. Hidrovias distantes mais que 150 Km não interferirão no processo. Serão adotadas 9 classes para a atribuição dos fatores AHP. Menores distâncias serão tratadas como concorrentes à implantação da ferrovia, e receberão fatores AHP maiores (alto esforço).	Distância Euclidiana: 0 <Dist < 16.6Km, AHP=9 16.6 < Dist < 33.3Km, AHP=8 33.3 < Dist < 50.0Km, AHP=7 50.0 < Dist < 66.6Km AHP=6 66.6 < Dist < 83.3Km AHP=5 83.3 <Dist < 100.0Km AHP=4 100.0<Dist<116.6Km, AHP=3 116.6 < Dist < 133.3Km, AHP=2 133.3<Dist<150.0Km, AHP=1
Ferrovias (atrativas)	Ferrovias existentes	Mapa de distância euclidiana. As Ferrovias distantes mais que 50 Km não interferirão no processo. Serão adotadas 9 classes para a atribuição dos fatores AHP. Menores distâncias serão tratadas como atrativos à implantação da ferrovia, e receberão fatores AHP menores.	Distância Euclidiana: 0 <Dist < 15Km, AHP=1 15 < Dist < 30Km, AHP=2 30 < Dist < 50.0Km, AHP=3

Tabela 10 - Estratégias Definidas para o Cenário Ambiental

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
Terras Indígenas Demarcadas ou Homologadas	Terras indígenas demarcadas ou homologadas	O polígono da área indígena será tratado como máscara restritiva. Será criado um buffer de 5Km para o polígono. Será atribuído o fator AHP = 9 para a área contida no buffer. A regra impede a ocupação da área indígena, e dificulta a ocupação da área no entorno da terra indígena	Máscara restritiva no polígono da área indígena. Buffer de 5 km com fator AHP=9 para área de amortecimento

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
Terras Indígenas em estudo	Terras indígenas em estudo	Se a área for polígono, ela deverá ser tratada como máscara restritiva. Se for ponto, gerar buffer de 5 Km e tratar como mascara restritiva. Gerar buffer de 5 Km para o polígono ou novo buffer de 5 km sobre o buffer anterior para área de amortecimento, a qual receberá fator AHP=7	Máscara restritiva no polígono da área indígena ou no entorno de 5k do ponto. Buffer de 5 km com fator AHP=7 para área de amortecimento
RPPN	RPPN	Mascara restritiva sem buffer.	Mascara restritiva sem buffer.
Unidade de Conservação Proteção Integral	UC - PI	Máscara restritiva sobre o polígono. Buffer de 10 Km para zona de amortecimento. Será atribuído o fator AHP = 7 para a área contida no buffer.	Máscara restritiva no polígono da UC. Buffer de 10 km com fator AHP=7 para amortecimento
Unidade de Conservação Uso Sustentável	UC - US	Máscara restritiva sobre o polígono. Buffer de 5 Km para zona de amortecimento. Será atribuído o fator AHP = 7 para a área contida no buffer.	Máscara restritiva no polígono da UC. Buffer de 5 km com fator AHP=7 para amortecimento
APA	APA	Será atribuído o fator AHP=2 para o polígono da APA. Não haverá buffer.	Fator AHP=2
Sítio Arqueológico	Sítios arqueológicos	Buffer de 1 Km, com fator AHP=9. A medida não impede a ocupação de uma sítio arqueológico, porém dificulta a adoção da área elevando o esforço.	Buffer 1Km com fator AHP=9
Caverna	Caverna	Buffer de 1 Km, com fator AHP=9. A medida não impede a ocupação de áreas de caverna, porém dificulta a adoção da área elevando o esforço.	Buffer 1Km com fator AHP=9
Quilombos	Quilombos	Polígono não restritivo. Fator AHP = 7. A medida não restringe a ocupação da área, porém dificulta a adoção pela elevação do esforço	Fator AHP=7
Assentamentos	Assentamentos	Polígono não restritivo. Fator AHP = 7. A medida não restringe a ocupação da área, porém dificulta a adoção pela elevação do esforço	Fator AHP=7

Tabela 11 - Estratégias Definidas para o Cenário Físico

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
Densidade Hidrográfica	Hidrografia	Mapa de Densidade. Calcular a distância média entre os rios na região de estudo. A distância média será utilizada como raio para o operador Kernel. O mapa temático será dividido em 9 classes. Maiores densidades receberão fator AHP=9 e a menor densidade fator AHP=1. As áreas de maior concentração de rios, como jusantes por exemplo, são mais propícias a alagamentos e solos não adequados a implantação da ferrovia, e portanto serão tratadas como áreas de maior esforço	A atribuição dos fatores AHP será diretamente proporcional à densidade. Exemplo: Maior densidade, AHP=9 Menor densidade, AHP = 1

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
Distância de Rios	Hidrografia	Mapa de distância euclidiana. A proximidade com os rios deverá repelir o corredor ferroviário pelo alto esforço atribuído aos pixels, ao passo que o aumento da distância facilitará a adoção da área para estudo de traçado. As distâncias serão divididas em 9 classes para atribuição dos fatores AHP	A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à distância. Exemplo: Maior distância, AHP=1 Menor distância, AHP = 9
Declividade	Mapa de Declividade	Mapa de declividade em Percentagem de Rampa. A declividade será apresentada em 7 classes. A atribuição dos fatores AHP será diretamente proporcional ao aumento do valora da declividade do terreno.	D < 2%, AHP=1 2 < D < 4%, AHP=2 4 < D <8%, AHP=3 8 < D <12%, AHP=4 12 < D <20%, AHP=5 20 < D <30%, AHP=7 D > 30%, AHP=9
Geomorfologia	Geomorfologia	Mapa de Classes Geomorfológicas. O intuito as classes das formações geomorfológicas é o de orientar a definição do corredor para evitar áreas excessivamente acidentadas. A geomorfologia, ainda que numa perspectiva macro, indica indiretamente a formação geológica da região, que pode comprometer o esforço do empreendimento.	Planícies e Planaltos, AHP=1 Depressões, AHP = 3 Patamares, AHP = 4 Tabuleiros, AHP = 5 Chapadas, AHP=5 Serras, AHP=9

2.4.3.2 Processamento da Superfície de Esforço Acumulado

Na etapa de conversão dos mapas temáticos em dados matriciais normatizados, foi possível agrupar os diferentes mapas em 5 grupos básicos para a composição de cenários independentes: Socioeconômico, Mercadológico, Logístico, Restrições Ambientais e Biofísico, conforme ilustra a Figura 10. Nesta fase, cada cenário composto dá origem a uma superfície de esforço cumulado.

As variáveis ambientais APA e Sítios Arqueológicos não possuem pesos por não terem sido encontrados dados disponibilizados para a pesquisa.

REGRAS UTILIZADAS NA ANÁLISE MULTICRITERIAL

"Refinamento utilizando as variáveis, critérios e cenários estabelecidos após reunião na VALEC em 29 e 30 de Agosto de 2012"

Nível 1

SOCIO ECONÔMICO		
critério	ranking	peso no cenário
POPULAÇÃO	5	11,37%
PIB AGROPECUÁRIO	1	56,83%
PIB INDUSTRIAL	4	14,21%
PIB SERVIÇOS	7	8,12%
PIB PER CAPTA	6	9,47%
		100,00%

MERCADOLÓGICO		
critério	ranking	peso no cenário
SOJA	1	17,54%
MILHO	1	17,54%
ARROZ	1	17,54%
TRIGO	1	17,54%
CANA/ETHANOL	2	8,77%
AGRIC. OUTROS	2	8,77%
PECUARIA	5	3,51%
EXTRAÇÃO MINERAL	2	8,77%
		100,00%

LOGÍSTICO		
critério	ranking	peso no cenário
RODOVIAS - DENSIDADE	1	52,63%
HIDROVIA - CONCORRENTE	5	10,53%
HIDROVIA - PERPENDICULAR	5	10,53%
FERROVIAS	2	26,32%
		100,00%

AMBIENTAL (zonas de amortecimento)		
critério	ranking	peso no cenário
TERRAS INDÍGENAS - OFICIAIS	9	16,98%
TERRAS INDÍGENAS - ESTUDO	7	13,21%
RPPN (polígono de exclusão, porém sem zona de amortecimento)		
UC - PROTEÇÃO INTEGRAL	9	13,21%
UC - USO SUSTENTÁVEL	9	13,21%
APA		
SÍTIO ARQUEOLÓGICO		
CAVERNA	7	16,98%
QUILOMBO	7	13,21%
ASSENTAMENTO	7	13,21%
		100,00%

FÍSICO		
critério	ranking	peso no cenário
HIDROGRAFIA - DENSIDADE	2	13,33%
HIDROGRAFIA - DISTÂNCIA	2	13,33%
DECLIVIDADE	1	66,67%
GEOMORFOLOGIA	3	6,67%
		100,00%

Fonte: Processamento Multicriterial Multiescalar Otimizado de Planejamento de Corredores. Propriedade Intelectual registrada. Patentes em estudo (UFMG-FUNDEP).

Figura 10 - Regras Utilizadas no Primeiro Nível da Análise Multicriterial

Considerando que as superfícies de esforço são também dados matriciais, portanto compostos por células, e que o esforço é expresso em valores reais no intervalo variando de o (menor esforço) a 1 (esforço máximo), o processamento do corredor otimizado entre dois pontos tem por objetivo efetuar a somatória dos valores dos pixels interseptados no caminho entre os dois pontos. O caso mais simples é quando a superfície de esforço não apresenta variações, ou seja, todos os pixels passam a ter o mesmo peso. Neste caso, o corredor que minimiza o esforço passa a ser uma trajetória reta entre os dois pontos, uma vez que esta minimiza o montante de pixels interceptados.

2.4.3.2.1 EQUAÇÕES E RESULTADOS DAS SUPERFÍCIES DE ESFORÇO ACUMULADO – NIVEL 1

No caso do presente estudo, para minimizar a o valor da somatória dos pixels (esforço acumulado), é necessário que o alinhamento do corredor sofra ajustes em busca de pixels de menor esforço.

As figuras 11 à 15 ilustram as superfícies de esforço acumulado para os quatro cenários mencionados acima. Para facilitar o entendimento, os valores dos pixels estão representados pela variação em escala de cinza. Os pixels com maior esforço estão representados com tonalidades claras, e as regiões mais atrativas para receber o corredor ferroviário estão ilustradas em tonalidades escuras.

Atenção especial foi dedicada ao cenário ambiental. Os fatores que o compõem foram combinados de forma a compor uma superfície dicotômica. Neste sentido, a superfície produziu valores restritivos máximos (pixel = 1) nas áreas de restrição ambiental, e valores não restritivos (pixel = 0) fora das áreas de restrição. A superfície de esforço ambiental é restritiva e está ilustrada na Figura 12 com legenda diferenciada das demais superfícies de esforço.

As figuras mencionadas acima são resultantes da aplicação de fórmulas utilizadas no processo denominado Álgebra de Mapas. Nesse processo são trabalhadas as variáveis e os respectivos pesos resultantes do processo de análise multicriterial. A regra de utilização das fórmulas para compor a álgebra de mapas vale para os demais cenários apresentados nesse projeto, salvas as particularidades dos pesos e variáveis das características de cada cenário.

CENÁRIO MERCADOLÓGICO

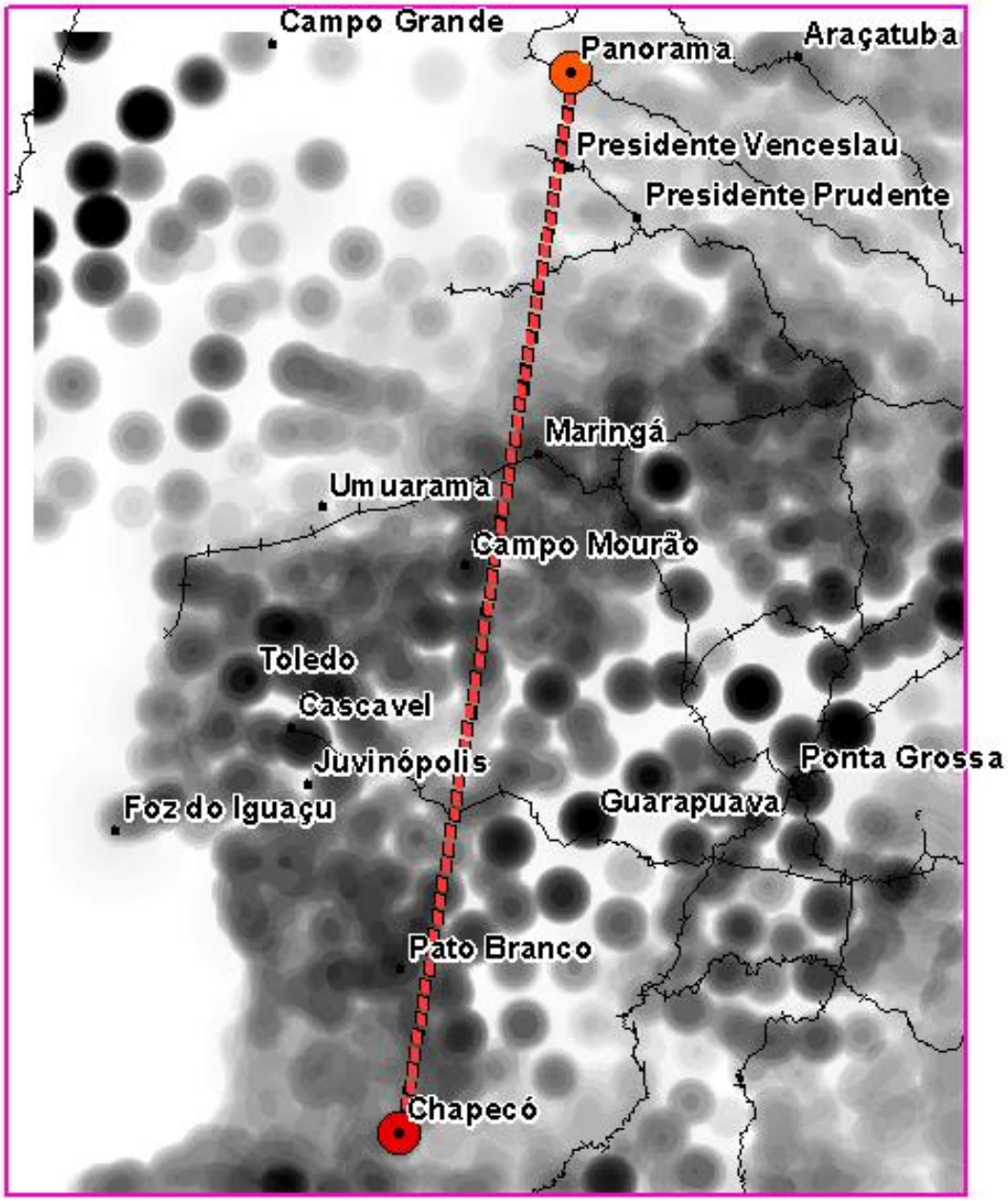


Figura 11 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Mercadológico

CENÁRIO LOGÍSTICO

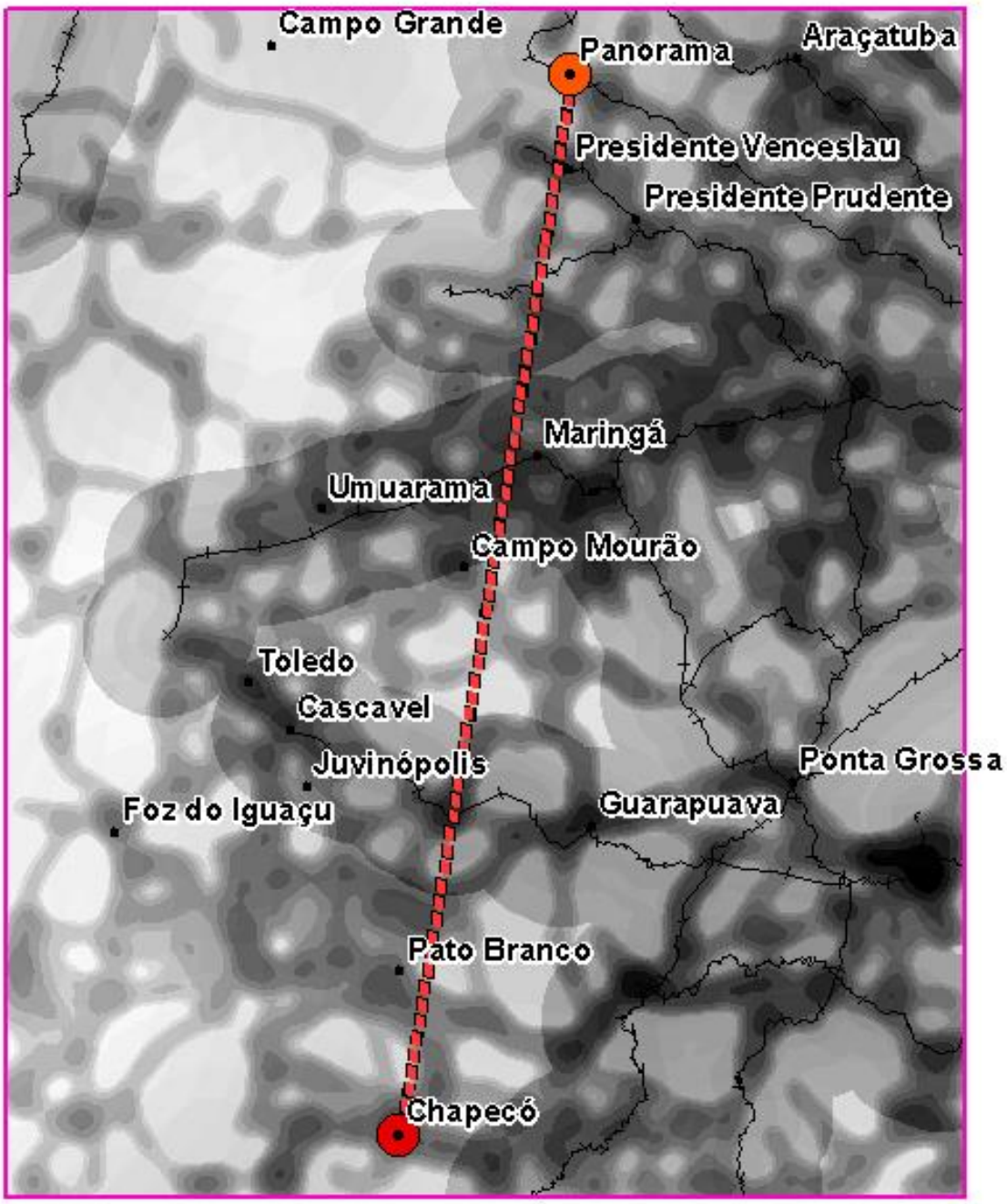


Figura 12 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Logístico

CENÁRIO SOCIOECONÔMICO

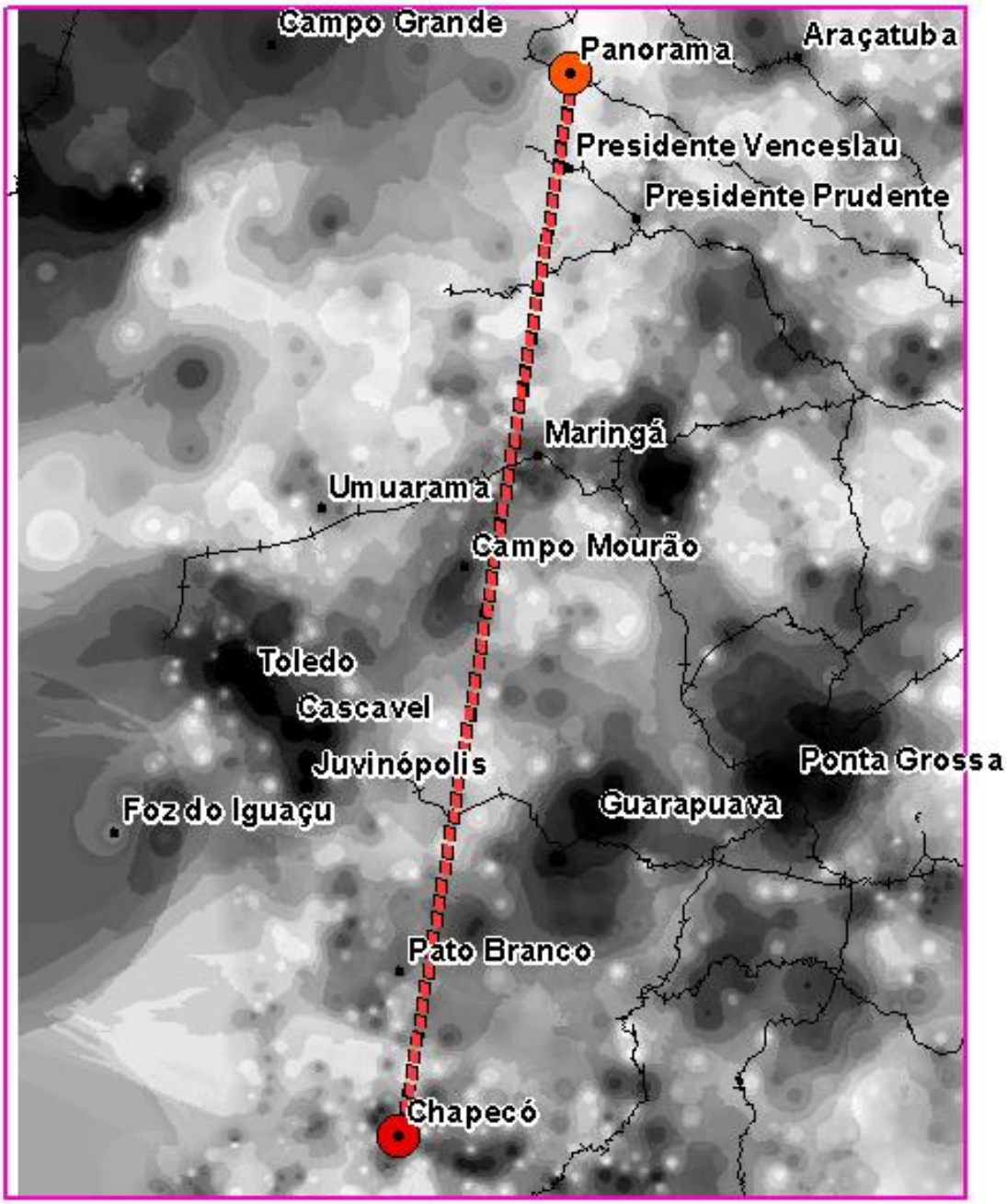


Figura 13 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Socioeconômico

CENÁRIO FÍSICO

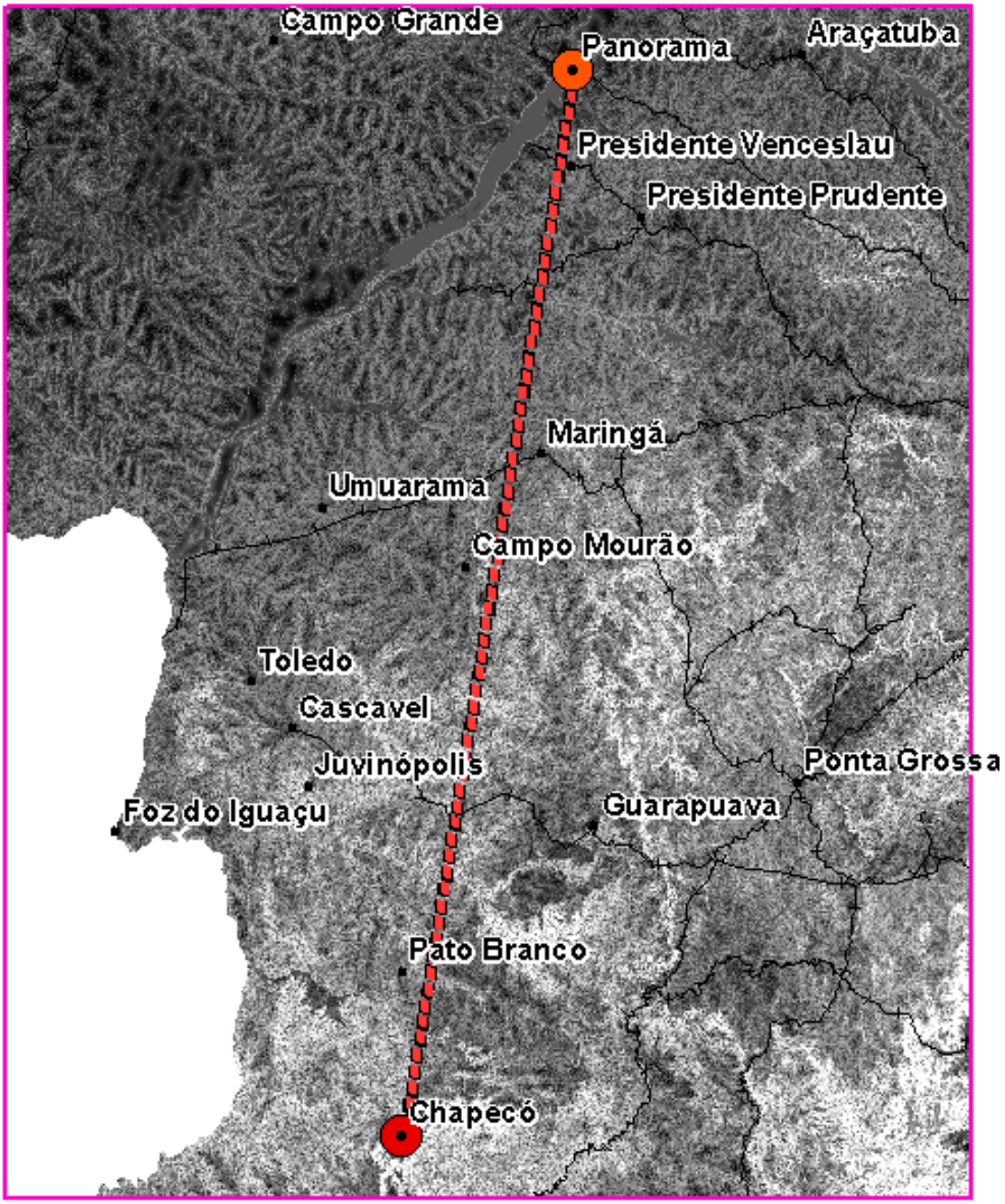


Figura 14 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Físico

CENÁRIO AMBIENTAL (RESTRITIVO)

- ✓ Mosaico das máscaras de [3_ambiental] com operador máximo (valores: 1, NoData)
- ✓ Reclassificação 1) invertendo valores 1 e NoData
- ✓ Mosaico dos mapas de amortecimento com operador máximo. (valores: 1,7,9)
- ✓ Reclassificação dos valores de 3) usando os pesos **1=58, 7=411 e 9=529**

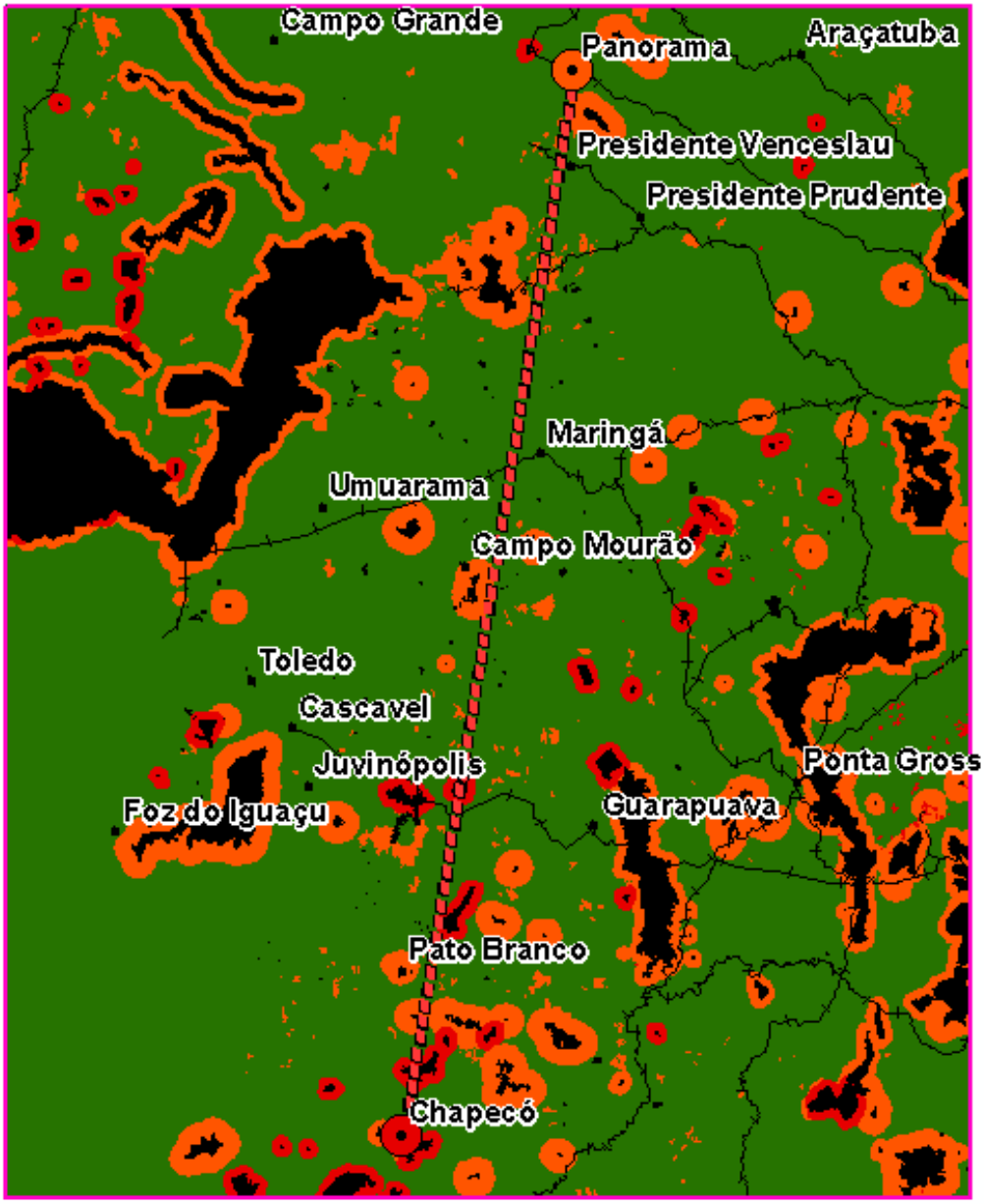


Figura 15 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Ambiental (zonas de amortecimento + polígonos de restrição)

2.4.3.2.2 EQUAÇÕES E RESULTADOS DAS SUPERFÍCIES DE ESFORÇO ACUMULADO – NIVEL 2

O processo seguinte consistiu em combinar os cinco cenários independentes resultantes do nível anterior em uma superfície final de esforço acumulado. Para tanto, foram estabelecidas 3 configurações distintas para criação de 3 resultados, conforme ilustra a tabela abaixo. As figuras 16, 17 e 18 ilustram os resultados das superfícies de esforço acumulados, para as quais foi utilizada a configuração de cores semelhante a configuração de cores estabelecida para o corredor final, variando do mais favorável ao menos favorável.

Uma vez calculadas as superfícies, estas foram reclassificadas utilizando a distribuição geométrica dos valores dos seus histogramas. Com isso os dados passaram de contínuos para discretos, e cada classe passou a ter a mesma representatividade estatística para a formação da imagem final, conforme acordado em reunião colegiada entre a VALEC, sua consultoria e as empresas responsáveis pelos EVTEAs.

Nível 2

CENÁRIO INTEGRAL 1 (Mercadológico)		
critério	ranking	peso
SOCIOECONÔMICO	2	15,02%
MERCADOLÓGICO	1	35,34%
LOGÍSTICO	2	17,67%
AMBIENTAL	3	11,66%
FÍSICO	2	17,67%
		100,00%

CENÁRIO INTEGRAL 2 (Mercadológico e Físico)		
critério	ranking	peso
SOCIOECONÔMICO	2	15,02%
MERCADOLÓGICO	1	30,03%
LOGÍSTICO	2	15,02%
AMBIENTAL	3	9,91%
FÍSICO	1	30,03%
		100,00%

CENÁRIO INTEGRAL 3 (Físico)		
critério	ranking	peso
SOCIOECONÔMICO	2	17,67%
MERCADOLÓGICO	2	17,67%
LOGÍSTICO	2	17,67%
AMBIENTAL	3	11,66%
FÍSICO	1	35,34%
		100,00%

Figura 16 - Configurações de Pesos das Variáveis nos Cenários Integrados 1, 2, 3 – Nível 2

Deve-se estar atento que as fórmulas empregadas para os Cenários Integrados 1, 2 e 3 utilizam os pesos da Figura 16 que diferem dos pesos da Figura 10.

CENÁRIO INTEGRADO #1

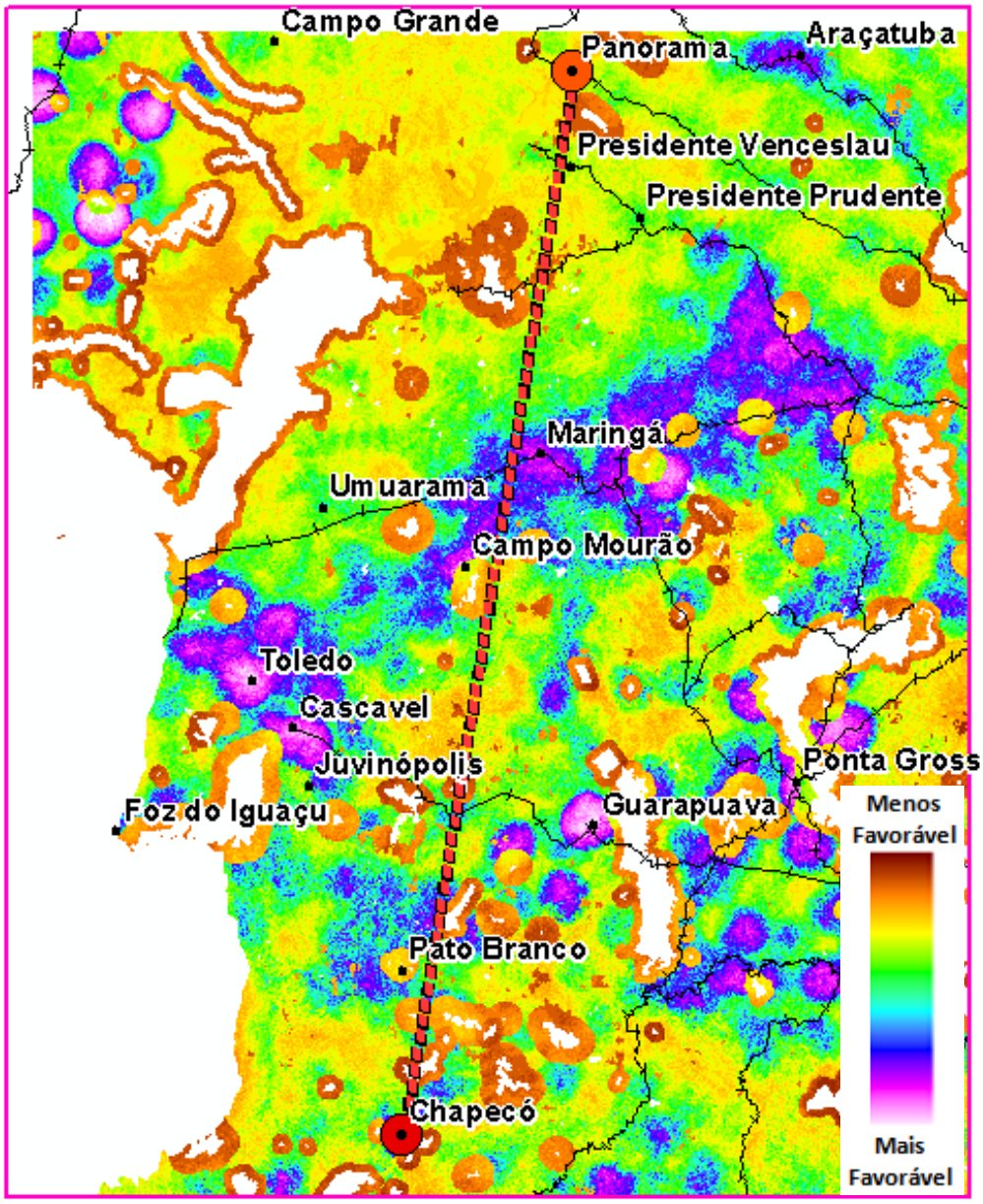


Figura 17 - Superfície de Esforço Acumulado (Nível 2) – Cenário 1

CENÁRIO INTEGRADO #2

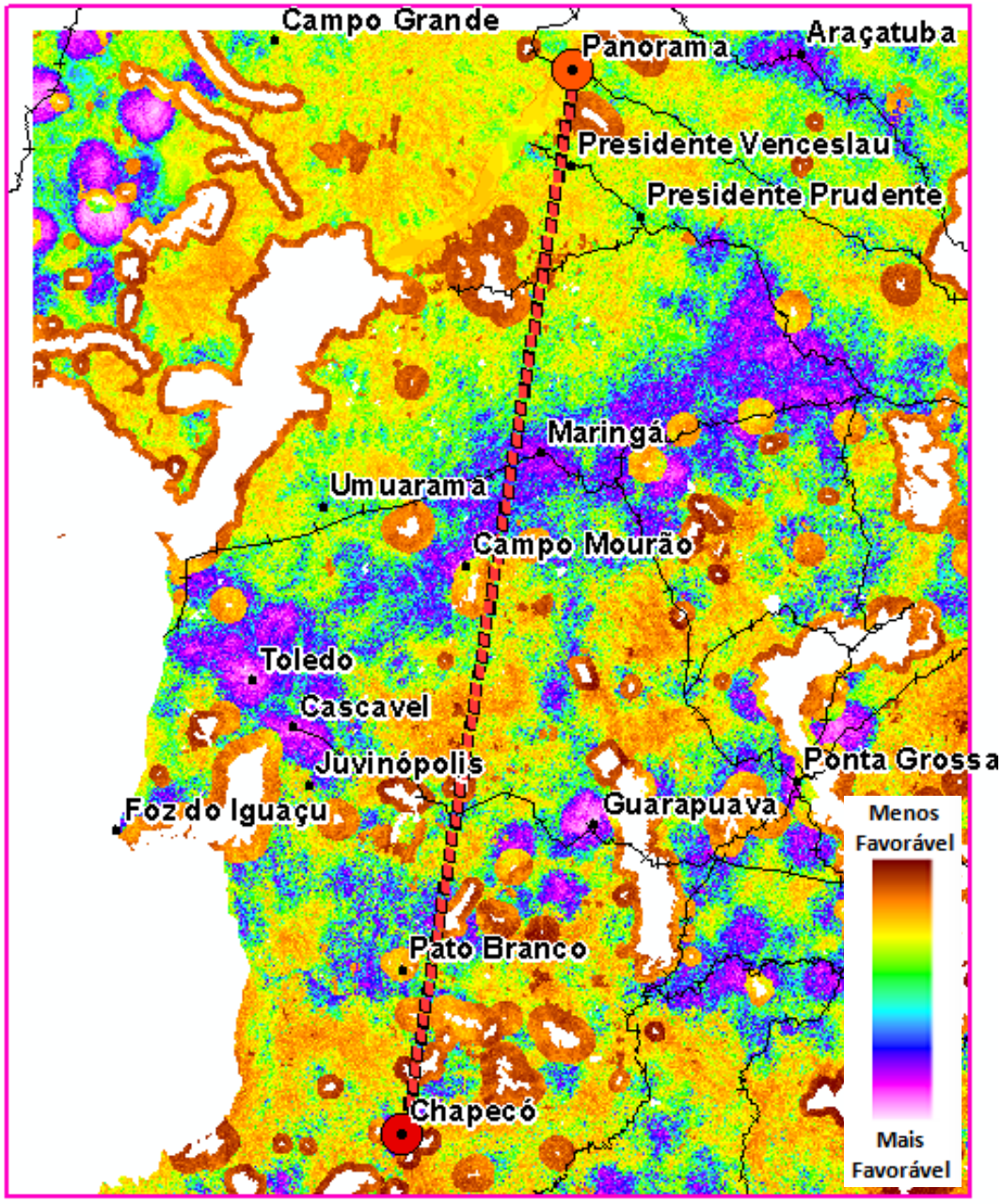


Figura 18 - Superfície de Esforço Acumulado (Nível 2) – Cenário 2

CENÁRIO INTEGRADO #3

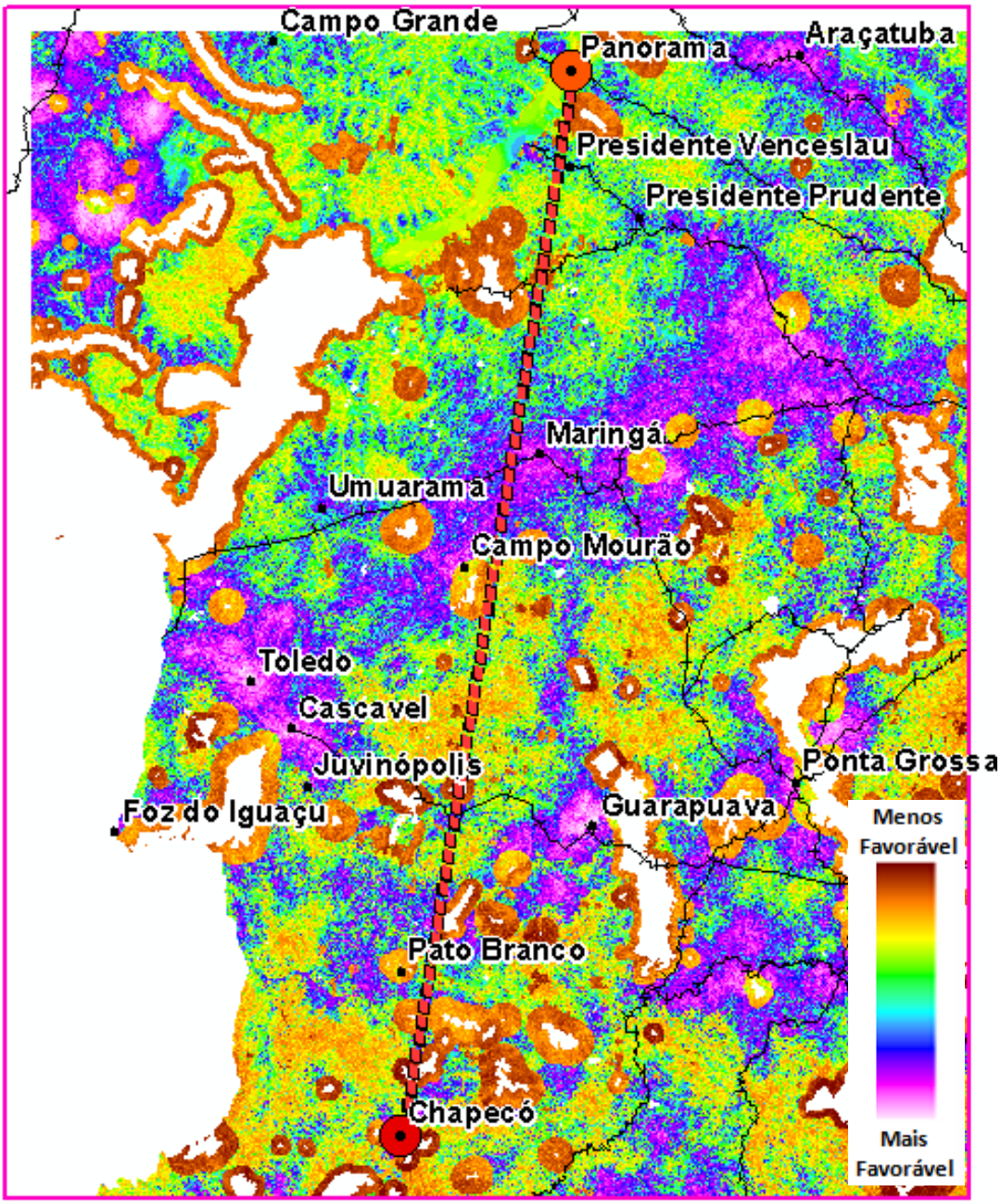


Figura 19 - Superfície de Esforço Acumulado (Nível 2) – Cenário 3

2.4.3.3 Processamento dos Corredores de Menor Esforço

Uma vez estabelecida a superfície final de esforço acumulado, estabeleceu-se como pontos de partida as localidades de Panorama e Chapecó, e calculou-se o esforço do afastamento de ambos os pontos. A intersecção dos mapas de esforço formaram o corredor otimizado que interliga os dois pontos. As figuras 20, 21 e 22 ilustram os resultados finais.

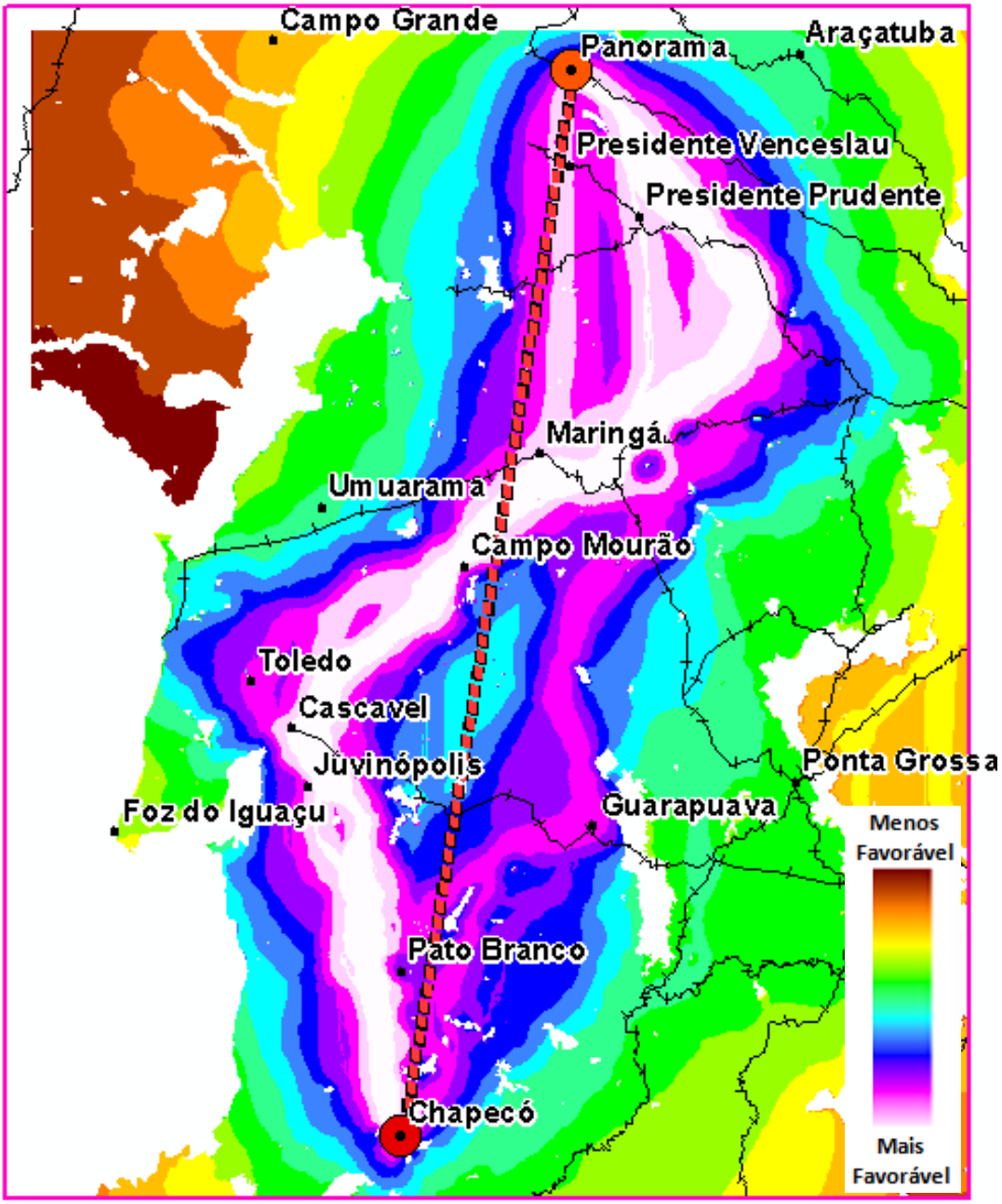


Figura 20 - Corredor de Menor Esforço Resultante do Cenário 1

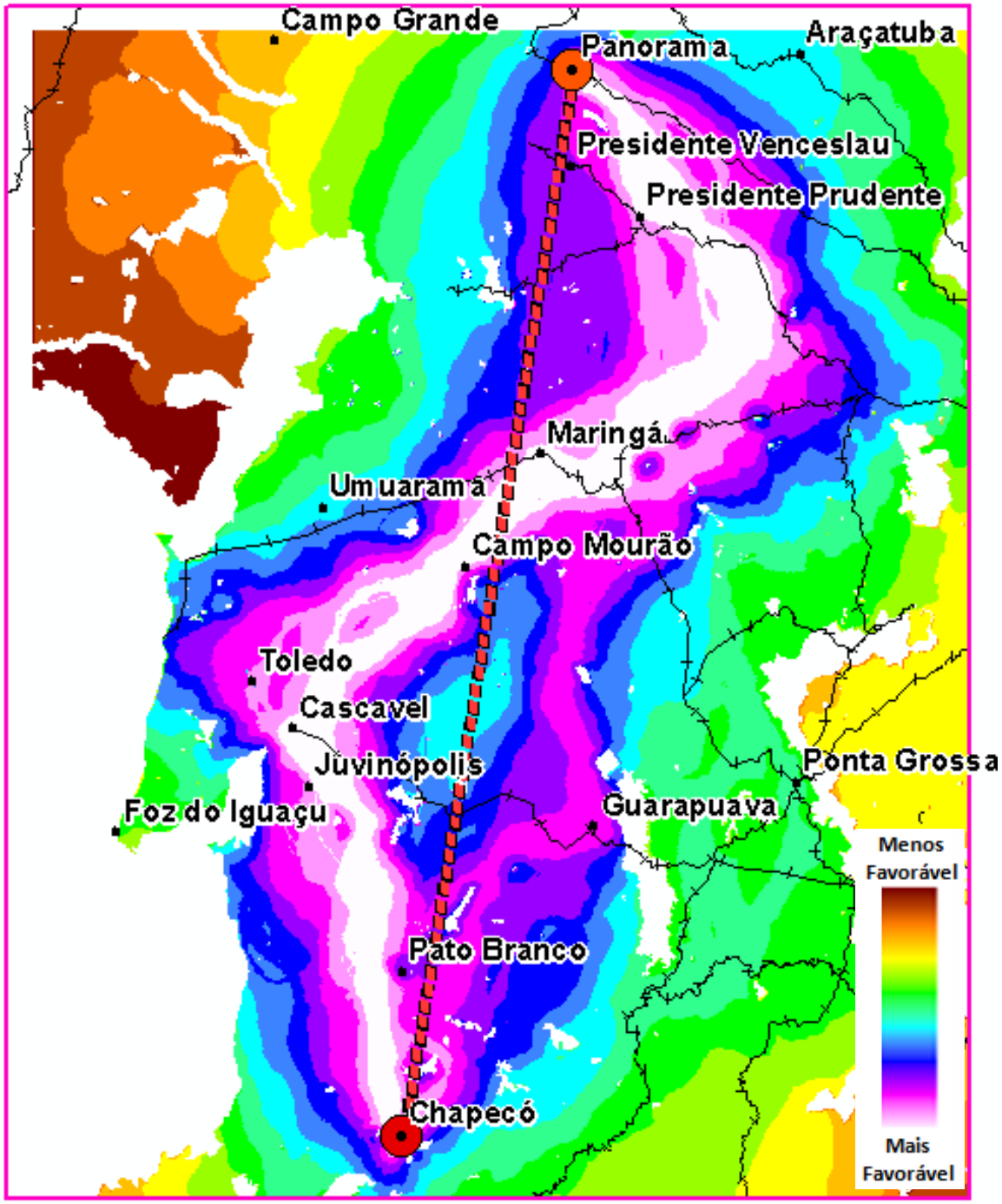


Figura 21 - Corredor de Menor Esforço Resultante do Cenário 2

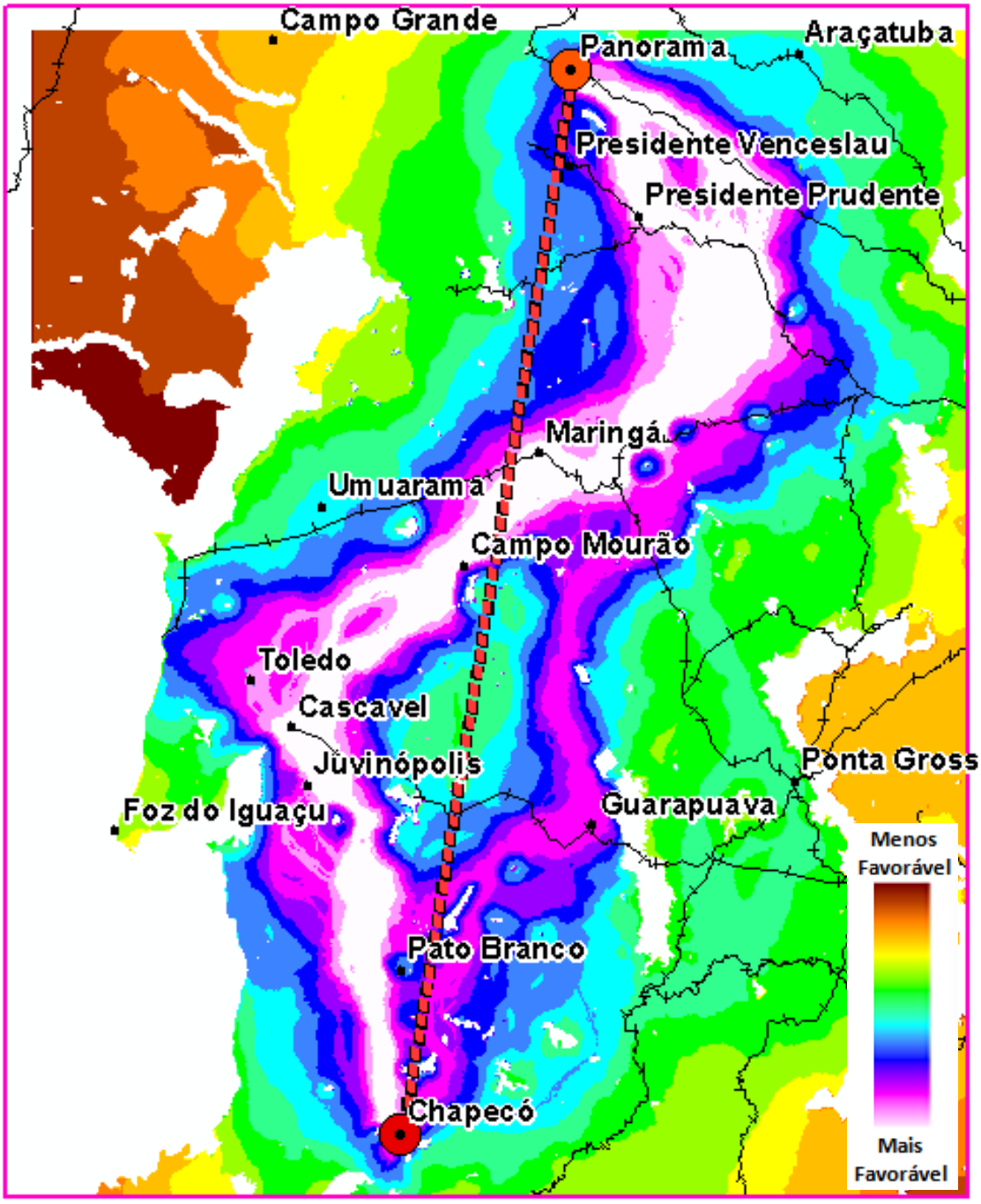


Figura 22 - Corredor de Menor Esforço Resultante do Cenário 3

2.4.3.3.1 A LIGAÇÃO ENTRE OS SEGMENTOS NAS PROXIMIDADES DE CHAPECÓ/SC

O texto a seguir tem como finalidade reportar e ilustrar os procedimentos utilizados para o estudo integrado da junção entre o segmento Panorama/SP – Chapecó/SC e o segmento Chapecó/SC - /Rio Grande/RS, coordenados pelas empresas Contécnica Consultoria Técnica e STE Serviços Técnicos de Engenharia SA.

O estudo foi desenvolvido com o objetivo de encontrar, de forma integrada, as três melhores alternativas para a conexão entre os corredores preferenciais definidos pelas empresas desenvolvedoras e aprovados pela VALEC (Cenário 1 para o trecho da Contécnica e Cenário 3 para o trecho da STE).

A justificativa principal do estudo é promover a conexão entre os dois segmentos cujos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) foram desenvolvidos de forma independente.

A metodologia utilizada seguiu as mesmas especificações definidas e refinadas em reuniões colegiadas entre técnicos das empresas executantes, coordenadores e técnicos da VALEC e da SISCOM.

O trabalho foi apoiado nas mesmas variáveis geográficas e regras de decisão utilizadas nas análises multicriteriais dos segmentos Panorama/SP – Chapecó/SC e Chapecó/SC - Rio Grande/RS, porém com a limitação geográfica especificada em reunião colegiada na VALEC, a qual restringiu a área de estudo entre Pato Branco/PR e Cruz Alta/RS. Tais localidades foram definidas como pontos extremos no estudo de ligação porque ambas são pontos obrigatórios de passagem localizados sobre ou distantes a menos de 50 Km dos respectivos corredores preferenciais aprovados pela VALEC, conforme ilustra a Figura 23.

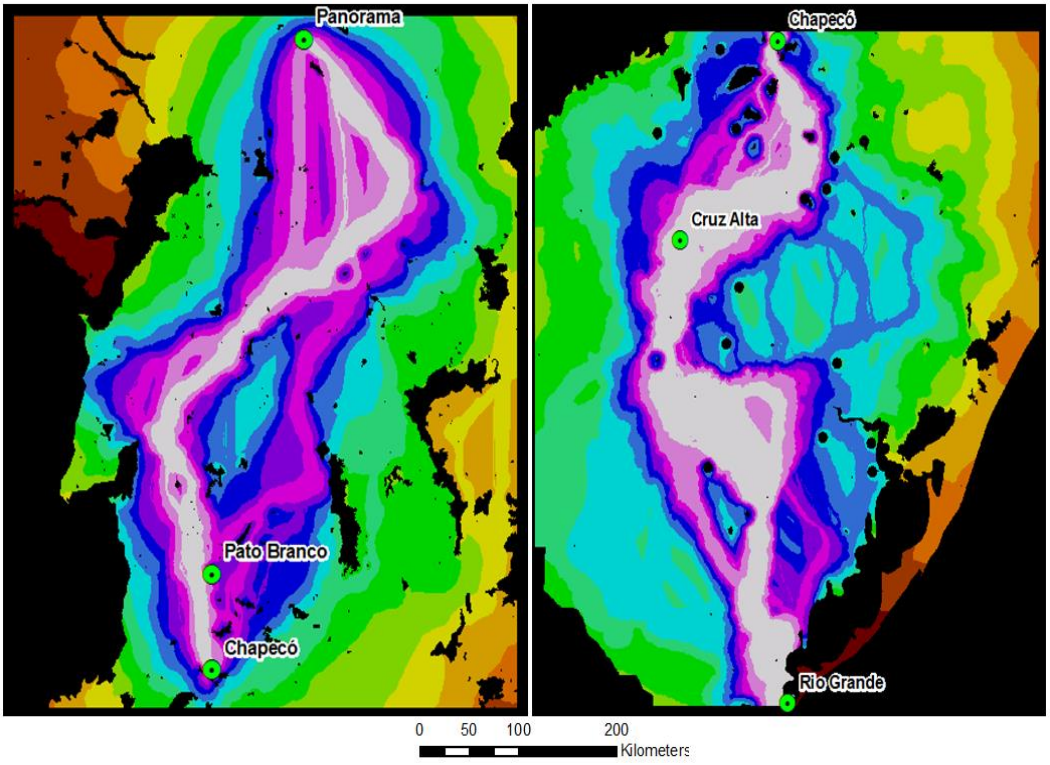


Figura 23 - Corredores Preferenciais de EVTEA
Apresentados pelas Empresas e Aprovados pela VALEC.

2.4.3.4 Necessidades e Dificuldades do Projeto Ferroviário em Chapecó/SC

O município de Chapecó em Santa Catarina é um ponto de injunção no planejamento operacional e macro econômico da Ferrovia Norte Sul (FNS). O município foi considerado como ponto de passagem para o segmento EF-151 conforme descrito no Termo de Referência do Edital 003/2012. Contudo, apesar do município ter sido considerado como ponto de referência para determinação dos corredores alternativos, a ligação entre os segmentos norte (Panorama/SP – Chapecó/SC) e sul (Chapecó/SC - Rio Grande/RS) deve ser estudada com cautela. Ao mesmo tempo em que se deseja manter a ferrovia próxima a Chapecó para que esta atenda a critérios logísticos e mercadológicos, outros fatores, como as restrições ambientais e as características físicas da região fazem com que o estudo busque por soluções alternativas nas proximidades do município.

2.4.3.5 Metodologia

Para o estudo de ligação entre os segmentos foram utilizadas as mesmas regras e as mesmas variáveis geográficas explicadas nos relatórios passados. No entanto, a área de estudo foi reduzida e os dados geográficos utilizados nos dois projetos puderam ser integrados em um único projeto. De forma análoga ao que fora desenvolvido nos estudos anteriores, a análise multicritério teve por finalidade a utilização conjunta de dados geográficos e opiniões confrontantes.

Assim como nos estudos anteriores, no estudo da ligação foram trabalhados três cenários diferentes. O primeiro priorizando as características mercadológicas, o segundo enfatizando mercado e características físicas e o terceiro priorizando as características físicas. A descrição e os resultados são apresentados na sequência do texto.

2.4.3.5.1 Definição da Área de Estudo e dos Dados de Entrada

A estratégia utilizada para a o estudo dos corredores alternativos de ligação somente pode ser colocada em prática após o término e a aprovação dos segmentos preferenciais nos trechos ao norte e ao sul de Chapecó/SC. Com a aprovação dos corredores preferenciais, foi possível determinar pontos obrigatórios de passagem utilizados para limitar a área de abrangência do estudo.

Desta forma, foi estabelecido em reunião colegiada que os pontos de passagem seriam: ao norte o município de Pato Branco/PR, distante aproximadamente 110 km de Chapecó/SC. E ao sul o município de Cruz Alta/RS, distante aproximadamente 200 km.

Embora existam muitas interferências naturais e restrições ambientais na porção norte de Chapecó/SC, a porção sul apresenta elevado grau de dificuldade devido a restrição física e substancial redução nos graus de liberdade para a implantação do resultante da combinação dos cenários ambientais e físicos, cuja dificuldade inclui a elevada sinuosidade do terreno e a travessia do Rio Uruguai.

Uma vez definidos os pontos extremos, os mesmos foram unidos por uma diretriz inicial para a definição da área de estudo. Utilizou-se a área de abrangência de 500 km de forma análoga ao estudo dos corredores apresentados anteriormente e aprovados pela VALEC.

A área de estudo está compreendida entre as latitudes 25^{o}40’S e 29^{o}02’S e as longitudes 51^{o}17’W e 54^{o}40’W. A Figura 24 ilustra as extremidades definidas para o estudo do corredor de ligação e a área de abrangência do trabalho.

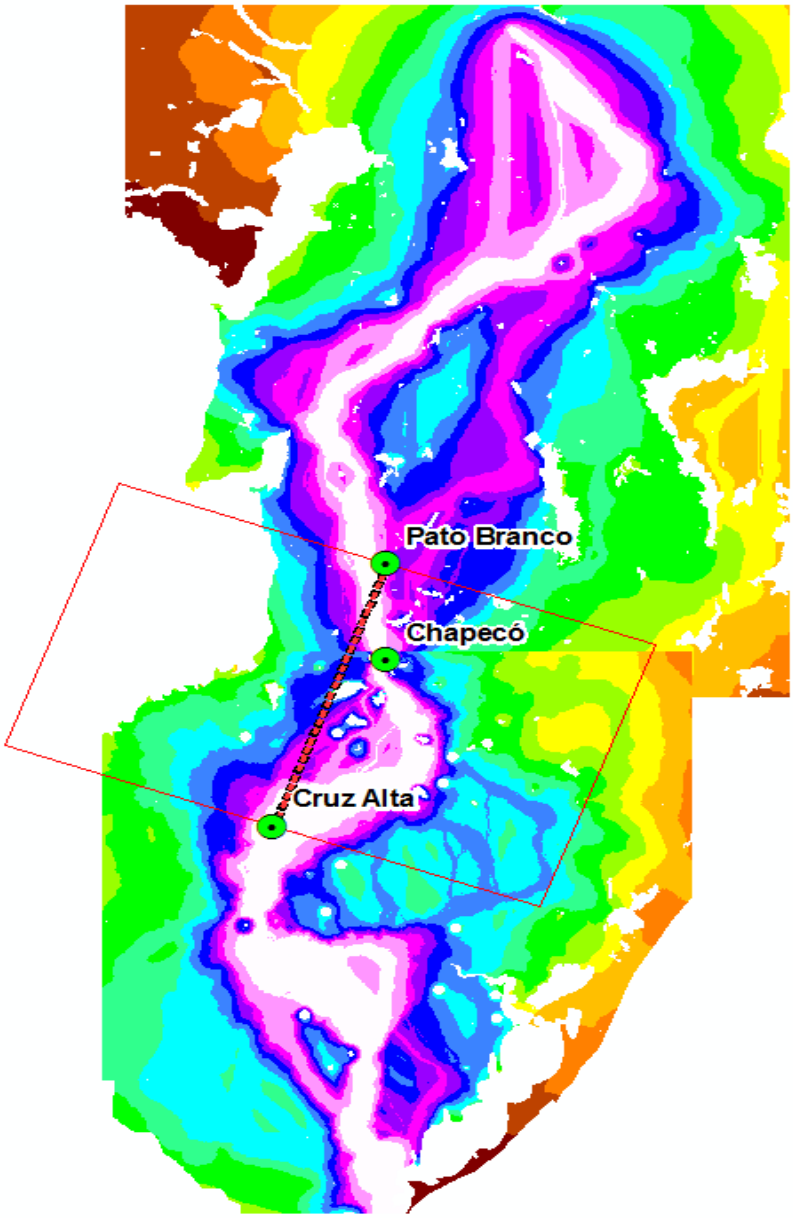


Figura 24 - Corredores do EVTEA Apresentados pelas Empresas e Aprovados pela VALEC.

Semelhante aos projetos desenvolvidos nos segmentos Panorama/SP -Chapecó/SC e Chapecó/SC - Rio Grande/RS, o presente estudo também segue as especificações da Diretoria de Geodésia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, e faz uso do novo Sistema de Referência Geodésica das Américas- SIRGAS2000 (Tabela 12).

Os dados geográficos de entrada foram reprojetados para o sistema SIRGAS2000. Devido a amplitude dos projetos ferroviários, a base cartográfica escolhida utiliza a projeção cônica, possibilitando que sejam trabalhados em um mesma sistema de representação plana (e posteriormente unificados) mapas de diferentes projetos no território nacional.

Tabela 12 - Sistema de Referência Espacial e Projeção Adotados

SIRGAS2000_Albers_Equal_Area_Conic		Projeção Cartográfica: Albers	
Falso Este:	0,00000000	Falso_Norte:	0,00000000
Meridiano Central:	-60 º Oeste	Paralelo Padrão #1:	5º Sul
Paralelo Padrão #2:	-42,00000000	Latitute de Origem:	32º Sul
Unidade Linear:	Metro		

Uma vez definida a área de estudo, os dados de entrada existentes e já utilizados nas análises multicriteriais dos segmentos norte e sul de Chapecó foram importados para o novo projeto. Os passos tomados foram idênticos aos dos projetos anteriores, no qual o estudo empregou fatores socioeconômicos, mercadológicos e logísticos, biofísicos, bem como as áreas que apresentam restrições ambientais, cada qual compondo um subconjunto (Tabela 13).

De forma a manter a integralidade da metodologia, os dados geográficos foram processados e analisados para cada subconjunto temático, utilizando ponderações de valores para a composição dos cenários independentes.

Tabela 13 - Exemplos de Dados de Entrada Utilizados na Análise Multicriterial para a Definição Inicial da Poligonal Base do Corredor Ferroviário

Dados	Fonte	Tipo	Subconjunto
Localidades	INDE	Vetor	Socioeconômico
População	IBGE	Tabela	
PIB	IBGE	Tabela	
Hidrovias	BIT	Vetor	Mercadológicos e Logísticos
Ferrovias	BIT	Vetor	
Rodovias	BIT	Vetor	
Hidrografia	INDE	Vetor	Biofísico
Hidrografia Margem Dupla	INDE	Vetor	
Modelo de Elevação	GDEM	Imagem	
Geomorfologia	INDE	Vetor	
Terras Indígenas Demarcadas	INDE	Vetor	Restrições Ambientais
Terras Indígenas em Estudo	INDE	Vetor	
RPPN e Áreas Protegidas	INDE	Vetor	
Unid. Conserv. - Proteção Integral	INDE	Vetor	
Unid. Conserv. - Uso Sustentável	INDE	Vetor	

2.4.3.5.2 PREPARAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS

Com base nos dados primários de entrada, o procedimento seguinte foi a preparação dos dados no formato compatível ao da metodologia de análise multicriterial por SIG. Para isso foram necessários pré-processamentos nos dados de entrada de forma a torná-los adequados à estrutura matricial dos dados a serem utilizados nas análises multicriteriais.

Os dados de entrada, em geral caracterizados pela abrangência nacional, foram inicialmente recortados para o polígono restritivo da área de estudo, e posteriormente projetado cartograficamente para o sistema de referência espacial padronizado para o projeto (SIRGAS2000, Projeção Cônica de Albers). Na sequência os dados foram devidamente convertidos em mapas temáticos, e estes serviram como dados de entrada para o desenvolvimento da metodologia multicriterial.

Os mapas temáticos gerados são produtos matriciais (imagens raster), para os quais foram especificados atributos e condicionantes característicos da escala macro para a qual esta fase da análise multicriterial foi desenvolvida. Foi adotada a resolução espacial de 300 m.

2.4.3.6 Processamento dos Dados de Entrada do Sistema Multicriterial

Embora em formato matricial, os mapas temáticos processados possuem diferentes grandezas para representar os valores dos pixels. O processo de análise multicriterial combina diferentes dados, porém é preciso que os dados sejam adimensionais ou que utilizam a mesma unidade de medida.

Para solucionar esse problema, a metodologia utilizada conta com uma etapa de normatização, onde são estabelecidos meios para que os valores dos pixels sejam padronizados em um intervalo comum, que no caso do presente projeto foi estabelecido entre os níveis digitais “0” e “1”, contados por números reais. Foram também estabelecidas regras através de fatores de pesos multiplicados aos valores dos pixels. As regras utilizadas regras estão apresentadas nas tabelas seguintes.

Tabela 14 - Estratégias Definidas para o Cenário Socioeconômico

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
População	Localidades + População	Caso 1: Densidade populacional. Calcular a distância média entre as localidades para a área de estudo. A distância média será utilizada como raio para o operador Kernel. Maiores densidades receberão fator AHP=1 e a menor densidade fator AHP=9 ou Caso 2: Mapa temático das localidades segundo a classificação do IBGE. Calcular a distância média entre as localidades para a área de estudo.	O mapa de densidades será dividido em 9 classes. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional a densidade da classe. Ex: - maior densidade, AHP=1 - menor densidade, AHP=9 Classificação do IBGE: 7. >1600 k (AHP=1) 8. 435 a 1600 k (AHP=2) 9. 162-435 k (AHP=3) 10. 71-162 k (AHP=4) 11. 23-71 k (AHP=5) 12. < 23k (AHP=6)
PIB Agropecuário	Localidade + PIB Agropecuário	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando a localidade e o atributo do PIB agropecuário. A superfície resultante será dividida em 9 classes para a atribuição dos fatores AHP. Quanto maior o valor do PIB da classe, maior a atratividade do corredor. Quanto menor o PIB, maior o esforço operacional do empreendimento.	A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à densidade da classe. Exemplo: - maior PIB, AHP=1 -menor PIB, AHP = 9
PIB Industrial	Localidade + PIB Industrial	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando a localidade e o atributo do PIB Industrial. A superfície resultante será dividida em 9 classes para a atribuição dos fatores AHP. Quanto maior o valor do PIB da classe, maior a atratividade do corredor. Quanto menor o PIB, maior o esforço operacional do empreendimento.	A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à densidade da classe. Exemplo: - maior PIB, AHP=1 -menor PIB, AHP = 9
PIB Serviços	Localidade + PIB Serviços	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando a localidade e o atributo do PIB de Serviços. A superfície resultante será dividida em 9 classes para a atribuição dos fatores AHP. Quanto maior o valor do PIB da classe, maior a atratividade do corredor. Quanto menor o PIB, maior o esforço operacional do empreendimento.	A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à densidade da classe. Exemplo: - maior PIB, AHP=1 -menor PIB, AHP = 9
PIB Per Capta	Localidade + PIB Per Capta	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando a localidade e o atributo do PIB Per Capta. A superfície resultante será dividida em 9 classes para a atribuição dos fatores AHP. Quanto maior o valor do PIB da classe, maior a atratividade do corredor. Quanto menor o PIB, maior o esforço operacional do empreendimento	A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à densidade da classe. Exemplo: - maior PIB, AHP=1 -menor PIB, AHP = 9

Tabela 15 - Estratégias Definidas para o Cenário Mercadológico

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
Soja	Centro de massa do município + Produção agrícola (Soja)	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando o centro de massa do município e o atributo de produção agrícola (soja). A superfície resultante será dividida em 9 classes conforme a produção. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional ao valor da produção. Quanto maior a produção, menor o fator AHP e respectivamente maior a atratividade da área para o corredor. Quanto menor a produção, maior o fator AHP e maior o esforço operacional para corredor.	Mapa temático dividido em 9 classes (ton de grãos): A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à produção.
Milho	Centro de massa do município + Produção agrícola (Milho)	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando o centro de massa do município e o atributo de produção agrícola (milho). A superfície resultante será dividida em 9 classes conforme a produção. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional ao valor da produção. Quanto maior a produção, menor o fator AHP e respectivamente maior a atratividade da área para o corredor. Quanto menor a produção, maior o fator AHP e maior o esforço operacional para corredor.	Mapa temático dividido em 9 classes (ton de grãos): A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à produção.
Arroz	Centro de massa do município + Produção agrícola (Arroz)	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando o centro de massa do município e o atributo de produção agrícola (arroz). A superfície resultante será dividida em 9 classes conforme a produção. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional ao valor da produção. Quanto maior a produção, menor o fator AHP e respectivamente maior a atratividade da área para o corredor. Quanto menor a produção, maior o fator AHP e maior o esforço operacional para corredor.	Mapa temático dividido em 9 classes (ton de grãos): A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à produção.
Trigo	Centro de massa do município + Produção agrícola (Trigo)	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando o centro de massa do município e o atributo de produção agrícola (trigo). A superfície resultante será dividida em 9 classes conforme a produção. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional ao valor da produção. Quanto maior a produção, menor o fator AHP e respectivamente maior a atratividade da área para o corredor. Quanto menor a produção, maior o fator AHP e maior o esforço operacional para corredor.	Mapa temático dividido em 9 classes (ton de grãos): A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à produção.

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
Cana	Centro de massa do município + Produção agrícola (açúcar e etanol)	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando o centro de massa do município e o atributo de produção agrícola (trigo). A superfície resultante será dividida em 9 classes conforme a produção. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional ao valor da produção. Quanto maior a produção, menor o fator AHP e respectivamente maior a atratividade da área para o corredor. Quanto menor a produção, maior o fator AHP e maior o esforço operacional para corredor.	Mapa temático dividido em 9 classes (ton): A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à produção.
Prod. Agric. Outros	Centro de massa do município + Produção agrícola (Outros)	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando o centro de massa do município e o atributo de produção agrícola. A superfície resultante será dividida em 9 classes conforme a produção. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional ao valor da produção. Quanto maior a produção, menor o fator AHP e respectivamente maior a atratividade da área para o corredor. Quanto menor a produção, maior o fator AHP e maior o esforço operacional para corredor.	Mapa temático dividido em 9 classes (ton de grãos): A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à produção.
Pecuária	Centro de massa do município + Produção Pecuária(bovino, suíno, aves)	Processamento de uma superfície por interpolação, utilizando o centro de massa do município e o atributo de produção animal. A superfície resultante será dividida em 9 classes conforme a produção. A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional ao valor da produção. Quanto maior a produção, menor o fator AHP e respectivamente maior a atratividade da área para o corredor. Quanto menor a produção, maior o fator AHP e maior o esforço operacional para corredor.	Mapa temático dividido em 9 classes (unidades em tonelada): A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à produção.
Armazéns e Silos	Localização dos armazéns e silos de armazenagem	Mapa de distância euclidiana. Raio de busca máximo 50km. A faixa de 50 Km será dividida em 9 classes para atribuição dos fatores AHP. Distâncias menores, por serem mais atrativas ao empreendimento do corredor ferroviário, receberão fatores AHP menores. Distâncias maiores receberão fatores maiores. Distâncias acima de 50Km não oferecerão atratividade ao corredor.	Distância euclidiana: 0 <Dist < 5,5Km, AHP=1 5,5 < Dist < 11Km, AHP=2 11 < Dist < 16.5Km, AHP=3 16.5 < Dist < 22Km AHP=4 22 < Dist < 27,5Km AHP=5 27,5 < Dist < 33Km, AHP=6 33 < Dist < 38,5Km, AHP=7 38,8 < Dist < 44Km, AHP=8 44 < Dist < 50Km, AHP=9

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
Usinas de Beneficiamento	Localização das usinas de beneficiamento(soja)	Mapa de distância euclidiana. Raio de busca máximo 50km. A faixa de 50 Km será dividida em 9 classes para atribuição dos fatores AHP. Distâncias menores, por serem mais atrativas ao empreendimento do corredor ferroviário, receberão fatores AHP menores. Distâncias maiores receberão fatores maiores. Distâncias acima de 50Km não oferecerão atratividade ao corredor.	Distância euclidiana: 0 <Dist < 5,5Km, AHP=1 5,5 < Dist < 11Km, AHP=2 11 < Dist < 16.5Km, AHP=3 16.5 < Dist < 22Km AHP=4 22 < Dist < 27,5Km AHP=5 27,5 < Dist < 33Km, AHP=6 33 < Dist < 38,5Km, AHP=7 38,8 < Dist < 44Km, AHP=8 44 < Dist < 50Km, AHP=9
Refinaria	Localização das Refinarias	Mapa de distância euclidiana. Raio de busca máximo 50km. A faixa de 50 Km será dividida em 9 classes para atribuição dos fatores AHP. Distâncias menores, por serem mais atrativas ao empreendimento do corredor ferroviário, receberão fatores AHP menores. Distâncias maiores receberão fatores maiores. Distâncias acima de 50Km não oferecerão atratividade ao corredor.	Distância euclidiana: 0 <Dist < 5,5Km, AHP=1 5,5 < Dist < 11Km, AHP=2 11 < Dist < 16.5Km, AHP=3 16.5 < Dist < 22Km AHP=4 22 < Dist < 27,5Km AHP=5 27,5 < Dist < 33Km, AHP=6 33 < Dist < 38,5Km, AHP=7 38,8 < Dist < 44Km, AHP=8 44 < Dist < 50Km, AHP=9
Extração Mineral	Localização das áreas de extração mineral (ferro, níquel, cobre, alumínio, chumbo, zinco, estanho, areia, carvão)	Mapa de distância euclidiana. Raio de busca máximo 50km. A faixa de 50 Km será dividida em 9 classes para atribuição dos fatores AHP. Distâncias menores, por serem mais atrativas ao empreendimento do corredor ferroviário, receberão fatores AHP menores. Distâncias maiores receberão fatores maiores. Distâncias acima de 50Km não oferecerão atratividade ao corredor.	Distância euclidiana: 0 <Dist < 5,5Km, AHP=1 5,5 < Dist < 11Km, AHP=2 11 < Dist < 16.5Km, AHP=3 16.5 < Dist < 22Km AHP=4 22 < Dist < 27,5Km AHP=5 27,5 < Dist < 33Km, AHP=6 33 < Dist < 38,5Km, AHP=7 38,8 < Dist < 44Km, AHP=8 44 < Dist < 50Km, AHP=9

Tabela 16 - Estratégias Definidas para o Cenário Logístico

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
Rodovias	Densidade de Rodovias Asfaltadas	Mapa de Densidade. Calcular a distância média entre as rodovias asfaltadas na região de estudo.. A distância média será utilizada como raio para o operador Kernel. O mapa temático será dividido em 9 classes. Maiores densidades receberão fator AHP=1 e a menor densidade fator AHP=9	A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à densidade. Exemplo: - maior densidade, AHP=1 -menor densidade, AHP = 9
Hidrovias Atrativas (transversais)	Hidrovias	Mapa de distância euclidiana. Estudo da diretriz básica (azimute de orientação) e da extensão territorial da hidrovia. Serão consideradas apenas as hidrovias cuja diretriz for perpendicular (ou apresente ângulo que permita interceptar) a diretriz básica do corredor ferroviário em estudo. Hidrovias distantes mais que 150 Km não interferirão no processo. Serão adotadas 9 classes para a atribuição dos fatores AHP. Menores distâncias serão tratadas como atrativos à implantação da ferrovia, e receberão fatores AHP menores.	Distância euclidiana: 0 <Dist < 16.6Km, AHP=1 16.6 < Dist < 33.3Km, AHP=2 33.3 < Dist < 50.0Km, AHP=3 50.0 < Dist < 66.6Km AHP=4 66.6 < Dist < 83.3Km AHP=5 83.3 < Dist < 100.0Km AHP=6 100.0 < Dist < 116.6Km, AHP=7 116.6 < Dist < 133.3Km, AHP=8 133.3 < Dist <150.0Km, AHP=9
Hidrovias Concorrentes (paralelas)	Hidrovias	Mapa de distância euclidiana. Estudo da diretriz básica (azimute de orientação) e da extensão territorial da hidrovia. Serão consideradas apenas as hidrovias cuja diretriz for paralela (ou não apresente ângulo que permita interceptar) a diretriz básica do corredor ferroviário em estudo. Hidrovias distantes mais que 150 Km não interferirão no processo. Serão adotadas 9 classes para a atribuição dos fatores AHP. Menores distâncias serão tratadas como concorrentes à implantação da ferrovia, e receberão fatores AHP maiores (alto esforço).	Distância euclidiana: 0 <Dist < 16.6Km, AHP=9 16.6 < Dist < 33.3Km, AHP=8 33.3 < Dist < 50.0Km, AHP=7 50.0 < Dist < 66.6Km AHP=6 66.6 < Dist < 83.3Km AHP=5 83.3 < Dist < 100.0Km AHP=4 100.0 < Dist < 116.6Km, AHP=3 116.6 < Dist < 133.3Km, AHP=2 133.3 < Dist <150.0Km, AHP=1
Ferrovias (atrativas)	Ferrovias existentes	Mapa de distância euclidiana. Estudo da diretriz básica (azimute de orientação) e da extensão territorial da hidrovia. Serão consideradas apenas as ferrovias cuja diretriz for perpendicular (ou apresente ângulo que permita interceptar) a diretriz básica do corredor ferroviário em estudo. Ferrovias distantes mais que 50 Km não interferirão no processo. Serão adotadas 9 classes para a atribuição dos fatores AHP. Menores distâncias serão tratadas como atrativos à implantação da ferrovia, e receberão fatores AHP menores.	Distância euclidiana: 0 <Dist < 15Km, AHP=1 15 < Dist < 30Km, AHP=2 30 < Dist < 50.0Km, AHP=3

Tabela 17 - Estratégias Definidas para o Cenário Ambiental

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
Terras Indígenas Demarcadas ou Homologadas	Terras indígenas demarcadas ou homologadas	O polígono da área indígena será tratado como máscara restritiva. Será criado um buffer de 5Km para o polígono. Será atribuído o fator AHP = 9 para a área contida no buffer. A regra impede a ocupação da área indígena, e dificulta a ocupação da área no entorno da terra indígena	Máscara restritiva no polígono da área indígena. Buffer de 5 km com fator AHP=9 para área de amortecimento
Terras Indígenas em estudo	Terras indígenas em estudo	Se a área for polígono, ela deverá ser tratada como máscara restritiva. Se for ponto, gerar buffer de 5 Km e tratar como mascara restritiva. Gerar buffer de 5 Km para o polígono ou novo buffer de 5 km sobre o buffer anterior para área de amortecimento, a qual receberá fator AHP=7	Máscara restritiva no polígono da área indígena ou no entorno de 5k do ponto. Buffer de 5 km com fator AHP=7 para área de amortecimento
RPPN	RPPN	Mascara restritiva sem buffer.	Mascara restritiva sem buffer.
Unidade de Conservação Proteção Integral	UC - PI	Máscara restritiva sobre o polígono. Buffer de 10 Km para zona de amortecimento. Será atribuído o fator AHP = 7 para a área contida no buffer.	Máscara restritiva no polígono da UC. Buffer de 10 km com fator AHP=7 para amortecimento
Unidade de Conservação Uso Sustentável	UC - US	Máscara restritiva sobre o polígono. Buffer de 5 Km para zona de amortecimento. Será atribuído o fator AHP = 7 para a área contida no buffer.	Máscara restritiva no polígono da UC. Buffer de 5 km com fator AHP=7 para amortecimento
APA	APA	Será atribuído o fator AHP=2 para o polígono da APA. Não haverá buffer.	Fator AHP=2
Sítio Arqueológico	Sítios arqueológicos	Buffer de 1 Km, com fator AHP=9. A medida não impede a ocupação de uma sítio arqueológico, porém dificulta a adoção da área elevando o esforço.	Buffer 1Km com fator AHP=9
Caverna	Caverna	Buffer de 1 Km, com fator AHP=9. A medida não impede a ocupação de áreas de caverna, porém dificulta a adoção da área elevando o esforço.	Buffer 1Km com fator AHP=9
Quilombos	Quilombos	Polígono não restritivo. Fator AHP = 7. A medida não restringe a ocupação da área, porém dificulta a adoção pela elevação do esforço	Fator AHP=7
Assentamentos	Assentamentos	Polígono não restritivo. Fator AHP = 7. A medida não restringe a ocupação da área, porém dificulta a adoção pela elevação do esforço	Fator AHP=7

Tabela 18 - Estratégias Definidas para o Cenário Físico

Variável	Dados Geográficos	Regra de Uso	Parâmetros
Densidade Hidrográfica	Hidrografia	Mapa de Densidade. Calcular a distância média entre os rios na região de estudo. A distância média será utilizada como raio para o operador Kernel. O mapa temático será dividido em 9 classes. Maiores densidades receberão fator AHP=9 e a menor densidade fator AHP=1. As áreas de maior concentração de rios, como jusantes por exemplo, são mais propícias a alagamentos e solos não adequados a implantação da ferrovia, e portanto serão tratadas como áreas de maior esforço	A atribuição dos fatores AHP será diretamente proporcional à densidade. Exemplo: - maior densidade, AHP=9 -menor densidade, AHP = 1
Distância de Rios	Hidrografia	Mapa de distância euclidiana. A proximidade com os rios deverá repelir o corredor ferroviário pelo alto esforço atribuído aos pixels, ao passo que o aumento da distância facilitará a adoção da área para estudo de traçado. As distâncias serão divididas em 9 classes para atribuição dos fatores AHP	A atribuição dos fatores AHP será inversamente proporcional à distância. Exemplo: - maior distância, AHP=1 -menor distância, AHP = 9
Declividade	Mapa de Declividade	Mapa de declividade em Percentagem de Rampa. A declividade será apresentada em 7 classes. A atribuição dos fatores AHP será diretamente proporcional ao aumento do valora da declividade do terreno.	D < 2%, AHP=1 2 < D < 4%, AHP=2 4 < D <8%, AHP=3 8 < D <12%, AHP=4 12 < D <20%, AHP=5 20 < D <30%, AHP=7 D > 30%, AHP=9
Geomorfologia	Geomorfologia	Mapa de Classes Geomorfológicas. O intuito as classes das formações geomorfológicas é o de orientar a definição do corredor para evitar áreas excessivamente acidentadas. A geomorfologia, ainda que numa perspectiva macro, indica indiretamente a formação geológica da região, que pode comprometer o esforço do empreendimento.	Planícies e Planaltos, AHP=1 Depressões, AHP = 3 Patamares, AHP = 4 Tabuleiros, AHP = 5 Chapadas, AHP=5 Serras, AHP=9

2.4.3.7 Processamento da Superfície de Esforço Acumulado

Na etapa de conversão dos mapas temáticos em dados matriciais normatizados, e de forma idêntica aos procedimentos executados nos projetos anteriores, foi possível agrupar os diferentes mapas em 5 grupos básicos para a composição de cenários independentes conforme ilustra a Figura 25.

Nesta fase, cada cenário composto dá origem a uma superfície de esforço acumulado:

- ✓ Socioeconômico;
- ✓ Mercadológico;
- ✓ Logístico;
- ✓ Restrições Ambientais e
- ✓ Biofísico.

As variáveis ambientais APA e Sítios Arqueológicos da Figura 25 não possuem pesos por não terem sido encontrados dados disponibilizados para a pesquisa.

REGRAS UTILIZADAS NA ANÁLISE MULTICRITERIAL

"Refinamento utilizando as variáveis, critérios e cenários estabelecidos após reunião na VALEC em 29 e 30 de Agosto de 2012"

Nível 1

SOCIO ECONÔMICO		
critério	ranking	peso no cenário
POPULAÇÃO	5	11,37%
PIB AGROPECUÁRIO	1	56,83%
PIB INDUSTRIAL	4	14,21%
PIB SERVIÇOS	7	8,12%
PIB PER CAPTA	6	9,47%
100,00%		

MERCADOLÓGICO		
critério	ranking	peso no cenário
SOJA	1	17,54%
MILHO	1	17,54%
ARROZ	1	17,54%
TRIGO	1	17,54%
CANA/ETHANOL	2	8,77%
AGRIC. OUTROS	2	8,77%
PECUARIA	5	3,51%
EXTRAÇÃO MINERAL	2	8,77%
100,00%		

LOGÍSTICO		
critério	ranking	peso no cenário
RODOVIAS - DENSIDADE	1	52,63%
HIDROVIA - CONCORRENTE	5	10,53%
HIDROVIA - PERPENDICULAR	5	10,53%
FERROVIAS	2	26,32%
100,00%		

AMBIENTAL (zonas de amortecimento)		
critério	ranking	peso no cenário
TERRAS INDÍGENAS - OFICIAIS	9	16,98%
TERRAS INDÍGENAS - ESTUDO	7	13,21%
RPPN (polígono de exclusão, porém sem zona de amortecimento)		
UC - PROTEÇÃO INTEGRAL	9	13,21%
UC - USO SUSTENTÁVEL	9	13,21%
APA		
SÍTIO ARQUEOLÓGICO		
CAVERNA	7	16,98%
QUILOMBO	7	13,21%
ASSENTAMENTO	7	13,21%
100,00%		

FÍSICO		
critério	ranking	peso no cenário
HIDROGRAFIA - DENSIDADE	2	13,33%
HIDROGRAFIA - DISTÂNCIA	2	13,33%
DECLIVIDADE	1	66,67%
GEOMORFOLOGIA	3	6,67%
100,00%		

Fonte: Processamento Multicriterial Multiescalar Otimizado de Planejamento de Corredores. Propriedade Intelectual registrada. Patentes em estudo (UFMG-FUNDEP).

Figura 25 - Regras Utilizadas no Primeiro Nível da Análise Multicriterial

Considerando que as superfícies de esforço são também dados matriciais, portanto compostos por células, e que o esforço é expresso em valores reais no intervalo variando de 0 (menor esforço) até 1 (esforço máximo), o processamento do corredor otimizado entre dois pontos tem por objetivo efetuar a somatória dos valores dos pixels interseptados no caminho entre os dois pontos. O caso mais simples é quando a superfície de esforço não apresenta variações, ou seja, todos os pixels passam a ter o mesmo peso. Neste caso, o corredor que minimiza o esforço passa a ser uma trajetória reta entre os dois pontos, uma vez que esta minimiza o montante de pixels interceptados.

2.4.3.8 Equações e Resultados das Superfícies de Esforço Acumulado – Nivel - 1

No caso do presente estudo, para minimizar a o valor da somatória dos pixels (esforço acumulado), é necessário que o alinhamento do corredor sofra ajustes em busca de pixels de menos esforço. As Figuras 26 a 30 ilustram as superfícies de esforço acumulado para os quatro cenários mencionados acima.

Para facilitar o entendimento, os valores dos pixels estão representados pela variação em escala de cinza. Os pixels com maior esforço estão representados com tonalidades claras, e as regiões mais atrativas para receber o corredor ferroviário estão ilustradas em tonalidades escuras.

Atenção especial foi dedicada ao cenário ambiental. Os fatores que o compõem foram combinados de forma a formar uma superfície dicotômica. Neste sentido, a superfície produziu valores restritivos máximos (pixel = 1) nas áreas de restrição ambiental, e valores não restritivos (pixel = 0) fora das áreas de restrição.

A superfície de esforço ambiental é restritiva, e está ilustrada na Figura 30 com legenda diferenciada das demais superfícies de esforço.

CENÁRIO MERCADOLÓGICO

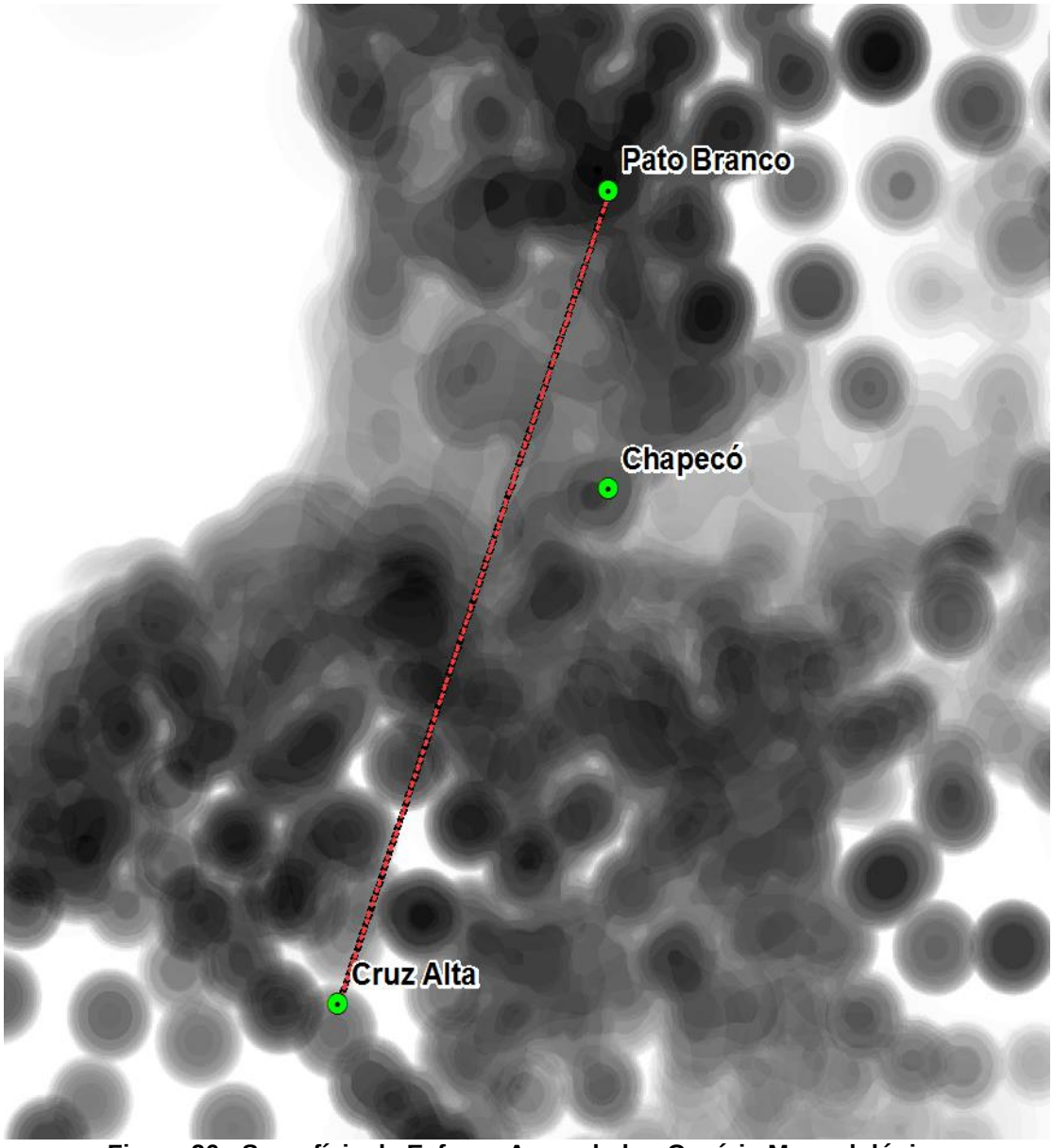


Figura 26 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Mercadológico

CENÁRIO LOGÍSTICO

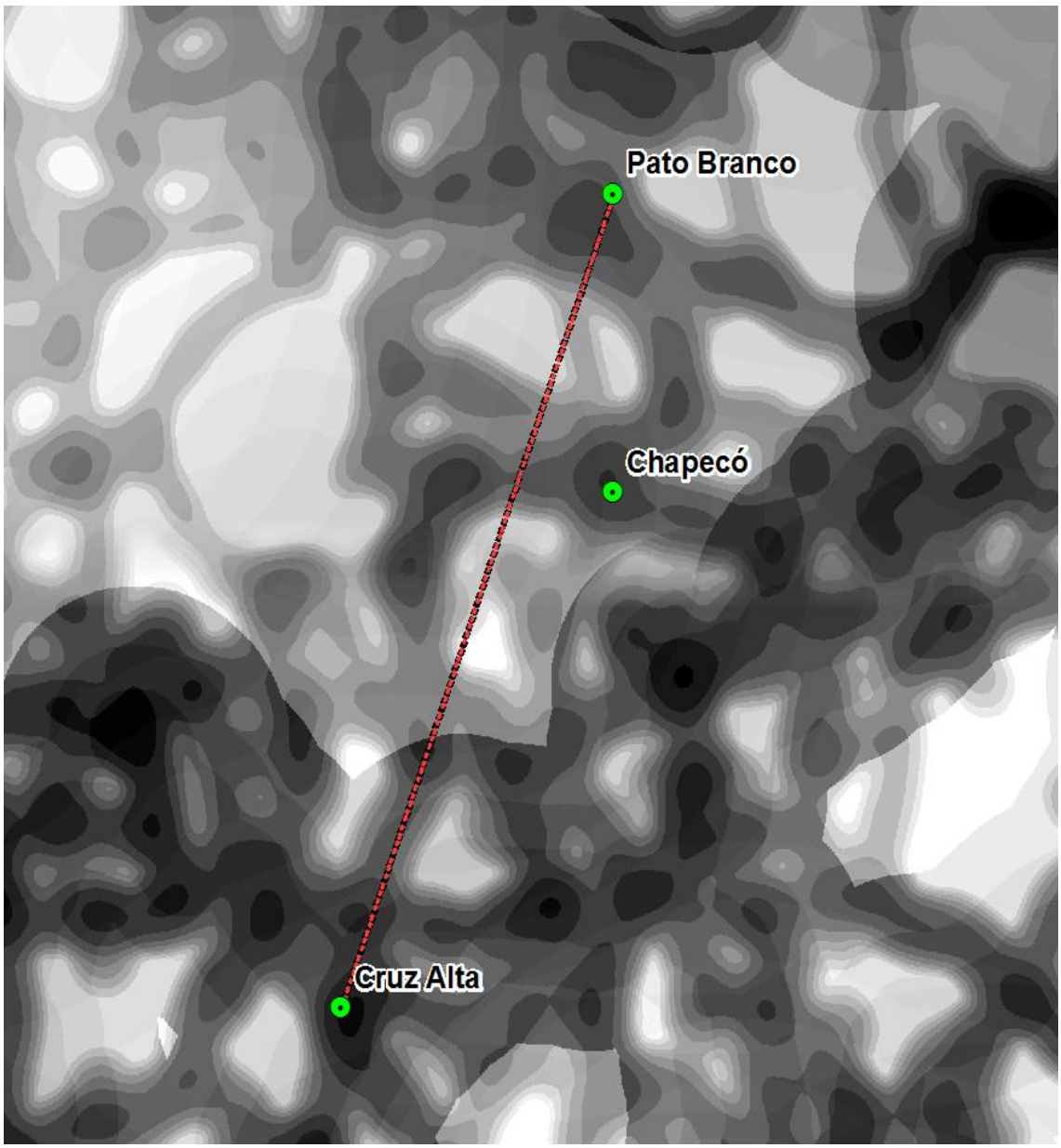


Figura 27 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Mercadológico

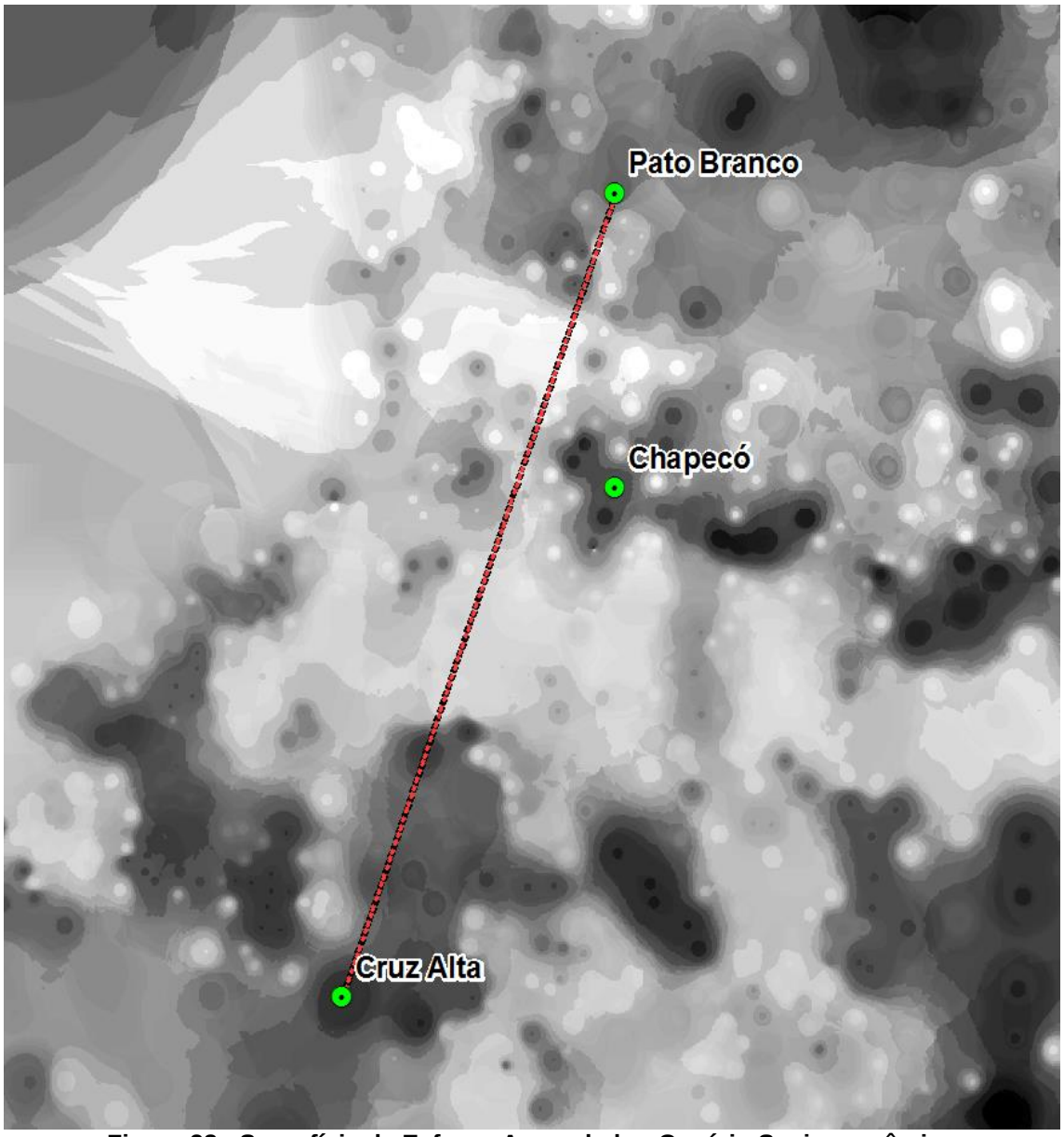


Figura 28 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Socioeconômico

CENÁRIO FÍSICO

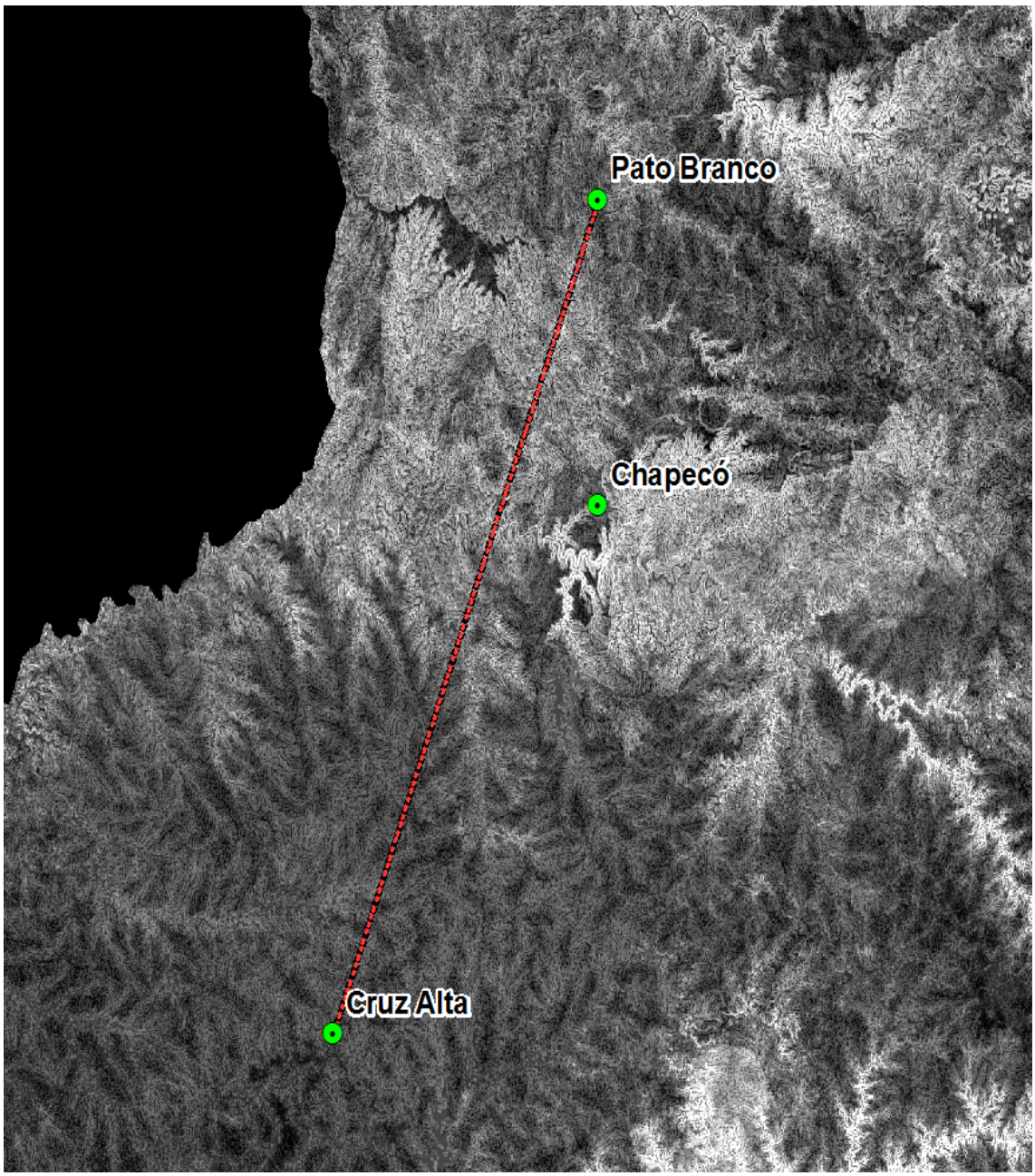


Figura 29 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Físico

CENÁRIO AMBIENTAL (RESTRITIVO)

- ✓ Mosaico das máscaras de [3_ambiental] com operador máximo (valores: 1, NoData)
- ✓ Reclassificação 1) invertendo valores os 1 e NoData
- ✓ Mosaico dos mapas de amortecimento com operador máximo. (valores: 1,7,9)
- ✓ Reclassificação dos valores de 3) usando os pesos **1=58, 7=411 e 9=529**

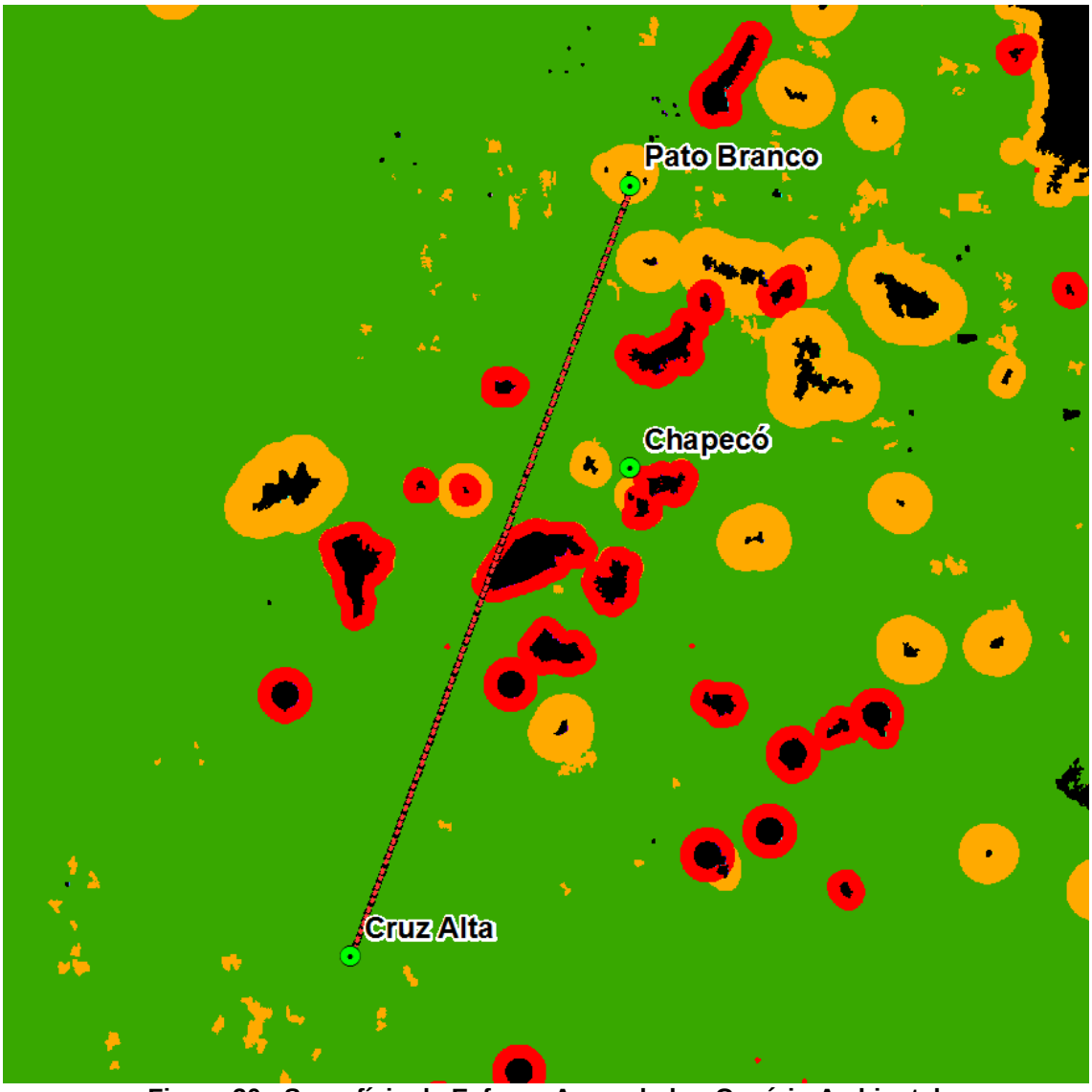


Figura 30 - Superfície de Esforço Acumulado - Cenário Ambiental (zonas de amortecimento + polígonos de restrição)

2.4.3.9 Equações e Resultados das Superfícies de Esforço Acumulado – Nivel – 2

Seguindo a mesma rotina desenvolvida para os projetos anteriores, o passo seguinte consistiu em combinar os cinco cenários independentes resultantes do nível anterior em uma superfície final de esforço acumulado.

Para tanto, foram estabelecidas 3 configurações distintas para criação de 3 resultados, conforme ilustra a tabela abaixo. As Figuras 32, 33 e 34 ilustram os resultados das superfícies de esforço acumulados, para as quais foi utilizada a configuração de cores semelhante a configuração de cores estabelecida para o corredor final, variando do mais favorável ao menos favorável.

Uma vez calculadas as superfícies, estas foram reclassificadas utilizando a distribuição geométrica dos valores dos seus histogramas. Com isso os dados passaram de contínuos para discretos, e cada classe passou a ter a mesma representatividade estatística para a formação da imagem final, conforme acordado em reunião colegiada entre a VALEC, sua consultoria e as empresas responsáveis pelos EVTEAs.

Nível 2

CENÁRIO INTEGRAL 1 (Mercadológico)		
critério	ranking	peso
SOCIOECONÔMICO	2	15,02%
MERCADOLÓGICO	1	35,34%
LOGÍSTICO	2	17,67%
AMBIENTAL	3	11,66%
FÍSICO	2	17,67%
		100,00%

CENÁRIO INTEGRAL 2 (Mercadológico e Físico)		
critério	ranking	peso
SOCIOECONÔMICO	2	15,02%
MERCADOLÓGICO	1	30,03%
LOGÍSTICO	2	15,02%
AMBIENTAL	3	9,91%
FÍSICO	1	30,03%
		100,00%

CENÁRIO INTEGRAL 3 (Físico)		
critério	ranking	peso
SOCIOECONÔMICO	2	17,67%
MERCADOLÓGICO	2	17,67%
LOGÍSTICO	2	17,67%
AMBIENTAL	3	11,66%
FÍSICO	1	35,34%
		100,00%

Figura 31 - Configurações de Pesos das Variáveis nos Cenários Integrados 1, 2, 3 – Nível 2

Deve-se estar atento que as fórmulas empregadas para os Cenários Integrados 1, 2 e 3 utilizam os pesos da Figura 31 que diferem dos pesos da Figura 25.

CENÁRIO INTEGRADO #1

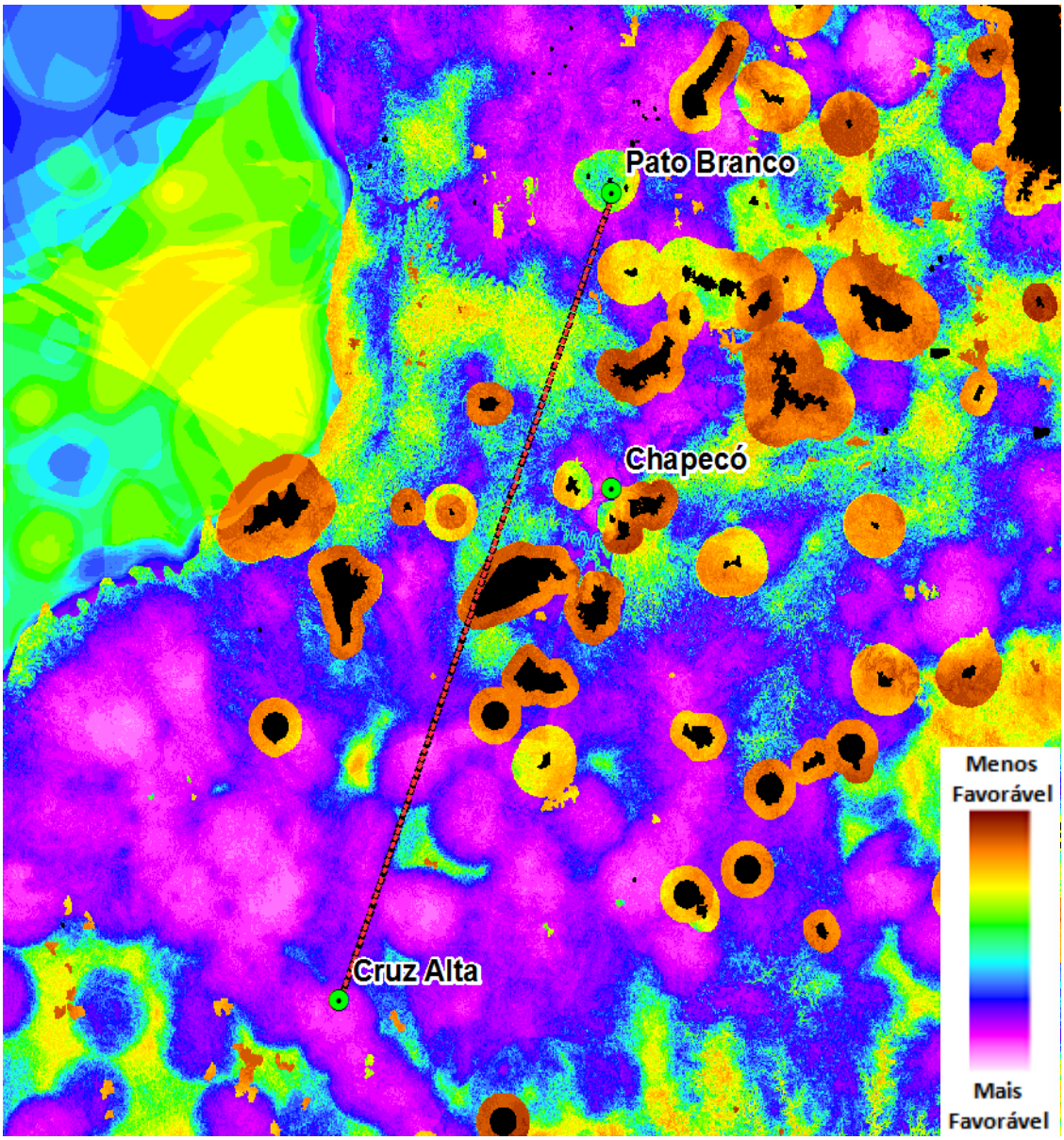


Figura 32 - Superfície de Esforço Acumulado (Nível 2) – Cenário 1

CENÁRIO INTEGRADO #2

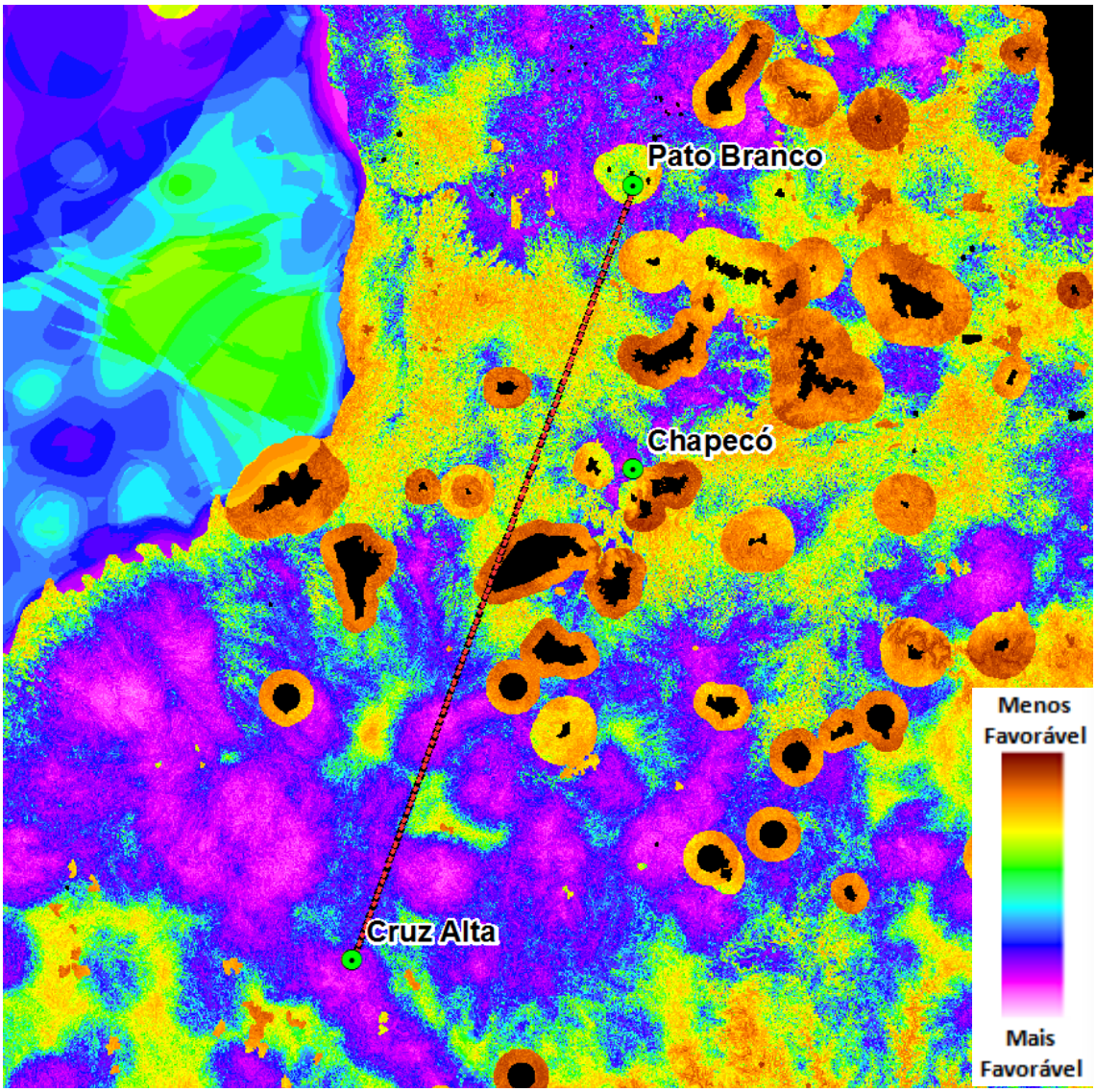


Figura 33 - Superfície de Esforço Acumulado (Nível 2) – Cenário 2

CENÁRIO INTEGRADO #3

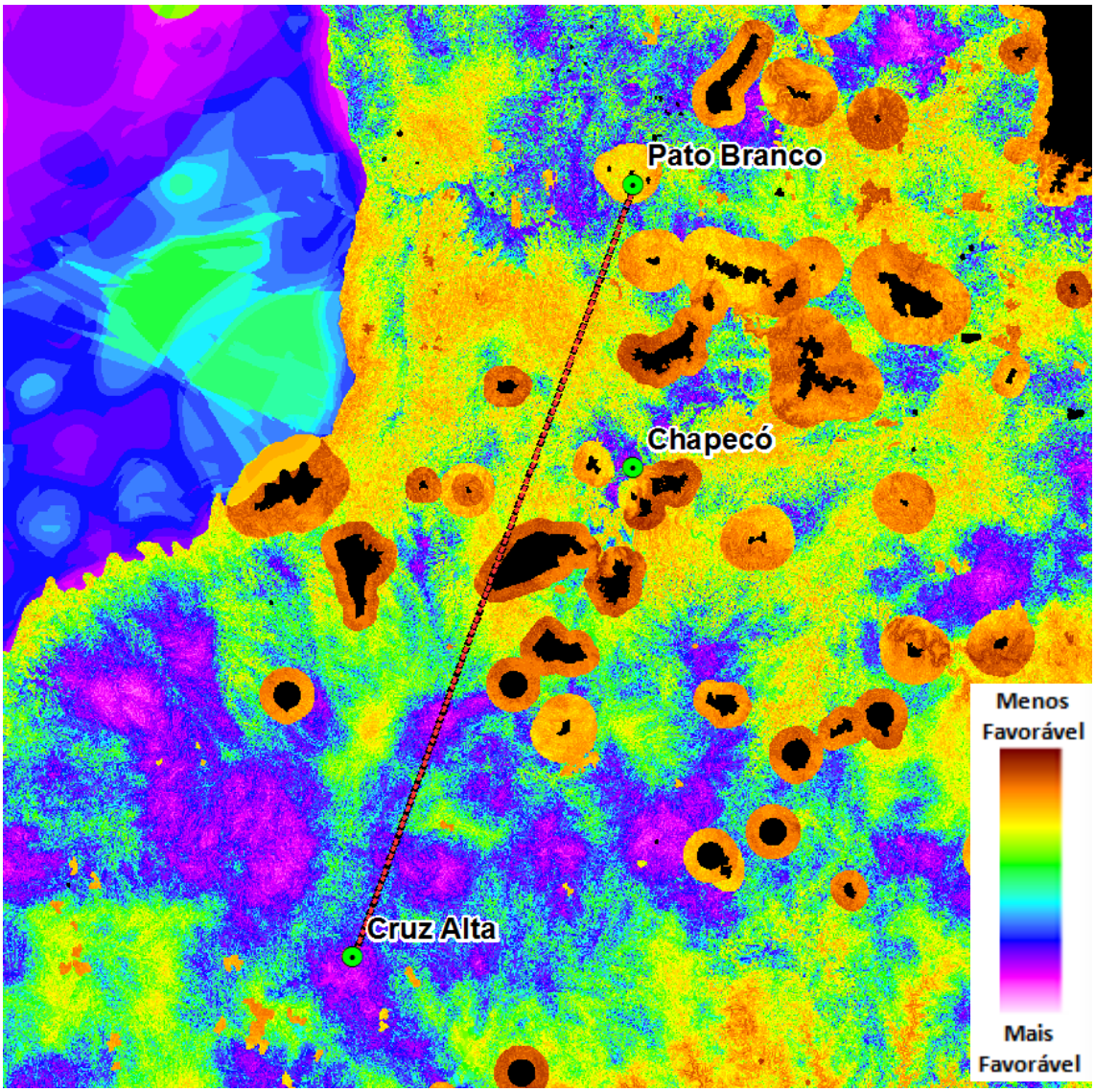


Figura 34 - Superfície de Esforço Acumulado (Nível 2) - Cenário 3

2.4.4 PROCESSAMENTO DOS CORREDORES DE MENOR ESFORÇO

Uma vez estabelecida a superfície final de esforço acumulado, estabeleceu-se como pontos de partida as localidades de Panorama e Chapecó, e calculou-se o esforço do afastamento de ambos os pontos. A intersecção dos mapas de esforço formaram o corredor otimizado que interliga os dois pontos. As Figuras 35, 36 e 37 ilustram os resultados finais.

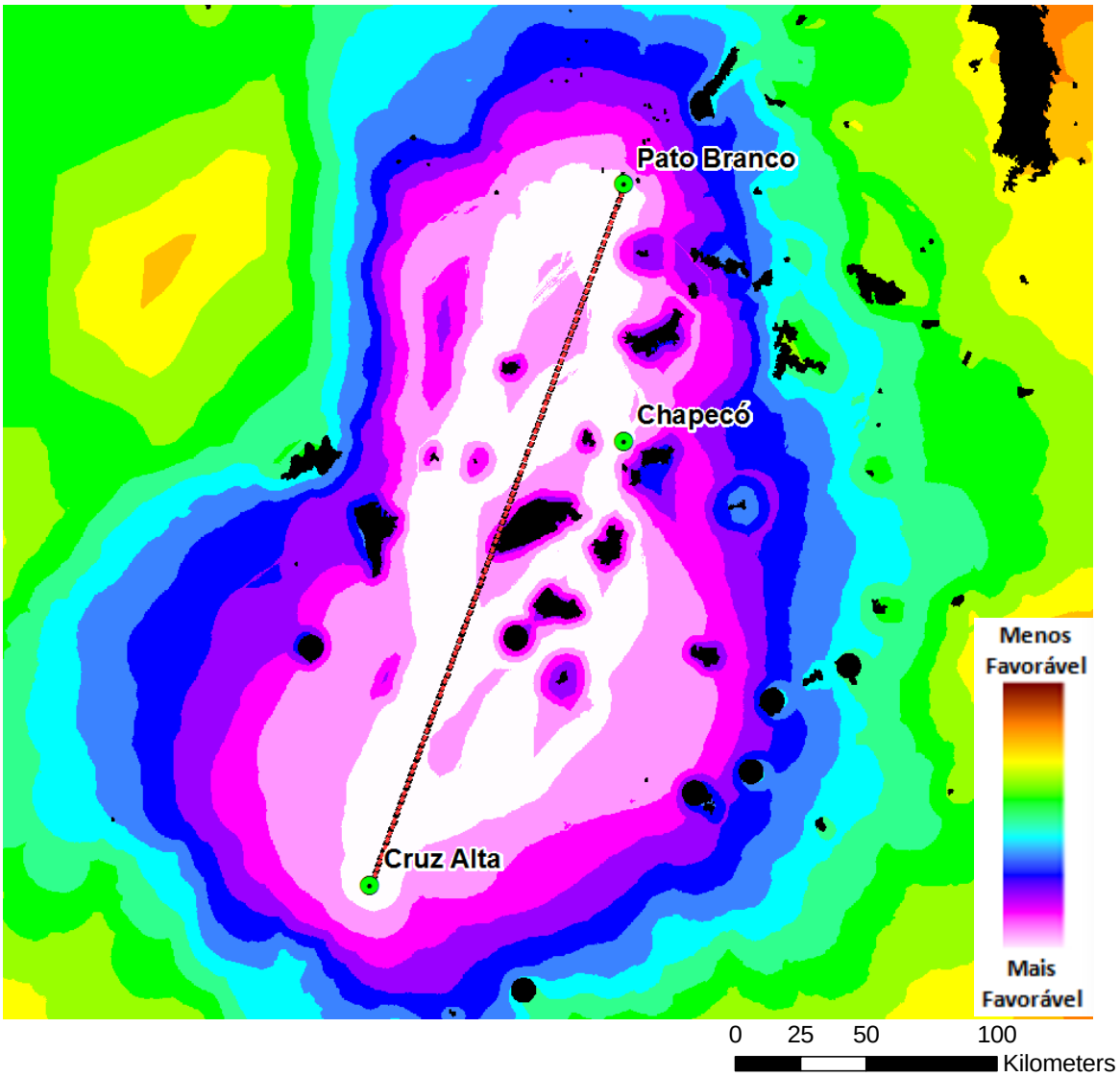


Figura 35 - Corredor de Menor Esforço Resultante do Cenário 1

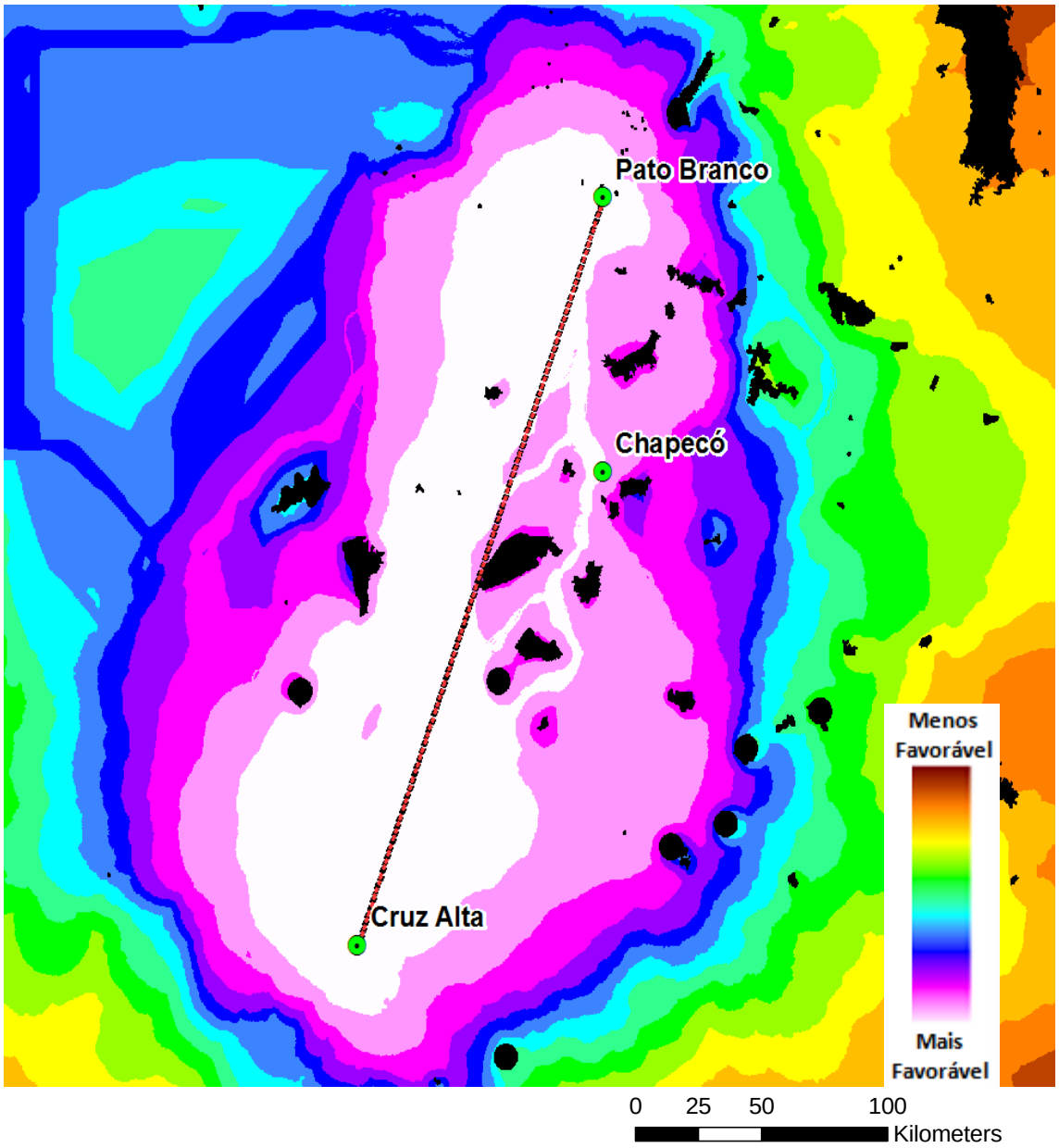


Figura 36 - Corredor de Menor Esforço Resultante do Cenário 2

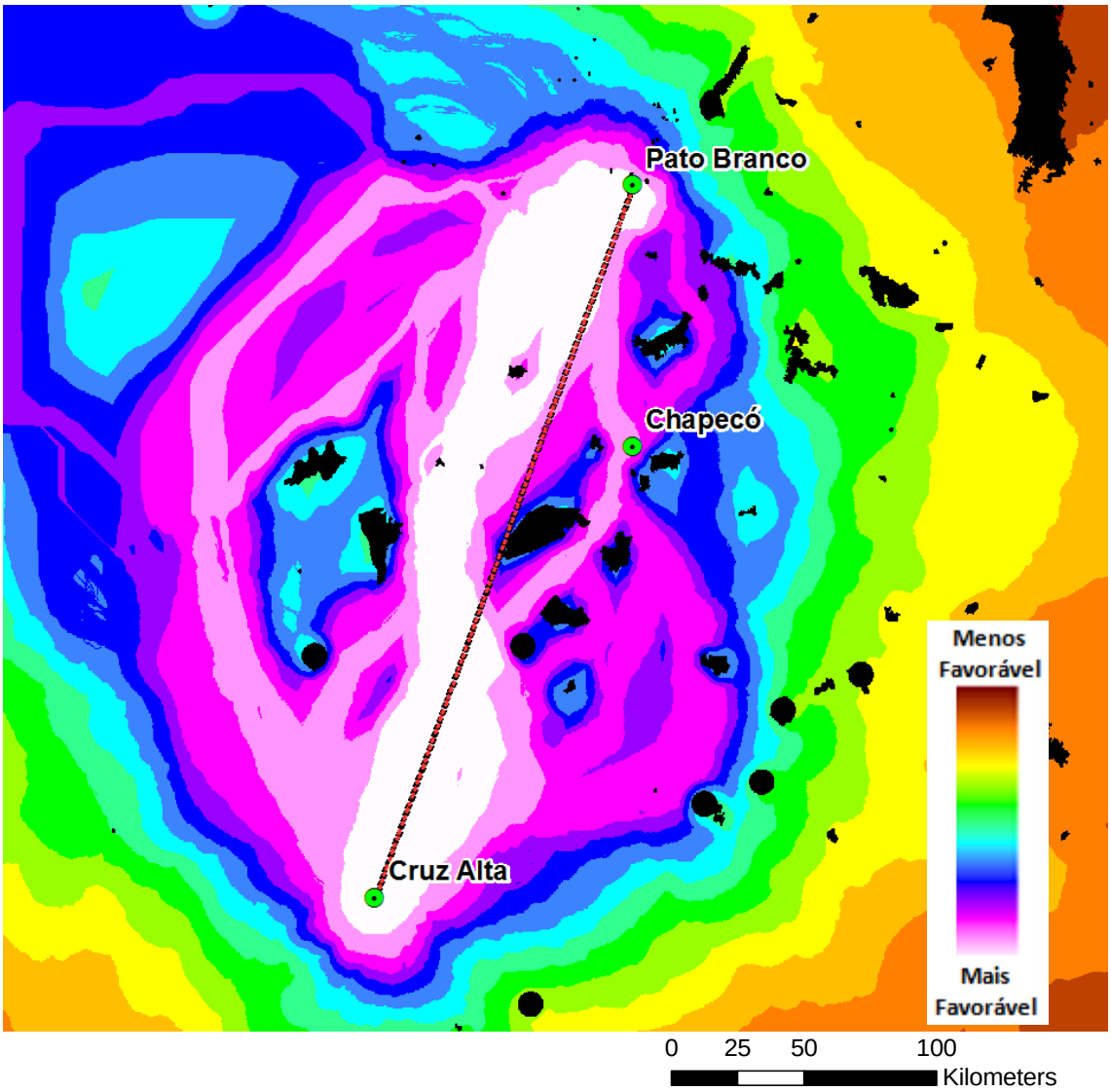


Figura 37 - Corredor de Menor Esforço Resultante do Cenário 3

2.4.4.1 Referências Bibliográficas

O presente relatório seguiu na íntegra as especificações do Relatório Final da Análise Multicritério do Segmento Panorama/SP-Chapecó/SC, entregue para a Contécnica Engenharia SA em 13/12/2013, bem como o Relatório Final da Análise Multicritério do Segmento Chapecó/SC-Rio Grande/RS, entregue para a STE Serviços Técnicos de Engenharia SA em 12/12/2013.

A metodologia responsável pelo desenvolvimento do estudo tem por base os trabalhos:

- ✓ Sadasivuni, R., Nobrega R.A.A., O'Hara, C. & Dumas, J. "*A transportation Corridor Case Study for Multi-Criteria Decision Analysis*", American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, Baltimore, USA (2009).
- ✓ Nobrega R.A.A., Sadasivuni, R., O'Hara, C. & Dumas, J. "*Brigding Decision-Making Process and Environmental Needs in Corridor Planning*", International Journal of Management of Environmental Quality, Emerald Ed. Vol 20, N. 6, Germany (2009).
- ✓ Stich, B., Nobrega R.A.A. & O'Hara, C. "*Using Multi-Criteria Decision Making to Highlight stakeholders'Values in the Corridor Planning Process*", Journal of Transport and Land Use, Vol 4, n. 3, USA (2011)

A validação dos resultados da metodologia de análise multicritério para otimização do traçado de corredores de transporte está disponível no trabalho "*"Evaluating the Design of the Streamlined GIS-Based Transportation Corridors*", NOBREGA & O'HARA (2009), apresentado e publicado no American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, Baltimore, USA. Todos os trabalhos acima citados estão disponíveis para consulta e poderão ser solicitados junto a Consultora.

A metodologia apresentada para o trabalho possui propriedade intelectual e direitos reservados pelo autor. O método encontra-se em processo depositado de registro de patente junto a Coordenadoria de Transferência e Inovação Tecnológica da Universidade Federal de Minas Gerais.

2.4.5 ETAPA AVALIAÇÃO/SELEÇÃO

Os estudos de engenharia se iniciaram a partir da conclusão da Análise Multicriterial que definiu corredores com os menores graus de interferência aos quesitos restritivos (ambientais e técnicos) conjugados aos de melhores condições de desempenho para os estudos de engenharia (aspectos físicos), da demanda de mercado e da operação da via.

Tomando a conclusão da Análise Multicriterial o cenário escolhido para desenvolvimento dos estudos de traçado foi o CENÁRIO 1 - CRITÉRIO MERCADOLÓGICO que privilegia os aspectos mercadológicos.

As principais características técnicas que pautaram a elaboração dos anteprojetos geométrico das Alternativas são:

- ✓ Raio mínimo: 500 m - Em locais onde não foi possível adotar raios mínimos de 500m, foram utilizados raios mínimos de 350m;
- ✓ Rampas máximas de 1,00% (compensada);
- ✓ Bitola Larga = 1,60;
- ✓ Tipo de trilho – 68 kg/m
- ✓ Dormentes:
  - Monobloco de concreto na linha principal, nos AMV´s dormente de madeira.

- Comprimento de 2,80m
- Taxa de dormentação de 1670 unidades por quilômetro
- Altura do lastro - 30 cm;
- Declividade transversal da plataforma de terraplenagem - 3%;
- Características dos pátios de cruzamento:
    - Uma linha com 3500 m de comprimento total e um desvio morto de 300 m;
    - Largura de entrevia de 5,50 m;
    - AMV 1:20 da linha principal para o pátio e AMV 1:14 do pátio para o desvio morto;

✓ Intervalo médio de distância entre desvios de cruzamento/pátios de 50 km;

✓ Rampa máxima em desvios de cruzamento/pátios - 0,25%;

✓ Largura da plataforma de corte e de aterro em linha simples de 8,50 m;

✓ Largura da plataforma de corte e de aterro em desvio de cruzamento de 14,00 m.

Demais características adotadas:

✓ Greide lançado com as cotas previstas para o sub-lastro, no eixo de projeto;

✓ O anteprojeto de terraplenagem compreenderá o cálculo de volumes e a orientação desta (Planilhas de Distribuição de Terras), gerando os quantitativos de serviços:

✓ Inclinação de talude em corte em solo = 1(V) : 1(H);

✓ Inclinação de talude em corte em rocha = 8(V) : 1(H);

✓ Inclinação de talude em aterro = 1(V) : 1,5(H);

✓ Largura de semi-plataforma de corte em linha simples = 5,35m (incluindo drenagem);

✓ Largura de semi-plataforma de aterro em linha simples = conforme tabela contida no desenho VALEC nº 80-EG-000A-20-0000 – Projeto Básico – Terraplenagem – Seção Transversal Tipo, variável em função da altura do aterro;

✓ Banquetas com largura de 4,0 m a cada 8,0 m de altura, nos cortes e aterros;

✓ Fator de redução corte x aterro = 30%;

✓ Estimativa de materiais de 2ª e 3ª categorias para os cortes mais elevados;

A faixa de domínio adotada é de 80 metros de largura, exceto nos pontos onde os offsets excedem a esta largura, tendo sido adotado como limite de faixa de domínio, nestes casos, a distância de offset mais 5 metros. Empréstimos para execução de aterros previstos em forma de bota - dentro ou de alargamento de corte.

O traçado das alternativas foram materializados em planta e perfil nas escalas 1:25.000 e 1:2.500, respectivamente.

Para o desenvolvimento do anteprojeto geométrico a base de relevo foi definida pela utilização de fotos de satélite fornecidas pela EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, que apresentam malha de pontos cotados a cada 90 metros; a obtenção de relevo a partir das fotos de satélite processada com o uso do software Infraworks, da Autodesk, processamento do relevo no software Autodesk Civil 3D; e estudo de traçado em planta e perfil sobre o relevo obtido.

Na apresentação do anteprojeto geométrico foram utilizadas imagens ortorretificadas dos Satélites RapidEye, com resolução espacial de 5 metros, 5 bandas espectrais com 12 bits de resolução radiométrica, referenciadas na projeção UTM WGS-84, no formato GEOTIFF.

O ponto de partida dos estudos em questão foi definido a partir da identificação, no anteprojeto geométrico elaborado para o EVTEA da EF-151, trecho: Estrela D'Oeste/SP – Panorama/SP, do ponto de conciliação do ramal de acesso ao pátio de cargas de Panorama/SP, com a diretriz adotada para o desenvolvimento dos presentes estudos e com o melhor ponto de concordância geométrica, sendo este local definido pela igualdade com km 248 + 400 (traçado existente) = km 0 (zero).

Para cada alternativa foram avaliadas as melhores condições técnicas (topografia, declividade e inclinação do terreno, e demais parâmetros definidos no termo de referência, principalmente relativos às questões ambientais e de mercado).

As alternativas estudadas podem ser caracterizadas pelos respectivos polos de cargas que determinaram as suas diretrizes de traçado identificadas pela descrição abaixo e a Figura 38:

Alternativa 1: Panorama/SP - Presidente Venceslau/SP - Maringá/PR - Campo Mourão/PR - Cascavel/PR - Pato Branco/PR - Chapecó/SC (Oeste de Chapecó) – Extensão de 950,809km;

Alternativa 2: Panorama/SP - Presidente Prudente/SP - Maringá/PR - Campo Mourão/PR - Cascavel/PR - Pato Branco/PR - Chapecó/SC(Oeste de Chapecó) – Extensão de 1.040,786km;

Alternativa 3: Panorama/SP - Presidente Prudente/SP - Londrina/PR - Apucarana/PR - Maringá/PR - Campo Mourão/PR - Cascavel/PR - Pato Branco/PR - Chapecó/SC(Oeste de Chapecó) – Extensão de 1.071,061km;

Alternativa 4: Panorama/SP - Presidente Venceslau/SP - Maringá/PR - Campo Mourão/PR - Cascavel/PR - Pato Branco/PR - Chapecó/SC (Fora da área urbana) – Extensão de 928,083km;

Alternativa 5: Panorama/SP - Presidente Venceslau/SP - Maringá/PR - Campo Mourão/PR - Cascavel/PR - Pato Branco/PR - Chapecó/SC (Dentro da área urbana) – Extensão de 938,986km.

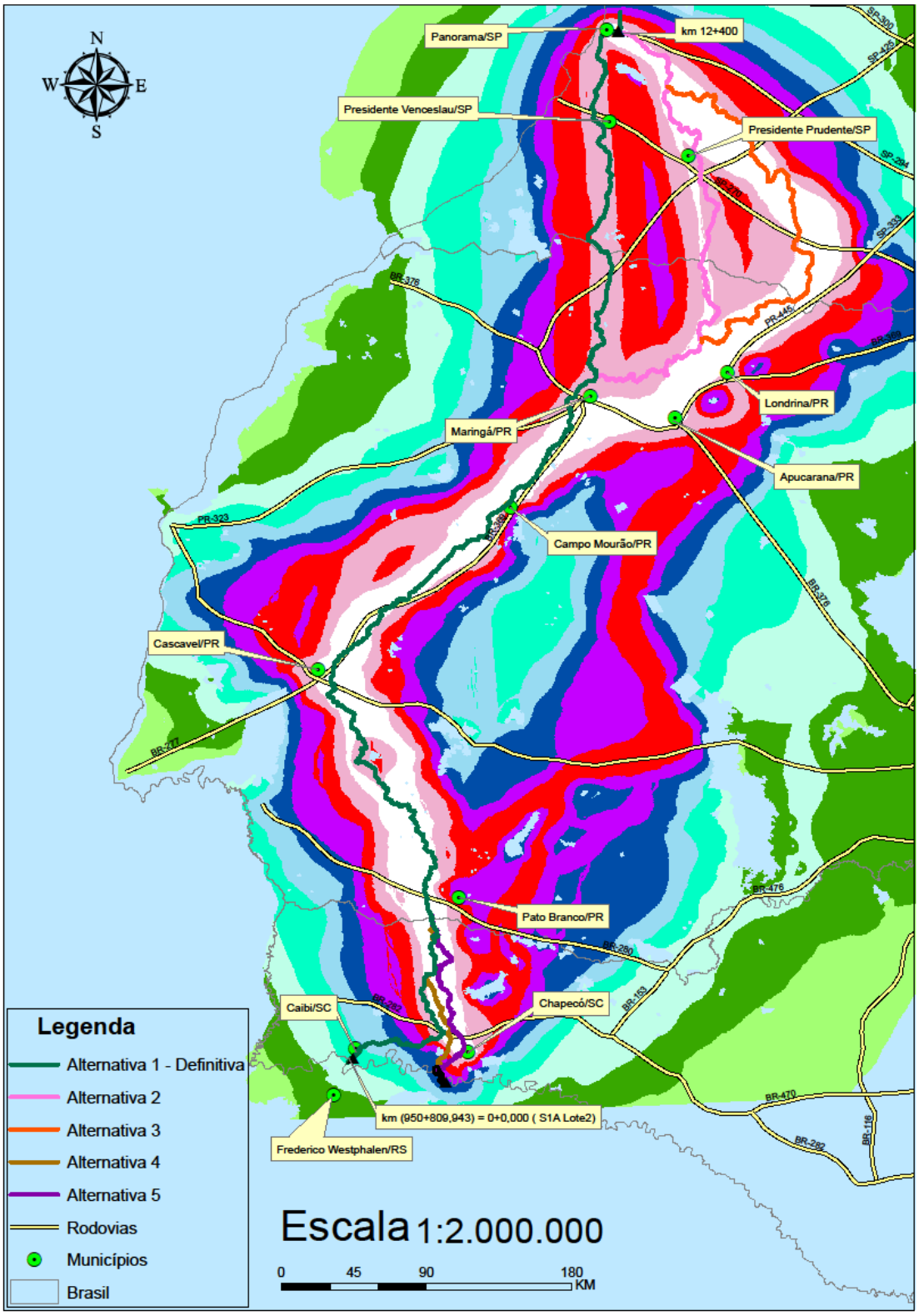


Figura 38 - Diretrizes de traçado

Entretanto, visando facilitar o desenvolvimento e a identificação de cada uma das alternativas assim como a representação destas em relação à extensão total dos estudos (Panorama/SP – Chapecó/SC), a Consultora considerou a Alternativa 1 como sendo o traçado referencial para as demais alternativas, ou seja, estas estão conectadas a Alternativa 1 e ainda dividiu o traçado como um todo em três subtrechos, denominados A, B e C (Ver Mapa 1 - Geral).

O Subtrecho A é composto pelo conjunto de estudos das Alternativas 1 – Segmento 1, Alternativa 2 e Alternativa 3. Este Subtrecho está inserido entre o km 0 e o km 307,730362 da Alternativa 1 (alternativa referencial dos estudos).

O Subtrecho B é composto pelo conjunto de estudos das Alternativas 1 – Segmento 2 e Segmento 3. Este Subtrecho está inserido entre o km 307,730362 e o km 786,508743 da Alternativa 1 (alternativa referencial dos estudos).

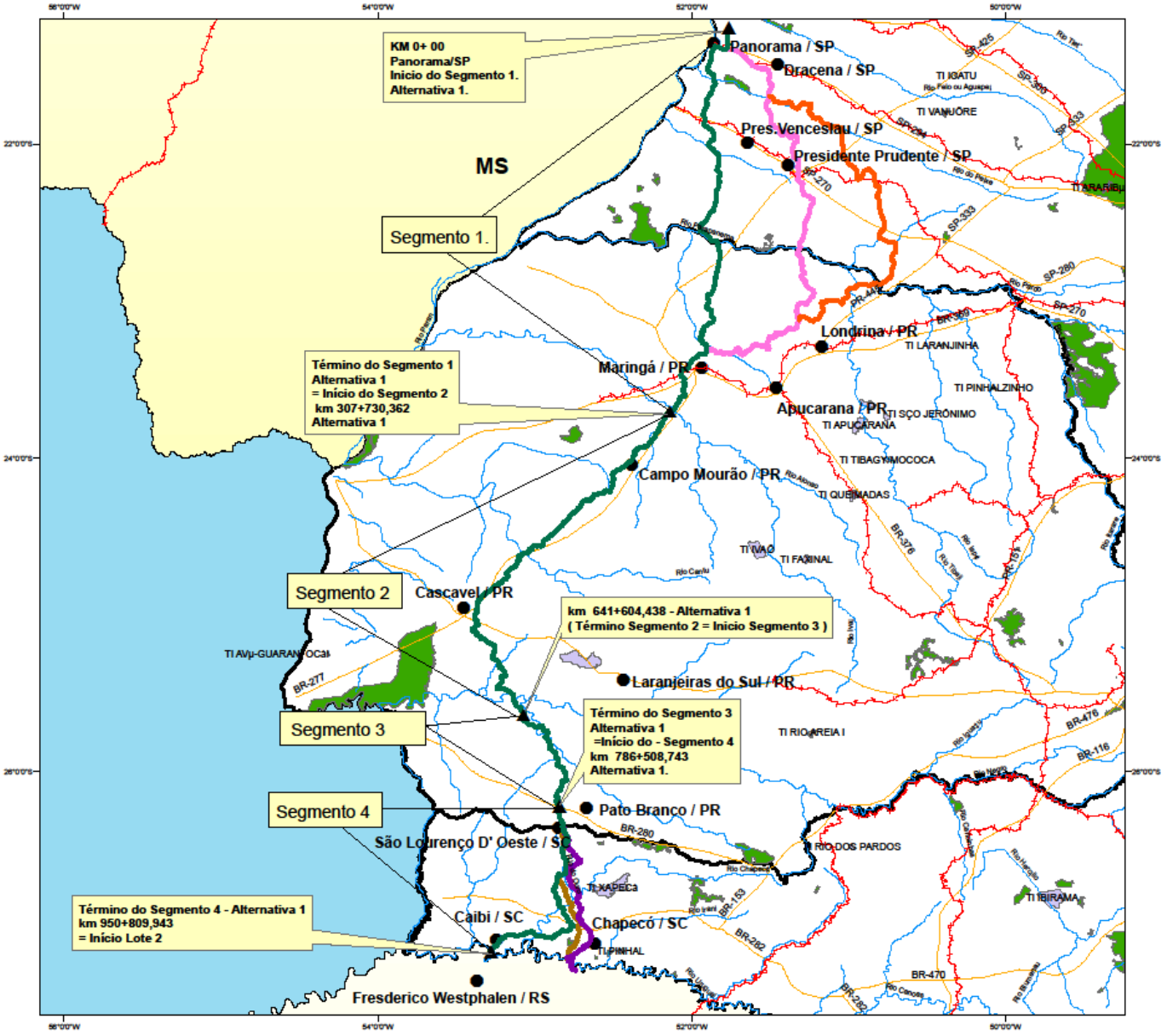
O Subtrecho C é composto pelo conjunto de estudos das Alternativas 1 – Segmento 4, Alternativa 4 e Alternativa 5. Este Subtrecho,, por se tratar do intervalo final dos estudos, estão assim inseridos:

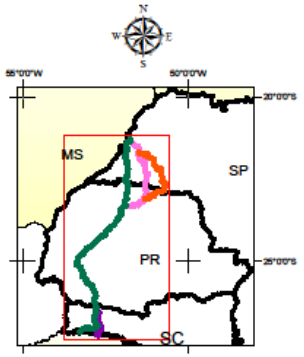
- ✓ Alternativa 1 – Segmento 4: do km 786,508743 ao km 950,809943 em traçado específico e na diretriz de Frederico Westphalen para conexão com estudo do Lote 2.
- ✓ Alternativa 4: do km 786,508743 ao km 928,084549 em traçado específico e na diretriz de Contorno de Chapecó para conexão com estudo do Lote 2.
- ✓ Alternativa 5: do km 786,508743 ao km 938,986788 em traçado específico e na diretriz de Perímetro Urbano de Chapecó para conexão com estudo do Lote 2.

A partir da identificação da composição das soluções estudadas passamos a descrever cada uma das alternativas que são assim caracterizadas:

ALTERNATIVA 1 – SEGMENTO 1: (Extensão de 307,730362 km)
Tem seu início na estaca – km 0 (zero) - Panorama/SP, cidade localizada no sudoeste do estado de São Paulo, às margens do Rio Paraná e divisa com o estado do Mato Grosso do Sul, sendo esta coincidente com o km 248+400 - ponto de conexão com o trecho da FNS que se desenvolve entre as cidades de Estrela d'Oeste/SP e Panorama/SP conforme descrição acima.

O traçado desta alternativa tem a diretriz referenciada pelas localidades de: Paulicéia/SP e Santa Mercedes/SP (em função do ponto de conexão com o traçado do EVTEA Estrela D'Oeste – Panorama), Panorama/SP, Monteiro Lobato/SP Presidente Wenceslau/SP, Costa Machado/SP, Mirante do Paranapanema/SP, Washington/SP, Santo Inácio/PR, Alto Alegre/PR, Colorado/PR, Lobato/PR, Ângulo/PR, Maringá/PR.





Mapa 1 - Geral

Legenda

- Alternativa 1 - Definitiva
- Alternativa 2
- Alternativa 3
- Alternativa 4
- Alternativa 5
- Ferrovias Existentes
- Rios
- Rodovias
- Estados parte da ferrovia em estudo
- Demais estados brasileiros
- Unidades de Conservação
- Terras Indígenas
- Municípios Visitados em Campo

Escala:1:2.500.000

0 270 540 Kilometers

EVTEA EF - 151
Panorama/SP - Chapecó/SC

Datum: SIRGAS 2000.

Fonte: IBGE; INDE.

O desenvolvimento se deu até o km 307+730,362, ao sul da localidade de Maringá/PR. (Ver Mapa 1.1 - Subtrecho A.)

ALTERNATIVA 2: (Extensão de 397,70749 km)
Esta alternativa, também com início na igualdade do km 248+400 = km 0 - ponto de conexão com o trecho da FNS que se desenvolve entre as cidades de Estrela d'Oeste/SP e Panorama/SP, apresenta um intervalo coincidente com a Alternativa 1 – Segmento 1 entre o km 0 (zero) e o km 12+400;

Assim a Alternativa 2 se inicia na estaca - km 0 (Panorama/SP) prolongando-se até a estaca – km 371+777,491 = km 281+800,000 (Alternativa 1 – segmento 1), no início do contorno de Maringá/PR e km 307+730,362 (Alternativa 1 – Segmento 1), ao sul desta localidade. O traçado desta alternativa tem a diretriz referenciada pelas localidades de: Paulicéia/SP, Santa Mercedes/SP (em função do ponto de conexão com o traçado do EVTEA Estrela D'Oeste – Panorama), Panorama/SP, Arabela/SP, Iandara/SP, Jamaica/SP, Dracena/SP, Emilianópolis/SP, Alfredo Marcondes/SP, Floresta do Sul/SP, Montalvão/SP, Presidente Prudente/SP, Regente Feijó/SP, São Sebastião/SP, Taciba/SP, Pindaiba/SP, Esperança do Norte/PR, Alvorada do Sul/PR, Ponta Porã/PR, Bela Vista do Paraíso/PR, Prata/PR, São Martinho/PR, Sabáudia/PR, Maringá/PR. (Ver Mapa 1.1 - Subtrecho A).

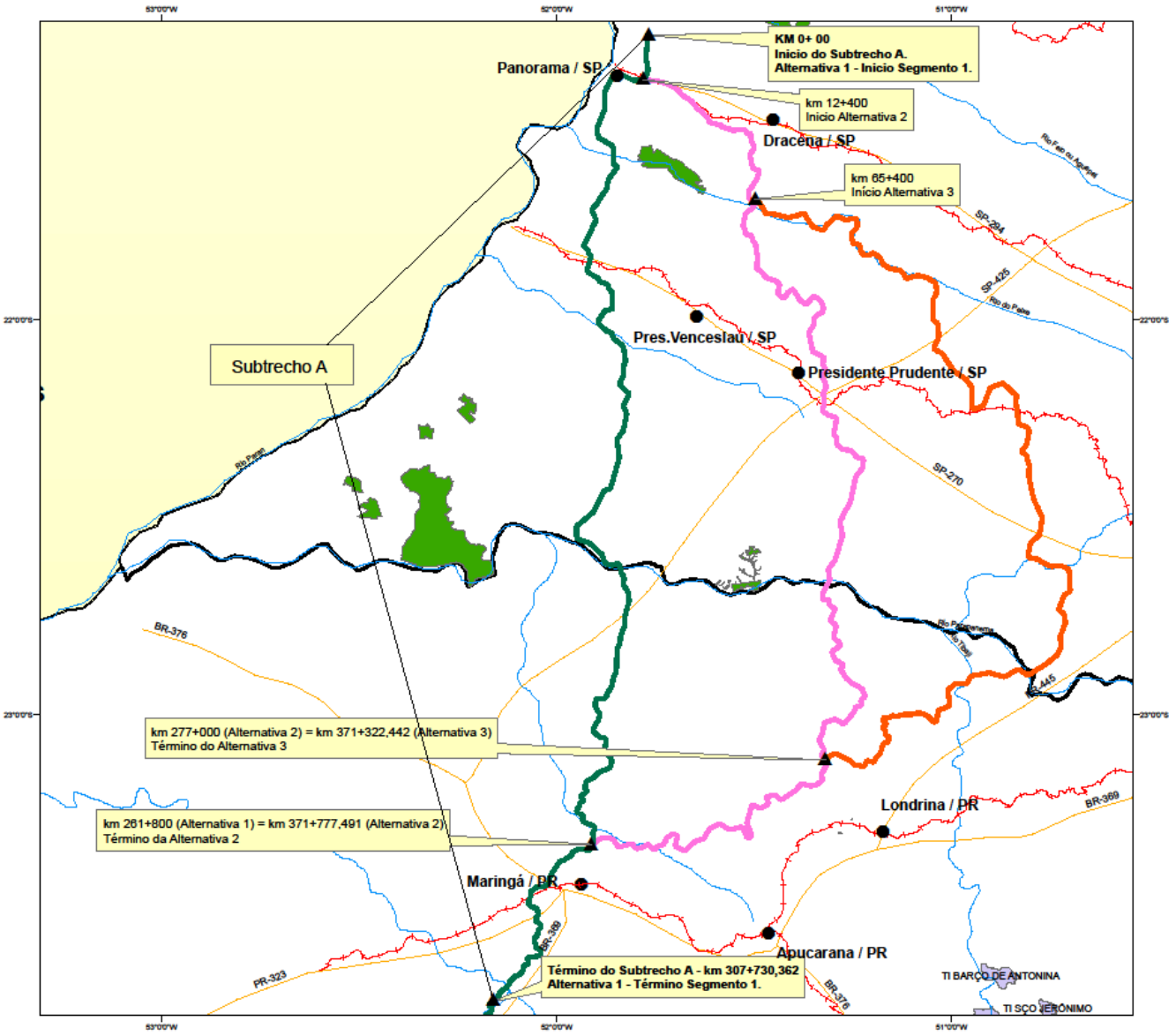
ALTERNATIVA 3: (Extensão de 427,98282 km)
Esta alternativa, também com início na igualdade do km 248+400 = km 0 - ponto de conexão com o trecho da FNS que se desenvolve entre as cidades de Estrela D'Oeste/SP e Panorama/SP, apresenta dois intervalos coincidente com a Alternativa 1 – Segmento 1: entre o km 0 (zero) e o km 12+400; e dois coincidentes com a Alternativa 2: o primeiro entre o km 12+400 e o km 65+400 e o segundo entre o km 277+000 e o km 371+777,491 (quilometragem referenciada a Alternativa 2);

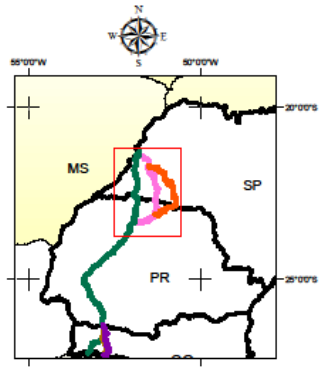
Assim a Alternativa 3 se inicia na estaca - km 0 (Panorama/SP) prolongando-se até a estaca – km 371+777,491 (Alternativa 2) e km 307+730,362 (Alternativa 1 – Segmento 1), ao sul da localidade de Maringá/PR. O traçado desta alternativa tem a diretriz referenciada pelas localidades de: Paulicéia/SP e Santa Mercedes/SP (em função do ponto de conexão com o traçado do EVTEA Estrela D'Oeste – Panorama), Panorama/SP, Arabela/SP, Iandara/SP, Jamaica/SP, Dracena/SP, Emilianópolis/SP, Alfredo Marcondes/SP, Floresta do Sul/SP, Montalvão/SP, Presidente Prudente/SP, Regente Feijó/SP, São Sebastião/SP, Taciba/SP, Pindaiba/SP, Esperança do Norte/PR, Alvorada do Sul/PR, Ponta Porã/PR, Bela Vista do Paraíso/PR, Prata/PR, São Martinho/PR, Sabáudia/PR, Maringá/PR. (Ver Mapa 1.1 - Subtrecho A**).**

ALTERNATIVA 1 – SEGMENTOS 2 e 3: (Extensão de 478,904307 km)
Esta Alternativa seu início na estaca – km 307+730,362, localizada ao sul da localidade de Maringá/PR.

O traçado desta alternativa tem a diretriz referenciada pelas localidades de: Maringá/PR, Paiçandu/PR, Santa Teresinha/PR, Floresta/PR, Ivailândia/PR, Engenheiro Beltrão/PR, Peabiru/PR, Campo Mourão/PR, Piquirivaí/PR, Juranda/PR, Ubiratã/PR, Anahy/PR, Corbélia/PR, Cascavel/PR, São Domingos/PR, Rio do Salto/PR, Três Barras do Paraná/PR, Cruzeiro do Iguaçu/SC, Erval/SC, São Jorge D'Oeste/SC, Presidente Kennedy/SC, Verê/SC, Itapejara D'Oeste/SC, Coxilha Rica/SC, Bom Sucesso do Sul/SC, Canela/SC, Baulândia/SC, São Lourenço D'Oeste/SC.

O desenvolvimento se deu até o km 786,508743, a nordeste da localidade de São Lourenço D'Oeste/SC. (Ver Mapa 1.2 - Subtrecho B**).**





Mapa 1.1 - Subtrecho A

Legenda

- Alternativa 1 (Segmento 1)
- Alternativa 2
- Alternativa 3
- Ferrovias Existentes
- Rios
- Rodovias
- Estados parte da ferrovia em estudo
- Demais estados brasileiros
- Unidades de Conservação
- Terras Indígenas
- Municipios visitados em campo

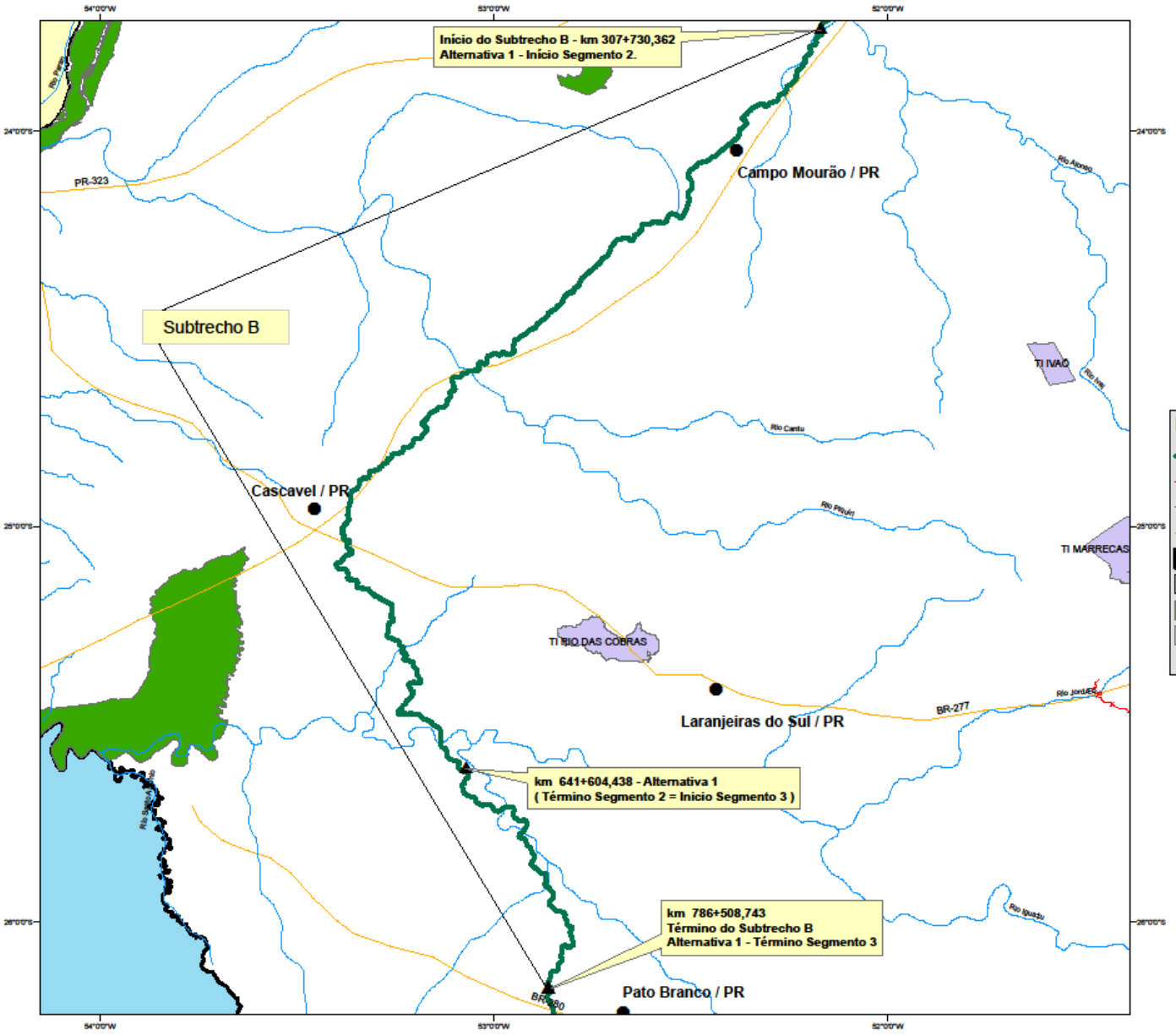
Escala:1:1.000.000

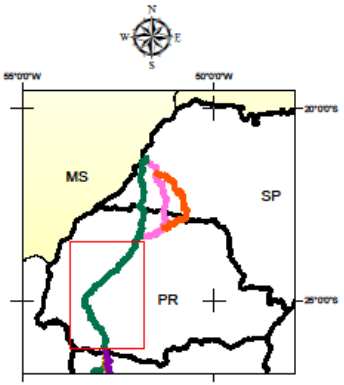
0 250 500 Kilometers

EVTEA EF - 151
Panorama/SP - Chapecó/SC

Datum: SIRGAS 2000.

Fonte: IBGE; INDE.





Mapa 1.2 - Subtrecho B

Legenda

- Alternativa 1 (Segmento 2 e 3)
- Ferrovias Existentes
- Rios
- Rodovias
- Estados parte da ferrovia em estudo
- Demais estados brasileiros
- Unidades de Conservação
- Terras Indígenas
- Municipios visitados em campo

Escala:1:1.000.000

0 235 470 Kilometers

EVTEA EF - 151
Panorama/SP - Chapecó/SC

Datum: SIRGAS 2000.

Fonte: IBGE; INDE.

ALTERNATIVA 1 – SEGMENTO 4: (Extensão de 164,3012 km)

Este segmento inicia-se na estaca – km 786+508,743, localizada a nordeste da localidade de São Lourenço D'Oeste/SC. O traçado desta alternativa tem a diretriz referenciada pelas localidades de: São Lourenço D'Oeste/SC, Novo Horizonte/SC, Formosa do Sul/SC, Irati/SC, Jardinópolis/SC, União do Oeste/SC, Águas Frias/SC, Coronel Freitas/SC, Nova Itaberaba/SC, Chapecó/SC, Planalto Alegre/SC, Águas de Chapecó/SC, São Carlos/SC e Palmitos/SC.

O desenvolvimento se deu até o km 950 + 809,943, extremo sudoeste do município de Santa Lúcia/SC, próximo a margem norte do rio Uruguai, divisa dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, melhor ponto de concordância geométrica deste traçado com a diretriz da Alternativa S1A, definida pelo Consórcio STE/PROSUL, referente ao Lote 2**.** (Ver Mapa 1.3 - Subtrecho C).

ALTERNATIVA 4: (Extensão de 141,575806 km)

Esta Alternativa tem seu início na estaca – km 786+508,743, localizada a nordeste da localidade de São Lourenço D'Oeste/SC.

O traçado desta alternativa tem a diretriz referenciada pelas localidades de: São Lourenço D'Oeste/SC, Frederico Wastner/SC, Novo Horizonte/SC, São Roque/SC, Formosa do Sul/SC, Jardinópolis/SC (Contorno Leste), União do Oeste/SC (Contorno Leste), Águas Frias/SC, Coronel Freitas/SC, Nova Itaberaba/SC, Figueira/SC, Chapecó/SC (Contorno Oeste), Guatambú/SC (até a transposição do rio Uruguai, divisa dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul).

A partir da transposição do rio Uruguai o traçado se desenvolve numa extensão de 9 (nove) quilômetros dentro do estado do Rio Grande do Sul em função da localização do melhor ponto de concordância geométrica deste traçado com a diretriz da Alternativa S1B, definida pelo Consórcio STE/PROSUL, referente ao Lote 2.

O desenvolvimento se deu até o km 928,084549. (Ver Mapa 1.3 - Subtrecho C**).**

Até o fechamento deste relatório a Contécnica não havia recebido, ainda, as informações definitivas sobre a concordância desta Alternativa com a Alternativa do Consórcio STE/PROSUL.

ALTERNATIVA 5: (Extensão de 152,478045 km)

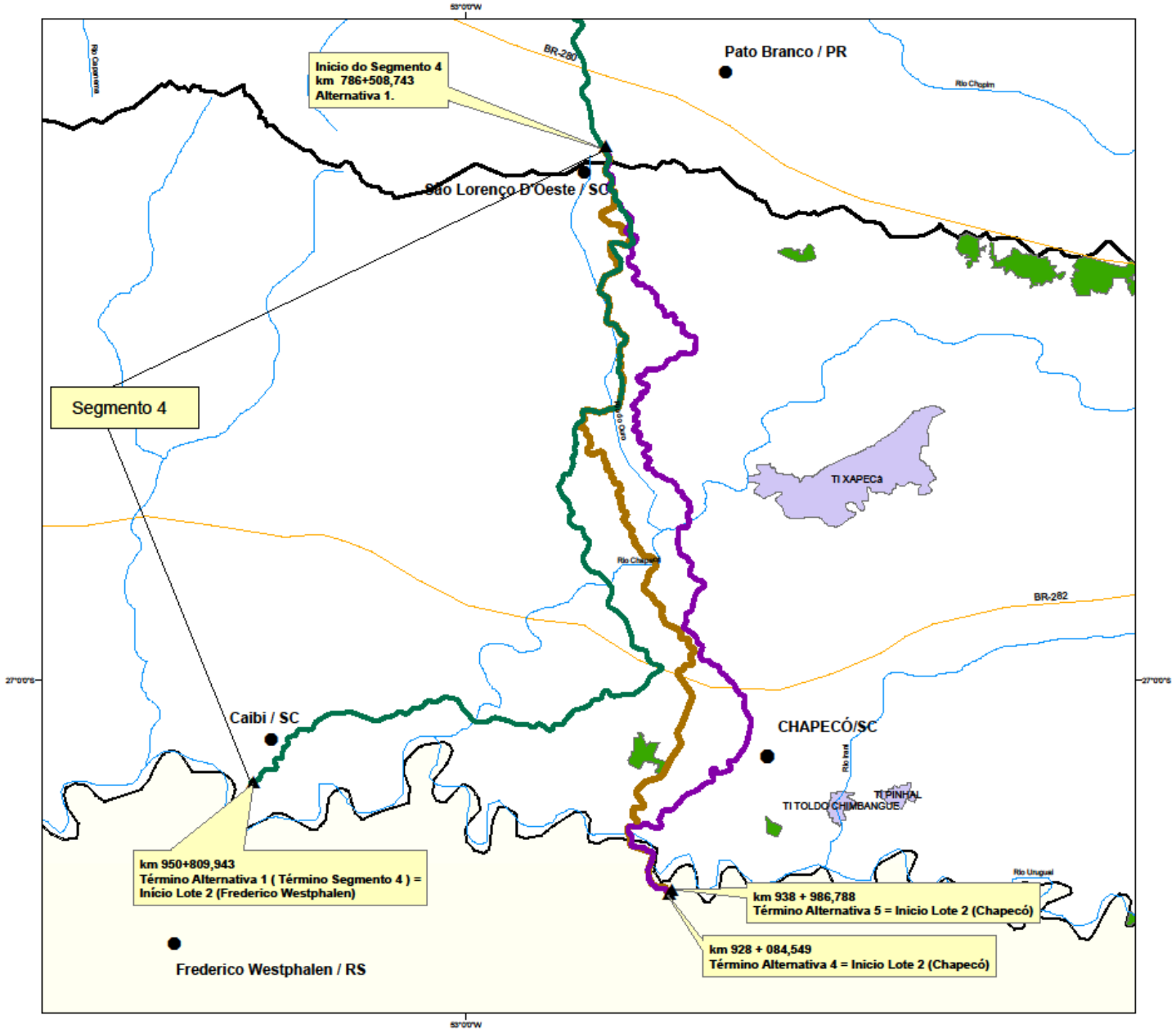
Esta Alternativa tem seu início na estaca – km 786+508,743, localizada a nordeste da localidade de São Lourenço D'Oeste/SC.

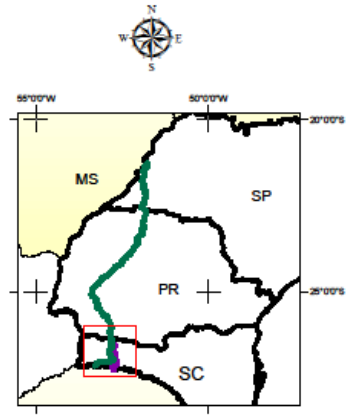
O traçado desta alternativa tem a diretriz referenciada pelas localidades de: São Lourenço D'Oeste/SC, Frederico Wastner/SC, Novo Horizonte/SC, Formosa do Sul/SC, Quilombo/SC, Coronel Freitas/SC, Chapecó/SC (Perímetro Urbano), Transposição do rio Uruguai, divisa dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

A partir da transposição do rio Uruguai o traçado se desenvolve numa extensão de 9 (nove) quilômetros dentro do estado do Rio Grande do Sul em função da localização do melhor ponto de concordância geométrica deste traçado com a diretriz da Alternativa S1B, definida pelo Consórcio STE/PROSUL, referente ao Lote 2.

O desenvolvimento se deu até o km 938,986788. (Ver Mapa 1.3 - Subtrecho C**).**

Até o fechamento deste relatório a Contécnica não havia recebido, ainda, as informações definitivas sobre a concordância desta Alternativa com a Alternativa do Consórcio STE/PROSUL.





Mapa 1.3 - Segmento 4

Legenda

- Alternativa 1 - Definitiva
- Alternativa 4
- Alternativa 5
- Ferrovias Existentes
- Rios
- Rodovias
- Estados parte da ferrovia em estudo
- Demais estados brasileiros
- Unidades de Conservação
- Terras Indígenas
- Municipios visitados em campo

Escala:1:500.000

0 270 540 Kilometers

EVTEA EF - 151
Panorama/SP - Chapecó/SC

Datum: SIRGAS 2000.

Fonte: IBGE; INDE.

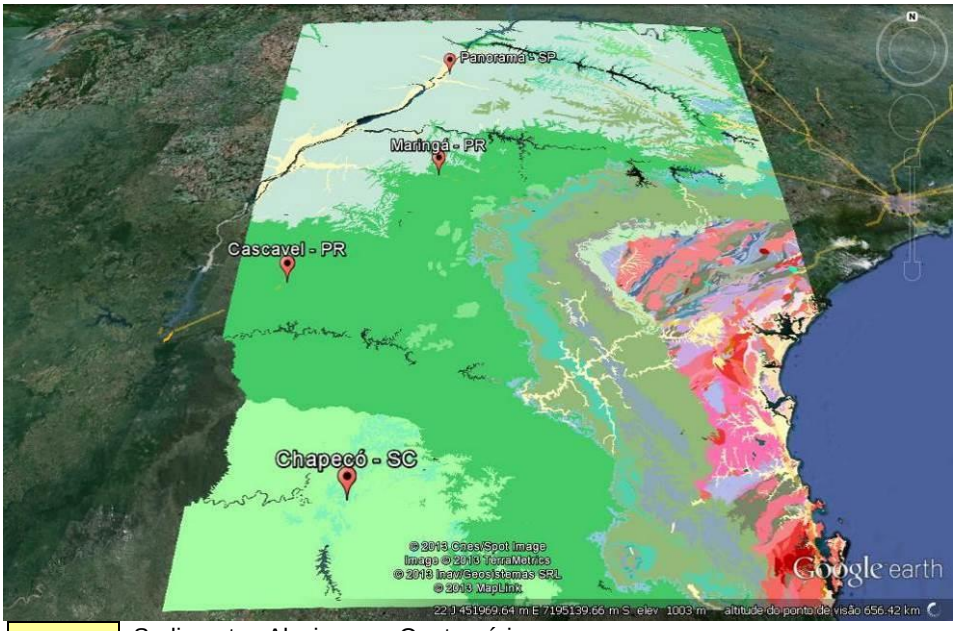
2.4.5.1 Caracterização dos Solos nas Áreas de Estudos

Os solos que caracterizam a área de estudo situam-se sobre as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. É composta por duas os unidades cronocorrelatas: Grupo Caiuá e Grupo Bauru. Para esse estudo interessam as seguintes formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio do Grupo Caiuá e a Formação Vale do Rio do Peixe, do Grupo Bauru.

A Formação Rio Paraná constitui-se basicamente por arenitos quartzosos marrom-avermelhados a arroxeados, finos a muito finos (raramente médios a grossos), supermaturos quanto à composição mineral e de boa maturidade textural. Internamente apresenta estratificação cruzada de médio a grande porte, com sets de até 10 m de altura, limitados por superfícies de truncamento de 2ª ordem de baixa inclinação, algumas vezes com estratos submétricos de lamitos arenosos maciços intercalados. Os arenitos são bem selecionados por lâmina ou estrato, com pouca matriz silto-argilosa (Fernandes *et a*l. 1994).

A Formação Goio Erê litologicamente,é representada por arenitos quartzosos, marrom-avermelhados a cinza-arroxeados, finos a muito finos (ocasionalmente médios).

Em solos com espessura máxima de até 100 metros a Formação Santo Anastácio ocorre mormente nas calhas dos baixos vales dos afluentes do Rio Paraná em São Paulo e, de modo restrito, no Paraná e em Minas Gerais. Constitui-se por estratos arenosos tabulares de aspecto maciço, de espessura decimétrica, com raras intercalações de estratos de lamitos e argilitos. É composta por arenitos quartzosos subarcoseanos, quase sempre maciços, finos a muito finos, pobremente selecionados, com fração silte subordinada e pequena quantidade de matriz silto-argilosa. Os grãos são subangulosos a subarredondados, foscos, encobertos por uma película de óxido de ferro. Corresponde a depósitos de lençóis de areia, de clima seco, acumulados em extensas e monótonas planícies desérticas, marginais dos grandes complexos de dunas do *sand sea* (Deserto Caiuá).



Sedimentos Aluvionares Quaternários
Bacia Bauru
Bacia Serra Geral – Derrames Fissurais.
Bacia Serra Geral – Derrames Vesiculares.

Figura 39 - Disposição das Rochas da Bacia do Paraná. Fonte: CPRM.

A Formação Vale do Rio do Peixe assenta-se diretamente sobre basaltos da Formação Serra Geral, passando gradualmente, a oeste e sudoeste, para a Formação Santo Anastácio,

encobrindo-a. É composta por camadas de espessura submétrica de arenitos intercalados com siltitos ou lamitos arenosos. Os arenitos são muito finos a finos, marrom-claro rosado a alaranjado, de seleção moderada a boa.

- ✓ BACIA SERRA GERAL

A Bacia Serra Geral (Jksg) é composta por um conjunto de rochas basálticas toleíticas, dispostas em camadas sub-horizontais, contendo intercalações de arenitos eólicos, entre os derrames (arenitos intertrapianos). Também podem ocorrer intrusões, associadas a mesma atividades vulcânica, principalmente na forma de diques verticais de composição diabásica, cortando portanto os próprios derrames.

Os basaltos são rochas predominantemente duras e compactas, com textura de granulação muito fina, enquanto que os diabásios muito semelhantes são diferenciados principalmente pela granulação maior; ambas possuem coloração que varia de cinza escura a preta.

Nas áreas relativamente planas os basaltos podem ser identificados pela presença de solos diretamente relacionados à rocha (solos de alteração e residuais) vermelho-escuros e argilosos.

2.4.5.2 Identificação das Unidades Litológicas, da Estratigrafia e da Estrutura Geológica Enfocando a Estabilidade de Terreno

Neste tópico serão discutidas as implicações da presença das unidades litológica na área de interesse deste estudo. Trata-se das impressões da equipe de meio físico depois das atividades de campo. De forma resumida, podem ser separados dois grandes grupos para esta análise, as rochas sedimentares e as rochas vulcânicas. Os litotipos sedimentares estão representados pelo pacote que encerra as rochas do Grupo Bauru, oportunamente identificadas acima, já as rochas vulcânicas estão representadas pelo Grupo Serra Geral.

Estes dois pacotes respondem de forma diferente ao intemperismo e, portanto possuem características topográficas distintas. Enquanto que as diferentes unidades do Grupo Bauru foram unificadas pelo processo intempérico, formando basicamente um tipo de relevo, as diferentes fácies dos Basaltos Serra Geral encontram-se representadas por várias formas de relevo que interferem diretamente nas características de estabilidade de taludes da região.

- ✓ GRUPO BAURU

Localmente, a definição de unidades geológicas na porção norte da área em estudo utilizando-se as relações de campo tornou-se uma atividade complexa, uma vez que o intemperismo que afetou a região omitiu as unidades geológicas sob uma capa espessa de solos, primordialmente derivados das rochas alteradas. Uma vez que essa região encontra-se sob a influência dos litotipos do Grupo Bauru e, considerando que tais rochas possuem origem e tipologia semelhantes (arenitos eólicos), a delimitação de contatos geológicos tornou-se uma questão secundária dada às repercussões da presença destas rochas para a implantação de um empreendimento da envergadura de uma ferrovia.

Resumidamente, a região não apresenta afloramentos de arenitos que possam corroborar o mapa geológico, entretanto a presença de um solo arenoso de ocorrência ampla denuncia uma origem também arenosa, o que sugere a presença de arenitos em subsuperfície. Desta forma, a equipe entende que o mapa geológico apresentado representa a realidade geológica da área de influência em sua porção norte, tanto por sua origem quanto pelas relações de campo.

Os afloramentos de arenito são restritos aos pontos topograficamente mais altos, tendo sido encontrados somente em áreas de corte de estrada. Nestes pontos foram encontrados arenitos médios a finos, de coloração acinzentada. Para os arenitos médios foi possível a identificação de subarredondamento e polimento de grãos, o que confere com sua origem eólica.

Para esta região, este tipo de rocha foi a mais comum, apresentou-se quase friável e em graus avançados de intemperismo, não sendo muito competente ao golpe do martelo. (Figura 40).

Figura 40 - Arenito médio friável.

No que se referem aos arenitos finos, estes se apresentam em geral silicificados e de coloração clara (Figura 41).

Figura 41 - Arenito fino.

Os litotipos do Grupo Bauru são encontrados desde a cidade de Panorama/SP até as proximidades da cidade de Maringá/PR e nessa área de abrangência impõem ao relevo uma mesma forma evolutiva que possui uma diferenciação leste-oeste, ou seja, na direção do rio Paraná. Sob a direção norte-sul as fisionomias de relevo se mantêm constantes, o que é importante para este estudo, pois a diretriz da Ferrovia EF 151 possui basicamente esta diretriz (norte-sul).

Enquanto que de leste para oeste o relevo torna-se mais suave, passando de relevos ondulados a levemente ondulados, na diretriz norte-sul as fisionomias onduladas de terreno se mantêm constantes, indiferente da unidade geológica presente. Associados a esta fisionomia, encontram-se sempre os Latossolos e Argissolos, este último apresentando em sua forma mais clássica, de coloração avermelhada e teores de argila constantes nos horizontes “A” e “B”. Especificamente para esta região, sempre foram encontrados teores altos da fração areia presente na matriz do solo, o que confere uma coloração rosada para o solo.

Considera-se a presença dos Latossolos mais significativa para o empreendimento, uma vez que sua herança arenosa, em conjunto com o relevo ondulado, dá uma característica erosiva ao terreno. Nesta região foi comum a presença de processos erosivos variando da simples erosão laminar, ao vossorocamento. Trata-se do maior problema vinculado à implantação da Ferrovia EF-151 para esta porção da área de interesse, uma vez que serão implantados cortes e aterros de médias a grandes dimensões.A característica arenosa dos solos desta região

conferem uma baixa coesão e a tecnologia de implantação de cortes prioriza a utilização de bermas para a estabilização de taludes em conjunto com um eficiente sistema de drenagem no sentido de diminuir o carreamento de solo nos taludes e minimizando a formação de processos erosivos. A travessia de grandes drenagens nessa região sempre será realizada em solo arenoso, como é o caso do Rio do Peixe o que requer cuidados com a implantação de aterros (Figura 42).

Figura 42 - Na margem direita do rio do Peixe observa-se depósito de areia.

- ✓ FORMAÇÃO SERRA GERAL

Na área de influência do empreendimento a Formação Serra Geral encontra-se representada por várias fácies que representam diferentes momentos dos derrames que formaram as rochas da região. Portanto, além dos basaltos maciços que representam a Formação Serra Geral propriamente dita, este pacote rochoso também se encontra representado por entidades vulcânicas que representam derrames de composição félsica, como as rochas da unidade Caxias (SG Caxias), além de demais representantes máficos, que se diferenciam das rochas da Formação Serra Geral por terem sido formadas em regiões próximas ao topo do derrame o que lhes confere a presença de amígdalas e vesículas, como é o caso das unidades Campo Erê (SG Campo Erê), Chapecó (SG Chapecó) e Paranapanema (SG Paranapanema), sendo esta última a mais importante em área, desenvolvendo-se em solo Catarinense.

A partir do Rio Paranapanema ocorrem afloramentos discretos do Basalto Serra Geral, entretanto são afloramentos localizados nas proximidades das drenagens. Próximo a Marília a ocorrência dos basaltos passa a ser mais importante e domina toda a área de interesse até a região de Chapecó.
Na área de interesse o mapa geológico revela a presença de quatro tipos de rochas diferentes:

- Basalto Serra Geral propriamente dito: trata-se da rocha escura e maciça que domina praticamente todo o Estado do Paraná e Santa Catarina;
- Unidade Paranapanema: basalto amigdaloidal, representando o topo do derrame;
- Unidade Caxias: representante félsico do vulcanismo, litologicamente representado por riodacitos;
- Unidade Campo Erê: basalto amigdaloidal e vesicular, cuja composição química é rica em elementos químicos voláteis; e
- Unidade Chapecó: também representante de unidade amigdaloidal.

Como se pode observar no mapa geológico, os basaltos Serra Geral são os maiores representantes deste Grupo, ocupando não só a maior área dentre as rochas vulcânicas, como também dentre todas as entidades geológicas existentes na área de interesse deste trabalho (Figura 43).

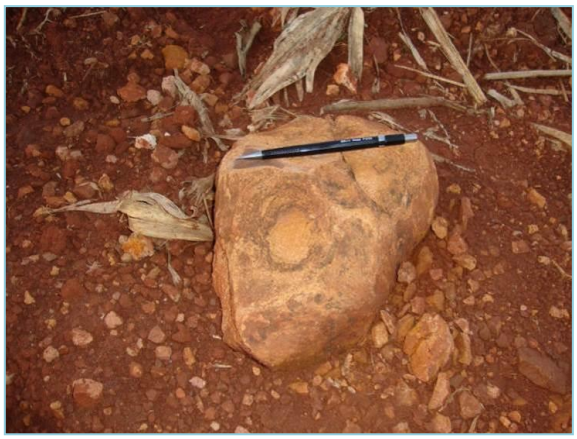


Figura 43 - Basalto às margens do rio Piquiri

As demais representações vulcânicas encontram-se praticamente concentradas no Estado de Santa Catarina, se fazem presentes desde a divisa do Estado seguindo e adentrando o Estado do Rio Grande do Sul. No que diz respeito à estabilidade de taludes, o Grupo Serra Geral responde diferentemente ao Grupo Bauru. Ao que tudo indica as alterações nos condicionantes estão vinculados às mudanças de unidades e também às mudanças estruturais.

Nas proximidades de Marília, os terrenos formados pelos basaltos maciços apresentam-se também ondulados, entretanto a movimentação do terreno é menor, sendo mais adequado à implantação da ferrovia em questão. Os solos são essencialmente argilosos e, portanto há um grau maior de coesão interna (Figura 44).

Figura 44 - Exemplo do relevo nas proximidades de Maringá. Extensas áreas levemente onduladas entre drenagens de vertentes amplas.

Esta situação prolonga-se até a proximidade de Cascavel, quando, provavelmente por motivos estruturais, o relevo passa a tomar feições mais escarpadas e o argissolos dá lugar a solos pedologicamente menos desenvolvidos, como cambissolos e litossolos. É importante ressaltar que, nesta região, não há alterações litológicas, acredita-se que esta mudança de comportamento está vinculada a alterações da estrutura.

Esta situação prolonga-se até a proximidade de Cascavel, quando, provavelmente por motivos estruturais, o relevo passa a tomar feições mais escarpadas e o argissolos dá lugar a solos pedologicamente menos desenvolvidos, como cambissolos e litossolos. É importante ressaltar que, nesta região, não há alterações litológicas, acredita-se que esta mudança de comportamento está vinculada a alterações da estrutura interna do basalto, provavelmente a maior presença de falhamentos e fraturamentos vinculados ao lineamento que condiciona a presença do rio Iguaçu.

Portanto, de Cascavel a Pato Branco o relevo torna-se movimentado, a possibilidade de erosão em camadas de solo se converte em possibilidade de desmoronamento de blocos em taludes e a necessidade de vencer terrenos com maior amplitude topográfica. A situação torna-se mais complexa uma vez que a engenharia lidará com materiais saprolíticos em cortes e em possíveis encabeçamentos de túneis, à transposição de acidentes topográficos de maiores dimensões (Figura 45).

Figura 45 - Relevo ondulado depois da cidade de Cascavel.

Após a cidade de Pato Branco, mais especificamente depois da divisa a situação topográfica do relevo passa de relevo ondulado a escarpado para relevo montanhoso, uma vez que as rochas das unidades Paranapanema, Campo-Erê e Chapecó são mais vulneráveis ao intemperismo físico e químico. Nessa situação, a situação topográfica passa exigir a implantação de túneis e viadutos para a transposição de acidentes geográficos.

Os taludes poderão ser implantados em terrenos cuja rocha pode variar de competente a saprolito, exigindo alternâncias no tratamento do maciço para a garantia da estabilidade. O mesmo ocorre com os possíveis encabeçamentos de túneis (Figura 46).

Figura 46 - Relevo montanhoso em Santa Catarina.

2.4.5.3 Geomorfologia da Área de Interesse

A morfoestrutura da área de interesse deste estudo está relacionada inteiramente aos litotipos da Bacia do Paraná. Ainda assim, dentro deste ambiente geomorfológico existem diferenciações regionais, tanto marcadas pela variação litológica mais importante (rochas sedimentares e rochas ígneas), como também pela variação interna de cada pacote rochoso, como é o caso das unidades pertencentes à Bacia Serra Geral que apresentam uma variação estrutural importante (fissural e amigdaloidal) que conferem ao relevo características distintas.

Separou-se a descrição desta porção da Bacia do Paraná em compartimentos relacionados à divisão política do Brasil, uma vez que esse estudo é produzido de forma segmentada em artigos científicos, ou por instituições dedicadas ao estudo das geociências. Portanto, serão citados neste estudo o Planalto Ocidental Paulista, o Terceiro Planalto Paranaense e o Planalto Ocidental Catarinense. Desta forma, pretende-se abordar toda a variação geomorfológica da área de abrangência deste documento.

- ✓ PLANALTO OCIDENTAL CATARINENSE

O Planalto Ocidental Catarinense possui como Unidade Morfoestrutural predominante a Bacia do Paraná, mais precisamente os basaltos da Formação Serra Geral. Entretanto, no Estado de Santa Catarina essa formação está representada pelos basaltos vesiculares que dão um aspecto movimentado às feições de relevo. De uma forma geral o relevo dessa porção de Santa Catarina é caracterizado por colinas de topo abauladas intercaladas por vertentes côncavas e convexas, que apresentam um desenvolvimento em degraus, dado a disposição estrutural dos estratos dos basaltos.

É marcante na região o entalhamento do relevo nas drenagens que formam vales em “V”, sempre com a presença da rocha em suas vertentes. Também é constante a presença de cachoeiras no curso das drenagens.

<u>Avaliação das Características Geotécnicas de Terreno</u>

- ✓ Primeira Zona Homóloga

A Primeira Zona Homóloga inicia-se na cidade de Panorama e segue até Teodoro Sampaio dentro do Estado de São Paulo. Esta zona entra pelo Estado do Paraná e perde importância nas regiões noroeste da cidade de Maringá. O terreno é essencialmente definido como ondulado, principalmente quando se assume uma diretriz norte-sul, cuja característica principal é o cruzamento de grandes drenagens de maior porte, como é o caso do o rio Paranapanema, que apesar de possuir vertentes amplas, estas são cravadas de drenagens de menor porte que conferem o caráter ondulado ao relevo (Figura 47).

Figura 47 - Exemplo de relevo ondulado na primeira zona homóloga.

✓ Segunda Zona Homóloga

A segunda zona homóloga está vinculada à presença dos basaltos do Grupo Serra Geral. Esta zona abrange a região sob a cidade de Marília e desenvolve-se na direção sudoeste formando um corredor que atravessa a cidade de Campo Mourão/PR atravessando a cidade de Ubiratã/PR e se sustenta até as proximidades de Cascavel/PR (Figura 48).

Figura 48 - Representação da Segunda Zona Homóloga. Fonte: Google Earth, 2013.

Trata-se de um relevo menos movimentado do que o anterior e consequentemente apresenta uma situação positiva quanto ao processo construtivo da Ferrovia EF-151. O condicionamento do relevo está ligado aos processos intempéricos que promoveram tanto a evolução do terreno, quanto a formação dos extensos campos de argissolo.

Os solos que capeiam os basaltos (produto de seu intemperismo) são essencialmente argilosos de coloração vermelho-escura, profundos, sendo comum encontrar perfis de solo com aproximadamente três metros de profundidade (Figura 49).

Figura 49 - Argissolo às margens do rio Piquiri.

Apesar destes pontos positivos, este tipo de solo também é susceptível à erosão, sendo necessária a execução de medidas de controle do processo erosivo. Nesta zona, o basalto do Grupo Serra Geral apresenta-se maciço e de coloração escura. As rochas, quando expostas, apresentam-se pouco intemperizadas, sendo bastante competentes. São excelentes materiais para uso direto na construção civil, apesar da topografia do terreno não permitir a exploração deste recurso nesta região. São raros os afloramentos de rocha, sendo que em alguns cortes de estrada e nas margens das drenagens de menor porte podem ser encontradas exposições de fragmentos arredondados do basalto. Sugere-se então que a rocha de subsuperfície encontra-se extremamente fraturada e o desenvolvimento do intemperismo se dá por esfoliação esferoidal[2] (Figura 50).

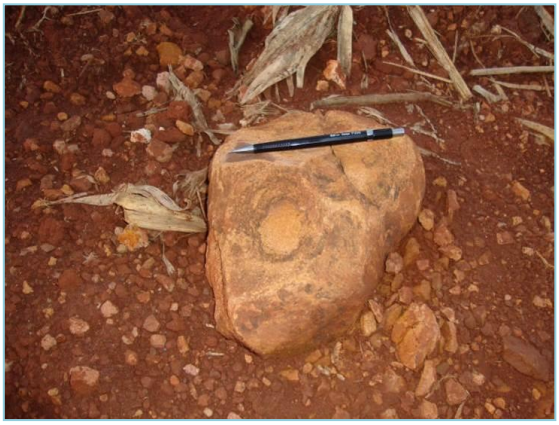


Figura 50 - Fragmento de basalto em meio a argissolo.

Ressalta-se que esta zona homóloga é muito importante para o processo construtivo da Ferrovia, uma vez que diminui os volumes de aterros e as dimensões dos cortes que serão realizados para a implantação da obra. Além disso, aumenta-se possibilidade de se encontrar material de construção para uso direto nas estruturas da Ferrovia, material este proveniente tanto da rocha sã, quanto do solo argiloso que pode ser utilizado para a implantação de aterros com distâncias próximas à frente de obra.

- ✓ Terceira Zona Homóloga

Há aproximadamente 45 km da cidade de Cascavel, na diretriz da BR-277/PR, observa-se que o relevo torna-se mais enrugado, o que determinou a criação de uma terceira zona homóloga que se estende até a divisa dos Estados do Paraná e de Santa Catarina. Trata-se de um relevo ondulado, com vertentes curtas e drenagens encaixadas, podendo evoluir para relevo escarpado. Intensificam-se os afloramentos de basaltos e o número de drenagens de menor porte. Após a cidade de Ibema/PR as colinas tornam-se mais abruptas, podendo-se observar vertentes com inclinação acima de 45% (Figura 51).

[2] Tipo de processo erosivo que se desenvolve de fora para dentro do maciço rochoso, aproveitando as fraturas e arredondando as arestas de pequenos blocos limitados pelas diversas direções de faturamento das rochas.

Figura 51 - Relevo movimentado após Guaraniaçu/PR.

Outra importante alteração observada pela equipe de campo é a presença de solos pouco desenvolvidos formados por associações de cambissolo e neossolos que se dispersam por uma grande área. Tais solos possuem pouca profundidade e são constantemente compostos por restos da rocha original (que sempre é representada por basaltos) em sua matriz, caracterizando-se também como solos coluviais (Figura 52).

Figura 52 - Em primeiro plano, perfil de solo avermelhado com presença de restos da rocha original (cambissolo). Acima e, em segundo plano, topo do terreno com a presença de restos de rocha e do maciço rochoso alterado (neossolo).

Este tipo de relevo que é acompanhado por esta variação de solo desenvolve-se desde as regiões próximas à Cascavel, é possivelmente condicionado por uma alteração estrutural do basalto Serra Geral. Nestes casos, observa-se o desenvolvimento acentuado da alteração das rochas em suas zonas de fraqueza (falhas e fraturas), como resultado há o aprofundamento de vales e maior mobilidade dos sedimentos no tempo geológico, não permitindo o desenvolvimento dos solos para os argissolos, comuns nas proximidades de Maringá (Figura 53).

Figura 53 - Em segundo plano relevo tabular com encostas escarpadas.

Para o projeto de implantação da Ferrovia EF-151 esta é uma situação que requer cautela, uma vez que a partir desse ponto a equipe entende que a transposição de acidentes geográficos não apenas se dará a partir da utilização de cortes e aterros, mas também por meio da utilização de viadutos e túneis. Isto ocorre devido às grandes amplitudes de terrenos em um curto espaço, o que se reflete em vertentes íngremes.

Nesta Zona Homóloga a implantação de cortes em maciços rochosos e saprolitos será constante. Nestes dois casos a presença de intenso fraturamento vertical em conjunto com as estruturas horizontais típicas de derrames provoca a diminuição dos coeficientes de atrito da rocha, podendo provocar queda de blocos, bem como desabamentos de maciços saprolíticos. Desta forma, os estudos de estabilidade de taludes deverão ser uma constante ao longo de qualquer que seja a diretriz da Ferrovia EF-151.

- ✓ Quarta Zona Homóloga

Inicia na divisa do Estado de Santa Catarina e encontra-se representada pelas mesmas condições geológicas e pedológicas da Terceira Zona. Entretanto diferencia-se pela intensificação da movimentação do relevo, podendo este ser classificado como montanhoso (Figura 54).

Figura 54 - Relevo montanhoso na divisa do Paraná com Santa Catarina.

Nas proximidades de Chapecó, atravessa-se a serra de mesmo nome que possui sentido leste-oeste e que também impõe dificuldades para a implantação da ferrovia. Esta serra é formada também por basaltos que, por sua resistência, intensificam as condições movimentadas desta zona homóloga.

Repetem-se as mesmas condições descritas na Terceira Zona Homóloga, entretanto há o entendimento que as formas de transposição dos acidentes geográficos como a implantação

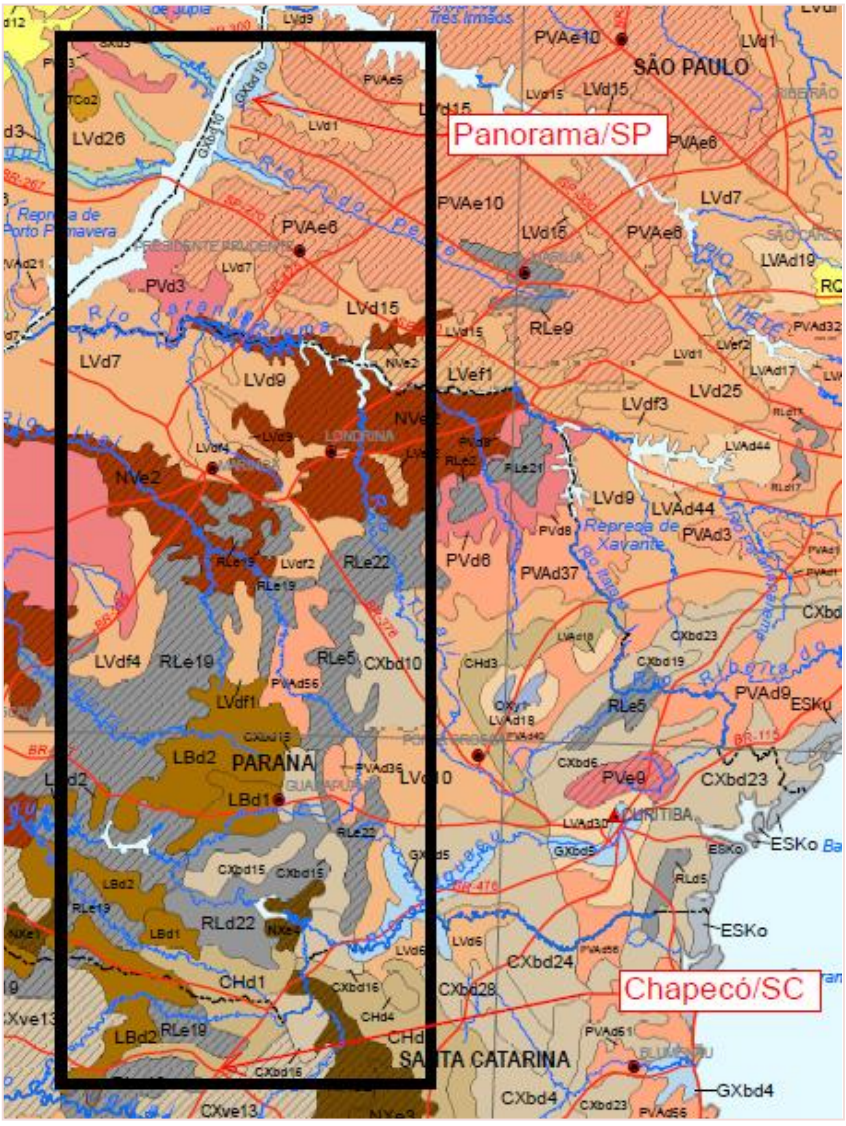
de túneis e viadutos ocorrerão de forma constante, assim como a adoção de medidas de contenção de taludes.

2.4.5.4 Solos

- ✓ MAPEAMENTO E DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE SOLO

A descrição pedológica foi completamente baseada na publicação Solos do Brasil, de autoria da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, realizada em 2011 e que foi confeccionada na escala de 1:5.000.000. Considera-se esta escala apropriada para este tipo de trabalho, pois as classificações de solos apresentadas no estudo não se resumem a um tipo de solo apenas, mas a uma associação específica que determina um domínio de tipos de solos presentes em uma determinada região (Figura 55).

A figura que segue apresenta a disposição das entidades pedológicas que se espalham pela área de interesse e que possuem profunda relação com a climatologia local e com a disposição das rochas subjacentes e sua evolução natural. A área em que se encerra esta descrição também pode ser observada abaixo e encontra-se destacada dentro do retângulo, sendo que sua abrangência inclui as cidades de Panorama, no Estado de São Paulo e Chapecó, em Santa Catarina.



Fonte: EMBRAPA, 2011.

Figura 55 - Disposição dos tipos pedológicos da área de interesse.

De uma forma geral, o mapa de solos pode ser separado em duas porções distintas, quanto à variabilidade de tipos de solos presentes. A primeira porção localiza-se na região norte do mapa, estendendo-se desde Panorama/SP, até as proximidades de Maringá/PR e Londrina/PR e caracteriza-se pela ocorrência predominante de apenas dois tipos de associações pedológicas: aquelas onde predominam os argissolos, cuja simbologia principal inicia por “PV”; e aquelas onde predominam os latossolos vermelhos, cuja simbologia principal inicia por “LV”.

A segunda porção abrange a região centro-sul do mapa e é fortemente caracterizada pela heterogeneidade de ocorrências pedológicas que se entrelaçam e se dispõem, em uma primeira análise, de forma descontinuada.

Esta diferença está intimamente relacionada à disposição das entidades geológicas subjacentes e que, conforme sua ocorrência disponibiliza elementos químicos e condiciona ambientes para o desenvolvimento de uma maior ou menor quantidade de solos.

Geologicamente a porção norte do mapa está vinculada às rochas sedimentares da Bacia Bauru e, conforme foi apresentado no referido tópico apresenta-se limitada quimicamente, uma vez que se sobressaem os litotipos arenosos quase que totalmente formados por quartzo. As demais áreas do mapa estão relacionadas às ocorrências das rochas basálticas do Grupo Serra Geral, o que proporciona uma variabilidade maior de elementos químicos que serão trabalhados pelos agentes intempéricos, podendo formar uma quantidade maior de tipos de solos, dadas as variações geomorfológicas e de disponibilidade hídrica.

Ainda assim, considerando a pequena variabilidade litológica da área de estudo, basicamente basaltos e arenitos e, considerando ainda que a região encontra-se submetida a condições climáticas semelhantes, a quantidade de solos que a Figura 55 apresenta é grande, o que pode ser traduzido em uma intensa ação dos agentes intempéricos e na influência das condições geomorfológicas para o atual desenvolvimento dos tipos de solos que são encontrados nos planaltos e depressões que encerram a área de estudo.

CONCLUSÃO

Com base nesta colocação podemos afirmar que, os traçados inseridos no estado de São Paulo e nas porções norte, centro e centro sul do estado do Paraná se caracterizarão, na sua grande maioria, por solos variando entre arenosos e argilosos, classificados como de 1ª. Categoria de escavação.

Entretanto os traçados inseridos no extremo sul do estado do Paraná e em todo o estado de Santa Catarina apresentarão de cortes e aterros de grandes volumes, caracterizados pela presença de rochas, alteradas ou sãs, classificadas como materiais de 2ª e 3ª Categoria para escavação, podendo este último inclusive ser utilizados na implantação do lastro que comporá a superestrutura da ferrovia.

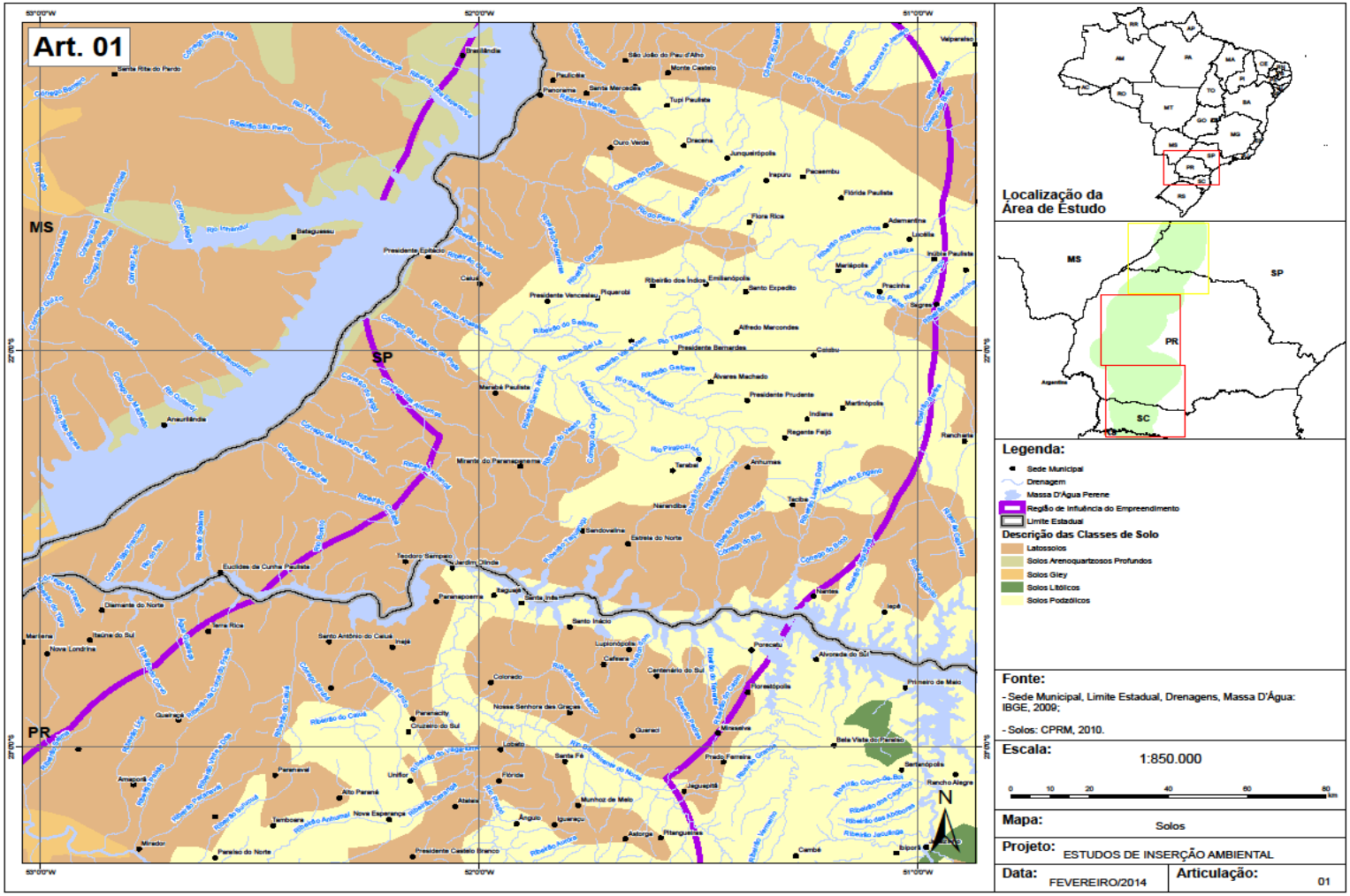


Figura 56 - Disposição pedológica nas proximidades de Panorama/SP e Maringá/PR.

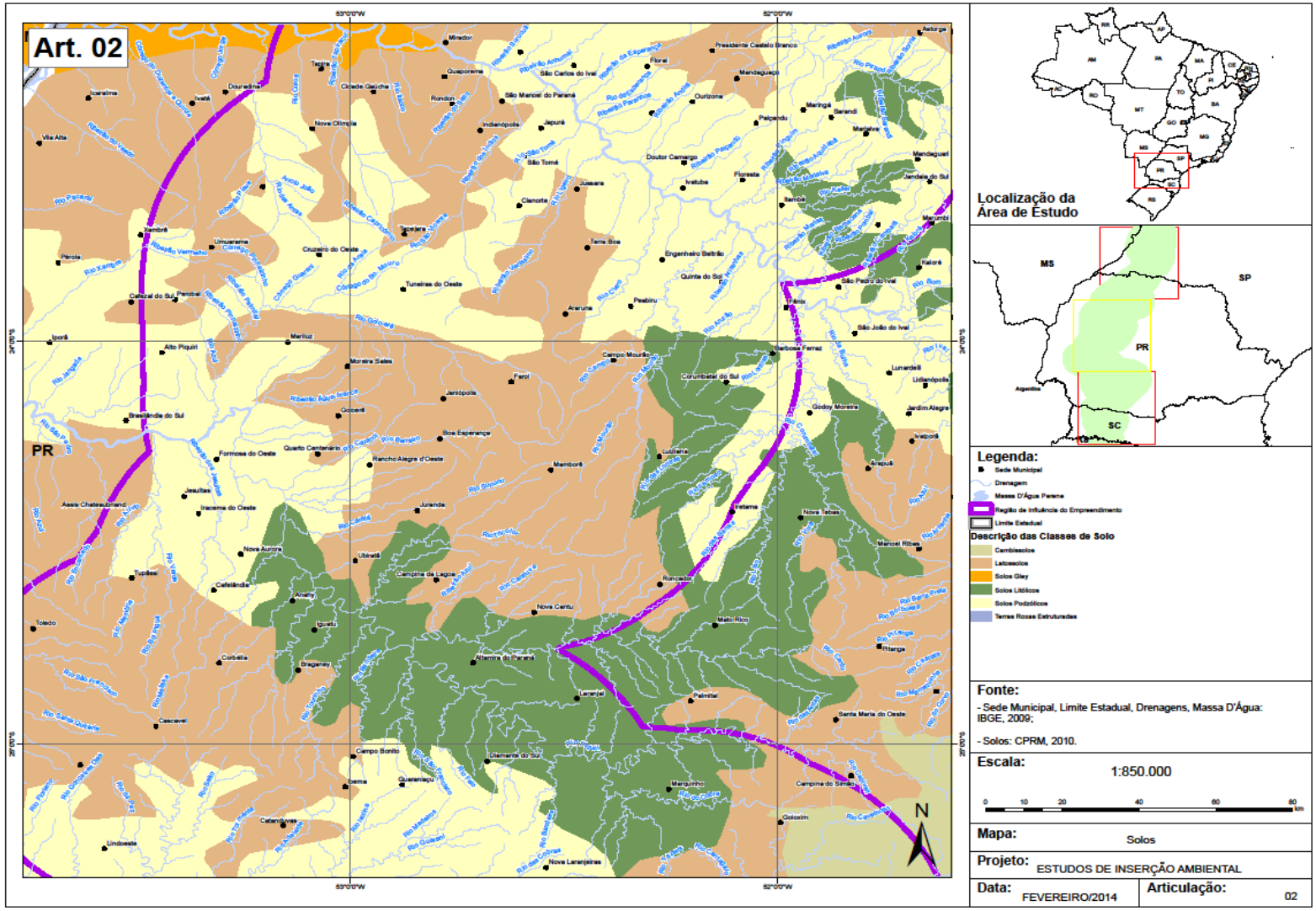


Figura 57 - Pedologia nas porções centrais da área de interesse.

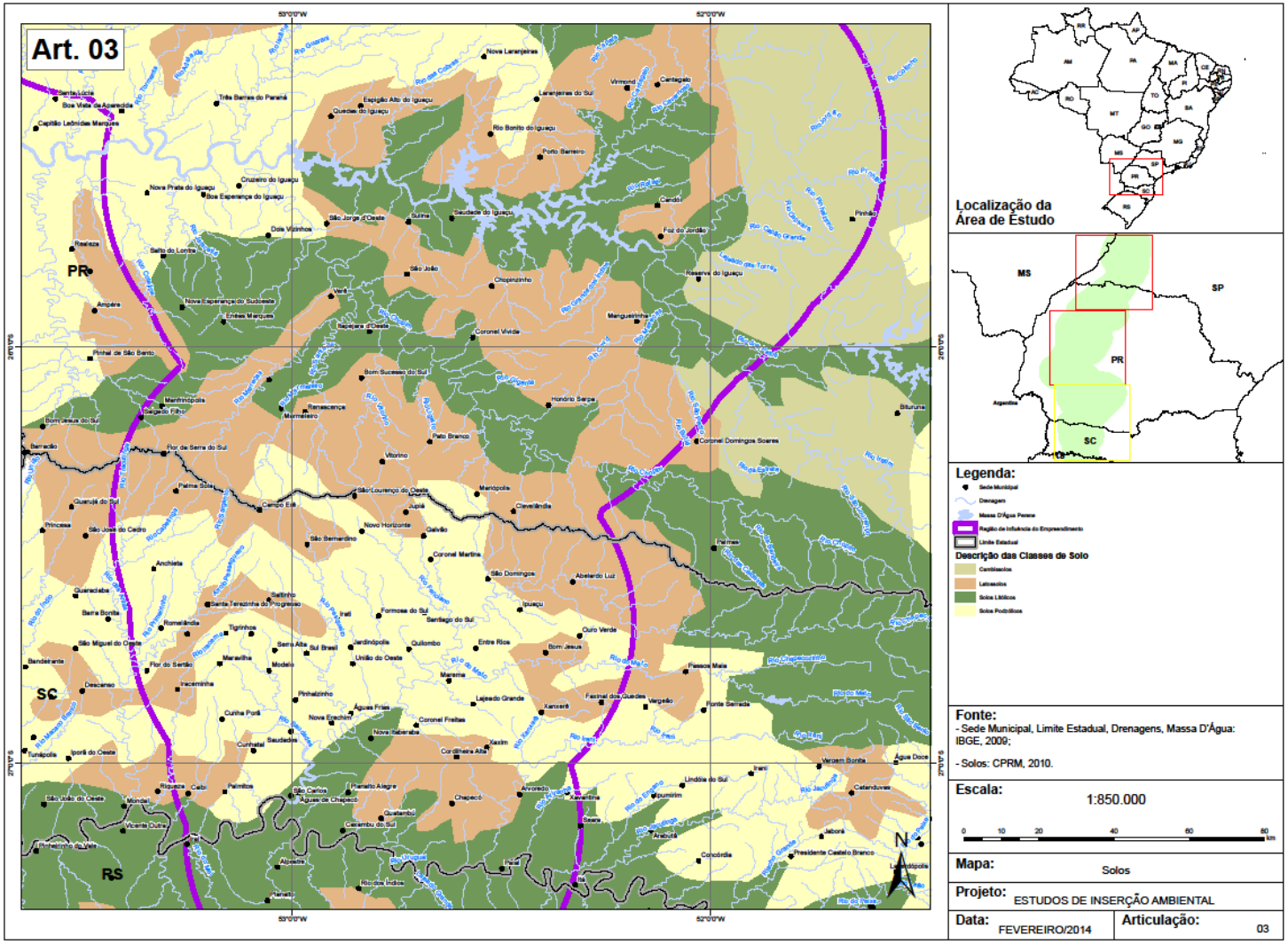


Figura 58 - Disposição dos solos na porção sul da área de interesse.

2.4.6 DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

Após a realização do processo comparativo entre as 5 (cinco) alternativas de traçado desenvolvidas para a implantação deste segmento da FNS entre as cidades de Panorama/SP e Chapecó/SC, a alternativa selecionada foi a Alternativa 1.

Para o desenvolvimento do Anteprojeto Geométrico da Alternativa Selecionada – Alternativa 1, que apresenta uma extensão total de 950,809km, esta foi seccionada em 4 segmentos, de forma a facilitar o processamento dos elementos de engenharia e das estruturas operacionais da ferrovia como, pátios de cargas e pátios de desvios. A Figura 58 apresenta a divisão segmentada da Alternativa Selecionada.

O traçado foi desenvolvido em conformidade com o critério mercadológico, como apresentado na conclusão da Análise Multicriterial, sendo sua diretriz definida pela inserção de 7 (sete) localidades identificadas como principais pontos de demanda de cargas, a saber: Panorama/SP, Presidente Venceslau/SP, Maringá/PR, Campo Mourão/PR, Cascavel/PR, Pato Branco/PR e Chapecó/SC.

O ponto de partida dos estudos em questão foi definido a partir da identificação, no anteprojeto geométrico elaborado para o EVTEA da EF-151, trecho: Estrela D'Oeste/SP – Panorama/SP, do ponto de conciliação do ramal de acesso ao pátio de cargas de Panorama/SP, com a diretriz adotada para o desenvolvimento dos presentes estudos e com o melhor ponto de concordância geométrica, sendo este local definido pela igualdade com km 248 + 400 (traçado existente) = km 0 (Alternativa 1 estudada). Ver Volume 2.6 – Estudos de Engenharia – Estudos de Traçado - Desenhos, folha 001.

2.4.6.1 Características Técnicas

Apresentam-se as principais características técnicas que pautaram a elaboração do anteprojeto geométrico da Alternativa Selecionada:

- ✓ Raio mínimo: 500 m - Em locais onde não foi possível adotar raios mínimos de 500m, foram utilizados raios mínimos de 350m;
- ✓ Rampas máximas de 1,00% (compensada);
- ✓ Bitola Larga = 1,60;
- ✓ Tipo de trilho – 68 kg/m
- ✓ Dormentes:
  - Monobloco de concreto na linha principal, nos AMV´s dormente de madeira.
  - Comprimento de 2,80m
  - Taxa de dormentação de 1670 unidades por quilômetro
  - Altura do lastro - 30 cm;
  - Declividade transversal da plataforma de terraplenagem - 3%;
  - Características dos pátios de cruzamento:
    - Uma linha com 3500 m de comprimento total e um desvio morto de 300 m;
    - Largura de entrevia de 5,50 m;
    - AMV 1:20 da linha principal para o pátio e AMV 1:14 do pátio para o desvio morto;
- ✓ Intervalo médio de distância entre desvios de cruzamento/pátios de 50 km;
- ✓ Rampa máxima em desvios de cruzamento/pátios - 0,25%;
- ✓ Largura da plataforma de corte e de aterro em linha simples de 8,50 m;
- ✓ Largura da plataforma de corte e de aterro em desvio de cruzamento de 14,00 m.

Demais características adotadas:

- ✓ Greide lançado com as cotas previstas para o sub-lastro, no eixo de projeto;
- ✓ O anteprojeto de terraplenagem compreenderá o cálculo de volumes e a orientação desta (Planilhas de Distribuição de Terras), gerando os quantitativos de serviços:
- ✓ Inclinação de talude em corte em solo = 1(V) : 1(H);
- ✓ Inclinação de talude em corte em rocha = 8(V) : 1(H);
- ✓ Inclinação de talude em aterro = 1(V) : 1,5(H);
- ✓ Largura de semi-plataforma de corte em linha simples = 5,35m (incluindo drenagem);
- ✓ Largura de semi-plataforma de aterro em linha simples = conforme tabela contida no desenho VALEC nº 80-EG-000A-20-0000 – Projeto Básico – Terraplenagem – Seção Transversal Tipo, variável em função da altura do aterro;
- ✓ Banquetas com largura de 4,0 m a cada 8,0 m de altura, nos cortes e aterros;
- ✓ Fator de redução corte x aterro = 30%;
- ✓ Estimativa de materiais de 2ª e 3ª categorias para os cortes mais elevados;

Empréstimos para execução de aterros previstos em forma de bota - dentro ou de alargamento de corte.

O traçado desta alternativa foi materializado em planta e perfil nas escalas 1:25.000 e 1:2.500, respectivamente.

Na apresentação do anteprojeto foram utilizadas imagens ortorretificadas dos Satélites RapidEye, com resolução espacial de 5 metros, 5 bandas espectrais com 12 bits de resolução radiométrica, referenciadas na projeção UTM WGS-84, no formato GEOTIFF.

A extensão total deste trecho é de 950,809943km, sendo o quilômetro final aquele que procede à concordância dos traçados entre o Lote 1 – trecho: Panorama/SP – Chapecó/SC e Lote 2 – Chapecó/SC – Rio Grande/RS, este último a cargo da STE.

O Estudo de Traçado desenvolvido pode ser visualizado na Figura 59.

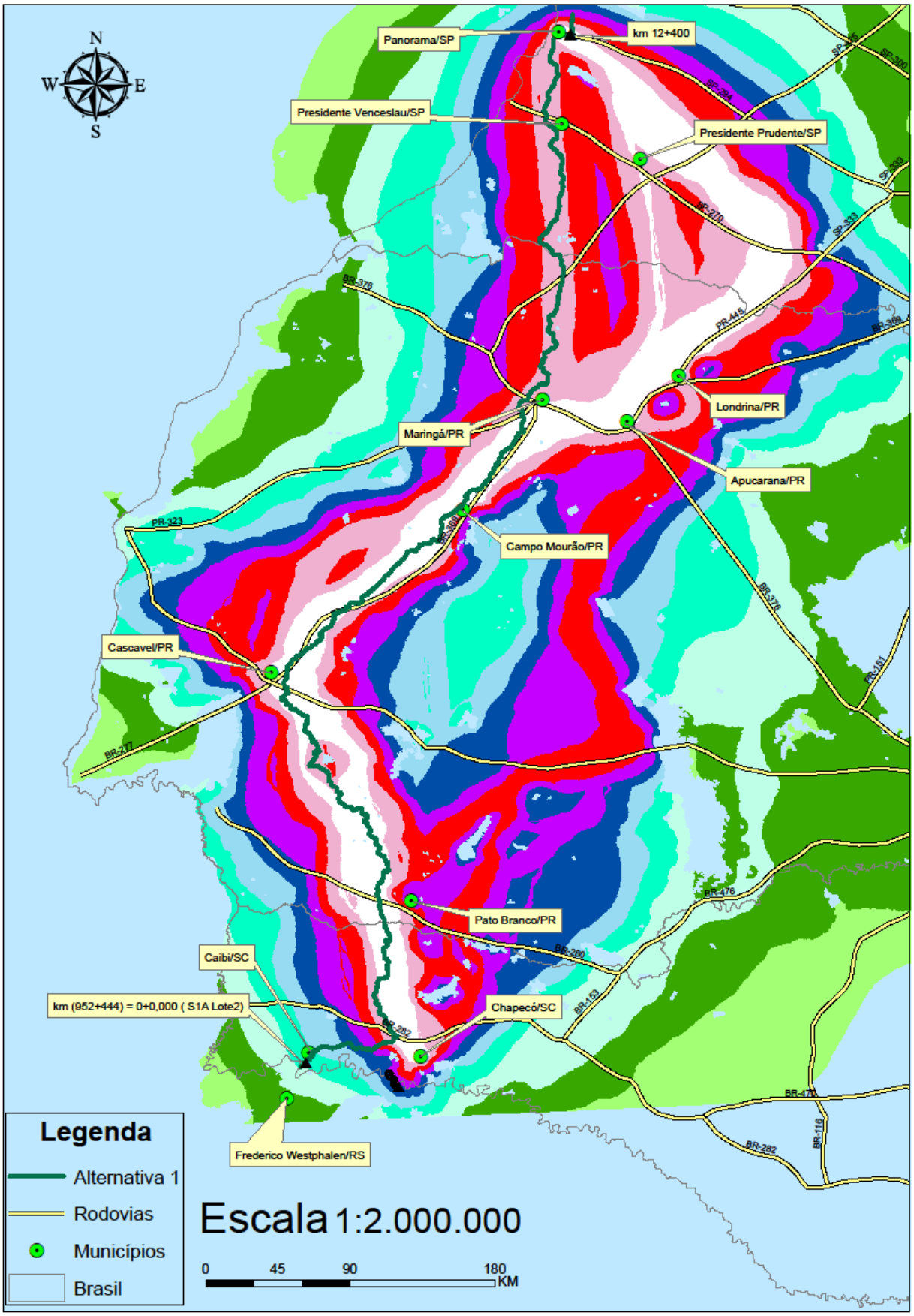
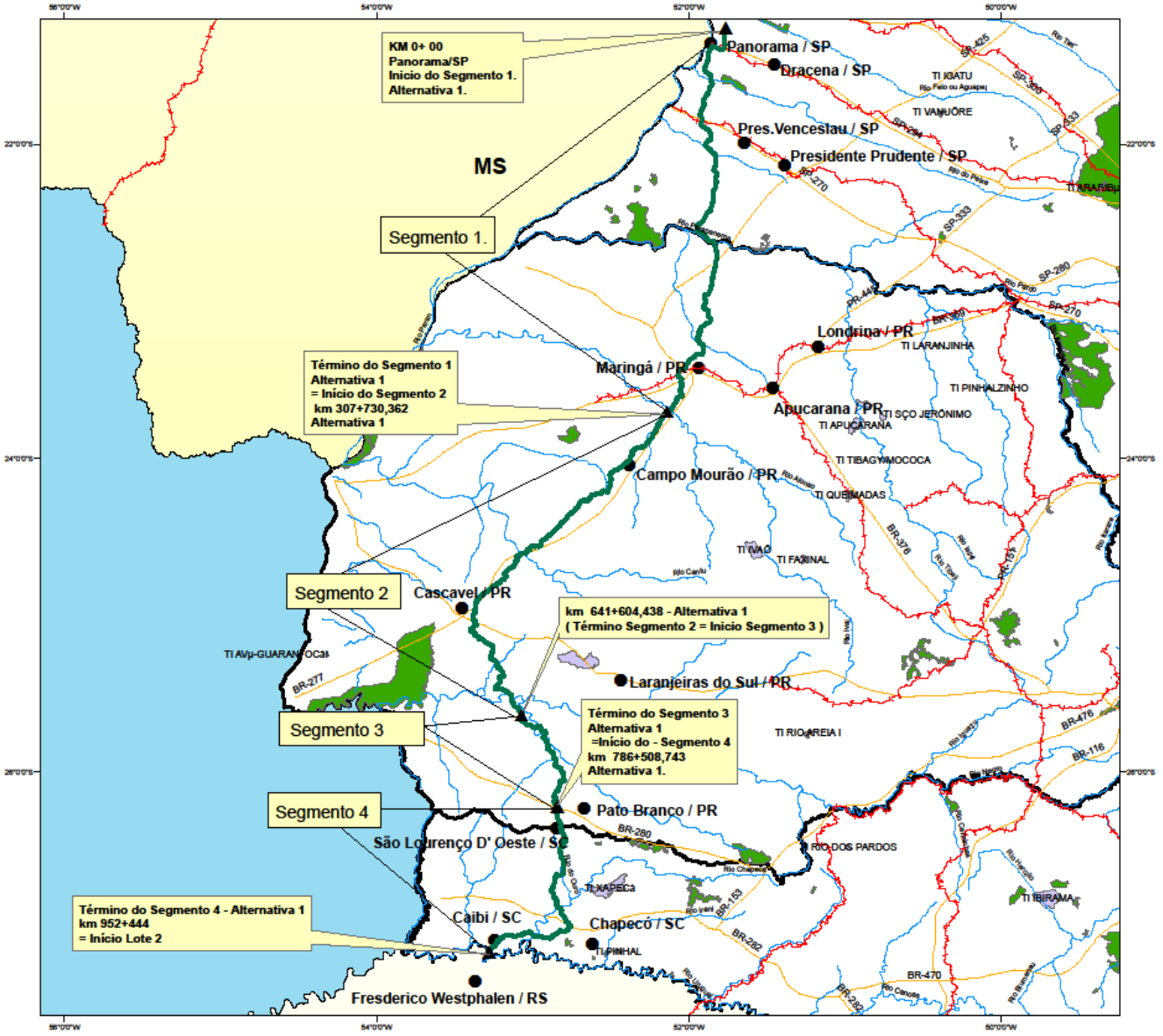
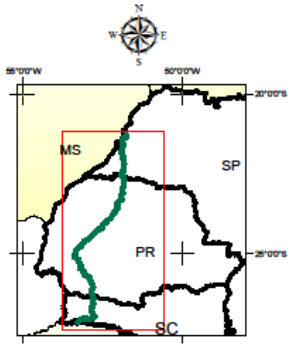


Figura 59 - Estudo de Traçado – Alternativa 1





Mapa 1 - Geral

Legenda

- Alternativa 1
- Ferrovias Existentes
- Rios
- Rodovias
- Estados parte da ferrovia em estudo
- Demais estados brasileiros
- Unidades de Conservação
- Terras Indígenas
- Municípios Visitados em Campo

Escala:1:2.500.000

0 270 540 Kilometers

EVTEA EF - 151
Panorama/SP - Chapecó/SC

Datum: SIRGAS 2000.

Fonte: IBGE; INDE.

As estruturas necessárias para a operação da via são constituídas por Pátios de Cargas e Pátios de Desvios, distribuídos estrategicamente ao longo desta.

Assim, podemos verificar que a definição dos municípios onde estão previstas as implantações dos Pátios de Cargas, ocorreu em função das características socioeconômicas, que demonstram a absoluta relevância desses municípios na região em que se desenvolve o traçado da alternativa definida, e características técnicas demonstrando que estes são os mais viáveis.

Assim, em sequencia, é apresentada a localização dos Pátios de Carga, num total de 7 (sete) e dos Pátios de Desvios, num total de 20 (vinte), adotados:

Pátios de Carga e de Desvio de Cruzamento				
Pátios	**Estaca Inicial (km)**	**Estaca Final (km)**	**Extensão (km)**	**Intervalo (km)**
Pátio de Carga de Panorama/SP	16,500	19,500	3,000	18,500
Pátio Desvio 1	38,000	41,500	3,500	23,740
Pátio Desvio 2	65,240	68,240	3,000	17,260
Pátio de Carga de Presidente Wenceslau/SP	85,500	88,500	3,000	27,500
Pátio Desvio 3	116,000	119,500	3,500	27,100
Pátio Desvio 4	146,600	150,100	3,500	32,400
Pátio Desvio 5	182,500	186,000	3,500	20,500
Pátio Desvio 6	206,500	210,300	3,800	32,900
Pátio Desvio 7	243,200	246,700	3,500	31,800
Pátio Desvio 8	278,500	282,000	3,500	26,800
Pátio de Carga de Maringá/PR	308,800	311,500	2,700	16,000
Pátio Desvio 9	327,250	330,750	3,500	52,990
Pátio Desvio 10	383,740	387,240	3,500	9,660
Pátio de Carga de Campo Mourão/PR	396,900	399,900	3,000	26,100
Pátio Desvio 11	426,000	429,500	3,500	45,300
Pátio Desvio 12	474,800	478,300	3,500	34,200
Pátio Desvio 13	512,500	516,000	3,500	39,500
Pátio de Carga de Cascavel/PR	555,500	558,500	3,000	33,100
Pátio Desvio 14	591,600	595,000	3,400	29,300
Pátio Desvio 15	624,630	628,500	3,870	22,250
Pátio Desvio 16	650,750	654,250	3,500	33,050
Pátio Desvio 17	687,300	691,120	3,820	20,680
Pátio Desvio 18	711,800	714,700	2,900	34,700
Pátio de Carga de Pato Branco/PR	749,400	752,900	3,500	49,100
Pátio Desvio 19	802,000	805,500	3,500	37,940
Pátio Desvio 20	843,440	847,240	3,800	46,860
Pátio de Carga de Chapecó/SC	894,100	897,100	3,000	55,344
Junção do Lote 1 com Lote 2	950,809			

A descrição da Alternativa Selecionada – Alternativa 1, pode ser assim caracterizada:

2.4.6.2 Segmento 1: (km 0 ao km 307+730,362)

Tem seu início na estaca – km 0 (zero) – próximo a cidade de Panorama/SP, localizada no sudoeste do estado de São Paulo, às margens do Rio Paraná e divisa com o estado do Mato Grosso do Sul, sendo, este início, coincidente com o km 248+400 do anteprojeto geométrico do trecho da Ferrovia norte Sul - FNS que se desenvolve entre as cidades de Estrela d'Oeste/SP e Panorama/SP conforme descrição acima.

O traçado desta alternativa tem a diretriz **referenciada pelas localidades** de: Paulicéia/SP e Santa Mercedes/SP (em função do ponto de conexão com o traçado do EVTEA Estrela D'Oeste – Panorama), Panorama/SP, Monteiro Lobato/SP Presidente Wenceslau/SP, Costa Machado/SP, Mirante do Paranapanema/SP, Washington/SP, Santo Inácio/PR, Alto Alegre/PR, Colorado/PR, Lobato/PR, Ângulo/PR e Maringá/PR.

Percorre também trechos dos seguintes **municípios** de São Paulo: Cauiá, Piquerubi, Sandovalina, Pirapozinho. E no Estado do Paraná também os **municípios** de: N. Senhora das Graças, Santa Fé, e Taquaraçu.

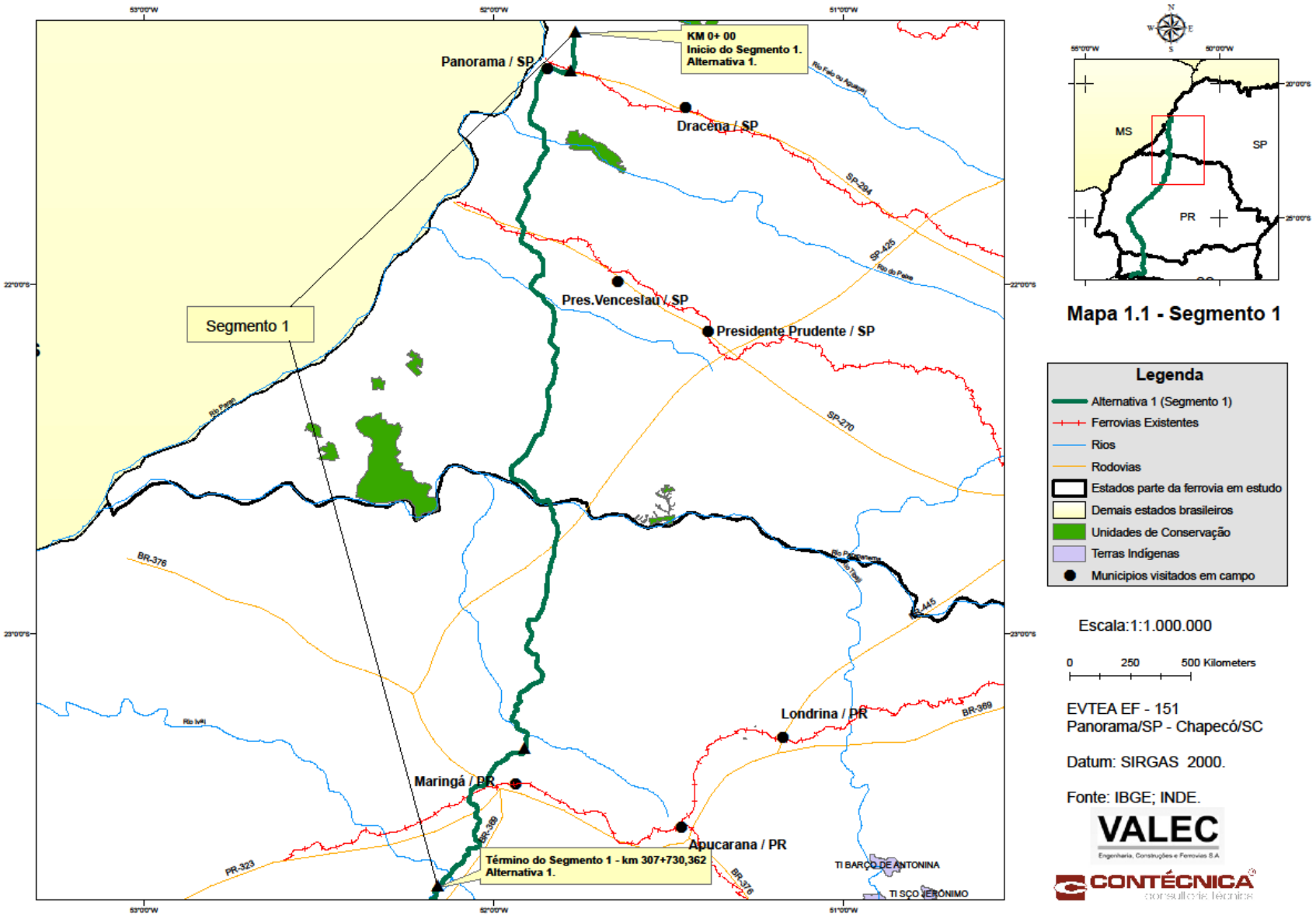
O desenvolvimento se deu até o km 307+730,362, ao sul da localidade de Maringá/PR. (ver Mapa 1.1 – O Segmento 1 e Mapa da Divisão Político Administrativa do Estado de São Paulo e Paraná).

Neste segmento encontram-se inseridos os Polos de Cargas de Panorama/SP e Presidente Venceslau/SP, sendo identificados pelos respectivos Pátios de Cargas:

a) Pátio de Panorama/SP – km 16+500 ao km 19+500

Panorama/SP é o ponto de origem do trecho da Ferrovia Norte Sul objeto deste estudo. Nesta localidade se encontra prevista, por meio do Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental desenvolvido para implantação do segmento Estrela D'Oeste/SP – Panorama/SP e da integração da Ferrovia Norte Sul com a Ferrovia do Pantanal, interligando Panorama/SP a Maracaju/MS, a implantação de um Pátio de Cargas. Entretanto, para a implantação do segmento subsequente da FNS, Panorama/SP – Chapecó/SC está-se prevendo a implantação de outro Pátio, também nas proximidades de Panorama/SP, tendo em vista que os processos de licitação de Concessão destes dois segmentos poderão ocorrer em momentos distintos e ser concedidos também a Concessionárias distintas.

Assim, pela Figura 60 pode-se observar como estes dois pátios se integram pelo modal ferroviário a ser implantado, bem como eles interagem com os demais modais de transporte existentes compostos, principalmente, pela rodovia BR-158 de conexão com Centro Oeste do país e com a região Leste do estado de São Paulo, pela ferrovia da FERROBAN (Concessionária ALL – Malha Paulista), em bitola métrica, ligando estas ferrovias ao Porto de Santos e pelo Porto Fluvial localizado no rio Paraná, no extremo oeste da cidade de Panorama/SP. Este porto apresenta infraestrutura básica ferroviária de apoio ao transbordo de cargas.


KM 0+ 00
Início do Segmento 1.
Alternativa 1.
Panorama / SP
Dracena / SP
Pres.Venceslau / SP
Presidente Prudente / SP
Segmento 1
Londrina / PR
Maringá / PR
Apucarana / PR
Término do Segmento 1 - km 307+730,362
Alternativa 1.
TI BARÃO DE ANTONINA
TI SÃO JERÔNIMO
SP-294
SP-425
SP-270
BR-376
BR-369
PR-323
MS
SP
PR
Mapa 1.1 - Segmento 1
Legenda
Alternativa 1 (Segmento 1)
Ferrovias Existentes
Rios
Rodovias
Estados parte da ferrovia em estudo
Demais estados brasileiros
Unidades de Conservação
Terras Indígenas
Municipios visitados em campo
Escala:1:1.000.000
0 250 500 Kilometers
EVTEA EF - 151
Panorama/SP - Chapecó/SC
Datum: SIRGAS 2000.
Fonte: IBGE; INDE.
VALEC
CONTÉCNICA

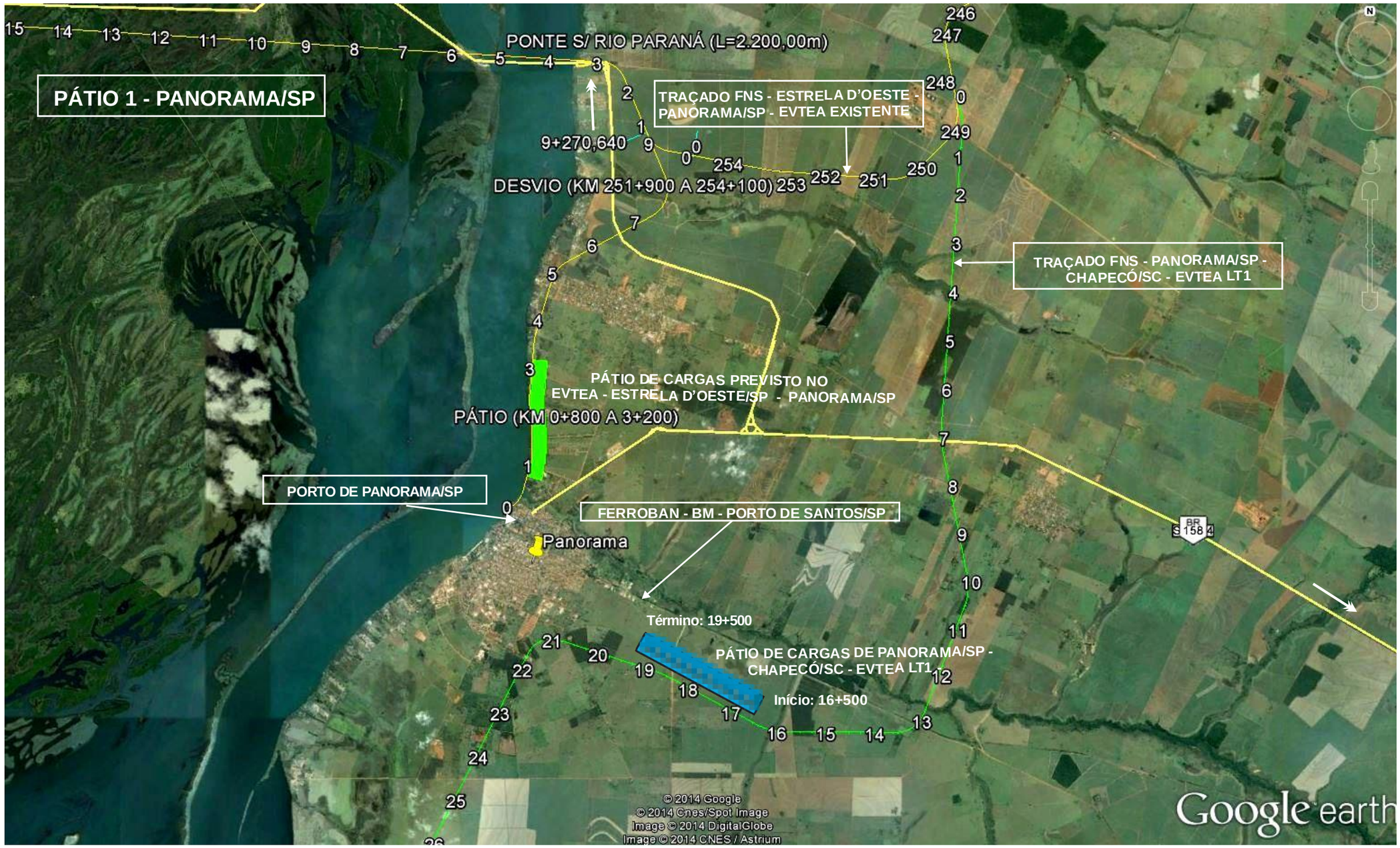


Figura 60 - Situação do Pátio de Panorama/SP

b) Pátio de Presidente Venceslau/SP – km 85+500 ao km 88+500

Presidente Venceslau/SP é o segundo ponto de passagem na sequência do traçado, identificado como Polo de Carga em função do seu potencial produtivo, principalmente no que tange a cana-de-açúcar.

Pela Figura 61 pode-se observar a localização estratégica deste pátio que se integra ao modal de transporte rodoviário, na interseção das rodovias BR-267 - Raposo Tavares de conexão com Centro Oeste do país e com a região Leste do estado de São Paulo, BR-158 fazendo a conexão sul – norte do país na porção Oeste dos estados do sul com as regiões sudeste e centro-oeste do Brasil. Pela ferrovia da Concessionária ALL – Malha Sul, em bitola métrica, ligando a FNS aos Portos de Paranaguá e Santos. Além disso, encontra-se nas proximidades da sede do munícipio sem, entretanto, interferir com a área urbana deste.

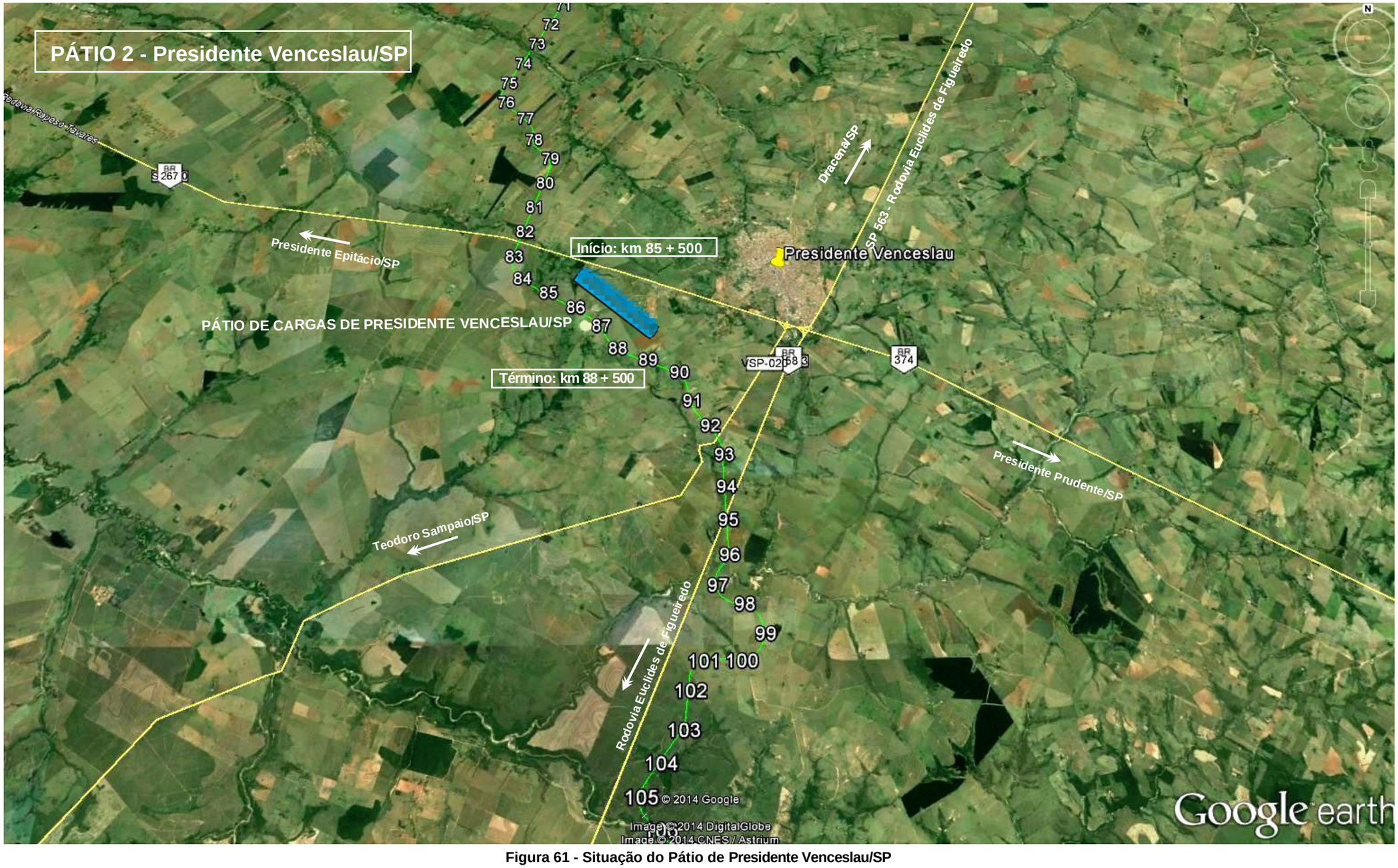


Figura 61 - Situação do Pátio de Presidente Venceslau/SP

2.4.6.3 Segmentos 2 e 3: (km 307+730,362 ao km 641+604,438 e km 641+604,438 ao km 786+508,743)

Este segmento tem seu início na estaca – km 307+730,362, localizada ao sul de Maringá/PR.

O traçado deste segmento tem a diretriz referenciada pelas localidades de: Maringá/PR, Paiçandu/PR, Santa Teresinha/PR, Floresta/PR, Ivailândia/PR, Engenheiro Beltrão/PR, Peabiru/PR, Campo Mourão/PR, Piquirivaí/PR, Juranda/PR, Ubiratã/PR, Anahy/PR, Corbélia/PR, Cascavel/PR, São Domingos/PR, Rio do Salto/PR, Três Barras do Paraná/PR, Cruzeiro do Iguaçu/SC, Erval/SC, São Jorge D'Oeste/SC, Presidente Kennedy/SC, Verê/SC, Itapejara D'Oeste/SC, Coxilha Rica/SC, Bom Sucesso do Sul/SC, Canela/SC e Baulândia/SC.

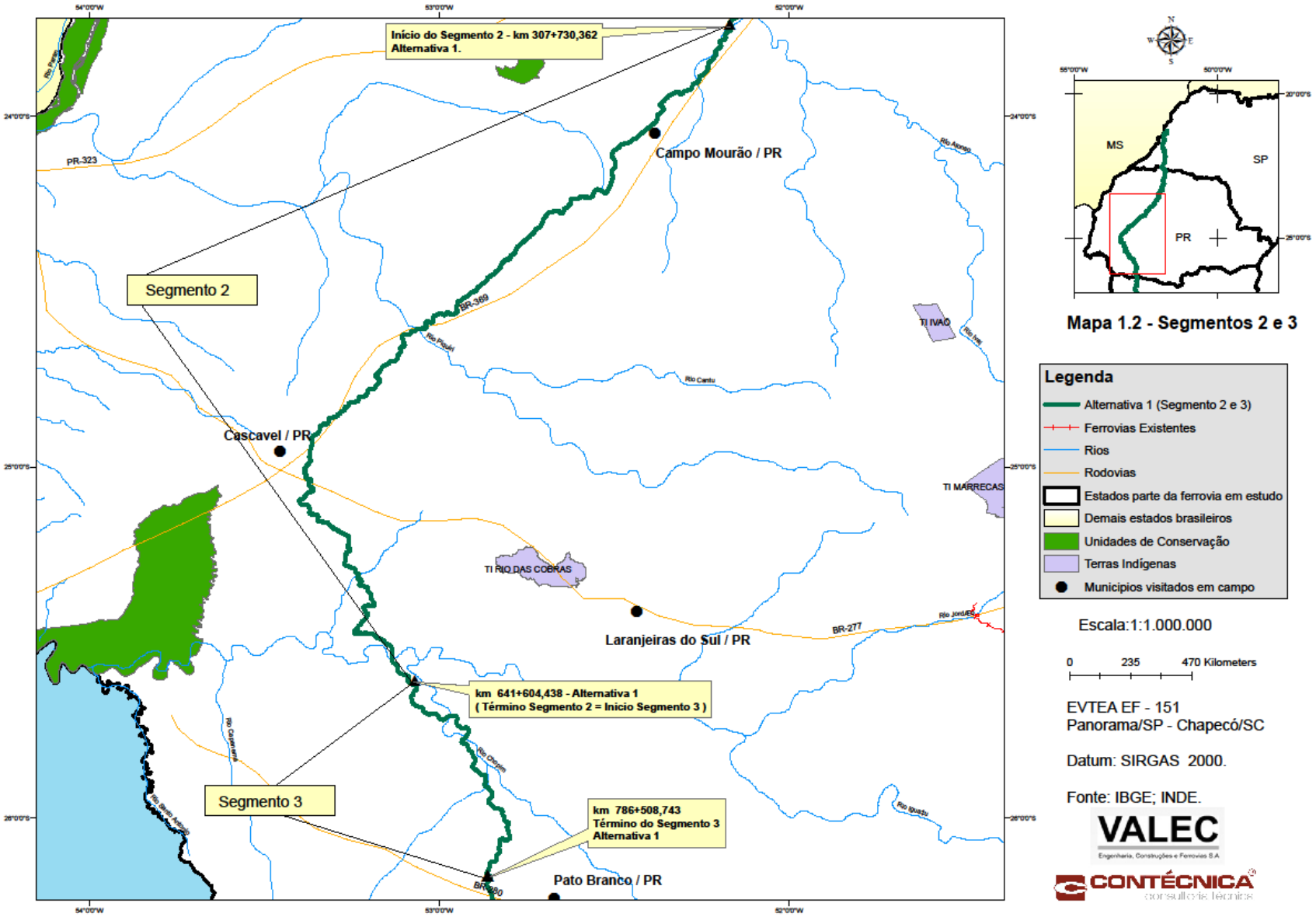
No Estado do Paraná temos os seguintes **municípios**: Quinta do Sol, Farol, Mamborê, Boa Esperança, Catanduvas, Dois Vizinhos, Pato Branco, Renascença e Vitorino e São Lourenço D'Oeste/SC.

O desenvolvimento se deu até o km 786,508743, a nordeste da localidade de São Lourenço D'Oeste/SC. (ver Mapa 1.2 - Segmento 2 e 3 e Mapa da Divisão Político Administrativa do Estado do Paraná).

Neste segmento encontram-se inseridos os Polos de Cargas de Maringá/PR, Campo Mourão/PR e Cascavel/PR, sendo identificados pelos respectivos Pátios de Cargas:

a) Pátio de Maringá/PR – km 308+800 ao km 311+500 (km 310+607,784 = 310+183,962)

Maringá/PR é o terceiro município identificado como Polo de Carga. Em seu potencial produtivo destacam-se os seguintes produtos: cana-de-açúcar, milho, soja e trigo em grãos. Além destes ainda existe a possibilidade de demandas de cargas dos municípios de Londrina/PR e Apucarana/PR. Assim está localizado estrategicamente próximo ao entroncamento dos eixos rodoviários da BR-376 (Londrina, Arapongas, Acesso a Apucarana e Paranavaí, todas no estado do Paraná) e BR-317 (Presidente Prudente/SP, Campo Mourão/PR, Cascavel/PR), possibilitando a integração com as regiões sudeste e sul do país e integração Leste-Oeste com o estado do Paraná. Integra-se ainda à ferrovia da Concessionária ALL – Malha Sul, em bitola métrica, ligando a FNS ao Porto de Paranaguá/PR.



Mapa 1.2 - Segmentos 2 e 3

Figura 62 - Situação do Pátio de Maringá/PR

b) Campo Mourão/PR – km 396+800 ao km 399+900

Campo Mourão/PR é o quarto município identificado como Polo de Carga. Pode-se observar que o estado do Paraná tem uma grande vocação à produção de grãos. Neste segmento o perfil de cargas a ser transportada passa a ser caracterizado pela presença destes em grandes volumes, distribuídos nos seguintes produtos: milho, soja e trigo em grãos. A produção de cana-de-açúcar representa também um grande volume de carga quando considerada a microrregião. Observamos ainda, mesmo que em volume pequeno, a presença da produção de arroz amplia a diversidade oferta de produtos.

Está localizado próximo ao entroncamento dos eixos rodoviários da BR-369 (Cascavel/PR) e BR-487 (Guarapuava/PR), BR-158 (Roncador/PR) possibilitando a integração com a região sul do país. Por meio da BR-487 pode-se proceder a integração com a ferrovia da Concessionária ALL – Malha Sul, localizada no município de Guarapuava, possibilitando acesso ao Porto de Paranaguá/PR.

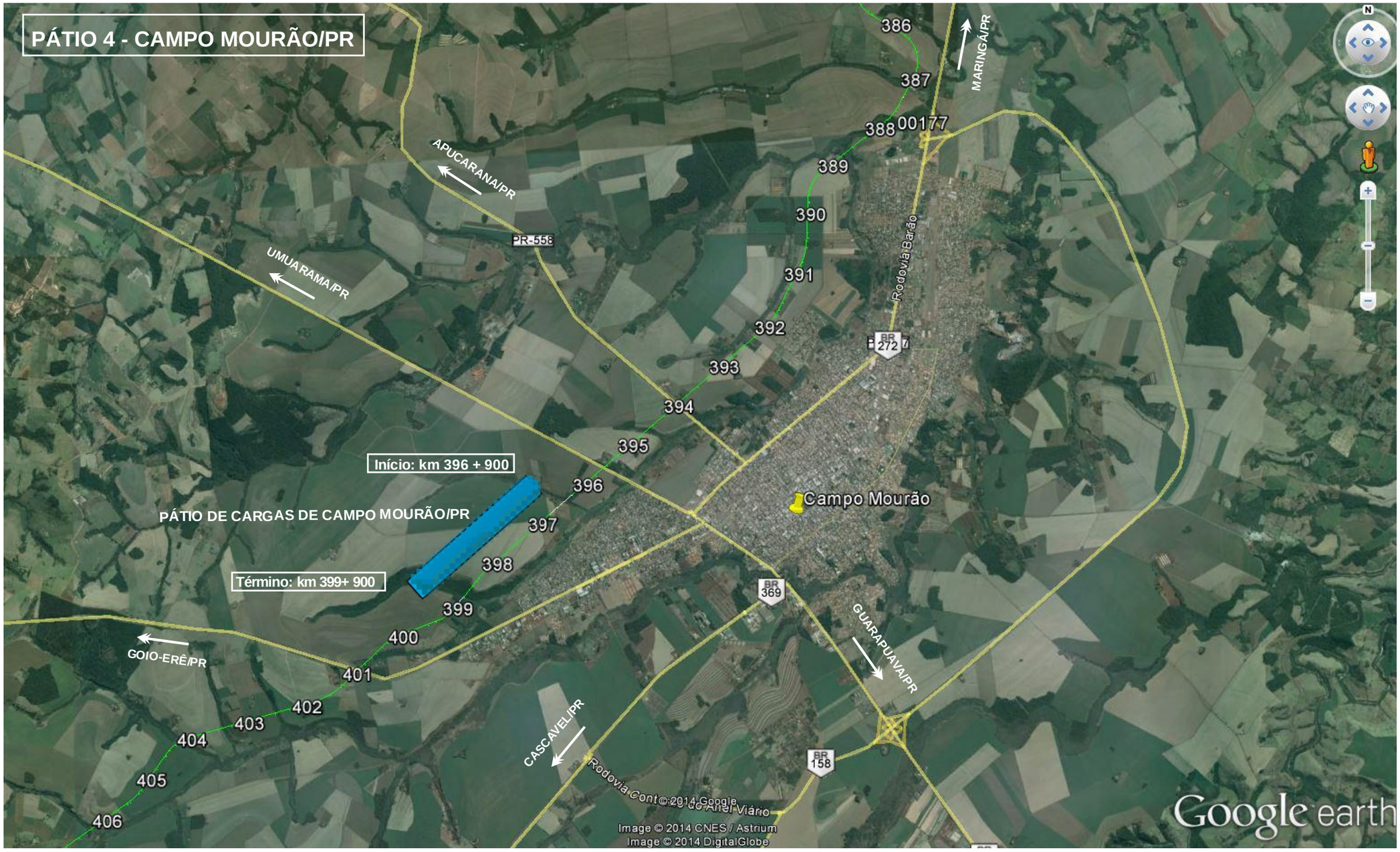


Figura 63 - Situação do Pátio de Campo Mourão/PR

c) Cascavel/PR – km 555+500 ao km 558+500

Cascavel/PR é o quinto município identificado como Polo de Carga e o de maior volume de carga disponível para transporte tendo a maior área de plantio dentre todos os demais polos de carga. Esta região detém a maior capacidade de armazenamento de grãos em silos e armazéns. Esta microrregião apresenta alta capacidade produtiva e possibilita o transporte da ordem de 2.149.944 de toneladas de grãos, distribuídos em: arroz (799 toneladas), milho (1.213.248 toneladas), soja (831.767 toneladas) e trigo (104.140 toneladas). Além destes, ainda temos a cana-de-açúcar (237.800 toneladas), perfazendo o total de 2.387.744 de toneladas de carga transportável. Estes valores foram obtidos junto ao IBGE, tendo como base o ano de 2012.

Em Cascavel existe um “porto seco” com acesso ferroviário – Ferroeste, concedida a ALLMS, em bitola métrica e acesso aos portos de Paranaguá e São Francisco do Sul – e rodoviário (às margens da BR-277 e em integração com as BR’s 163 e 369 e 467). Entretanto este porto não tem infraestrutura para atender a toda a demanda da região com a implantação da FNS, sendo necessário a implantação de novo Pátio de Cargas para este fim. Ainda pode-se considerar a implantação futura da Ferrovia Cascavel/PR – Maracaju/MS, trecho previsto no Programa de Investimentos em Logística – PIL.

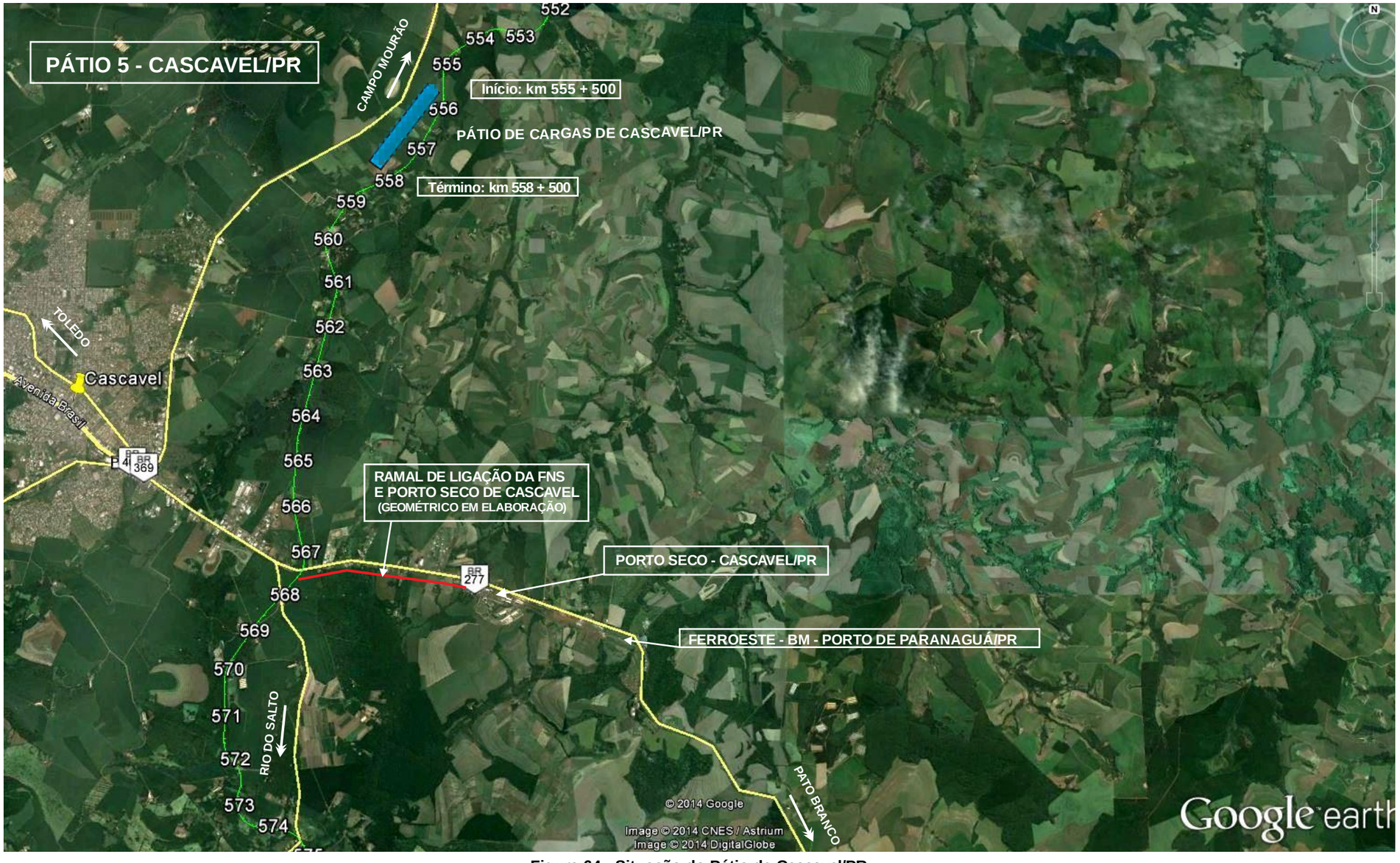


Figura 64 - Situação do Pátio de Cascavel/PR

d) Pato Branco/PR – km 749+500 ao km 752+900

Pato Branco/PR é o sexto município identificado como Polo de Carga. Apresenta potencial produtivo, para os seguintes produtos: cana-de-açúcar, milho, soja e trigo em grãos.

Está localizado paralelo ao eixo da PR-493 e próximo ao eixo rodoviário da BR-158/373 que interliga Pato Branco/PR, Ponta Grossa/PR e Curitiba/PR. Esta região não é servida de ferrovias, sendo que a via neste modal de transporte mais próxima encontra-se em Guarapuava/PR, a 186,4km de Pato Branco/PR.

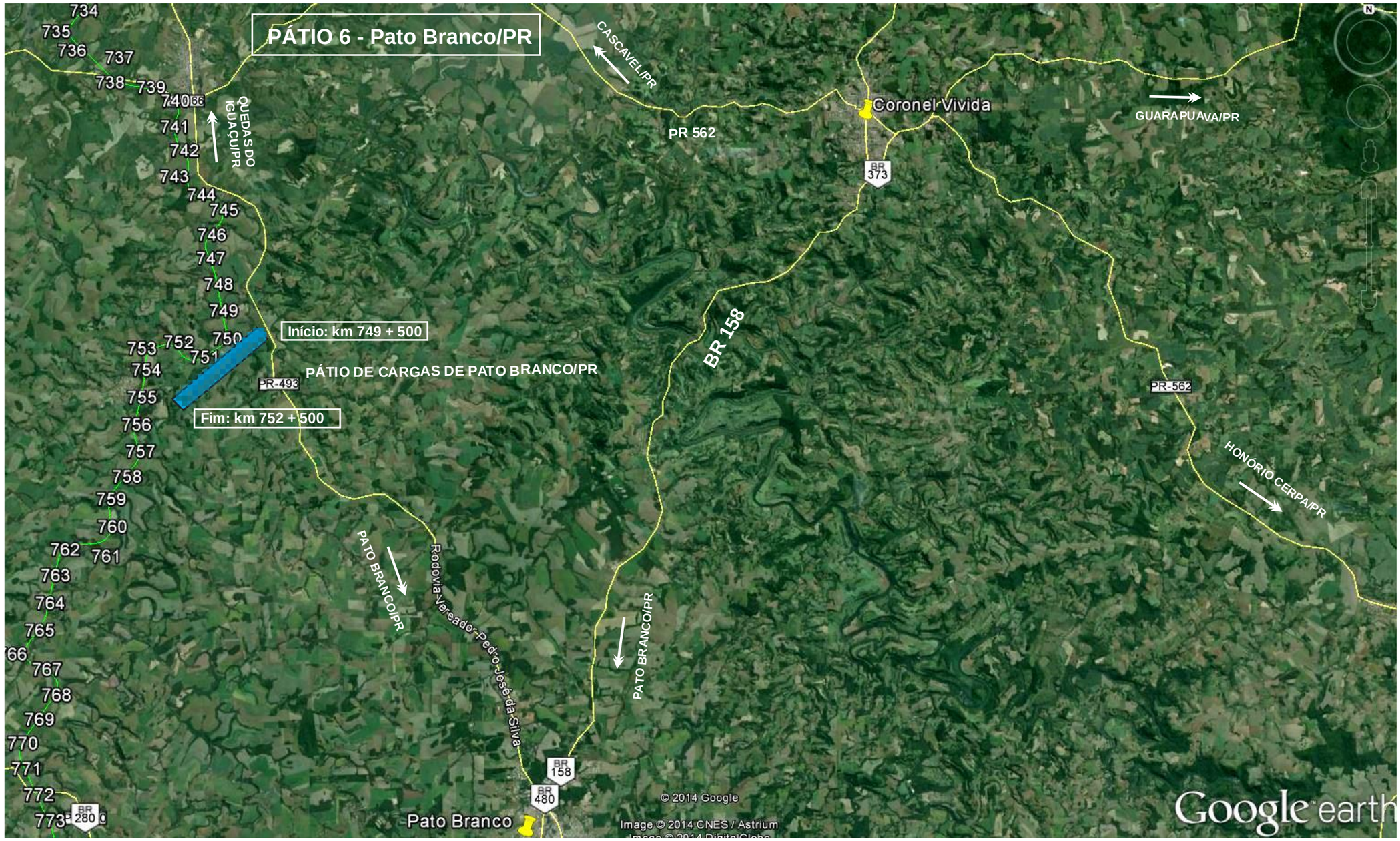
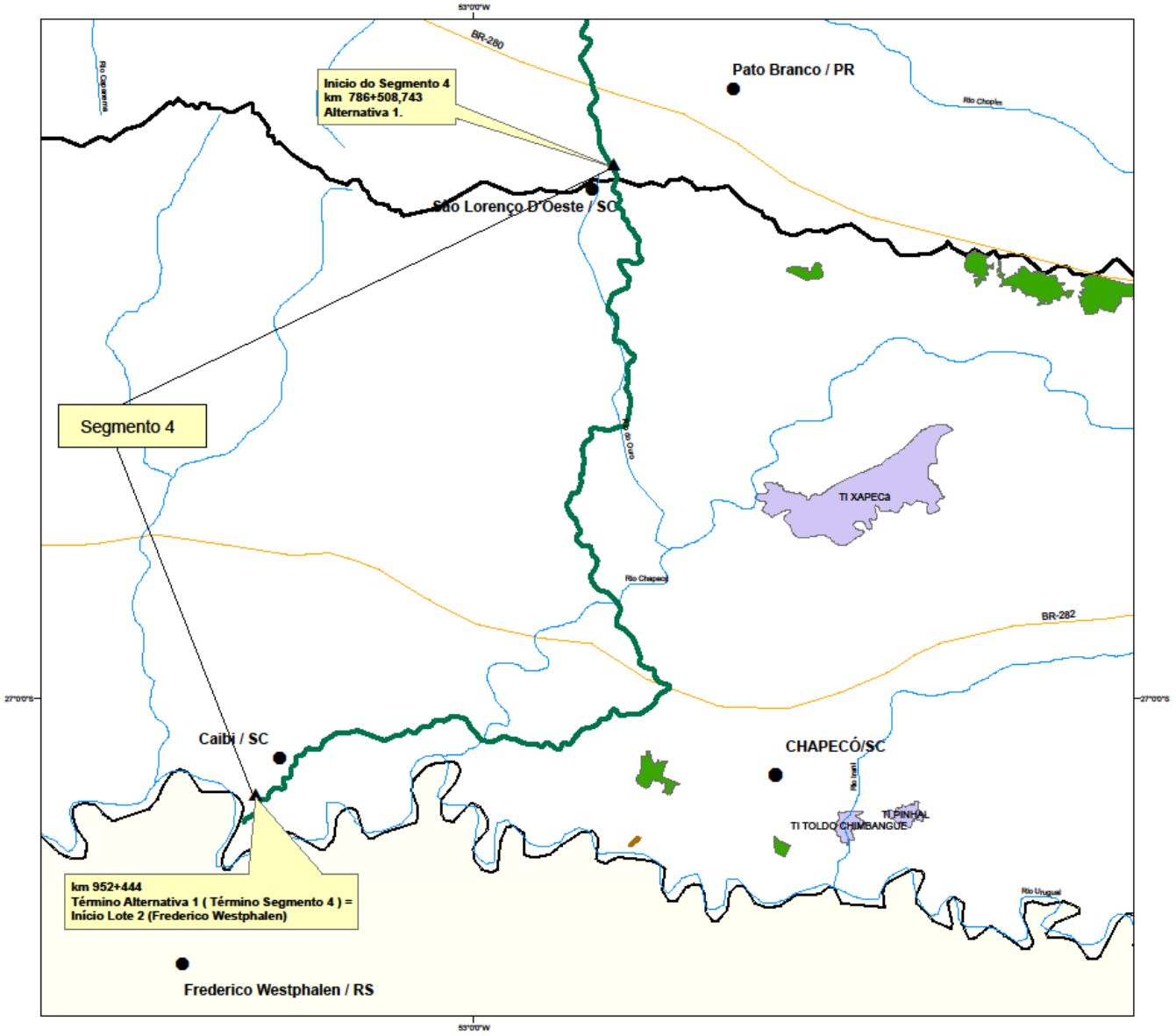


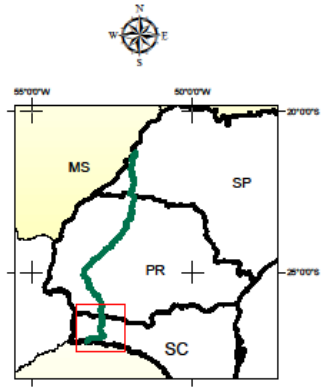
Figura 65 - Situação do Pátio de Pato Branco/PR

2.4.6.4 Segmento 4: (km 786+508,743 ao km 950+809)

Este segmento inicia-se na estaca – km 786+508,743, localizada a nordeste da localidade de São Lourenço D'Oeste/SC. O traçado desta alternativa tem a diretriz **referenciada pelas localidades** de: São Lourenço D'Oeste/SC, Novo Horizonte/SC, Formosa do Sul/SC, Irati/SC, Jardinópolis/SC, União do Oeste/SC, Águas Frias/SC, Coronel Freitas/SC, Nova Itaberaba/SC, Chapecó/SC, Planalto Alegre/SC, Águas de Chapecó/SC, São Carlos/SC e Palmitos/SC.

O desenvolvimento se deu até o km 950+809, extremo sudoeste do município de Palmitos/SC, junto a margem norte do rio Uruguai, divisa dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, para concordância geométrica deste traçado com a diretriz da Alternativa S1A referente ao Lote 2. (ver Mapa 1.3 – Segmento 4 e Mapa da Divisão Político Administrativa do Estado de Santa Catarina).





Mapa 1.3 - Segmento 4

Legenda

- Alternativa 1
- Ferrovias Existentes
- Rios
- Rodovias
- Estados parte da ferrovia em estudo
- Demais estados brasileiros
- Unidades de Conservação
- Terras Indígenas
- Municipios visitados em campo

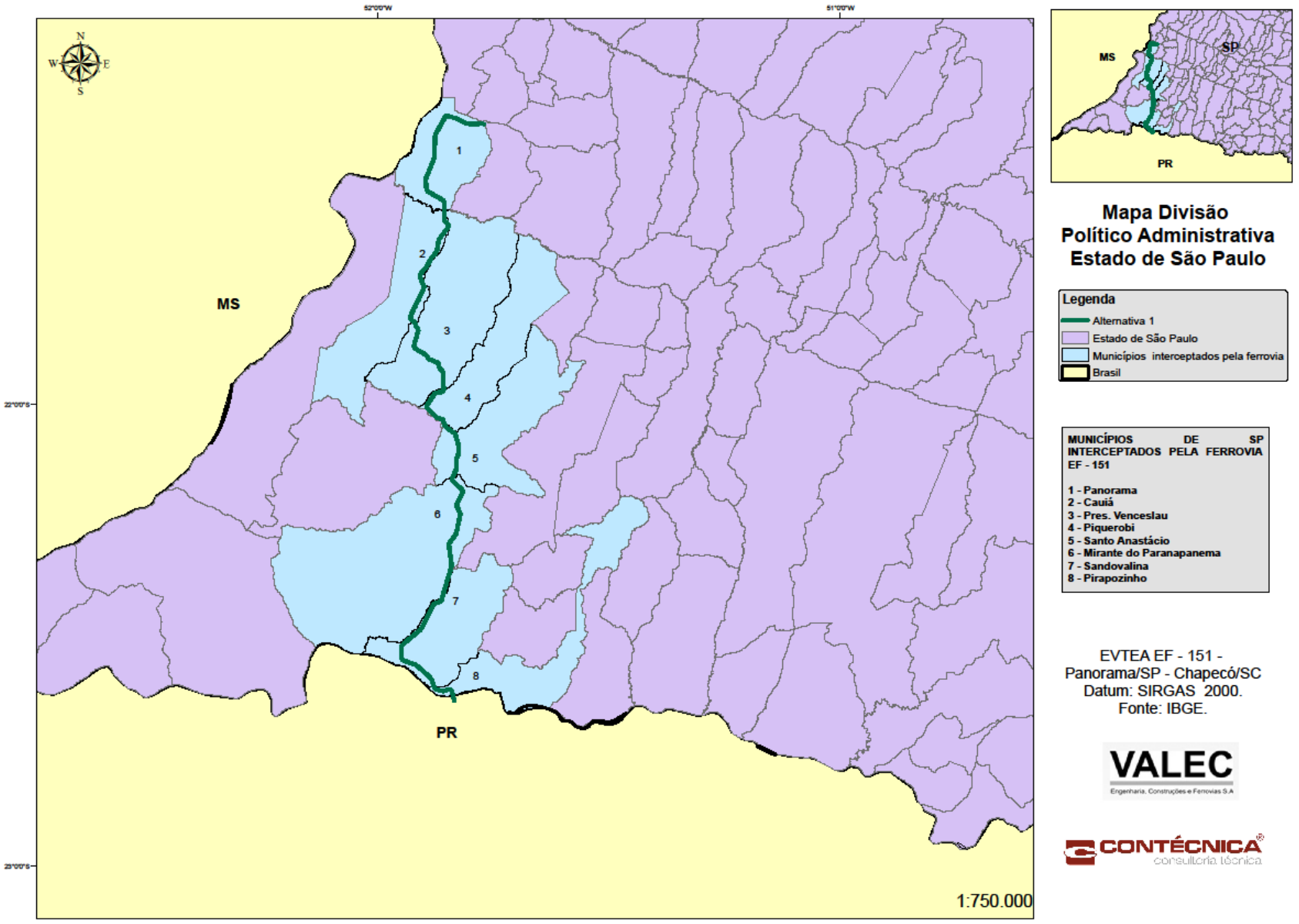
Escala:1:500.000

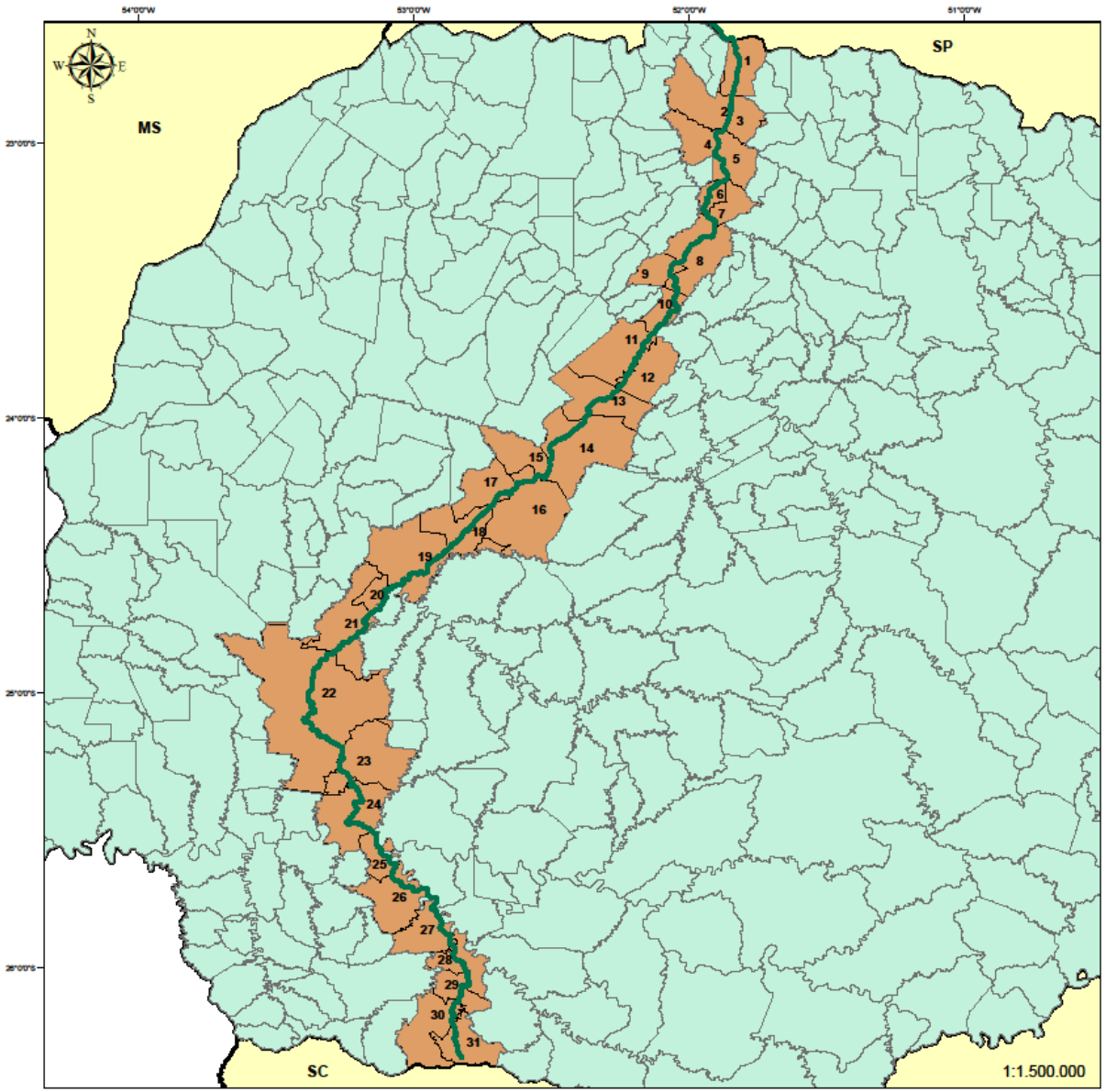
0 270 540 Kilometers

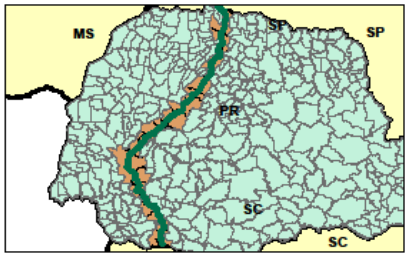
EVTEA EF - 151
Panorama/SP - Chapecó/SC

Datum: SIRGAS 2000.

Fonte: IBGE; INDE.


52°00'W
51°00'W
22°00'S
23°00'S
N
W
E
S
MS
PR
1
2
3
4
5
6
7
8
1:750.000
MS
SP
PR
Mapa Divisão
Político Administrativa
Estado de São Paulo
Legenda
Alternativa 1
Estado de São Paulo
Municípios interceptados pela ferrovia
Brasil
MUNICÍPIOS DE SP INTERCEPTADOS PELA FERROVIA EF - 151
1 - Panorama
2 - Cauiá
3 - Pres. Venceslau
4 - Piquerobi
5 - Santo Anastácio
6 - Mirante do Paranapanema
7 - Sandovalina
8 - Pirapozinho
EVTEA EF - 151 -
Panorama/SP - Chapecó/SC
Datum: SIRGAS 2000.
Fonte: IBGE.
VALEC
Engenharia, Construções e Ferrovias S.A
CONTÉCNICA
consultoria técnica





Mapa Divisão Político Administrativa Estado do Paraná

Legenda

- Alternativa 1
- Municípios interceptados pela ferrovia
- Brasil
- Estado do Paraná

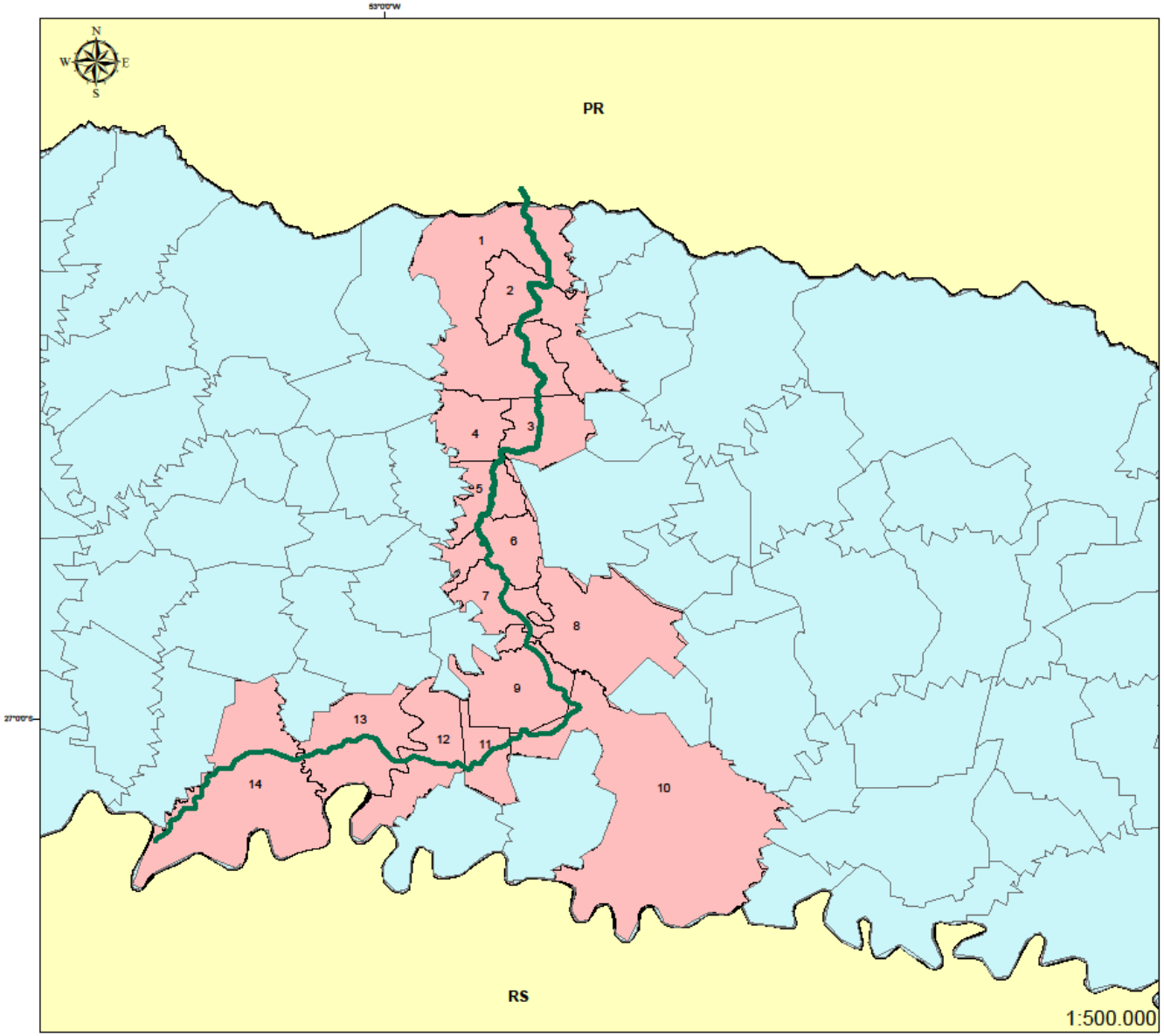
MUNICÍPIOS DO PR INTERCEPTADOS PELA FERROVIA EF - 151

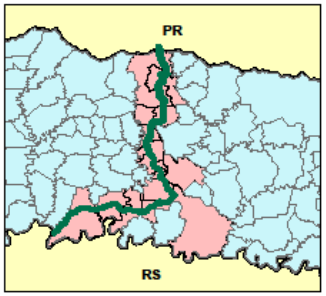
1 - Santo Inácio
2 - Colorado
3 - Nossa Senhora das Graças
4 - Lobato
5 - Santa Fé
6 - Ângulo
7 - Taquaraçu
8 - Maringá
9 - Paiçandu
10 - Floresta
11 - Eng. Beltrão
12 - Quinta do Sol
13 - Peabirú
14 - Campo Mourão
15 - Farol
16 - Mamborê
17 - Boa Esperança
18 - Juranda
19 - Ubiratã
20 - Anahy
21 - Corbelia
22 - Cascavel
23 - Catanduvas
24 - Três Barras do Paraná
25 - Cruzeiro do Iguaçu
26 - Dois Vizinhos
27 - Verê
28 - Itapejora D'Oeste
29 - Pato Branco
30 - Renascença
31 - Vitorino

EVTEA EF - 151 -
Panorama/SP - Chapecó/SC
Datum: SIRGAS 2000.
Fonte: IBGE.

VALEC

CONTÉCNICA consultoria técnica





Mapa Divisão Político Administrativa Estado de Santa Catarina

Legenda
- Alternativa 1
- Estado Santa Catarina
- Municípios interceptados pela ferrovia
- Brasil

MUNICÍPIOS DE SC INTERCEPTADOS PELA FERROVIA EF - 151

1 - São Lourenço D'Oeste
2 - Novo Horizonte
3 - Formosa do Sul
4 - Irati
5- Jardinópolis
6 - União do Oeste
7 - Águas Frias
8 - Coronel Freitas
9 - Nova Itaberaba
10 - Chapecó
11 - Planalto Alegre
12 - Águas de Chapecó
13 - São Carlos
14 - Palmitos

EVTEA EF - 151 -
Panorama/SP - Chapecó/SC
Datum: SIRGAS 2000.
Fonte: IBGE.

a) Chapecó/SC – km 894+300 ao km 897+300

Chapecó/SC é o sétimo município identificado como Polo de Carga. Chapecó/SC é ponto de integração dos eixos rodoviários compostos pelas BR's 282, 283 e 480, rodovias responsáveis pela integração Leste-Oeste do estado de Santa Catarina e Norte-Sul desta região com os estados vizinhos – Paraná e Rio Grande do Sul.

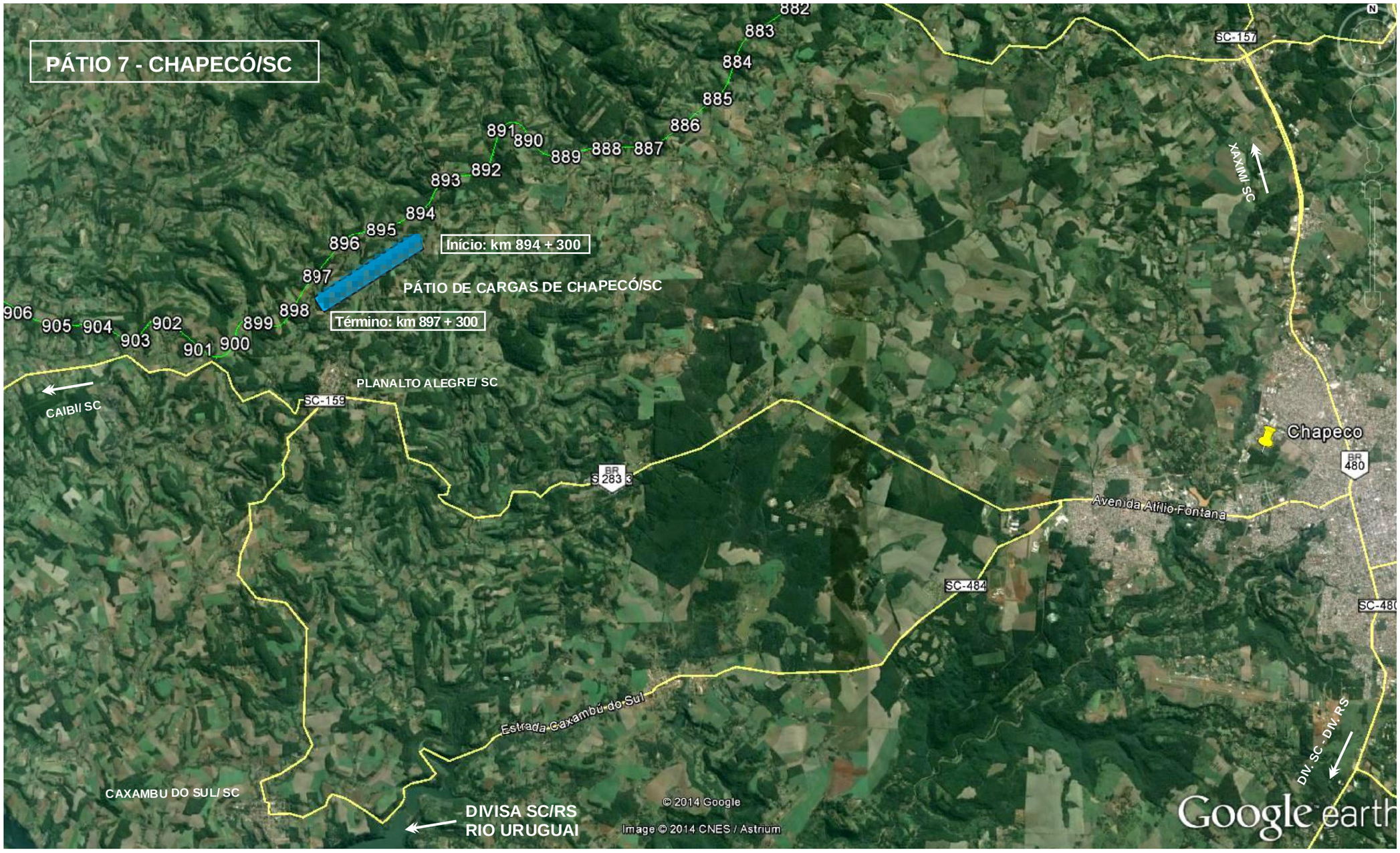


Figura 66 - Situação do Pátio de Chapecó/SC

Assim, podemos verificar que a definição dos municípios onde estão previstas as implantações dos Pátios de Cargas, ocorreu em função das características socioeconômicas, que demonstram a absoluta relevância desses municípios na região em que se desenvolve o traçado da alternativa definida, e características técnicas demonstrando que estes são os mais viáveis.

2.4.7 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

2.4.7.1 Introdução

Apresenta-se neste item o desenvolvimento dos Estudos Hidrológicos para a Elaboração dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA – da EF-151 – Ferrovia Norte Sul, trecho: Panorama/SP – Chapecó/SC, contendo o andamento dos estudos, análises efetuadas para o desenvolvimento das atividades bem como os parâmetros e critérios de cálculo hidrológicos a serem adotados. Estes estudos hidrológicos tem como principais objetivos:

- ✓ Fornecer subsídios e critérios necessários à determinação das vazões de dimensionamento hidráulico das novas obras de drenagem;
- ✓ Definir as características climatológicas e pluviométricas a serem consideradas na fase subseqüente de projeto, quando da elaboração do detalhamento e planejamento construtivo da obra.

2.4.7.2 Coleta e processamento do dados Hidrológicos

Apresenta-se na sequência a relação dos principais documentos e bibliografias considerados na elaboração destes estudos hidrológicos:

- ✓ Cartas topográficas (total de 76 cartas), na escala 1:50.000 editadas pelo IBGE(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) dos municípios influenciados pelo traçado inicial tanto no Estado de São Paulo, Paraná e Santa Catarina;
- ✓ “Classificação Climática de Wladimir Köppen”, publicação do DNER;
- ✓ “Handbook of Applied Hidrology”, de Ven Te Chow – 1964;
- ✓ Boletim California Culvert Practice – California Highway and Public Works, 1942;
- ✓ Desing of Small Dams – Bureau of Reclamation do United States Soil Conservation;
- ✓ Handbook of Applied Hydrology – Ven Te Chow editada por Mc Graw-Hill Book Company.
- ✓ Especificações para estudos hidrológicos da VALEC Nº 80-EG-000F-17-7005;
- ✓ Alturas mensais de chuva, fornecidas pela ANA - Agência Nacional de Águas, cujas informações são disponibilizadas pela internet em seu serviço denominado Hidroweb, dos seguintes postos:

POSTOS ESTUDADOS			OBSERVAÇÕES		
Nº/CÓDIGO	NOME	MUNICÍPIO/ESTADO	PERÍODO	QUANT.	VÁLIDAS
02151008	PANORAMA	PANORAMA-SP	1944 - 2004	61	50
02151010	DRACENA	DRACENA-SP	1950 - 2004	55	49
02151020	PRESIDENTE VENCESLAU	PRES. VENCESLAU-SP	1955 - 2004	50	44
02151035	CAIUÁ	CAIUÁ-SP	1942 - 2004	63	41
02351013	MARINGÁ	MARINGÁ-PR	1961 - 2012	52	37
02451053	IVAÍPORÃ	IVAIPORÃ-PR	1988 - 1999	12	10
02453055	CASCAVEL	CASCAVEL-PR	1961 - 1997	37	2
02653001	CAMPO ERÊ - EMPASC	CAMPO ERÊ-SC	1969 - 2013	45	32
02653022	FAXINAL DO CAMPO-ERÊ	MARMELEIRO-SC	1976 - 2012	37	36
02752016	CHAPECO	CHAPECÓ-SC	1975 -1989	15	17

- ✓ “Chuvas Intensas no Brasil“ – Eng.º Otto Pfafstetter – Ministério de Viação e Obras Públicas - Departamento Nacional de Obras de Saneamento – DNOS, dos seguintes postos:

POSTOS ESTUDADOS			OBSERVAÇÕES		
Nº/CÓDIGO	NOME	MUNICÍPIO/ESTADO	PERÍODO	QUANT.	VÁLIDAS
35	IRAÍ	IRAÍ-RS	OTTO PFAFSTETTER		
37	JACAREZINHO	JACAREZINHO-PR	OTTO PFAFSTETTER		
60	PONTA GROSSA	PONTA GROSSA-PR	OTTO PFAFSTETTER		

2.4.7.3 Caracterização Física Regional

A cobertura vegetal na região em estudo é bastante diversificada, corresponde à parte das ocorrências dos Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Em São Paulo predominam as seguintes formações: Floresta da Restinga, Floresta da Encosta da Serra do Mar, Floresta Semidecídua do Planalto e o Cerradão. Esta diversidade ocorre em função das características fisiográficas do Estado, que possibilitam o encontro de vários fluxos vegetacionais, com diferentes rotas migratórias, oriundos das mais diversas formações florestais ocorrentes no seu entorno.

No Paraná, a cobertura vegetal é formada por Floresta Tropical, Floresta Subtropical e Campos. A Floresta Tropical faz parte da Mata Atlântica, consiste em uma vegetação tipicamente brasileira que cobre boa parte do território, em especial a parte litorânea. A Floresta Subtropical é composta por vegetação latifoliadas, coníferas, cedro e erva-mate, denominada de Florestas das Araucárias. Os campos se estabelecem de forma dispersa no território, existem dois tipos, Campos Limpos (9% do território) e Campos Cerrado (cerca de 1% da área estadual).

Em Santa Catarina há muita preocupação quanto ao problema do separatismo geográfico entre as duas regiões do estado: Litoral e Encosta (região oriental) e Planalto (região ocidental). Estas duas regiões são devidas às condições do relevo catarinense, caracterizado pela relativamente súbita alteração dos níveis altimétricos. No sentido norte-sul, as linhas de cumiadas da Serra Litorânea (arqueana) e da Serra Geral (cuja frente se aproxima do litoral ao sul), formam níveis altimétricos muito marcantes, dividindo o espaço catarinense em dois. Em conjunto, estas linhas de separação estabelecem a própria orientação da drenagem das águas, para o Atlântico e para a bacia do Paraná.

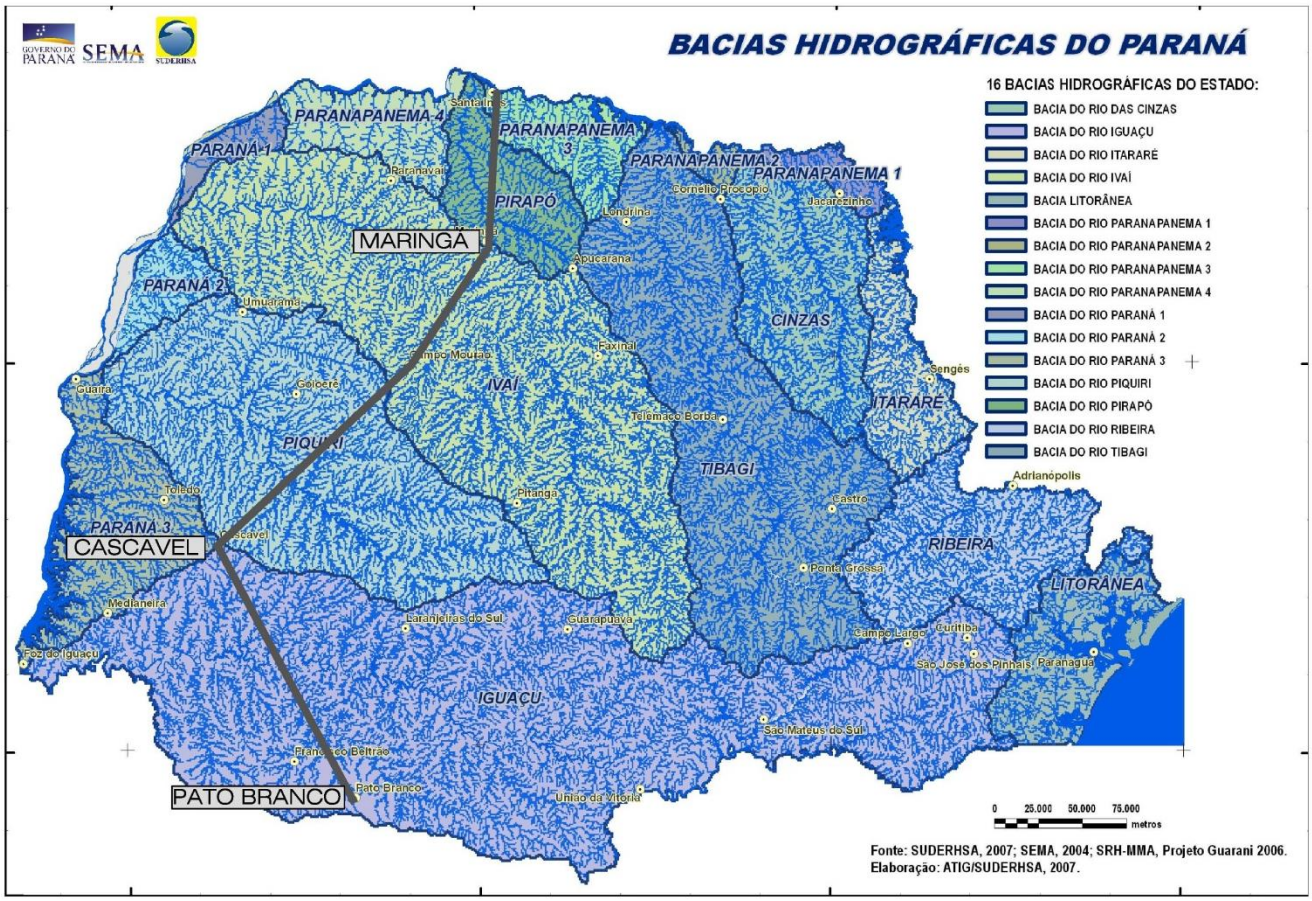
Do ponto de vista geomorfológico, a região abrangida pelo traçado da ferrovia no Estado de São Paulo encontra-se inserida na extensa província geomorfológica denominada de Planalto Ocidental Paulista. A Província do Planalto Ocidental é caracterizada pela presença de formas de relevo levemente onduladas com longas encostas e baixas declividades, representadas fundamentalmente, por Colinas Amplas e Colinas Médias com topos aplanados.

O relevo no estado do Paraná apresenta basicamente superfície plana, dispostas em grande altitude com planaltos escarpados. Ao longo da área paranaense é possível identificar quatro unidades de relevo:

- ✓ Baixada litorânea é formada por uma superfície plana, em alguns lugares alternam entre plano e elevado;
- ✓ Serra do Mar é formada a partir de imensos paredões verticais direcionados para o Oceano Atlântico, é justamente nesses locais que os pontos mais elevados do Estado são apresentados;
- ✓ Planalto de Curitiba possui uma elevação média de 900 metros, nele prevalecem rochas que demonstram duas variações, oscilações ou cristas geológicas;

- ✓ Planalto de Guarapuava é o maior planalto do Paraná, é constituído por lavas solidificadas, desse modo, o conjunto de rochas presentes são magmáticas, na região as altitudes variam entre 300 e 1.250 metros.

O traçado proposto para a ferrovia está inserido nos domínios das sub-bacias dos Rios Paranapanema 3, Pirapó, Ivaí, Iguaçu no Paraná, apresentada a seguir, dos Rio Pontal do Paranapanema em São Paulo e do Rio Chapecó em Santa Catarina.



2.4.7.4 Caracterização dos Regimes Climáticos e Pluviométricos Regionais

Para a caracterização do clima da região atravessada pelo segmento ferroviário em estudo, foi utilizada a metodologia adotada por Wladimir Köppen, que leva em consideração a quantidade de precipitações, a temperatura média e a umidade relativa.

Deve-se ressaltar que essa metodologia de classificação, assim como as outras desenvolvidas com a mesma finalidade, diferencia apenas megazonas climáticas, não apresentando suficiente eficiência para variações locais.

Conforme essa classificação de Köppen, apresentada a seguir, o clima da área de interesse pode ser classificado como pertencente ao ***tipo Cfa***. Trata-se de um clima subtropical úmido. Este é o clima que abrange a maior área dos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina.

Esta classificação é baseada em letras:

1ª letra – maiúscula, representa a característica geral do clima de uma região:

• C: climas mesotérmicos (temperatura média do mês mais frio inferior a 18ºC e

superior a -3ºC, ao menos um mês com média igual ou superior a 10ºC)

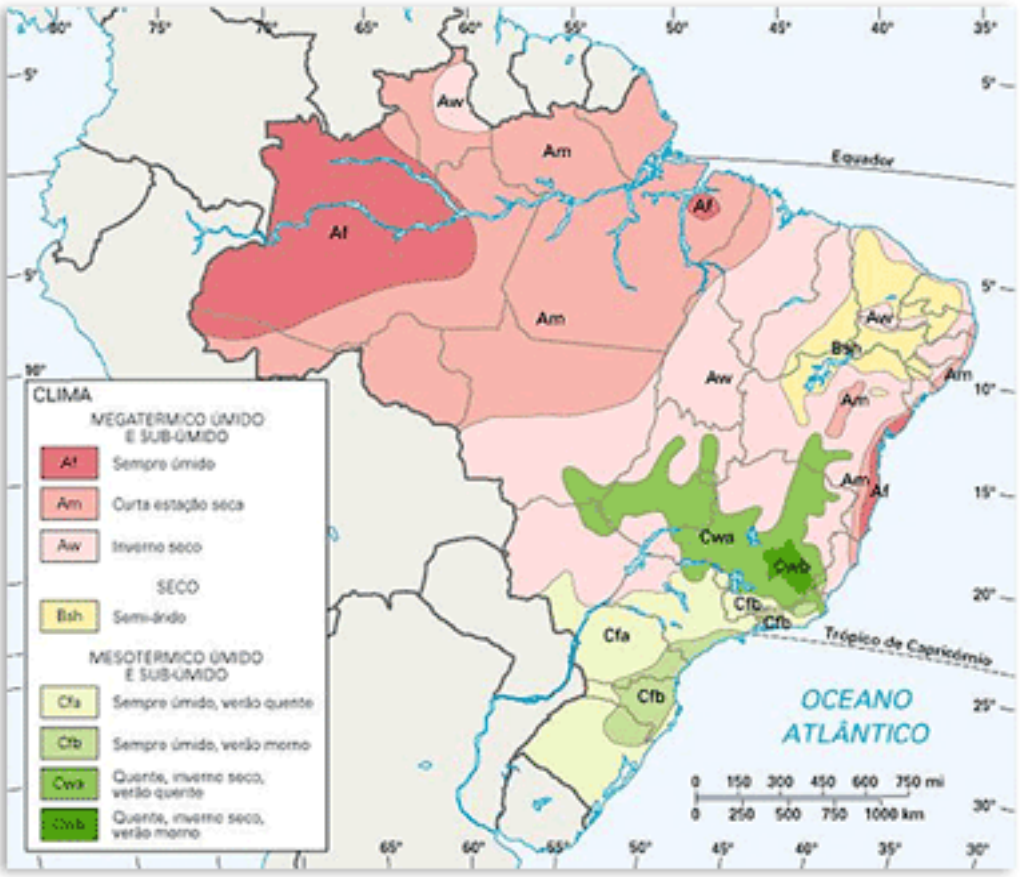
2ª letra – minúscula, representa as particularidades do regime de chuva (apenas valem para os casos "A", "C" e "D"):

• f: sempre úmido (mês menos chuvoso com precipitação superior a 60mm)

3ª letra - minúscula, representa a temperatura característica de uma região (apenas valem para os casos "C" e "D"):

• a: verões quentes (mês mais quente com média igual ou superior a 22ºC)

Classificação Climática de Köppen



Legenda:

- ✓ Am: Temperaturas elevadas e pluviosidade elevada.As médias de temperatura são maiores que 22°C em todos os meses e as mínimas no mês mais frio são maiores que 20°C.
- ✓ Aw: Temperaturas elevadas com chuva no verão e seca no inverno. As médias de temperatura dos meses é maior que 20°C e no mês mais frio do ano as mínimas são menores que 18°C.
- ✓ Aw´: Temperatura elevada com chuva no verão e outono. Temperatura sempre maior que 20°C.
- ✓ Cwa: Temperaturas moderadas com verão quente e chuvoso. No mês mais frio a média de temperatura é menor que 20°C.
- ✓ Cfa: Temperatura moderada com chuvas bem distribuídas e verão quente. Nos meses de inverno há ocorrência de geadas sendo a média de temperatura neste período inferior a 16°C. No mês mais quente as máximas são maiores que 30°C.
- ✓ Af: Temperatura elevada sem estação seca. Temperaturas sempre maiores que 20°C.
- ✓ As: Chuva de inverno e outono com temperaturas elevadas sempre maiores que 20°C.
- ✓ BSh: Temperaturas altas com chuvas escassas no inverno. Temperaturas maiores que 22°C.
- ✓ Cwb: Verão brando e chuvoso com temperatura moderada. Há geadas no inverno e as médias de temperatura no inverno e outono é inferior a 18°C com temperaturas mínimas inferior a 12°C.
- ✓ Cfb: Temperatura moderada com chuva bem distribuída e verão brando. Podem ocorrer geadas, tanto no inverno como no outono. As médias de temperatura são inferiores a 20°C, exceto no verão. No inverno média inferior a 14°C como mínimas inferiores a 8°C.

Pluviometria e Pluviografia.

2.4.7.5 Pluviometria

Para a definição das curvas de intensidade (altura) – duração – frequência das precipitações, a serem adotadas no presente estudo, foram analisados os dados pluviométricos fornecido pela ANA – Agência Nacional das Águas no Município.

As precipitações máximas diárias foram catalogadas, formando uma série anual para análise de frequência, através do método Gumbel-Chow. Seguindo-se as orientações estabelecidas pelo método das Isozonas, obtiveram-se as alturas de chuva para diferentes durações e períodos de recorrência.

Método das Isozonas

Este método foi desenvolvido para o Brasil pelo Engº José Jaime Taborga Torrico e está exposto na sua publicação "Praticas Hidrográficas".

O Engº J.J.Taborba ao plotar, em um papel de probabilidades, as precipitações de 24 horas e de 1 hora em diferentes estações pluviográficas do Brasil verificou que, prolongando as respectivas retas de altura de chuva versus duração, estas tendem a cortar o eixo das abscissas em um mesmo ponto, para determinadas áreas geográficas.

Esta tendência significa que, em cada área homóloga, a relação entre as precipitações de 1 hora e de 24 horas, para um mesmo tempo de recorrência, é constante e independente das alturas de chuva.

Sendo assim, esta relação constante nos permite determinar a correlação entre os dados das estações pluviográficas e pluviométricas para chuvas de durações inferiores a 24 horas.

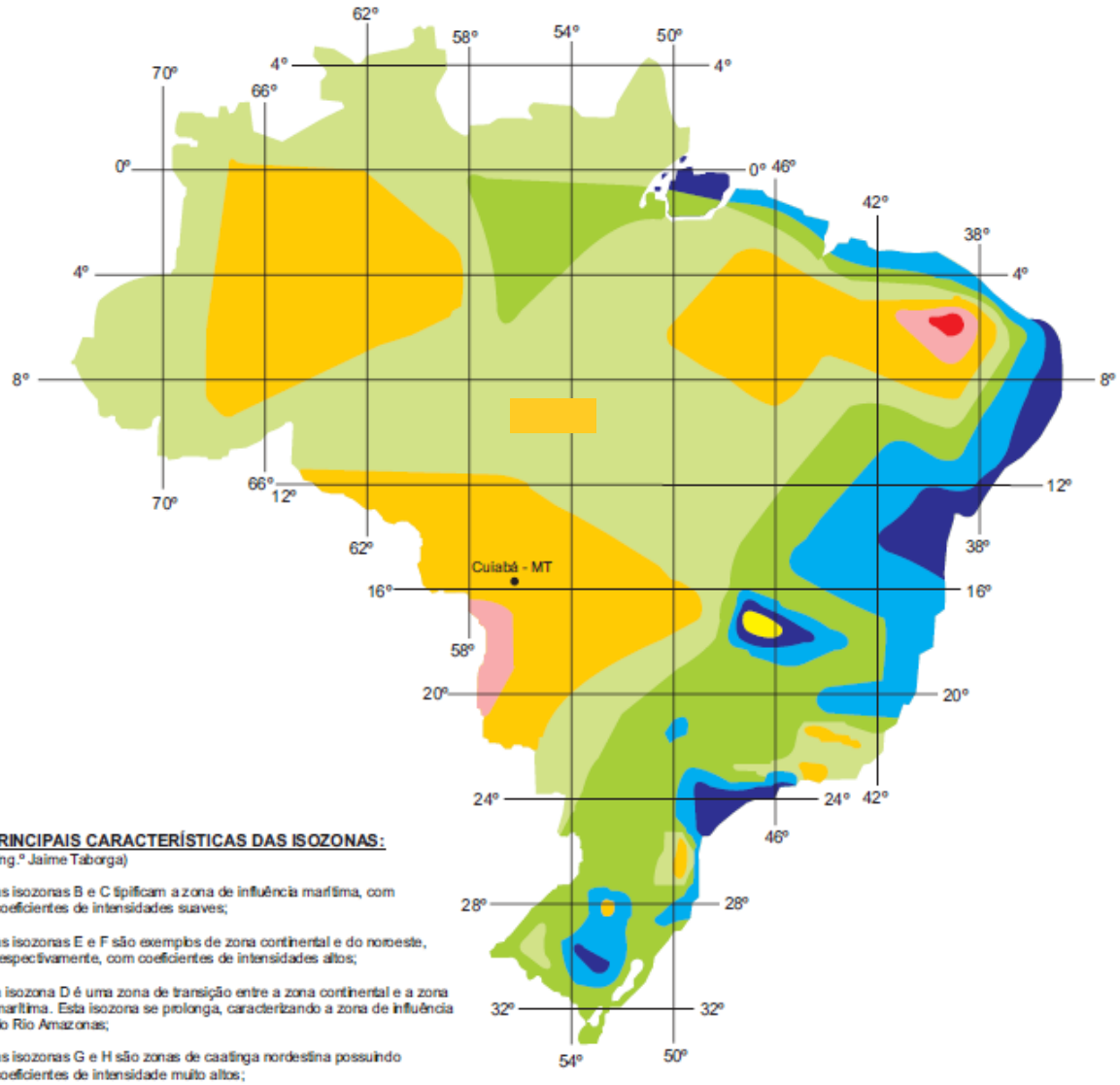
Portanto de posse da chuva de um dia em cada tempo de recorrência, converteu-se esta chuva de 24 horas, multiplicando-se esta pelo coeficiente 1,10, que é a relação 24 horas/dia.

Determinou-se no Mapa das Isozonas apresentado a seguir, as Isozonas correspondente aos postos considerados. No nosso caso a Isozona "D", com isto fixaram-se as porcentagens correspondentes a 6 minutos e 1 hora de duração:

RELAÇÃO DE PRECIPITAÇÕES DE 1 a 24 HORAS					
ZONA	RELAÇÃO 24 horas/1hora			RELAÇÃO 24 horas/6min.	
	Tr = 10 anos	Tr = 25 anos	Tr = 100 anos	Tr = 50 anos	Tr = 100 anos
D	**41,6% de 24 hs**	**41,1% de 24 hs**	**40,3% de 24 hs**	**11,2% de 24 hs**	**10,0% de 24 hs**

MAPA DO BRASIL

ISOZONAS DE CHUVAS



PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS ISOZONAS:
(Eng.º Jaime Taborga)

- as isozonas B e C tipificam a zona de influência marítima, com coeficientes de intensidades suaves;
- as isozonas E e F são exemplos de zona continental e do noroeste, respectivamente, com coeficientes de intensidades altos;
- a isozona D é uma zona de transição entre a zona continental e a zona marítima. Esta isozona se prolonga, caracterizando a zona de influência do Rio Amazonas;
- as isozonas G e H são zonas de caatinga nordestina possuindo coeficientes de intensidade muito altos;
- a isozona A coincide com a zona de maior precipitação anual do Brasil, com coeficientes de intensidade baixos.

ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS

ZONA	1 Hora / 24 horas chuva										6min 24h Chuva	
	5	10	15	20	25	30	50	100	1.000	10.000	5-50	100
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8	8,8
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9

Pode-se assim, obter valores de precipitação (em mm) para 1 hora e 6 minutos de duração para os tempos de recorrência considerados.

Tendo-se então as alturas de precipitação para duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, para cada tempo de recorrência considerado, relacionou-se estes valores numa planilha eletrônica do programa computacional Excel, obtendo-se alturas de chuvas para qualquer tempo de duração entre 6 minutos e 24 horas, através de interpolações (ver tabela “Altura da Precipitação”).

Especificamente em relação às chuvas, foram obtidos alguns registros de séries pluviométricas históricas de localidades situadas na região, através da análise do banco de dados do Sistema de Informações Hidrológicas – SIH, da Agência Nacional de Águas – ANA.

Os quadros a seguir apresentam um resumo dos valores calculados pelo Método das Isozonas para os seguintes postos:

POSTOS ESTUDADOS			OBSERVAÇÕES		
Nº/CÓDIGO	NOME	MUNICÍPIO/ESTADO	PERÍODO	QUANT.	VÁLIDAS
02151008	PANORAMA	PANORAMA-SP	1944 - 2004	61	50
02151010	DRACENA	DRACENA-SP	1950 - 2004	55	49
02151020	PRESIDENTE VENCESLAU	PRES. VENCESLAU-SP	1955 - 2004	50	44
02151035	CAIUÁ	CAIUÁ-SP	1942 - 2004	63	41
02351013	MARINGÁ	MARINGÁ-PR	1961 - 2012	52	37
02451053	IVAÍPORÃ	IVAIPORÃ-PR	1988 - 1999	12	10
02453055	CASCAVEL	CASCAVEL-PR	1961 - 1997	37	2
02653001	CAMPO ERÊ - EMPASC	CAMPO ERÊ-SC	1969 - 2013	45	32
02653022	FAXINAL DO CAMPO-ERÊ	MARMELEIRO-SC	1976 - 2012	37	36
02752016	CHAPECO	CHAPECÓ-SC	1975 -1989	15	17

MÉTODO DAS ISOZONAS

Posto : PANORAMA SP Isozona : D

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	119,5	96,7	68,3	44,8	27,8	16,9	10,2	6,7	4,4
10	140,3	112,8	79,5	52,1	32,4	19,8	11,9	7,9	5,2
15	151,9	121,7	85,8	56,2	34,9	21,4	12,9	8,5	5,7
25	166,6	132,9	93,5	61,2	38,2	23,4	14,2	9,3	6,2
50	186,1	147,4	103,5	67,6	42,3	26,0	15,8	10,4	6,9
100	183,4	156,1	111,8	73,9	46,4	28,6	17,4	11,5	7,6

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

Posto : PANORAMA SP Isozona : D

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO (mm)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	12,0	24,2	34,2	44,8	55,5	67,8	81,6	93,9	106,7
10	14,0	28,2	39,8	52,1	64,8	79,3	95,6	110,1	125,3
15	15,2	30,4	42,9	56,2	69,9	85,6	103,4	119,2	135,6
25	16,7	33,2	46,7	61,2	76,3	93,7	113,2	130,6	148,7
50	18,6	36,8	51,7	67,6	84,7	104,2	126,2	145,8	166,1
100	18,3	39,0	55,9	73,9	92,8	114,5	139,0	160,8	183,4

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

MÉTODO DAS ISOZONAS

Posto : DRACENA SP Isozona : D

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA									(mm/h)
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	122,5	99,1	70,0	45,9	28,4	17,4	10,5	6,9	4,6
10	141,6	113,8	80,3	52,6	32,7	20,0	12,1	7,9	5,3
15	152,2	122,0	85,9	56,3	35,0	21,5	12,9	8,5	5,7
25	165,6	132,1	93,0	60,8	37,9	23,3	14,1	9,3	6,2
50	183,5	145,4	102,1	66,7	41,7	25,7	15,6	10,3	6,8
100	179,7	153,0	109,6	72,4	45,5	28,1	17,0	11,3	7,5

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

Posto : DRACENA SP Isozona : D

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO									(mm)
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	12,2	24,8	35,0	45,9	56,9	69,5	83,6	96,2	109,4
10	14,2	28,5	40,1	52,6	65,3	80,0	96,5	111,1	126,4
15	15,2	30,5	43,0	56,3	70,0	85,8	103,6	119,4	135,9
25	16,6	33,0	46,5	60,8	75,9	93,1	112,6	129,9	147,9
50	18,4	36,3	51,0	66,7	83,5	102,7	124,4	143,8	163,9
100	18,0	38,2	54,8	72,4	91,0	112,3	136,2	157,5	179,7

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

MÉTODO DAS ISOZONAS

Posto : PRES. VENCESLAU SP Isozona : D

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA									(mm/h)
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	128,6	104,1	73,5	48,2	29,9	18,2	11,0	7,2	4,8
10	151,1	121,5	85,7	56,1	34,9	21,3	12,9	8,5	5,6
15	163,7	131,2	92,4	60,5	37,7	23,1	13,9	9,2	6,1
25	179,6	143,3	100,8	66,0	41,1	25,2	15,3	10,1	6,7
50	200,8	159,0	111,7	73,0	45,7	28,1	17,0	11,2	7,5
100	198,0	168,5	120,7	79,8	50,1	30,9	18,8	12,4	8,3

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

Posto : PRES. VENCESLAU SP Isozona : D

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO									(mm)
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	12,9	26,0	36,8	48,2	59,7	72,9	87,8	101,0	114,8
10	15,1	30,4	42,8	56,1	69,8	85,4	103,0	118,6	134,9
15	16,4	32,8	46,2	60,5	75,3	92,3	111,4	128,4	146,2
25	18,0	35,8	50,4	66,0	82,3	101,0	122,1	140,9	160,4
50	20,1	39,8	55,8	73,0	91,3	112,4	136,2	157,3	179,3
100	19,8	42,1	60,4	79,8	100,2	123,7	150,1	173,5	198,0

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

MÉTODO DAS ISOZONAS

Posto : CAIUÁ SP Isozona : D

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	129,0	104,4	73,8	48,4	30,0	18,3	11,0	7,2	4,8
10	151,2	121,6	85,7	56,2	34,9	21,4	12,9	8,5	5,6
15	163,5	131,0	92,3	60,4	37,6	23,0	13,9	9,2	6,1
25	179,2	142,9	100,6	65,8	41,0	25,2	15,2	10,0	6,7
50	200,0	158,4	111,2	72,7	45,5	28,0	17,0	11,2	7,4
100	197,0	167,6	120,1	79,4	49,9	30,8	18,7	12,3	8,2

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

Posto : CAIUÁ SP Isozona : D

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO (mm)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	12,9	26,1	36,9	48,4	59,9	73,2	88,1	101,4	115,2
10	15,1	30,4	42,9	56,2	69,8	85,4	103,0	118,7	135,0
15	16,3	32,8	46,1	60,4	75,2	92,2	111,3	128,3	146,0
25	17,9	35,7	50,3	65,8	82,1	100,7	121,8	140,5	160,0
50	20,0	39,6	55,6	72,7	91,0	112,0	135,6	156,6	178,6
100	19,7	41,9	60,0	79,4	99,7	123,0	149,3	172,7	197,0

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

MÉTODO DAS ISOZONAS

Posto : MARINGÁ PR Isozona : D

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	129,5	104,8	74,0	48,6	30,1	18,4	11,1	7,3	4,8
10	147,9	118,9	83,9	54,9	34,1	20,9	12,6	8,3	5,5
15	158,2	126,8	89,3	58,5	36,4	22,3	13,5	8,9	5,9
25	171,2	136,6	96,1	62,9	39,2	24,1	14,5	9,6	6,4
50	188,4	149,3	104,8	68,5	42,9	26,4	16,0	10,5	7,0
100	183,6	156,2	111,9	74,0	46,5	28,7	17,4	11,5	7,6

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

Posto : MARINGÁ PR Isozona : D

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO (mm)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	12,9	26,2	37,0	48,6	60,2	73,4	88,4	101,7	115,6
10	14,8	29,7	41,9	54,9	68,3	83,6	100,8	116,1	132,1
15	15,8	31,7	44,7	58,5	72,8	89,2	107,7	124,1	141,2
25	17,1	34,1	48,0	62,9	78,4	96,3	116,4	134,2	152,9
50	18,8	37,3	52,4	68,5	85,7	105,5	127,8	147,6	168,3
100	18,4	39,1	56,0	74,0	92,9	114,6	139,1	160,9	183,6

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

MÉTODO DAS ISOZONAS

Posto : IVAIPORÃ PR Isozona : D

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA									(mm/h)
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	146,9	118,9	84,0	55,1	34,1	20,8	12,5	8,2	5,5
10	171,8	138,1	97,4	63,8	39,7	24,3	14,6	9,6	6,4
15	185,7	148,8	104,8	68,6	42,7	26,2	15,8	10,4	6,9
25	203,3	162,2	114,1	74,6	46,6	28,6	17,3	11,4	7,6
50	226,6	179,5	126,0	82,4	51,6	31,7	19,2	12,7	8,4
100	223,0	189,8	136,0	89,9	56,5	34,8	21,1	14,0	9,3

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

Posto : IVAIPORÃ PR Isozona : D

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO									(mm)
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	14,7	29,7	42,0	55,1	68,2	83,3	100,3	115,4	131,2
10	17,2	34,5	48,7	63,8	79,3	97,1	117,1	134,9	153,4
15	18,6	37,2	52,4	68,6	85,4	104,7	126,4	145,7	165,8
25	20,3	40,5	57,0	74,6	93,1	114,3	138,2	159,4	181,5
50	22,7	44,9	63,0	82,4	103,1	126,9	153,7	177,5	202,4
100	22,3	47,5	68,0	89,9	112,9	139,3	169,0	195,5	223,0

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

MÉTODO DAS ISOZONAS

Posto : CAMPO ERÊ - EMPASC PR Isozona : D

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA									(mm/h)
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	163,7	132,5	93,6	61,4	38,0	23,2	14,0	9,2	6,1
10	188,2	151,4	106,7	69,9	43,4	26,6	16,0	10,6	7,0
15	202,0	161,9	114,0	74,7	46,5	28,5	17,2	11,3	7,5
25	219,3	174,9	123,1	80,5	50,2	30,8	18,6	12,3	8,2
50	242,4	192,0	134,8	88,1	55,1	33,9	20,5	13,6	9,0
100	236,8	201,5	144,4	95,4	59,9	37,0	22,4	14,8	9,9

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

Posto : CAMPO ERÊ - EMPASC PR Isozona : D

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO									(mm)
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	16,4	33,1	46,8	61,4	76,0	92,8	111,8	128,6	146,1
10	18,8	37,8	53,4	69,9	86,9	106,3	128,3	147,8	168,1
15	20,2	40,5	57,0	74,7	92,9	113,9	137,5	158,5	180,3
25	21,9	43,7	61,5	80,5	100,5	123,3	149,0	172,0	195,8
50	24,2	48,0	67,4	88,1	110,3	135,7	164,3	189,8	216,4
100	23,7	50,4	72,2	95,4	119,9	147,9	179,5	207,6	236,8

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

MÉTODO DAS ISOZONAS

Posto : FAXINA DO CAMPO ERÊ PR Isozona : D

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	145,2	117,5	83,0	54,5	33,7	20,6	12,4	8,1	5,4
10	163,4	131,4	92,7	60,7	37,7	23,1	13,9	9,2	6,1
15	173,6	139,1	98,0	64,2	39,9	24,5	14,8	9,7	6,5
25	186,5	148,7	104,6	68,5	42,7	26,2	15,8	10,4	6,9
50	203,6	161,2	113,2	74,0	46,3	28,5	17,3	11,4	7,6
100	196,9	167,6	120,0	79,3	49,8	30,7	18,7	12,3	8,2

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

Posto : FAXINA DO CAMPO ERÊ PR Isozona : D

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO (mm)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	14,5	29,4	41,5	54,5	67,5	82,4	99,2	114,1	129,7
10	16,3	32,9	46,3	60,7	75,4	92,3	111,4	128,3	145,9
15	17,4	34,8	49,0	64,2	79,9	97,9	118,2	136,2	155,0
25	18,6	37,2	52,3	68,5	85,4	104,8	126,7	146,2	166,5
50	20,4	40,3	56,6	74,0	92,6	114,0	138,0	159,4	181,8
100	19,7	41,9	60,0	79,3	99,7	123,0	149,2	172,6	196,9

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

MÉTODO DAS ISOZONAS

Posto : CHAPECÓ PR Isozona : D

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	159,8	129,3	91,4	59,9	37,1	22,7	13,6	9,0	5,9
10	191,5	154,0	108,6	71,1	44,2	27,0	16,3	10,7	7,1
15	209,2	167,7	118,1	77,3	48,1	29,5	17,8	11,7	7,8
25	231,7	184,8	130,0	85,0	53,1	32,6	19,7	13,0	8,6
50	261,4	207,0	145,3	95,0	59,5	36,6	22,2	14,6	9,7
100	259,8	221,1	158,4	104,7	65,7	40,6	24,6	16,3	10,8

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

Posto : CHAPECÓ PR Isozona : D

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO (mm)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	16,0	32,3	45,7	59,9	74,2	90,6	109,1	125,5	142,7
10	19,2	38,5	54,3	71,1	88,4	108,2	130,5	150,3	171,0
15	20,9	41,9	59,1	77,3	96,3	118,0	142,4	164,2	186,8
25	23,2	46,2	65,0	85,0	106,1	130,2	157,4	181,6	206,8
50	26,1	51,8	72,7	95,0	118,9	146,3	177,2	204,7	233,4
100	26,0	55,3	79,2	104,7	131,5	162,2	196,9	227,7	259,8

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

Para a definição do modelo de chuvas, em função da duração e do período de recorrência, foi identificado também os seguintes postos estudados por Otto Pfafstetter na obra “Chuvas Intensas no Brasil”

POSTOS ESTUDADOS			OBSERVAÇÕES		
Nº/CÓDIGO	NOME	MUNICÍPIO/ESTADO	PERÍODO	QUANT.	VÁLIDAS
35	IRAÍ	IRAÍ-RS	OTTO PFAFSTETTER		
37	JACAREZINHO	JACAREZINHO-PR	OTTO PFAFSTETTER		
60	PONTA GROSSA	PONTA GROSSA-PR	OTTO PFAFSTETTER		

Posto : IRAÍ RS

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	168,1	112,1	70,8	50,7	31,7	19,3	11,5	7,5	5,0
10	184,5	124,2	78,0	57,5	36,2	22,2	13,2	8,6	5,8
15	194,2	131,3	82,4	61,7	39,0	23,9	14,3	9,3	6,2
25	206,4	140,5	88,5	67,1	42,6	26,3	15,7	10,3	6,8
50	223,2	153,3	97,3	75,0	48,0	29,7	17,8	11,6	7,7
100	240,5	166,6	107,1	83,4	53,7	33,5	20,1	13,1	8,6

Fonte : Chuvas Intensas no Brasil - Engº Otto Pfafstetter

Posto : IRAÍ RS									
ALTURA DA PRECIPITAÇÃO (mm)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	15,0	25,0	33,2	47,9	62,4	63,4	77,2	92,0	105,4
10	18,5	31,0	39,0	57,5	72,4	88,6	105,8	121,1	138,5
15	19,4	32,8	41,2	61,7	78,0	95,7	114,3	130,8	149,3
25	20,6	35,1	44,2	67,1	85,3	105,2	125,7	143,6	163,7
50	22,3	38,3	48,7	75,0	95,9	118,9	142,4	162,5	184,7
100	24,0	41,6	53,6	83,4	107,5	134,0	160,7	183,1	207,5

Fonte : Chuvas Intensas no Brasil - Engº Otto Pfafstetter

Posto : JACAREZINHO PR

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	133,1	103,6	74,4	46,7	29,1	17,6	10,4	6,7	4,4
10	141,6	114,7	84,1	53,0	33,3	20,2	12,0	7,7	5,1
15	147,3	121,3	89,8	56,8	35,8	21,9	12,9	8,4	5,5
25	155,1	129,8	97,1	61,8	39,2	24,0	14,2	9,2	6,0
50	167,0	141,6	107,2	69,1	44,1	27,2	16,1	10,4	6,8
100	180,3	153,9	117,8	76,9	49,4	30,6	18,2	11,7	7,6

Fonte : Chuvas Intensas no Brasil - Engº Otto Pfafstetter

Posto : JACAREZINHO PR

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO (mm)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	11,7	21,9	33,1	45,3	57,3	58,3	70,5	83,3	94,3
10	14,2	28,7	42,0	53,0	66,5	81,0	95,8	108,3	121,8
15	14,7	30,3	44,9	56,8	71,6	87,5	103,5	117,0	131,4
25	15,5	32,5	48,5	61,8	78,3	96,1	113,8	128,5	144,0
50	16,7	35,4	53,6	69,1	88,1	108,7	128,9	145,4	162,4
100	18,0	38,5	58,9	76,9	98,7	122,5	145,5	163,8	182,5

Fonte : Chuvas Intensas no Brasil - Engº Otto Pfafstetter

Posto : PONTA GROSSA PR

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	122,5	95,4	65,6	41,2	25,7	15,6	9,2	6,0	3,9
10	130,3	105,6	73,5	46,3	29,1	17,7	10,5	6,8	4,5
15	135,5	111,7	78,2	49,5	31,2	19,1	11,3	7,3	4,8
25	142,7	119,5	84,3	53,8	34,1	20,9	12,4	8,0	5,3
50	153,6	130,3	93,0	60,0	38,3	23,6	14,0	9,1	5,9
100	165,9	141,7	102,3	66,8	42,9	26,6	15,8	10,2	6,7

Fonte : Chuvas Intensas no Brasil - Engº Otto Pfafstetter

Posto : PONTA GROSSA PR

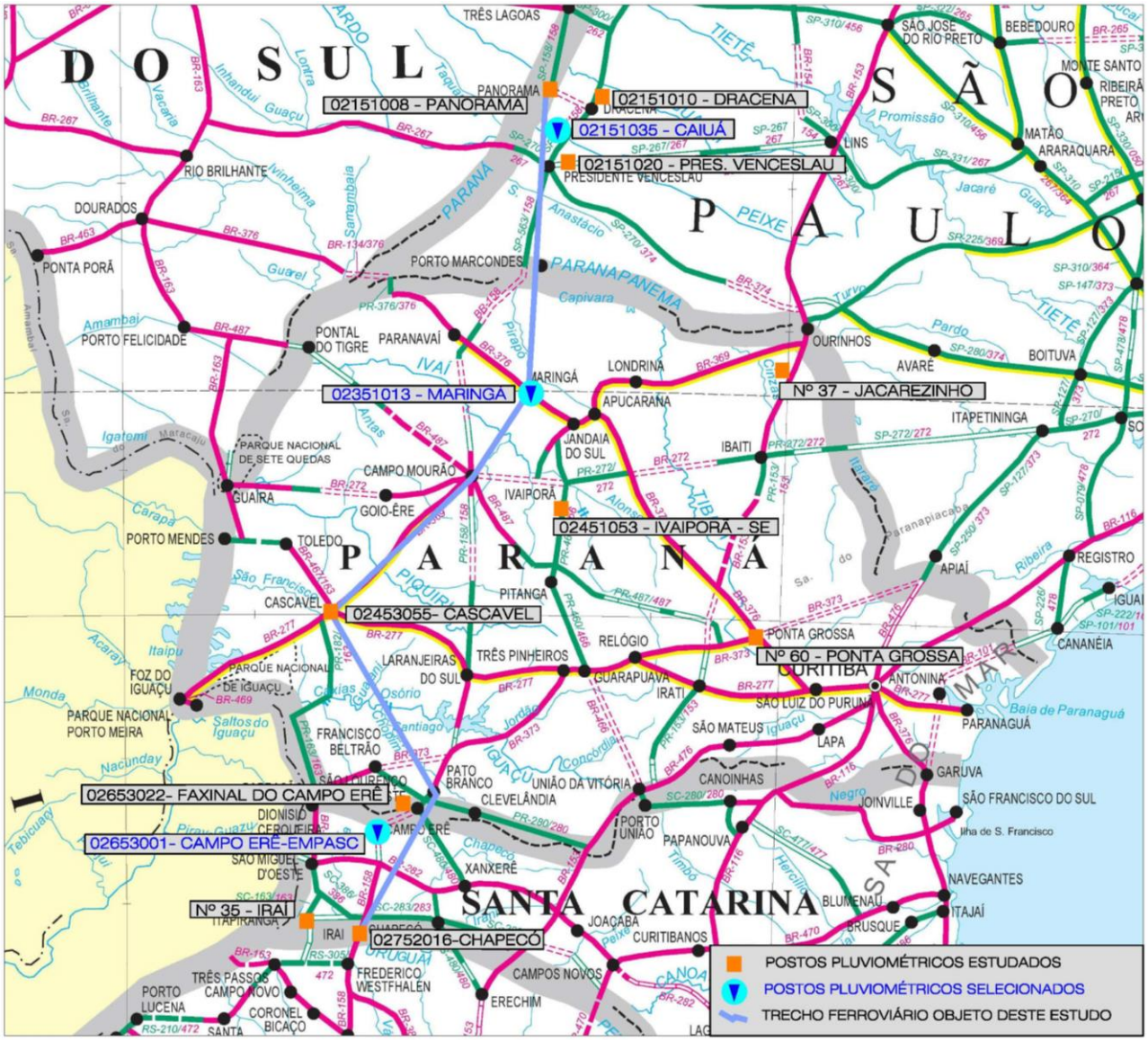
ALTURA DA PRECIPITAÇÃO (mm)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	13,0	26,4	36,7	46,3	58,2	70,9	84,0	95,1	107,3
10	22,1	28,9	39,2	47,8	70,9	84,0	95,1	107,3	128,1
15	13,6	27,9	39,1	49,5	62,4	76,3	90,5	102,4	115,3
25	14,3	29,9	42,2	53,8	68,1	83,6	99,2	112,2	126,1
50	15,4	32,6	46,5	60,0	76,5	94,5	112,2	126,8	142,1
100	16,6	35,4	51,1	66,8	85,8	106,5	126,7	143,0	159,8

Fonte : Chuvas Intensas no Brasil - Engº Otto Pfafstetter

Os dados comparativos entre as metodologias e os resultados obtidos, considerando-se a homogeneidade da pluviometria nas regiões em estudo, optou-se por definir as cargas pluviométricas para os seguintes postos, pois eles apresentam valores superiores aos demais e uma consistente série histórica:

POSTOS SELECIONADOS			OBSERVAÇÕES		
Nº/CÓDIGO	NOME	MUNICÍPIO/ESTADO	PERÍODO	QUANT.	VÁLIDAS
02151035	CAIUÁ	CAIUÁ-SP	1942 - 2004	63	41
02351013	MARINGÁ	MARINGÁ-PR	1961 - 2012	52	37
02653001	CAMPO ERÊ - EMPASC	CAMPO ERÊ-SC	1969 - 2013	45	32

A seguir é apresentado o mapa de localização dos postos analisados.



A seguir são apresentados os dados pluviométricos, os histogramas com média mensal, nº. de dias de chuva que caracteriza a variação dos índices pluviométricos médios mensais, as curvas de altura (intensidade), duração e frequência e um quadro com o registro da precipitação máxima diária de cada ano dos registros utilizados nos estudos para os postos selecionados Caiuá-SP, Maringá-PR e Campo Erê-SC, respectivamente.

POSTO: CAIUÁ-SP

ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS													
POSTO: CAIUÁ-SP													
ANO	**JAN.**	**FEV.**	**MAR.**	**ABR.**	**MAI.**	**JUN.**	**JUL.**	**AGO.**	**SET.**	**OUT.**	**NOV.**	**DEZ.**	**TOTAL**
1946	471,7	460,6	152,8	15,9	58,2	97,2	99,6	7,0	46,4	137,7	100,3	124,9	1772,3
1949	57,5	68,1	114,4	64,1	42,1	28,4	0,0	0,5	22,9	76,7	110,1	300,3	885,1
1951	403,4	43,2	0,0	0,0	32,9	43,6	0,0	41,5	5,1	68,0	106,7	99,5	843,9
1952	90,5	159,1	94,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	168,9	65,3	55,7	641,1
1957	189,8	210,6	46,7	104,3	2,9	2,8	58,6	34,2	124,0	58,0	41,2	134,2	1007,3
1965	12,0	139,4	83,9	67,8	13,6	126,6	160,7	5,0	11,0	95,2	15,0	378,5	1108,7
1966	113,1	189,0	45,8	2,0	187,0	2,0	25,0	2,0	58,0	112,0	4,3	72,0	812,2
1967	109,0	41,8	72,6	3,3	0,7	8,7	1,8	0,6	8,5	10,9	31,0	6,8	295,7
1968	39,8	2,2	6,0	2,7	1,8	1,8	0,0	3,0	1,2	122,3	17,9	254,5	453,2
1969	34,0	8,0	10,1	25,0	28,0	10,5	1,5	0,8	6,3	17,9	336,6	25,4	504,1
1971	180,7	225,7	66,9	65,9	218,9	90,9	115,5	0,0	164,5	63,3	13,7	293,9	1499,9
1972	149,1	346,1	73,1	35,8	108,4	3,6	155,5	94,3	111,8	257,1	326,4	110,2	1771,4
1973	333,1	96,3	65,0	64,5	136,3	42,7	32,1	17,5	37,8	84,2	165,6	205,9	1281,0
1974	404,5	121,2	109,9	61,8	101,0	120,4	15,8	16,4	26,8	153,3	63,1	159,4	1353,6
1975	63,3	174,4	86,4	92,3	24,9	23,0	60,6	0,0	28,1	174,9	295,4	135,6	1158,9
1976	116,9	130,0	134,2	104,1	90,6	43,2	126,6	98,3	102,4	142,3	130,9	230,5	1450,0
1977	369,2	36,7	173,5	66,8	44,1	74,7	1,1	19,4	58,7	119,6	214,0	334,1	1511,9
1978	104,1	81,3	72,7	10,2	165,9	7,3	119,4	0,0	121,7	56,2	77,1	206,1	1022,0
1980	168,3	318,5	108,1	55,3	119,4	27,7	20,5	28,8	146,1	77,8	51,1	174,2	1295,8
1981	139,9	187,3	57,7	146,0	16,0	113,1	5,0	2,6	11,6	162,2	121,2	197,3	1159,9
1982	107,7	78,5	237,8	67,9	42,4	86,6	73,4	60,0	30,1	268,1	198,8	275,0	1526,3
1983	310,8	118,2	142,7	76,0	171,1	100,9	1,2	0,0	234,7	106,6	158,9	103,8	1524,9
1984	120,8	90,8	222,1	32,2	28,3	0,0	0,0	30,9	68,5	41,5	88,6	329,1	1052,8
1985	84,1	96,1	117,4	133,7	80,7	20,3	25,2	0,0	17,9	19,3	45,2	46,9	686,8
1986	166,0	151,9	126,3	86,2	114,4	0,0	8,7	144,5	49,6	27,6	74,1	251,7	1201,0
1987	240,9	110,2	58,7	40,7	190,5	35,6	41,8	4,3	52,6	153,0	206,3	111,8	1246,4
1988	96,7	192,7	99,1	183,0	49,0	7,6	0,0	0,0	25,6	176,3	168,7	137,1	1135,8
1989	448,4	236,6	146,8	106,0	38,2	81,9	84,1	115,2	117,4	65,4	95,9	163,8	1699,7
1990	346,0	121,2	304,7	103,2	91,8	15,8	44,2	80,5	183,6	128,0	119,3	145,9	1684,2
1991	253,8	104,1	72,7	78,2	4,8	68,8	6,3	0,4	55,5	57,4	42,4	155,8	900,2
1992	47,8	152,5	234,7	104,1	181,9	18,6	36,7	9,4	208,2	151,2	103,3	98,1	1346,5
1993	211,8	142,8	172,0	46,5	106,0	46,3	10,3	71,1	67,4	83,3	87,9	187,6	1233,0
1994	177,7	306,2	105,7	20,4	46,3	44,8	42,5	0,0	38,4	0,0	0,0	121,1	903,1
1995	175,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	175,3
1996	321,9	104,5	174,9	33,0	124,9	5,8	0,0	38,5	64,1	82,7	61,4	80,8	1092,5
1997	249,6	219,6	36,3	57,5	78,0	274,5	25,5	7,6	51,3	105,8	182,7	183,2	1471,6
1998	102,6	211,4	258,0	275,0	93,3	18,0	3,4	156,5	129,6	141,9	51,1	235,2	1676,0
2000	102,4	111,1	147,3	14,5	17,6	21,2	60,2	52,8	164,8	51,5	55,8	163,3	962,5
2001	129,8	166,1	272,6	85,7	100,1	119,6	22,5	8,5	107,6	76,0	191,0	231,0	1510,5
2002	263,0	191,8	41,5	0,0	180,4	0,0	81,5	53,5	89,5	36,2	138,5	109,5	1185,4
2003	407,5	335,0	163,8	82,9	38,0	56,8	19,5	24,0	70,2	71,1	122,8	54,4	1446,0
MÉDIA	**182,8**	**148,1**	**110,5**	**61,7**	**74,9**	**48,9**	**36,1**	**27,8**	**69,7**	**96,2**	**104,5**	**153,2**	**1158,3**

DIAS DE CHUVAS MENSAIS

POSTO: CAIUÁ-SP

ANO	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	TOTAL
1946	17	21	13	3	5	3	6	1	4	4	6	8	91
1949	9	7	16	6	6	2	0	1	2	3	5	9	66
1951	12	1	0	0	4	2	0	2	1	4	5	5	36
1952	4	7	5	0	0	0	0	0	2	9	4	4	35
1957	13	10	4	7	2	4	7	4	7	3	3	5	69
1965	9	24	6	2	3	4	2	1	2	2	2	10	67
1966	9	13	5	2	8	1	1	1	3	6	1	3	53
1967	15	9	10	5	2	7	2	2	1	5	3	5	66
1968	10	2	2	1	2	2	0	2	1	5	5	13	45
1969	4	1	6	5	7	5	3	1	4	9	13	4	62
1971	10	9	7	4	11	9	6	0	7	7	4	12	86
1972	12	17	4	6	5	1	8	10	11	9	11	8	102
1973	10	7	4	4	6	4	4	4	5	7	9	13	77
1974	17	10	18	5	6	10	2	4	3	11	4	14	104
1975	8	10	6	5	2	2	4	0	4	11	15	11	78
1976	14	10	6	6	10	2	7	6	11	6	12	12	102
1977	21	7	12	3	5	6	1	5	8	7	12	15	102
1978	10	4	7	2	9	2	4	0	10	4	11	10	73
1980	15	16	8	5	8	3	3	5	10	8	6	12	99
1981	15	12	6	4	2	7	3	2	5	9	7	16	88
1982	8	9	15	2	5	11	8	6	6	13	12	20	115
1983	20	13	10	14	9	10	3	0	14	10	11	12	126
1984	15	9	15	7	4	0	0	5	7	5	11	13	91
1985	10	12	16	10	6	1	4	0	2	6	8	7	82
1986	15	12	10	5	10	0	3	10	8	4	8	17	102
1987	17	13	8	7	15	6	3	2	8	12	10	11	112
1988	10	13	8	11	9	4	0	0	5	10	5	12	87
1989	24	14	13	8	4	8	6	7	10	5	8	17	124
1990	18	5	9	6	8	4	8	10	8	7	9	11	103
1991	11	10	10	8	4	8	2	1	5	5	9	19	92
1992	7	10	15	8	13	2	2	3	12	5	6	5	88
1993	9	14	7	4	6	4	3	6	10	6	6	11	86
1994	14	11	7	3	5	5	2	0	2	9	6	13	77
1995	18	14	5	5	3	6	3	0	6	9	5	13	87
1996	15	11	12	3	8	1	0	3	7	6	6	8	80
1997	17	10	7	5	4	9	1	2	3	4	13	9	84
1998	6	10	14	10	6	3	2	9	9	7	6	10	92
2000	7	11	9	1	2	3	3	5	8	4	8	10	71
2001	9	9	10	5	7	6	4	2	6	7	12	11	88
2002	12	7	4	0	7	0	2	3	8	4	7	7	61
2003	14	13	7	3	2	3	3	2	8	6	7	6	74
MÉDIA	**12**	**10**	**8**	**5**	**6**	**4**	**3**	**3**	**6**	**7**	**7**	**10**	**83**

POSTO CAIUÁ - ISOZONA D			
EVENTOS	SOMA	MÉDIA	DESVIO
41	3.369,50	82,18	27,55

Valores de K (GUMBEL)					
TR -Tempo de Recorrência em anos					
5	10	15	25	50	100
0,836	1,492	1,856	2,321	2,936	3,547

MÉTODO DAS ISOZONAS

Posto : CAIUÁ SP Isozona : D

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	129,0	104,4	73,8	48,4	30,0	18,3	11,0	7,2	4,8
10	151,2	121,6	85,7	56,2	34,9	21,4	12,9	8,5	5,6
15	163,5	131,0	92,3	60,4	37,6	23,0	13,9	9,2	6,1
25	179,2	142,9	100,6	65,8	41,0	25,2	15,2	10,0	6,7
50	200,0	158,4	111,2	72,7	45,5	28,0	17,0	11,2	7,4
100	197,0	167,6	120,1	79,4	49,9	30,8	18,7	12,3	8,2

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

Posto : CAIUÁ SP Isozona : D

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO (mm)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	12,9	26,1	36,9	48,4	59,9	73,2	88,1	101,4	115,2
10	15,1	30,4	42,9	56,2	69,8	85,4	103,0	118,7	135,0
15	16,3	32,8	46,1	60,4	75,2	92,2	111,3	128,3	146,0
25	17,9	35,7	50,3	65,8	82,1	100,7	121,8	140,5	160,0
50	20,0	39,6	55,6	72,7	91,0	112,0	135,6	156,6	178,6
100	19,7	41,9	60,0	79,4	99,7	123,0	149,3	172,7	197,0

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

A seguir são apresentados os quadros com a Intensidade Pluviométrica (mm/hora) e a Precipitação (mm) em função do tempo de concentração do escoamento na bacia, para os tempos de recorrência de 5 anos, 10 anos, 15 anos, 25 anos, 50 anos e 100 anos.

POSTO CAIUÁ ISOZONA D

TR – 5 ANOS

Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	12,9	129,0	48	44,6	55,7	87	54,4	37,5
10	20,1	120,7	49	44,9	55,0	88	54,6	37,2
11	21,5	117,3	50	45,3	54,3	89	54,8	36,9
12	22,8	113,9	51	45,6	53,7	90	54,9	36,6
13	24,0	110,6	52	45,9	53,0	91	55,1	36,3
14	25,1	107,5	53	46,3	52,4	92	55,3	36,1
15	26,1	104,4	54	46,6	51,7	93	55,5	35,8
16	27,1	101,6	55	46,9	51,1	94	55,7	35,5
17	28,0	98,8	56	47,2	50,6	95	55,9	35,3
18	28,9	96,3	57	47,5	50,0	96	56,0	35,0
19	29,7	93,8	58	47,8	49,4	97	56,2	34,8
20	30,5	91,5	59	48,1	48,9	98	56,4	34,5
21	31,3	89,3	60	48,4	48,4	99	56,6	34,3
22	32,0	87,2	61	48,6	47,8	100	56,7	34,0
23	32,7	85,2	62	48,9	47,3	101	56,9	33,8
24	33,3	83,4	63	49,1	46,8	102	57,1	33,6
25	34,0	81,6	64	49,4	46,3	103	57,3	33,3
26	34,6	79,9	65	49,6	45,8	104	57,4	33,1
27	35,2	78,2	66	49,9	45,3	105	57,6	32,9
28	35,8	76,7	67	50,1	44,9	106	57,7	32,7
29	36,3	75,2	68	50,3	44,4	107	57,9	32,5
30	36,9	73,8	69	50,6	44,0	108	58,1	32,3
31	37,4	72,4	70	50,8	43,6	109	58,2	32,1
32	37,9	71,1	71	51,0	43,1	110	58,4	31,9
33	38,4	69,9	72	51,3	42,7	111	58,6	31,7
34	38,9	68,7	73	51,5	42,3	112	58,7	31,5
35	39,4	67,5	74	51,7	41,9	113	58,9	31,3
36	39,8	66,4	75	51,9	41,5	114	59,0	31,1
37	40,3	65,3	76	52,1	41,2	115	59,2	30,9
38	40,7	64,3	77	52,4	40,8	116	59,3	30,7
39	41,1	63,3	78	52,6	40,4	117	59,5	30,5
40	41,6	62,3	79	52,8	40,1	118	59,6	30,3
41	42,0	61,4	80	53,0	39,7	119	59,8	30,1
42	42,4	60,5	81	53,2	39,4	120	59,9	30,0
43	42,8	59,7	82	53,4	39,1	240	73,2	18,3
44	43,1	58,8	83	53,6	38,7	480	88,1	11,0
45	43,5	58,0	84	53,8	38,4	840	101,4	7,2
46	43,9	57,2	85	54,0	38,1	1440	115,2	4,8
47	44,2	56,5	86	54,2	37,8			

POSTO CAIUÁ ISOZONA D TR – 10 ANOS								
Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	15,1	151,2	48	51,8	64,7	87	63,2	43,6
10	23,5	140,8	49	52,2	63,9	88	63,4	43,3
11	25,1	136,7	50	52,6	63,1	89	63,7	42,9
12	26,5	132,7	51	52,9	62,3	90	63,9	42,6
13	27,9	128,8	52	53,3	61,5	91	64,1	42,3
14	29,2	125,1	53	53,7	60,8	92	64,3	42,0
15	30,4	121,6	54	54,1	60,1	93	64,5	41,6
16	31,5	118,2	55	54,4	59,4	94	64,8	41,3
17	32,6	115,0	56	54,8	58,7	95	65,0	41,0
18	33,6	112,0	57	55,1	58,0	96	65,2	40,7
19	34,6	109,1	58	55,5	57,4	97	65,4	40,4
20	35,5	106,4	59	55,8	56,7	98	65,6	40,2
21	36,3	103,8	60	56,2	56,2	99	65,8	39,9
22	37,2	101,4	61	56,5	55,5	100	66,0	39,6
23	38,0	99,1	62	56,8	54,9	101	66,2	39,3
24	38,8	96,9	63	57,1	54,3	102	66,4	39,1
25	39,5	94,8	64	57,3	53,8	103	66,6	38,8
26	40,2	92,8	65	57,6	53,2	104	66,8	38,5
27	40,9	90,9	66	57,9	52,6	105	67,0	38,3
28	41,6	89,1	67	58,2	52,1	106	67,2	38,0
29	42,2	87,4	68	58,5	51,6	107	67,4	37,8
30	42,9	85,7	69	58,7	51,1	108	67,6	37,6
31	43,5	84,1	70	59,0	50,6	109	67,8	37,3
32	44,1	82,6	71	59,3	50,1	110	68,0	37,1
33	44,6	81,2	72	59,6	49,6	111	68,2	36,8
34	45,2	79,8	73	59,8	49,2	112	68,3	36,6
35	45,7	78,4	74	60,1	48,7	113	68,5	36,4
36	46,3	77,1	75	60,3	48,3	114	68,7	36,2
37	46,8	75,9	76	60,6	47,8	115	68,9	35,9
38	47,3	74,7	77	60,8	47,4	116	69,1	35,7
39	47,8	73,5	78	61,1	47,0	117	69,3	35,5
40	48,3	72,4	79	61,3	46,6	118	69,4	35,3
41	48,7	71,3	80	61,6	46,2	119	69,6	35,1
42	49,2	70,3	81	61,8	45,8	120	69,8	34,9
43	49,6	69,3	82	62,1	45,4	240	85,4	21,4
44	50,1	68,3	83	62,3	45,0	480	103,0	12,9
45	50,5	67,4	84	62,5	44,7	840	118,7	8,5
46	50,9	66,4	85	62,8	44,3	1440	135,0	5,6
47	51,4	65,6	86	63,0	43,9			

POSTO CAIUÁ ISOZONA D

TR – 25 ANOS

Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	17,9	179,2	48	60,7	75,8	87	74,2	51,2
10	27,7	165,9	49	61,1	74,9	88	74,5	50,8
11	29,5	161,0	50	61,6	73,9	89	74,8	50,4
12	31,2	156,2	51	62,0	73,0	90	75,0	50,0
13	32,8	151,6	52	62,5	72,1	91	75,3	49,6
14	34,3	147,2	53	62,9	71,2	92	75,6	49,3
15	35,7	142,9	54	63,3	70,4	93	75,8	48,9
16	37,1	138,9	55	63,8	69,5	94	76,1	48,6
17	38,3	135,2	56	64,2	68,7	95	76,3	48,2
18	39,5	131,6	57	64,6	68,0	96	76,6	47,9
19	40,6	128,2	58	65,0	67,2	97	76,8	47,5
20	41,7	125,0	59	65,4	66,5	98	77,1	47,2
21	42,7	121,9	60	65,8	65,8	99	77,3	46,9
22	43,7	119,1	61	66,2	65,1	100	77,6	46,5
23	44,6	116,3	62	66,5	64,4	101	77,8	46,2
24	45,5	113,7	63	66,9	63,7	102	78,1	45,9
25	46,4	111,3	64	67,2	63,0	103	78,3	45,6
26	47,2	108,9	65	67,6	62,4	104	78,5	45,3
27	48,0	106,7	66	67,9	61,7	105	78,8	45,0
28	48,8	104,6	67	68,2	61,1	106	79,0	44,7
29	49,5	102,5	68	68,6	60,5	107	79,2	44,4
30	50,3	100,6	69	68,9	59,9	108	79,5	44,1
31	51,0	98,7	70	69,2	59,3	109	79,7	43,9
32	51,7	96,9	71	69,5	58,8	110	79,9	43,6
33	52,4	95,2	72	69,8	58,2	111	80,1	43,3
34	53,0	93,5	73	70,2	57,7	112	80,4	43,0
35	53,6	92,0	74	70,5	57,1	113	80,6	42,8
36	54,3	90,4	75	70,8	56,6	114	80,8	42,5
37	54,9	89,0	76	71,1	56,1	115	81,0	42,3
38	55,5	87,6	77	71,4	55,6	116	81,2	42,0
39	56,0	86,2	78	71,7	55,1	117	81,4	41,8
40	56,6	84,9	79	72,0	54,7	118	81,7	41,5
41	57,1	83,6	80	72,3	54,2	119	81,9	41,3
42	57,7	82,4	81	72,6	53,7	120	82,1	41,0
43	58,2	81,2	82	72,8	53,3	240	100,7	25,2
44	58,7	80,1	83	73,1	52,9	480	121,8	15,2
45	59,2	79,0	84	73,4	52,4	840	140,5	10,0
46	59,7	77,9	85	73,7	52,0	1440	160,0	6,7
47	60,2	76,8	86	74,0	51,6			

POSTO CAIUÁ ISOZONA D

TR – 50 ANOS

Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	20,0	200,0	48	67,0	83,8	87	82,2	56,7
10	30,7	184,2	49	67,5	82,7	88	82,5	56,2
11	32,8	178,7	50	68,0	81,7	89	82,8	55,8
12	34,7	173,3	51	68,5	80,6	90	83,1	55,4
13	36,4	168,1	52	69,0	79,6	91	83,4	55,0
14	38,1	163,1	53	69,5	78,7	92	83,6	54,6
15	39,6	158,4	54	70,0	77,7	93	83,9	54,2
16	41,0	153,9	55	70,4	76,8	94	84,2	53,8
17	42,4	149,7	56	70,9	75,9	95	84,5	53,4
18	43,7	145,7	57	71,3	75,1	96	84,8	53,0
19	44,9	141,9	58	71,8	74,2	97	85,1	52,6
20	46,1	138,4	59	72,2	73,4	98	85,4	52,3
21	47,2	135,0	60	72,7	72,7	99	85,6	51,9
22	48,3	131,8	61	73,1	71,9	100	85,9	51,5
23	49,3	128,7	62	73,5	71,1	101	86,2	51,2
24	50,3	125,9	63	73,9	70,4	102	86,4	50,9
25	51,3	123,1	64	74,3	69,6	103	86,7	50,5
26	52,2	120,5	65	74,6	68,9	104	87,0	50,2
27	53,1	118,0	66	75,0	68,2	105	87,2	49,9
28	54,0	115,6	67	75,4	67,5	106	87,5	49,5
29	54,8	113,4	68	75,8	66,9	107	87,8	49,2
30	55,6	111,2	69	76,1	66,2	108	88,0	48,9
31	56,4	109,1	70	76,5	65,6	109	88,3	48,6
32	57,1	107,1	71	76,9	65,0	110	88,5	48,3
33	57,9	105,2	72	77,2	64,4	111	88,8	48,0
34	58,6	103,4	73	77,6	63,8	112	89,0	47,7
35	59,3	101,7	74	77,9	63,2	113	89,3	47,4
36	60,0	100,0	75	78,3	62,6	114	89,5	47,1
37	60,6	98,3	76	78,6	62,1	115	89,8	46,8
38	61,3	96,8	77	79,0	61,5	116	90,0	46,6
39	61,9	95,3	78	79,3	61,0	117	90,3	46,3
40	62,5	93,8	79	79,6	60,5	118	90,5	46,0
41	63,1	92,4	80	79,9	60,0	119	90,7	45,8
42	63,7	91,1	81	80,3	59,5	120	91,0	45,5
43	64,3	89,7	82	80,6	59,0	240	112,0	28,0
44	64,9	88,5	83	80,9	58,5	480	135,6	17,0
45	65,4	87,2	84	81,2	58,0	840	156,6	11,2
46	66,0	86,1	85	81,5	57,6	1440	178,6	7,4
47	66,5	84,9	86	81,8	57,1			

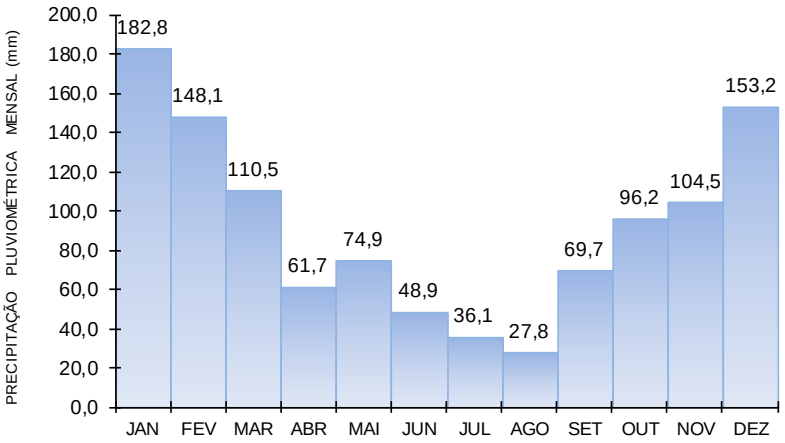
POSTO CAIUÁ ISOZONA D

TR – 100 ANOS

Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	19,7	197,0	48	73,0	91,2	87	89,9	62,0
10	31,8	191,0	49	73,6	90,1	88	90,3	61,5
11	34,2	186,4	50	74,1	89,0	89	90,6	61,1
12	36,3	181,6	51	74,7	87,9	90	90,9	60,6
13	38,3	176,8	52	75,3	86,8	91	91,2	60,2
14	40,2	172,1	53	75,8	85,8	92	91,6	59,7
15	41,9	167,6	54	76,3	84,8	93	91,9	59,3
16	43,6	163,3	55	76,8	83,8	94	92,2	58,9
17	45,1	159,2	56	77,4	82,9	95	92,5	58,4
18	46,6	155,2	57	77,9	82,0	96	92,8	58,0
19	48,0	151,5	58	78,4	81,1	97	93,2	57,6
20	49,3	147,9	59	78,8	80,2	98	93,5	57,2
21	50,6	144,5	60	79,4	79,4	99	93,8	56,8
22	51,8	141,2	61	79,8	78,5	100	94,1	56,4
23	53,0	138,1	62	80,3	77,7	101	94,4	56,1
24	54,1	135,2	63	80,7	76,9	102	94,7	55,7
25	55,2	132,4	64	81,2	76,1	103	95,0	55,3
26	56,2	129,7	65	81,6	75,3	104	95,3	55,0
27	57,2	127,1	66	82,0	74,5	105	95,6	54,6
28	58,2	124,7	67	82,4	73,8	106	95,9	54,3
29	59,1	122,3	68	82,8	73,1	107	96,2	53,9
30	60,0	120,1	69	83,2	72,4	108	96,4	53,6
31	60,9	117,9	70	83,7	71,7	109	96,7	53,2
32	61,8	115,9	71	84,1	71,0	110	97,0	52,9
33	62,6	113,9	72	84,4	70,4	111	97,3	52,6
34	63,4	112,0	73	84,8	69,7	112	97,6	52,3
35	64,2	110,1	74	85,2	69,1	113	97,8	51,9
36	65,0	108,3	75	85,6	68,5	114	98,1	51,6
37	65,8	106,6	76	86,0	67,9	115	98,4	51,3
38	66,5	105,0	77	86,4	67,3	116	98,7	51,0
39	67,2	103,4	78	86,7	66,7	117	98,9	50,7
40	67,9	101,9	79	87,1	66,2	118	99,2	50,4
41	68,6	100,4	80	87,5	65,6	119	99,5	50,1
42	69,3	98,9	81	87,8	65,1	120	99,7	49,9
43	69,9	97,6	82	88,2	64,5	240	123,0	30,8
44	70,6	96,2	83	88,5	64,0	480	149,3	18,7
45	71,2	94,9	84	88,9	63,5	840	172,7	12,3
46	71,8	93,7	85	89,2	63,0	1440	197,0	8,2
47	72,4	92,4	86	89,6	62,5			

PERÍODO DE OBSERVAÇÃO : 1942 à 2004

MÉDIA ANUAL: 1.114 mm
MÉDIA MENSAL: 93 mm



MÉDIA ANUAL: 81 dias
MÉDIA MENSAL: 7 dias

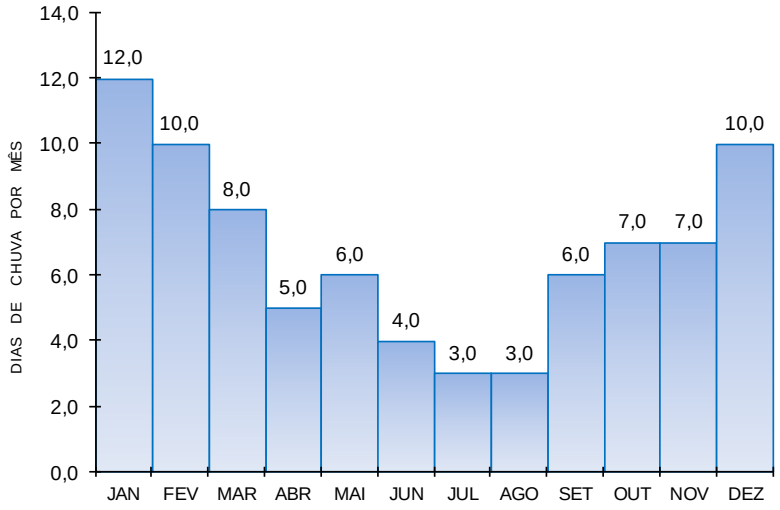


Fig .1

NORMAIS MENSAIS	POSTO : CAIUÁ-SP

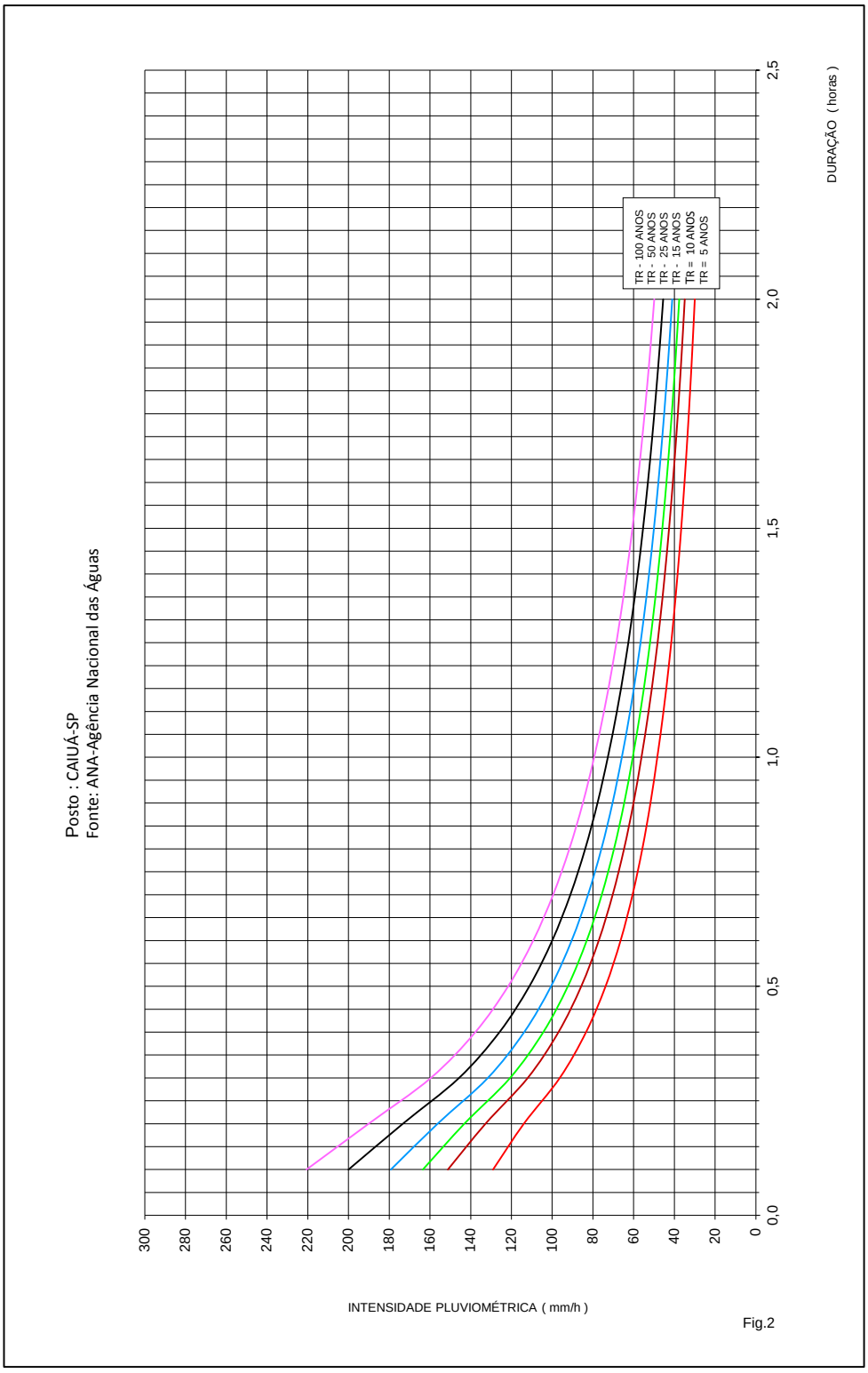

Posto : CAIUÁ-SP
Fonte: ANA-Agência Nacional das Águas
TR - 100 ANOS
TR - 50 ANOS
TR - 25 ANOS
TR - 15 ANOS
TR = 10 ANOS
TR = 5 ANOS
DURAÇÃO (horas)
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)

Fig.2

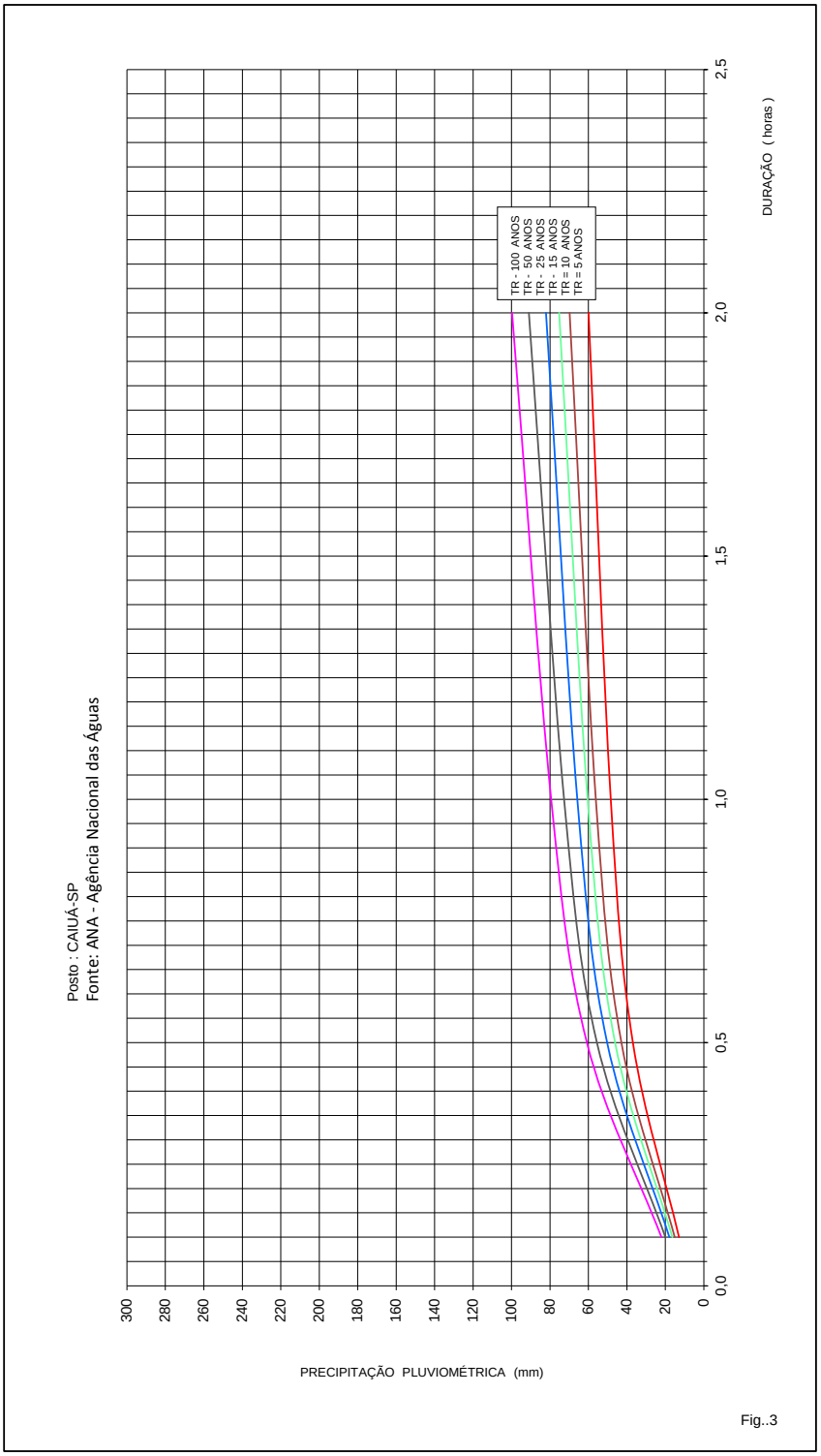

Posto : CAIUÁ-SP
Fonte: ANA - Agência Nacional das Águas
TR - 100 ANOS
TR - 50 ANOS
TR - 25 ANOS
TR - 15 ANOS
TR = 10 ANOS
TR = 5 ANOS
DURAÇÃO (horas)
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)

Fig..3

POSTO: MARINGÁ-SC

ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS													
POSTO: MARINGÁ-SC													
ANO	**JAN.**	**FEV.**	**MAR.**	**ABR.**	**MAI.**	**JUN.**	**JUL.**	**AGO.**	**SET.**	**OUT.**	**NOV.**	**DEZ.**	**TOTAL**
1964	71,9	339,9	130,5	100,2	74,4	119,0	60,4	87,1	21,4	130,4	52,2	155,4	1342,8
1965	271,3	168,5	142,2	221,1	172,0	92,8	178,7	74,3	33,4	254,6	84,6	253,4	1946,9
1966	186,3	151,5	203,4	16,0	140,4	40,3	47,0	45,3	84,4	202,0	54,4	88,0	1259,0
1967	241,0	136,0	114,2	1,0	6,0	279,2	108,0	8,0	50,0	100,0	101,0	85,0	1229,4
1969	287,4	235,4	111,0	86,0	159,0	145,0	33,0	10,0	94,0	264,6	92,0	112,3	1629,7
1970	138,3	82,3	188,5	81,1	124,2	120,0	84,6	89,3	162,4	142,1	57,3	246,1	1516,2
1976	184,5	99,6	47,2	139,8	139,3	106,2	58,6	139,3	137,6	204,9	78,3	212,0	1547,3
1979	118,9	195,3	78,6	105,6	150,7	0,0	72,4	29,7	235,3	234,3	110,3	328,2	1659,3
1980	227,1	234,6	199,0	143,8	175,9	68,2	44,8	94,9	186,1	148,2	102,3	298,4	1923,3
1982	87,5	161,7	97,5	20,1	38,9	240,5	128,6	41,0	51,1	294,7	261,4	299,4	1722,4
1983	269,6	122,9	277,3	175,5	237,8	332,8	24,7	0,0	308,9	186,1	180,4	151,4	2267,4
1984	140,2	79,8	182,4	167,8	63,8	9,0	5,6	84,3	172,6	68,0	119,8	284,2	1377,5
1986	205,1	359,0	86,4	104,2	228,5	3,8	23,9	152,6	54,9	60,4	73,8	220,9	1573,5
1987	133,2	246,7	31,1	106,0	322,0	152,3	80,6	3,0	77,1	117,4	306,0	136,6	1712,0
1988	106,8	155,1	182,3	128,1	195,7	67,6	0,0	0,0	34,4	270,1	26,2	115,2	1281,5
1989	354,6	157,8	78,7	105,8	50,7	106,8	79,4	152,3	162,0	113,2	72,3	142,6	1576,2
1990	421,6	26,1	176,5	187,8	132,4	76,4	148,7	124,6	235,0	101,4	68,1	90,5	1789,1
1991	277,0	84,1	135,0	162,1	42,8	137,6	22,2	33,0	87,3	65,8	178,0	255,3	1480,2
1992	27,6	145,9	214,2	172,4	396,4	45,9	35,6	40,4	189,8	123,4	184,9	72,3	1648,8
1993	186,0	196,1	102,8	176,3	103,2	93,8	57,5	11,3	191,4	172,2	86,0	274,6	1651,2
1994	260,9	155,6	109,5	90,4	89,7	189,5	52,1	0,2	48,6	125,5	122,6	201,6	1446,2
1995	350,8	201,6	121,3	105,3	28,3	84,6	71,7	13,0	197,2	248,9	94,2	172,3	1689,2
1996	241,8	140,7	181,5	206,7	65,5	30,6	5,8	24,6	138,3	194,9	202,7	211,7	1644,8
1997	292,7	426,0	100,0	44,6	99,7	396,7	25,6	37,5	95,1	154,8	263,3	196,9	2132,9
1998	112,9	274,9	213,1	346,3	83,7	65,3	34,2	113,1	319,6	242,6	30,9	171,4	2008,0
1999	222,3	131,1	102,6	115,2	126,5	127,0	100,4	0,0	51,1	107,8	46,7	280,9	1411,6
2000	242,8	279,2	130,3	32,0	37,8	104,5	73,5	160,0	189,9	77,2	239,2	178,3	1744,7
2001	188,8	217,0	146,9	70,0	166,5	122,4	36,7	102,6	110,1	78,5	213,2	273,0	1725,7
2002	310,7	116,8	39,3	8,0	346,3	2,4	59,9	64,5	176,9	65,7	352,6	202,2	1745,3
2003	309,9	219,8	166,2	100,2	63,3	58,7	46,7	75,2	109,8	106,9	112,1	137,8	1506,6
2004	53,1	96,5	152,2	101,8	274,4	101,6	128,2	0,4	67,0	345,6	231,0	158,8	1710,6
2005	283,1	16,1	64,7	86,2	57,7	43,4	44,1	34,9	213,4	247,9	139,5	84,8	1315,8
2007	271,6	207,4	150,0	63,9	51,4	7,8	227,9	14,0	31,7	105,4	171,4	235,0	1537,5
2008	117,5	134,6	126,6	172,2	81,5	46,3	7,9	219,8	78,8	112,4	182,7	93,2	1373,5
2010	243,7	190,0	128,8	64,2	56,6	22,3	42,3	24,0	138,2	203,8	116,8	212,9	1443,6
2011	179,6	313,2	252,6	93,9	9,2	135,9	151,0	74,6	31,7	193,9	111,6	45,0	1592,2
2012	133,5	185,1	62,8	152,5	75,1	293,4	19,1	2,7	71,1	55,0	104,4	171,1	1325,8
MÉDIA	**207,7**	**176,2**	**145,4**	**124,3**	**117,1**	**107,0**	**85,4**	**56,2**	**119,8**	**164,6**	**138,1**	**192,5**	**1607,8**

DIAS DE CHUVAS MENSAIS

POSTO: MARINGÁ-SC

ANO	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	TOTAL
1964	7	15	11	9	5	14	8	7	5	8	6	15	110
1965	17	14	6	12	10	7	9	7	6	11	7	20	126
1966	12	10	11	4	11	4	7	6	9	14	6	9	103
1967	19	11	12	1	2	8	8	2	4	8	11	7	93
1969	9	12	5	7	6	5	4	2	7	12	11	7	87
1970	10	12	15	5	5	12	6	7	10	9	9	15	115
1976	15	11	10	10	11	8	6	9	11	9	10	12	122
1979	11	14	9	7	12	0	8	4	14	12	12	15	118
1980	15	17	13	7	7	7	7	10	11	8	4	15	121
1982	9	14	10	3	8	13	10	9	4	15	19	16	130
1983	14	15	11	15	16	16	5	0	15	11	13	17	148
1984	13	10	15	10	7	2	3	8	8	5	12	15	108
1986	13	19	11	6	14	2	5	10	10	6	11	16	123
1987	16	14	9	6	13	7	6	2	12	14	8	9	116
1988	10	17	9	14	14	8	0	0	5	11	5	12	105
1989	24	20	8	9	5	8	6	10	9	4	9	12	124
1990	21	4	14	13	9	9	13	9	14	13	9	11	139
1991	12	8	17	7	8	10	3	5	6	10	8	16	110
1992	6	13	17	10	14	4	9	7	14	10	8	8	120
1993	15	14	14	8	8	6	8	5	14	12	8	15	127
1994	14	18	9	9	6	7	6	1	4	15	10	11	110
1995	23	14	13	6	5	8	6	3	8	11	7	12	116
1996	20	15	14	9	8	7	2	6	11	13	11	18	134
1997	23	14	7	8	6	14	2	5	8	13	17	13	130
1998	11	20	17	15	6	24	2	11	15	15	5	12	153
1999	18	16	11	5	4	12	4	0	5	11	9	14	109
2000	16	13	16	5	6	8	8	14	11	6	14	16	133
2001	16	16	14	8	10	7	6	7	11	9	12	16	132
2002	18	12	5	1	12	2	6	6	10	10	14	13	109
2003	20	17	10	6	6	3	4	5	9	8	9	13	110
2004	14	10	6	10	18	11	9	1	6	10	11	15	121
2005	19	4	5	11	5	6	6	5	12	17	11	10	111
2007	21	16	11	9	7	2	6	3	3	10	9	10	107
2008	17	13	12	14	4	11	2	11	7	11	7	9	118
2010	19	13	11	11	7	3	7	4	8	12	10	20	125
2011	17	19	13	10	2	8	8	9	6	13	6	9	120
2012	15	7	8	10	6	9	6	2	6	9	10	14	102
MÉDIA	**15**	**13**	**11**	**8**	**8**	**8**	**6**	**6**	**9**	**11**	**10**	**13**	**119**

PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA

POSTO: MARINGÁ-SC

ANO	P.MÁX. (mm)	ANO	P.MÁX. (mm)	ANO	P.MÁX. (mm)
1964	99,4	1987	104,8	2000	90,3
1965	84,0	1988	69,0	2001	50,8
1966	67,0	1989	58,1	2002	78,6
1967	62,0	1990	74,1	2003	57,4
1969	92,0	1991	76,0	2004	76,3
1970	88,5	1992	101,6	2005	63,5
1976	99,5	1993	101,2	2007	84,1
1979	76,0	1994	67,1	2008	83,9
1980	90,0	1995	89,9	2010	53,0
1982	102,4	1996	111,2	2011	127,2
1983	82,8	1997	151,5	2012	142,6
1984	101,1	1998	73,6		
1986	71,8	1999	94,4		

POSTO MARINGÁ - ISOZONA D			
EVENTOS	SOMA	MÉDIA	DESVIO
37	3196,70	86,40	22,70

Valores de K (GUMBEL)					
TR -Tempo de Recorrência em anos					
5	10	15	25	50	100
0,845	1,507	1,876	2,344	2,963	3,579

MÉTODO DAS ISOZONAS

Posto : MARINGÁ PR Isozona : D

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	129,5	104,8	74,0	48,6	30,1	18,4	11,1	7,3	4,8
10	147,9	118,9	83,9	54,9	34,1	20,9	12,6	8,3	5,5
15	158,2	126,8	89,3	58,5	36,4	22,3	13,5	8,9	5,9
25	171,2	136,6	96,1	62,9	39,2	24,1	14,5	9,6	6,4
50	188,4	149,3	104,8	68,5	42,9	26,4	16,0	10,5	7,0
100	183,6	156,2	111,9	74,0	46,5	28,7	17,4	11,5	7,6

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

Posto : MARINGÁ PR Isozona : D

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO (mm)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	12,9	26,2	37,0	48,6	60,2	73,4	88,4	101,7	115,6
10	14,8	29,7	41,9	54,9	68,3	83,6	100,8	116,1	132,1
15	15,8	31,7	44,7	58,5	72,8	89,2	107,7	124,1	141,2
25	17,1	34,1	48,0	62,9	78,4	96,3	116,4	134,2	152,9
50	18,8	37,3	52,4	68,5	85,7	105,5	127,8	147,6	168,3
100	18,4	39,1	56,0	74,0	92,9	114,6	139,1	160,9	183,6

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

A seguir são apresentados os quadros com a Intensidade Pluviométrica (mm/hora) e a Precipitação (mm) em função do tempo de concentração do escoamento na bacia, para os tempos de recorrência de 5 anos, 10 anos, 15 anos, 25 anos, 50 anos e 100 anos.

POSTO MARINGÁ ISOZONA D
TR – 5 ANOS

Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	12,9	129,5	48	44,7	55,9	87	54,6	37,6
10	20,2	121,1	49	45,1	55,2	88	54,8	37,3
11	21,6	117,7	50	45,4	54,5	89	54,9	37,0
12	22,9	114,3	51	45,8	53,8	90	55,1	36,8
13	24,1	111,0	52	46,1	53,2	91	55,3	36,5
14	25,2	107,8	53	46,4	52,5	92	55,5	36,2
15	26,2	104,8	54	46,7	51,9	93	55,7	35,9
16	27,2	101,9	55	47,0	51,3	94	55,9	35,7
17	28,1	99,2	56	47,3	50,7	95	56,1	35,4
18	29,0	96,6	57	47,6	50,2	96	56,2	35,1
19	29,8	94,1	58	47,9	49,6	97	56,4	34,9
20	30,6	91,8	59	48,2	49,1	98	56,6	34,6
21	31,4	89,6	60	48,6	48,6	99	56,8	34,4
22	32,1	87,5	61	48,8	48,0	100	56,9	34,2
23	32,8	85,5	62	49,1	47,5	101	57,1	33,9
24	33,5	83,7	63	49,3	47,0	102	57,3	33,7
25	34,1	81,9	64	49,6	46,5	103	57,4	33,5
26	34,7	80,1	65	49,8	46,0	104	57,6	33,2
27	35,3	78,5	66	50,0	45,5	105	57,8	33,0
28	35,9	77,0	67	50,3	45,0	106	58,0	32,8
29	36,5	75,5	68	50,5	44,6	107	58,1	32,6
30	37,0	74,0	69	50,8	44,1	108	58,3	32,4
31	37,5	72,7	70	51,0	43,7	109	58,4	32,2
32	38,1	71,4	71	51,2	43,3	110	58,6	32,0
33	38,6	70,1	72	51,4	42,9	111	58,8	31,8
34	39,0	68,9	73	51,7	42,5	112	58,9	31,6
35	39,5	67,7	74	51,9	42,1	113	59,1	31,4
36	40,0	66,6	75	52,1	41,7	114	59,2	31,2
37	40,4	65,6	76	52,3	41,3	115	59,4	31,0
38	40,9	64,5	77	52,5	40,9	116	59,5	30,8
39	41,3	63,5	78	52,7	40,6	117	59,7	30,6
40	41,7	62,6	79	53,0	40,2	118	59,8	30,4
41	42,1	61,6	80	53,2	39,9	119	60,0	30,3
42	42,5	60,7	81	53,4	39,5	120	60,2	30,1
43	42,9	59,9	82	53,6	39,2	240	73,4	18,4
44	43,3	59,0	83	53,8	38,9	480	88,4	11,1
45	43,7	58,2	84	54,0	38,6	840	101,7	7,3
46	44,0	57,4	85	54,2	38,2	1440	115,6	4,8
47	44,4	56,7	86	54,4	37,9			

POSTO MARINGÁ ISOZONA D
TR – 10 ANOS

Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	14,8	147,9	48	50,6	63,3	87	61,8	42,7
10	23,0	137,7	49	51,0	62,5	88	62,1	42,3
11	24,5	133,8	50	51,4	61,7	89	62,3	42,0
12	26,0	129,8	51	51,8	60,9	90	62,5	41,7
13	27,3	126,0	52	52,2	60,2	91	62,7	41,4
14	28,6	122,4	53	52,5	59,5	92	62,9	41,0
15	29,7	118,9	54	52,9	58,8	93	63,1	40,7
16	30,8	115,6	55	53,2	58,1	94	63,4	40,4
17	31,9	112,5	56	53,6	57,4	95	63,6	40,1
18	32,9	109,6	57	53,9	56,8	96	63,8	39,9
19	33,8	106,8	58	54,2	56,1	97	64,0	39,6
20	34,7	104,1	59	54,6	55,5	98	64,2	39,3
21	35,6	101,6	60	54,9	54,9	99	64,4	39,0
22	36,4	99,2	61	55,2	54,3	100	64,6	38,7
23	37,2	96,9	62	55,5	53,7	101	64,8	38,5
24	37,9	94,8	63	55,8	53,2	102	65,0	38,2
25	38,6	92,8	64	56,1	52,6	103	65,2	38,0
26	39,3	90,8	65	56,4	52,0	104	65,4	37,7
27	40,0	88,9	66	56,7	51,5	105	65,6	37,5
28	40,7	87,2	67	56,9	51,0	106	65,7	37,2
29	41,3	85,5	68	57,2	50,5	107	65,9	37,0
30	41,9	83,9	69	57,5	50,0	108	66,1	36,7
31	42,5	82,3	70	57,7	49,5	109	66,3	36,5
32	43,1	80,8	71	58,0	49,0	110	66,5	36,3
33	43,7	79,4	72	58,3	48,5	111	66,7	36,0
34	44,2	78,0	73	58,5	48,1	112	66,9	35,8
35	44,7	76,7	74	58,8	47,7	113	67,0	35,6
36	45,3	75,4	75	59,0	47,2	114	67,2	35,4
37	45,8	74,2	76	59,3	46,8	115	67,4	35,2
38	46,3	73,1	77	59,5	46,4	116	67,6	35,0
39	46,7	71,9	78	59,8	46,0	117	67,8	34,7
40	47,2	70,8	79	60,0	45,6	118	67,9	34,5
41	47,7	69,8	80	60,2	45,2	119	68,1	34,3
42	48,1	68,8	81	60,5	44,8	120	68,3	34,1
43	48,6	67,8	82	60,7	44,4	240	83,6	20,9
44	49,0	66,8	83	60,9	44,1	480	100,8	12,6
45	49,4	65,9	84	61,2	43,7	840	116,1	8,3
46	49,8	65,0	85	61,4	43,3	1440	132,1	5,5
47	50,2	64,1	86	61,6	43,0			

POSTO MARINGÁ ISOZONA D

TR – 15 ANOS

Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	15,8	158,2	48	53,9	67,4	87	65,9	45,4
10	24,5	146,9	49	54,3	66,5	88	66,1	45,1
11	26,2	142,7	50	54,7	65,7	89	66,4	44,7
12	27,7	138,5	51	55,1	64,9	90	66,6	44,4
13	29,1	134,4	52	55,5	64,1	91	66,8	44,1
14	30,4	130,5	53	55,9	63,3	92	67,1	43,7
15	31,7	126,8	54	56,3	62,5	93	67,3	43,4
16	32,9	123,2	55	56,7	61,8	94	67,5	43,1
17	34,0	119,9	56	57,0	61,1	95	67,7	42,8
18	35,0	116,7	57	57,4	60,4	96	67,9	42,5
19	36,0	113,7	58	57,7	59,7	97	68,2	42,2
20	37,0	110,9	59	58,1	59,1	98	68,4	41,9
21	37,9	108,2	60	58,5	58,5	99	68,6	41,6
22	38,8	105,7	61	58,8	57,8	100	68,8	41,3
23	39,6	103,3	62	59,1	57,2	101	69,0	41,0
24	40,4	101,0	63	59,4	56,6	102	69,2	40,7
25	41,2	98,8	64	59,7	56,0	103	69,5	40,5
26	41,9	96,7	65	60,0	55,4	104	69,7	40,2
27	42,6	94,7	66	60,3	54,8	105	69,9	39,9
28	43,3	92,8	67	60,6	54,3	106	70,1	39,7
29	44,0	91,0	68	60,9	53,7	107	70,3	39,4
30	44,7	89,3	69	61,2	53,2	108	70,5	39,2
31	45,3	87,6	70	61,5	52,7	109	70,7	38,9
32	45,9	86,1	71	61,8	52,2	110	70,9	38,7
33	46,5	84,5	72	62,0	51,7	111	71,1	38,4
34	47,1	83,1	73	62,3	51,2	112	71,3	38,2
35	47,6	81,7	74	62,6	50,7	113	71,5	37,9
36	48,2	80,3	75	62,9	50,3	114	71,7	37,7
37	48,7	79,0	76	63,1	49,8	115	71,8	37,5
38	49,3	77,8	77	63,4	49,4	116	72,0	37,3
39	49,8	76,6	78	63,6	49,0	117	72,2	37,0
40	50,3	75,4	79	63,9	48,5	118	72,4	36,8
41	50,8	74,3	80	64,2	48,1	119	72,6	36,6
42	51,2	73,2	81	64,4	47,7	120	72,8	36,4
43	51,7	72,1	82	64,7	47,3	240	89,2	22,3
44	52,2	71,1	83	64,9	46,9	480	107,7	13,5
45	52,6	70,1	84	65,2	46,5	840	124,1	8,9
46	53,1	69,2	85	65,4	46,2	1440	141,2	5,9
47	53,5	68,3	86	65,6	45,8			

POSTO MARINGÁ ISOZONA D

TR – 25 ANOS

Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	17,1	171,2	48	58,0	72,5	87	70,9	48,9
10	26,4	158,5	49	58,4	71,5	88	71,2	48,5
11	28,2	153,9	50	58,8	70,6	89	71,4	48,2
12	29,9	149,3	51	59,3	69,7	90	71,7	47,8
13	31,4	144,8	52	59,7	68,9	91	71,9	47,4
14	32,8	140,6	53	60,1	68,0	92	72,2	47,1
15	34,1	136,6	54	60,5	67,2	93	72,4	46,7
16	35,4	132,7	55	60,9	66,4	94	72,7	46,4
17	36,6	129,1	56	61,3	65,7	95	72,9	46,1
18	37,7	125,7	57	61,7	64,9	96	73,2	45,7
19	38,8	122,5	58	62,1	64,2	97	73,4	45,4
20	39,8	119,4	59	62,4	63,5	98	73,6	45,1
21	40,8	116,5	60	62,9	62,9	99	73,9	44,8
22	41,7	113,8	61	63,2	62,2	100	74,1	44,5
23	42,6	111,2	62	63,5	61,5	101	74,3	44,2
24	43,5	108,7	63	63,9	60,8	102	74,6	43,9
25	44,3	106,3	64	64,2	60,2	103	74,8	43,6
26	45,1	104,1	65	64,5	59,6	104	75,0	43,3
27	45,9	101,9	66	64,9	59,0	105	75,2	43,0
28	46,6	99,9	67	65,2	58,4	106	75,5	42,7
29	47,3	97,9	68	65,5	57,8	107	75,7	42,4
30	48,0	96,1	69	65,8	57,2	108	75,9	42,2
31	48,7	94,3	70	66,1	56,7	109	76,1	41,9
32	49,4	92,6	71	66,4	56,1	110	76,3	41,6
33	50,0	90,9	72	66,7	55,6	111	76,6	41,4
34	50,6	89,4	73	67,0	55,1	112	76,8	41,1
35	51,2	87,9	74	67,3	54,6	113	77,0	40,9
36	51,8	86,4	75	67,6	54,1	114	77,2	40,6
37	52,4	85,0	76	67,9	53,6	115	77,4	40,4
38	53,0	83,7	77	68,2	53,1	116	77,6	40,1
39	53,5	82,4	78	68,5	52,7	117	77,8	39,9
40	54,1	81,1	79	68,8	52,2	118	78,0	39,7
41	54,6	79,9	80	69,0	51,8	119	78,2	39,4
42	55,1	78,7	81	69,3	51,3	120	78,4	39,2
43	55,6	77,6	82	69,6	50,9	240	96,3	24,1
44	56,1	76,5	83	69,9	50,5	480	116,4	14,5
45	56,6	75,4	84	70,1	50,1	840	134,2	9,6
46	57,0	74,4	85	70,4	49,7	1440	152,9	6,4
47	57,5	73,4	86	70,7	49,3			

POSTO MARINGÁ ISOZONA D

TR – 50 ANOS

Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	18,8	188,4	48	63,2	79,0	87	77,4	53,4
10	28,9	173,6	49	63,6	77,9	88	77,7	53,0
11	30,9	168,4	50	64,1	76,9	89	78,0	52,6
12	32,7	163,3	51	64,6	76,0	90	78,3	52,2
13	34,3	158,4	52	65,0	75,0	91	78,5	51,8
14	35,9	153,7	53	65,5	74,1	92	78,8	51,4
15	37,3	149,3	54	65,9	73,3	93	79,1	51,0
16	38,7	145,1	55	66,4	72,4	94	79,4	50,7
17	40,0	141,1	56	66,8	71,6	95	79,6	50,3
18	41,2	137,3	57	67,2	70,7	96	79,9	49,9
19	42,4	133,7	58	67,6	70,0	97	80,2	49,6
20	43,5	130,4	59	68,0	69,2	98	80,4	49,2
21	44,5	127,2	60	68,5	68,5	99	80,7	48,9
22	45,5	124,2	61	68,9	67,7	100	81,0	48,6
23	46,5	121,3	62	69,2	67,0	101	81,2	48,2
24	47,4	118,6	63	69,6	66,3	102	81,5	47,9
25	48,3	116,0	64	70,0	65,6	103	81,7	47,6
26	49,2	113,6	65	70,3	64,9	104	82,0	47,3
27	50,0	111,2	66	70,7	64,3	105	82,2	47,0
28	50,9	109,0	67	71,1	63,6	106	82,5	46,7
29	51,6	106,8	68	71,4	63,0	107	82,7	46,4
30	52,4	104,8	69	71,8	62,4	108	82,9	46,1
31	53,1	102,8	70	72,1	61,8	109	83,2	45,8
32	53,8	101,0	71	72,4	61,2	110	83,4	45,5
33	54,5	99,2	72	72,8	60,6	111	83,7	45,2
34	55,2	97,5	73	73,1	60,1	112	83,9	44,9
35	55,9	95,8	74	73,4	59,5	113	84,1	44,7
36	56,5	94,2	75	73,8	59,0	114	84,4	44,4
37	57,1	92,7	76	74,1	58,5	115	84,6	44,1
38	57,8	91,2	77	74,4	58,0	116	84,8	43,9
39	58,4	89,8	78	74,7	57,5	117	85,1	43,6
40	58,9	88,4	79	75,0	57,0	118	85,3	43,4
41	59,5	87,1	80	75,3	56,5	119	85,5	43,1
42	60,1	85,8	81	75,6	56,0	120	85,7	42,9
43	60,6	84,6	82	75,9	55,6	240	105,5	26,4
44	61,1	83,4	83	76,2	55,1	480	127,8	16,0
45	61,7	82,2	84	76,5	54,7	840	147,6	10,5
46	62,2	81,1	85	76,8	54,2	1440	168,3	7,0
47	62,7	80,0	86	77,1	53,8			

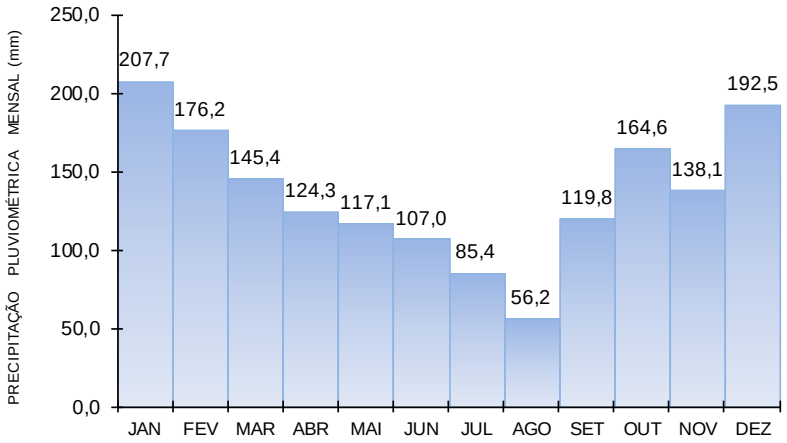
POSTO MARINGÁ ISOZONA D

TR – 100 ANOS

Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	18,4	183,6	48	68,0	85,0	87	83,8	57,8
10	29,7	178,0	49	68,6	84,0	88	84,1	57,3
11	31,8	173,7	50	69,1	82,9	89	84,4	56,9
12	33,8	169,2	51	69,6	81,9	90	84,7	56,5
13	35,7	164,8	52	70,1	80,9	91	85,0	56,1
14	37,4	160,4	53	70,6	80,0	92	85,3	55,7
15	39,1	156,2	54	71,1	79,0	93	85,6	55,3
16	40,6	152,2	55	71,6	78,1	94	85,9	54,9
17	42,0	148,3	56	72,1	77,2	95	86,2	54,5
18	43,4	144,7	57	72,6	76,4	96	86,5	54,1
19	44,7	141,2	58	73,0	75,5	97	86,8	53,7
20	45,9	137,8	59	73,5	74,7	98	87,1	53,3
21	47,1	134,6	60	74,0	74,0	99	87,4	53,0
22	48,3	131,6	61	74,4	73,2	100	87,7	52,6
23	49,4	128,7	62	74,8	72,4	101	88,0	52,3
24	50,4	126,0	63	75,2	71,6	102	88,2	51,9
25	51,4	123,4	64	75,6	70,9	103	88,5	51,6
26	52,4	120,9	65	76,0	70,2	104	88,8	51,2
27	53,3	118,5	66	76,4	69,5	105	89,1	50,9
28	54,2	116,2	67	76,8	68,8	106	89,3	50,6
29	55,1	114,0	68	77,2	68,1	107	89,6	50,2
30	56,0	111,9	69	77,6	67,5	108	89,9	49,9
31	56,8	109,9	70	78,0	66,8	109	90,1	49,6
32	57,6	108,0	71	78,3	66,2	110	90,4	49,3
33	58,4	106,1	72	78,7	65,6	111	90,7	49,0
34	59,1	104,3	73	79,1	65,0	112	90,9	48,7
35	59,9	102,6	74	79,4	64,4	113	91,2	48,4
36	60,6	101,0	75	79,8	63,8	114	91,4	48,1
37	61,3	99,4	76	80,1	63,3	115	91,7	47,8
38	62,0	97,8	77	80,5	62,7	116	91,9	47,6
39	62,6	96,4	78	80,8	62,2	117	92,2	47,3
40	63,3	94,9	79	81,2	61,6	118	92,4	47,0
41	63,9	93,5	80	81,5	61,1	119	92,7	46,7
42	64,5	92,2	81	81,8	60,6	120	92,9	46,5
43	65,2	90,9	82	82,2	60,1	240	114,6	28,7
44	65,8	89,7	83	82,5	59,6	480	139,1	17,4
45	66,3	88,4	84	82,8	59,2	840	160,9	11,5
46	66,9	87,3	85	83,2	58,7	1440	183,6	7,6
47	67,5	86,1	86	83,5	58,2			

PERÍODO DE OBSERVAÇÃO : 1961 à 2012

MÉDIA ANUAL: 1.634 mm
MÉDIA MENSAL: 136 mm



MÉDIA ANUAL: 118 dias
MÉDIA MENSAL: 10 dias

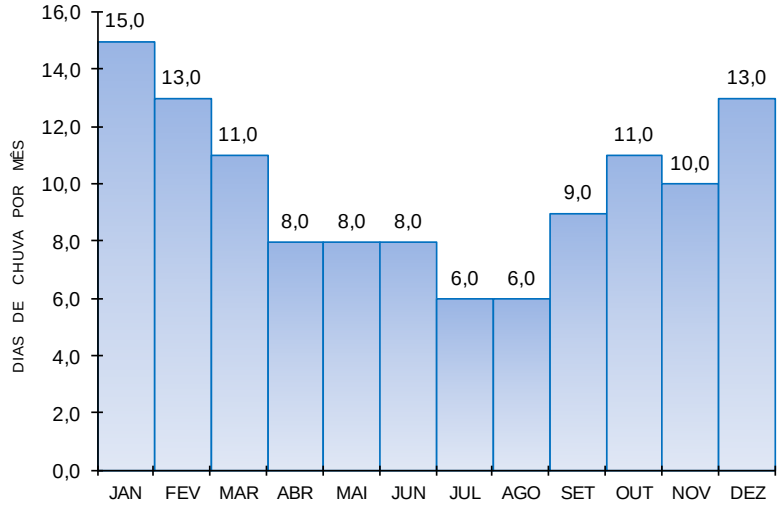


Fig .1

NORMAIS MENSAIS	POSTO : MARINGÁ-PR

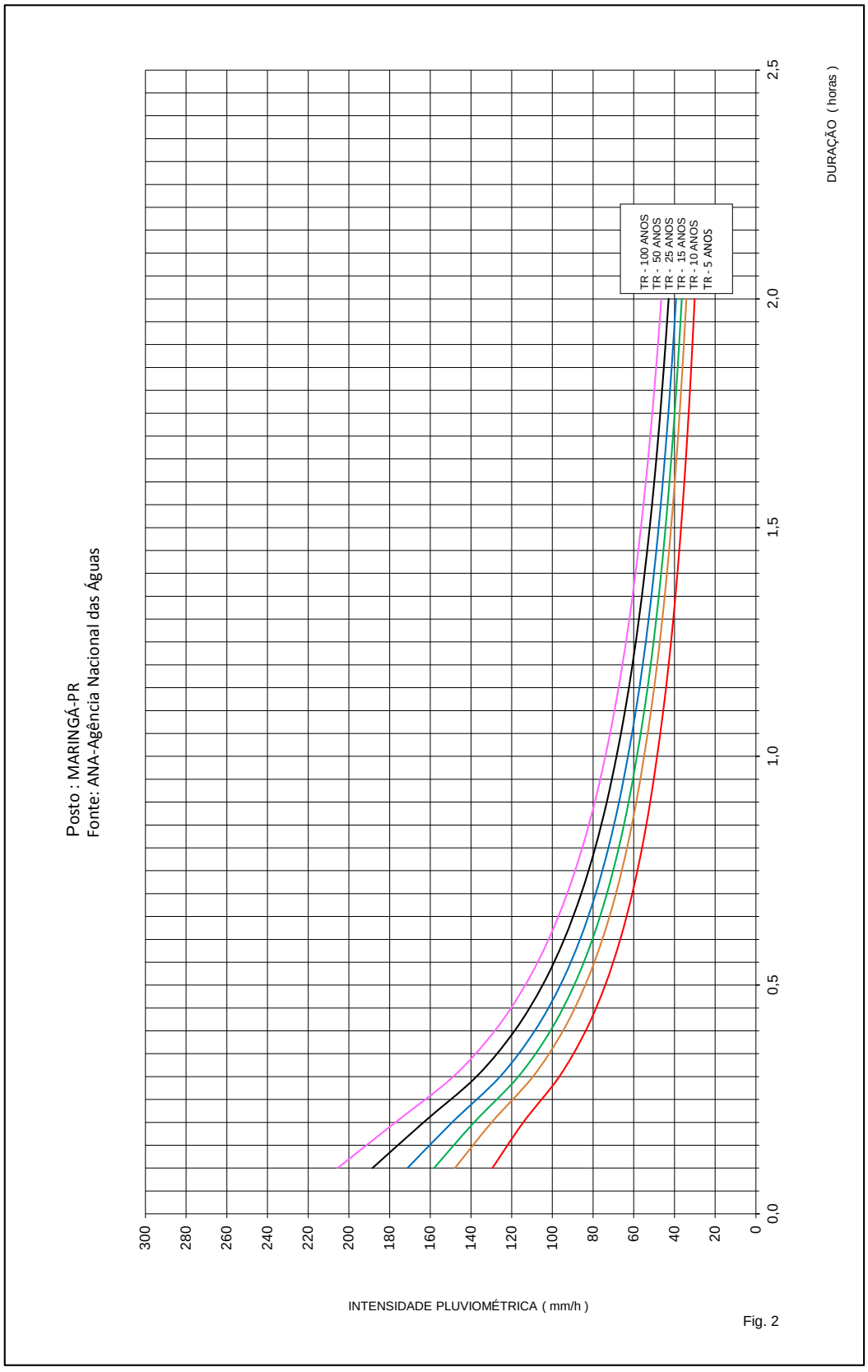

Posto : MARINGÁ-PR
Fonte: ANA-Agência Nacional das Águas
TR - 100 ANOS
TR - 50 ANOS
TR - 25 ANOS
TR - 15 ANOS
TR - 10 ANOS
TR - 5 ANOS
DURAÇÃO (horas)
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)

Fig. 2

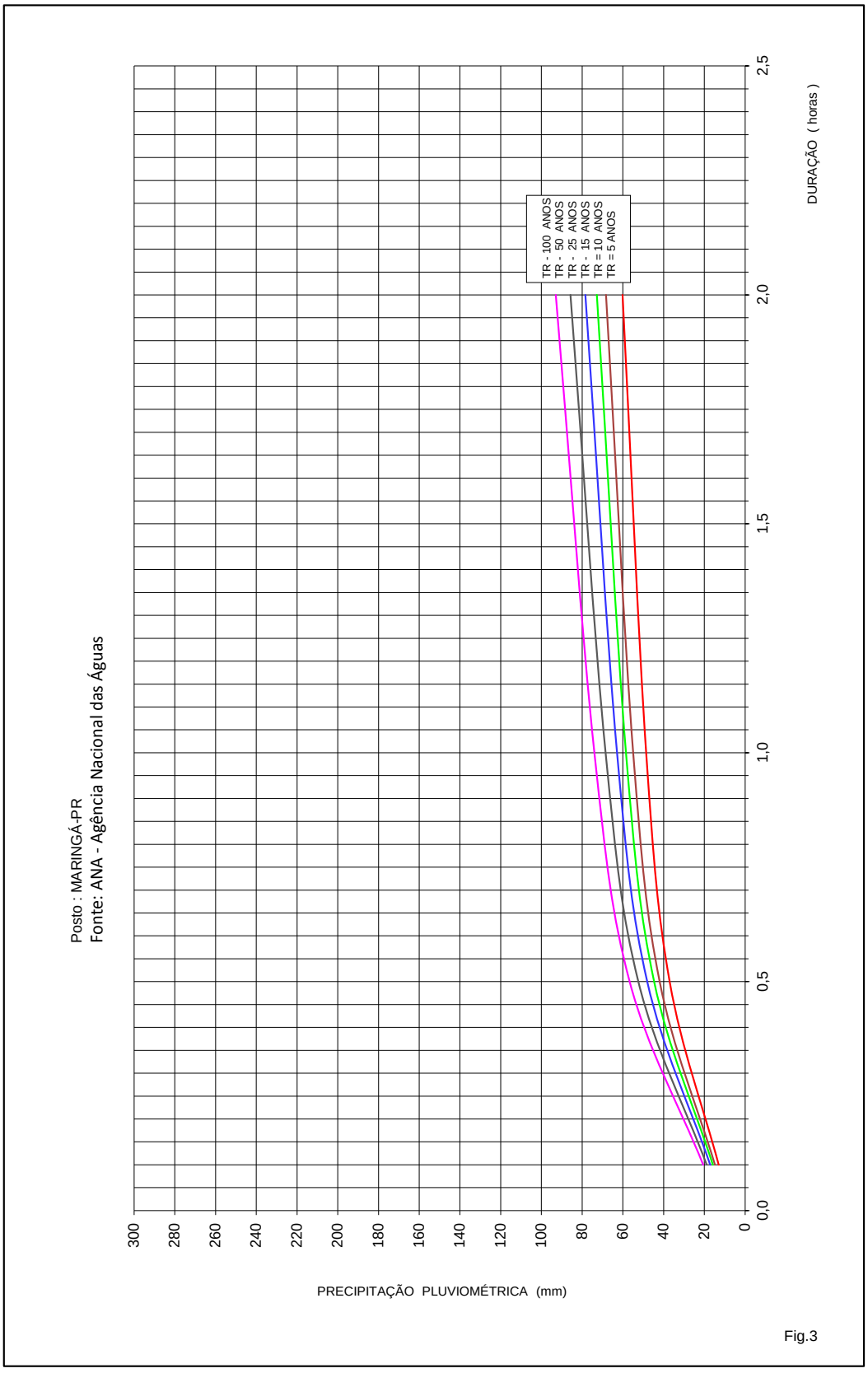

Posto : MARINGÁ-PR
Fonte: ANA - Agência Nacional das Águas
TR - 100 ANOS
TR - 50 ANOS
TR - 25 ANOS
TR - 15 ANOS
TR = 10 ANOS
TR = 5 ANOS
DURAÇÃO (horas)
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)

Fig.3

POSTO:CAMPO-ERÊ-EMPASC

ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS													
POSTO: CAMPO-ERÊ EMPASC-SC													
ANO	**JAN.**	**FEV.**	**MAR.**	**ABR.**	**MAI.**	**JUN.**	**JUL.**	**AGO.**	**SET.**	**OUT.**	**NOV.**	**DEZ.**	**TOTAL**
1970	134,6	118,0	237,0	80,4	91,2	253,8	163,5	91,8	131,8	322,9	29,6	415,6	2070,2
1971	161,6	101,2	205,5	220,4	213,6	228,3	168,2	217,5	82,5	121,8	40,1	188,4	1949,1
1972	146,5	215,1	233,3	91,7	17,6	270,3	159,5	84,4	255,6	86,4	142,4	105,0	1807,8
1973	327,6	209,7	58,0	154,2	151,2	126,0	196,7	315,6	324,6	184,6	136,4	118,2	2302,8
1974	72,9	70,6	192,0	114,0	103,8	207,0	55,2	130,4	70,8	166,0	283,8	163,5	1630,0
1975	171,2	153,6	156,3	112,6	51,8	137,6	77,6	119,8	300,0	341,7	114,2	303,9	2040,3
1976	331,4	95,6	101,2	125,4	198,6	103,2	102,2	159,2	79,1	212,1	268,0	132,5	1908,5
1977	138,1	85,4	162,5	45,4	25,2	218,9	34,8	120,9	83,3	120,6	196,0	142,2	1373,3
1978	162,4	37,5	59,7	0,0	49,6	115,0	284,9	62,6	155,5	96,4	159,9	98,1	1281,6
1979	77,2	160,0	65,9	132,6	432,9	26,8	157,6	176,4	183,1	402,2	177,6	269,9	2262,2
1980	171,3	170,2	192,4	61,0	134,0	76,9	122,8	129,4	118,5	170,9	130,6	87,9	1565,9
1981	172,8	128,8	98,1	225,3	20,8	118,8	15,7	86,8	112,0	141,2	248,0	331,3	1699,6
1982	56,3	217,2	47,2	50,8	125,0	395,5	265,6	152,9	118,3	266,4	522,5	124,6	2342,3
1983	121,3	262,6	245,0	253,2	535,1	178,3	868,8	59,9	305,0	133,0	144,5	94,8	3201,5
1984	182,7	69,0	182,9	213,8	167,3	249,6	195,3	294,0	86,7	99,3	241,0	159,2	2140,8
1985	27,6	326,4	98,6	193,4	101,4	42,9	101,7	155,3	139,0	153,6	118,8	134,8	1593,5
1986	222,3	177,4	152,2	257,7	362,4	36,0	51,2	66,2	317,4	174,6	150,4	96,7	2064,5
1987	90,0	181,3	63,1	277,4	407,1	123,0	111,4	70,3	27,0	112,6	147,7	203,7	1814,6
1988	163,0	26,5	20,9	66,5	290,3	148,2	9,1	6,0	32,9	245,3	70,1	103,6	1182,4
1991	68,0	38,7	52,1	225,8	25,2	197,8	50,1	49,9	119,8	173,6	116,0	145,1	1262,1
1992	85,3	330,7	242,3	118,5	305,8	159,1	150,8	156,0	178,6	218,4	319,9	102,8	2368,2
1993	210,6	135,3	320,8	72,5	266,9	50,2	200,3	34,4	227,5	178,2	125,3	136,3	1958,3
1994	77,4	234,4	103,0	124,2	169,1	136,9	183,5	22,8	131,2	165,5	390,5	205,3	1943,8
1995	362,9	200,3	240,7	97,1	12,6	151,9	71,8	76,5	182,4	213,4	48,8	45,9	1704,3
1996	206,8	192,4	217,8	43,4	48,6	226,2	170,7	64,7	89,0	183,9	170,3	200,8	1814,6
1997	206,5	364,4	99,4	76,2	142,3	271,9	154,4	172,9	266,2	535,8	358,4	104,2	2752,6
2002	125,7	117,6	55,7	71,2	342,0	172,8	97,9	140,4	210,8	322,8	277,2	242,0	2176,1
2003	112,0	249,6	123,6	87,6	87,3	92,2	136,8	39,4	145,4	335,4	218,6	524,2	2152,1
2004	137,0	84,7	69,3	234,0	153,3	105,8	165,0	39,2	134,5	323,0	183,5	92,2	1721,5
2005	20,4	30,7	120,3	231,4	196,2	317,2	1,5	140,7	279,8	449,9	120,5	121,0	2029,6
2006	203,1	77,8	166,0	103,3	3,7	55,1	38,6	22,0	182,4	179,0	189,5	167,4	1387,9
2008	154,7	120,9	41,0	285,7	97,5	174,8	39,8	120,4	169,0	349,4	144,0	92,1	1789,3
2010	204,5	112,2	221,9	344,0	216,2	77,8	146,9	9,2	77,4	153,3	108,6	301,5	1973,5
2011	116,2	175,8	239,7	98,6	44,0	271,6	269,1	161,9	171,9	207,8	107,3	96,3	1960,2
2012	253,1	152,1	24,5	272,9	42,0	112,8	79,8	2,3	108,5	329,0	63,3	200,0	1640,3
MÉDIA	**167,1**	**157,2**	**155,1**	**155,6**	**160,5**	**157,5**	**142,2**	**116,5**	**161,4**	**224,0**	**167,2**	**168,0**	**1928,7**

DIAS DE CHUVAS MENSAIS

POSTO: CAMPO-ERÊ EMPASC-SC

ANO	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	TOTAL
1970	8	9	12	5	3	10	5	6	9	13	4	20	104
1971	13	13	15	9	11	12	6	9	7	11	3	10	119
1972	12	15	7	6	2	13	10	5	10	12	7	9	108
1973	13	8	5	6	10	8	15	13	12	9	5	11	115
1974	6	9	15	7	8	9	5	7	5	9	7	9	96
1975	19	10	9	7	3	9	4	8	16	11	11	17	124
1976	15	6	7	5	8	6	5	7	7	10	10	4	90
1977	11	10	15	8	5	8	4	12	7	9	12	10	111
1978	14	6	9	0	2	7	11	5	8	6	10	9	87
1979	2	6	9	8	12	3	10	12	10	13	6	16	107
1980	8	9	12	4	9	7	6	7	10	14	8	7	101
1981	15	14	8	9	5	8	2	6	10	11	9	14	111
1982	5	10	4	4	6	16	13	9	8	15	19	10	119
1983	10	9	8	10	14	12	18	6	12	7	11	5	122
1984	16	6	13	9	13	12	9	11	6	7	16	10	128
1985	1	16	8	11	8	7	8	11	11	7	6	6	100
1986	13	15	8	12	15	5	4	6	7	5	6	9	105
1987	7	13	2	9	10	5	8	6	5	4	5	8	82
1988	8	4	4	5	13	8	2	1	3	9	2	9	68
1991	2	4	7	12	7	4	5	5	5	10	12	13	86
1992	12	13	19	7	15	10	11	14	10	12	10	7	140
1993	7	11	14	9	8	5	12	3	13	12	10	12	116
1994	5	18	7	8	7	8	11	3	10	12	11	12	112
1995	20	13	13	7	5	11	8	5	9	7	5	5	108
1996	7	9	14	6	5	10	5	7	7	13	10	14	107
1997	13	14	4	5	6	9	8	7	10	17	18	11	122
1998	10	19	15	10	8	5	10	16	13	3	3	6	118
2002	11	11	10	10	9	13	8	8	12	20	11	15	138
2006	17	12	16	8	2	9	3	2	10	10	11	12	112
2008	13	8	17	16	13	16	6	11	11	15	9	8	143
2010	12	11	9	9	11	7	14	1	7	8	9	18	116
2011	16	15	11	7	7	10	12	11	10	14	9	6	128
2012	16	12	6	16	5	6	8	1	8	17	5	17	117
MÉDIA	**11**	**11**	**10**	**8**	**8**	**9**	**8**	**7**	**9**	**11**	**9**	**11**	**111**

PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA

POSTO: CAMPO-ERÊ EMPASC

ANO	P.MÁX. (mm)	ANO	P.MÁX. (mm)	ANO	P.MÁX. (mm)
1970	72,8	1981	113,6	1994	91,8
1971	125,8	1982	105,0	1995	76,6
1972	159,0	1983	140,2	1996	84,1
1973	98,6	1984	96,4	1997	95,7
1974	106,0	1985	71,4	2002	137,3
1975	120,2	1986	114,8	2006	69,5
1976	106,0	1987	120,9	2008	92,8
1977	87,0	1988	95,0	2010	143,9
1978	108,0	1991	109,6	2011	77,4
1979	157,0	1992	96,8	2012	95,4
1980	74,0	1993	204,7		

POSTO MARINGÁ - ISOZONA D			
EVENTOS	SOMA	MÉDIA	DESVIO
32	3447,30	107,73	29,91

Valores de K (GUMBEL)					
TR-Tempo de Recorrência em anos					
5	10	15	25	50	100
0,860	1,530	1,904	2,377	3,005	3,629

MÉTODO DAS ISOZONAS

Posto : CAMPO ERÊ - EMPASC PR Isozona : D

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	163,7	132,5	93,6	61,4	38,0	23,2	14,0	9,2	6,1
10	188,2	151,4	106,7	69,9	43,4	26,6	16,0	10,6	7,0
15	202,0	161,9	114,0	74,7	46,5	28,5	17,2	11,3	7,5
25	219,3	174,9	123,1	80,5	50,2	30,8	18,6	12,3	8,2
50	242,4	192,0	134,8	88,1	55,1	33,9	20,5	13,6	9,0
100	236,8	201,5	144,4	95,4	59,9	37,0	22,4	14,8	9,9

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

Posto : CAMPO ERÊ - EMPASC PR Isozona : D

ALTURA DA PRECIPITAÇÃO (mm)									
T	t (horas)								
(anos)	0,10	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	14,00	24,00
5	16,4	33,1	46,8	61,4	76,0	92,8	111,8	128,6	146,1
10	18,8	37,8	53,4	69,9	86,9	106,3	128,3	147,8	168,1
15	20,2	40,5	57,0	74,7	92,9	113,9	137,5	158,5	180,3
25	21,9	43,7	61,5	80,5	100,5	123,3	149,0	172,0	195,8
50	24,2	48,0	67,4	88,1	110,3	135,7	164,3	189,8	216,4
100	23,7	50,4	72,2	95,4	119,9	147,9	179,5	207,6	236,8

Fonte : ANA - Agência Nacional de Águas

A seguir são apresentados os quadros com a Intensidade Pluviométrica (mm/hora) e a Precipitação (mm) em função do tempo de concentração do escoamento na bacia, para os tempos de recorrência de 5 anos, 10 anos, 15 anos, 25 anos, 50 anos e 100 anos.

POSTO CAMPO ERÊ - EMPASC ISOZONA D
TR – 5 ANOS

Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	16,4	163,7	48	56,6	70,7	87	69,0	47,6
10	25,5	153,1	49	57,0	69,8	88	69,2	47,2
11	27,3	148,8	50	57,4	68,9	89	69,4	46,8
12	28,9	144,5	51	57,8	68,1	90	69,7	46,5
13	30,4	140,3	52	58,3	67,2	91	69,9	46,1
14	31,8	136,3	53	58,7	66,4	92	70,2	45,8
15	33,1	132,5	54	59,1	65,6	93	70,4	45,4
16	34,4	128,8	55	59,5	64,9	94	70,6	45,1
17	35,5	125,4	56	59,8	64,1	95	70,9	44,7
18	36,6	122,1	57	60,2	63,4	96	71,1	44,4
19	37,7	119,0	58	60,6	62,7	97	71,3	44,1
20	38,7	116,1	59	61,0	62,0	98	71,5	43,8
21	39,6	113,3	60	61,4	61,4	99	71,7	43,5
22	40,6	110,6	61	61,7	60,7	100	72,0	43,2
23	41,4	108,1	62	62,0	60,0	101	72,2	42,9
24	42,3	105,7	63	62,3	59,4	102	72,4	42,6
25	43,1	103,5	64	62,6	58,7	103	72,6	42,3
26	43,9	101,3	65	63,0	58,1	104	72,8	42,0
27	44,7	99,2	66	63,3	57,5	105	73,0	41,7
28	45,4	97,3	67	63,6	56,9	106	73,3	41,5
29	46,1	95,4	68	63,9	56,3	107	73,5	41,2
30	46,8	93,6	69	64,2	55,8	108	73,7	40,9
31	47,5	91,9	70	64,4	55,2	109	73,9	40,7
32	48,1	90,2	71	64,7	54,7	110	74,1	40,4
33	48,7	88,6	72	65,0	54,2	111	74,3	40,1
34	49,4	87,1	73	65,3	53,7	112	74,5	39,9
35	49,9	85,6	74	65,6	53,2	113	74,7	39,7
36	50,5	84,2	75	65,9	52,7	114	74,9	39,4
37	51,1	82,9	76	66,1	52,2	115	75,1	39,2
38	51,7	81,6	77	66,4	51,7	116	75,3	38,9
39	52,2	80,3	78	66,7	51,3	117	75,5	38,7
40	52,7	79,1	79	66,9	50,8	118	75,6	38,5
41	53,2	77,9	80	67,2	50,4	119	75,8	38,2
42	53,7	76,8	81	67,5	50,0	120	76,0	38,0
43	54,2	75,7	82	67,7	49,5	240	92,8	23,2
44	54,7	74,6	83	68,0	49,1	480	111,8	14,0
45	55,2	73,6	84	68,2	48,7	840	128,6	9,2
46	55,7	72,6	85	68,5	48,3	1440	146,1	6,1
47	56,1	71,6	86	68,7	47,9			

POSTO CAMPO ERÊ - EMPASC ISOZONA D

TR – 10 ANOS

Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	18,8	188,2	48	64,4	80,6	87	78,7	54,3
10	29,2	175,3	49	64,9	79,5	88	79,0	53,9
11	31,2	170,2	50	65,4	78,5	89	79,3	53,4
12	33,1	165,3	51	65,9	77,5	90	79,5	53,0
13	34,8	160,4	52	66,4	76,6	91	79,8	52,6
14	36,3	155,8	53	66,8	75,7	92	80,1	52,2
15	37,8	151,4	54	67,3	74,8	93	80,4	51,8
16	39,2	147,2	55	67,7	73,9	94	80,6	51,5
17	40,6	143,2	56	68,2	73,1	95	80,9	51,1
18	41,8	139,4	57	68,6	72,2	96	81,2	50,7
19	43,0	135,9	58	69,0	71,4	97	81,4	50,4
20	44,2	132,5	59	69,5	70,6	98	81,7	50,0
21	45,3	129,3	60	69,9	69,9	99	81,9	49,7
22	46,3	126,3	61	70,3	69,1	100	82,2	49,3
23	47,3	123,4	62	70,7	68,4	101	82,4	49,0
24	48,3	120,6	63	71,0	67,7	102	82,7	48,6
25	49,2	118,0	64	71,4	66,9	103	82,9	48,3
26	50,1	115,6	65	71,8	66,2	104	83,2	48,0
27	50,9	113,2	66	72,1	65,6	105	83,4	47,7
28	51,8	110,9	67	72,5	64,9	106	83,7	47,4
29	52,6	108,8	68	72,8	64,2	107	83,9	47,1
30	53,4	106,7	69	73,1	63,6	108	84,2	46,8
31	54,1	104,8	70	73,5	63,0	109	84,4	46,5
32	54,9	102,9	71	73,8	62,4	110	84,6	46,2
33	55,6	101,0	72	74,1	61,8	111	84,9	45,9
34	56,3	99,3	73	74,5	61,2	112	85,1	45,6
35	56,9	97,6	74	74,8	60,6	113	85,3	45,3
36	57,6	96,0	75	75,1	60,1	114	85,6	45,0
37	58,3	94,5	76	75,4	59,5	115	85,8	44,8
38	58,9	93,0	77	75,7	59,0	116	86,0	44,5
39	59,5	91,5	78	76,1	58,5	117	86,2	44,2
40	60,1	90,1	79	76,4	58,0	118	86,5	44,0
41	60,7	88,8	80	76,7	57,5	119	86,7	43,7
42	61,3	87,5	81	77,0	57,0	120	86,9	43,4
43	61,8	86,3	82	77,3	56,5	240	106,3	26,6
44	62,4	85,0	83	77,6	56,1	480	128,3	16,0
45	62,9	83,9	84	77,8	55,6	840	147,8	10,6
46	63,4	82,7	85	78,1	55,2	1440	168,1	7,0
47	63,9	81,6	86	78,4	54,7			

POSTO CAMPO ERÊ - EMPASC ISOZONA D TR – 15 ANOS								
Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	20,2	202,0	48	68,8	86,0	87	84,1	58,0
10	31,3	187,6	49	69,4	84,9	88	84,4	57,6
11	33,4	182,2	50	69,9	83,8	89	84,7	57,1
12	35,4	176,8	51	70,4	82,8	90	85,0	56,7
13	37,2	171,6	52	70,9	81,8	91	85,3	56,3
14	38,9	166,6	53	71,4	80,8	92	85,6	55,8
15	40,5	161,9	54	71,9	79,8	93	85,9	55,4
16	42,0	157,3	55	72,3	78,9	94	86,2	55,0
17	43,4	153,1	56	72,8	78,0	95	86,5	54,6
18	44,7	149,0	57	73,3	77,1	96	86,8	54,2
19	46,0	145,2	58	73,7	76,3	97	87,0	53,8
20	47,2	141,6	59	74,2	75,4	98	87,3	53,5
21	48,4	138,2	60	74,7	74,7	99	87,6	53,1
22	49,5	134,9	61	75,1	73,8	100	87,9	52,7
23	50,5	131,8	62	75,5	73,0	101	88,1	52,4
24	51,6	128,9	63	75,9	72,2	102	88,4	52,0
25	52,6	126,1	64	76,2	71,5	103	88,7	51,7
26	53,5	123,5	65	76,6	70,7	104	88,9	51,3
27	54,4	120,9	66	77,0	70,0	105	89,2	51,0
28	55,3	118,5	67	77,4	69,3	106	89,5	50,6
29	56,2	116,2	68	77,8	68,6	107	89,7	50,3
30	57,0	114,0	69	78,1	67,9	108	90,0	50,0
31	57,8	111,9	70	78,5	67,3	109	90,2	49,7
32	58,6	109,9	71	78,8	66,6	110	90,5	49,4
33	59,4	107,9	72	79,2	66,0	111	90,7	49,0
34	60,1	106,1	73	79,6	65,4	112	91,0	48,7
35	60,8	104,3	74	79,9	64,8	113	91,2	48,4
36	61,5	102,6	75	80,2	64,2	114	91,5	48,1
37	62,2	100,9	76	80,6	63,6	115	91,7	47,9
38	62,9	99,3	77	80,9	63,1	116	92,0	47,6
39	63,5	97,8	78	81,3	62,5	117	92,2	47,3
40	64,2	96,3	79	81,6	62,0	118	92,5	47,0
41	64,8	94,8	80	81,9	61,4	119	92,7	46,7
42	65,4	93,5	81	82,2	60,9	120	92,9	46,5
43	66,0	92,1	82	82,6	60,4	240	113,9	28,5
44	66,6	90,8	83	82,9	59,9	480	137,5	17,2
45	67,2	89,6	84	83,2	59,4	840	158,5	11,3
46	67,7	88,3	85	83,5	58,9	1440	180,3	7,5
47	68,3	87,2	86	83,8	58,5			

POSTO CAMPO ERÊ - EMPASC ISOZONA D
TR – 25 ANOS

Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	21,9	219,3	48	74,2	92,8	87	90,8	62,7
10	33,8	203,1	49	74,8	91,6	88	91,2	62,2
11	36,1	197,1	50	75,4	90,4	89	91,5	61,7
12	38,2	191,2	51	75,9	89,3	90	91,8	61,2
13	40,2	185,5	52	76,5	88,2	91	92,2	60,8
14	42,0	180,1	53	77,0	87,2	92	92,5	60,3
15	43,7	174,9	54	77,5	86,1	93	92,8	59,9
16	45,3	170,0	55	78,0	85,1	94	93,1	59,4
17	46,9	165,4	56	78,5	84,1	95	93,4	59,0
18	48,3	161,0	57	79,0	83,2	96	93,7	58,6
19	49,7	156,9	58	79,5	82,3	97	94,0	58,2
20	51,0	153,0	59	80,0	81,3	98	94,3	57,8
21	52,2	149,2	60	80,5	80,5	99	94,6	57,4
22	53,4	145,7	61	81,0	79,6	100	94,9	57,0
23	54,6	142,4	62	81,4	78,8	101	95,2	56,6
24	55,7	139,2	63	81,8	77,9	102	95,5	56,2
25	56,7	136,2	64	82,3	77,1	103	95,8	55,8
26	57,8	133,3	65	82,7	76,3	104	96,1	55,4
27	58,8	130,6	66	83,1	75,5	105	96,4	55,1
28	59,7	128,0	67	83,5	74,8	106	96,7	54,7
29	60,6	125,5	68	83,9	74,0	107	97,0	54,4
30	61,5	123,1	69	84,3	73,3	108	97,2	54,0
31	62,4	120,8	70	84,7	72,6	109	97,5	53,7
32	63,3	118,6	71	85,1	71,9	110	97,8	53,3
33	64,1	116,5	72	85,5	71,2	111	98,1	53,0
34	64,9	114,5	73	85,9	70,6	112	98,3	52,7
35	65,6	112,5	74	86,2	69,9	113	98,6	52,4
36	66,4	110,7	75	86,6	69,3	114	98,9	52,0
37	67,1	108,9	76	87,0	68,7	115	99,1	51,7
38	67,9	107,2	77	87,4	68,1	116	99,4	51,4
39	68,6	105,5	78	87,7	67,5	117	99,7	51,1
40	69,3	103,9	79	88,1	66,9	118	99,9	50,8
41	69,9	102,3	80	88,4	66,3	119	100,2	50,5
42	70,6	100,8	81	88,8	65,8	120	100,5	50,2
43	71,2	99,4	82	89,1	65,2	240	123,3	30,8
44	71,9	98,0	83	89,5	64,7	480	149,0	18,6
45	72,5	96,6	84	89,8	64,2	840	172,0	12,3
46	73,1	95,3	85	90,2	63,7	1440	195,8	8,2
47	73,7	94,0	86	90,5	63,1			

POSTO CAMPO ERÊ - EMPASC ISOZONA D

TR – 50 ANOS

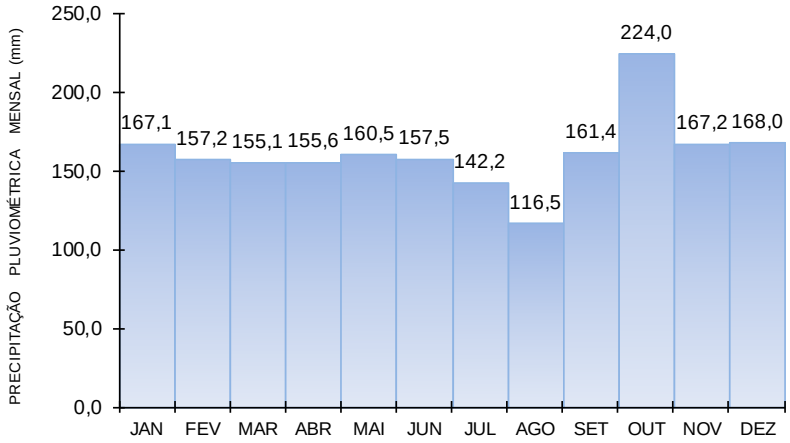
Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	24,2	242,4	48	81,2	101,5	87	99,6	68,7
10	37,2	223,3	49	81,9	100,2	88	99,9	68,1
11	39,7	216,6	50	82,5	99,0	89	100,3	67,6
12	42,0	210,0	51	83,1	97,7	90	100,7	67,1
13	44,1	203,7	52	83,6	96,5	91	101,0	66,6
14	46,1	197,7	53	84,2	95,3	92	101,4	66,1
15	48,0	192,0	54	84,8	94,2	93	101,7	65,6
16	49,7	186,5	55	85,3	93,1	94	102,1	65,2
17	51,4	181,4	56	85,9	92,0	95	102,4	64,7
18	53,0	176,6	57	86,4	91,0	96	102,8	64,2
19	54,5	172,0	58	87,0	90,0	97	103,1	63,8
20	55,9	167,7	59	87,5	89,0	98	103,4	63,3
21	57,3	163,6	60	88,1	88,1	99	103,8	62,9
22	58,6	159,7	61	88,6	87,1	100	104,1	62,5
23	59,8	156,0	62	89,0	86,2	101	104,4	62,0
24	61,0	152,5	63	89,5	85,3	102	104,8	61,6
25	62,2	149,2	64	90,0	84,4	103	105,1	61,2
26	63,3	146,0	65	90,5	83,5	104	105,4	60,8
27	64,4	143,0	66	90,9	82,7	105	105,7	60,4
28	65,4	140,1	67	91,4	81,8	106	106,0	60,0
29	66,4	137,4	68	91,8	81,0	107	106,4	59,6
30	67,4	134,8	69	92,3	80,2	108	106,7	59,3
31	68,3	132,3	70	92,7	79,5	109	107,0	58,9
32	69,3	129,8	71	93,2	78,7	110	107,3	58,5
33	70,1	127,5	72	93,6	78,0	111	107,6	58,2
34	71,0	125,3	73	94,0	77,3	112	107,9	57,8
35	71,9	123,2	74	94,4	76,6	113	108,2	57,5
36	72,7	121,1	75	94,9	75,9	114	108,5	57,1
37	73,5	119,2	76	95,3	75,2	115	108,8	56,8
38	74,3	117,3	77	95,7	74,6	116	109,1	56,4
39	75,0	115,5	78	96,1	73,9	117	109,4	56,1
40	75,8	113,7	79	96,5	73,3	118	109,7	55,8
41	76,5	112,0	80	96,9	72,7	119	110,0	55,4
42	77,2	110,3	81	97,3	72,1	120	110,3	55,1
43	77,9	108,8	82	97,7	71,5	240	135,7	33,9
44	78,6	107,2	83	98,1	70,9	480	164,3	20,5
45	79,3	105,7	84	98,4	70,3	840	189,8	13,6
46	80,0	104,3	85	98,8	69,8	1440	216,4	9,0
47	80,6	102,9	86	99,2	69,2			

POSTO CAMPO ERÊ - EMPASC ISOZONA D
TR – 100 ANOS

Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Tempo (min)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)
6	23,7	236,8	48	87,8	109,7	87	108,1	74,6
10	38,3	229,6	49	88,5	108,3	88	108,5	74,0
11	41,1	224,1	50	89,1	107,0	89	108,9	73,4
12	43,7	218,3	51	89,8	105,7	90	109,3	72,9
13	46,1	212,6	52	90,5	104,4	91	109,7	72,3
14	48,3	207,0	53	91,1	103,2	92	110,1	71,8
15	50,4	201,5	54	91,8	102,0	93	110,5	71,3
16	52,4	196,3	55	92,4	100,8	94	110,9	70,8
17	54,2	191,4	56	93,0	99,6	95	111,2	70,3
18	56,0	186,6	57	93,6	98,5	96	111,6	69,8
19	57,7	182,1	58	94,2	97,5	97	112,0	69,3
20	59,3	177,8	59	94,8	96,4	98	112,4	68,8
21	60,8	173,7	60	95,4	95,4	99	112,7	68,3
22	62,3	169,8	61	96,0	94,4	100	113,1	67,9
23	63,7	166,1	62	96,5	93,4	101	113,5	67,4
24	65,0	162,5	63	97,0	92,4	102	113,8	67,0
25	66,3	159,2	64	97,6	91,5	103	114,2	66,5
26	67,6	155,9	65	98,1	90,5	104	114,5	66,1
27	68,8	152,9	66	98,6	89,6	105	114,9	65,7
28	70,0	149,9	67	99,1	88,7	106	115,3	65,2
29	71,1	147,1	68	99,6	87,9	107	115,6	64,8
30	72,2	144,4	69	100,1	87,0	108	115,9	64,4
31	73,3	141,8	70	100,6	86,2	109	116,3	64,0
32	74,3	139,3	71	101,0	85,4	110	116,6	63,6
33	75,3	136,9	72	101,5	84,6	111	117,0	63,2
34	76,3	134,6	73	102,0	83,8	112	117,3	62,8
35	77,2	132,4	74	102,5	83,1	113	117,6	62,5
36	78,2	130,3	75	102,9	82,3	114	118,0	62,1
37	79,1	128,2	76	103,4	81,6	115	118,3	61,7
38	79,9	126,2	77	103,8	80,9	116	118,6	61,3
39	80,8	124,3	78	104,3	80,2	117	118,9	61,0
40	81,6	122,5	79	104,7	79,5	118	119,3	60,6
41	82,5	120,7	80	105,2	78,9	119	119,6	60,3
42	83,3	119,0	81	105,6	78,2	120	119,9	59,9
43	84,1	117,3	82	106,0	77,6	240	147,9	37,0
44	84,8	115,7	83	106,4	76,9	480	179,5	22,4
45	85,6	114,1	84	106,9	76,3	840	207,6	14,8
46	86,3	112,6	85	107,3	75,7	1440	236,8	9,9
47	87,0	111,1	86	107,7	75,1			

PERÍODO DE OBSERVAÇÃO : 1969 à 2013

MÉDIA ANUAL: 1.932 mm
MÉDIA MENSAL: 161 mm



MÉDIA ANUAL: 112 dias
MÉDIA MENSAL: 9 dias

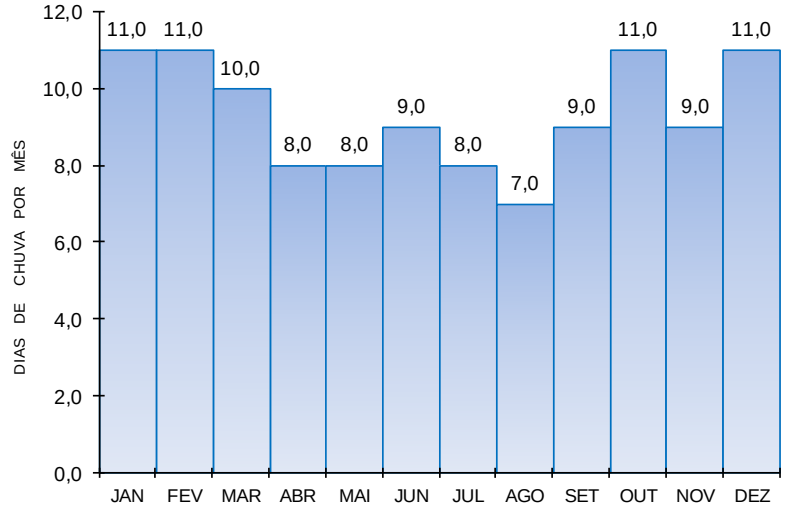


Fig .1

NORMAIS MENSAIS	POSTO : CAMPO ERÊ-EMPASC-SC

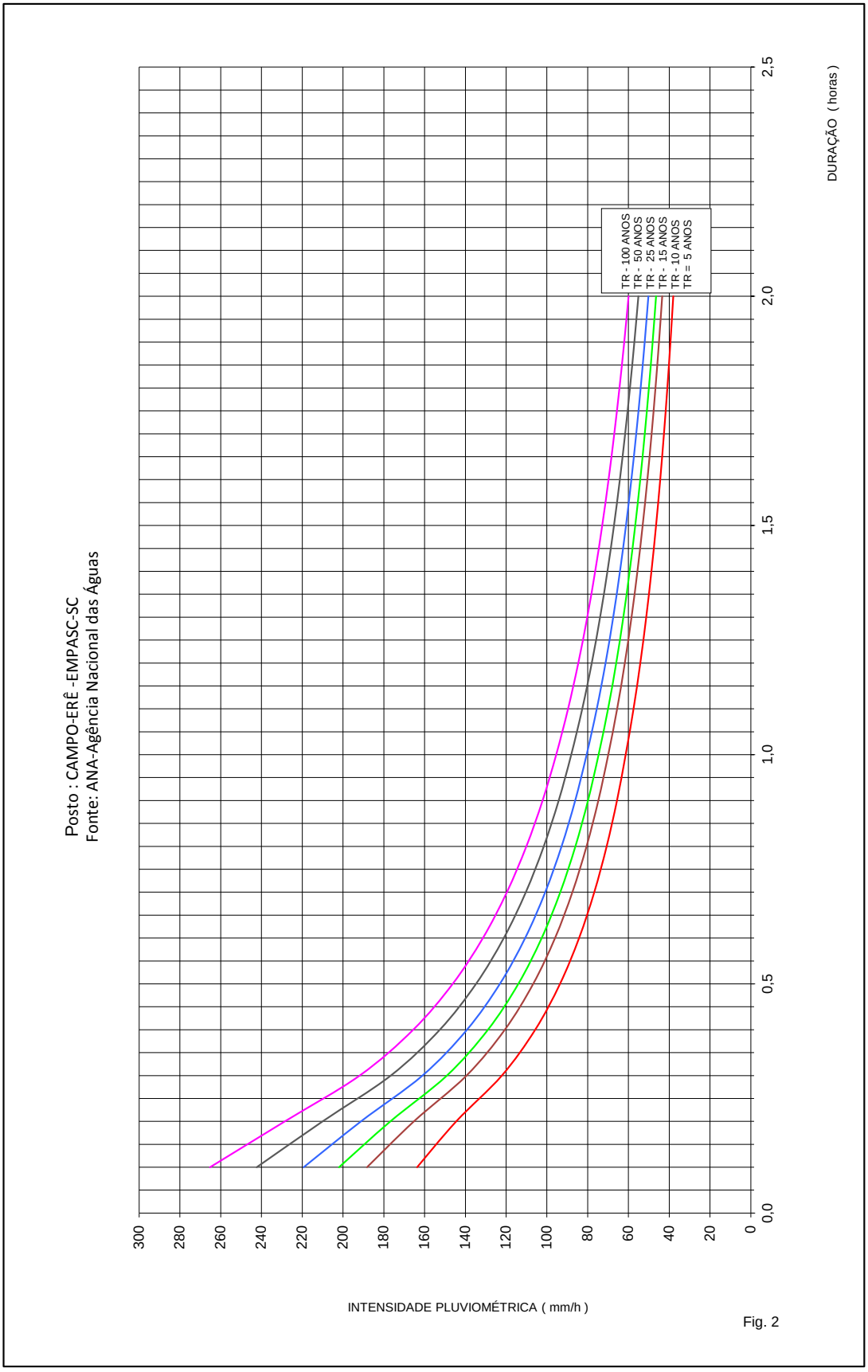

Posto : CAMPO-ERÊ -EMPASC-SC
Fonte: ANA-Agência Nacional das Águas
TR - 100 ANOS
TR - 50 ANOS
TR - 25 ANOS
TR - 15 ANOS
TR - 10 ANOS
TR = 5 ANOS
DURAÇÃO (horas)
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)

Fig. 2

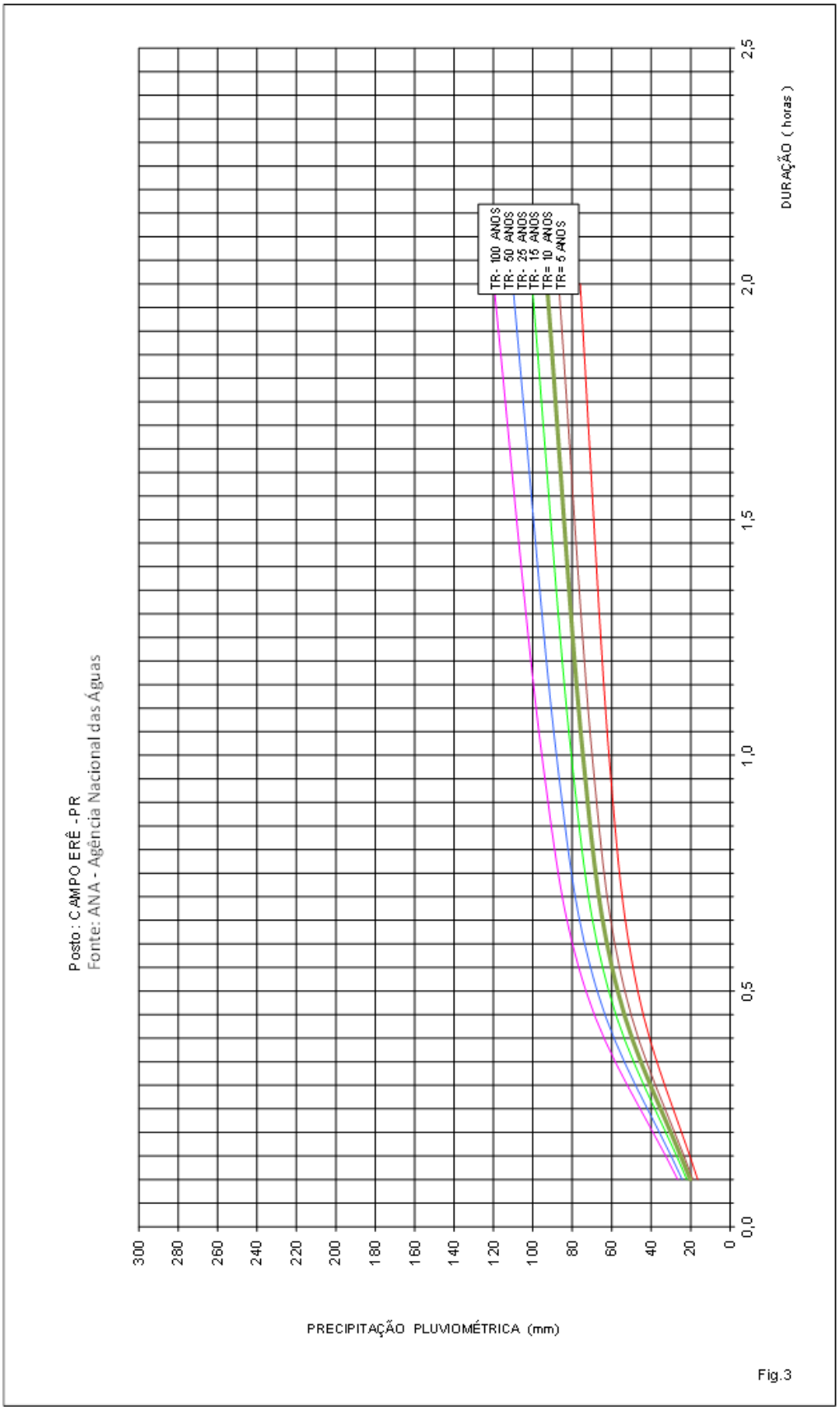

Posto : CAMPO ERÊ - PR
Fonte: ANA - Agência Nacional das Águas
TR= 100 ANOS
TR= 50 ANOS
TR= 25 ANOS
TR= 15 ANOS
TR= 10 ANOS
TR= 5 ANOS
DURAÇÃO (horas)
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)

Fig.3

2.4.7.6 Fluviometria

Somente após a avaliação das possíveis intervenções nos cursos d'água existentes e respectivos levantamentos das seções será possível determinar a máxima cheia de projeto para a travessia dos cursos d'água a partir de estudos hidrológicos e hidraúlicos detalhados e específicos.

2.4.7.6.1 Estudo de Chuvas Intensas

Em relação estudo das chuvas intensas, foram adotadas as equações das curvas de intensidade de chuva para o município de MARINGÁ e CAMPO ERÊ-EMPASC apresentadas a seguir.

Para determinação das chuvas intensas, utilizou-se o método estatístico de Ven Te Chow-Gumbel, que considera as precipitações máximas diárias anuais para cada tempo de recorrência.

LOTE 01		
SEGMENTO	**POSTO PLUVIOMÉTRICO**	**EQUAÇÃO**
PANORAMA/MARINGÁ	CAIUÁ-SP	$i_m = \frac{1999,9 \times T^{0,146}}{(t+23,9)^{0,856}}$
MARINGÁ/CASCAVEL	MARINGÁ-SC	$i_m = \frac{1367,7 \times T^{0,174}}{(t+15,8)^{0,840}}$
CASCAVEL/CHAPECÓ	CAMPO-ERÊ – EMPASC-SC	$i_m = \frac{879,4 \times T^{0,152}}{(t+9,0)^{0,732}}$

Onde:
i_m = intensidade máxima média de precipitação, em mm/h;
T = período de retorno, em anos;
t = duração da precipitação, em minutos.

As chuvas intensas foram calculadas para os tempos de recorrência, preconizados pelas especificações da Valec.

- ✓ TR = 10 anos, para a drenagem superficial;
- ✓ TR = 15 anos, para a bueiros de greide;
- ✓ TR = 25/50 anos, para os bueiros de talvegues (TR=25 escoamento livre e TR=50 anos afogamento e sobre elevação de até 1,0 m);
- ✓ TR= 100 anos, para pontes.

2.4.7.1.2 Tempo de Concentração

O calcúlo do tempo de concentração seguirá a expressão estabelecida no boletim *Califórnia Culvert Practice*, publicado em 1942, pelo *California Highway and Public Works*:

$Tc = 0,95 (L^3 / H)^{0,385}$

Tc = tempo de concentração, em horas;
L = comprimento do talvegue, em quilômetros;
H = desnível de talvegue principal, em metros .

Para obras de drenagem superficial, envolvendo bacias de reduzidas dimensões, o tempo de concentração mínimo adotado é de 0,10 h (6 minutos).

2.4.7.1.3 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Para a determinação do coeficiente, serão levadas em consideração as características físicas da bacia, declividade e recobrimento vegetal, forma e dimensões dos talvegues, porosidade e permeabilidade dos solos e utilização pretendida para as área de montante.

A determinação das condições físicas de permeabilidade dos solos e das características da cobertura vegetal, necessárias para o estabelecimento dos coeficientes de escoamento superficial, é feita a partir da análise da bibliografia e cartografia técnica disponível.

Foram utilizados os valores estabelecidos na obra *Handbook of Applied Hydrology*, *Ven te Chow, editada por McGraw-Hill Book Company.*

Tipo de Área de Drenagem	Coeficiente
Áreas não Urbanizadas	
Solo arenoso, declividade média inferior a 2 %	0,05 – 0,10
Solo arenoso, declividade média entre 2 e 7 %	0,10 – 0,15
Solo arenoso, declividade média superior a 7 %	0,15 – 0,20
Solo argiloso, declividade média inferior a 2 %	0,13 – 0,17
Solo argiloso, declividade média entre 2 e 7 %	0,18 – 0,22
Solo argiloso, declividade média superior a 7 %	0,25 – 0,35
Áreas Comerciais	
Áreas centrais	0,70 – 0,95
Áreas periféricas	0,50 – 0,70
Áreas Residenciais	
Áreas comuns	0,30 – 0,50
Múltiplas unidades, separadas	0,40 – 0,60
Múltiplas unidades, agrupadas	0,60 – 0,75
Áreas suburbanas	0,25 – 0,40
Área de concentração de edifício	0,50 – 0,70
Áreas Industriais	
Área com pouca ocupação	0,50 – 0,80
Área de grande ocupação	0,60 – 0,90
Ruas	
Revestimento asfáltico	0,70 – 0,95
Revestimento de cimento	0,70 – 0,95
Revestimento primário	0,70 – 0,85
Parques e Cemitérios	0,10 – 0,25
Pátio de Diversão (“Playgrounds”)	0,20 – 0,35
Telhado	0,75 – 0,90
Ferrovia	0,20 – 0,35

2.4.7.1.4 NÚMERO DA CURVA REPRESENTATIVA DO COMPLEXO SOLO/VEGETAÇÃO/UTILIZAÇÃO DA ÁREA

Conforme já citado anteriormente para a determinação do CN, são levadas em consideração as características físicas da bacia, declividade e recobrimento vegetal, forma e dimensões dos talvegues, porosidade e permeabilidade dos solos e utilização pretendida para a área de montante.

Os valores das curvas “CN” foram obtidos através das tabelas apresentadas pela obra *Desing of Small Dams, Bureau of Reclamation do United States Soil Conservation.*

VALORES DO NÚMERO DE DEFLÚVIO "CN"

UTILIZAÇÃO DA TERRA	CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE	TIPO DE SOLO			
		A	B	C	D
Terrenos cultivados	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	73	79	82
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceamento em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou campos cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceamento em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	26	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras Estradas de terra	Normais	59	74	82	86
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas,baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76
Superfícies impermeáveis	Áreas urbanizadas	100	100	100	100

O solo tipo "A" é o mais baixo potencial de deflúvio. Terrenos muito permeáveis, com pouco silte e argila.

O solo tipo " B " tem uma capacidade de infiltração acima da média após o completo umedecimento. Inclui solos arenosos.

O solo tipo "C" tem uma capacidade de infiltração abaixo da média, após a pré -saturação. Contém porcentagem considerável de argila e colóide.

O solo tipo "D" é de mais alto potencial de deflúvio. Terrenos quase impermeável junto à superfície. Argiloso.

2.4.7.1.5 METODOLOGIA DE CÁLCULO DAS VAZÕES

A determinação das vazões de projeto será realizada de forma separada com metodologia diferenciada em função do valor da área de contribuição:

Àreas das bacias	Metodologia
Bacias até 1,0 km^2	Racional
Bacias entre 1,0 km^2 e 10,0 km^2	Racional acrescido de coeficiente de retardo
Bacias entre 10,0 km^2 e 20,0 km^2	Hidrograma Triangular Sintético
Bacias acima de 20,0 km^2	Hidrograma Unitário Triangular

a) Método Racional

O método racional é definido pela seguinte expressão:

$$Q = 0{,}278 \times C \times I \times A$$

Sendo:
Q = Vazão máxima provável, em m³/s;
C = Coeficiente de deflúvio;
I = Intensidade de precipitação, em mm/h;
A = Área da bacia, em km²;

b) Método Racional com Coeficiente de Retardo

O método racional corrigido pelo coeficiente de retardo é definido pelas seguintes expressões:

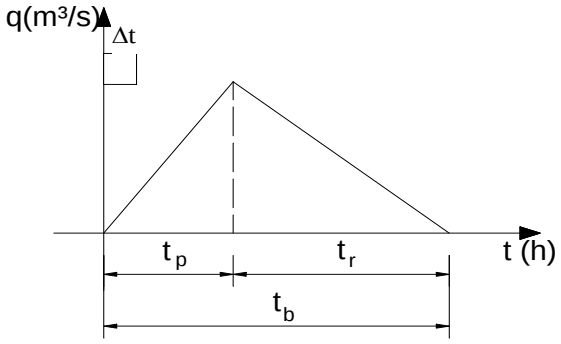
$$Q = 0{,}278 \times C \times I \times A \times n$$

Sendo:
Q = Vazão máxima provável, em m³/s;
C = Coeficiente de deflúvio;
I = Intensidade de precipitação, em mm/h;
A = Área da bacia, em km²;
n = Coeficiente de distribuição.

O coeficiente de retardo é definido pela seguinte equação: $n = A^{-0,1}$

c) Método do Hidrograma Sintético Triangular (U.S. Soil Conservation Service)

Esté metodo foi desenvolvido pelo Engenheiro Victor Mockus, em 1952, com a finalidade de se obter um hidrograma sintético, baseado num hidrograma admensional.



Sendo:
q_p = vazão máxima do Hidrograma Unitário, em m^3/s;
A = área da bacia contribuinte, em km^2;
t_p = tempo de pico, em horas;
t_c = tempo de concentração, em horas.

$$q_p = \frac{2{,}08 A P_e}{t_p}$$

$t_r = 1{,}67\ t_p$ – tempo de descida, em horas;

$t_b = 2{,}67\ t_p$ – tempo base, em horas.

Pe = precipitação real obtida para a duração igual ao tempo de concentração da bacia.
$t_p = D/2 + 0{,}6\ t_c$ – tempo pico, em horas.

D = tempo de duração da chuva,(considerado igual ao tempo de concentração para bacias com áreas menores ou iguais a 10 km² e calculado pela formula $D = 2 * \sqrt{T_c}$ para bacias maiores que 20 km²) em horas.

Precipitação efetiva

A avaliação da precipitação efetiva (Pe), a partir da precipitação total (P), de acordo com o método proposto pelo *U.S. Soil Conservation Service*, é feita em função das características do solo, vegetação e utilização das áreas das bacias hidrológicas, escolhendo um número de curva (CN) que as caracterize.

A condição antecedente de saturação do solo será aquela em que os solos normalmente se encontram na estação úmida do ano.

$$Pe = \frac{(P - 5080 / CN + 50{,}80)^2}{P + 20320/CN - 203{,}2}$$

Onde:
CN = número da curva representativa do complexo solo/vegetação/utilização da área;
Pe = precipitação efetiva, em mm;
P = precipitação total, em mm.

d) Método do Hidrograma Unitário Triangular – Conformação e Composição de Hidrograma Total (U.S. Soil Conservation Service)

Multiplicando-se as ordenadas do hidrograma unitário pelos excessos de precipitação ou deflúvios em cada intervalo de tempo igual a duração unitária, obtêm-se os hidrogramas parciais, triangulares, que somados, mantendo-se as devidas defasagens, fornecem o hidrograma total de enchente.

As fórmulas utilizadas estão apresentadas a seguir:

Tempo unitário de duração da chuva - $\Delta t = tc/4$, em horas

Tempo de pico - $tp = D/2 + 0{,}6tc$, em horas

Tempo de retorno - $tr = 1{,}67\ tp$

Tempo de base - $tb = 2{,}67\ tp$

Descarga de pico unitária, referente a uma chuva efetiva (Pe) igual a 1 cm de altura, ocorrida no tempo unitário t, em $m^3/s/cm$.

$$fi = 0{,}208Ad/\ tp$$

Onde, Ad = Área da bacia contribuinte, em Km².

Precipitação efetiva obtida conforme demonstrado anteriormente.

Cálculo das Ordenadas do Hidrograma (Qi)

Para o cálculo das ordenadas do Hidrograma Unitário, procede-se da seguinte forma:

Para $t_i \leq t_p$, emprega-se a equação:

$$q_i = \frac{q_p \cdot t_i}{t_p}$$

E, para $t_i > t_p$, emprega-se a equação:

$$q_i = q_p \cdot \frac{t_b - t_i}{t_r}$$

Onde t_i = duração da precipitação.

Composição do Hidrograma de projeto (Total)

Os valores das descargas do hidrograma de projeto serão dados por:

$$Q_i = Pe_1 \cdot q_i + Pe_2 \cdot q_{i-1} + Pe_3 . q_{i-2} + . \ . \ . \ . \ . + Pe_n \cdot q_{i-(n-1)}$$

2.4.7.2 Resultados Obtidos

Os mapas de bacias nas escalas 1:50.000 e as planilhas contendo os cálculos de determinação das vazões são apresentados a seguir.

CONVENÇÕES:

- LIMITE DE BACIA
- TALVEGUE
- EIXO
- Nº — N° DA BACIA

NOTAS

VALEC

ARQUIVO TÉCNICO ____ EM __/__/__

☐ LIBERADO PARA EMISSÃO
☐ LIBERADO COM COMENTÁRIOS
☐ NÃO LIBERADO

ASSINATURA ____ EM __/__/__

ESTE DOCUMENTO É DE TOTAL E EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DO PROJETISTA,

LIBERADO P/ EXECUÇÃO DA OBRA

ASSINATURA ____ EM __/__/__

APROVAÇÃO

ASS, ____ JORGE MESQUITA – CREA/RJ– 30.958–D

DESENHOS DE REFERÊNCIA

REV.	DATA	TIPO	POR	

EMISSÕES

TIPO DE EMISSÃO			
	(A) PRELIMINAR	(D) PARA COTAÇÃO	(G) CONFORME CONSTRUÍDO
	(B) PARA LIBERAÇÃO	(E) PARA CONSTRUÇÃO	(H) CANCELADO
	(C) PARA CONHECIMENTO	(F) CONFORME COMPRADO	( )

VALEC

CONTÉCNICA® consultoria técnica

EF–151–PANORAMA/SP–CHAPECÓ/SC
FERROVIA NORTE SUL

TRECHO: Panorama/SP – Presidente Venceslau/SPMaringá/PR
Campo Mourão/PR – Cascavel/PR
Pato Branco/PR – Caibi/SC

RESPONSÁVEL	DATA
PROJ.	OUT/2014
DES.	OUT/2014
VER.	OUT/2014
APROVAÇÃO ASS.	OUT/2014

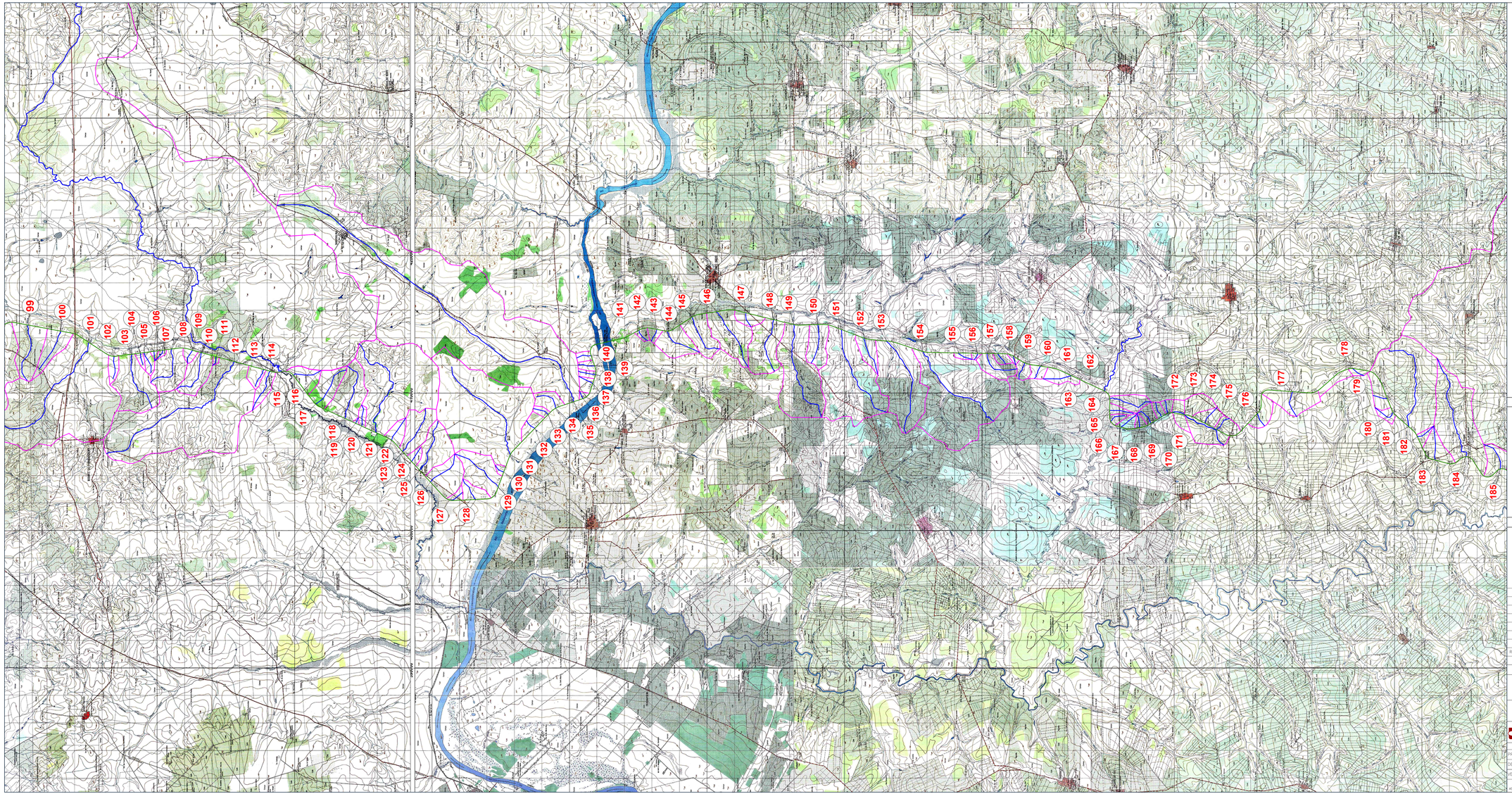
TÍTULO

ESTUDOS HIDROLÓGICOS
MAPA DE BACIA

ESCALA 1:100.000

N° VALEC

N° PROJ. 01/07



LIMITE DE BACIA

TALVEGUE

EIXO

Nº N° DA BACIA

NOTAS

DESENHOS DE REFERÊNCIA

REV.	DATA	TIPO	POR

EMISSÕES

TIPO DE EMISSÃO

(A) PRELIMINAR (B) PARA LIBERAÇÃO (C) PARA CONHECIMENTO (D) PARA COTAÇÃO (E) PARA CONSTRUÇÃO (F) CONFORME COMPRADO ( ) (G) CONFORME CONSTRUÍDO (H) CANCELADO

VALEC

CONTÉCNICA ENGENHARIA CONSULTIVA

EF-151-PANORAMA/SP-CHAPECÓ/SC
FERROVIA NORTE SUL

TRECHO: Panorama/SP - Presidente Vencesla/SPMaringá/PR
Campo Mourão/PR - Cascavel/PR
Pato Branco/PR - Celbi/SC

VALEC

ARQUIVO TÉCNICO EM

LIBERADO PARA EMISSÃO
LIBERADO COM COMENTÁRIOS
NÃO LIBERADO

ASSINATURA EM

ESTE DOCUMENTO É DE TOTAL E EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DO PROJETISTA.
LIBERADO P/ EXECUÇÃO DA OBRA

ASSINATURA EM

APROVAÇÃO

	RESPONSÁVEL	DATA
PROJ.		OUT/2014
DES.		OUT/2014
VER.		OUT/2014
APROVAÇÃO		OUT/2014
ASS.		

TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS
MAPA DE BACIA

ESCALA 1:100.000

Nº VALEC

Nº PROJ. 02/07

CONVENÇÕES:

LIMITE DE BACIA

TALVEGUE

EIXO

N° DA BACIA

NOTAS	VALEC
	ARQUIVO TÉCNICO ____ EM / /
	☐ LIBERADO PARA EMISSÃO ☐ LIBERADO COM COMENTÁRIOS ☐ NÃO LIBERADO
	ASSINATURA ____ EM / /
	ESTE DOCUMENTO É DE TOTAL E EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DO PROJETISTA,
	LIBERADO P/ EXECUÇÃO DA OBRA
	ASSINATURA ____ EM / /
	APROVAÇÃO ASS, ____ JORGE MESQUITA – CREA/RJ– 30.958–D

DESENHOS DE REFERÊNCIA

REV.	DATA	TIPO	POR	

EMISSÕES

TIPO DE EMISSÃO			
	(A) PRELIMINAR	(D) PARA COTAÇÃO	(G) CONFORME CONSTRUÍDO
	(B) PARA LIBERAÇÃO	(E) PARA CONSTRUÇÃO	(H) CANCELADO
	(C) PARA CONHECIMENTO	(F) CONFORME COMPRADO	( )

VALEC

CONTÉCNICA®
consultoria técnica

EF–151–PANORAMA/SP–CHAPECÓ/SC
FERROVIA NORTE SUL
TRECHO: Panorama/SP – Presidente Venceslau/SPMaringá/PR
Campo Mourão/PR – Cascavel/PR
Pato Branco/PR – Caibi/SC

RESPONSÁVEL	DATA
PROJ. ____	OUT/2014
DES. ____	OUT/2014
VER. ____	OUT/2014
APROVAÇÃO ASS. ____	OUT/2014

TÍTULO
ESTUDOS HIDROLÓGICOS
MAPA DE BACIA

ESCALA
1:100.000

N° VALEC

N° PROJ. 03/07

LIMITE DE BACIA
TALVEGUE
EIXO

Nº — Nº DA BACIA

NOTAS

VALEC	
ARQUIVO TÉCNICO	EM / /
☐ LIBERADO PARA EMISSÃO ☐ LIBERADO COM COMENTÁRIOS ☐ NÃO LIBERADO	
ASSINATURA	EM / /
ESTE DOCUMENTO É DE TOTAL E EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DO PROJETISTA,	
LIBERADO P/ EXECUÇÃO DA OBRA	
ASSINATURA	EM / /
APROVAÇÃO ASS, JORGE MESQUITA – CREA/RJ– 30.958–D	

DESENHOS DE REFERÊNCIA

REV.	DATA	TIPO	POR	

EMISSÕES

TIPO DE EMISSÃO			
	(A) PRELIMINAR	(D) PARA COTAÇÃO	(G) CONFORME CONSTRUÍDO
	(B) PARA LIBERAÇÃO	(E) PARA CONSTRUÇÃO	(H) CANCELADO
	(C) PARA CONHECIMENTO	(F) CONFORME COMPRADO	( )

VALEC

CONTÉCNICA®
consultoria técnica

EF–151–PANORAMA/SP–CHAPECÓ/SC
FERROVIA NORTE SUL
TRECHO: Panorama/SP – Presidente Venceslau/SPMaringá/PR
Campo Mourão/PR – Cascavel/PR
Pato Branco/PR – Caibi/SC

RESPONSÁVEL	DATA
PROJ.	OUT/2014
DES.	OUT/2014
VER.	OUT/2014
APROVAÇÃO ASS.	OUT/2014

TÍTULO
ESTUDOS HIDROLÓGICOS
MAPA DE BACIA

ESCALA	Nº VALEC
1:100.000	Nº PROJ. 04/07

CONVENÇÕES:

LIMITE DE BACIA

TALVEGUE

EIXO

N° DA BACIA

NOTAS

VALEC

ARQUIVO TÉCNICO ______ EM __/__/__

☐ LIBERADO PARA EMISSÃO
☐ LIBERADO COM COMENTÁRIOS
☐ NÃO LIBERADO

ASSINATURA ______ EM __/__/__

ESTE DOCUMENTO É DE TOTAL E EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DO PROJETISTA,

LIBERADO P/ EXECUÇÃO DA OBRA

ASSINATURA ______ EM __/__/__

APROVAÇÃO

ASS, JORGE MESQUITA – CREA/RJ– 30.958-D

DESENHOS DE REFERÊNCIA

REV.	DATA	TIPO	POR	

EMISSÕES

TIPO DE EMISSÃO			
	(A) PRELIMINAR	(D) PARA COTAÇÃO	(G) CONFORME CONSTRUÍDO
	(B) PARA LIBERAÇÃO	(E) PARA CONSTRUÇÃO	(H) CANCELADO
	(C) PARA CONHECIMENTO	(F) CONFORME COMPRADO ( )	

VALEC

CONTÉCNICA® consultoria técnica

EF–151–PANORAMA/SP–CHAPECÓ/SC
FERROVIA NORTE SUL

TRECHO: Panorama/SP – Presidente Venceslau/SPMaringá/PR
Campo Mourão/PR – Cascavel/PR
Pato Branco/PR – Caibi/SC

RESPONSÁVEL	DATA
PROJ.	OUT/2014
DES.	OUT/2014
VER.	OUT/2014
APROVAÇÃO ASS.	OUT/2014

TÍTULO
ESTUDOS HIDROLÓGICOS
MAPA DE BACIA

ESCALA 1:100.000

N° VALEC

N° PROJ. 05/07

NOTAS	VALEC
	ARQUIVO TÉCNICO ___ EM __/__/__
	☐ LIBERADO PARA EMISSÃO ☐ LIBERADO COM COMENTÁRIOS ☐ NÃO LIBERADO
	ASSINATURA ___ EM __/__/__
	ESTE DOCUMENTO É DE TOTAL E EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DO PROJETISTA,
	LIBERADO P/ EXECUÇÃO DA OBRA
	ASSINATURA ___ EM __/__/__
	APROVAÇÃO ASS, ___ JORGE MESQUITA – CREA/RJ– 30.958-D

DESENHOS DE REFERÊNCIA

REV.	DATA	TIPO	POR	

EMISSÕES

TIPO DE EMISSÃO

(A) PRELIMINAR
(B) PARA LIBERAÇÃO
(C) PARA CONHECIMENTO
(D) PARA COTAÇÃO
(E) PARA CONSTRUÇÃO
(F) CONFORME COMPRADO
(G) CONFORME CONSTRUÍDO
(H) CANCELADO
( )

VALEC

CONTÉCNICA® consultoria técnica

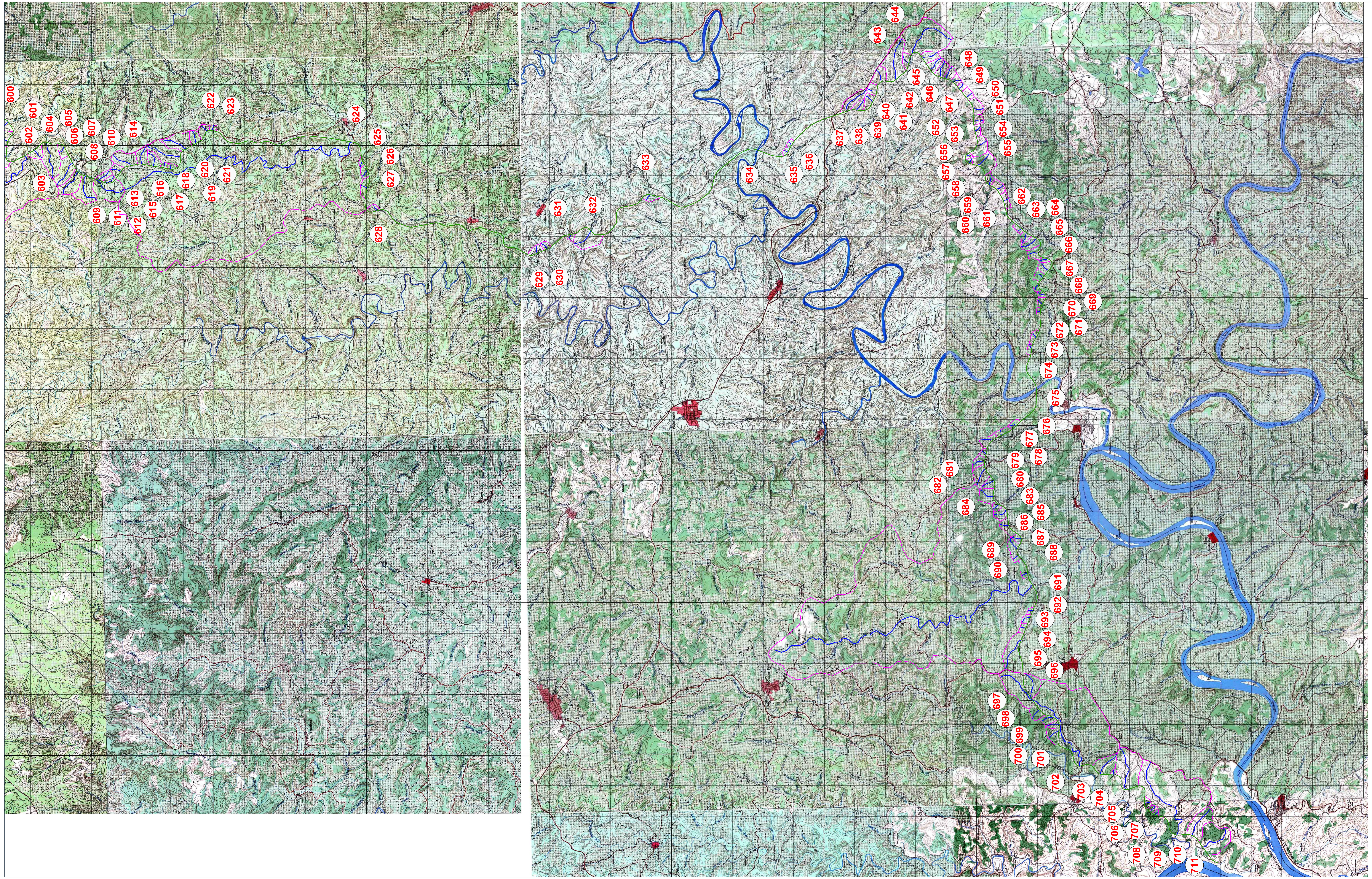
EF–151–PANORAMA/SP–CHAPECÓ/SC
FERROVIA NORTE SUL

TRECHO: Panorama/SP – Presidente Venceslau/SPMaringá/PR
Campo Mourão/PR – Cascavel/PR
Pato Branco/PR – Caibi/SC

RESPONSÁVEL	DATA
PROJ. ___	OUT/2014
DES. ___	OUT/2014
VER. ___	OUT/2014
APROVAÇÃO ASS. ___	OUT/2014

TÍTULO
ESTUDOS HIDROLÓGICOS
MAPA DE BACIA

ESCALA	Nº VALEC	
1:100.000	Nº PROJ.	06/07



CONVENÇÕES:

- LIMITE DE BACIA
- TALVEGUE
- EIXO
- Nº — N° DA BACIA

NOTAS

VALEC

ARQUIVO TÉCNICO EM / /

- [ ] LIBERADO PARA EMISSÃO
- [ ] LIBERADO COM COMENTÁRIOS
- [ ] NÃO LIBERADO

ASSINATURA EM / /

ESTE DOCUMENTO É DE TOTAL E EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DO PROJETISTA,

LIBERADO P/ EXECUÇÃO DA OBRA

ASSINATURA EM / /

APROVAÇÃO

ASS, JORGE MESQUITA – CREA/RJ– 30.958-D

DESENHOS DE REFERÊNCIA

REV.	DATA	TIPO	POR	

EMISSÕES

TIPO DE EMISSÃO

(A) PRELIMINAR (D) PARA COTAÇÃO (G) CONFORME CONSTRUÍDO
(B) PARA LIBERAÇÃO (E) PARA CONSTRUÇÃO (H) CANCELADO
(C) PARA CONHECIMENTO (F) CONFORME COMPRADO ( )

VALEC

CONTÉCNICA® consultoria técnica

EF–151–PANORAMA/SP–CHAPECÓ/SC
FERROVIA NORTE SUL
TRECHO: Panorama/SP – Presidente Venceslau/SPMaringá/PR
Campo Mourão/PR – Cascavel/PR
Pato Branco/PR – Caibi/SC

RESPONSÁVEL	DATA
PROJ.	OUT/2014
DES.	OUT/2014
VER.	OUT/2014
APROVAÇÃO ASS.	OUT/2014

TÍTULO
ESTUDOS HIDROLÓGICOS
MAPA DE BACIA

ESCALA 1:100.000

N° VALEC

N° PROJ. 07/07

2.4.8 PREMISSAS GERAIS PARA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

2.4.8.1 Introdução

A CONTÉCNICA Consultoria Técnica Ltda apresenta à consideração da VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias S.A., o Relatório Preliminar relativo à Elaboração dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA – da EF-151 – Trecho: Panorama/SP – Chapecó/SC – Lote 1, as Premissas Gerais para Elaboração do Orçamento.

Com base nos Estudos de Engenharia desenvolvidos foram definidas as quantidades de cada um dos itens de serviços técnicos de engenharia (terraplenagem; superestrutura, túneis, pontes e viadutos, obras-de-arte corrente, etc.) e elaboradas as composições de custos para implantação destes a partir da aplicação do SICRO 2 – DNIT e do SICFER – ANTT, possibilitando a orçamentação dos mesmos.

Para a apresentação e definição dos itens de serviços das Planilhas do Orçamento foram utilizadas como referência as Planilhas que integram o Edital de Concorrência Nº 004/2010, tendo como objeto a Contratação de Empresa para execução das Obras e Serviços de Engenharia para Implantação do subtrecho da Ferrovia Norte-Sul compreendido entre Ouro Verde/GO (km 0 + 000) e Estrela D'Oeste/SP (km 669 + 550), Lote 1, homologadas pela Superintendência de Construção da VALEC.

Além destes, para atendimento às particularidades apresentadas foram adotados parâmetros específicos, a saber:

- ✓ Planilha de Orçamento integrante do Edital de Concorrência Nº 008/2010, tendo como objeto a Contratação de Empresa para Execução das Obras e Serviços de Engenharia para Construção de Ponte sobre o rio São Francisco a ser implantada entre o km 825 + 230 e o km 828 + 130 do subtrecho da Ferrovia de Integração Oeste Leste – FIOL, com extensão de 2,8km, compreendido entre Ilhéus/BA e Barreiras/BA, homologada pela Superintendência de Construção da VALEC;
- ✓ Planilha de Orçamento integrante do VALEC - Edital 0008/2004 - Lote 01 – Ferrovia Norte Sul – Anápolis/GO - Túnel 02, EF-151.

Todos os viadutos rodoviários (passagens rodoviárias, superiores à linha férrea) foram considerados com extensão de 40 m (quarenta metros) e quantitativos referenciados nas planilhas de implantação da FNS, Edital 004/2010 da VALEC citado acima.

Os custos de construção incluem os seguintes itens: terraplenagem; superestrutura, túneis, pontes e viadutos, obras-de-arte corrente; dispositivos de drenagem; meios-fios, sarjetas, obras complementares; e outros itens necessários e eventuais.

A faixa de domínio da Ferrovia EF-151 obedece ao padrão da VALEC e foi considerada nos EVTEA de 80 metros. Porém, para efeito de quantificação e compensação dos offsets de corte, foi considerada uma largura de 100 metros. Faz-se importante ressaltar que, somente na elaboração do projeto de desapropriação será possível precisar, principalmente nos locais de implantação dos pátios e desvios a delimitação das áreas a serem desapropriadas.

Pesquisa de Mercado e Homogeneização dos Valores para Determinação do Valor Unitário Básico do Terreno

Foram utilizados os dados disponíveis por municípios pela Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB e do Departamento de Economia Rural – DERAL do estado do Paraná e da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do estado de Santa Catarina – EPAGRI, por meio do Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola.

Foram adotados preços médios globais considerando a estimativa da área total de desapropriação para implantação da via.

2.4.9 METODOLOGIA

2.4.9.1 Premissas de Elaboração do Orçamento

A metodologia adotada é a constante do Manual de Custos Rodoviários – Volume 1 – Metodologia e Conceitos do DNIT, editado em 2003 e aprovado pela Diretoria Executiva do DNIT em 16 de dezembro de 2003, Relato no 21, Ata no 29/2003, da Instrução de Serviço IS DG/DNIT no 01/2004, de 26/05/04.

A elaboração do orçamento foi realizada atendendo as adequações exigidas no Manual de Custo Rodoviário através das orientações abaixo:

- ✓ Utilização do SICRO 2, referente ao mês de Maio de 2014 região Sudeste – São Paulo e região Sul conforme o estado em que se situa o lote, sendo este o dado mais atualizado disponível quando da elaboração deste orçamento.
- ✓ Utilização de informações do SICFER – ANTT, base Novembro 2012, atualizados para Maio de 2014 por meio da aplicação do índice de reajustamento de obras ferroviárias do DNIT.
- ✓ Subdivisão do Lote 1 de estudo em 6 (seis) lotes de execução de obra. Assim cada Lote de Obra terá aproximadamente 158 km.

2.4.9.2 Equipamentos

Os custos horários de equipamentos produtivos e improdutivos adotados na elaboração dos custos unitários são os constantes do SICRO 2, base Maio de 2014. Para equipamentos ferroviários e alguns não constantes do mesmo, foram adotados índices preconizados no SICRO 3, SICFER ou ainda, se necessário, os custos utilizados na obra da FIOL.

2.4.10 MÃO-DE-OBRA

Para o cálculo dos custos horários de mão-de-obra, foi utilizado o salário mínimo vigente na tabela do SICRO 2 do mês de Maio de 2014, mantendo-se os coeficientes dos padrões salariais previstos.

Retiramos, atendendo solicitação da VALEC os Adicionais sobre “mão de obra” utilizados nas composições do SICRO. 2.3.1 – ENCARGOS SOCIAIS Foi adotado o percentual adotado pelo SICRO 2, de Maio de 2014, ou seja, 96,18%.

2.4.11 MATERIAIS

2.4.11.1 Constantes do SICRO

A base de preços de materiais considerados na elaboração deste orçamento são os constantes do SICRO 2, base Maio de 2014. No caso da brita, considerando as diversas fontes comerciais existentes ao longo do traçado, optou-se por utilizar “brita comercial” para os estados de São Paulo e Paraná e pela britagem do material de 3ª. categoria oriundo da terraplenagem na implantação da via no estado de Santa Catarina, em função da alta incidência deste material neste trecho. Apresentamos uma relação com localização de fornecedores ao longo do trecho para possível fornecimento de brita e areia.

2.4.11.2 Não Constantes do SICRO

Os materiais necessários à execução dos serviços e que não tinham seus preços no SICRO 2 foram cotados na região e tiveram seus custos deflacionados pelos Índices da Fundação Getúlio Vargas - FGV para o mês de Maio de 2014. Os serviços altamente especializados e não disponibilizados no SICRO 2, foram embasados em projetos similares identificados pela consultora e tiveram seus preços unitários reajustados pela aplicação de índice setorial disponibilizado pela Fundação Getúlio Vargas – FGV e complementados com pesquisas de mercado.

2.4.12 TRANSPORTES

Foram adotadas as instruções do DNIT para o transporte dos ligantes betuminosos. Quanto a brita e areia, tendo em vista que o presente trabalho consiste num estudo de Viabilidade Econômica e que provavelmente será sub dividido em lotes de construção, o DMT médio adotado para o transporte de insumos foi de 40km.

2.4.13 LDI

O LDI adotado para o presente orçamento foi de 29,98% (vinte e nove vírgula noventa e oito por cento) atendendo a Portaria nº 1340 de 21/12/2011 do DNIT e de 15% (quinze por cento) para aquisições de produtos e transporte de materiais betuminosos.

2.4.14 CRITÉRIOS ADOTADOS PARA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS

2.4.14.1 Ocorrência de Materiais Naturais de Construção

Os materiais naturais utilizados nas construções ferroviárias são os materiais granulares como brita e areia, e os solos obtidos em áreas “de empréstimo”.

A área objeto deste estudo encontra-se inteiramente localizada sobre os domínios da Bacia Sedimentar do Paraná. São registradas rochas sedimentares que encerram as diversas formações inseridas na Bacia Bauru, encontradas na região próxima à Panorama/SP, assim como as duas formações basálticas que compõem a Bacia Serra Geral, onde se situam as cidades de Maringá/PR, Cascavel/PR e Chapecó/SC, sendo elas diferenciadas por duas fases distintas de derrames. De forma resumida, podem ser identificadas em dois grandes grupos: (i) as rochas sedimentares (Grupo Bauru) e as rochas vulcânicas (Grupo Serra Geral).

Em sequencia são apresentados possíveis fornecedores pesquisados na região de inserção dos estudos de viabilidade.

Relação de Fornecedores de Insumos					
Município		Fornecedor	Km do Traçado	Distância do Eixo	Tipo de Material
1	Panorama/SP	Apalan Stones Comercio de Areias e Pedregulhos Ltda.	km 21,5	2,42km	Areia e Brita
2	Presidente Venceslau/SP	Tratora de Areia União Ltda.	km 92,5	7,25km	Areia
		Porto de Areia Coimbra Ltda.	km 92,5	4,73km	Areia
		Bareia & Bareia	km 92,5	6,72 km	Areia
3	Maringá/PR	Deca Materiais para Construção e Areia Ltda.	km 286	7,55km	Areia e Brita
		Extração de Areia e Pedras Malassisse Ltda.	km 294,5	3,39km	Areia e Brita
		Depósito Mantovani Ltda.	km 294,5	4,40km	Areia e Brita
4	Campo Mourão/PR	Pedreira Itaipu	km 394	3,31km	Brita
5	Cascavel/PR	Pedreira Trevo	km 567,5	9,81km	Brita
		Pedreira Rio Quati	km 567,6	11,6km	Brita
6	Pato Branco/PR	Britador Dall Ross Ltda.	km 786,5	22,07km	Brita
		Britagem Basalto Ltda.	km 786,6	24,0km	Brita
7	Chapecó/SC	Areião Com. de Materiais de Contrução Ltda.	km 903,5	28,0km	Areia e Brita
		Britagem Bilhar Ltda.	km 903,5	29,0km	Brita
		Pedreira Guatambú	km 903,5	5,12km	Brita

2.4.15 PLANILHAS DE REFERÊNCIA

A seguir são apresentadas todas as planilhas utilizadas como referência para a elaboração do presente orçamento identificadas pelos respectivos Editais de licitação.