

SUMÁRIO

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ALTERNATIVA SELECIONADA.....	6. - 5
6.1 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA.....	6. - 5
6.2 CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS DO MEIO FÍSICO.....	6. - 6
6.2.1 Meteorologia e Climatologia.....	6. - 6
6.2.1.1 <i>Dados utilizados.....</i>	6. - 7
6.2.1.2 <i>Metodologia.....</i>	6. - 10
6.2.1.3 <i>Caracterização dos Sistemas Meteorológicos Atuantes na área do Empreendimento.....</i>	6. - 11
6.2.1.3.1 <i>Masas de ar atuantes no sul do Brasil</i>	6. - 11
6.2.1.3.2 <i>Sistemas atmosféricos no sul do Brasil</i>	6. - 14
6.2.1.4 <i>Caracterização Climática.....</i>	6. - 18
6.2.1.4.1 <i>Precipitação.....</i>	6. - 18
6.2.1.4.2 <i>Temperatura do ar.....</i>	6. - 21
6.2.1.4.3 <i>Umidade Relativa do Ar.....</i>	6. - 28
6.2.1.4.4 <i>Pressão Atmosférica</i>	6. - 29
6.2.1.4.5 <i>Insolação e Nebulosidade</i>	6. - 30
6.2.1.4.6 <i>Regime de Ventos.....</i>	6. - 32
6.2.1.4.7 <i>Nível Ceráunico.....</i>	6. - 35
6.2.2 Ruídos.....	6. - 39
6.2.2.1 <i>Emissão de Ruído e Requisitos Legais.....</i>	6. - 39
6.2.2.2 <i>Previsão de Atividades com Potencial Geração de Poluição Sonora.....</i>	6. - 42
6.2.2.3 <i>Comunidades Passíveis de Sofrer Influência da Poluição Sonora.....</i>	6. - 44
6.2.3 Recursos Hídricos.....	6. - 47
6.2.3.1 <i>Bacia do Rio Iguaçu.....</i>	6. - 48
6.2.3.2 <i>Bacia do Rio Uruguai.....</i>	6. - 71
6.2.3.3 <i>Bacia do Guaíba.....</i>	6. - 113
6.2.4 Estudos Geológicos / Geotécnicos.....	6. - 149
6.2.4.1 <i>Geologia.....</i>	6. - 149
6.2.4.1.1 <i>Caracterização Geotécnica dos Solos Residuais.....</i>	6. - 163
6.2.4.2 <i>Geomorfologia.....</i>	6. - 168
6.2.4.2.1 <i>Caracterização.....</i>	6. - 168
6.2.4.2.2 <i>Isodeclividades.....</i>	6. - 177
6.2.4.3 <i>Pedologia.....</i>	6. - 180
6.2.4.3.1 <i>Susceptibilidade à Erosão e Movimentos de Massa.....</i>	6. - 188
6.2.4.4 <i>Sismicidade.....</i>	6. - 195
6.2.4.4.1 <i>Ambientação Tectônica.....</i>	6. - 195
6.2.4.4.2 <i>Eventos Sísmicos.....</i>	6. - 196
6.2.4.4.3 <i>Sismicidade e a área de influência do empreendimento.....</i>	6. - 199
6.2.4.5 <i>Vulnerabilidade Geotécnica.....</i>	6. - 200
6.2.4.5.1 <i>Metodologia para elaboração do mapa de vulnerabilidade geológico-geotécnica.....</i>	6. - 200
6.2.4.5.2 <i>Risco Geotécnico da Área de Influência da LT.....</i>	6. - 207
6.2.4.6 <i>Espeleologia- Cavernas Naturais.....</i>	6. - 211
6.2.4.6.1 <i>Cavernas no entorno do empreendimento.....</i>	6. - 211
6.2.4.6.2 <i>Interferências do empreendimento nas cavernas.....</i>	6. - 214

6.2.4.6.3 Potencial de ocorrência de cavernas.....	6. - 214
6.2.4.7 <i>Recursos Minerais</i>	6. - 215

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ALTERNATIVA SELECIONADA

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ALTERNATIVA SELECIONADA

6.1 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Área de Influência Direta – AID

MEIO FÍSICO: foram considerados na AID os municípios que irão abrigar os canteiros de obras e a área no entorno de 500 m além da faixa de servidão, justificada pela abertura de novos acessos;

MEIO BIÓTICO: foi considerado como AID a área no entorno de 500 m para cada lado do eixo da LT, além da faixa de servidão;

MEIO SOCIOECONÔMICO: foram considerados como AID os municípios que irão abrigar os canteiros de obras; os municípios com sede localizada a até 2 km do traçado e vilas/comunidades cortadas pelo traçado da LT.

Área de Influência Indireta – AIi

MEIO FÍSICO: o entorno de até 5 km da faixa de servidão da LT;

MEIO BIÓTICO: o entorno de até 5 km da faixa de servidão da LT;

MEIO SOCIOECONÔMICO: todos os municípios atravessados pelo traçado da LT.

Área de Abrangência Regional – AAR

MEIO SOCIOECONÔMICO: englobará os estados a serem atendidos/beneficiados pela LT e onde os investimentos/empreendimentos demandantes possam aumentar a antropização da região. No caso deste EIA foi considerada toda a região sul.

6.2 CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS DO MEIO FÍSICO

6.2.1 Meteorologia e Climatologia

A região sul do Brasil, que compreende os Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, se destaca pela grande variabilidade climática entre suas diferentes regiões geográficas, devido à configuração do relevo e à atuação de sistemas meteorológicos distintos. A diversidade de clima resulta em distintos padrões regionais de variáveis meteorológicas como temperatura do ar, umidade relativa do ar e pressão atmosférica, com características sazonais bem definidas. Tais variáveis também estão sujeitas a uma variabilidade interanual, em relação ao padrão climático predominante. É importante considerar também que, em muitas regiões, os padrões típicos de cada estação (verão, outono, inverno, primavera) estão sendo influenciados pela ocorrência de eventos climáticos extremos, ou seja, por períodos mais prolongados de frio ou de calor, assim como por períodos úmidos ou secos mais prolongados.

Considerando a necessidade do empreendimento em obter informações detalhadas e precisas de algumas variáveis meteorológicas, para estabelecer padrões de medição em áreas que compõem sua rede de distribuição, foi realizado o presente estudo, com o objetivo de caracterizar o clima e as condições meteorológicas, segundo os seguintes parâmetros: regime de precipitação, temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, insolação, regime de

ventos, nível ceráunico e os fenômenos meteorológicos extremos. Para isto, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

a) Caracterizar os sistemas meteorológicos de mesoescala e de escala sinótica atuantes na Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento, considerando aspectos dinâmicos e termodinâmicos da atmosfera;

b) Analisar a influência das principais massas de ar atuantes na América do Sul nas condições meteorológicas da AII;

c) Analisar os valores médios das variáveis meteorológicas precipitação, temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, insolação, nebulosidade, nível ceráunico e ventos predominantes;

d) Analisar os valores máximos e mínimos (extremos) das variáveis temperatura e precipitação;

e) Analisar a relação entre as variáveis meteorológicas, acima citadas, e os sistemas meteorológicos atuantes;

f) Relacionar os sistemas meteorológicos de mesoescala e de escala sinótica, com os eventos extremos;

6.2.1.1 Dados utilizados

Para o estudo da climatologia, foram utilizados dados médios mensais de precipitação, temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, vento (direção e velocidade), insolação e nebulosidade para cinco estações meteorológicas (Figura 6.1), localizadas em regiões que compõem a Área de Influência Indireta (AII) da LT. Os dados foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As informações sobre localização (latitude/longitude) e altitude são apresentadas na Tabela 6.1.

A pressão atmosférica utilizada foi reduzida ao nível médio do mar de acordo com os parâmetros da atmosfera padrão. Esta pressão é obtida considerando a altitude da estação meteorológica em relação ao nível do mar.

A Organização Mundial de Meteorologia (OMM) recomenda, no mínimo, 30 anos de dados para fins de estudos climatológicos. Para o presente estudo, as séries históricas (exceto vento) compõem o referido período recomendado, a contar do ano de 1961 a 1990 para cálculo de médias, e de 1961 a 2011 para fins de extremos climáticos.

A série histórica dos dados de vento utilizada foi de 30 anos de dados (1980 a 2011), em três horários sinóticos (00 UTC, 12 UTC e 18 UTC), para as cinco estações meteorológicas. As falhas contidas nos dados não foram preenchidas, com isso todas as avaliações serão realizadas apenas nos casos em que há registro de vento.

As variáveis meteorológicas utilizadas no estudo são listadas a seguir:

- Precipitação;
- Temperatura do ar (média, máxima e mínima);
- Umidade relativa do ar;
- Pressão atmosférica;
- Insolação;
- Nebulosidade;
- Ventos predominantes (direção e velocidade);
- Nível Ceráunico.

Com intuito de analisar os extremos climáticos, verificaram-se os valores máximos e mínimos absolutos, das variáveis precipitação e temperatura, no período compreendido entre o ano de 1961 a 2011.

Os dados de descargas atmosféricas foram obtidas junto ao Grupo de Eletricidade Atmosférica – ELAT, pertencente ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, que detém uma rede de sensores remotos espalhados sobre uma extensa área do território brasileiro, cujo monitoramento das descargas elétricas é realizado por meio da Rede Brasileira de Detecção de Descargas Atmosféricas (BrasilDat).

Localização das estações meteorológicas

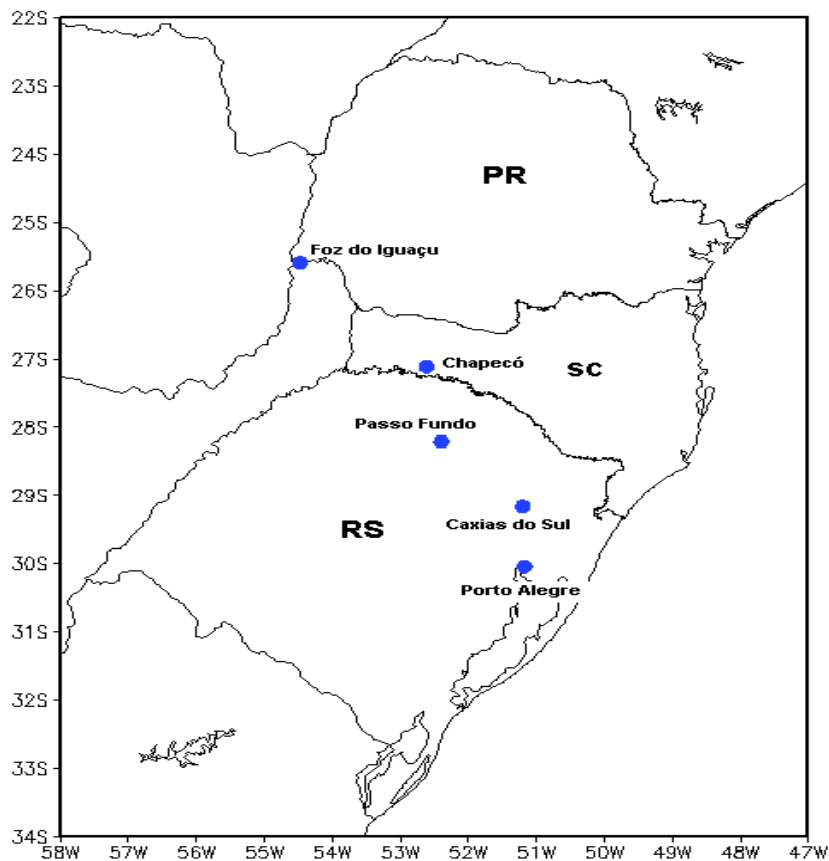


Figura 6.1-Distribuição geográfica das estações meteorológicas

TABELA 6.1-INFORMAÇÕES DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE (M)
Caxias do Sul - RS	-29,17°S	-51,20°W	759,60
Passo Fundo - RS	-28,22°S	-52,40°W	684,05
Chapecó - SC	-27,14°S	-52,62°W	679,01
Foz do Iguaçu – PR	-25,60°S	-54,48°W	231,00
Porto Alegre - RS	-30,05°S	-51,17°W	46,97

* Listadas conforme distribuição nos gráficos apresentados no estudo.

6.2.1.2 Metodologia

Para caracterização climática é realizada uma análise das séries históricas de dados diários obtidos junto às estações meteorológicas convencionais localizadas nos municípios de Porto Alegre, Caxias do Sul, Passo Fundo, Chapecó e Foz do Iguaçu Figura 6.1, referente ao período de 1961 a 1990 (30 anos, conforme recomendação da OMM). Para isto, calcularam-se os valores médios mensais das variáveis meteorológicas: temperatura, precipitação, umidade, pressão, insolação, nebulosidade e ventos.

Posteriormente, são analisados os valores extremos (máximos absolutos e mínimos absolutos) para as seguintes variáveis meteorológicas:

- Temperatura mínima absoluta;
- Temperatura máxima absoluta;
- Máximos de precipitação acumulada em 24h.

Para análise do regime de vento, foram construídos gráficos que demonstre o comportamento do vento, através do uso da Rosa dos Ventos. O gráfico da Rosa dos Ventos foi feito através do software WRPLOT VIEW.

Com intuito de relacionar o comportamento das variáveis meteorológicas com os sistemas meteorológicos atuantes no sul do Brasil, fez-se uma revisão conceitual dos sistemas de mesoescala e de escala sinótica, das massas de ar, e das associações destes com os eventos climáticos extremos, por meio de pesquisa bibliográfica.

6.2.1.3 Caracterização dos Sistemas Meteorológicos Atuantes na área do Empreendimento

6.2.1.3.1 Masas de ar atuantes no sul do Brasil

As condições climáticas de uma área ou de uma determinada região têm como principal fonte geradora as massas de ar que nela se formam ou por ela se deslocam. Os tipos de tempo que predominam ou as variações destes dependem da estrutura interna da massa de ar. Assim, surge o tempo estável, quando a massa de ar apresenta condições mais regulares de umidade e temperatura ao longo da sua estrutura, tanto na horizontal como na vertical. O tempo instável surge no seio de uma massa de ar, quando há diferenças espaciais significativas de temperatura e umidade, forçando perturbações locais, como correntes ascendentes e descendentes. Além disso, existem as áreas de contatos de massas de ar de densidades diferentes que quase sempre provocam instabilidades.

Existem outros fatores que modificam as massas de ar como a continentalidade, maritimidade, latitude, vegetação, solo e relevo. O relevo provoca modificações locais muito sensíveis nas massas de ar, pois funciona como forçante na elevação do calor e umidade, quando em condições de barlavento e, em situação de sotavento, aumenta a estabilidade com a descida do ar.

Na Área de Influência Indireta (AII) da LT as massas de ar que atuam durante o ano são:

a) Massa Equatorial Continental (mEc)

Esta massa de ar apesar de ser continental é úmida, quente e instável, devido sua fonte de origem que é a região da Amazônia Ocidental. Sua influência no sul do Brasil ocorre no verão e atinge preferencialmente os Estados do Paraná e de Santa Catarina através das instabilidades que se formam, quase sempre, no período da

tarde e se estendem para boa parte da noite, com pancadas de chuva, descargas elétricas e ocasionalmente rajadas de vento e granizo.

b) Massa Tropical Atlântica (mTa)

Origina-se no Oceano Atlântico e tem maior atuação na faixa litorânea do sul do Brasil, o ano inteiro, ocasionando muitas nuvens, por vezes, chuva, especialmente no período noturno. Sua atuação na Área de Influência Indireta (AII) é fundamental, pois os ventos que predominam no sul do Brasil, têm sua gênese no Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul, que é o centro de ação desta massa de ar.

c) Massa Polar

A massa polar pode deslocar-se sobre o Atlântico, conhecida por massa de ar Polar atlântica (mPa) e atua o ano inteiro, ou sobre o continente que é nomeado por massa de ar Polar continental (mPc) e ingressa no continente Sul-Americano, especialmente no outono e inverno, trazendo consigo as mais intensas ondas de frio verificadas na AII. Ambas possuem importância significativa na formação de diversas condições ou tipos de tempo na Área de Influência Indireta (AII). Esta massa de ar tem como centro de ação os anticiclones que migram de latitudes altas para os trópicos.

As massas de ar polares apresentam ar mais denso em relação às massas tropicais e quando avançam em direção ao sul do Brasil dão origem a sistemas frontais que se deslocam pela região.

Outra condição de tempo provocada pela atuação de massa polar é a estabilidade que favorece a formação de nevoeiros e temperaturas baixas. As temperaturas mais baixas, com menor umidade ocorrem quando, no inverno, os sistemas de alta pressão cruzam os Andes em latitudes menores e passam a atuar no sul do Brasil a partir do norte da Argentina. Nesta situação a queda de

temperatura é brusca, favorecendo a formação de geadas, amplitude térmica alta e a umidade relativa do ar fica muito baixa, na Área de Influência Indireta (AII).

d) Massa Tropical Continental (mTc)

É uma massa de ar quente e seca que tem sua origem na Depressão do Chaco. Sua atuação na Área de Influência Indireta (AII) ocorre especialmente em condições de tempo muito estável, apresentando amplitude térmica alta, umidade relativa do ar muito baixa, presença de poucas nuvens e sem registro de chuva. Sua atuação é máxima quando ocorrem bloqueios atmosféricos, onde os sistemas instáveis como as frentes ficam semi-estacionárias ao sul da latitude de 30°S.

A Figura 6.2 representa os centros de ação que atuam na América do Sul que podem ser positivos (anticiclones) ou negativos (depressões ou ciclones), e constituem as fontes geradoras das principais massas de ar.

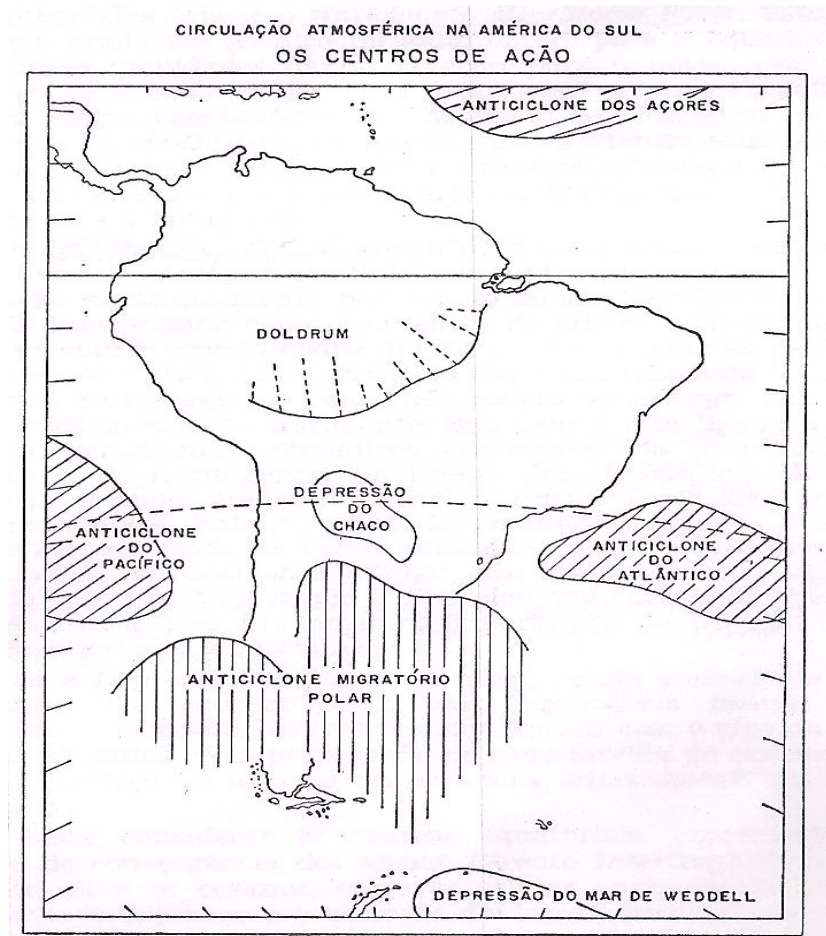


Figura 6.2-Figura esquemática representando os centros de ação da América do Sul.Fonte: Monteiro, 1962.

6.2.1.3.2 Sistemas atmosféricos no sul do Brasil

A região sul do Brasil está localizada ao sul do trópico de Capricórnio, em uma zona temperada, sendo influenciada pelo sistema de circulação perturbada de sul, constituído pelas frentes frias, principal responsável pelas chuvas, e pelo sistema de circulação de oeste, que são as linhas de instabilidade, que acarretam chuva intensa, por vezes granizo, com ventos fortes e rajadas de 60 a 90 km/h (NIMER, 1979; NERY, 2005).

A diversidade de sistemas meteorológicos atuantes na região é marcante, resultando num padrão sazonal bem definido ao longo do ano, com verões quentes

e invernos frios. A precipitação é bem distribuída, sendo que os principais sistemas meteorológicos causadores de chuva na região são as frentes frias, os sistemas convectivos de micro e mesoescala, os vórtices ciclônicos e cavados em médios e altos níveis da atmosfera, e também a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A frequência de ocorrência destes sistemas varia com as estações do ano, ou seja, de acordo com a sazonalidade.

As frentes frias são sistemas meteorológicos típicos de latitudes médias, que atuam na região sul do Brasil durante o ano inteiro, sendo o principal sistema atmosférico responsável por mudanças nas condições de tempo na região. De acordo com Justi da Silva & Silva Dias (2002, p.2) “as penetrações frontais são responsáveis pela maior parte da precipitação que ocorre no norte da Argentina, no Uruguai, no Paraguai, na Bolívia, no sul do Peru e nas regiões sul, sudeste e central do Brasil”.

Para Cavalcanti e Kousky (2003), no período 1979-2000, a maior frequência de frentes frias na região sul se concentrou nos meses de inverno, tendo como trajetória principal o litoral do Brasil e o interior do continente. Apesar de atuarem o ano inteiro na região sul do Brasil, a dinâmica das frentes frias difere conforme a estação do ano. Rodrigues (2003) realizou uma climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina, no período de 1990 a 1999, encontrando uma frequência média mensal de três a quatro frentes no estado, com um número ligeiramente maior na primavera e um intervalo médio de oito dias.

Segundo Lemos e Calbette (1996), durante o verão, as frentes frias ao ingressarem o sul do Brasil associam-se com a Baixa do Chaco, tornando-se mais intensas e frequentemente, ficam semi-estacionárias na região sudeste do Brasil, organizando e intensificando a convecção tropical e configurando a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

As ZCAS são áreas de instabilidade que se orientam, de NW para SE, caracterizada por uma banda de nebulosidade e chuvas, desde o sul do Amazonas,

passando por boa parte da região central do país (QUADRO, 1993), chegando até o Estado Paraná e norte de Santa Catarina.

Na transição entre o verão e o outono, as massas de ar frio começam a ganhar força na região sul do Brasil, e as frentes frias e sistemas de baixa pressão na região do “Chaco” se tornam mais intensos modificando o padrão atmosférico na região.

As mais intensas invasões frontais ocorrem no inverno, e trazem queda brusca nas temperaturas, sendo conhecidas como *friagens*, e descritas primeiramente por Serra e Ratisbona (1942). Marengo et al. (1997) analisaram um intenso episódio de frio ocorrido em junho 1994, quando um anticiclone frio vindo do Pacífico leste entrou na América do Sul. Passando em seguida sobre os Andes e movendo-se em direção ao Equador à leste da Cordilheira, alcançou latitudes entre 20°S e 30°S e posteriormente deslocou-se para o Atlântico Figura 6.8. As temperaturas mínimas registradas no dia 26 de junho de 1994 ficaram próximas ou abaixo de zero em boa parte do país (MARENGO et al., 1997).

O comportamento dos sistemas frontais depende da posição e intensidade dos sistemas de alta e baixa pressão em superfície, sendo essas características fundamentais para seu deslocamento (ANDRADE, 2005). Porém esse padrão atmosférico não depende apenas dos sistemas em superfície. O posicionamento e a intensidade da corrente de jato em altos níveis da atmosfera, além da trajetória, afeta também a intensidade do sistema frontal.

A corrente de jato tem papel fundamental na circulação geral da atmosfera; no verão, sua interação com os sistemas em superfície, auxilia no desenvolvimento e intensificação da atividade convectiva e por consequência no aumento da precipitação podendo originar fortes tempestades.

Outro importante sistema meteorológico, que atua em baixos níveis da atmosfera, transportando ar quente e úmido da região Amazônica para a região sul e sudeste do Brasil é o Jato de Baixos Níveis (JBN), sendo um dos principais

transportadores de calor e umidade das latitudes tropicais para as extratropicais (BRAGA, 2006).

O JBN, situado no leste do Andes, é a principal fonte de energia para manutenção dos sistemas atuantes na região sul do Brasil Figura 6.9. Quando tem seu fluxo de umidade de norte, pode ser o responsável pela manutenção dos Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM) que atuam no sul do Brasil, especialmente na primavera e verão.

Os SCM são importantes sistemas meteorológicos que frequentemente são responsáveis por chuvas fortes e inundações, acompanhadas de forte atividade elétrica, por vezes granizo e ventos fortes. São aglomerados de nuvens convectivas, ou *cumulunimbus*, que podem adquirir forma aproximadamente linear e então chamada de Linha de Instabilidade, ou forma circular que são os conhecidos Complexos Convectivos de Mesoescala - CCM (LIMA, 2004).

Em latitudes médias, a circulação atmosférica é caracterizada pelo escoamento zonal, de oeste para leste, que favorece o deslocamento e a manutenção de sistemas transientes como sistemas frontais, ciclones e anticiclones. Essa propagação é interrompida quando o estabelecimento de um anticiclone quase estacionário, localizado entre as latitudes de 60°N e 60°S, impede o deslocamento dos sistemas transientes para leste caracterizando uma situação de bloqueio atmosférico.

De acordo com Fuentes (1996) “Devido à natureza persistente, uma vez estabelecido um bloqueio, as condições de tempo associadas podem perdurar por vários dias [...]”. Monteiro (2007, p.94) relata em seu estudo que em situações de bloqueio, no Estado de Santa Catarina, são observadas condições de tempo estável com poucas nuvens, temperaturas em elevação e baixa umidade no ar.

Outros sistemas que contribuem para o aumento da precipitação são os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) e cavados invertidos, que cruzam os Andes, oriundos do Pacífico e se intensificam sobre o sul e sudeste do Brasil (CAVALCANTI, 1985).

6.2.1.4 Caracterização Climática

6.2.1.4.1 Precipitação

Na Figura 6.3 são apresentadas as médias mensais de precipitação para cinco estações meteorológicas, que são climatologicamente representativas para All. As localidades foram ordenadas conforme a altitude da estação meteorológica, iniciando por Caxias do Sul (RS), Passo Fundo (RS), Chapecó (SC), Foz do Iguaçu (PR) e Porto Alegre (RS), respectivamente.

A Tabela 6.2 mostra os totais anuais médios de precipitação para as cinco estações representativas da All. Nota-se que a maior quantidade anual de precipitação é verificada em Chapecó, seguida por Caxias do Sul, Foz do Iguaçu e Passo Fundo, sendo Porto Alegre a região menos chuvosa. Esta variação nos totais anuais reflete principalmente o comportamento dos sistemas atmosféricos produtores de chuva e o efeito do relevo como determinantes na homogeneidade da precipitação anual.

TABELA 6.2- MÉDIA ANUAL DA PRECIPITAÇÃO, EM MM, PARA O PERÍODO DE 1961 A 1990.

	Caxias do Sul	Passo Fundo	Chapecó	Foz do Iguaçu	Porto Alegre
Total Anual de Precipitação (mm)	1.915,10	1.787,80	1.953,70	1.879,50	1.347,40

No verão, representado pelos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro, percebe-se que a precipitação tem como fator preponderante a continentalidade, que favorece o processo de convecção, gerando as chuvas convectivas, popularmente conhecidas como “chuvas de verão”. Este processo recebe o reforço da Baixa do Chaco, que ativa a convecção nas áreas do Oeste do Estado de Santa Catarina e Oeste do Estado do Paraná, e isto pode ser demonstrado através da Figura 6.3, em que as localidades de Chapecó e Foz do Iguaçu, são as mais

chuvosas nos meses de janeiro e fevereiro. A mesma condição pode ser verificada para os registros de chuvas fortes, em curto espaço de tempo, com totais expressivos em 24 horas, podendo chegar a 165 mm, equivalente a derramar 165 litros por m² em apenas 24 horas, conforme o registro em Foz do Iguaçu, no mês de fevereiro (Tabela 6.3).

A localidade de Porto Alegre, situada na depressão do Vale do Jacuí, apresenta um verão mais seco, conforme apresentado na Figura 6.3 e esta se torna uma exceção durante os meses mais quentes, devido aos baixos índices pluviométricos, quando comparado com as demais regiões.

A precipitação nos meses de outono (março, abril e maio) é predominantemente frontal, sendo reforçada pela Baixa do Chaco nas áreas do interior da região sul do Brasil, e por consequência, as localidades de Chapecó e Foz do Iguaçu apresentam as maiores médias mensais de precipitação nesta época do ano, conforme demonstrado na Figura 6.3. As localidades de Caxias do Sul e Passo Fundo estão a barlavento dos sistemas produtores de chuva e em áreas de relevo mais acentuado, e com isso, têm seus volumes de chuva mais elevados em relação a Porto Alegre (Figura 6.3).

Do ponto de vista de chuvas excepcionais, em 24 horas (Tabela 6.3), no outono, os temporais ocorreram com mais intensidade, nos meses de abril e maio. Destacam-se os 240,5 mm registrados em Foz do Iguaçu no mês de maio. Salienta-se que este total diário praticamente representou o dobro da média mensal, conforme a Figura 6.3

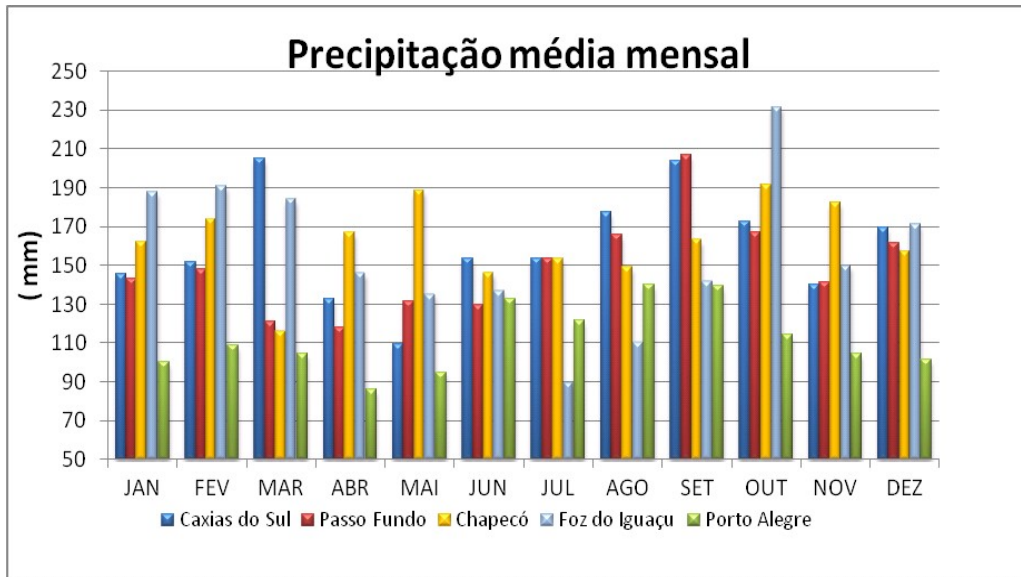


Figura 6.3-Média mensal da precipitação, em mm (milímetros), no período de 1961 a 1990.

No inverno (meses de junho, julho e agosto), a quantidade média de precipitação registrada nas estações meteorológicas é mais homogênea (Figura 6.3). Em Passo Fundo e Foz do Iguaçu, em alguns meses, chove mais que em Porto Alegre. Nos meses de julho e agosto, observa-se a menor média de precipitação para Foz do Iguaçu (Figura 6.3), e isto se deve pelo fato da Baixa do Chaco ser menos ativa nesta época do ano.

De acordo com a Tabela 6.3, em Foz do Iguaçu, nesta época do ano, os eventos de chuvas intensas não são tão expressivos. Os maiores volumes de chuvas acumuladas em 24 horas ocorreram em Caxias do Sul e Porto Alegre, no mês de junho.

Na primavera (meses de setembro, outubro e novembro) a época do ano que apresenta elevadas médias pluviométricas na Área de Influência Indireta e com a mais irregular distribuição espacial das chuvas. Em setembro chove mais intensamente na serra e planalto gaúcho, sendo estas regiões representadas pelas localidades de Passo Fundo e Caxias do Sul, e em outubro e novembro, no oeste de Santa Catarina e sudoeste do Paraná (localidades de Foz do Iguaçu e Chapecó), conforme Figura 6.3, devido às ocorrências dos Complexos Convectivos de

Mesoescala. Esta mesma condição é verificada para os eventos de chuvas fortes, onde em setembro são verificados maiores volumes, em 24 horas, em Caxias do Sul e Passo Fundo e, em outubro, em Chapecó e Foz do Iguaçu. A única exceção foi o mês de novembro que registrou maior volume em novembro (Tabela 6.3).

TABELA 6.3- PRECIPITAÇÃO MÁXIMA OBSERVADA EM 24 HORAS, EM MM, NO PERÍODO ENTRE 1961 A 2011.

PRECIPITAÇÃO MÁXIMA EM 24H - MENSAL					
	CAXIAS DO SUL	PASSO FUNDO	PORTO ALEGRE	CHAPECÓ	FOZ DO IGUAÇU
Janeiro	116,60	86,80	78,30	74,00	108,70
Fevereiro	136,70	161,10	109,50	122,60	165,20
Março	80,90	97,20	92,90	90,39	117,80
Abril	94,70	164,60	89,30	106,00	99,40
Mai	96,60	144,10	61,60	148,90	240,50
Junho	176,90	78,40	149,60	115,10	78,50
Julho	118,30	104,30	81,30	141,00	98,40
Agosto	100,20	112,00	98,80	106,00	77,40
Setembro	112,70	144,40	95,00	87,90	86,20
Outubro	105,40	103,70	79,70	117,20	176,20
Novembro	120,80	84,10	73,00	85,80	89,80
Dezembro	95,00	111,30	84,90	89,10	123,40

O Mapa de Isoietas (Tomo 6), apresenta as isoietas para o período identificado no diagnóstico como de maior precipitação.

6.2.1.4.2 Temperatura do ar

O comportamento da temperatura é influenciado por diversos fatores tais como as massas de ar, condições de umidade, nebulosidade e precipitação, que podem ser traduzidas pelo efeito da maritimidade e continentalidade. O efeito do relevo também apresenta importância significativa tendo em vista que ao forçar a

elevação do ar, a temperatura declina em torno de 0,65°C para cada 100 metros, considerando um local de umidade normal. Para locais muito úmidos o declínio é menor e, para locais mais secos, a diminuição é mais acentuada com a altitude, até chegar à proporção de 1°C para cada 100 metros. Existem outros fatores que contribuem no comportamento da temperatura, porém a influência das massas de ar e do relevo são os principais na variação da temperatura, em especial para a Área de Influência Indireta (AII).

Durante o verão, as massas de ar tropicais dominam o sul do Brasil e as temperaturas médias ficam entre 22 e 25°C, sendo os meses de janeiro e fevereiro os mais quentes, conforme a Figura 6.4.

O trimestre junho-julho-agosto, caracteriza o período de inverno no sul do Brasil. Na Área de Influência Indireta (AII), os meses mais frios do ano são junho e julho, onde há maior domínio das massas de ar frio, com média mensal na faixa dos 13°C a 15°C, conforme a Figura 6.4.

Na primavera, representada pelos meses de setembro, outubro e novembro, as massas de ar frio, perdem lentamente a intensidade, dando lugar à atuação das massas de ar tropicais. Com isso as temperaturas sobem gradualmente, e ficam na faixa dos 18°C a 22°C, em média, conforme a Figura 6.4.

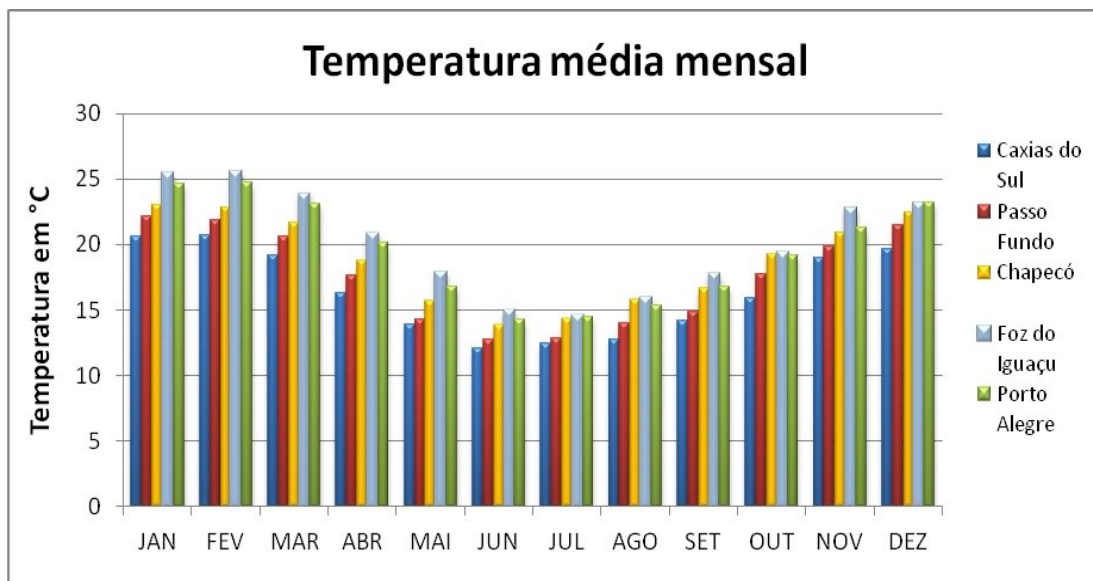


Figura 6.4- Temperatura média mensal, em °C (graus Celsius), para o período de 1961 a 1990.

As Figuras 6.5 e 6.6 apresentam as médias mensais de temperatura máxima e mínimas nas estações meteorológicas de Caxias do Sul, Passo Fundo, Chapecó, Foz do Iguaçu e Porto Alegre, sendo estas ordenadas por latitude, conforme descrito no item 6.2.1.4.2.

Os valores mais altos de temperatura máxima mensal (Figura 6.5) são observados na localidade de Foz do Iguaçu, seguido por Porto Alegre, para os meses de verão e outono. Nos meses de inverno e primavera, Chapecó é a segunda estação com maiores valores de temperatura máxima. A localidade de Caxias do Sul está em maior altitude e sofre diretamente o efeito do relevo, refletindo nos baixos valores de temperatura.

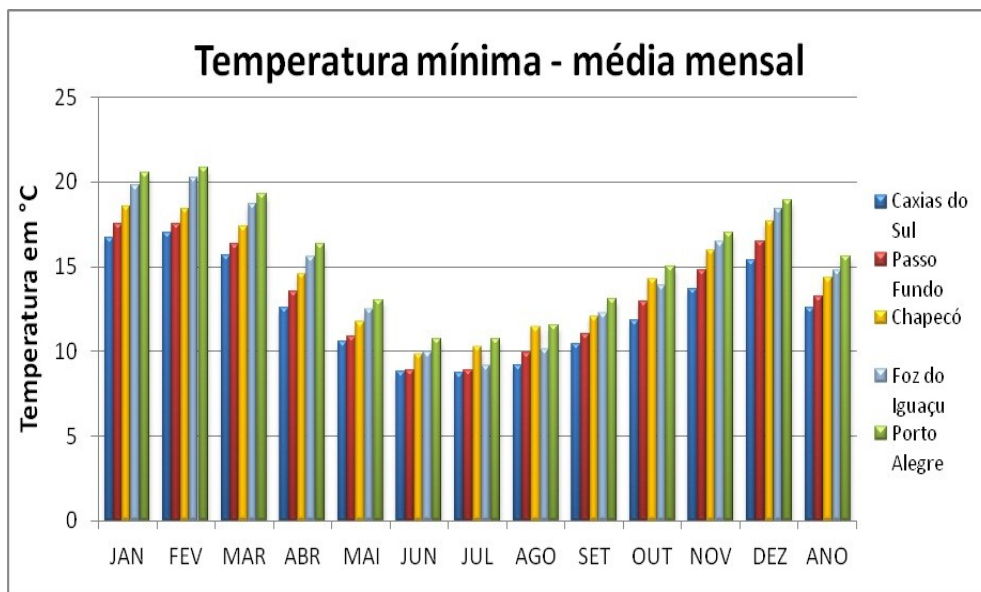


Figura 6.5- Média mensal da temperatura mínima, em °C (graus Celsius), para o período de 1961 a 1990.

A temperatura mínima mensal, apresentada na Figura 6.6, demonstra claramente o efeito da altitude e da latitude nas variações de temperatura. Percebe-se que a estação de Caxias do Sul, que está em maior altitude, tem predominantemente valores inferiores de temperatura mínima mensal em relação às demais estações. Enquanto Porto Alegre, que está em menor altitude, tem valores mais elevados de temperatura mínima (Figura 6.6).

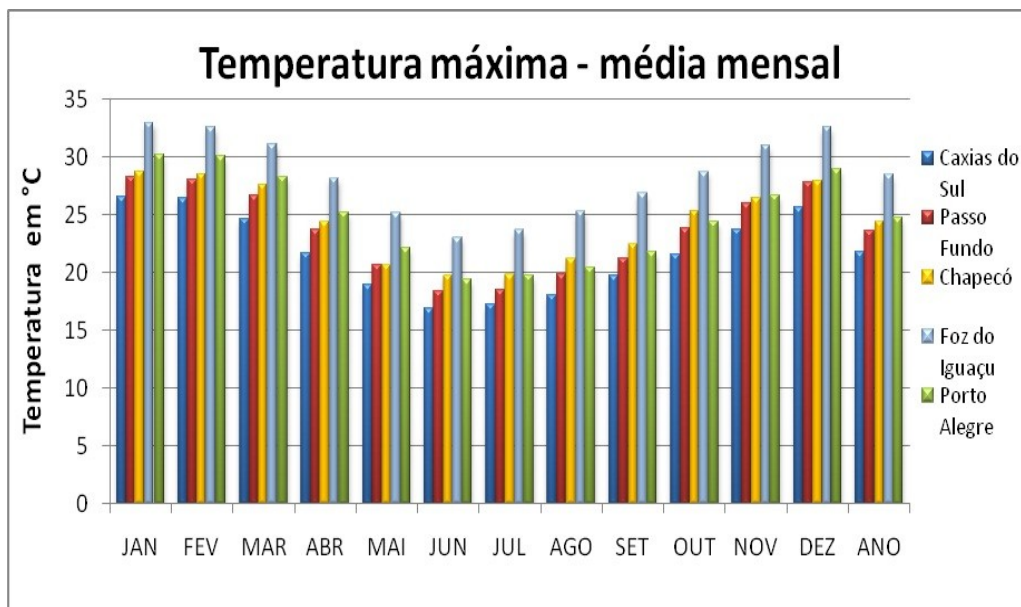


Figura 6.6- Média mensal da temperatura máxima, em °C (graus Celsius), para o período de 1961 a 1990.

a) Temperatura Máxima e Mínima Absoluta

No verão (Dez, Jan e Fev), as massas de ar tropicais tornam-se muito intensas, principalmente quando forçadas pela ocorrência de bloqueio atmosférico, e assim as temperaturas tendem a se elevar podendo registrar, nos locais de maior altitude da All, temperaturas máximas absoluta entre 34°C e 37°C (Figura 6.7), enquanto que nas menores altitudes, valores próximos a 40°C (Figura 6.7).

Excepcionalmente, há incursões de massas de ar frio, que se deslocam pelo oceano e provocam queda nas temperaturas no sul do Brasil, nestes casos para os locais com maior altitude da All, a temperatura mínima absoluta pode chegar a 6°C (Figura 6.8) e, em menores altitudes, 10°C (Figura 6.8).

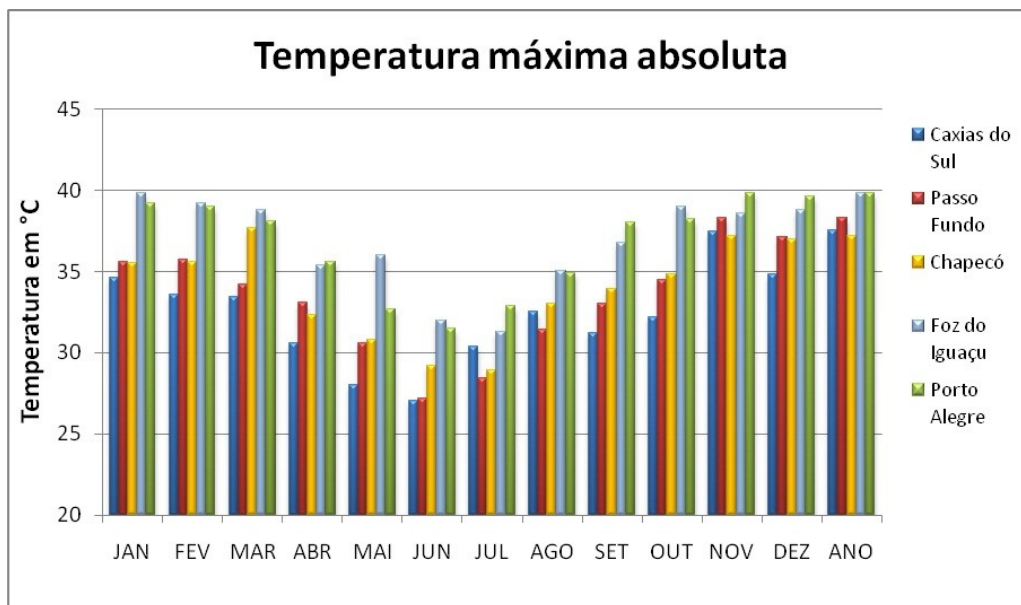


Figura 6.7- Temperatura máxima absoluta, em °C (graus Celsius).

Climatologicamente, no trimestre de outono (Mar, Abr, Mai), as massas de ar frio começam a se intensificar no sul do Brasil, em especial a partir da segunda quinzena de março, e com a aproximação dos meses de inverno, as temperaturas tendem a declinar gradativamente. Nesta época do ano, é comum a ocorrência de bloqueios atmosféricos, especialmente no mês de maio, que favorece a dias consecutivos de temperaturas mais elevadas, com mínimas superiores a 12°C e as máximas superiores a 25°C, e neste caso caracterizam-se os episódios de “veranicos”. Nesta condição, podem ser verificadas temperaturas máximas absolutas entre 28°C e 31°C, e nos locais de maior altitude e de até 36°C naqueles de menor altitude, conforme a Figura 6.7

No mês de março, na Área de Influência Indireta (AII), os recordes de temperaturas mínimas ficam na faixa de 5°C a 6°C (Figura 6.8), favorecendo a ocorrência de geada fraca nos locais de maior altitude. À medida que as massas de ar frio se intensificam as temperaturas mínimas podem ficar negativas e as ocorrências de geada passam a ser mais frequentes e com maior intensidade. Em maio, as mínimas absolutas podem chegar de 1°C a 2°C negativos nos locais de maior altitude (Figura 6.8).

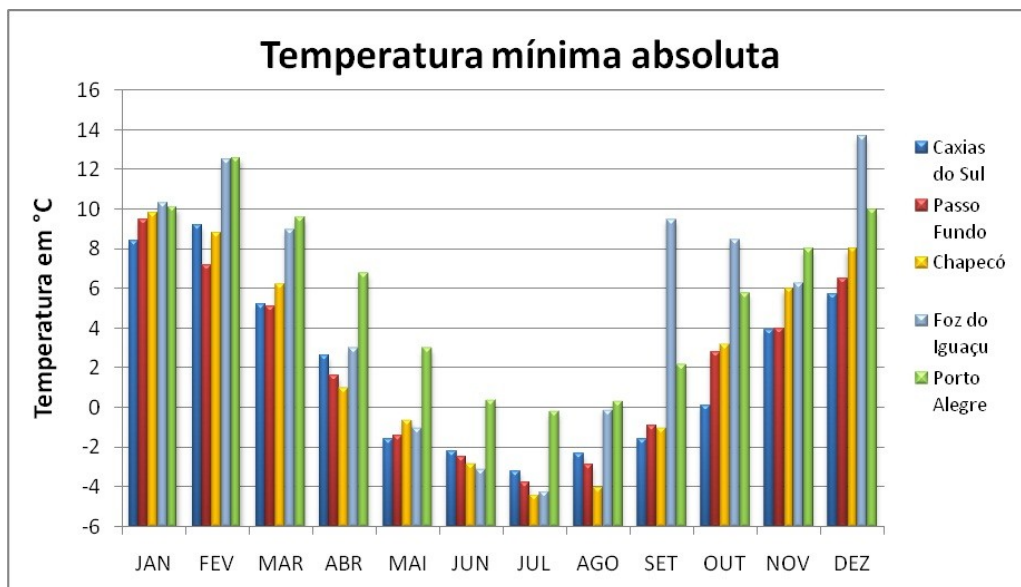


Figura 6.8- Temperatura mínima absoluta, em ° C (graus Celsius).

Em condições de frio extremo as temperaturas ficam negativas e podem registrar mínimas por volta de 4°C abaixo de zero, especialmente no interior da All (Foz do Iguaçu e Chapecó), onde o ar mais seco favorece ainda mais a queda nas temperaturas. O mês de Julho é o que apresenta os maiores extremos de temperaturas negativas (Figura 6.8). No entanto, sob domínio de bloqueio atmosférico, com tempo estável, pode ocorrer um veranico fora de época e fazer calor na All, com máximas superando os 30°C nos locais de maior altitude, e nas áreas de menor altitude pode chegar a 35°C, conforme a Figura 6.7.

Em setembro, quando há frio tardio, geralmente influenciado pelo fenômeno La Niña, as temperaturas mínimas absolutas podem registrar valores negativos nos locais de maior altitude. Nesta mesma condição, em novembro pode registrar 4°C nestes locais (Figura 6.8). No entanto, em condição de intenso calor, pode registrar temperaturas acima dos 30°C, podendo superar os 35°C nos locais de menor altitude.

Em novembro, a temperatura máxima absoluta pode chegar a superar 37°C em toda AII (Figura 6.7), sendo que esta condição é mais comum ocorrer a partir da segunda quinzena.

6.2.1.4.3 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar varia com as condições de estabilidade e instabilidade atmosférica, além de outros fatores geográficos, como por exemplo, o relevo. Na Área de Influência Indireta (AII) um fator significativo para a análise da umidade relativa do ar é a maritimidade e a continentalidade.

De acordo com a Figura 6.9, há um aumento gradual da umidade relativa média mensal de janeiro a maio, sendo que o mês de junho apresenta valores muito semelhantes à maio. Enquanto que de junho a novembro, há um declínio gradual da umidade. O mês de dezembro apresenta características, em porcentagens, semelhantes a novembro.

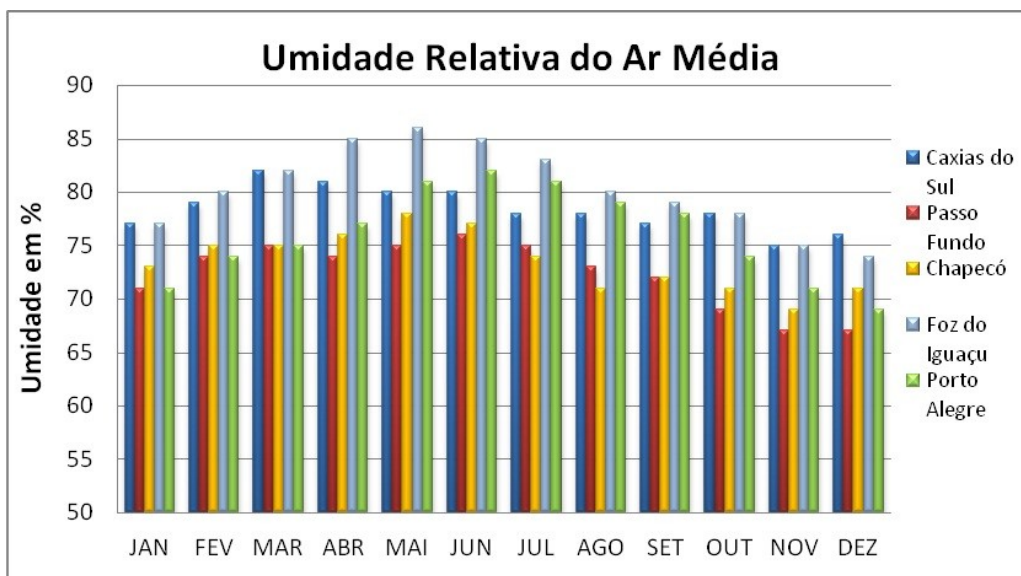


Figura 6.9- Média mensal da Umidade Relativa do Ar, em %, para o período de 1961 a 1990

Entre as localidades analisadas Caxias do Sul e Foz do Iguaçu são as de umidade mais elevada no verão, na maior parte do outono e na primavera (Figura 6.9). Nos meses de inverno, a umidade de Porto Alegre é mais elevada em relação a Caxias do Sul (Figura 6.9), por estar mais próximo do oceano.

6.2.1.4.4 Pressão Atmosférica

A região sul do Brasil apresenta uma dinâmica atmosférica bastante significativa provocada pela entrada constante de sistemas de alta pressão provenientes de altas latitudes e da formação ou passagem de sistemas de baixa pressão. Esta condição faz com que a pressão atmosférica da região apresente oscilações que são maiores no inverno, quando o continente está mais frio e as altas pressões apresentam valores barométricos bem maiores no seu núcleo. Ao contrário, no verão, com o ar mais quente, a pressão atmosférica é mais baixa e apresenta pouca variação no tempo e no espaço.

A Figura 6.10 mostra que na All a pressão atmosférica aumenta do verão para o inverno, sendo o mês de julho o de pressão maior. Diminui do inverno para o verão, sendo que a pressão é menor em dezembro em Passo Fundo, Chapecó e Foz do Iguaçu e em janeiro em Porto Alegre e Caxias do Sul.

Outro fator que provoca diferença de pressão atmosférica entre um local e outro é a altitude. A pressão atmosférica diminui na razão de 1 hPa para cada 9 m de altura. Por isso nos locais de maior altitude como Caxias do Sul, Passo Fundo e Chapecó a pressão atmosférica é menor. Porto Alegre, em menor altitude, apresenta a pressão maior Figura 6.10. Ressalta-se que Foz do Iguaçu, embora apresente altitude inferior a Caxias do Sul, Passo Fundo e Chapecó, na maior parte do ano, apresenta pressão atmosférica semelhante Figura 6.10. Esta condição tem como fator a influência da Baixa do Chaco que força a queda local da pressão atmosférica.

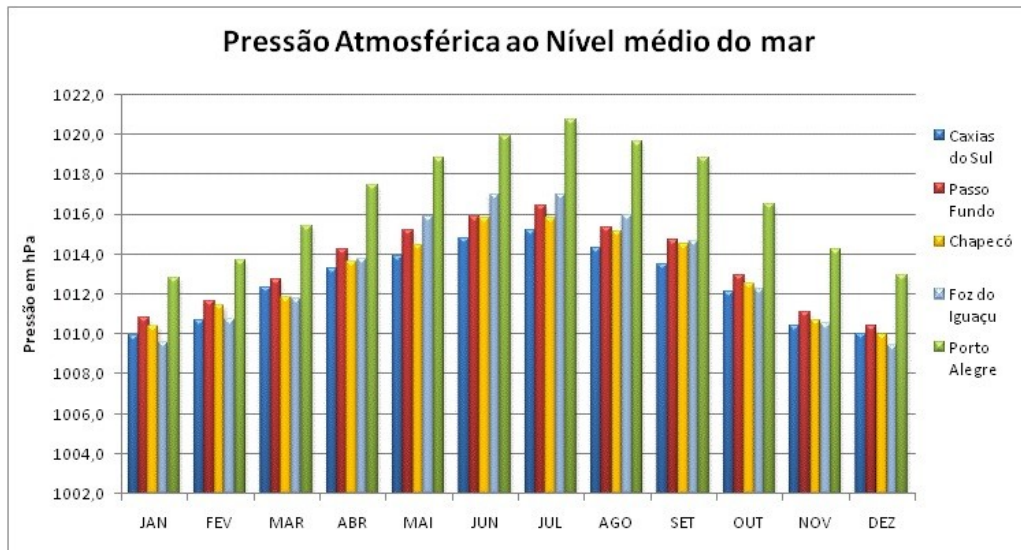


Figura 6.10- Pressão atmosférica média, ao nível médio do mar, em hPa.

6.2.1.4.5 Insolação e Nebulosidade

A insolação reflete o efeito de rotação da terra, no inverno com raios mais inclinados e menor insolação, e no verão com menor inclinação, mais insolação ou horas de sol. Outra condição que se manifesta na insolação é a nebulosidade. Em dias com poucas ou ausência de nuvens a insolação é máxima. Com o aumento de nuvens a insolação diminui e é inexistente nos dias de céu encoberto.

De acordo com a Figura 6.11, que apresenta as médias mensais de insolação nas 5 estações analisadas, a insolação diminui do verão para o inverno devido ao aumento gradual da inclinação solar. Do inverno para o verão, a insolação aumenta em consequência da diminuição da inclinação.

As localidades de Porto Alegre, Passo Fundo e Chapecó são mais ensolaradas, enquanto Caxias do Sul e Foz do Iguaçu são menos (Figura 6.11). A condição de Caxias do Sul é devido a formação, muito persistente, de nevoeiro e nebulosidade baixa, enquanto que Foz do Iguaçu é apenas por nevoeiro, já que a nebulosidade não é expressiva, conforme a Figura 6.12, que trata da nebulosidade.

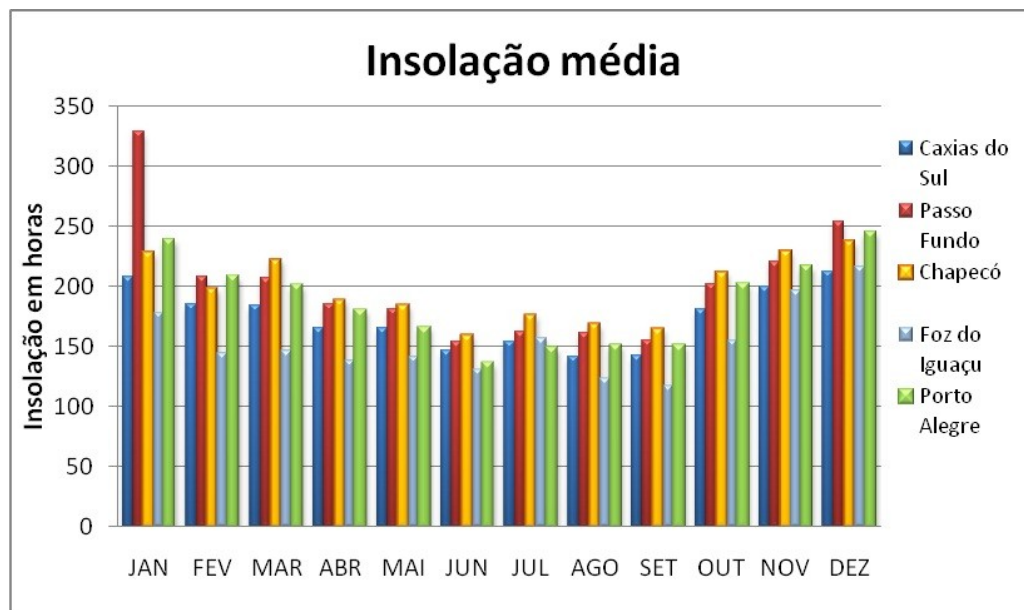


Figura 6.11- Insolação média mensal, em horas, para o período de 1961 a 1990.

A cobertura média de nuvens no decorrer do ano apresenta pouca variação e considerando o conjunto das localidades, há um pequeno aumento em setembro, mesmo assim, não chega a 1/10 de cobertura de nuvens, conforme a Figura 6.12. De acordo com a mesma Figura 6.12, Caxias do Sul é a mais nublada e Foz do Iguaçu a menos.

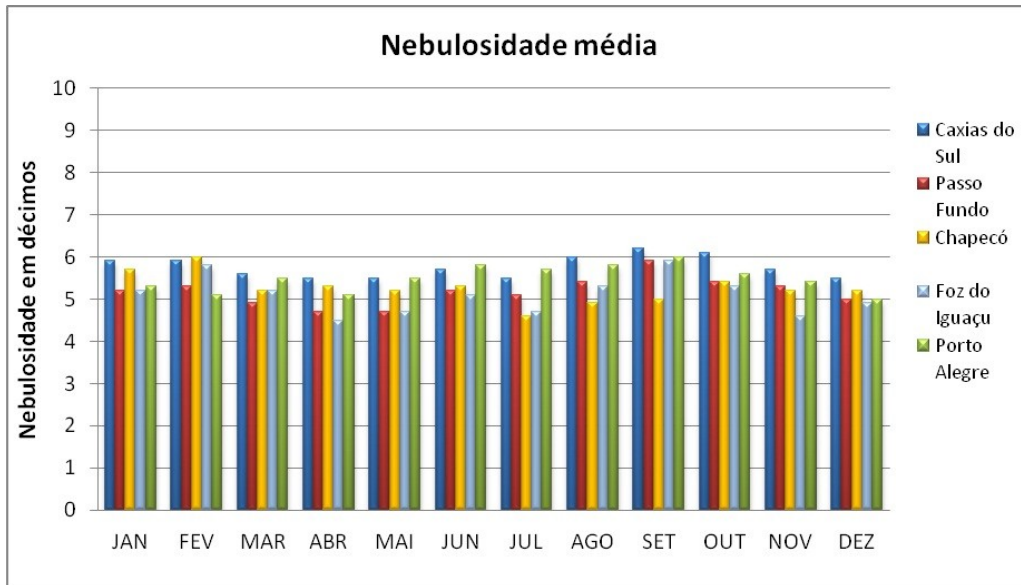


Figura 6.12- Nebulosidade média mensal, em décimos, para o período de 1961 a 1990.

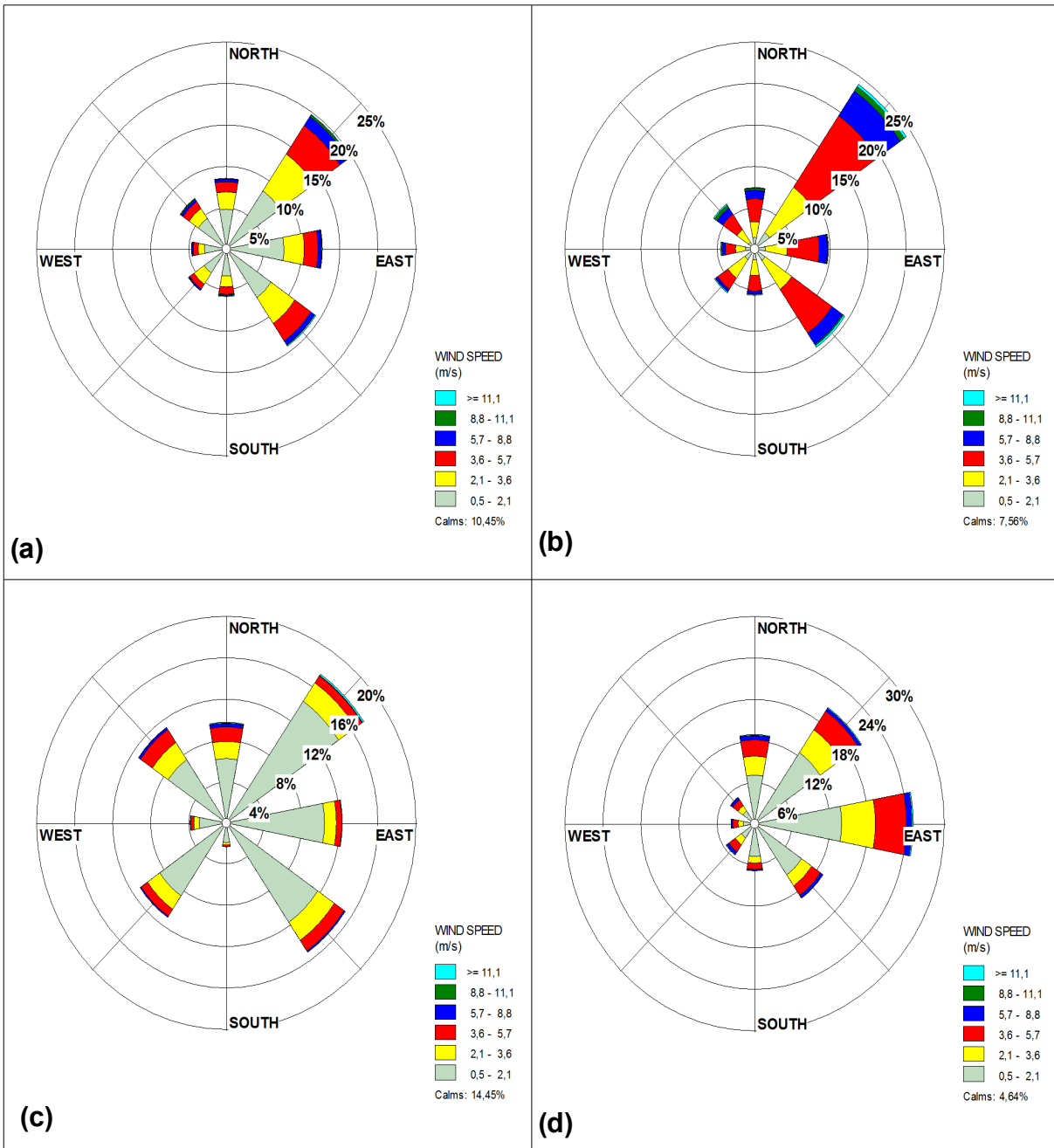
6.2.1.4.6 Regime de Ventos

A sequência de imagens apresentadas abaixo (Figura 6.13, de (a) a (e)) mostram a direção e velocidade do vento predominante para Área de Influência Indireta (All), são de ventos do quadrante leste (nordeste a sudeste) para todas as estações meteorológicas analisadas.

Os ventos predominantes são oriundos do Anticiclone Semi-Fixo do Atlântico Sul (ASAS) que fica localizado no oceano, a altura do litoral da região sudeste e também de anticiclones ou sistemas de alta pressão em deslocamento pelo litoral sul do Brasil, especialmente entre os Estados de Santa Catarina e Paraná. Este fluxo de nordeste é direcionado para os sistemas de tempo instável, como baixas pressões e frentes frias ao sul da área, ou seja, sobre a Argentina, Uruguai e sul do Rio Grande do Sul. Quando estes sistemas avançam para norte e/ou se intensificam, aumentam o gradiente de pressão entre o sistema de alta pressão que gerou os ventos e os sistemas instáveis que os recebem, ocasionando ventos mais intensos, que normalmente chegam a 50 km/h (~14 m/s). Em condições

excepcionais de deslocamento rápido de sistemas instáveis mais intensos, estes ventos passam a apresentar rajadas fortes que podem ficar entre 60 e 70 km/h (~17-19 m/s). A rajada é uma condição em que os ventos não sopram com intensidade constante e sua intensidade deve superar 20 km/h (~ 6m/s) da média da intensidade que estiver ocorrendo.

Embora ocorra o predomínio de ventos de nordeste na área, os ventos do quadrante sul são bastante frequentes e são provenientes de sistemas de alta pressão que migram de latitudes mais altas para o sul do Brasil. Normalmente sopram na retaguarda dos sistemas instáveis e são mais intensos durante algumas horas após sua passagem ou associados as trovoadas embutidas nestes sistemas. Nestas condições rajadas podem chegar frequentemente entre 60 km/h e 80 km/h (~ 17 - 22 m/s).



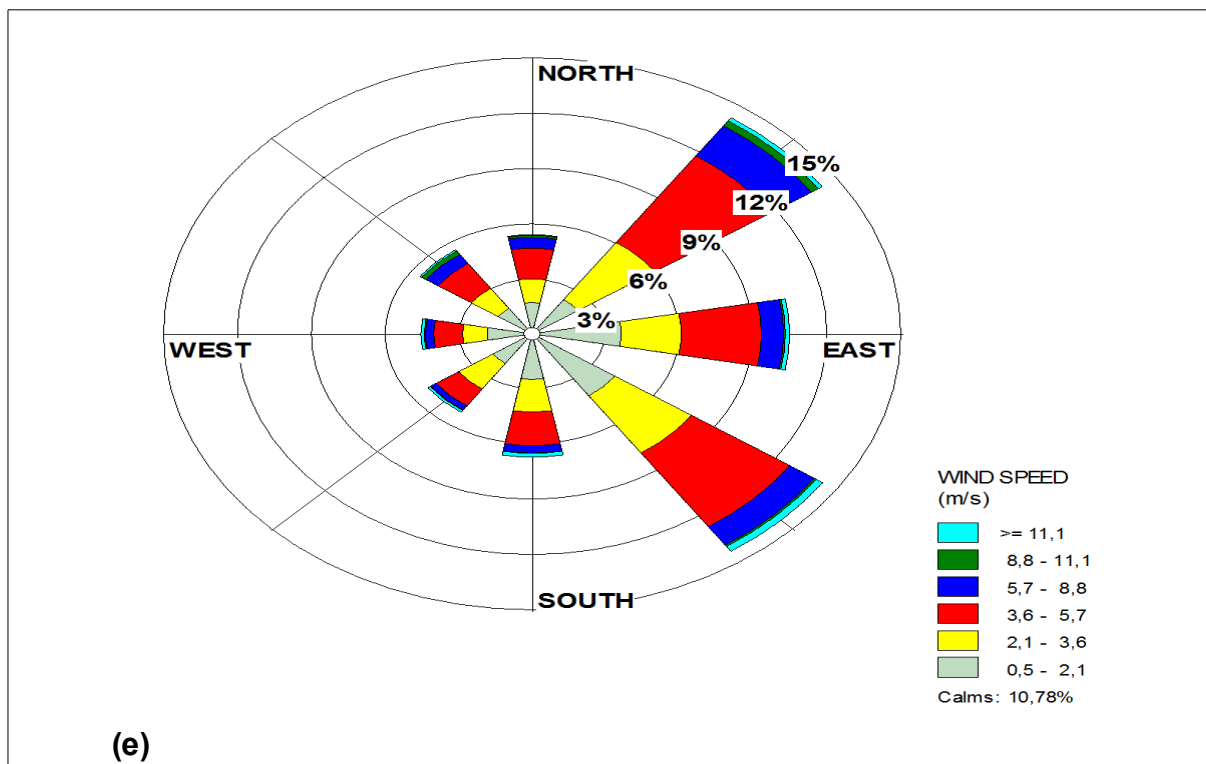


Figura 6.13- Direção e velocidade do vento predominante para as estações meteorológicas de (a) Caxias do Sul, (b) Passo Fundo, (c) Chapecó, (d) Foz do Iguaçu e (e) Porto Alegre.

6.2.1.4.7 Nível Ceráunico

O Brasil é um dos países de maior ocorrência de Descargas Elétricas Atmosféricas (DEA) do planeta, devido à sua grande extensão territorial e pelo fato de estar localizado numa região predominantemente tropical.

O desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica é bastante suscetível a variações no clima, muito vulnerável aos eventos extremos de chuva (FARIAS et AL., 2008), e aos raios. Estas ocorrências representam uma das principais causas de desligamentos nas áreas de transmissão de energia elétrica.

O nível ceráunico constitui um bom indicador da atividade elétrica da atmosfera em dada região, sendo muito utilizado para a determinação do quantitativo e da intensidade de descargas elétricas.

Os parâmetros meteorológicos de temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, evaporação total e nebulosidade, são bastante importantes na geração

de descargas elétricas em uma determinada área, sendo, em parte, responsável pelo nível cerâmico desta região. Da mesma forma, a circulação atmosférica do ar atrelada aos aspectos geomorfológicos e localização geográfica, também contribui na intensidade e quantidade das descargas elétricas do local.

No verão, para Área de Influência Indireta (AII), as descargas elétricas ocorrem preferencialmente a partir da tarde entre 16 e 20 horas local, como resultado do processo convectivo que gera nuvens de trovoadas, quase que diariamente na região. Em alguns casos, as descargas elétricas são mais aglomeradas, por influência de sistemas instáveis, como frentes frias, sistemas de baixa pressão e cavados à superfície, que muitas vezes tem reforço de outros sistemas em altitude, como os vórtices ciclônicos, cavados e jatos em altitude.

Na primavera, as descargas elétricas são mais comuns no final da madrugada e início da manhã, associadas a fortes tempestades, com chuva intensa, granizo e ventos fortes, especialmente quando há influência de forçantes globais, como o fenômeno El Niño. Este tipo de instabilidade surge, normalmente, no norte da Argentina e ao se deslocar para o sul do Brasil atinge com mais intensidade o noroeste do Rio Grande do Sul, oeste de Santa Catarina e sudoeste do Paraná. As instabilidades mais intensas, quase sempre atingem somente o extremo oeste da área.

No outono e inverno, as descargas elétricas ocorrem com menos frequência e, de modo geral, associadas a passagem de frentes frias. Nestes períodos do ano, como a atmosfera está mais fria, a distribuição espacial das descargas elétricas depende da maior ou menor instabilidade presente em cada sistema, que por sua vez depende de outras forçantes extra-regionais como os fenômenos El Niño e La Niña. Em anos de El Niño os sistemas tendem a ser mais instáveis com maior número de descargas elétricas e em La Niña, aumenta a estabilidade reduzindo ou até inibindo a ocorrência.

Na área, entre os anos de 2005 e 2008, ocorreu maior quantidade de raios por km²/ano em Foz do Iguaçu, seguido por Passo Fundo e Chapecó (Tabela 6.4 e

Figura 6.14). A maior quantidade de raios em Foz do Iguaçu está associada às instabilidades que avançam a partir do Paraguai. Estas instabilidades deslocam-se associadas a um sistema de baixa pressão, conhecida como “Baixa do Chaco” e normalmente ocorrem aglomerados de descargas elétricas durante sua passagem. Esta condição é bastante frequente, tendo em vista que esta baixa pressão pode deslocar-se praticamente isolada ou associada à passagem de frente fria.

A localidade de Porto Alegre e Caxias do Sul apresentam a menor quantidade de raios/km², porém a incidência de raios é considerável, pois ambas as localidades são frequentemente atingidas por instabilidades procedente do interior do Rio Grande do Sul em direção ao oceano.

TABELA 6.4-RANKING DE INCIDÊNCIA DE RAIOS POR KM², ENTRE 2005 A 2008.

Município	UF	Área	BIÊNIO 2005-2006			BIÊNIO 2007-2008			Variação (%)
			Ranking		Densidade	Ranking		Densidade	
			Estadual	Geral	Raio/km ² .ano	Estadual	Geral	Raio/km ² .ano	
Caxias do Sul	RS	1.646,18	409	1.758	5,13	435	2.128	4,22	-18,40
Passo Fundo	RS	780,61	163	543	8,09	151	408	8,17	0,90
Porto Alegre	RS	499,45	472	2.278	4,16	340	1.421	5,54	33,18
Chapecó	SC	625,14	136	1.617	5,40	169	1.149	6,14	13,80
Foz do Iguaçu	PR	620,17	27	371	8,90	68	431	8,07	-9,30

Para um melhor entendimento dos dados apresentados na Tabela 6.4, foi organizado um gráfico com intuito de visualização dinâmica do nível cerâmico existente nas localidades utilizadas no estudo e que são representativas para caracterização climática da AII.

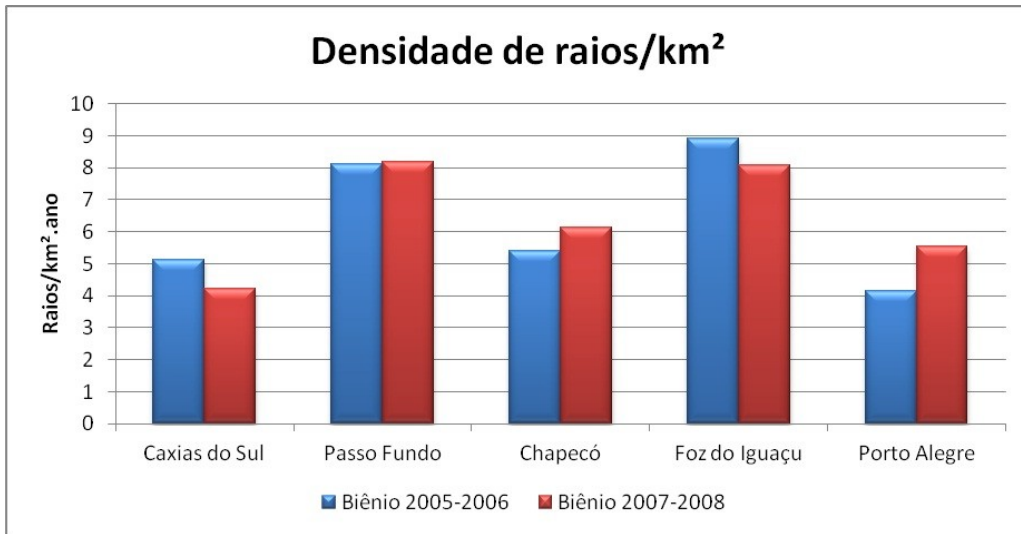


Figura 6.14- Ranking de incidência de raios/km².

De acordo com os dados, os municípios de Chapecó e Porto Alegre tiveram uma relativa elevação no índice de descargas atmosféricas do biênio 2005-2006 para o biênio 2007-2008. A localidade de Foz do Iguaçu e Caxias do Sul apresentou o comportamento oposto, com diminuição entre os biênios. Passo Fundo, apresentou praticamente o mesmo número de raios/km².ano entre os dois biênios.

No que tange a variação de descargas atmosféricas registradas para o biênio 2005-2006 em relação ao biênio 2007-2008, o município de Porto Alegre apresentou maior variação percentual, passando de 4,1608 para 5,5414 raios/km².ano. Já a variação apresentada por Caxias do Sul, foi o maior percentual negativo, passando de 5,1258 para 4,2237 raios/km².ano.

De um modo geral, o nível cerâmico da Área de Influência Indireta (AII) da LT é elevado, em especial no setor oeste de Santa Catarina e oeste do Paraná

O estudo da incidência de descargas atmosféricas relacionando com o sistema elétrico é muito importante, pois tais descargas são responsáveis pelo desligamento de um grande número de linhas de transmissão, acarretando diretamente na distribuição de energia.

Segundo dados do ELAT-INPE, no Brasil, cerca de 70% dos desligamentos da transmissão e 40% dos desligamentos da distribuição são causados pela incidência

de raios. O desligamento de uma LT devido a uma descarga elétrica, em geral, é produzido pelo impacto da descarga sobre uma fase desta, produzindo um curto-circuito.

Não existe uma proteção contra descargas atmosféricas 100% segura, para diminuir os riscos de danos aos equipamentos e instalações, vêm sendo utilizadas técnicas como o aperfeiçoamento dos sistemas de aterramento, de modo a minimizar o impedimento destes, bem como também a instalação e uso de pára-raios.

As proteções se dividem em duas categorias: externas à planta, e internas. Na ABNT existe uma norma específica para “proteção contra descargas atmosféricas”, a NBR 5419.

6.2.2 Ruídos

6.2.2.1 Emissão de Ruído e Requisitos Legais

Atendendo aos requisitos legais, a emissão de ruído em obras de linha de transmissão de energia elétrica deve seguir primeiramente a Resolução CONAMA nº 001, de 08 de março de 1990, que dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais.

Conforme a resolução citada, as entidades e órgãos públicos (federais, estaduais e municipais) competentes, no uso do respectivo poder de polícia, disporão sobre a emissão ou proibição da emissão de ruídos produzidos por quaisquer meios ou de qualquer espécie, considerando sempre o local, os horários e a natureza das atividades emissoras, com vistas a compatibilizar o exercício das atividades com a preservação da saúde e do sossego público.

A Resolução CONAMA nº 01/90 estabelece que as emissões de ruídos decorrentes de empreendimentos e atividades devem obedecer aos níveis previstos na Norma Brasileira (NBR) 10.151 – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas da

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e prevê ainda que na execução dos projetos de construção ou de reformas de edificações, o nível de som produzido não poderá ultrapassar os níveis estabelecidos pela NBR 10.152 – Níveis de Ruído para Conforto Acústico, da ABNT.

Atendendo aos requisitos legais para emissão de ruído, a implantação da LT deverá atender ao limite de emissão (decibéis) conforme estabelecido pela NBR 10.151, como mostra a Tabela 6.5.

TABELA 6.5-NÍVEIS DE RUÍDO MÁXIMOS PERMITIDOS PARA CADA ÁREA.

ÁREA	DIURNO	NOTURNO
Área de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana, de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT NBR 10.151 (2000)

As obras de implantação da LT, também deverão atender à legislação dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, uma vez que o traçado da referida LT percorre os três Estados do sul do Brasil.

Desta forma, em se tratando de ruído, no Estado de Santa Catarina as emissões deverão atender a Lei Estadual nº 11.845, de 20 de julho de 2001, que dispõe sobre o Programa de Inspeção de Emissões e Ruído de Veículos em Uso no Estado de Santa Catarina. Cumpre-nos destacar que os veículos concebidos exclusivamente para aplicações militares, agrícolas, de competição, de coleção, tratores e máquinas de terraplanagem e pavimentação, poderão ser dispensados da inspeção obrigatória a critério da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDM, no entanto, caberá essa consulta junto ao órgão responsável.

No Estado do Rio Grande do Sul, a emissão de ruído produzida pelas obras deverão atender a Lei Estadual nº 11.520, de 03 de agosto de 2000, que institui o Código Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências (inclusive no que diz respeito a poluição sonora) e a Lei Estadual nº 11.311, de 20 de janeiro de 1999, que dispõe sobre a Inspeção Técnica de Veículos no Estado do Rio Grande do Sul.

No Estado do Paraná, baseando-se na legislação voltada ao controle de emissão de ruído, o Decreto Estadual nº 4.712, de 23 de maio de 2012, autorizou a abertura de procedimento licitatório para a delegação de serviços técnicos inerentes à execução do Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso – I/M, relativos às inspeções de emissões de poluentes e ruídos. O Instituto Ambiental do Paraná (IAP) ficou responsável pela deflagração de procedimento licitatório para a delegação de serviços técnicos inerentes à execução do programa, sob a coordenação e apoio técnico e de pessoal da SEMA – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná. Até a conclusão do presente estudo, não havia sido publicada nenhuma instrução legal a respeito do assunto.

Ainda sobre os requisitos legais específicos à emissão de ruído, poluição sonora e conforto acústico, em áreas próximas às residências, deverão ser atendidas todas as exigências formuladas pela Portaria Ministerial nº 92 de 19/06/80, e níveis de ruídos aceitáveis da NB-95 da ABNT, bem como cumprimento de recomendações municipais da Área de Influência Direta (AID).

6.2.2.2 Previsão de Atividades com Potencial Geração de Poluição Sonora

Durante a fase de instalação da LT será necessária a utilização de máquinas e equipamentos com intrínseca geração de ruído e respectivo potencial de alteração do conforto acústico ambiental. Tais ruídos são fundamentalmente representados pela operação de máquinas e equipamentos, movimentação dos meios de transporte dos operários, bem como carga e descarga de insumos necessários à construção do empreendimento.

Apesar de causar um incômodo temporário, a geração de ruído produzida durante a implantação de uma LT, interfere no cotidiano das comunidades de forma pouco representativa, pois de modo geral, este tipo de obra apresenta avanço rápido. As principais fontes geradoras de ruídos em cada etapa de obra são apresentadas no Quadro 6.1.

QUADRO 6.1: ETAPAS DE OBRAS E RESPECTIVAS FONTES GERADORAS DE RUÍDO.

ETAPA DE OBRA	FONTE GERADORA DE RUÍDO
Abertura de acesso	<ul style="list-style-type: none">✓ Meio de transporte de funcionários;✓ Transporte de materiais e insumos;✓ Motosserra;✓ Trator de esteira;✓ Retroescavadeira.
Abertura de faixa de servidão	<ul style="list-style-type: none">✓ Meio de transporte de funcionários;✓ Transporte de materiais e insumos;✓ Motosserra.
Abertura de praça de torre	<ul style="list-style-type: none">✓ Meio de transporte de funcionários;✓ Transporte de materiais e insumos;✓ Motosserra.
Abertura de praça de lançamento de cabos	<ul style="list-style-type: none">✓ Meio de transporte de funcionários;✓ Transporte de materiais e insumos;✓ Motosserra.
Fundações	<ul style="list-style-type: none">✓ Meio de transporte dos funcionários;✓ Transporte de materiais e insumos;✓ Retroescavadeira;✓ Compactador manual;✓ Caminhão betoneira;

ETAPA DE OBRA	FONTE GERADORA DE RUÍDO
	✓ Desmonte de rocha.
Montagem de torres	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Meio de transporte dos funcionários; ✓ Transporte de materiais e insumos; ✓ Trator; ✓ Guindaste veicular.
Lançamento de cabos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Meio de transporte dos funcionários; ✓ Transporte de materiais e insumos; ✓ Freio e <i>puller</i>; ✓ Guincho; ✓ Trator.
Revisão final e Recuperação de Áreas Degradadas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Meio de transporte dos funcionários; ✓ Transporte de materiais e insumos; ✓ Trator de esteira; ✓ Retroescavadeira.

Cabe destacar que a emissão de ruído possui caráter temporário, visto que após concluídas as etapas de obra, o ruído é cessado. No entanto, durante a execução dos trabalhos, devem ser adotadas medidas de controle para garantir o conforto acústico das comunidades da área de influência do empreendimento.

Segundo Saliba (2000) as medidas de controle de ruído podem ser consideradas basicamente de três maneiras distintas: na fonte, na trajetória e no homem. As medidas na fonte e na trajetória devem ser priorizadas quando viáveis tecnicamente, escolhendo equipamentos que produzam menores níveis de ruído e mantendo as máquinas e equipamentos sempre regulados, realizando a manutenção veicular periodicamente.

Associado às medidas de controle, a emissão de ruído também poderá ser amenizada com a utilização de isolamento da fonte ruidosa, lembrando que o Equipamento de Proteção Individual (EPI) é obrigatório a todos os funcionários.

6.2.2.3 Comunidades Passíveis de Sofrer Influência da Poluição Sonora

As áreas de possível interferência no conforto acústico das comunidades distribuídas ao longo do traçado da LT, foram identificadas durante vistorias de campo realizadas pela equipe técnica responsável pelos estudos socioeconômicos. Tal identificação foi baseada na presença de núcleos populacionais na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento (como áreas residenciais, hospitais e escolas). A Tabela 6.6 apresenta os pontos georreferenciados, bem como a cidade e estado de sua localização geográfica. O Mapa de Ruídos contendo esses pontos, pode ser visualizado no Tomo 10.

TABELA 6.6-ÁREAS DE POSSÍVEL INTERFERÊNCIA NO CONFORTO ACÚSTICO.

ESTADO	MUNICÍPIO	COORDENADAS	
PARANÁ	Chopinzinho	340764	7143031
	Saudade do Iguaçu	337753	7157274
	Coronel Vivida	344762	7125448
	Coronel Vivida	344439	7124635
	Honorio Serpa	352988	7109720
SANTA CATARINA	Abelardo Luz	362261	7052257
	Abelardo Luz	361259	7050652
	Bom Jesus	362251	7045659
	Bom Jesus	361332	7041982
	Xanxerê	366583	7026121
	Xavantina	365096	7014295
	Xavantina	366043	7014142
	Xavantina	362610	7007308
	Xavantina	362722	7004164
	Seara	361463	6994326
	Seara	361098	6991554
	Xanxerê	364635	7018757
	Xavantina	364472	7016117
	Xavantina	366070	7014136

ESTADO	MUNICÍPIO	COORDENADAS	
	Xavantina	364527	7015017
	Xavantina	362638	7004198
	Itá	360307	6985240
RIO GRANDE DO SUL	Barra do Rio Azul	361732	6977339
	Barra do Rio Azul	362367	6975429
	Aratiba	365251	6969738
	Aratiba	366009	6968713
	Aratiba	366684	6967574
	Aratiba	370582	6958910
	Erechim	373673	6953495
	Erechim	373860	6950100
	Erechim	379153	6944955
	Erechim	379301	6936586
	Getúlio Vargas	384785	6930021
	Getúlio Vargas	389315	6910372
	Água Santa	398415	6882858
	São Domingos do Sul	413431	6840209
	São Domingos do Sul	413698	6839009
	Casca	414998	6837927
	Nova Araçá	419135	6829464
	Nova Bassano	422250	6819795
	Nova Bassano	422268	6817386
	Vista Alegre do Prata	423922	6812359
	Vista Alegre do Prata	425040	6810817
	Fagundes Varela	427024	6804731
	Fagundes Varela	428100	6802338
	Cotiporã	428844	6798191
	Cotiporã	431294	6792345
	Cotiporã	431787	6788237
	Monte Belo do Sul	433397	6777679
	Nova Santa Rita	468470	6702246
	Capela de Santana	461012	6716533

ESTADO	MUNICÍPIO	COORDENADAS	
	Montenegro	457423	6718863
	Pareci Novo	455550	6724255
	São José do Sul	451508	6734070
	Salvador do Sul	450105	6737649
	Salvador do Sul	447197	6743429
	Barão	445476	6748918
	Carlos Barbosa	444522	6753053
	Carlos Barbosa	442485	6757246
	Carlos Barbosa	441732	6758536
	Garibaldi	440661	6761392
	Garibaldi	438919	6764044
	Monte Belo do Sul	436336	6772135
	Monte Belo do Sul	435051	6775078
	Monte Belo do Sul	433366	6777767

Todos os pontos identificados nesta etapa de trabalho e apresentados na Tabela 6.6 serão monitorados durante as obras e posteriormente serão definidos novos pontos. Futuramente, em pontos específicos, serão implementados programas de monitoramento e minimização da emissão de ruídos com o intuito de evitar a poluição sonora e garantir o conforto acústicos das comunidades de Área de Influência Direta (AID) do empreendimento.

6.2.3 Recursos Hídricos

O empreendimento em estudo, possui seu traçado atravessando três grandes Bacias Hidrográficas: Bacia do Iguaçu, Bacia do Uruguai e Bacia do Guaíba, como pode ser visualizado no Mapa Hidrográfico (Tomo 6) Estas bacias hidrográficas, devido suas grandes magnitudes, são divididas em sub-bacias menores que representam seus principais rios afluentes, como é demonstrado a seguir:

- a) Bacia do Rio Iguaçu:
 - Sub-bacia dos afluentes do Baixo Iguaçu.
- b) Bacia do Uruguai:
 - Região Hidrográfica do Meio Oeste;
 - Bacia do Rio Jacutinga;
 - Sub-bacia Apauê-Inhandava.
- c) Bacia Guaíba:
 - Sub-bacia Taquari-Antas;
 - Sub-bacia Caí.

Desta maneira, este capítulo identificará quais são as principais sub-bacias interceptadas pelo traçado da LT identificadas no Mapa Hidrográfico (Tomo 6), e fará uma abordagem das principais características das bacias e sub-bacias hidrográficas envolvidas, trazendo informações como a ocupação do solo, os tipos de uso dos recursos hídricos disponíveis, entre outras.

Os principais rios atravessados pelo empreendimento, foram identificados através de pesquisas, onde posteriormente foram realizadas visitas nos locais previstos, além de um sobrevoo na região, afim de se obter um melhor diagnóstico destes corpos hídricos.

Com relação às áreas alagáveis, de acordo com as pesquisas desenvolvidas, pelas características do relevo nas regiões em que o empreendimento está inserido, foram identificadas áreas sujeitas a inundação sazonal somente próximo a subestação de Nova Santa Rita, mais precisamente na área do baixo Caí.

6.2.3.1 *Bacia do Rio Iguaçu*

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu cobre uma superfície aproximada de 70.800 km², abrangendo as áreas do Brasil e da Argentina. Considerado o maior rio paranaense o rio Iguaçu é formado pelo encontro dos rios Irani e Atuba, originados na borda ocidental da Serra do Mar, percorrendo seu curso de 1.320 km cruzando os três planaltos paranaenses até desaguar no rio Paraná (SEMA, 2010).

Seus principais afluentes são os rios Iraí, Atuba, Passaúna, Barigui, Verde, Passa Dois, da Várzea, Chopim, Palmital, Cavernoso, Adelaide, Gonçalves Dias, Castro Alves, Ampére e Silva Jardim. A bacia hidrográfica abrange uma área total de 54.820,4 km², incluindo num total 113 municípios dentro do Estado do Paraná (SEMA-2007 apud SEMA, 2010).

Destaca-se que de acordo com a Resolução N° 49/2006/CERH/PR a bacia do rio Iguaçu está dividida nas seguintes Unidades Hidrográficas de Gestão de Recursos Hídricos: Baixo Iguaçu, Médio Iguaçu e Alto Iguaçu esta última agrupada à Bacia do Ribeira. Cabe ressaltar que, o empreendimento encontra-se todo dentro da Região do Baixo Iguaçu.

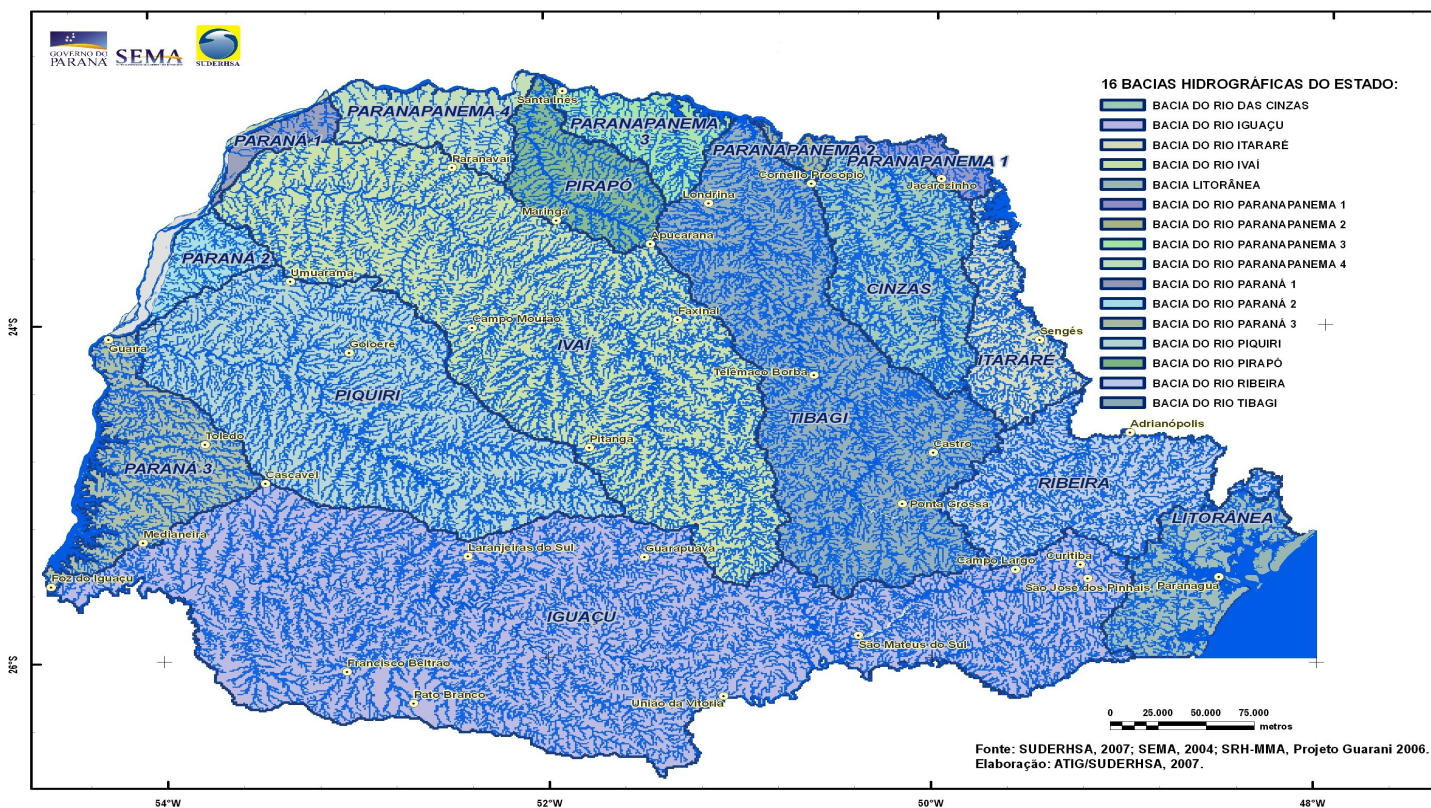


Figura 6.15-Bacias Hidrográficas do Paraná

a) Sub-bacia dos Afluentes do Baixo Iguaçu

A Sub-bacia Hidrográfica dos Afluentes do Baixo Iguaçu (Bacia 12 da Figura 6.16), compreende a Bacia do rio Iguaçu (Figura 6.15) no trecho a jusante da foz do rio Jordão, e sua foz junto ao rio Paraná. A área de drenagem desta bacia é de 26.596 km² (PLERH/PR, 2011 apud Comitê, 2012).

O Comitê dos Afluentes do Baixo Iguaçu gerencia os recursos hídricos, envolvendo uma área total e/ou parcial dos seguintes municípios: Ampére, Barracão, Bela Vista da Caroba, Boa Esperança de Iguaçu, Boa Vista da Aparecida, Bom Jesus do Sul, Bom Sucesso do Sul, Campina do Simão, Candói, Cantagalo, Capanema, Capitão Leônidas Marques, Cascavel, Catanduvás, Céu Azul, Chopinzinho, Clevelândia, Coronel Domingos Soares, Coronel Vivida, Cruzeiro do Iguaçu, Dois Vizinhos, Enéas Marques, Espigão Alto do Iguaçu, Flor da Serra do Sul, Foz do Iguaçu, Foz do Jordão, Francisco Beltrão, General Carneiro, Goioxim, Guaraniaçu, Honório Serpa, Ibema, Itapejara D'Oeste, Laranjeiras do Sul, Lindoeste, Manfrinópolis, Mangueirinha, Mariópolis, Marmeleiro, Matelândia, Medianeira, Nova Esperança do Sudoeste, Nova Laranjeiras, Nova Prata do Iguaçu, Palmas, Pato Branco, Pérola D'Oeste, Pinhal de São Bento, Planalto, Porto Barreiro, Pranchita, Quedas do Iguaçu, Realeza, Renascença, Rio Bonito do Iguaçu, Salgado Filho, Salto do Lontra, Santa Izabel do Oeste, Santa Lúcia, Santa Tereza do Oeste, Santa Terezinha de Itaipu, Santo Antônio do Sudoeste, São João, São Jorge D'Oeste, São Miguel do Iguaçu, Saudade do Iguaçu, Serranópolis do Iguaçu, Sulina, Três Barras do Paraná, Verê, Virmond, Vitorino.

A área de abrangência do Comitê dos Afluentes do Baixo Iguaçu, têm como os principais afluentes, os rios: Cavernoso, das Cobras, Guarani, Adelaide, Tormenta, Andrada, Gonçalves Dias, Floriano, Silva Jardim e Tamanduá, pela margem direita, e Barra Grande, Chopinzinho, Chopim, Jaracatiá, Cotegipe, Capanema, Siemens e Santo Antônio, pela margem esquerda.

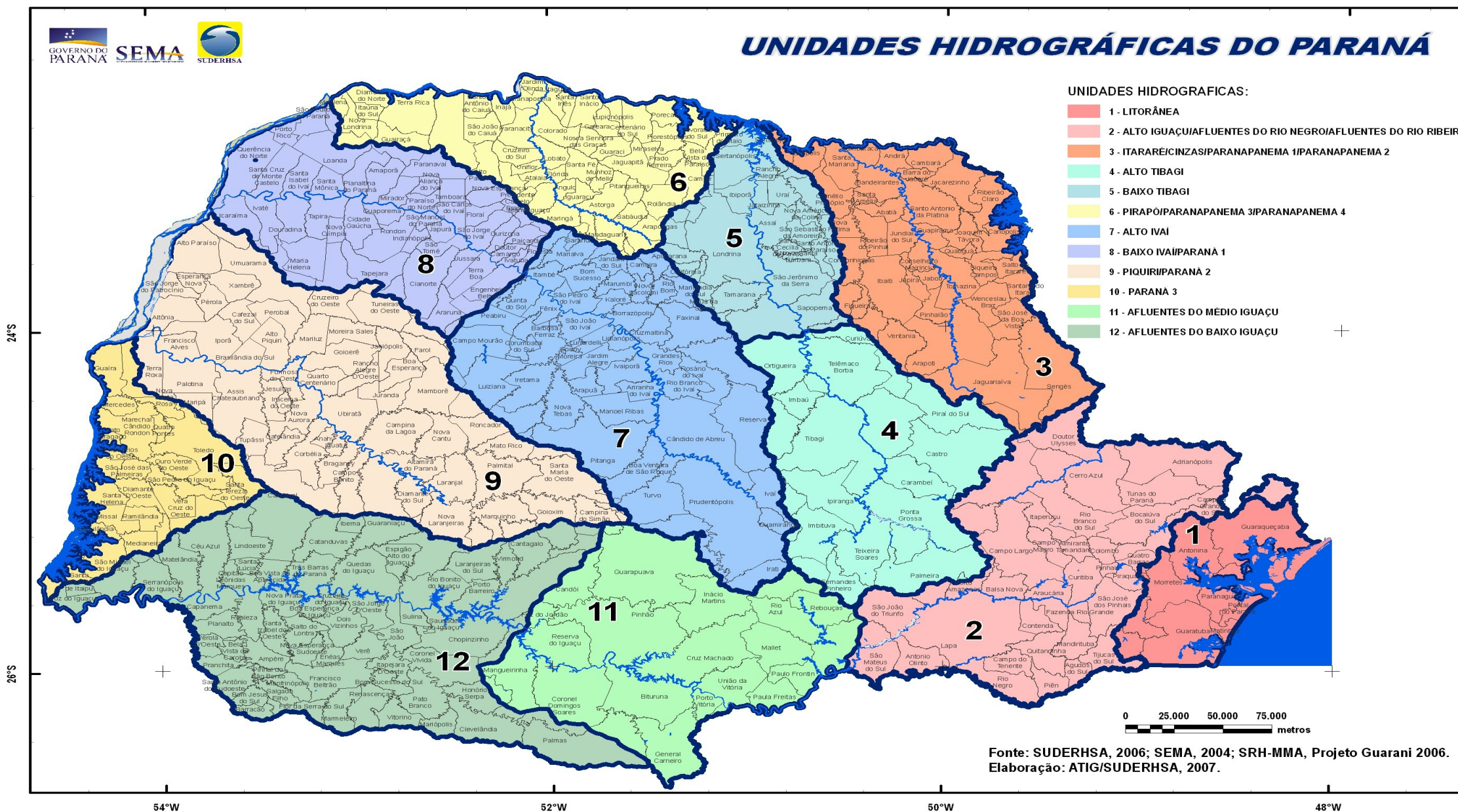


Figura 6.16-Unidades Hidrográficas do Paraná

a.1) Características

A sub-bacia dos Afluentes do Baixo Iguaçu engloba uma população total de 990.827 habitantes, sendo os principais municípios da bacia: Foz do Iguaçu, Cascavel, Francisco Beltrão e Pato Branco (IBGE, 2010).

Atualmente na sub-bacia, existem 40 Unidades de Conservação (UC), sendo todas Unidades de Proteção Integral, restringindo assim a exploração e/ou a utilização dos recursos naturais, admitindo-se apenas o aproveitamento indireto dos seus benefícios. Seu maior objetivo é a preservação da biodiversidade, com o mínimo de interferência antrópica (PRDE, 2006 apud Comitê, 2012).

A mais conhecida das UC's, o Parque Nacional do Iguaçu, abrange uma área de 185.262,5 ha, é considerado o último remanescente ecologicamente viável da Floresta Estacional Semidecidual do Estado (COSTA et al., 2004 apud Comitê, 2012).

a.2) Uso e ocupação do solo

Segundo o mapeamento (Figura 6.17) da SEMA - Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná¹, os usos do solo no Estado do Paraná são classificados nas seguintes categorias:

- Cobertura Florestal (10%);
- Reflorestamento (5%);
- Represas (1%);
- Agricultura Intensiva (34%);
- Pastagem Artificial e Campos Naturais (16%);
- Uso Misto - Pastagens e Agricultura (33%); e,
- Áreas Urbanas (1%).

Em relação à área total do Estado, as manchas de cobertura florestal são mais presentes nas bacias do Iguaçu, Litorânea e Ribeira. Já as áreas de

¹ Disponível em:
<http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/PLERH/Produto1_3_RevisaoFinal.pdf>.
Acesso em: 20/06/2012.

reflorestamento concentram-se na bacia do Tibagi, mas também são significativas nas bacias do Ribeira, **Iguaçu** e Itararé

A Tabela 6.7 apresenta a distribuição dos usos do solo na Sub-bacia dos Afluentes do Baixo Iguaçu.

TABELA 6.7-USOS DO SOLO NA SUB-BACIA DOS AFLUENTES DO BAIXO IGUAÇU.

Bacias Hidrográficas	Uso Atual do Solo – Área (% em Relação à Própria Bacia)				Outras Áreas (%)		
	Agricultura Intensiva	Pastagem Artificial e Campos Naturais	Reflorestamento	Uso Misto	Cobertura Florestal	Áreas Urbanas	Represas
Afluentes do Baixo Iguaçu	25,46%	2,58%	2,20%	57,83%	10,14%	0,83%	0,96%

Fonte: Adaptado de dados da SEMA 2001/2002 apud Comitê, 2012.

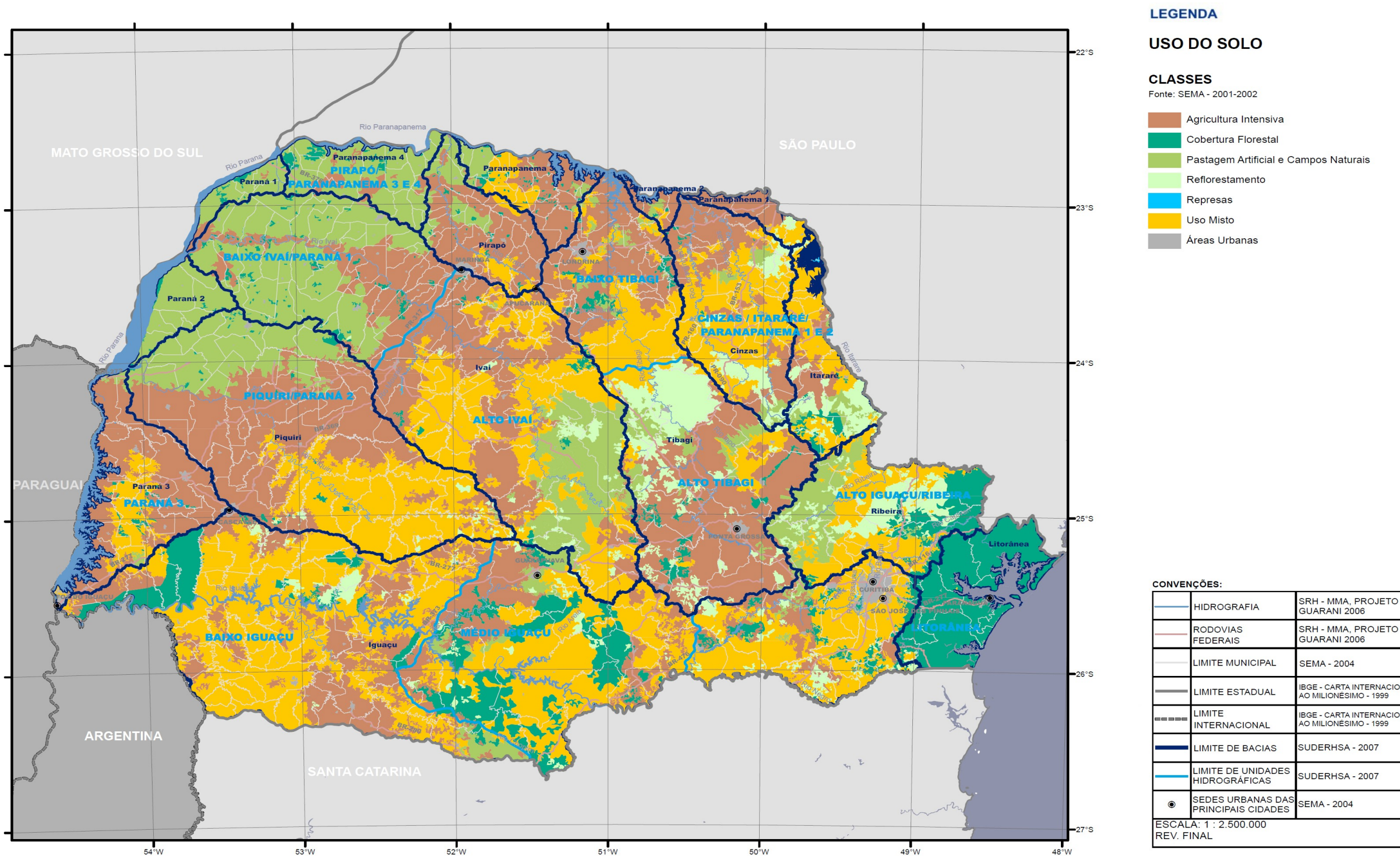


Figura 6.17 -Uso e ocupação do solo na Bacia do Iguazu. Fonte: SEMA (2010)

a.3) Utilização dos recursos hídricos

a.3.1.) Usos Consuntivos

- **Abastecimento Público**

Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento, a sub-bacia dos Afluentes do Baixo Iguaçu apresenta 209.692 economias ativas residenciais, administradas principalmente pela SANEPAR, pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (no município de Porto Barreiro) e pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (parte dos municípios de Barracão e Bom Jesus do Sul). A vazão de abastecimento total produzidas pelas prestadoras de serviços, considerando as captações superficiais e subterrâneas, é da ordem de 1,579 m³/s (Resumo Executivo do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PLERH/PR, 2011 apud Comitê, 2012).

- **Irrigação**

A área irrigada por inundação é de 51 ha, por aspersão de 695 ha e a irrigação localizada corresponde a 34 ha. A demanda para o setor agrícola na sub-bacia dos Afluentes do Baixo Iguaçu é de 135 l/s. (PLERH/PR, 2011 apud Comitê, 2012).

- **Indústrias**

Segundo ÁGUA PARANÁ, a sub-bacia dos Afluentes do Baixo Iguaçu possui 103 indústrias usuárias de recursos hídricos, destacando-se as indústrias Pastamec Reflorestamento e Piscicultura com 1461,59 m³/h, Sadia S.A. com 670 m³/h e a Empresa Hoteleira Mabu Ltda., com 300 m³/h. Segundo o PLERH/PR, a demanda no setor industrial é de 674 l/s (Comitê, 2012).

- **Pecuária**

Na sub-bacia dos Afluentes do Baixo Iguaçu, a principal produção de larga escala é a de gado, sendo a de pequena produção as de caprinos, ovinos e codornas (PRDE,2006 apud Comitê, 2012). Destaca-se em relação ao número de rebanhos, pois concentra rebanhos numerosos de gado leiteiro (249.763 cabeças), suínos (855.892 cabeças) e frangos (34.858.460 cabeças), estando em terceiro lugar em relação à quantidade de bovinos de corte (1.398.154 cabeças). A demanda de recursos hídricos para esta finalidade é de 1.129 l/s (PLERH/PR, 2010 apud Comitê, 2012).

- **Agrícolas**

Na sub-bacia dos afluentes do Baixo Iguaçu as principais produções agrícolas de larga escala são as de soja, milho e trigo. As produções de pequena e média escala são as de horticultura, fruticultura e especiarias/ervas medicinais (PRDE,2006 apud Comitê, 2012).

A Tabela 6.8, apresenta as principais culturas colhidas na sub-bacia.

TABELA 6.8: PRINCIPAIS CULTURAS NA BACIA DO BAIXO IGUAÇU.

Cultura	Área (ha)
Feijão Água	45.336,14
Feijão Seca	20.902,69
Milho Normal	323.000,97
Milho Safrinha	107.750,30
Soja Normal	636.535,90
Soja Safrinha	32.865,70
Aveia Preta	44.952,85
Trigo	186.169,69
Mandioca	19.529,00
Fumo	17.583,20

Cultura	Área (ha)
Total	1.434.626,44

Fonte: SEAB/DERAL, 2003/2004 apud Comitê, 2012

a.3.2) Usos não consuntivos

- **Produção de Energia**

As principais unidades para geração de energia elétrica no rio Iguaçu, na área de abrangência da sub-bacia dos Afluentes do Baixo Iguaçu, são: Salto Santiago (1.420 MW), Salto Osório (1.078 MW) e Governador José Richa (1.240 MW).

As Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs existentes na sub-bacia dos Afluentes do Baixo Iguaçu são: Júlio de Mesquita Filho (Foz do Chopim) com potência de 29,07 MW, Chopim I com potência de 2,08 MW, Vitorino com potência de 5,28 MW, Salto Claudelino com potência de 2,30 MW e Cavernoso com 1,26 MW. (PLERH/PR, 2010 apud Comitê, 2012).

a.4) Cargas Poluidoras

A sub-bacia dos Afluentes do Baixo Iguaçu apresenta um potencial de contaminação grande, em função da poluição na área rural em virtude do alto volume de agrotóxicos comercializados. Com relação às áreas urbanas a qualidade da água é prejudicada pelo déficit na infraestrutura do saneamento básico e drenagem.

a.5) Qualidade de Água

Para determinação da qualidade de água na bacia afluyente do Baixo Iguaçu, COMITÊ (2012 apud Águas do Paraná, 2011), utilizou o Índice de Qualidade de Água (IQA), definidos pela avaliação dos resultados dos parâmetros: coliformes fecais; pH; Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO; nitrogênio total; fósforo total; temperatura; turbidez; resíduo total e Oxigênio Dissolvido - OD. De acordo com os Gráficos 6.1 e 6.2 a seguir, que mostra a evolução do IQA para a estação do Estreito do Iguaçu Novo e Águas do Vere, respectivamente, ao longo dos anos, nota-se que a qualidade de água nestes pontos varia de razoável (51-70) a bom (71-90).

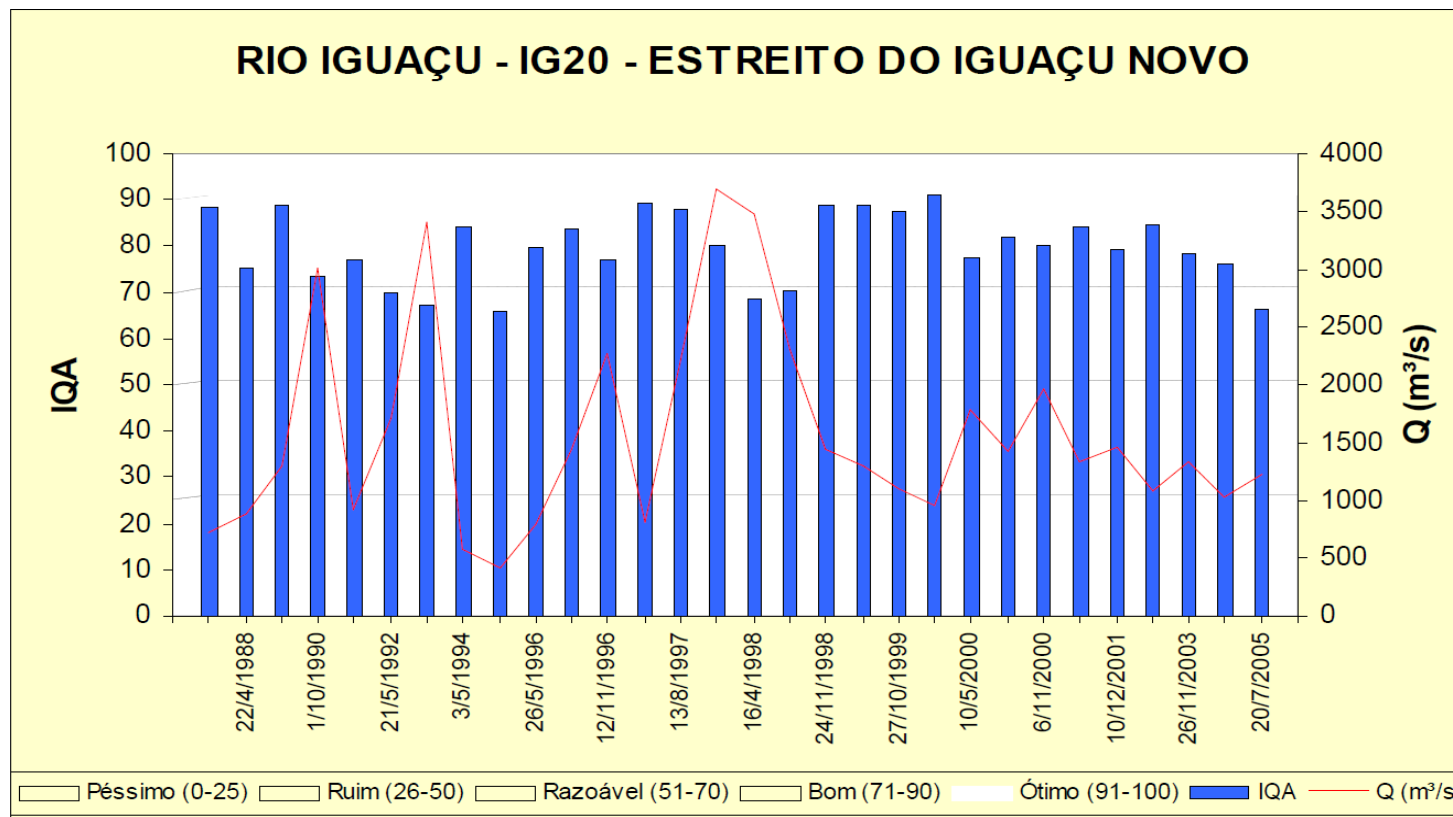


Gráfico 6.1: IQA da Estação Estreito do Iguaçu Novo

Fonte: COMITÊ (2012 apud Águas do Paraná, 2011)

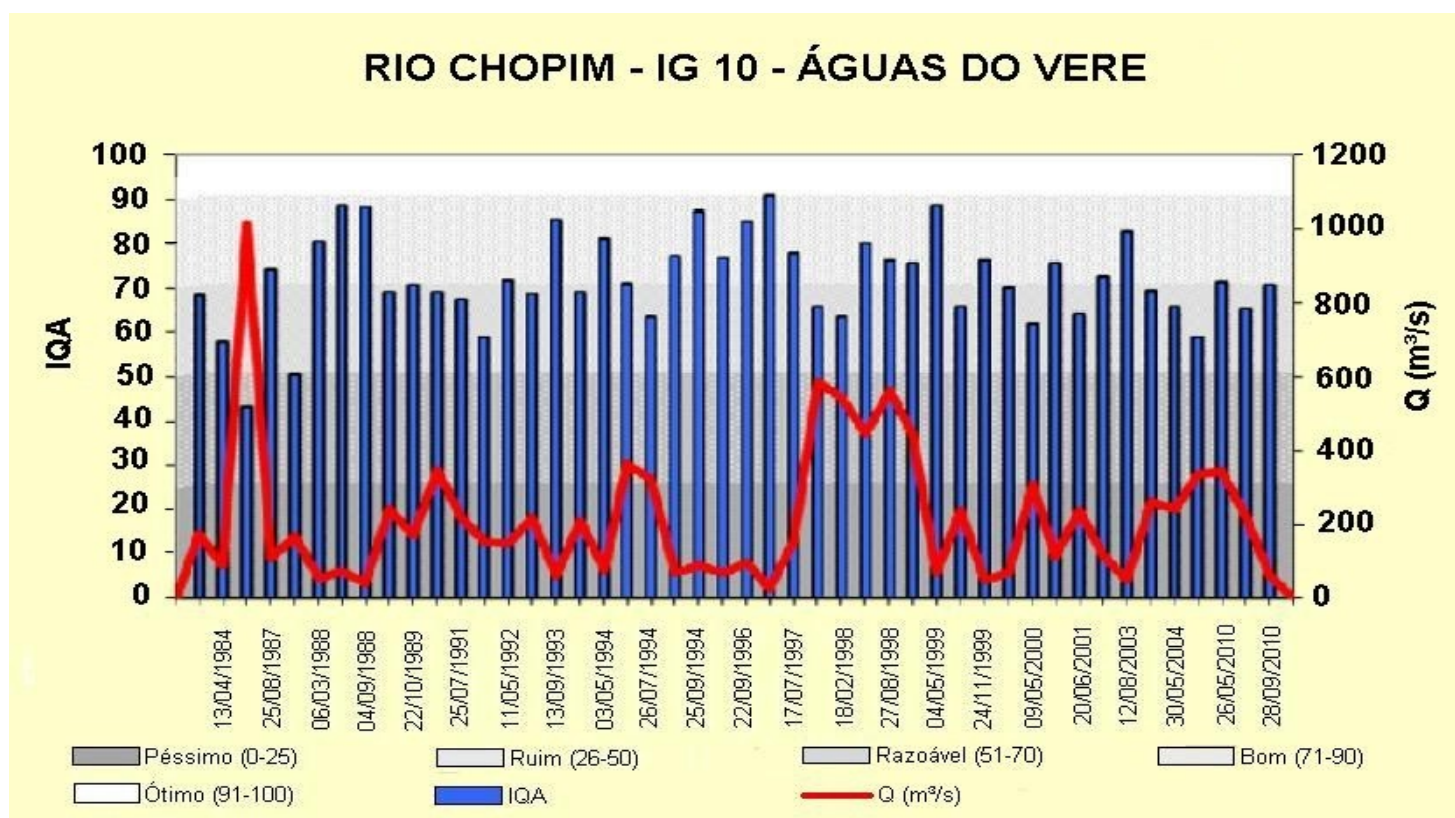


Gráfico 6.2- IQA da Estação Águas do Vere Fonte: COMITÊ (2012 apud Águas do Paraná, 2011)

a.6) Enquadramento dos corpos hídricos

Segundo a Portaria SUREHMA N° 020/92, o enquadramento dos corpos d'água da bacia do rio Iguaçu, foram classificados de acordo com os limites dos parâmetros indicadores da qualidade das águas, seguindo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, n° 20 de 18/06/1986. Por essa legislação as classes são definidas segundo o que se denomina de enquadramento, que é o “estabelecimento do nível de qualidade a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo”.

No que tange ao enquadramento dos corpos d'água em classe de uso, a Portaria SUREHMA N° 020/92 de 12 de maio de 1992 enquadra, no art. 1º, todos os cursos d'água da Bacia do Iguaçu como pertencentes à classe “2”.

O art. 2º excepciona o enquadramento constante no art. 1º

I – Os cursos d'água dentro dos limites da Área de Tombamento da Serra do Mar e da Área de Especial Interesse Turístico Marumbi, que pertencem à **classe especial**.

II – Rio Capitanduva, formador do rio Iraí e seus afluentes, que pertence à **classe especial**.

III – Rio dos Papagaios e seus afluentes, contribuinte da margem direita do Rio Iguaçu, Município de Balsa Nova, desde suas nascentes até o Recanto dos Papagaios, junto à BR 376, que pertence à **classe especial**.

IV – Os cursos d'água situados no Parque Nacional do Iguaçu, bem como seus formadores fora dos limites do Parque, desde o Rio Gonçalves Dias e seus afluentes, situados nos Municípios de Céu Azul, Cascavel e Capitão Leônidas Marques, até o Rio São João e seus afluentes, situados nos Municípios de Foz do Iguaçu e Santa Terezinha do Itaipú, que pertencem à **classe “1”**.

V – Os cursos d'água utilizados para abastecimento público e seus afluentes, desde suas nascentes até a seção de captação para abastecimento público, quando a área desta bacia de captação for menor ou igual a 50 (cinquenta) quilômetros quadrados, tais como os abaixo relacionados, que pertencem à **classe “1”**.

Destaca-se nos municípios de Chopinzinho e Coronel Vivida, os rios Passa Liso e da Paz, classificados como classe 1 por serem mananciais de abastecimento público.

De acordo com o CONAMA nº 20/86, as águas classificadas como Classe 2 destinam-se a:

- Abastecimento doméstico após tratamento convencional;
- Proteção das comunidades aquáticas;
- Recreação de contato primário (natação, mergulho etc.);
- Irrigação de hortaliças e frutas ingeridas cruas;
- Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies de peixe para alimentação humana.

a.7) Principais Cursos d'água interceptados pelo empreendimento

Rio Iguaçu

O rio Iguaçu é considerado o maior rio paranaense, seu curso segue o sentido geral leste/oeste, servindo como divisa natural em certo trecho entre os Estados do Paraná e Santa Catarina, além de separar o Brasil da Argentina.

Segundo a SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente – Paraná, o rio Iguaçu percorre 1.320 km até desaguar nas Cataratas do Iguaçu. No local da travessia, o rio Iguaçu marca a divisa entre os municípios de Saudades do Iguaçu e rio Bonito do Iguaçu (ver figuras 6.18 e 6.19)



Figura 6.18: Rio Iguaçu próximo ao local de cruzamento da nova LT 525kV.
Fonte: PROSUL 13/06/2012.



Figura 6.19: Rio Iguaçu próximo ao local de cruzamento da nova LT 525kV.
Fonte: PROSUL 02/05/2012.

Rio Chopim

O rio Chopim localiza-se na região sudoeste do Estado do Paraná, sendo um afluente do rio Iguaçu, abrangendo uma área de 7.500 km² e com sentido sudeste noroeste. Suas nascentes estão localizadas em altitudes que superam os 1.200 m, percorrendo uma extensão total do curso principal do rio de 450 km.

O rio Chopim corre sobre basaltos e rochas similares, mostrando uma geomorfologia simples. Extremamente rico em corredeiras e cachoeiras, apresenta uma sucessão de rápidos saltos e uma conformação sinuosa, cheio de voltas e cotovelos, sempre se mantendo dentro de um vale (BURIAN, 2004). No local da travessia, o rio Chopim marca a divisa entre os municípios de Clevelândia e Honório Serpa (ver Figuras 6.20 e 6.21).



Figura 6.20: Rio Chopim próximo ao local de cruzamento da nova LT 525kV.
Fonte: PROSUL - 13/06/2012.



Figura 6.21: Vista aérea do rio Chopim. Em destaque, local próximo do cruzamento da nova LT 525kV. Fonte: PROSUL - 02/05/2012.

6.2.3.2 *Bacia do Rio Uruguai*

O rio Uruguai é um dos principais cursos d'água do sul do Brasil. Ele nasce no encontro dos rios Pelotas e Canoas, e em território nacional marca a divisa entre os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Em território compartilhado perfaz a divisa entre Brasil e Argentina, e ao deixar o território brasileiro, marca a divisa entre Argentina e Uruguai, como visto na Figura 6.22.

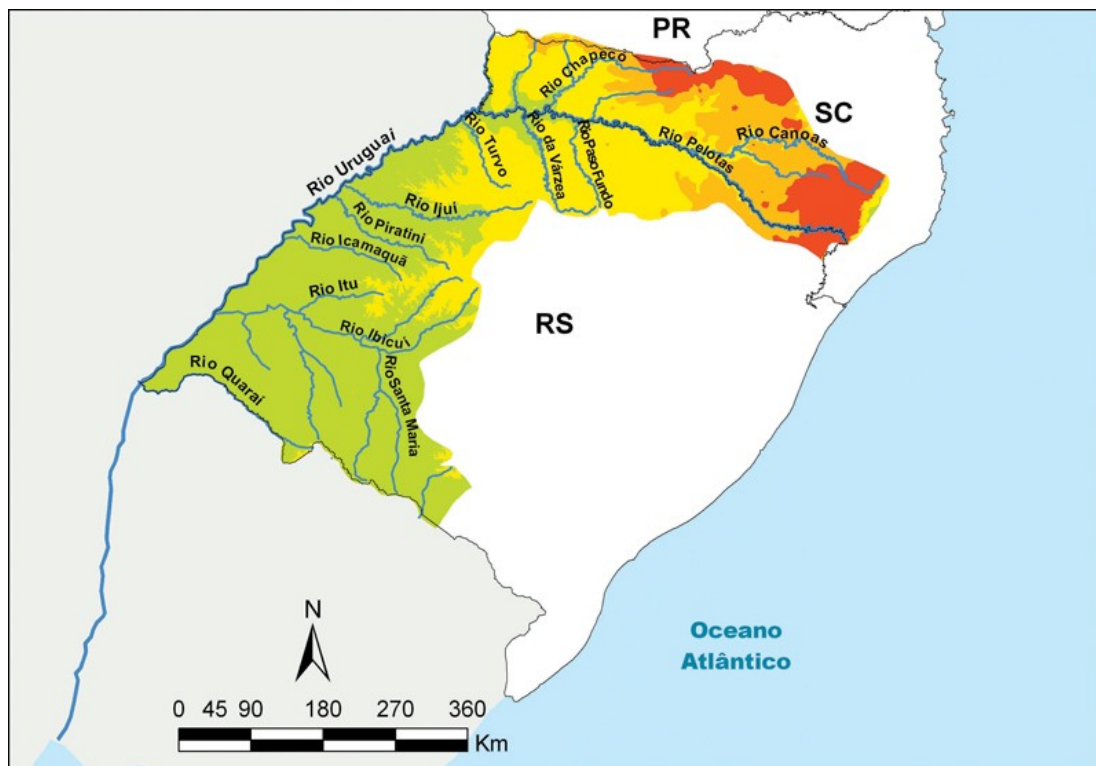


Figura 6.22: Bacia do Rio Uruguai.

Fonte: Disponível em: <<http://www.editorapollux.com.br>>. Acesso em: 28/06/2012.

O rio Uruguai possui uma extensão aproximada de 2.200 Km até a sua foz, totalizando uma área de drenagem de cerca de 371.000 Km², sendo 45% em território brasileiro, o que equivale a 174.409 Km². A população no território brasileiro desta bacia é de pouco mais de 4 milhões de habitantes, segundo consta no Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região da Bacia do Rio Uruguai. O Estado de Santa Catarina possui 38,6% da população e 27,4% da área, porém gera 50,6% do PIB da região do Uruguai.

A bacia possui um total de 384 municípios, dos quais se destacam Lages e Chapecó, em Santa Catarina, Erechim, Ijuí, Uruguaiana, Santana do Livramento e Bagé no Rio Grande do Sul. As maiores concentrações demográficas da bacia, na parte brasileira, são encontradas nas unidades hidrográficas de Chapecó, Turvo, Canoas e Ibicuí (ANA, 2012).

O traçado da LT está presente em três regiões hidrográficas do Rio Uruguai, sendo duas em Santa Catarina e uma no Rio Grande do Sul.

O Estado de Santa Catarina foi dividido em 10 (dez) regiões hidrográficas, conforme a Figura 6.23, de acordo com a Lei Estadual nº 10.949/1998, sendo que o empreendimento em questão, será alocado em duas destas regiões:

- RH 2, Região Hidrográfica do Meio Oeste, que compreende as bacias dos rios Chapecó e Irani;
- RH3, Região Hidrográfica do Vale do Rio do Peixe, que compreende as bacias dos rios Jacutinga e Peixe.
-

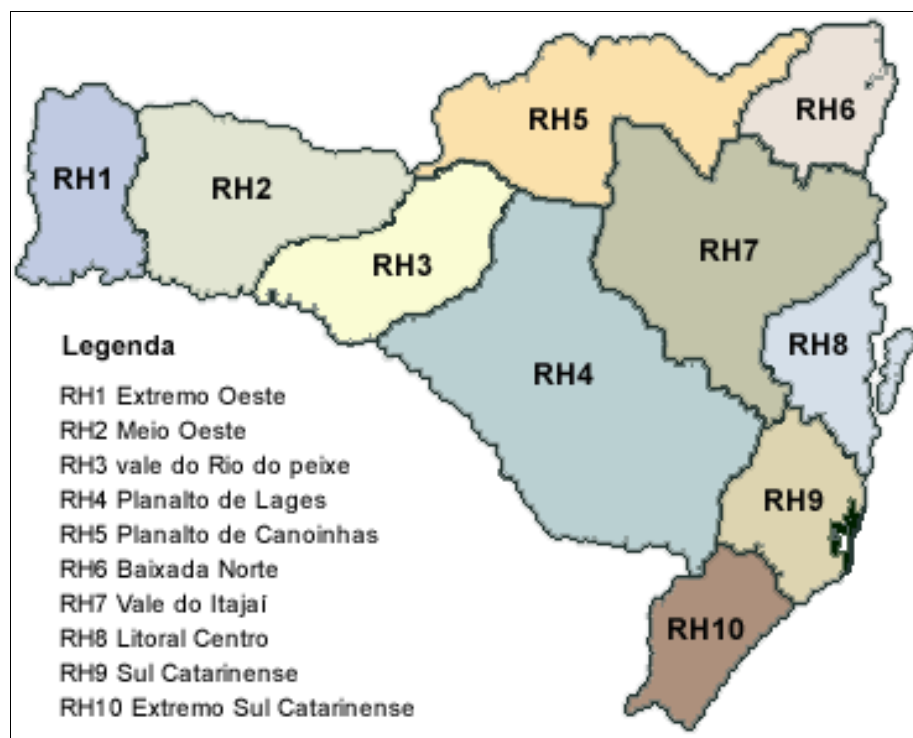


Figura 6.23: Regiões Hidrográficas de Santa Catarina

Fonte: Centro de Disseminação de Informações para a Gestão de Bacias Hidrográficas.

No Estado do Rio Grande do Sul, a Lei Estadual nº 10.350/94 estabelece a divisão do Estado em três regiões hidrográficas, conforme Figura 6.24, sendo uma delas a bacia do rio Uruguai. A LT a ser instalada cruzará apenas uma sub-bacia do rio Uruguai no Rio Grande do Sul, a sub-bacia Apuaê-Inhandava, bacia 11 da Figura 6.24.

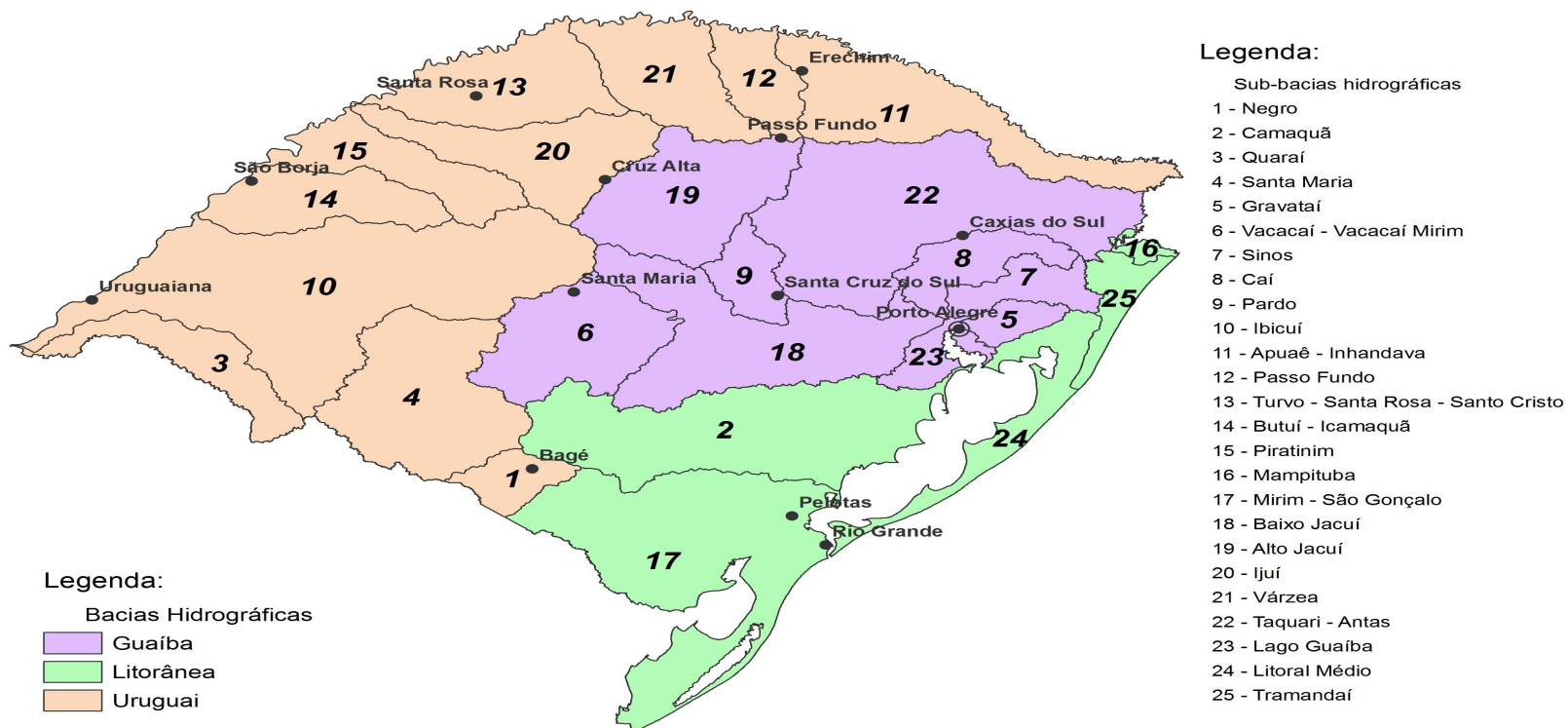


Figura 6.24: Regiões Hidrográficas do Rio Grande do Sul

Fonte: NERU-FEE, abril/2009

Quanto ao enquadramento dos cursos d'água, a Resolução CERH Nº 001/2008, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina e dá outras providências, define que:

Art. 1º - Adotar a classificação estabelecida pela Resolução Nº. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, enquanto não aprovado o novo enquadramento dos corpos d'água superficiais do Estado de Santa Catarina, baseado em estudos técnicos específicos.

Já a resolução CONAMA Nº. 357/05 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, define que:

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras, classe 1, exceto se as condições de qualidade atual forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Dessa forma, em Santa Catarina, os rios atravessados pelo empreendimento são classificados como de Classe 2, até que sejam aprovados os enquadramentos dos respectivos.

No Estado do Rio Grande do Sul, os comitês de bacia são os responsáveis pela definição do enquadramento dos corpos hídricos. Como o Comitê da Bacia Apuaê-Inhandava ainda não possui Plano de Bacia elaborado, o enquadramento dos rios segue a resolução CONAMA nº 357/2005, sendo considerados também de Classe 2.

a) Região Hidrográfica do Meio Oeste

Como mencionado anteriormente, a Região Hidrográfica do Meio Oeste é composta pelas bacias do rio Chapecó e Irani, sendo que o empreendimento far-se-á presente em ambas as bacias. Esta Região Hidrográfica, possui o Comitê de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Chapecó e Irani, criado a partir do Decreto Estadual 3.498/2010.

Para este estudo, as principais referências de pesquisa, foram:

- Diagnóstico da Região da Bacia do Rio Uruguai, componente 1 do Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região da Bacia do Rio Uruguai, desenvolvido a partir de cooperação técnica entre o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e os Governos dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul;
- Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina, vinculado a Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural e Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável, do Governo do Estado de Santa Catarina e;
- Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó, da Diretoria de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável.

a.1) Características

De acordo com o SANTA CATARINA (2006), a Região Hidrográfica do Meio Oeste foi dividida em duas bacias hidrográficas principais, a do rio Chapecó e a do rio Irani. O rio Chapecó apresenta uma área de drenagem de aproximadamente 9.352 Km² enquanto a bacia do rio Irani 1.955 Km², totalizando aproximadamente 11.307 Km².

Tendo em vista que toda a Região Hidrográfica do Meio Oeste deságua no rio Uruguai, existem outras bacias menos expressivas localizadas na RH2 que não são afluentes dos rios Chapecó e Irani. Deste modo, considerando apenas os rios principais, segundo SANTA CATARINA (1997), o rio Chapecó possui uma área de drenagem de 8.190 Km² e uma vazão média na sua foz de 263 m³/s, sendo que seus principais afluentes são os rios Chapecozinho, Saudades e Burro Branco. Por sua vez, o rio Irani possui uma área de drenagem de 1.498 Km² e em sua foz uma

vazão média de 49 m³/s, tendo os rios Bahia e Xanxerê como seus principais afluentes.

Segundo SANTA CATARINA (2009), as principais sub-bacias hidrográficas do rio Chapecó e suas respectivas áreas de drenagem, podem ser observadas na Tabela 6.9 a seguir.

TABELA 6.9- SUB-BACIAS DA BACIA DO RIO CHAPECÓ

SUB-BACIAS	ÁREA DE DRENAGEM (KM ²)
Rio Barra Grande	172,40
Rio Lamedor	110,00
Rio Chalana	412,60
Contribuições Independentes	347,20

Ainda de acordo com SANTA CATARINA (2006), a população total da Região Hidrográfica do Meio Oeste é de 452.595 habitantes (Tabela 6.10) com densidade demográfica de aproximadamente 40 habitantes/Km². A maior parte da população, cerca de 62%, vive em áreas urbanizadas.

TABELA 6.10-DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO MEIO OESTE

BACIA HIDROGRÁFICA	POPULAÇÃO			ÁREA DA BACIA (Km ²)	URBANIZAÇÃO (%)	DENSIDADE DEMOGRÁFICA (hab/Km ²)
	URBANA	RURAL	TOTAL			
RIO CHAPECÓ	224.533	141.416	365.949	9.352	61,36%	39,13
RIO IRANI	57.289	29.357	86.646	1.955	66,12%	44,32
TOTAL	281.822	170.773	452.595	11.307	62,27%	40,03

Fonte: Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina (2006).

a.2) Uso e ocupação do solo

A Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina, elaborou um mapa digital do uso e ocupação do solo para todo o Estado. Conforme visto na Figura 6.25, que mostra a espacialização na Região Hidrográfica do Meio Oeste (RH2), o uso do solo se divide em 6 classes temáticas distintas.

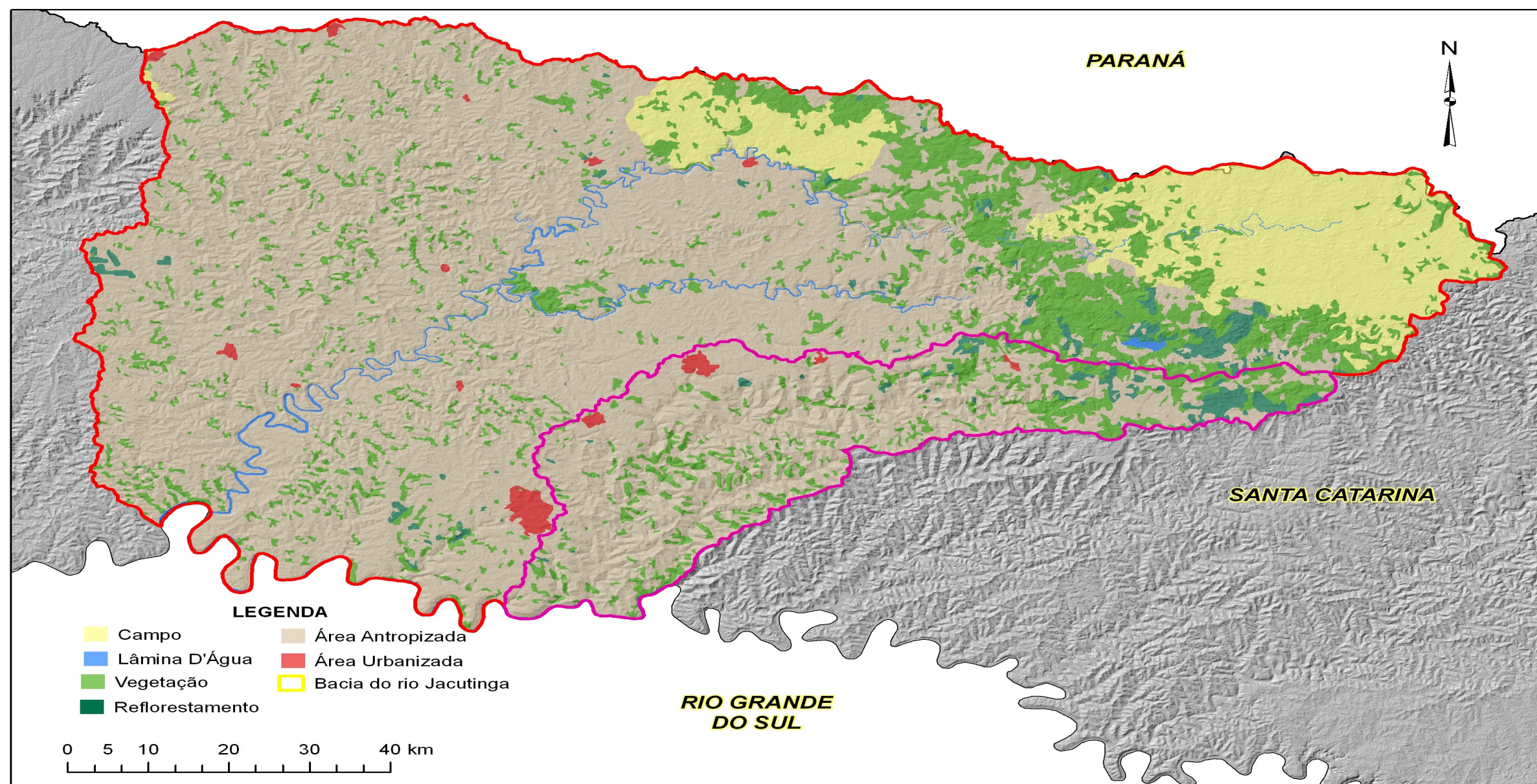


Figura 6.25-Mapa de uso do solo das Bacias do Rio Chapecó e Rio Irani

Fonte:Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável

A partir dos dados digitais disponíveis, foi possível quantificar cada classe temática do uso do solo na RH2. A Tabela 6.11, apresenta as classes temáticas de uso e ocupação do solo, bem como suas respectivas áreas. Nota-se que o maior índice absoluto de ocupação do solo nesta região, com 69 % total, refere-se às áreas antropizadas, que incluem áreas de cultivo, desmatamentos recentes, pecuária e vegetação secundária. Outras classes temáticas com áreas significativas são os campos e vegetação nativa, com 11 e 16% da área, respectivamente. As demais formas de uso e ocupação do solo, possuem áreas pouco significativas, inclusive as áreas urbanizadas, como menos de 1% do total.

TABELA 6.11: USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO MEIO OESTE (RH2)

CLASSE TEMÁTICA	ÁREA (KM ²)	ÁREA RELATIVA (%)
Área Urbanizada	72,49	0,64%
Lâmina D'Água	130,13	1,15%
Predominância de Vegetação Herbácea Nativa (Campo)	1250,51	11,08%
Predomínio de Cultivo, Desmatamento Recente, Pecuária e Vegetação Secundária	7797,3	69,09%
Reflorestamento	196,18	1,74%
Vegetação Primária e Secundária (Predomínio de vegetação nativa de porte arbóreo e arbustivo)	1839,78	16,30%
Total	11286,39	100,00%

a.3) Utilização dos Recursos Hídricos

a.3.1) Usos Consuntivos

- **Abastecimento Público**

Para determinação das demandas hídricas para uso consuntivo na região hidrográfica do Meio Oeste, foi consultado o Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina, elaborado pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável do Governo Estadual. A demanda hídrica para abastecimento da população foi dividida em rural e urbana, como mostrado na Tabela 6.12, sendo que a demanda total para este fim, é de 2.093.088 m³/mês de água.

TABELA 6.12: DEMANDA HÍDRICA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO (M³/MÊS)

BACIA HIDROGRÁFICA	DEMANDA POPULAÇÃO URBANA	DEMANDA POPULAÇÃO RURAL	DEMANDA TOTAL
RIO CHAPECÓ	1.279.838	403.036	1.682.874
RIO IRANI	326.547	83.667	410.214
TOTAL	1.606.385	486.703	2.093.088

Fonte: Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina (2006)

- **Abastecimento Industrial**

Dos usos consuntivos da água, o que demanda maior volume por mês são os industriais, principalmente devido a grande quantidade de indústrias frigoríficas instaladas nesta região. Conforme Tabela 6.13, a demanda mensal de água para as indústrias da região, é de 2.647.200 m³/mês.

TABELA 6.13: DEMANDA HÍDRICA PARA ABASTECIMENTO INDUSTRIAL (M³/MÊS)

BACIA HIDROGRÁFICA	ABASTECIMENTO INDUSTRIAL
RIO CHAPECÓ	2.035.931,00
RIO IRANI	611.269,00
TOTAL	2.647.200,00

Fonte: Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina (2006)

- **Irrigação**

Pelo tipo de relevo encontrado nesta região não ser propício ao cultivo do arroz, atividade esta que demanda muito recurso hídrico, a demanda hídrica para irrigação é de apenas 103.266 m³/s, como mostrado na Tabela 6.14.

Tabela 6.14: demanda hídrica para irrigação (m³/mês)

BACIA HIDROGRÁFICA	IRRIGAÇÃO
RIO CHAPECÓ	83.374,00
RIO IRANI	19.892,00
TOTAL	103.266,00

Fonte: Adaptado de Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina (2006)

- **Pecuária**

Para determinação da demanda hídrica para dessedentação de animais, foi necessário computar o rebanho presente na região, e multiplicar por um consumo diário de água recomendado pelo Manual de Procedimentos para Outorga de Uso da água, elaborado pelo Comitê da Bacia do Paraíba do Sul. Como resultado, a demanda hídrica para dessedentação de animais é de 2.057.088 m³/mês, (Tabela 6.15) valor este comparável à demanda hídrica para consumo da população, o que demonstra a forte vocação da região na criação de animais.

TABELA 6.15: DEMANDA HÍDRICA PARA DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS (M³/MÊS)

BACIA HIDROGRÁFICA	DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS
RIO CHAPECÓ	1.500.173,00
RIO IRANI	556.915,00
TOTAL	2.057.088,00

Fonte: Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina (2006)

a.3.2) Usos não consuntivos

- **Pesca**

Na Região Hidrográfica do Meio Oeste, assim como em todo o interior de Santa Catarina, a pesca é praticada quase que exclusivamente para fins de lazer. A produção pesqueira comercial existente na região desenvolve-se a partir da aquicultura.

- **Produção de Energia**

Em relação ao aproveitamento energético, segundo SANTA CATARINA (2006), havia 26 aproveitamentos hidrelétricos na região hidrográfica do Meio Oeste, sendo 12 em operação, e 14 outorgados. Porém, em pesquisada realizada no *website* da Agência Reguladora de Serviços Públicos de Santa Catarina², em 16/02/2011, dos 26 aproveitamentos hidrelétricos listados, apenas 4 ainda não se encontravam em operação. A Tabela 6.16 apresenta informações acerca dos aproveitamentos hidrelétricos encontrados na região.

2 Disponível em: <http://www.agesc.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=329:16-02-2011—fiscalizacao&catid=2:noticias&Itemid=5>. Acesso em: 02/07/2012.

TABELA 6.16: APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO MEIO OESTE

BACIA HIDROGRÁ FICA	APROVEITAME NTO	MUNICÍPIOS	OPERAÇÃO	OUTORGA	POTÊNCIA (MW)	CURSO D'ÁGUA
RIO CHAPECÓ	PCH Ludesa	Abelardo Luz/ Ipuacu/ São Domingos	x		26,2	Chapecó
	CGH Santa Rosa	Abelardo Luz/ Vageão		x	0,94	Chapecó
	UHE Foz do Chapecó	Águas de Chapecó	x		855	Uruguai
	CGH Cachoeirinha	Faxinal dos Guedes	x		0,65	Chapecozinho
	CGH Abrasa	Faxinal dos Guedes	x		0,99	Chapecozinho
	PCH Celso Ramos	Faxinal dos Guedes	x		5,7	Chapecozinho
	PCH Faxinal dos Gueses	Faxinal dos Guedes/ Ouro Verde	x		4	Chapecozinho
	PCH Santa Laura	Faxinal dos Guedes/ Ouro Verde	x		15	Chapecozinho
	UHE Quebra- Queixo	Ipuacu/ São Domingos	x		121,5	Chapecó
	PCH Rio Timbó	Irienópolis/ Porto União	x		5,08	Tamanduá
	CGH Evangelista	Passos de Maia		x	0,99	Chapecozinho
	PCH Dalapria	Passos de Maia	x		1,44	Chapecozinho
	PCH Passos de Maia	Passos de Maia	x		22,2	Chapecó
	CGH Tozzo	Passos de Maia/ Ponte Serrada		x	1	Chapecozinho
	PCH Flor do Mato	Ponte Serrada	x		4,8	Mato
	PCH Salto do Passo Velho	Xanxerê	x		1,8	Chapecozinho
PCH Salto Voltão	Xanxerê	x		8,2	Chapecozinho	

BACIA HIDROGRÁ FICA	APROVEITAME NTO	MUNICÍPIOS	OPERAÇÃO	OUTORGA	POTÊNCIA (MW)	CURSO D'ÁGUA
RIO IRANI	PCH Arvoredo	Arvoredo	x		11,07	Irani
	PCH Rodeio Bonito	Arvoredo/ Chapecó	x		13,99	Irani
	PCH Alto Irani	Arvoredo/ Xanxerê	x		21	Irani
	PCH Plano Alto	Faxinal dos Guedes/ Xanxerê/ Xavantina	x		16,2	Irani
	PCH São Luiz	Ponte Serrada	x		1,8	Irani
	CGH Salto Cristo Rei	Ponte Serrada	x		0,96	Irani
	CGH Hacker	Xanxerê	x		0,4	Xanxerê
	CGH Barrinha	Xanxerê		x	0,45	Xanxerê
	PCH Cajú	Xanxerê	x		3,25	Xanxerê

Fonte: Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina (2006)

- **Outros Usos**

A Região Hidrográfica do Meio Oeste possui algumas fontes de águas termais, atraindo assim muitos turistas para esta região. As fontes termais estão localizadas nos municípios de Águas de Chapecó, São Carlos, Palmitos, Quilombo e Caibi.

a.4) Cargas Poluidoras

De acordo com SANTA CATARINA (1997), a Região Hidrográfica do Meio Oeste é uma região grandemente produtora de grãos, além de aves e suínos. Desta maneira, os maiores problemas de degradação dos corpos hídricos, referem-se ao uso excessivo e inadequado de agrotóxico, e principalmente pela concentração e manejo inadequado dos dejetos líquidos de suínos. Além disso, como nas demais regiões, é possível citar os efluentes domésticos como outra fonte de poluição nesta região.

a.5) Qualidade de Água

Para o diagnóstico da qualidade de água na Bacia Região Hidrográfica do Meio-Oeste, foi utilizado como referência o Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região da Bacia do Rio Uruguai. Os dados analisados foram disponibilizados pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento, sendo que a maior parte dos pontos de amostragem situam-se nos locais de captação de água para abastecimento público. Foram analisados 4 laudos de análises, realizadas bimestralmente entre dezembro de 2007 até junho de 2008, com exceção a Chapecó, onde foram realizadas 10 análises entre dezembro de 2007 e julho de 2008.

Os resultados obtidos foram tratados estatisticamente e os rios enquadrados em classes de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, conforme apresentado na Tabela 6.17 a seguir.

TABELA 6.17: CLASSIFICAÇÃO DOS RESULTADOS DAS CAMPANHAS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA DA CASAN, SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005

Município	Turbidez (UNT)	pH	Ferro (mgFe.L-1)	Manganês (mgMn.L-1)
Abelardo Luz	2	1	1	2
Chapecó	3	1	2	1
Faxinal dos Guedes	1	1	1	1
Formosa do Sul	1	1	1	1
Galvão	1	1	1	1
Ponte Serrada	1	1	1	1
Quilombo	1	1	1	1
São Domingos	1	1	1	1
São Lourenço	1	1	1	1
Vargeão	1	1	1	2
Xaxim	1	1	1	1
Xanxerê	1	1	1	1

Fonte: Adaptado do Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região da Bacia do Rio Uruguai

Na bacia do meio-oeste a qualidade da água é crítica no meio-rural, devido principalmente a grande poluição produzida pelos dejetos de suínos, problema que compromete os recursos hídricos da região.

Nessas áreas estão localizados os maiores produtores de suínos, dando destaque para os municípios de Chapecó, Arvoredo e Seara, e também grandes produtores de aves como o município de Coronel Freitas, que possui mais de 300 aviários, drenado pelo rio Chapecó.

Outra fonte de poluição das águas se deve aos processos erosivos dos solos, que conseqüentemente elevam a turbidez. A região também apresenta uso intensivo de agrotóxicos, assim como despejos industriais advindos da produção de carnes e derivados de suínos.

A bacia do rio Chapecó possui vários núcleos urbanos e a maioria das cidades situadas ao longo dos afluentes do médio curso do rio, são cidades de pequeno e médio porte. Como a maioria das cidades é desprovida de sistema de coleta e tratamento de esgoto, supõe-se que a matéria fecal despejada venha a proporcionar o surgimento de doenças de veiculação hídrica em toda a bacia.

Existe alguma preservação ao longo do rio Chapecozinho, em alguns parques e nas reservas indígenas existentes no município.

A bacia também é aproveitada energeticamente, onde as áreas de inundação tendem a acumular nutrientes gerados, sendo assim mais um fator para a deterioração das águas.

a.6) Principais cursos d'água interceptados

Rio Chapecó

O rio Chapecó é o principal curso d'água na Região Hidrográfica do Meio Oeste (RH2) e tem suas águas cruzadas pela LT em estudo apenas uma vez. O cruzamento do rio Chapecó ocorre em área rural do município de Abelardo Luz (Figura 6.26).



Figura 6.26: Vista aérea do Rio Chapecó próximo ao local de cruzamento da LT 525kV. Data: 02/05/2012.

Rio Chapecozinho

O rio Chapecozinho é um dos principais afluentes do rio Chapecó. O local da travessia da LT sobre o leito do rio Chapecozinho, se dá na divisa municipal entre os municípios de Bom Jesus e Ouro Verde, em uma área com forte cultivo agrícola. As Figuras 6.27 e 6.28 ilustram o local de travessia da LT sobre o rio Chapecozinho.



Figura 6.27: Rio Chapecozinho próximo ao local de cruzamento com a LT 525kV. Data: 14/06/2012.



Figura 6.28: Rio Chapecozinho próximo ao local de cruzamento com a LT 525kV. Data: 02/05/2012.

Rio Irani

Como mencionado anteriormente, a Região Hidrográfica do Meio Oeste (RH2) é subdividida em duas bacias, a do rio Chapecó e do rio Irani. O rio Irani é o principal curso d'água da segunda bacia, tendo seu leito atravessado pela LT, na divisa entre os municípios de Xanxerê e Xavantina (Figura 6.29).



Figura 6.29: Rio Irani próximo ao local de travessia da LT 525kV. Data: 14/06/2012.

b) Bacia do Rio Jacutinga

A bacia do rio Jacutinga, situa-se no oeste do Estado de Santa Catarina, compreendida na Região Hidrográfica do Vale do Rio do Peixe (RH 3). Esta Região é dividida em duas bacias hidrográficas distintas: Peixe e contíguas (5.476 km²) e Jacutinga e contíguas (2.447 km²) Haja visto que o traçado da LT cruza somente a área da bacia do rio Jacutinga, a caracterização resumiu-se apenas a esta bacia.

b.1) Características

A bacia do rio Jacutinga abrange uma área de drenagem de aproximadamente 2.747 km², apresentando seus limites, ao norte e a oeste, com a bacia do rio Irani (integrante da Região Hidrográfica Meio Oeste – RH 2), e ao leste com a bacia do rio do Peixe (integrante da Região Hidrográfica Vale do Rio do Peixe – RH 3), ao sul limita-se pelo rio Uruguai. O rio Jacutinga nasce na vertente oposta do rio Irani, tendo sua foz localizada no lago formado pela barragem de Itá, essa bacia engloba afluentes diretos do rio Uruguai, bem como o riacho Grande e o rio do Engano.

Esta bacia hidrográfica conta com o Comitê do rio Jacutinga, criado em 03/09/2003, sob Decreto n.º 652. Além do Rio Jacutinga, o Comitê abrange as bacias dos rios Ariranha, Engano, Queimados, Rancho Grande e Suruvi, que banham 18 municípios: Água Doce, Alto Bela Vista, Arabutã, Arvoredo, Catanduvas, Concórdia, Ipira, Ipumirim, Irani, Itá, Jaborá, Lindóia do Sul, Paial, Peritiba, Presidente Castello Branco, Seara, Vargem Bonita e Xavantina (SANTA CATARINA, 2009).

b.2) Uso e ocupação do solo

Segundo Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, o relevo da bacia do rio Jacutinga, apresenta características bastante acidentadas, com graves reflexos sobre o intenso processo erosivo do solo e assoreamento dos rios. A capacidade agrícola do solo é representada pelas classes 2, 3 e 4 classificando o seu uso de acordo com as culturas anuais.

A cobertura vegetal da bacia apresenta-se em uma situação um pouco melhor quando comparada com as demais regiões do oeste, com 20,33% de vegetação primária e secundária (predomínio de vegetação nativa de porte arbóreo e arbustivo) e cerca de 2,35% de áreas reflorestadas. O desenvolvimento regional, apresenta um percentual de área ocupada urbano de 75,96% (Tabela 6.18).

TABELA 6.18: DISTRIBUIÇÃO DO USO DO SOLO DA BACIA DO RIO JACUTINGA.

CLASSE	ÁREA km ²
Área Urbanizada	13,04
Lâmina D'Água	20
Predomínio de Cultivo, Desmatamento Recente, Pecuária e Vegetação Secundária	1844,89
Reflorestamento	57,1
Vegetação Primária e Secundária (Predomínio de vegetação nativa de porte arbóreo e arbustivo)	493,64

Fonte: Secretaria do Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina.

A Figura 6.30 apresenta a situação atual do ecossistema nativo bastante reduzidos, devido à antropização, durante o processo histórico de ocupação e transformação da bacia.

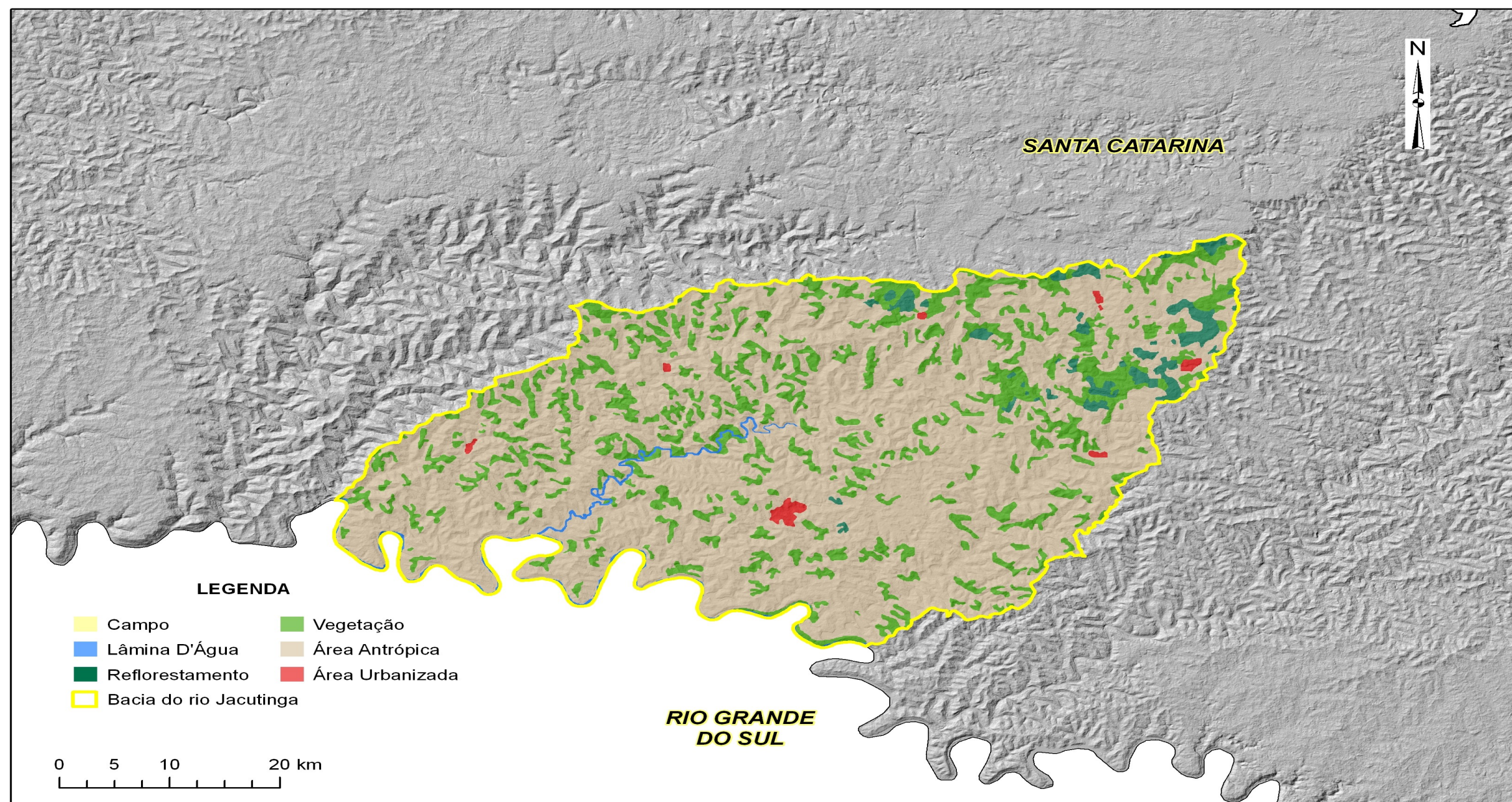


Figura 6.30-Uso e ocupação do solo da Bacia Jacutinga.

b.3) Utilização dos recursos hídricos

b.3.1) Usos Consuntivos

De acordo com dados do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos de Santa Catarina, as captações de águas superficiais da bacia estão relacionadas ao abastecimento público, criação de animais, indústrias e produção de energia termelétrica (SANTA CATARINA, 2009) .

O volume total captado para essas finalidades, corresponde, a 99,7% do total do volume de água captado superficialmente no Sistema. Sendo que o volume captado para o uso na criação de animais, representa 15,9% do volume total captado, proveniente de 498 dos 575 pontos de captação superficial existente na bacia do rio Jacutinga, ou seja 87% dos pontos de captação superficial do Sistema, têm como finalidade o uso em criação de animais. Na Tabela 6.19 é apresentada a distribuição da demanda dos usos consuntivos na bacia do rio Jacutinga em função do número de pontos de captação superficial.

TABELA 6.19-DISTRIBUIÇÃO DA DEMANDA DOS USOS CONSUNTIVOS NA BACIA DO RIO JACUTINGA.

USO	Nº de Pontos de Captação Superficial	% dos Pontos de Captação Superficial
Abastecimento Público	18,00	3,10
Aquicultura	1,00	0,00
Criação Animal	498,00	86,60
Industrial	17,00	3,00
Irrigação	3,00	0,50
Outros Usos	36,00	6,30
Produção Energia Termelétrica	2,00	0,30
TOTAL	575,00	100,00

% dos Pontos de Captação Superficial / Intervalos de Demanda (L/s).

Fonte: Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga (2009)

A bacia do rio Jacutinga apresenta 575 pontos de captação de água superficial, sendo que 128 (22%) estão localizados no município de Jaborá. A Tabela 6.20 , apresenta a distribuição das demandas consuntivas superficiais por município (SANTA CATARINA, 2009).

TABELA 6.20-DISTRIBUIÇÃO DAS DEMANDAS CONSUNTIVAS SUPERFICIAIS POR MUNICÍPIO.

MUNICÍPIO	VOLUME CAPTADO (L/S)	Nº de Pontos de Captação Superficial
Concórdia	278,60	50,00
Seara	100,20	19,00
Lindóia do Sul	78,20	11,00
Presidente Castelo Branco	68,20	18,00
Ipumirim	43,50	28,00
Itá	28,60	6,00
Catanduvas	13,60	15,00
Jaborá	11,80	128,00
Vargem Bonita	10,00	72,00
Arabutã	9,90	83,00
Peritiba	0,80	42,00
Alto Bela Vista	0,60	85,00
Arvoredo	0,10	1,00
Irani	0,10	4,00
Ipira	0,10	3,00
Xavantina	0,10	10,00
Total	644,70	575,00

Fonte: Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga (2009).

b.3.2) Usos não consuntivos

- **Produção de Energia**

Segundo os empreendimentos cadastrados pela ANEEL, a bacia do rio Jacutinga apresenta duas Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs, e uma Usina Hidrelétrica (Tabela 6.21).

TABELA 6.21-EMPREENHIMENTOS CADASTRADOS PELA ANEEL NA BACIA DO RIO JACUTINGA.

Empreendimento	Município	Rio	Coordenadas	
			UTM N	UTM E
			Latitude	Longitude
Usina Hidrelétrica Itá	Itá	Uruguai	6982113	363159
PCH Concórdia	Irani e Jaborá	Jacutinga	7000790	411888
PCH Jacutinga	Ipumirim e Concórdia	Jacutinga	6997137	394897

Fonte: SANTA CATARINA, 2009

b.4) Cargas Poluidoras

De acordo com o Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, 431 pontos de lançamentos de efluentes existentes na bacia do rio Jacutinga, estão associados à criação de animais, a Figura 6.31 mostra a localização dos pontos de lançamento, distinguindo-os pelo tipo de uso do solo na bacia.

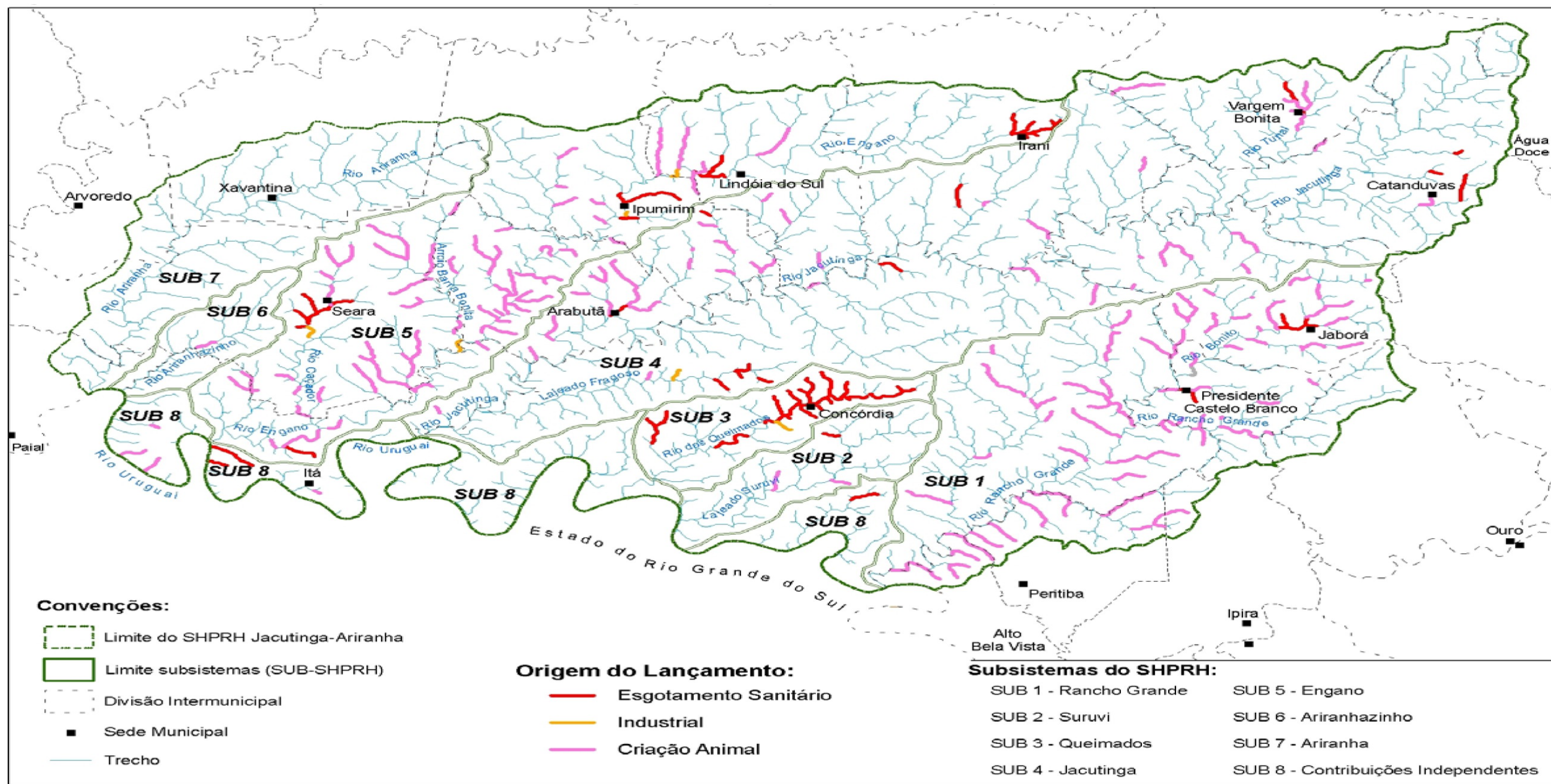


Figura 6.31-Localização dos pontos de lançamento da bacia Jacutinga Ariranha, por tipo de uso.
 Fonte: Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga (2009)

Dos municípios pertencentes da bacia do rio Jacutinga, destaca-se o município de Jaborá onde estão localizados aproximadamente 30% dos pontos de lançamento. Porém, é na área do município de Concórdia que está o maior volume lançado (Tabela 6.22).

TABELA 6.22-DISTRIBUIÇÃO DOS LANÇAMENTOS DA BACIA JACUTINGA POR MUNICÍPIO.

MUNICÍPIO	VOLUME LANÇADO (L/S)	Nº de Pontos de Lançamento
Concórdia	134,10	58,00
Seara	36,80	14,00
Itá	35,60	4,00
Ipumirim	30,90	29,00
Jaborá	9,40	127,00
Lindóia do Sul	9,00	4,00
Catanduvas	6,30	8,00
Presidente Castelo Branco	6,10	19,00
Arabutã	0,50	16,00
Peritiba	0,30	34,00
Xavantina	0,30	11,00
Arvoredo	0,20	2,00
Vargem Bonita	0,20	65,00
Alto Bela Vista	0,10	35,00
Ipira	0,10	4,00
Irani	0,00	1,00

Fonte: Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga (2009)

b.5) Qualidade de Água

Para o diagnóstico da qualidade de água na bacia do rio Jacutinga, foi utilizado como referência o Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região da Bacia do Rio Uruguai. Os dados analisados foram disponibilizados pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento, sendo que a maior parte dos pontos de amostragem situam-se nos locais de captação de água para abastecimento público. Foram analisados 4 laudos de análises, realizadas bimestralmente entre dezembro de 2007 até junho de 2008, com exceção a Concórdia, onde foram realizadas 8 análises entre janeiro e julho de 2008.

Os resultados obtidos foram tratados estatisticamente e os rios enquadrados em classes de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, conforme apresentado na Tabela 6.23 a seguir.

TABELA 6.23: CLASSIFICAÇÃO DOS RESULTADOS DAS CAMPANHAS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA DA CASAN, SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005

Município	Turbidez (UNT)	pH	Ferro (mgFe.L-1)	Manganês (mgMn.L-1)
Concórdia	1	1	2	1
Ipumirim	1	1	*	*
Lindóia do Sul	1	1	1	*
Seara	2	1	1	1

Fonte: Adaptado do Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região da Bacia do Rio Uruguai

De acordo com SANTA CATARINA (2006), na bacia do rio Jacutinga, um dos problemas ambientais mais graves, é o lançamento de dejetos suínos nos corpos hídricos. Apesar da grande quantidade de matéria orgânica lançada, as concentrações de OD não se mostraram comprometidas. Neste quesito se destacam os municípios de Concórdia, Presidente Castelo Branco e Ipumirim, principais criadores do Estado.

b.6) Principais Cursos d'água interceptados

Rio Uruguai

O rio Uruguai forma-se pela junção dos rios Canoas e Pelotas, possui uma extensão de 2.200 km, fazendo divisa entre os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Suas nascentes estão localizadas na Serra Geral em cotas de aproximadamente 1.800 m, seu curso segue uma direção leste-oeste, até receber, pela margem direita, o rio Peperi-Guaçú, a partir daí seguindo a direção sudoeste.

No local do cruzamento da LT, o rio Uruguai marca a divisa entre os municípios de Itá/SC e Itatiba do Sul/RS (Figuras 6.32 e 6.33).



Figura 6.32: Rio Uruguai próximo ao local de cruzamento com a LT 525kV. Data: 14/06/2012.



Figura 6.33: Foto aérea do Rio Uruguai próximo ao local de cruzamento com a LT 525kV. Data: 02/05/2012.

c) Sub-bacia Apauê-Inhandava

Esta bacia conta com Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica dos rios Apuaê-Inhandava (Ligeiro-Forquilha), que foi criado a partir do Decreto Estadual nº 41.490, de 18/03/2002 e instalado em setembro de 2002. Apesar de ter praticamente uma década desde sua criação, ainda não foi elaborado o Plano desta bacia.

Deste modo, não há um diagnóstico específico para a bacia Apuaê-Inhandava, sendo utilizado como principal referência o Diagnóstico da Região da Bacia do Rio Uruguai, componente 1 do Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região da Bacia do Rio Uruguai, desenvolvido a partir de cooperação técnica entre o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e os Governos dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Também foram utilizadas informações provenientes da Fundação Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) e o

Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (DRH/SEMA).

c.1) Características

De acordo com SEMA³, a Bacia Apuaê-Inhanduva encontra-se situada na porção norte-nordeste do Rio Grande do Sul, percorrendo a divisa com o Estado de Santa Catarina. Está localizada entre as Latitudes 27°14' e 28°45' Sul e as longitudes 50°42' e 52°26' Oeste. Possui uma área de drenagem de aproximadamente 14.600 Km² e uma população estimada em 355.521 habitantes. Os principais municípios pertencentes a esta bacia São Bom Jesus, Erechim, Lagoa Vermelha, São José dos Ausentes, Tapejara e Vacaria. Os principais cursos d'água presentes na bacia são os rios que dão nome a bacia, Apuaê e Inhandava, além dos rios Cerquinha, Pelotas, Arroio Poatã, e o próprio rio Uruguai.

c.2) Uso e ocupação do solo

As principais atividades econômicas encontradas nos municípios desta bacia referem-se, segundo FEPAM⁴, basicamente ao setor primário, apresentando intenso cultivo de soja, milho e trigo, além da suinocultura e avicultura. Os principais centros urbanos estão localizados nos municípios de Bom Jesus, Erechim, Lagoa Vermelha, São José dos Ausentes, Tapejara e Vacaria.

3 Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=58&cod_conteudo=5978> Acesso em: 19/06/2012.

4 Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/bacia_uru_apuae.asp> Acesso em: 19/06/2012.

c.3) Utilização dos recursos hídricos

No Diagnóstico da Região da Bacia do Rio Uruguai, as demandas hídricas nas bacias foram divididas e quantificadas por setores, e os resultados obtidos para a bacia Apuaê-Inhanduva estão demonstrados na Tabela 6.24.

TABELA 6.24-DEMANDA HÍDRICA NA BACIA , MÉDIAS ANUAIS POR SETOR (M³/S)

Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Abastecimento Industrial	Irrigação de Arroz	Irrigação em Terras Altas	Criação Animal	Total
0,566	0,216	0,146	0,000	0,279	0,772	1,979

Fonte: Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável da Região da Bacia do Rio Uruguai (2008).

c.4) Cargas Poluidoras

As principais cargas poluidoras de uma bacia, dependem do uso dado aos recursos hídricos. No caso da bacia Apuaê-Inhanduva, pode-se destacar:

- Lançamento de efluentes domésticos sem tratamento nos corpos hídricos;
- Lançamento de dejetos provenientes da avicultura e suinocultura sem o devido tratamento;
- Lançamento de efluentes industriais;
- Carreamento de defensivos agrícolas para os corpos hídricos.

c.5) Qualidade de Água

Os resultados das campanhas de monitoramento de qualidade de água, seguem a Resolução CONAMA 357/2005, e a metodologia utilizada foi a de selecionar parâmetros contidos na própria resolução. Os parâmetros selecionados a seguir dão uma boa noção dos despejos domésticos lançados nos corpos hídricos e estado de oxigenação dos mesmos.

As análises de água foram realizadas pela CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento, e estão presentes no Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região da Bacia do Uruguai. A Tabela 6.25 a seguir, apresenta o enquadramento dos rios de acordo com a comparação entre os resultados obtidos e os valores de referência da resolução CONAMA 357/2005.

TABELA 6.25: CLASSIFICAÇÃO DOS RESULTADOS DAS CAMPANHAS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA DA CORSAN, SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005.

Município	Turbidez (UNT)	pH	OD (mgO ₂ L ⁻¹)	Ferro (mgFe.L ⁻¹)	Manganês (mgMn.L ⁻¹)	DBO (mgO.L ⁻¹)
Áurea	1	1	1	2	1	1
Erechim	1	1	1	2	2	1
Erechim	1	1	1	2	2	1
Gaurama	2	1	1	2	1	1
Getúlio Vargas	2	1	1	2	1	1
Itatiba do Sul	1	1	1	2	1	1
Lagoa Vermelha	2	1	1	1	1	1
Machadinho	1	1	1	2	1	1
Maximiliano de Almeida	1	1	1	2	1	1
Sananduva	2	1	1	2	1	1
São José do Ouro	2	1	1	2	1	1
Vacaria	1	1	1	2	2	1

c.6) Principal curso d'água interceptado**Rio Piraçucê**

Este rio é um dos principais afluentes do rio Apuaê (ou Ligeiro) e será interceptado pelo empreendimento em alguns pontos. As travessias se darão onde o rio marca a divisa entre os municípios de Sertão e Tapejara e também entre Tapejara e Vila Lângaro. As Figuras 6.34 e 6.35 ilustram um dos pontos em que a LT cruzará este corpo hídrico.



Figura 6.34:Rio Piraçucê próximo ao local de cruzamento com a LT 525kV. Data: 02/05/2012.



Figura 6.35: Rio Piraçê próximo ao local de cruzamento com a LT 525kV.
Data: 14/06/2012.

6.2.3.3 *Bacia do Guaíba*

No Estado do Rio Grande do Sul, a Lei Estadual nº 10.350/94 estabelece a divisão do Estado em três regiões hidrográficas: Bacia Hidrográfica Litorânea, Bacia Hidrográfica do Uruguai e Bacia Hidrográfica do Guaíba. A Figura 6.36 ilustra as três regiões citadas no Estado, sendo que o empreendimento estará presente nas Bacias do Uruguai, já citada anteriormente, e Guaíba.



Figura 6.36: Regiões Hidrográficas do Rio Grande do Sul

A Região Hidrográfica do Guaíba encontra-se na porção nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, mais especificamente entre as Latitudes 28° e 31° Sul, e as Longitudes 50° e 54° Oeste. Segundo a FEPAM⁵, esta região drena uma área 84.763,54 Km², o que equivale a aproximadamente 30% do território total do Estado. Esta região abrange o território parcial ou total de 251 municípios, com uma população total de 5.869.265 habitantes, representando 61% da população do Estado.

5 Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/guaiba.asp>> Acesso em: 27/06/2012.

A Região Hidrográfica do Guaíba foi dividida em nove sub-bacias, como ilustra a Figura 6.36, sendo elas: Alto Jacuí, Baixo Jacuí, Caí, Gravataí, Lago Guaíba, Pardo, Sinos, Taquari-Antas e Vacacaí-Vacacaí Mirim.

O empreendimento em questão cruza duas destas sub-bacias, Caí e Taquari-Antas. A seguir será realizada uma descrição sucinta de cada uma delas.

a) Sub-bacia Taquari-Antas

Esta bacia é gerida pelo Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, um órgão descentralizado e participativo da gestão dos recursos hídricos. O Plano da Bacia Taquari-Antas encontra-se em fase de elaboração, e foi a principal fonte de dados para este diagnóstico. O Plano está dividido em três fases:

- Atividades Preliminares, já entregue e aprovado pela Comissão de Acompanhamento;
- Etapa A – composta pelo Diagnóstico e Prognóstico da Bacia (já concluída);
- Etapa B – composta pelos cenários futuros e Enquadramento das Águas Superficiais (em andamento).

Deste modo, o enquadramento das águas superficiais desta bacia, só será possível a partir da divulgação da Etapa B do Plano da Bacia Taquari-Antas, prevista para setembro de 2012.

a.1) Características

A sub-bacia hidrográfica do rio Taquari-Antas encontra-se na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, entre os paralelos de 28°10' a 29°57' Sul e os meridianos 49°56' a 52°38' Oeste.

Segundo a FEPAM⁶, a área de drenagem desta bacia é de 26.491,82 km², sendo os principais municípios desta bacia Antônio Prado, Veranópolis, Bento Gonçalves, Cambará do Sul, Carlos Barbosa, Caxias do Sul, Estrela e Triunfo, com população estimada de 1.207.640 hab.

Esta bacia hidrográfica conta com o Comitê de Bacia Hidrográfica, criado em 08/06/1998, sob Decreto 38.558. De acordo com o Relatório Técnico 1, deste Comitê, a bacia do rio Taquari-Antas, incorpora a área total ou parcial de 119 municípios, equivalendo à uma área de aproximadamente 9% do território gaúcho. O rio Taquari-Antas possui suas nascentes localizadas no extremo oriental da bacia, em São José dos Ausentes. A denominação neste trecho inicial é rio das Antas, que é mantida até o encontro das águas com o rio Carreiro, onde o rio, passa a ser chamado de rio Taquari. O rio Taquari tem sua foz no rio Jacuí, sendo o seu principal afluente. O comprimento total do rio Taquari-Antas é de 546 Km, sendo que por 359 km é denominado rio das Antas e por 187 km rio Taquari.

Os principais cursos de água são os rios: das Antas, Tainhas, Lageado Grande, Humatã, Carreiro, Guaporé, Forqueta, Forquetinha e o Taquari.

Devido às características geomorfológicas e hidrológicas, a bacia do Taquari-Antas pode ser dividida em três trechos distintos, conforme mostra o Quadro 6.2.

6 Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_taquari_antas/taquariantas.asp>. Acesso em: 20/06/2012.

QUADRO 6.2-CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA TAQUARI-ANTAS

	1º Trecho	2º Trecho	3º Trecho
Início	Nascentes	Foz do rio Quebra-Dentes	Foz do Rio Guaporé
Fim	Foz do rio Quebra-Dentes	Foz do Rio Guaporé	Foz do Rio Taquari - Antas
Direção predominante	Leste-Oeste	Nordeste - Sudoeste	Norte - Sul
Comprimento	183 Km	207 Km	140 Km
Declividade	4,8 m/Km	1,6 m/Km	0,2 m/Km
Características	Rios com declividade acentuada, localizados em vales encaixados, com presença de muitas corredeiras	Rios de média declividade, ainda apresentando vales encaixados e algumas corredeiras	Rios de Planície com pouca declividade e raras corredeiras

a.2) *Uso e ocupação do solo*

Segundo FEPAM⁷, a Bacia Hidrográfica Taquari - Antas possui grandes dimensões gerando diferentes características físicas e antrópicas ao longo de sua área. Dentro da bacia pode-se destacar áreas com alto índice de industrialização, áreas predominantemente agrícolas, zonas intensamente urbanizadas e riscos de ocorrência de enchentes, entre outras. Nesta bacia encontra-se uma das regiões mais desenvolvidas de todo o estado, o aglomerado urbano nordeste, que possui grande urbanização e industrialização.

Com relação à economia, os municípios integrantes desta bacia, juntos, totalizam cerca de 20% do Produto Interno Bruto Estadual, possuindo vocação econômica voltada para o setor industrial.

Esta bacia, concentra cerca de 16% da população estadual, caracterizando os municípios inseridos na bacia do Taquari - Antas por um elevado grau de urbanização, com densidade demográfica de aproximadamente 40 hab/km².

7 Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_taquari_antas/taquariantas.asp>. Acesso em: 20/06/2012.

Uma grande porção da bacia é voltada para a produção agrícola, nas mais variadas culturas, o que gera problemas relativos à utilização de agrotóxicos e adubos químicos. Além disso, torna as áreas mais suscetíveis aos processos erosivos, elevando o grau de turbidez e assoreamento dos corpos hídricos

O RIO GRANDE DO SUL (2012), através de ferramentas de geoprocessamento, mapeou a bacia Taquari - Antas em 11 diferentes classes de uso, sendo que essas informações foram validadas amostralmente em trabalho de campo. A Tabela 6.26, apresenta as classes de uso do solo e suas respectiva área ocupada na bacia.

TABELA 6.26: CLASSES DE USO DO SOLO NA BACIA TAQUARI - ANTAS

Classes de uso	Área (Km²)	Participação (%)
Área urbana ou edificada	455,98	1,73%
Área de agropecuária	8606,08	32,58%
Área de mineração	8,89	0,03%
Área degradada	8,14	0,03%
Área úmida	770,74	2,92%
Cultura irrigada	359,06	1,36%
Hidrografia	312,3	1,18%
Silvicultura	1905,04	7,21%
Solo exposto	772,7	2,93%
Vegetação arbórea	8859,57	33,54%
Vegetação de campos ou pastagens	4356,95	16,49%
Total	26415,45	100,00%

Fonte: RIO GRANDE DO SUL (2012)

a.3) Utilização dos recursos hídricos

a.3.1) Usos Consuntivos

- **Abastecimento Público**

De acordo com RIO GRANDE DO SUL (2012), cerca de 68% dos municípios inseridos nesta bacia possuem captação de água exclusivamente subterrânea, 19% utilizam apenas mananciais superficiais, e aproximadamente 13% utilizam sistemas mistos, isto é, superficial e subterrâneo.

Porém, quando considerado o número de habitantes, aproximadamente 900.000 pessoas são abastecidas por sistemas oriundos de captação superficial, o que equivale a 69% do total da população residente na bacia, e o restante, cerca de 31% são abastecidos por sistemas subterrâneos de captação.

Com relação ao consumo de água, conforme visualizado na Tabela 6.27, contemplando as zonas urbanas e rurais dos municípios da bacia, a demanda hídrica na mesma é de 3,30 m³/s.

TABELA 6.27- QUANTITATIVOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Demanda Urbana	Demanda Rural	Total
3,04 m ³ /s	0,26 m ³ /s	3,30 m ³ /s

Fonte: RIO GRANDE DO SUL (2012)

- **Irrigação**

A irrigação intensiva é mais encontrada nas regiões de planície da bacia, principalmente junto aos rio das Antas, a partir do município de Muçum, e ao rio Taquari, e destina-se ao cultivo de arroz e hortigranjeiro.

Segundo RIO GRANDE DO SUL (2012), a partir da definição da área total cultivada das principais culturas na bacia e dos coeficientes de demanda hídrica

anula por tipo de cultura, pode-se determinar a demanda hídrica global para a agricultura irrigada dos principais cultivos dentro da bacia Taquari-Antas. Os valores encontrados por tipo de cultura, podem ser visualizados na Tabela 6.28.

TABELA 6.28-DEMANDA HÍDRICA ASSOCIADA A AGRICULTURA POR GRUPOS DE CULTIVO

Demanda Superficial	Demanda Subterrânea	Total
0,4441 m ³ /s	0,5537 m ³ /s	0,9978 m ³ /s

Fonte: RIO GRANDE DO SUL (2012)

- **Industrial**

De acordo com o Plano de Bacia do Taquari - Antas, para determinação da demanda hídrica industrial, foram utilizadas planilhas de outorga da água disponibilizadas pelo DRH/SEMA, que apresenta a quantidade de água superficial e subterrânea captada na bacia. Os resultados obtidos podem ser conferidos na Tabela 6.29.

TABELA 6.29-DEMANDA HÍDRICA ASSOCIADA A AGRICULTURA POR GRUPOS DE CULTIVO

Hortaliças tuberosas	Hortaliças-fruto	Floricultura e viveiricultura	Orizicultura	Total
2,0816 m ³ /s	0,0701 m ³ /s	0,0176 m ³ /s	3,7927 m ³ /s	5,96 m ³ /s

Fonte: RIO GRANDE DO SUL (2012)

- **Pecuária**

De forma análoga ao cálculo da demanda hídrica para irrigação, RIO GRANDE DO SUL (2012), a partir do cruzamento de dados do total de indivíduos da suinocultura, avicultura e bovinocultura, e de coeficientes de consumo de água por espécie, pode determinar a demanda hídrica voltada a dessedentação de animais nesta bacia. O resultados podem ser vistos na Tabela 6.30.

TABELA 6.30-DEMANDA HÍDRICA POR SEGUNDO DAS PRINCIPAIS CRIAÇÕES NA BACIA EM 2009

Demanda hídrica para bovinocultura	Demanda hídrica para suinocultura	Demanda hídrica para avicultura	Total
0,5373 m ³ /s	1,4473 m ³ /s	0,2998 m ³ /s	2,2844 m ³ /s

Fonte: RIO GRANDE DO SUL (2012)

a.3.2) Usos não consuntivos

- **Pesca Comercial**

A pesca comercial faz-se presente nesta bacia, principalmente no rio Taquari, no trecho entre o município de Taquari até sua foz. Segundo RIO GRANDE DO SUL (2012), em dezembro de 2009 haviam 331 licenças na bacia junto ao Registro Geral da Pesca (RGP). Destas 331 licenças, 330 eram de registros de pescadores artesanais, e apenas uma licença de pesca industrial.

- **Produção de Energia**

De acordo com FEPAM⁸, o Estado do Rio Grande do Sul possui grande carência de energia elétrica, apesar de possuir um grande potencial de geração, principalmente nas bacias do Uruguai e Taquari - Antas. A Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), através de estudos, inventariou os locais com potenciais hídricos para geração de energia elétrica na bacia do Taquari - Antas, identificando 57 aproveitamentos de pequeno porte, mais adequados as suas características geomorfológicas, pedológicas e hidrológicas.

Ainda segundo RIO GRANDE DO SUL (2012), a partir de dados obtidos juntos aos órgãos reguladores e licenciadores, nesta bacia hidrográfica existem 3 (três) Usinas Hidrelétricas (UHE) em operação, somando 360MW, 9 Centrais Geradoras

8 Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_taquari_antas/taquariantas.asp>. Acesso em: 20/06/2012.

Hidrelétricas (CGH) em operação, totalizando 6.54MW e 15 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) com Licença de Operação que somam 291MW, sendo no total 657.54 MW gerados na bacia. A Figura 6.38 demonstra um diagrama esquemático da localização das unidades geradoras presentes na bacia Taquari-Antas.

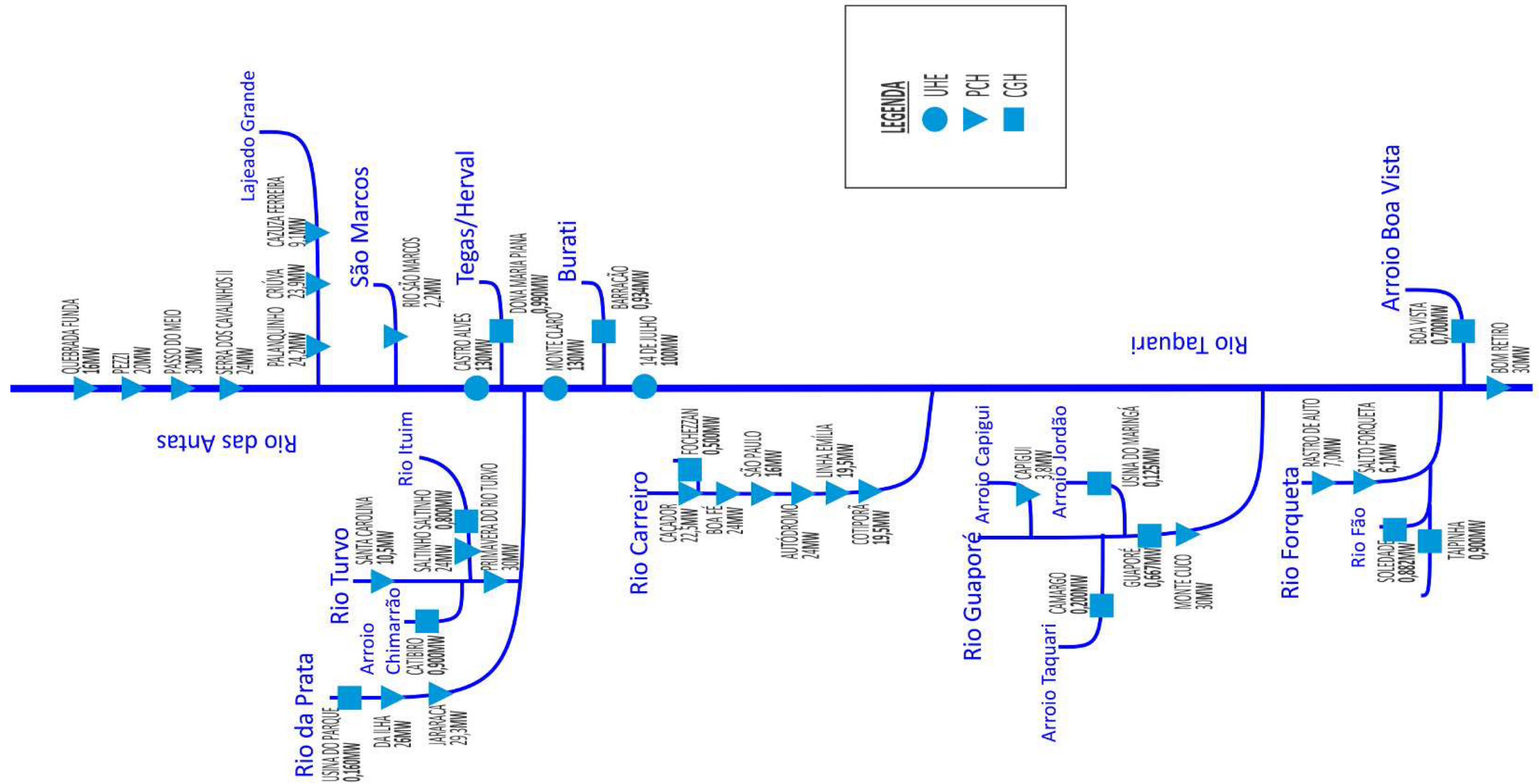


Figura 6.37- Diagrama Esquemático da Geração de Hidroeletricidade na Bacia Taquari-Antas – Diagnóstico Nov/2011
 Fonte: RIO GRANDE DO SUL (2012)

- **Navegação**

Segundo FEPAM⁹, a navegação comercial no rio Taquari é realizada com intensidade desde o município de Muçum até a sua foz, localizada no município de Triunfo, numa extensão total de 148 km. Existem três portos públicos importantes neste trecho: Taquari, Mariante e Estrela. Os produtos transportados que mais se destacam são grãos e farelos, adubo, carvão, óleos vegetais, areias e seixos rolados para construção civil. O rio Taquari possui uma barragem localizada no município de Bom Retiro do Sul, que tem por objetivo assegurar um calado de 2,5 m até o entroncamento de Estrela. O Estado do Rio Grande do Sul possui um Plano Hidroviário que prevê a construção de mais duas barragens para garantia deste calado até Muçum, uma em Arroio do Meio e outra em Roca Sales.

- **Outros Usos**

Os rios desta bacia ainda possuem outros tipos de uso, como o turismo e lazer, sendo utilizados para prática de esportes como a canoagem, pesca esportiva ou mesmo para campismo. Dentro da bacia existem lugares com belezas ímpares, proporcionado pela presença dos corpos d'água como elementos integrantes da paisagem, destacando a presença de diversas quedas d'água ao longo da bacia. Um destes lugares é a Cascata dos Calza (Figura 6.38), localizada no município de Cotiporã num vale encaixado, local próximo ao traçado da LT.

9 Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_taquari_antas/taquariantas.asp>. Acesso em: 20/06/2012.



Figura 6.38: Cascata dos Calza, Cotiporã - RS. Data: 15/06/2012.

a.4) Cargas Poluidoras

De acordo com FEPAM¹⁰, na bacia Taquari-Antas existem cargas poluidoras nos corpos hídricos das mais variadas origens, devido à diversidade de atividades desenvolvidas na bacia. Os principais problemas das áreas urbanas são as águas pluviais de drenagem urbana, os líquidos percolados de depósitos de resíduos sólidos e os despejos domésticos, normalmente sem tratamento prévio. Nos grandes centros existe a contribuição dos despejos industriais. Já nas áreas rurais, os maiores problemas são as águas provenientes de drenagem, seja das lavouras, plantios ou até mesmo da criação de animais.

No contexto dos despejos domésticos, Caxias do Sul, por ser a cidade com maior população urbana desta bacia, tornando-se assim o principal contribuinte. Em relação aos despejos industriais, as cidades que possuem maior número de

10 Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_taquari_antas/taquariantas.asp>. Acesso em: 20/06/2012.

indústrias que contribuem com carga orgânica são Cambará do Sul, Bento Gonçalves, Marau, Veranópolis e Garibaldi. Já as cidades que possuem mais indústrias que mais contribuem com carga inorgânica, estão nos municípios de Farroupilha, Encantado, Caxias do Sul e Bento Gonçalves.

a.5) Qualidade de Água

A determinação da qualidade de água na bacia do Taquari-Antas, foi realizada a partir da análise do Relatório Técnico 3, do Plano de Bacia. Dos 63 pontos de amostragem analisados, 11 foram realizados pelo próprio Comitê de Bacia, enquanto os outros 52 foram provenientes de dados secundários de diversas entidades, como por exemplo, FEPAM, CERAM e CERTEL. De acordo com RIO GRANDE DO SUL (2012), a bacia do rio Taquari-Antas foi dividida em 32 sub-bacias, sendo que destas, 25 estão contempladas com ao menos um ponto de amostragem.

Os resultados da qualidade da água, foram comparados com as classes presentes na resolução CONAMA 357/2005. Em 30 pontos, dos 63 analisados, apresentaram resultados enquadrados como classe 4, principalmente por causa do parâmetro fósforo, 15 como classe 3, 11 como classe 2 e 7 como classe 1. Excluindo-se apenas o fósforo da análise, os pontos enquadrados como classe 4 reduzem de 30 para apenas 8. Outros parâmetros que comprometem a qualidade de água nos rios da região são os Coliformes Termotolerantes, a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e o Oxigênio Dissolvido (OD).

Em relação à degradação dos corpos hídricos pelos processos sedimentológicos, a Agência Nacional de Água mantém 5 estações de monitoramento de sedimentos dentro da bacia. RIO GRANDE DO SUL (2012), através dos dados da estação de Muçum, que representa cerca de 84,76% da área total da bacia, determinou que em 88,2% das medições, as descargas de sedimentos foram inferiores a 0,2 ton/ha/ano e em apenas 11,8%, as medições apresentaram descargas superiores a 0,2 ton/ha/ano, porém, sempre inferiores a 2 ton/ha/ano. Cabe salientar que a periodicidade de monitoramento destas estações é

trimestral, o que pode não representar a realidade da bacia. Neste caso a metodologia mais adequada, seria determinar a descarga sólida em relação aos eventos de precipitação.

a.6) Enquadramento dos corpos hídricos

O Comitê da Bacia Taquari-Antas encontra-se em fase final de definições do enquadramento dos corpos hídricos da bacia. O Enquadramento final está programado para ser definido em setembro de 2012. Desta forma, a resolução CONAMA Nº. 357/05 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, define que:

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras, classe 1, exceto se as condições de qualidade atual forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

a.7) Principais cursos d'água interceptados pelo empreendimento

O empreendimento em questão atravessa uma grande porção da bacia Taquari-Antas. A direção predominante da LT é no sentido noroeste-sudeste, e neste percurso atravessa alguns rios significativos.

Rio São Domingos

O rio São Domingos é um afluente do rio Carreiro, um dos principais desta bacia hidrográfica. Próximo ao traçado do empreendimento, o rio São Domingos marca a divisa entre os municípios de Casca e São Domingo do Sul. Nesta altura do rio, a LT corta o rio São Domingos em alguns pontos, já próximos a sua foz, como exemplificado na Figura 6.39.



Figura 6.39: Rio São Domingos próximo ao local de cruzamento com a LT 525kV. Data: 15/06/2012.

Rio Carreiro

O rio Carreiro é um dos principais rios da bacia Taquari-Antas. No ponto de confluência do rio Carreiro com o rio das Antas, este passa a denominar-se rio Taquari. O empreendimento em questão atravessa o rio Carreiro em diversos pontos, na divisa entre os municípios de Casca e Paraí. A Figura 6.40, retrata um destes pontos de cruzamento da LT sobre o rio Carreiro.



Figura 6.40: Rio Carreiro próximo ao local de cruzamento com a LT 525kV. Data: 15/06/2012.

Rio das Antas

O rio das Antas, junto com o Taquari, são os principais cursos d'água desta bacia hidrográfica. O empreendimento cruzará apenas uma vez o rio das Antas, num ponto aproximadamente 2.500 metros à montante da confluência com o rio Carreiro (Figura 6.41) e à jusante da barragem da UHE 14 de julho. Este trecho do rio, marca a divisa entre os municípios de Cotiporã e Monte Belo do Sul.



Figura 6.41: Rio das Antas próximo ao ponto de cruzamento da LT. Data: 15/06/2012.

b) Sub-bacia Caí

O Comitê da Bacia do rio Caí é responsável por gerir os recursos hídricos desta bacia. Deste modo, o Departamento de Recursos Hídricos da Secretária Estadual do Meio Ambiente e a Fundação de Proteção Ambiental, através de uma empresa contratada, elaboraram as duas primeiras fases do Plano de Bacia do Caí. A Fase A, referente ao diagnóstico e prognóstico da situação da bacia, e a Fase B, referente a compatibilização e articulação dos usos múltiplos das águas. Cabe salientar que a Fase C, que se refere a formulação dos planos de ações, ainda não foi elaborado.

Deste modo, em se tratando de documentos oficiais, os relatórios referentes as Fases A e B do Plano de Bacia, serviram como a principal fonte de dados para elaboração deste diagnóstico.

A bacia do rio Caí, próximo a sua foz, está presente numa região de planície, tornando as áreas adjacentes suscetíveis a eventos sazonais de inundação. Desta forma, buscou-se informações em estudos realizados nesta bacia, para compreensão do comportamento deste corpo hídrico em períodos de maior pluviosidade.

b.1) Características Físicas

A bacia hidrográfica do rio Caí está localizada na porção nordeste do Rio Grande do Sul, entre as latitudes 29°06' e 30°00' Sul e os meridianos 50°24' e 51°40' Oeste, e abrange as regiões geomorfológicas do Planalto Meridional e Depressão Central.

Segundo RIO GRANDE DO SUL (2008), a bacia do rio Caí possui uma área de drenagem de 4.983,38 Km², e atinge total ou parcialmente 42 municípios. A população total estimada para todos os municípios da bacia é de 1.120.290 habitantes, porém a população estimada apenas para a parte que habita a área da bacia é de 537.658 habitantes.

O rio Caí contribui com cerca de 2,6% da vazão do sistema do rio Jacuí. Seus principais afluentes são:

- Margem Direita: Divisa, Muniz, Macaco, Piaí, Pinhal, Belo, Ouro, Mauá e Maratá;
- Margem Esquerda: Caracol, Guaçú, Mineiro e Cadeia.

De acordo com a FEPAM¹¹, devido às características geomorfológicas e hidrológicas, a bacia do Taquari-Antas pode ser dividida em três trechos distintos, conforme mostra o Quadro 6.3.

QUADRO 6.3-CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA CAÍ

	Alto Caí	Médio Caí	Baixo Caí
Início	Nascentes	Foz do rio Piaí	São Sebastião do Caí
Fim	Foz do rio Piaí	São Sebastião do Caí	Foz do rio Caí
Direção predominante	Leste-Oeste	Nordeste- Sudoeste	Norte - Sul
Características	Rio confinado em calha estreita, com margens íngremes. Nascentes podem ultrapassar 800 metros de altitudes, ocorrendo formação de cachoeiras	Alternância de trechos com e sem corredeiras.	Região de Planície, rio possui maior vazão porém com menor velocidade, Praticamente ausente a presença de corredeiras.

b.2) Uso e ocupação do solo

Segundo FEPAM¹², a região do Alto Caí possui grandes áreas de pastagens e campos abertos, sendo ainda identificadas áreas de reflorestamento de *pinus*, além de núcleos de mata araucária. As áreas urbanizadas estão localizadas principalmente nos divisores de água da bacia hidrográfica.

Em relação ao médio Caí, nos trechos mais altos desse segmento, predominam a mata nativa e a silvicultura. Os centros urbanos localizam-se

11 Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_cai/cai.asp> Acesso em: 25/06/12

12 Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_cai/cai.asp> Acesso em: 25/06/12

relativamente longe da centro da bacia, uma vez que as encostas íngremes não permitem ocupação. Ainda pode-se encontrar a prática de diversas variedades agrícolas, como hortaliças e a fruticultura

Já no Baixo Caí, as áreas abertas utilizadas para pastagem e atividades agrícolas, irrigadas e não irrigadas, voltam a predominar. Os centros urbanos neste trecho, estão localizados próximo a calha do rio Caí

De acordo com o Plano de Bacia do rio Caí, para determinação do uso e ocupação do solo, foram mapeadas 10 categorias distintas de ocupação, conforme apresentado na Tabela 6.31.

TABELA 6.31: CATEGORIAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

CATEGORIA	ÁREA TOTAL
MATA NATIVA	48%
SILVICULTURA	5%
VEGETAÇÃO ARBUSTIVA	3%
CAMPO SECO/PASTAGEM	24%
BANHADO/CAMPO ÚMIDO	3%
AGRICULTURA – ARROZ IRRIGADO	1%
AGRICULTURA (OUTROS CULTIVOS)/SOLO EXPOSTO	12%
ÁREA URBANIZADA	3%
MINERAÇÃO	0%
CORPO D'ÁGUA	1%

Fonte: RIO GRANDE DO SUL (2008)

b.3) Utilização dos recursos hídricos

b.3.1) Usos consuntivos

- ***Abastecimento público***

Segundo a RIO GRANDE DO SUL (2008), os municípios pertencentes a bacia, são atendidos por captação em mananciais superficiais ou subterrâneos. Os sistemas operantes são gerenciados pela CORSAN, Prefeitura Municipal ou mesmo por Associação de Moradores. Apenas para abastecimento da população são retirados da bacia hidrográfica do Caí, cerca de 0,3025 m³/s de água subterrânea e 0,794 m³/s de águas superficiais.

- ***Irrigação***

Para determinação da demanda hídrica para irrigação, foi definida uma taxa de 9.500 m³/ha/safra. Considerando que a bacia hidrográfica do rio Caí possui cerca de 3.749 ha de áreas destinadas à cultura do arroz (levantamento do uso do solo), o resultado da demanda hídrica na bacia associada à orizicultura foi de aproximadamente 35,6 milhões de m³/safra.

- ***Abastecimento Industrial***

De acordo com RIO GRANDE DO SUL (2008), em consulta ao banco de dados de licenciamento ambiental da FEPAM, estão presentes nos municípios localizados nesta bacia um total de 2.143 indústrias. Os maiores centros industriais estão localizados em Caxias do Sul, Canela, Gramado, Carlos Barbosa e Farroupilha.

A Tabela 6.32 a seguir, demonstra as vazões outorgadas na bacia, divididas em segmentos. O segmento com o maior consumo é o trecho baixo do baixo Caí, totalizando cerca de 70% da demanda de toda a bacia, destinando água ao Pólo

Petroquímico de Triunfo. A demanda total de água nesta bacia para fins industriais é de 2,4964 m³/s.

TABELA 6.32: VAZÕES OUTORGADAS NA BACIA DO CAÍ POR SEGMENTO

Segmento	Vazão (m ³ /s)
Médio Caí - Trecho alto	0,4680
Médio Caí - Tupandi	0,0100
Médio Caí - Trecho baixo	0,1300
Baixo Caí - Trecho alto	0,1324
Baixo Caí - Trecho baixo	1,7560
Total	2,4964

Fonte: RIO GRANDE DO SUL (2008)

- **Pecuária**

Segundo a RIO GRANDE DO SUL (2008), a demanda hídrica destinada à pecuária não se refere tão somente a dessedentação de animais, e sim a toda demanda associada a criação destes. Para determinação da demanda hídrica voltada a pecuária, foi multiplicado o número de animais, por um coeficiente de consumo por espécie, de acordo com a Tabela 6.33.

TABELA 6.33: DEMANDA HÍDRICA VOLTADA PARA PECUÁRIA

	NÚMERO DE ANIMAIS	COEFICIENTE DE CONSUMO (LITROS/CABEÇA/DIA)	DEMANDA HÍDRICA (M ³ /ANO)
Bovinos	14.609	40	213.292
Suínos	102.945	100	3.757.481
Aves	14.657.117	0,4	2.139.939
Total	14.774.671	-	6.110.712

Fonte: RIO GRANDE DO SUL (2008)

b.3.2) Usos não consuntivos

- **Pesca**

Segundo estudos realizados pelo RIO GRANDE DO SUL (2008), na bacia do rio Caí existe um sindicato e uma associação de pescadores, localizados em São Sebastião do Caí. O número de pescadores cadastrados na associação é 198, porém existem muitos pescadores que são vinculados à Colônia de Pescadores da Ilha Pintada, mas que mantêm suas atividades na bacia do rio Caí.

- **Produção de Energia**

De acordo com RIO GRANDE DO SUL (2008), a bacia do rio Caí apresentava três Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) em operação: PCH Passo do Inferno e PCH Toca, em São Francisco de Paula e; PCH Herval, em Santa Maria do Herval. Porém, desde de 18/02/2009 a PCH Galópolis, localizada em Caxias do Sul, também encontra-se em operação.

Esta bacia possui os reservatórios de Água Blang, Salto e Divisa, localizados no município de São Francisco de Paula, mas que através da tranposição de vazões pelo Túnel Salto - Bugres, abastecem as Usinas Hidrelétricas (UHE) Canastra e Bugres, que estão localizadas na bacia do rio Sinos.

- **Navegação**

A navegação nesta bacia está restrita ao rio Caí, no trecho entre o município de São Sebastião do Caí até a seu delta no rio Jacuí. O principal aproveitamento é para navegação comercial, se destacando o transporte de materiais provenientes da extração de areia. Ainda se observa no rio, a presença de embarcações voltadas para a pesca artesanal e esportiva.

A Superintendência de Portos e Hidrovias (SPH), vem mantendo um calado com profundidade mínima de 1,5m, em todo o trecho navegável do rio Caí.

- **Outros usos**

Nos últimos tempos, houve um aumento significativo na oferta de atividades desportivas voltadas ao ecoturismo, que utilizam os recursos hídricos e as matas no seu entorno, como *rafting*, *rapel cascading*, canoagem e trilhas ecológicas. Este tipo de atividade auxilia a manutenção de áreas preservadas, uma vez que são requisitos básicos para exploração do ecoturismo.

b.4) Cargas Poluidoras

As cargas poluidoras na bacia do rio Caí tem as mais variadas origens, fruto da diversificada ocupação do solo na bacia. Uma das fontes são as áreas rurais, e a intensa utilização de defensivos agrícolas. O arroz irrigado por exemplo, necessita o emprego de agroquímicos como fungicidas, inseticidas e em especial os herbicidas, que acabam sendo drenados para os corpos hídricos da bacia.

Outra fonte de poluição aos recursos hídricos da bacia, são os efluentes domésticos. De acordo com o Plano da Bacia do rio Caí, cerca de 95% da carga orgânica bruta gerada pelos efluentes domésticos dos habitantes da bacia, tem como destino final os cursos d'água desta bacia. Neste quesito, pode-se destacar os municípios de Canela, Dois Irmãos, Gramado, Montenegro e principalmente Caxias do Sul, como os maiores geradores de efluentes doméstico.

Por apresentar regiões bastante industrializadas, esta bacia possui uma significativa carga poluidora proveniente das indústrias. O Plano da Bacia do rio Caí contempla um estudo realizado pela FEPAM, e demonstra através das informações disponíveis, que as cargas poluidoras remanescentes máximas, são cerca de 1.217 t/ano e 3.735 t/ano para DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio e DQO – Demanda Química de Oxigênio. Cabe salientar que para este estudo, foram

considerados apenas os municípios com geração de carga acima de 100 t/ano para DBO e acima de 200 t/ano para DQO. Os municípios que mais contribuem para a carga de DQO são: Caxias do Sul, Estância Velha, Ivoti, Montenegro e Portão. E para carga de DBO: Caxias do Sul, Estância Velha, Farroupilha, Montenegro e São Sebastião do Caí.

b.5) Qualidade de Água

A caracterização da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica foi realizada de acordo com os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA No 357/05. Quando 85% ou mais dos parâmetros monitorados atendiam aos padrões da Classe 1, então esse ponto seria, inicialmente, classificado como Classe 1. Secundariamente, para esses pontos inicialmente classificados como Classe 1, foram verificados os parâmetros diferenciadores entre as Classes 1 e 2, ou seja, cor, DBO, OD, fósforo além de coliformes fecais por ser este o mais importante indicador de contaminação por efluentes domiciliares. No intuito de verificar a presença de efluentes industriais foram incluídos os parâmetros especiais Vanádio e Titânio entre os metais analisados nas campanhas realizadas em alguns pontos.

Nota-se uma piora generalizada na qualidade da água, identificada pelo aumento das concentrações de DQO, DBO e Coliformes e diminuição do OD. Esta situação indica que o conjunto de arroios Pinhal e Belo contribuem de forma desfavorável para a qualidade da água do Rio Caí.

Os arroios Pinhal e Belo drenam a área urbana de Caxias do Sul e recebem carga poluidora de origem doméstica e industrial. A mesma situação é verificada no caso do ponto a jusante do rio Cadeia, onde os parâmetros DBO, OD e E. Coli que são verificadas as maiores perdas de qualidade. O rio Cadeia recebe contribuições de carga poluidora de origem industrial do setor de couros e calçados provenientes do Arroio Feitoria.

b.6) Enquadramento dos corpos hídricos

O enquadramento final dos corpos hídricos da bacia do rio Caí, ocorreu no dia 27/11/2007, em reunião ordinário do Comitê do Caí, realizado no município de São Sebastião do Caí. O Quadro 6.4 e a Figura 6.42, mostram por trecho, a decisão final das classes dentro da bacia.

QUADRO 6.4-ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO CAÍ

TRECHO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAÍ	DECISÃO FINAL DE ENQUADRAMENTO	TRECHO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAÍ	DECISÃO FINAL DE ENQUADRAMENTO
Alto Caí - Barragens	Classe 1	Arroio Maratá - Nascentes	Classe 1
Alto Caí - Lava Pés	Classe 1	Arroio Maratá	Classe 2
Alto Caí - Caracol Juá - Margem Direita	Classe 1	Alto Cadeia	Classe 2
Alto Caí - Caracol Juá - Margem Esquerda	Classe 2	Alto Cadeia - Tapera	Classe 1
Alto Caí - Macaco Forqueta - Margem Direita	Classe 1	Arroio Feitoria - trecho alto	Classe 1
Alto Caí - Macaco Forqueta - Margem Esquerda	Classe 2	Arroio Feitoria - trecho médio	Classe 2
Arroio Piaí - Leste	Classe 1	Arroio Feitoria - Serraria	Classe 1
Arroio Piaí - Oeste	Classe 3	Arroio Feitoria - trecho baixo	Classe 3
Arroio Pinhal	Classe 3	Baixo Cadeia	Classe 3
Arroio Belo	Classe 2	Médio Caí - trecho baixo	Classe 2
Arroio do Ouro	Classe 1	Baixo Caí - trecho alto	Classe 2
Arroio Forromeco	Classe 2	Baixo Caí - trecho médio	Classe 2
Alto Caí - trecho baixo	Classe 2	Baixo Caí - trecho médio - Bom Jardim	Classe 3
Médio Caí - trecho alto	Classe 2	Baixo Caí - trecho baixo	Classe 2
Médio Caí - Tupandi	Classe 2		

Fonte: RIO GRANDE DO SUL (2008)

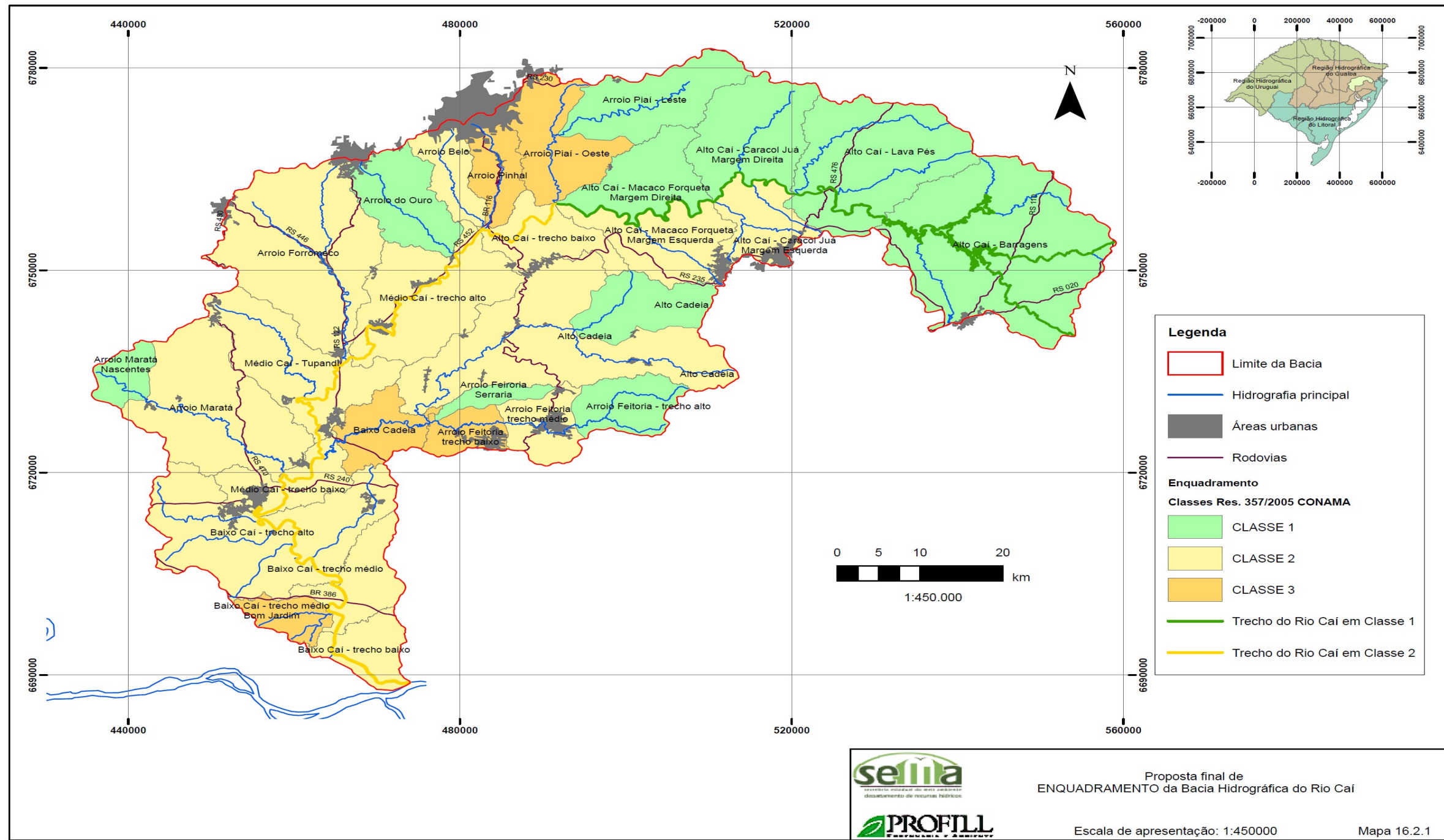


Figura 6.42-Enquadramento da Bacia do Rio Cai
Fonte: RIO GRANDE DO SUL (2008)

b.7) Principais Cursos d'água interceptados

Rio Caí

O rio Caí é o principal curso d'água, sendo também o único corpo hídrico significativo interceptado pelo empreendimento nesta bacia. A LT cruzará o rio Caí em três pontos. Os dois primeiros cruzamentos, marcam a divisa entre os municípios de Montenegro e Capela de Santana (Figura 6.43). O terceiro cruzamento está num ponto do rio Caí na divisa dos municípios Montenegro e Nova Santa Rita (Figura 6.44).



Figura 6.43: Trecho do rio Caí interceptado pela LT 525kV, na divisa dos municípios Montenegro e Capela de Santana. Data: 15/06/2012.



Figura 6.44: Trecho do rio Caí interceptado pela LT 525kV, na divisa dos municípios Montenegro e Nova Santa Rita. Data: 15/06/2012.

b.8) Áreas Alagáveis

Como visto anteriormente, o trecho final do rio Caí desenvolve-se em áreas de planície, tornando essa região suscetível a eventos de inundação. O solo desta área, no entrono do empreendimento, é predominantemente *Planossolo*. Segundo Embrapa (2006), este tipo de solo, geralmente ocorre nos terrenos baixos, em terraços, ou terço inferior de encostas pouco íngremes, locais estes favoráveis ao acúmulo de água durante certos períodos do ano, aliado à lenta permeabilidade.

Segundo Oliveira et al. (2010), em função da ocupação na bacia, os municípios mais afetados pelos eventos de cheia são Montenegro e São Sebastião do Caí, sendo estimada uma periodicidade de atingimento da malha urbana desses municípios a cada 1,5 anos. De acordo com os estudos desenvolvidos por Oliveira et al. (2010), a partir da análise histórica dos dados fluviométricos da estação de Passo do Montenegro, localizada no município de Montenegro, a ocorrência de cheias na

região apresenta sazonalidade evidente, com concentração dos eventos entre os meses de junho e outubro, representando cerca de 79% das ocorrências de cheia neste período, como pode ser visto na Tabela 6.34.

TABELA 6.34: SAZONALIDADE DAS CHEIAS NA ESTAÇÃO PASSO MONTENEGRO

ESTAÇÃO: PASSO MONTENEGRO - OPERADORA: CPRM		
LATITUDE: 29°42'02" S - LONGITUDE 51°26'26" O		
MÊS	CHEIAS	PROPORÇÃO
Janeiro	2	3,23%
Fevereiro	1	1,61%
Março	1	1,61%
Abril	2	3,23%
Maio	2	3,23%
Junho	11	17,74%
Julho	10	16,13%
Agosto	9	14,52%
Setembro	9	14,52%
Outubro	10	16,13%
Novembro	1	1,61%
Dezembro	4	6,45%

Fonte: Oliveira et al. (2010)

Oliveira et al. (2010), elaborou a espacialização da inundação de 24 e 25 de setembro de 2007. Como pode ser visualizado na Tabela 6.35, este evento foi o segundo de maior magnitude desde o início de monitoramento da estação Passo de Montenegro, em 1939. Cabe ressaltar que o nível médio do rio Caí nesta estação é de 1,62m.

TABELA 6.35: TEMPO DE RETORNO DAS MAIORES CHEIAS EM MONTENEGRO

ANO	COTA (M)	ORDEM	TR (ANOS)
1941	9,20	1	63,00
2007	8,70	2	31,50
1982	8,52	3	21,00
1942	8,38	4	15,75
1965	8,32	5	12,60
1967	8,32	6	10,50
2000	8,24	7	9,00
1956	8,20	8	7,88
1988	8,20	9	7,00
1984	8,13	10	6,30

Fonte: Oliveira et al. (2010)

O Mapeamento da área de inundação da cheia de 2007 (Figura 6.45) foi realizado a partir de informações coletadas em campo através de conversa com moradores, consulta aos órgãos competentes e marcas em construções. Também foram utilizadas informações provenientes de interpretações das bases derivas dos Modelos de Elevação Digital (declividade, curvaturas horizontais e verticais, curvas de nível) e das características geomorfológicas do rio Caí.

Analisando o mapa da Figura 6.45, contata-se que o empreendimento, desde próximo a malha urbana de Pareci Novo até Subestação de Nova Santa Rita, encontra-se inserido dentro da área de inundação da cheia de 2007. Por apresentar suscetibilidade a eventos de inundação, a definição dos locais das estruturas e os métodos construtivos aplicados nesta área devem ser bastante criteriosos. Cuidados especiais devem ser tomados com o cronograma de construção nessas áreas, evitando períodos de maior concentração de chuvas. Outros aspectos como altura e tipo de fundação das estruturas e abertura dos acessos necessários, devem ser observadas as melhores técnicas econômica e ambientalmente, durante a implantação do empreendimento.

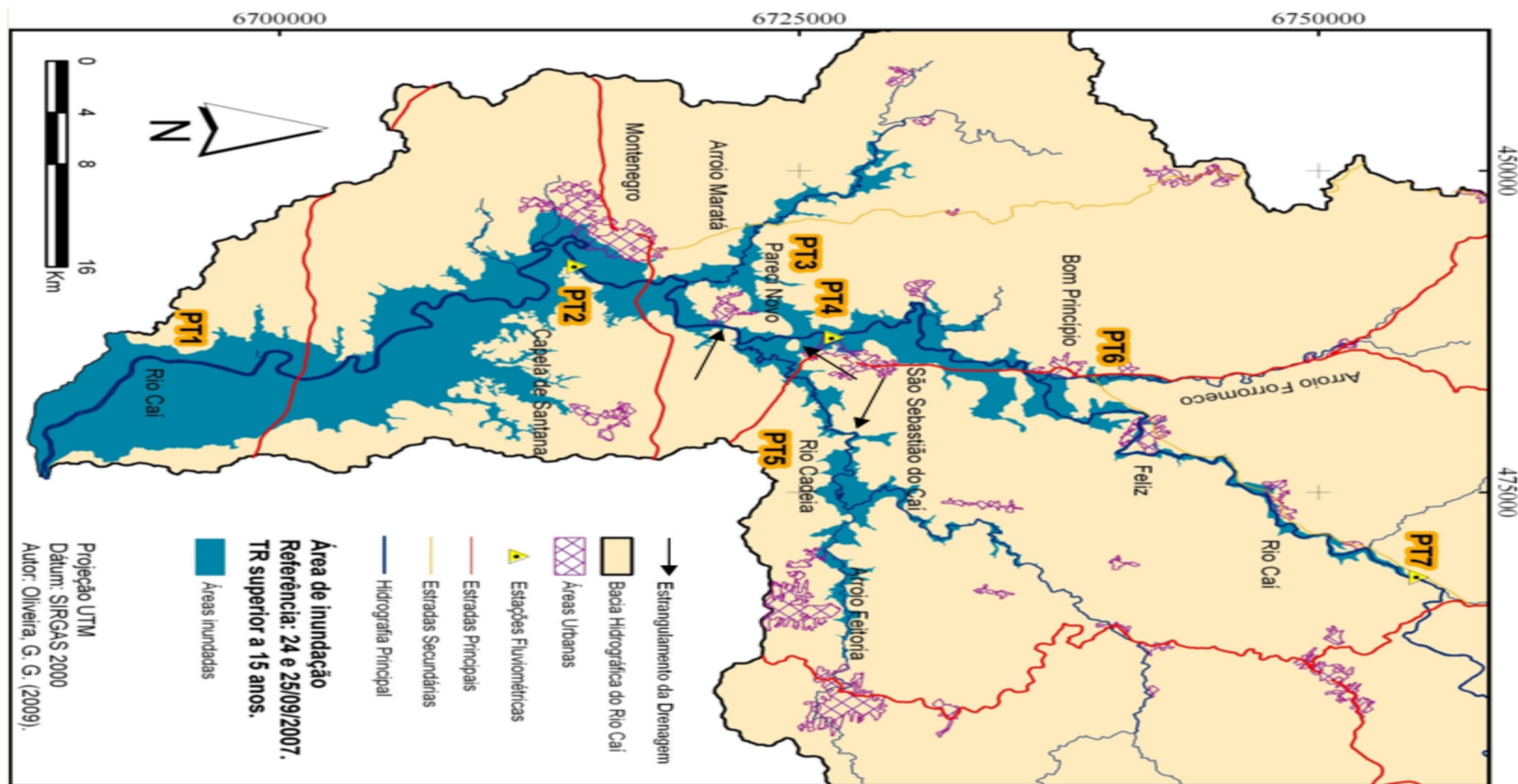


Figura 6.45-Áreas inundadas em 24-25/09/2007 na Bacia Hidrográfica do Cai
 Fonte: Oliveira et. Al (2010)

6.2.4 Estudos Geológicos / Geotécnicos

O presente estudo compreende a caracterização geológica, geomorfológica, pedológica e caracterização geológico - geotécnico para Implantação da Linha de Transmissão de 525 kV de Salto Santiago (PR) – Itá (SC) - Nova Santa Rita (RS) C2.

6.2.4.1 Geologia

A geologia da Área de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) foi elaborada utilizando dados bibliográficos disponíveis, bem como mapas temáticos disponíveis dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (DNPM e CPRM). Além desses mapas existentes, foram utilizadas imagens de satélite LANDSAT, com o objetivo de refinar o mapeamento apresentado para as Áreas de Influência do empreendimento. A partir desses dados foi elaborado o Mapa Litoestratigráfico e Estrutural da Área de Estudo (Tomo 6) da Área de Influência Indireta (AII).

A área onde será implantada a LT está inserida no contexto geológico da bacia do rio Paraná (Figura 6.46).

A bacia do rio Paraná é uma ampla região sedimentar do continente sul-americano, de forma ovalada com eixo maior N-S, que inclui porções territoriais do Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai, totalizando uma área de aproximadamente 1,5 milhão de km² (Figura 6.46). O registro estratigráfico da bacia do rio Paraná compreende um pacote de rochas sedimentares e vulcânicas com uma espessura máxima em torno dos 7 mil metros, seu depocentro estrutural coincide com a região da calha do rio Paraná (Milani *et al.*, 2007).

O contorno da sinéclise configura um limite erosivo ao longo da maior parte do perímetro da bacia. O seu formato atual reflete fenômenos pós-paleozóicos do continente sul-americano, que subtraíram significativas áreas do contexto deposicional original. Seu flanco leste foi esculpido pela erosão em função do

soerguimento marginal ao rifte sul-atlântico, expondo o embasamento cristalino (Almeida, 1981).

No arcabouço tectônico da bacia do rio Paraná destacam-se os elementos estruturais de orientação SW-NE. Com ênfase maior para o conjunto de altos e baixos estruturais que define a província denominada de “rifte central”. Lineamentos estruturais de direção SE-NW também ocorrem na Área de Influência Direta (AID). Os lineamentos estruturais marcantes que transpõem a AID, são apresentados no Mapa Litoestratigráfico e Estrutural da Área de Estudo (Tomo 6). Os lineamentos foram identificados e marcados através do Modelo Digital do Terreno -MDT (Tomo 8) de mosaicos raster, oriundos do ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), com resolução espacial de 30,0 m, obtidos junto ao banco de dados geoespaciais do Serviço Geológico dos EUA - Departamento do Interior/USGS, que está disponível no seu portal da Internet (<http://www.usgs.gov/laws/privacy.html>).

Segundo Milani (1997) in Milani *et al.* (2007) a bacia é subdividida em seis supersequências, na forma de pacotes rochosos com intervalos temporais de dezenas de milhares de anos de duração: rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico), Gondwana II (Meso a Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo). As três primeiras correspondem aos grandes ciclos transgressivos paleozóicos, e as demais representam sedimentação continental e rochas ígneas associadas.

A supersequência rio Ivaí é composta por conglomerados, arenitos continentais e marinhos da Formação Alto Garças, diamictitos glaciais da Formação Iapó, folhelhos marinhos transgressivos e arenitos marinhos regressivos da Formação Vila Marinha.

A supersequência Paraná é representada por duas unidades: arenitos litorâneos e marinhos da Formação Furnas e folhelhos marinhos com intercalação de arenitos deltáicos da Formação Ponta Grossa.

A supersequência Gondwana I caracteriza-se por uma sedimentação com marcada influência glacial até um amplo e árido interior continental com domínio de campo de dunas eólicas. Esta supersequência inclui os pacotes sedimentares que, sob a ótica da Litoestratigrafia, caracterizam individualmente o Grupo Itararé, Grupo Guatá, Grupo Passa Dois e Formações Pirambóia e Sanda do Cabral.

A supersequência Gondwana II, de ocorrência restrita às porções gaúcha e uruguaia da bacia, insere-se no contexto regional com uma sedimentação acumulada em bacias do tipo gráben. Ela é caracterizada por um pacote pelítico fossilífero da Formação Santa Maria que corresponde à sedimentação continental flúvio-lacustre.

Sobre a superfície estabelecida acumularam-se extensos campos de dunas sucedidas pelas rochas magmáticas relacionadas aos momentos iniciais de ruptura do paleocontinente, no conjunto compondo a Supersequência Gondwana III. Compreende o intervalo do registro estratigráfico em que se posicionam os sedimentos eólicos da Formação Botucatu e os magmatitos da Formação Serra Geral, Grupo São Bento de Schneider *et al.* (1974).

A supersequência Bauru constitui arenitos continentais (Grupo Bauru e Caiuá) acumulados em condições semiáridas a desérticas que sobrepõem os basaltos e completam o preenchimento da bacia do rio Paraná.

No Tomo 6 é apresentado o Mapa Litoestratigráfico e Estrutural da Área de Estudo contendo as principais feições do arcabouço estrutural e as unidades litoestratigráficas identificadas na Área de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) da futura LT.

A LT interceptará as seguintes formações geológicas: Formação Serra Geral, Formação Botucatu, Formação Pirambóia, Formação Rio do Rastro e Depósitos Quaternários. A seguir é apresentada a caracterização geológica dessas unidades e seus aspectos estruturais.

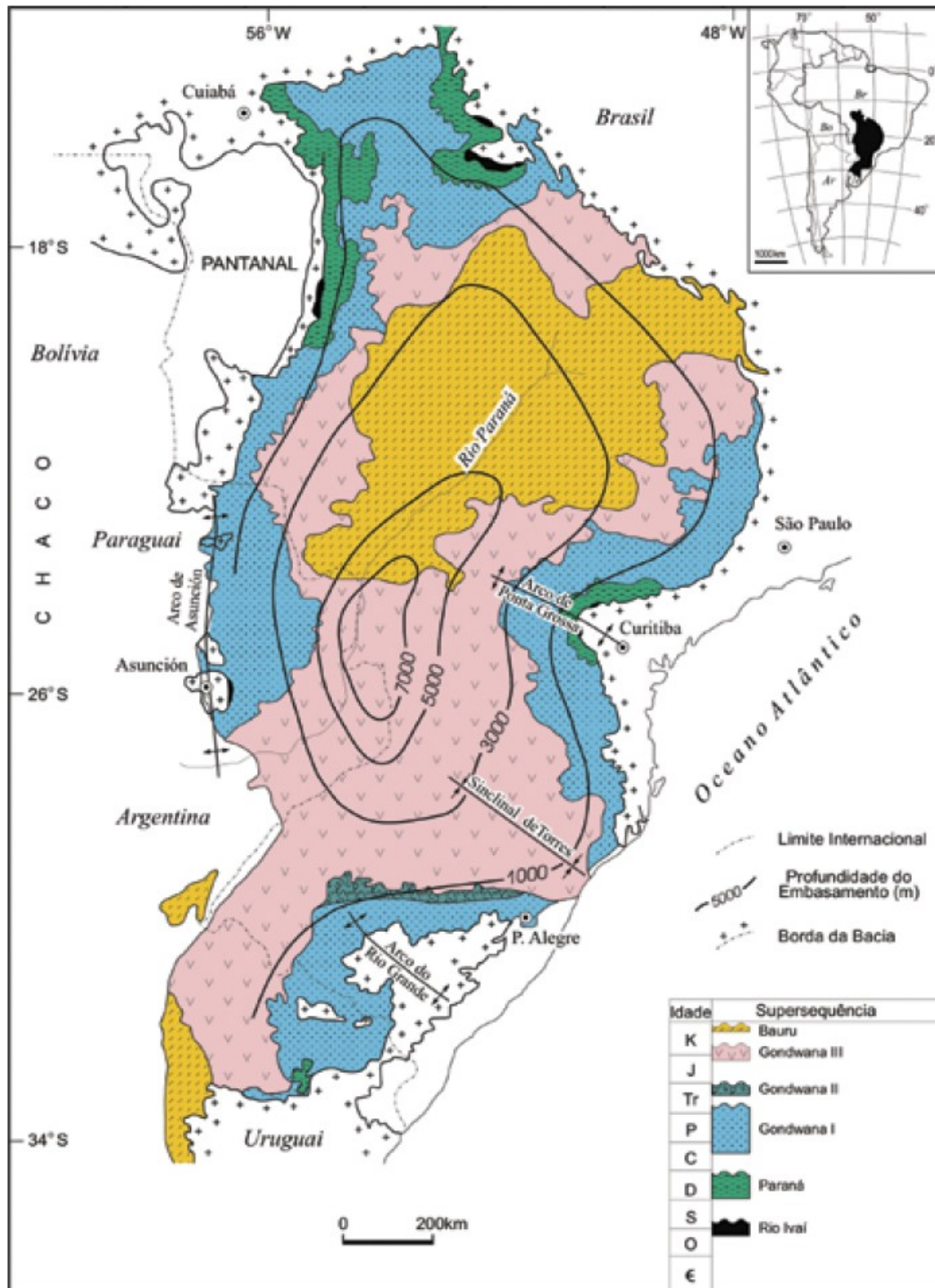


Figura 6.46-Mapa Geológico Simplificado da Bacia do Paraná. Fonte Milani, 2004.

a) Formação Pirambóia

A Formação Pirambóia é constituída predominantemente por arenitos finos a grossos moderadamente selecionados, avermelhados, com estratificações cruzadas de grande porte, interpretados como depósitos de dunas eólicas com intercalações que recobrem os depósitos lacustres da Formação Rio do Rastro (Lavina *et al.*, 1993; Lavina, 1991).

Esta formação apresenta faixa contínua até o sul do Estado Paraná, desaparecendo na faixa de afloramentos do Estado de Santa Catarina, onde a Formação Botucatu assenta-se diretamente sobre estratos da Formação Rio do Rastro pertencente ao Grupo Passa Dois (Assine *et al.*, 1994). A Formação Pirambóia aflora principalmente na porção nordeste da bacia e abrange uma ampla área da Plataforma Sul-Americana. Sua espessura varia de apenas alguns metros no Estado do Paraná até mais de 400 m em subsuperfície em São Paulo e Mato Grosso do Sul. Esta unidade ocorre na porção leste e oeste do Rio Grande do Sul sendo limitada por duas falhas NE-SW e NW-SE

Alguns autores atribuem um contato gradacional outros um contato discordante, na forma de uma superfície aplainada que trunca estratos mais antigos do centro para a borda da bacia entre as formações Pirambóia e Rio do Rastro.

b) Formação Rio do Rastro

A Formação do Rio do Rastro é constituída por siltitos, argilitos e arenitos finos esverdeados, arroxeados e avermelhados, com representação local de bancos calcíferos, com abundantes fragmentos de conchas. A porção superior é formada por arenitos avermelhados, arroxeados, amarelados e esbranquiçados, intercalados em argilitos e siltitos avermelhados, arroxeados, com intercalações localizadas de siltitos calcíferos. A espessura desta Formação em afloramentos da Serra do Espigão é de 400 metros. Correspondem a depósitos de planícies costeira, passando a ambiente fluvial, progressivamente oxidante.

Sua ocorrência é delimitada a leste pela Formação Terezina e a oeste pela Formação Botucatu, por quem é encoberta. Forma uma estreita faixa de ocorrência alongada segundo a direção norte-sul, podendo ser identificada nos municípios de Canoinhas, Iriniópolis, Porto União, Monte Castelo, Santa Cecília, Rio do Campo, Pouso Redondo (na altura do km 198 da BR-470), Ponte Alta, Otacílio Costa, Correia Pinto, Petrolândia, Lages, Urubici, Lauro Muller (Serra do Rio do Rastro), Timbé, Meleiro, Turvo, Jacinto Machado, Sombrio, Araranguá. A LT corta esta unidade em pequena área no Rio Grande do Sul, já no seu trecho final, no município de Montenegro.

c) Formação Botucatu

Corresponde a arenitos finos a médios, mal graduados, avermelhados, amarelados, localmente esbranquiçados, com pouca matriz, estratificação cruzada de grande a médio porte, quartzosos, localmente feldspáticos, friáveis, com grãos foscos. Em afloramentos apresenta espessura média de 50 metros e raramente ultrapassa 100 metros e em sondagens pode alcançar 200 metros. Sua deposição se processou em ambiente eólico desértico, que se prolongou até o início dos derrames basálticos.

Caracteristicamente, sua ocorrência pode ser observada na base da Serra Geral, o que juntamente com a espessura relativamente reduzida, proporciona uma estreita faixa de ocorrência. Abrange os municípios de Porto União, Timbó Grande, Santa Cecília, Ponte Alta do Norte, Curitibanos, Ponte Alta, Correia Pinto, Lages, Urubici, Lauro Muller, Nova Veneza, Timbé do Sul, Jacinto Machado, Praia Grande, Sombrio.

Na área de estudo a LT corta a Formação Botucatu apenas no Rio Grande do Sul.

d) Formação Serra Geral

A formação Serra Geral é caracterizada por derrames de lavas de composição básica e magmatismo de natureza alcalina originados do intenso vulcanismo fissural que afetou a bacia intracratônica do Paraná. Esse intenso vulcanismo gerou uma espessa cobertura de lavas, uma intrincada rede de diques cortando a inteira seção sedimentar.

A Formação Serra Geral é representada principalmente por basaltos toleíticos e andesitos basálticos que constituem aproximadamente 90% do volume total de material extrusivo. Subordinadamente, ocorrem andesitos toleíticos (cerca de 7%) e rochas ácidas (riodacitos e riolitos). As rochas ácidas cobrem uma área de cerca de 150.000 km², estando principalmente localizadas em regiões próximas à margem continental e concentradas na superfície dos derrames, correspondendo às últimas fases da atividade vulcânica.

As rochas vulcânicas possuem diferenças petrográficas e texturais, as quais permitiram dividi-las em duas fácies, Chapecó e Palmas.

Este vulcanismo começou a se manifestar a 147 milhões de anos, tendo continuidade até 119 m.a., ocorrendo um máximo entre 130 e 120 m.a. (Amaral *et al.*, 1966; Melfi, 1967). Durante estes 28 milhões de anos a rocha basáltica foi se formando através de erupções, que formaram os diferentes derrames.

Os derrames basálticos assentam-se discordantemente sobre os arenitos da Formação Botucatu e também podem ocorrer intercalações de arenito eólico na base dos derrames, o que indica sua contemporaneidade.

Geoquimicamente, ocorre uma diferenciação destas rochas ao longo da bacia em termos de conteúdo de TiO₂ (Bellieni *et al.*, 1984) e de elementos-traço. Ocorre uma distribuição estratigráfica sequencial entre os termos diferenciados, interpretada por Peate *et al.* (1992) como devida a uma migração da fonte magmática de sul para norte ao longo da bacia. Na porção norte da bacia dominam rochas enriquecidas em TiO₂, no sul predominam as pobres em TiO₂ (Bellieni *et al.* 1984; Mantovani *et al.* 1985), esta variação é atribuída a composição diferenciada da fonte do magma, a

composição do manto seria heterogênea sob esta área. O grupo contendo $TiO_2 > 2\%$ é caracterizado por apresentar também altas concentrações de P_2O_5 e de elementos traços incompatíveis em relação às rochas básicas com $TiO_2 \leq 2\%$. Peate et al. (1992) dividiram os magmas basálticos em 6 grupos. Os basaltos alto Ti foram divididos em 3 tipos: Urubici ($TiO_2 > 3\%$, $Sr > 550$ ppm, $Ti/Y > 500$), Pitanga ($TiO_2 > 3\%$, $Sr > 350$ ppm, $T/Y > 350$) e Paranapanema ($2 < TiO_2 \leq 3\%$, $200 < Sr < 450$ ppm, $Ti/Y > 330$). Os baixo Ti foram denominados de Gramado ($TiO_2 \leq 2\%$, $140 < Sr < 400$ ppm, $Ti/Y < 300$), Esmeralda ($TiO_2 \leq 2\%$, $120 < Sr < 250$ ppm, $Ti/Y < 330$) e Ribeira ($TiO_2 \leq 2\%$, $200 < Sr < 375$ ppm, $Ti/Y < 300$).

As rochas vulcânicas ácidas do tipo Palmas ainda foram subdivididas em subgrupos com características magmáticas distintas, Santa Maria ($SiO_2 > 69\%$, $TiO_2 < 0,8\%$, $P_2O_5 < 0,25\%$), Caxias ($SiO_2 = 67 - 70\%$, $0,85 < TiO_2 < 1,05\%$) e Anita Garibaldi ($SiO_2 < 69\%$, $TiO_2 > 1,05\%$).

Serão descritas as fácies básicas Paranapanema e Gramado, e as ácidas Chapecó e Caxias, fácies que ocorrem na área de estudo.

A fácies Paranapanema é caracterizada por derrames basálticos granulares finos, melanocráticos, contendo horizontes vesiculares espessos preenchidos por quartzo (ametista), zeolitas, carbonatos, celadonita, cobre nativo e barita. Compreende a maior concentração das jazidas de ametista do Estado do Rio Grande do Sul. Quanto à compartimentação química, possui alta razão Ti/Y . Esta fácies ocorre em grande proporção na área em estudo, no Estado de Santa Catarina e oeste do Rio Grande do Sul.

A fácies Gramado refere-se a um conjunto de derrames com espessura máxima em torno de 300 m que representam as primeiras manifestações vulcânicas sobre os sedimentos arenosos do então deserto Botucatu. Estes eventos eruptivos ficaram confinados a paleovales e a espaços entre dunas existentes, apresentando pequena expressão lateral. Os basaltos desta fácies são maciços com espessuras entre 15 a 35 m, são frequentes as texturas de fluxo, zonas vesiculares bem desenvolvidas no topo e incipientes na base, e uma porção central formada por

rocha granular homogênea, com disjunção colunar bem desenvolvida, textura microfanerítica, compacta e de coloração cinza escuro a cinza esverdeado. São comuns as zonas vesiculares pouco desenvolvidas na base e espessas de topo, preenchidas por zeólitas, carbonatos e apofilitas. Sua ocorrência é maior no estado gaúcho, na porção central a leste deste. Em Santa Catarina, esta unidade ocorre no oeste as margens do rio Uruguai.

As rochas vulcânicas ácidas do tipo Chapecó, são fortemente a fracamente porfíricas, contendo macrofenocristais de plagioclásio que podem constituir até 30% do volume da rocha, além de fenocristais e microfenocristais de plagioclásio, augita, pigeonita e titanomagnetita. Sua matriz é geralmente composta de quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio, piroxênios, titanomagnetita e ilmenita (Piccirillo & Melfi, 1988). Para reconhecimento em campo é utilizado seu produto de alteração, as rochas do tipo Chapecó evoluem para solos mais espessos, argilosos e enriquecidos em ferro, cálcio e potássio (Nardy, 1996; Nardy *et al.*, 2002). Essas rochas ocorrem na parte centro-norte da bacia formando 12 platôs, com áreas que variam de 32 a 1.776 km², que correspondem a cerca de 0,5% do volume de material vulcânico existente na bacia do Paraná. Dentro da área do estudo, esta unidade ocorre na região central de Santa Catarina e no norte do Rio Grande do Sul.

A fácies Caxias é composta por derrames de composição intermediária a ácida, riocitos e riolitos, mesocráticos, microgranulares a vitrofíricos. Apresentam textura esferulítica comum, com disjunção tabular no topo dos derrames. As porções centrais dos derrames se apresentam maciços, podendo apresentar estruturas de fluxo laminar, dobras e autobrechas, raras vesículas preenchidas por sílica (dominantemente calcedônia e ágata). A idade dessas rochas é de cerca de 131 milhões de anos (Nardy *et al.*, 2008).

Por ser o basalto uma rocha básica, sua lava apresenta grande fluidez, se espalhando por uma grande área, formando um lago de lava em fusão. Ao resfriar, tende se formar uma sucessão de zonas com características estruturais e texturais

distintas. V. Leinz (1949) estudando os basaltos, estabeleceu a sucessão de eventos, bem como as características de cada uma das zonas formadas.

Ao escoar a lava que se encontra a temperatura de 1.100° C, sofre brusco resfriamento em sua porção superior, que está em contato com a atmosfera, consolidando uma crosta, enquanto que o restante da massa da lava continua em estado de fusão. Os gases e o vapor de água dissolvidos na lava ficam retidos e se aglutinam sob a forma de bolhas e vão originar espaços vazios na rocha, constituindo a camada superior do derrame. Estes espaços vazios da rocha são denominados de vesículas. Quando contiverem sais dissolvidos, o resfriamento provocará sua cristalização, formando minerais entre os quais os mais encontrados são o quartzo, ametista, ágata. A espessura da zona amigdalóide é muito variável, dependendo da velocidade de resfriamento do derrame e da quantidade de vapor e gases. Comumente a espessura varia de zero à 50% da espessura total do derrame. Devido ao rápido resfriamento, a parte superior tende a apresentar textura holohialina ou vítrea, podendo passar à microcristalina na porção mais interna do derrame. O fraturamento da zona amigdalóide é intenso, sendo o espaçamento das fraturas da ordem de centímetros a decímetros, não apresentando um padrão definido, nem regularidade em sua distribuição. O baixo grau de cristalização, o intenso fraturamento, a grande porosidade e conseqüente grande superfície específica, a presença de minerais expansivos (nontronita), fazem desta, a zona de maior alterabilidade do derrame.

A zona vítrea sofre rápido resfriamento pela dissipação do calor, pelo aquecimento do solo ou rocha por sobre o qual se escoar. A quantidade de calor dissipada por esta zona será menor do que a dissipada pela zona amigdalóide e conseqüentemente, terá menor espessura, da ordem de centímetros a decímetros ou ainda até poucos metros (ex. 5 centímetros ou 1 metro). O rápido resfriamento, levará a formação de uma textura vítrea, ou seja, holohialina e por não aprisionar gases e não sofrer influência do fluxo da lava, sua estrutura tenderá a maciça ou isótropa. Devido ao seu baixo grau de cristalização (holohialina), intenso

fraturamento, o que lhe confere grande superfície específica, é grande sua alterabilidade. Quando exposta ao intemperismo, a zona vítrea sofre rápida transformação em solo argiloso. Junto com as demais zonas do derrame, que mostram grande alterabilidade, a zona vítrea tende a produzir suavizações na declividade da encosta, formando degraus. Por outro lado, numa sucessão de derrames, pode, juntamente com a zona amigdalóide, estar totalmente transformada em solo, enquanto as outras permanecem como rocha.

Após serem formadas as zonas vítrea e amigdalóide, a lava basáltica continua a fluir, mas de forma mais lenta. Dá-se então, a formação da zona tabular, cuja orientação predominante do fraturamento se dá na horizontal, provocado pela direção do fluxo da lava mais viscosa. Esta zona, frequentemente não ocorre, ou é de espessura reduzida. A velocidade de resfriamento é intermediária entre as demais zonas, apresentando portanto textura microcristalina. Apesar do fraturamento ser provocado pelo fluxo da lava em resfriamento, sua estrutura aparenta ser maciça, quando a rocha se mostra inalterada, mas o plano fluidal pode ser evidenciado pela alteração da rocha. A alterabilidade da zona tabular favorece a formação de solo, fazendo com que dificilmente aflore. Pode ser observada em cortes de estradas ou em escarpas naturais. Quando ocorre com maior espessura, tende formar um relevo ondulado suave e nas escarpas contribui para sua suavização, formando um degrau, juntamente com as zonas vítrea e amigdalóide do derrame inferior.

A última zona a resfriar é a colunar, neste estágio da consolidação, tem-se o derrame constituído por um lago de lava ainda líquida, de quilômetros a dezenas de quilômetros de diâmetro, com suas porções superior e inferior no estado sólido, restando a porção central, ainda no estado líquido. Portanto, o resfriamento é mais lento do que nas demais zonas. Entre 800 e 900° C, a lava já estaria totalmente solidificada e sofreria intensa contração até atingir a temperatura de cerca 50° C, que seria uma temperatura ambiente, naquele momento. Como não há possibilidade de contrair como um corpo homogêneo e por estarem as zonas amigdalóide e vítrea no

estado sólido, a rocha basáltica da zona colunar se fraturará intensamente no sentido perpendicular à maior dimensão, portanto no sentido vertical, resultando fragmentos com fraturamento vertical. Esta origem influenciará em muitas das características físicas desta zona, como a espessura, que é a zona mais espessa do derrame, constituindo de 50 a 90% da espessura total do derrame. Por ser a última a resfriar, é a zona de maior grau de cristalização do derrame. Deste modo, sua textura pode variar entre equigranular fina a microcristalina, podendo ser holohialina para derrames de pequena espessura. Sua estrutura é maciça. O fraturamento no sentido vertical, gera prismas que tendem a forma hexagonal, devido à contração, quando uma rocha homogênea resfria uniformemente. A zona colunar é a de menor alterabilidade do derrame, devido ao seu grau de cristalização, ausência de minerais expansivos, espaçamento das fraturas, com conseqüente baixa na superfície específica de contato com a água. Alterando-se a zona amigdalóide, o basalto colunar resistirá, formando um relevo plano. Por ser constituído por prismas justapostos, colocados verticalmente, as encostas tendem se mostrar escarpadas pela queda de prismas inteiros. A Figura 6.47 observa-se a ocorrência de derrames de basalto colunar e amigdalóide na Usina Salto Santiago, nas figuras 6.48 e 6.49 é mostrado a existência de uma pedreira no lado direito da SC-466, onde é explorado basalto colunar.



Figura 6.47- Basaltos colunar e amigdalóide da Formação Serra Geral. Usina Salto Santiago, município de Saudades do Iguçu, PR.

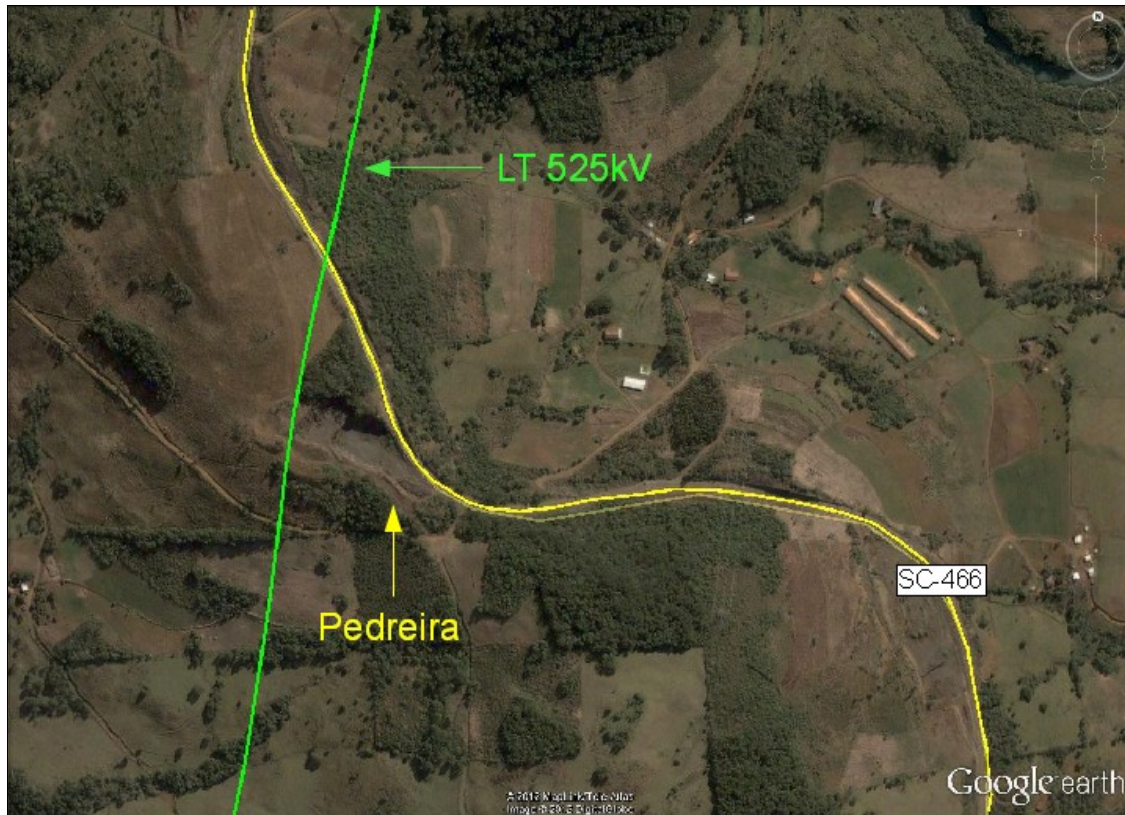


Figura 6.48- Pedreira localizada no lado direito da SC-466



Figura 6.49- Detalhe da pedreira de basalto colunar, localizada próxima a SC-466.

6.2.4.1.1 Caracterização Geotécnica dos Solos Residuais

Para caracterização geotécnica foram consultadas apostilas de aula do professor Victor Hugo Teixeira o qual faz uma correlação das características das rochas, com os solos delas derivados. Estas características foram adquiridas a partir da coleta destes solos, a identificação da rocha a qual o deu origem e posteriores ensaios geotécnicos, possibilitando a caracterização geotécnica destes solos, com a atribuição de valores aos índices, através de um tratamento estatístico.

a) Caracterização dos solos derivados da Formação Rio do Rastro

Como as rochas predominantes da Formação Rio do Rastro são os siltitos, argilitos, roxos, com bancos de arenito fino intercalados, vão predominar as frações argilosas e siltosas nos solos. Os solos correspondentes ao horizonte C, ainda tendem apresentar as cores arroxeadas da rocha, enquanto o horizonte B, tende ter cores avermelhadas a amareladas.

Ensaio realizado em solos derivados desta Formação, identificaram solos com baixo ISC médio e alta expansividade média para o horizonte C e ISC maior e menor expansividade para o horizonte B. Portanto, apenas o horizonte B poderia ser indicado como caixa de empréstimo e jazida de solo, tendo, no entanto, a restrição de apresentar pequena espessura.

Devido à plasticidade e expansividade dos solos residuais, não se recomenda o assentamento de fundações nos solos residuais da Formação Rio do Rastro.

Esta Formação tende a formar relevo ondulado suave, formando serras, eventualmente, quando seccionado por grandes falhamentos.

b) Caracterização dos solos derivados da Formação Botucatu

O arenito fino, quartzoso a feldspático, rocha representativa da Formação Botucatu, tende a formar solos onde no horizonte C há predominância de areia fina, podendo ou não ser siltosa ou argilosa, dependendo da proporção de feldspato no arenito. Comportamento semelhante apresenta o horizonte B, que tende ser essencialmente arenoso fino, podendo ou não mostrar uma fração secundária de argila e silte.

Os dados geotécnicos disponíveis sobre os solos derivados do arenito Botucatu são reduzidos, não somente por sua reduzida área de ocorrência, como pelo pequeno volume de obras sobre esta Formação, em Santa Catarina.

Os dados coletados referem-se apenas ao horizonte C deste arenito, que mostra um Índice de Suporte Califórnia médio (ISC) regular, sem a ocorrência de

índices muito baixos. Os valores médios da expansividade também mostram valores baixos, não se constituindo em problemas nos projetos.

A espessura de solo no arenito é geralmente reduzida, podendo ser mais espessa quando o arenito for feldspático. Por esta razão, podem ser construídas fundações diretas, assentadas em rocha ou mesmo no horizonte C, quando as cargas forem reduzidas.

O relevo em áreas onde ocorre a Formação Botucatu, tende a ser plano, sendo no bordo limitado por escarpas, sendo frequentes as quedas de água.

As encostas escarpadas testemunha a estabilidade de seus taludes. No entanto, quedas localizadas de blocos podem ocorrer, principalmente quando o plano de estratificação cruzada estiver voltada no mesmo sentido do talude. Também é frequente a ocorrência de depósitos coluviais na base das escarpas naturais. Estes depósitos são de grande espessura e a água contida no arenito e represada pelo colúvio, torna-o extremamente instável.

c) Caracterização dos solos derivados da Formação Pirambóia

Os solos originados da Formação Pirambóia devem possuir características semelhantes aos solos derivados da Formação Botucatu, pois as rochas representativas dessas duas Formações são os arenitos.

d) Caracterização dos solos derivados da Formação Serra Geral

Estando os horizontes dos solos intimamente relacionados com a rocha, que lhes deram origem, torna-se necessário diferenciar a zona do derrame, em áreas de ocorrência de basalto.

Solos derivados da zona amigdalóide apresentam grande alterabilidade. Ela tende formar maior espessura de solo, comparativamente com as demais zonas, originando um solo essencialmente argiloso que, quando jovem, como o horizonte C, mostra-se muito plástico, expansivo, com grande capacidade de troca iônica, devido à predominância de argilas do grupo das esmectitas.

Geotecnicamente tem se observado que o horizonte C da zona amigdalóide mostra características inferiores ao horizonte B, especialmente quando possuem cores róseas, púrpuras, esverdeadas, devido à presença de argilas expansivas. Estes solos tendem a apresentar ISC (Índice de Suporte Califórnia – método que avalia a resistência dos solos) médios baixos, da ordem de 3-7% e expansividade entre 1,5 e 4%, condições que, não sendo por estas razões, recomendável a sua indicação como empréstimo, muito menos como jazida de solo. As condições geotécnicas do perfil de intemperismo da zona amigdalóide melhoram sensivelmente, quando passa do horizonte C para o B. No horizonte B coloração predominante é a marrom avermelhada, apresentando frequentemente características de solo laterítico. Neste horizonte, o ISC tende estar entre 8 e 14% e a expansividade de 0,5 a 1,5%.

Nos solos da zona amigdalóide é característico o baixo percentual de matacões e blocos em seu meio, fato relacionado ao seu intenso fraturamento e grande alterabilidade. Por isso, tendem a formar um relevo suavemente ondulado, tipo coxilha.

Os solos da Zona Vítreo não são representativos, por ser de pequena espessura, não apresentando importância na composição estatística do estudo geotécnico. No entanto, devido a sua textura vítrea, a alteração por desvitrificação, o intenso fraturamento, a grande alterabilidade, produzem um solo essencialmente argiloso.

A espessura do solo da Zona Colunar tende a ser reduzida, variando, frequentemente, de zero a 4 metros. A alteração tende produzir solos argilosos, sendo comum a existência de matacões e blocos em seu meio. Na formação de um solo derivado da zona colunar do basalto deve-se considerar a sua constituição mineralógica, textura e estrutura, pois tendo estrutura maciça, textura equigranular fina e sendo constituído por plagioclásio CaNa (50%), piroxênio (30%), vidro (15%) e opacos (5%), com tamanho menor que 1 mm, tenderá formar um solo síltico argiloso

a argilo siltoso, no horizonte C, dependendo da intensidade da alteração e um solo argilo siltoso, no horizonte B.

O solo da zona colunar do basalto correspondente ao horizonte C, tende a apresentar uma coloração amarelada a amarelo avermelhada, onde tende predominar argilas do grupo das esmectitas e no horizonte B um solo avermelhado a marrom avermelhado, onde predominam argilas do grupo das caulinitas. Com frequência os solos correspondentes ao horizonte B de coloração marrom avermelhada, podem ser classificados como solos lateríticos, devido ao elevado teor de óxidos de ferro e de alumínio, sendo recomendável a indicação deste solo como caixa de empréstimo ou jazidas de solo.

Os solos derivados da zona tabular apresentam características semelhantes aos da zona colunar, com pequenas diferenças decorrentes da textura, estrutura e forma de ocorrência.

A grande maioria dos solos residuais do basalto mostram estabilidade com inclinações de 1:1. Os solos que apresentam maior instabilidade são os correspondentes ao horizonte C da zona amigdalóide, quando sua coloração for rósea, púrpura ou esverdeada, devido a grande plasticidade da argila.

Os depósitos coluviais também apresentam solo instável, por serem transportados, derivados do basalto, especialmente quando apresentarem percolação de água.

A construção de fundações deve ser evitada nos solos instáveis da zona amigdalóide e em depósitos coluviais.

6.2.4.2 Geomorfologia

6.2.4.2.1 Caracterização

A geomorfologia é controlada por diversos fatores, como clima, litologia e arcabouço estrutural. Esses fatores combinados podem gerar resultados completamente diferentes. Estes condicionantes também se aplicam ao padrão de drenagem.

Dados e informações referentes à literatura geomorfológica da região onde será inserido o empreendimento, foram levantados e analisados. Para caracterização geomorfológica da área em estudo no Estado do Paraná foi consultado o Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná, elaborado pela MINEROPAR, de 2006, com escala base de 1:250.000 e modelos reduzidos de 1:500.000. Também foram consultados o Atlas de Santa Catarina (1986) e o Mapa Geomorfológico elaborado pelo projeto RADAMBRASIL (1986), para os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, respectivamente. Para a descrição das unidades geomorfológicas ocorrentes na área do projeto foi consultada bibliografia diversa.

No Estado do Paraná a LT atravessará a Unidade Geomorfológica Terceiro Planalto Paranaense. No Estado de Santa Catarina a Área de Influência Indireta - AII do empreendimento desenvolver-se-á somente sobre a região geomorfológica Planalto das Araucárias, a qual subdivide-se nas Unidades Geomorfológicas Patamares da Serra Geral e Planalto Dissecado Rio Iguaçu - Rio Uruguai. Estas duas unidades também ocorrem no norte do Estado do Rio Grande do Sul. Neste estado ainda, a LT cruzará as Unidades Geomorfológicas Planalto dos Campos Gerais, Serra Geral, Planalto de Santo Ângelo, Depressão Rio Jacuí, Planície Alúvio-coluvionar. Estas unidades podem ser visualizadas no Mapa Geomorfológico para a Área de Influência Indireta – AII (Tomo 8).

Essas unidades geomorfológicas englobam unidades de relevo que correspondem a unidades com padrão de formas semelhantes, individualizadas por fotoanálise, através da sua declividade. Foram identificadas 5 (cinco) unidades de relevo: plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso e escarpado.

A seguir é apresentada a caracterização das Unidades Geomorfológicas da área de influência da futura LT.

a) Unidade Geomorfológica Terceiro Planalto Paranaense

O Terceiro Planalto Paranaense ou Planalto Arenito - Basáltico, corresponde ao grande derrame mesozóico de rochas eruptivas básicas associados, na porção NW, às rochas areníticas do Grupo Bauru. Abrange cerca de 2/3 do território paranaense e desenvolve-se como um conjunto de relevos planálticos, com inclinação para oeste - noroeste e subdivididos pelos principais afluentes do rio Paraná, atingindo altitudes médias de 1100 a 1250 m, na Serra da Esperança, declinando para altitudes entre 220 e 300 m na calha do rio Paraná. Subdivide-se em 18 sub - unidades, a área em estudo atravessa as sub-unidades Planalto do Alto/Médio Piquiri e Planalto de Palmas/Guarapuava.

A Sub - unidade Planalto do Alto/Médio Piquiri ocupa o meio oeste do Estado do Paraná. Apresenta dissecação média e ocupa uma área de 5.840,68 km². A classe de declividade predominante está entre 12-30% em uma área de 2.191,30 km². Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 940 metros com altitudes variando entre a mínima de 280 e máxima de 1220 m. As formas predominantes são topos alongados e isolados, vertentes convexas e convexo - côncavas e vales em “U” aberto, modeladas em rochas da Formação Serra Geral (Figura 6.50 e Figura 6.51).



Figura 6.50-Sub-Unitade Morfoestrutural Alto/Médio Piquiri (rio Chopin)



Figura 6.51: Sub - Unidade Morfoestrutural Alto/Médio Piquiri.

A Sub - unidade Morfoescultural Planalto de Palmas/Guarapuava apresenta dissecação baixa e ocupa uma área de 3.266,71 km². A classe de declividade predominante é menor que 6% em uma área de 2.237,82 km² (Figura 6.52). Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 840 metros com altitudes variando entre 520 m (mínima) e 1360 m (máxima). As formas predominantes são topos aplainados, vertentes retilíneas e convexas e vales em “U”, modeladas em rochas da Formação da Serra Geral.



Figura 6.52: Sub - unidade Morfoescultural Planalto de Palmas/Guarapuava (rio Chapecozinho).

b) Unidade Geomorfológica do Planalto dos Campos Gerais

A Unidade Geomorfológica do Planalto dos Campos Gerais está situada topograficamente acima das áreas circundantes (Planalto Dissecado do Rio Iguaçu - Rio Uruguai) e corresponde a restos de uma superfície de aplanamento. A fragmentação em blocos ou compartimentos, é consequência de processos de

dissecação desenvolvidos ao longo dos rios principais como o Pelotas e o Uruguai. As cotas altimétricas mais elevadas ocorrem na porção leste da unidade, ultrapassando 1200 m nas proximidades da Costa da Serra do Geral (Atlas de Santa Catarina, 1986).

O fato do relevo desta unidade geomorfológica ser de pouco dissecado a planar, onde ocorrem principalmente latossolos, permite a instalação de uma agricultura mecanizada, o que tem acelerado os processos erosivos ligados ao escoamento superficial, evidenciado pela formação de sulcos nas encostas cultivadas e nas laterais das estradas (Atlas de Santa Catarina, 1986).

c) Unidade Geomorfológica Planalto Dissecado do Rio Uruguai

A Unidade Geomorfológica Planalto Dissecado do Rio Uruguai é caracterizada por um relevo muito dissecado, com vales profundos e encostas em patamares. As cotas ultrapassam 1000 m de altitude na borda leste, decaindo até cerca de 300 m gradativamente para oeste e noroeste, em direção ao eixo central da Bacia Sedimentar do Paraná. Este caimento topográfico, para oeste, está diretamente relacionado ao mergulho das camadas da bacia e caracteriza o relevo da área como planalto monoclinal (Atlas de Santa Catarina, 1986).

A forma do relevo é dada por um interflúvio estreito de topo plano ou levemente convexo, interrompido por uma vertente de forte declividade, caracterizando-se, às vezes, como escarpa. Esta vertente apresenta, ao longo do declive, degraus que configuram patamares. De acordo com o encaixamento do vale podem ocorrer entre um e quatro degraus, como no vale do rio Pelotas.

A drenagem apresenta características semelhantes em toda a unidade, uma vez que se acha fortemente controlada pelas estruturas. São rios com cursos sinuosos e vales encaixados, com patamares nas vertentes (Figura 6.53). O controle estrutural é evidenciado pela retificação de segmentos do rio, pelos cotovelos e pela grande ocorrência de lajeados, corredeiras, saltos, quedas e ilhas (Atlas de Santa Catarina, 1986).

Com uma superfície de 27.567 km², esta unidade geomorfológica apresenta-se disseminada em áreas descontínuas e caracterizadas por um relevo muito dissecado, com vales profundos e encostas em patamares e com cotas altimétricas que ultrapassam os 1000 m na borda leste e decaem até cerca de 300 m na parte oeste e noroeste, em direção ao eixo central da bacia sedimentar do rio Paraná. Os principais solos identificados na área desta unidade pertencem às classes Terra Bruna/Rocha Estruturada, Cambissolo, Terra Rocha Estruturada e Solos Litólicos.



Figura 6.53: Unidade Geomorfológica Planalto Dissecado do Rio Uruguai. Curso sinuoso do rio Uruguai, Itá, SC.

d) Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral

A Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral corresponde aos terminais rebaixados em continuidade à Unidade Geomorfológica da Serra Geral. Estende-se sobre as rochas da Formação Serra Geral e nas áreas de contato com regiões geomorfológicas mais rebaixadas, ocorrem afloramentos de arenitos da Formação Botucatu.

Localizada no extremo sul do Estado de Santa Catarina se estendendo até o oeste do Rio Grande do Sul. Os patamares representam testemunhos do recuo da linha de escarpas e as formas de relevo são alongadas, digitadas e irregulares, avançando sobre as planícies litorâneas como verdadeiros espigões interfluviais.

Esta unidade caracteriza-se por apresentar formas em colinas com pequeno aprofundamento dos vales fluviais, formas de relevo que apresentam forte controle estrutural, e localmente ocorrem formas planares. Nas suas bordas observam-se

morros testemunhos que avançam sobre a Unidade Geomorfológica Depressão Rio Jacuí. Os Cambissolos são os solos que mais se correlacionam com esta unidade.

e) Unidade Geomorfológica Serra Geral

A Unidade Geomorfológica Serra Geral configura-se nos terminais escarpados abruptos do Planalto dos Campos Gerais, desenvolvidos sobre rochas efusivas básicas, com desníveis acentuados de até 1000 m (Figura 6.54). As formas de relevo abruptas apresentam vales fluviais com aprofundamentos superiores a 500 m em suas nascentes, desenvolvendo verdadeiros cânions, tendo sua frente já consideravelmente recuada e dissecada pelo alto poder erosivo da rede de drenagem, onde se destacam os formadores dos rios Araranguá e Mampituba. A área de influência da bacia de drenagem do rio Araranguá corresponde ao trecho de maior recuo da escarpa, conferindo à mesma uma forma de arco (Atlas de Santa Catarina, 1986; Scheibe *et al*, 2010).

As características do relevo desta unidade geomorfológica são propícias ao desenvolvimento e preservação de uma vegetação do tipo florestal, embora em alguns trechos a mesma esteja sendo indevidamente substituída por culturas cíclicas (Santa Catarina, 1986).



Figura 6.54: Unidade Geomorfológica Serra Geral. Vale do Arroio Vicente Rosa, Cotiporã, RS.

f) Unidade Geomorfológica Planalto de Santo Ângelo

A Unidade Geomorfológica Planalto de Santo Ângelo da Região Geomorfológica Planalto das Missões é caracterizada por um relevo de dissecação homogênea, retratadas de modo geral por colinas suaves, bem arredondadas, esculpidas em rochas vulcânicas básicas da Formação Serra geral. Geralmente ocorre associado a solos profundos, mostrando densidade de drenagem grosseira, com aprofundamento dos vales fluviais entre 22 e 28 m. O relevo, traduzido por formas em colinas rasas, é regionalmente conhecido por coxilhas. O termo coxilha é uma denominação regional do Rio Grande do Sul e é empregado para qualificar colinas ou elevações arredondadas e de pouca extensão, seccionadas por pequenos aprofundamentos fluviais. Associados a essas formas em colinas é comum a ocorrência de arroios, sangas e zonas deprimidas e brejosas conhecidas por *dales*.

g) Unidade Geomorfológica Depressão Rio Jacuí

A Unidade Geomorfológica Depressão Rio Jacuí localiza-se no segmento leste-oeste da Região Geomorfológica Depressão Central Gaúcha. Corresponde a área de drenagem do rio Jacuí.

Esta unidade não apresenta grandes variações altimétricas, a paisagem apresenta, predominantemente, formas alongadas de topos convexos. Ao lado dessas formas ocorrem vastas superfícies planas (Figura 6.55), recobertas por colúvios, com dissecação incipiente (Penteado, 2006).



Figura 6.55: Unidade Geomorfológica Depressão Rio Jacuí. Capela de Santana, RS.

h) Planície Alúvio-Coluvionar

A Planície Alúvio - Coluvionar corresponde à borda oeste da Região Geomorfológica Planície Continental Gaúcha, no contato com a Unidade Planalto Rebaixado Marginal. Constitui uma superfície descontínua com formas planas e pouco inclinadas. A área é drenada por baixos cursos de inúmeros rios que, na sua

maioria, desaguam nas lagoas. Sob o ponto de vista de deposição e tendo em vista sua localização, esta unidade caracteriza-se como uma área de transição de influência continental e marinha.

Os depósitos coluviais são depósitos heterogêneos que sofreram deslocamento principalmente por efeito da gravidade e ação das águas do escoamento superficial.

6.2.4.2.2 Isodeclividades

O Mapa de Declividades (Tomo 8), foi elaborado para identificar e mapear áreas de mesma declividade ao longo das Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (All) da LT e assim contribuir para a identificação de áreas susceptíveis a escorregamentos e erosão.

Para elaborar tanto o Mapa de Declividades (Tomo 8) como o Hipsométrico da All, gerou-se o Modelo Digital do Terreno (MDT) de mosaicos raster, oriundos do ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), com resolução espacial de 30,0 m, obtidos junto ao banco de dados geoespaciais do Serviço Geológico dos EUA - Departamento do Interior/USGS, que está disponível no seu portal da Internet (<http://www.usgs.gov/laws/privacy.html>)

Considerando o percurso da LT a partir de Saudades do Iguaçu, observa-se que as maiores declividades ocorrem entre Xanxerê em Santa Catarina e em Erechim no Rio Grande do Sul. Neste estado, entre os municípios de Cotiporã e Garibaldi, também ocorrem declives acentuados (Figura 6.56). As áreas de maior declividade seccionada pela LT pertencem à unidade de relevo **montanhoso**. Terrenos montanhosos caracterizam-se como muito movimentados com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídos por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes ou muito fortes. Em geral as maiores declividades se localizam nos vales de rios. Relevo montanhoso apresenta uma

declividade de 20 a 45° (44,4 -100%) e representa 4,17% da Área de Influência Direta, conforme pode ser observado na Tabela 6.36.



Figura 6.56: Vale bem encaixado do rio das Antas.

TABELA 6.36-CLASSES DE RELEVO E SUAS RESPECTIVAS ÁREAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA.

Declividade (%)	Relevo	Área (m ²)	Área (ha)	Área (%)
0 - 11%	Plano a suavemente ondulado	848.357.700,29	84.835,77	49,13
11% - 22%	Ondulado	407.272.907,58	40.727,29	23,58
22% - 44%	Forte ondulado	399.278.511,48	39.927,85	23,12
44% - 100%	Montanhoso	71.996.881,22	7.199,69	4,17
>100%	Escarpado	5.107,46	0,51	0,00
TOTAL		1.726.911.108,03	172.691,11	100,00

A unidade de relevo **forte ondulado** caracterizada por terrenos movimentados constituídos por conjunto de outeiros ou morros, e raramente colinas, com declives fortes, representa 23,12% da Área de Influência Direta. Nesta classe estão os declives de 10 a 20° (22% - 44%). Ocorrem em toda a extensão da LT.

O relevo **ondulado** é caracterizado por terrenos pouco movimentados, constituídos por conjunto de colinas ou outeiros com declives moderados. Representam 23,58% da Área de Influência Direta, e assim como a unidade anterior ocorrem em toda a extensão da LT. As declividades do relevo ondulado variam de 5 a 10° (11% - 22%).

A unidade de relevo **plano a suavemente ondulado** é a de maior ocorrência dentro da Área de Influência Direta, representando 49,13% desta. Esta unidade é caracterizada por terrenos planos de topografia horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, e terrenos suavemente ondulados, que são pouco movimentados constituídos por conjunto de colinas ou outeiros com declives suaves. Relevos planos a suavemente ondulados tem de declividades que variam de 0 a 5° (0 – 11%).

A unidade de relevo **escarpado** quase não ocorre na Área de Influência Direta, representa apenas 0,0003% da AID. Este relevo é composto por terrenos com predomínio de formas abruptas compreendendo superfícies muito íngremes. Relevos escarpados apresentam declividades maiores que 45° (>100%).

6.2.4.3 Pedologia

A pedologia é uma ferramenta importante, que deve ser utilizada na engenharia, principalmente na correlação das características pedológicas dos solos, com as geotécnicas, especialmente em relação ao horizonte B dos solos. Com o uso da classificação sistemática de perfis superficiais de solos, a pedologia trabalha com dados significativos sobre composição, gênese, substrato, características físicas, morfológicas e ambientais dos solos.

Na pedologia o perfil de intemperismo é constituído por uma sucessão de camadas denominadas horizontes. Esses horizontes são diferenciados, em geral pela cor, textura, estrutura, consistência e presença de material orgânico. Os principais horizontes são representados pelas letras A, B, C e R. Os horizontes A e B representam o solo superficial com maior grau de evolução pedogenética. O material de origem alterado pelos processos de intemperismo é designado horizonte C. A rocha sã corresponde ao horizonte R. Nos perfis geotécnicos é necessário introduzir o horizonte RA, que corresponde a rocha alterada.

A pedologia classifica os solos em função dos diferentes graus de desenvolvimento do horizonte B. Assim os solos com horizonte B mais desenvolvido não apresentam mais a estrutura e os minerais primários da rocha de origem e são conhecidos, dentro da mecânica dos solos, como solos residuais maduros. O termo “residuais” nem sempre é adequado pois os solos superficiais sempre sofrem algum processo de transporte.

As características do horizonte A têm interesse na engenharia, por ser, genericamente, recomendada a sua remoção, nas obras a serem construídas, mas passam a interessar à área ambiental, na terraplanagem, quando se recomenda sua estocagem, para posterior reaproveitamento, em projetos de recuperação ambiental. Por outro lado, as características do horizonte C têm maior relação com a rocha, já que preservam parcialmente, a textura, a estrutura e a mineralogia. Pela mesma

razão, as características geotécnicas do horizonte C, têm maior correlação com as variações apresentadas pela rocha.

Cabe ainda ressaltar a importância da pedologia no estudo geotécnico, pelo fato de a pedologia dispensar grande atenção à estrutura do solo, apresentando detalhes, normalmente negligenciados pela mecânica dos solos clássica, pois a maioria de seus ensaios são efetuados com amostras destorroadas, que destroem a estrutura destes solos. Conhecendo-se a estrutura dos solos sob o ponto de vista pedológico, pode-se correlacionar com propriedades geotécnicas, ou ainda, recomendar a execução de ensaios “in situ”. Em regiões onde se dispõe de mapas pedológicos, em escala maior, estes podem ser adaptados e transformados em mapas geotécnicos, com grande proveito para projetos de engenharia.

Dependendo da escala do mapa pedológico, as unidades de mapeamento são constituídas por mais de uma classe de solos, são unidades complexas ou associações. As unidades de solo são apresentadas, em função do grau de desenvolvimento: das classes mais desenvolvidas para as menos desenvolvidas.

As mais desenvolvidas apresentam maior espessura de horizonte B e cores mais avermelhadas ou mais arroxeadas, dependendo do teor de óxidos de ferro. No horizonte C estarão presentes os minerais das rochas. No caso de rochas com minerais que se alterem a argilo minerais expansivos, os solos desse horizonte poderão apresentar características expansivas, identificados pela sigla “Ta” (argila de atividade alta). Caso contrário, utiliza-se a sigla “Tb” (argila de atividade baixa).

Unidade de mapeamento corresponde a classe de solo predominante na área de mapeamento. Assim, na faixa da LT, conforme Mapa Pedológico para All (Tomo 8) ocorrem as unidades pedológicas de mapeamento: Latossolo, Cambissolo, Planossolos, Argissolos, Neossolo, Nitossolo, Chernossolo, Luvisso. A seguir, serão descritas as unidades que ocorrem nas Áreas de Influência Direta e Indireta da futura LT.

a) **Argissolos**

Os Argissolos compreendem solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico (EMBRAPA, 2006).

Grande parte desses solos apresenta um evidente incremento no teor de argila, com ou sem decréscimo, do horizonte superficial pra o B.

São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de areia média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila do A para o Bt.

Os Argissolos quando apresentam elevado gradiente textural são muito susceptíveis à erosão, sendo necessários cuidados especiais, principalmente nos arênicos e espessarênicos.

Nesta classe estão incluídos os solos anteriormente classificados como Podzólico Vermelho-Amarelo, pequena parte de Terra Roxa Estruturada, Terra Roxa Estruturada Similar, Terra Bruna Estruturada e de Terra Bruna Estruturada Similar.

Subordens registradas:

Argissolos Bruno-acinzentado alítico. Ocorrem no Rio grande do Sul. São solos com caráter alítico na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). O caráter alítico refere-se à condição em que o solo se encontra dessaturado e apresenta teor de alumínio extraível ≥ 4 cmolc/kg de solo, associada à baixa atividade de argila e saturação por alumínio. São solos caracterizados por textura arenosa/argilosa. Característicos de relevo ondulado suave a forte.

Argissolos Vermelhos: São solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho e valores e cromas iguais ou menores que 4, na maioria dos primeiros 100 cm do horizonte B. Teor de alumínio extraível na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Também ocorrem no estado do Rio Grande do Sul.

b) Cambissolos

Os Cambissolos são solos constituídos por material mineral, não hidromórficos, caracterizados pela ocorrência de um horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico com 40cm ou mais de espessura, ou horizonte A chernozêmico. Quando o horizonte B é incipiente apresenta argila de atividade alta e saturação alta por bases. É definido pelo baixo gradiente textural, pela média a alta relação silte/argila ou pela presença de minerais primários de fácil decomposição. A cerosidade, quando presente, nunca passa de fraca e pouca. A espessura do horizonte B não ultrapassa 50 cm, por isso o horizonte C é o que representa maior fonte de exploração como jazida de materiais de construção de aterros.

Os cambissolos apresentam restrições ao uso agrícola, pois possuem elevada erodibilidade, forte risco de degradação, forte limitação à trafegabilidade, à qual é aumentada com a pedregosidade e afloramentos de rocha.

De acordo com o Mapa do Levantamento de reconhecimento de solos dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul na faixa de implantação da LT ocorre a subclasse Cambissolo Háplico Ta Eutróficos típicos.

Os Cambissolos Háplicos Ta Eutróficos típicos são solos com argila de alta atividade e alta saturação por bases na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA). Apresentam textura argilosa fase pedregosa. São característicos de relevo forte ondulado e montanhoso.

c) Latossolos

A classe Latossolo compreende solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto H hístico (EMBRAPA, 2006).

Trata-se de solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo, cujos constituintes solúveis já foram totalmente lixiviados, restando apenas sílica e óxidos

de ferro e alumínio. Sendo minerais muito resistentes e estáveis, quando compactados em aterros apresentam bom comportamento, representado por valores elevados de CBR (Índice Suporte Califórnia) e praticamente nenhuma expansão.

Normalmente ocorrem em regiões de relevo plano e suave ondulado. São originados a partir de diversos tipos de rocha, sob condições de clima e tipos de vegetação os mais diversos.

Subordens registradas:

Latossolos Vermelho alumino-férrico húmico: são solos com horizonte A húmico. Esses solos apresentam textura argilosa a muito argilosa e horizonte A proeminente, são característicos de relevo suave ondulado e ondulado. Dentro da área de estudo estes solos ocorrem no norte do Estado do Rio Grande do Sul.

Latossolos Vermelhos Distroférricos: São solos com saturação por bases baixa ($V < 50\%$) e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) de 18 a $< 36\%$ na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA). Sua maior ocorrência se dá no Estado do Paraná.

Latossolos Bruno: Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico de coloração brunada sob horizonte superficial rico em matéria orgânica (húmico ou proeminente). São derivados de rochas efusivas da Formação Serra Geral, compreendendo toda uma sequência de diferenciação, desde as de caráter básico até as de natureza ácida como riodacito, dacito e riolito. São encontrados também, mas esporadicamente, na área sedimentar paleozóica, desenvolvidos a partir de argilitos e folhelhos síltico-argilosos. Caracterizam-se ainda por serem muito profundos, muito argilosos, bem acentuadamente drenados, com sequência de horizontes A, B, C. Na faixa de domínio da área de influência direta do empreendimento estes solos ocorrem na região norte e central de Santa Catarina.

d) Luvisolos

A classe dos Luvisolos compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural ou B nítrico. São solos com argila de alta atividade e saturação por bases alta. Localizam-se imediatamente abaixo do horizonte A fraco ou moderado, ou horizonte E.

Estes solos variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos (60 a 120 cm), apresentam sequência de horizontes A, Bt e C, e nítida diferenciação entre os horizontes A e Bt, devido ao contraste de textura, cor e/ou estrutura entre os mesmos. Podem apresentar pedregosidade na parte superficial e caráter solódico ou sódico, na parte subsuperficial.

No Rio Grande do Sul ocorrem os Luvisolos crômico plíntico saprolítico. O caráter saprolítico é usado para caracterizar solos com horizonte Cr (brando) dentro de 100cm da superfície do solo e sem contato lítico dentro de 120cm da superfície do solo.

e) Neossolos

Esta classe compreende solos constituídos por material mineral ou por material orgânico. São pouco espessos e com pequena expressão dos processos pedogenéticos. Isto ocorre em consequência a baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas do material originário. A atuação dos processos intempéricos é influenciada pelas características do próprio material, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e tipo de relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos.

Subordens registradas:

Neossolos Litólico: Nesses solos há ausência do horizonte intermediário B, configurando uma sequência incompleta de horizontes (A C R). Portanto, os fatores pedogenéticos foram impedidos de uma maior atuação, inibidos, na área, por dois fortes obstáculos: o relevo fortemente ondulado e a pedregosidade. Os Neossolos Litólicos são por definição solos que apresentam reduzida profundidade efetiva.

Essa condição limita seu uso com agricultura devido ao reduzido volume de terra disponível para o ancoramento das plantas e para a retenção de umidade. A maioria desses solos ocorrem em relevos acidentados, portanto muito susceptíveis à erosão e apresentam sérias limitações de trafegabilidade. Seu uso requer cuidados especiais quanto aos tratos conservacionistas.

Neossolos Regolíticos: São solos com contato lítico a uma profundidade maior que 50cm e horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr, admitindo horizonte Bi com menos de 10cm de espessura.

f) Nitossolos

Os Nitossolos são solos constituídos por material mineral, apresentam horizonte B nítrico (reluzente) com argila de baixa atividade. Possuem textura argilosa ou muito argilosa, com estrutura em blocos subangulares, angulares ou prismática moderada ou forte. A superfície dos agregados é reluzente, e está relacionada a cerosidade e/ou superfícies de compressão.

Estes solos apresentam horizonte B com desenvolvimento de estruturas e cerosidade bem expressivo, mas como inexpressivo gradiente textural. São solos profundos, bem drenados, sua coloração varia de vermelho a brunada.

As principais limitações desses solos se relacionam à erosão, pois tem sido notado maior susceptibilidade à erosão desses solos quando comparados aos Latossolos Vermelhos de textura argilosa.

Esta classe equivale às classes Terra Roxa Estruturada, Terra Bruna Estruturada e alguns Podzólicos na antiga classificação da Embrapa.

Subordens registradas:

Nitossolo Bruno alumínico típico: Ocorrem no Rio Grande do Sul, dentro da Área de Influência Direta (AID). Esta classificação de solo equivale à Terra Bruna Estruturada Intermediária para Podzólico Vermelho-Escuro állico, com horizonte A proeminente, com textura muito argilosa, alguns possuem substrato riódacítico. São

característicos de relevo suave ondulado e ondulado. Estes solos ocorrem no Rio Grande do Sul, dentro da Área de Influência Direta (AID).

Nitossolo Vermelho eutroférico típico: Ocorrem numa grande área no norte do estado do Rio Grande do Sul, dentro da área de influência direta. Correspondem aos solos Terra Roxa Estruturada eutrófica, com horizonte A moderado e chernozêmico. Apresentam textura muito argilosa, podendo apresentar cascalhos e pedregulhos. São provenientes de basaltos, de relevo ondulado e ondulado forte.

Nitossolo Vermelho eutroférico chernossólico: Ocorrem no Estado do Paraná. O caráter chernozêmico caracteriza um horizonte mineral superficial, relativamente espesso, de cor escura, com alta saturação por bases.

g) Planossolo

A classe Planossolo compreende solos minerais hidromórficos ou não, com mudança textural abrupta entre um horizonte E álbico ou não, ou entre um A e um horizonte B textural de densidade aparente relativamente elevada, cores de redução e/ou mosqueamento resultantes de drenagem imperfeita ou má e com estrutura em blocos subangulosos e/ou angulares médios ou grandes ou, ainda, prismática. A mudança textural abrupta é de tal forma marcante que se forma, no solo seco, uma superfície dita de fraturamento entre o horizonte Bt e o suprajacente. Geralmente ocorrem nos terrenos baixos, em terraços, ou terço inferior de encostas pouco íngremes, locais favoráveis ao acúmulo de água durante certos períodos do ano, aliado à lenta permeabilidade, esses solos apresentam sinais de hidromorfismo. Os Planossolos eutróficos e distróficos (não solódicos) são encontrados, especialmente, no Rio Grande do Sul, de Pelotas para o sul e ao longo das áreas marginais da Lagoa dos Patos e do rio Jacuí.

Os Planossolos estão situados em planícies aluviais e no terço inferior das vertentes. Apesar do relevo pouco declivoso, requerem atenção quanto à erodibilidade, pois o grande gradiente textural entre o horizonte A ou E e o B, torna-os altamente susceptíveis à erosão hídrica.

Dentro da área do projeto da LT ocorrem os Planossolos Háplicos eutróficos arênicos. De acordo com a classificação da Embrapa (1999) estes solos têm argila de alta atividade, possuem textura arenosa desde a superfície do solo até o início do horizonte B plântico, que ocorre entre 50 e 100 cm de profundidade. São característicos de relevo plano.

6.2.4.3.1 Susceptibilidade à Erosão e Movimentos de Massa

A presença de coberturas coluviais arenosas e areno-argilosas, assim como depósitos de colúvios, contribui para a instabilidade de encostas com altas declividades, pois esses materiais mobilizáveis favorecem a atuação dos processos morfogenéticos. Deslocamentos de camadas e quedas de blocos podem ocorrer em consequência desse desequilíbrio.

A identificação dos mecanismos que determinam o processo erosivo é fundamental para a elaboração de projetos de controle da erosão e deve ser validada em campo (DAEE/IPT, 1989).

Os aspectos morfológicos de um terreno são dependentes de vários parâmetros como declividade, geologia, pedologia, precipitação, cobertura vegetal, ações antrópicas e processos morfogenéticos predominantes.

Os solos Planossolos, devido sua constituição apresentar grande gradiente textural entre o horizonte A ou E e o B, assim como os Cambissolos, principalmente quando apresentam pedregosidade e alta atividade de argila, e os Nitossolos são os solos mais susceptível à erosão localizados nas Áreas de Influência Direta e Indireta da futura LT. As demais classes de solo também apresentam algum risco à ocorrência de processos erosivos, mesmo que menor, sendo necessário a tomada de medidas preventivas na instalação de torres de Linhas de Transmissão.

No geral, em áreas montanhosas e de morros, as dificuldades para a implantação e manutenção de obras nas encostas são maiores. É comum o uso e ocupação das terras se desenvolverem sobre antigos depósitos coluvionares, devido

sua menor declividade, e por apresentarem solos mais espessos. Estes locais de depósitos de colúvio são altamente susceptíveis à ocorrência de novos escorregamentos, devendo portanto evitar a instalação de torres de Linhas de Transmissão. Foram identificados processos erosivos na encosta do rio Irani na divisa dos municípios de Xanxerê e Xavantina, no Estado de Santa Catarina (Fig. 6.57, 6.58 e 6.60).

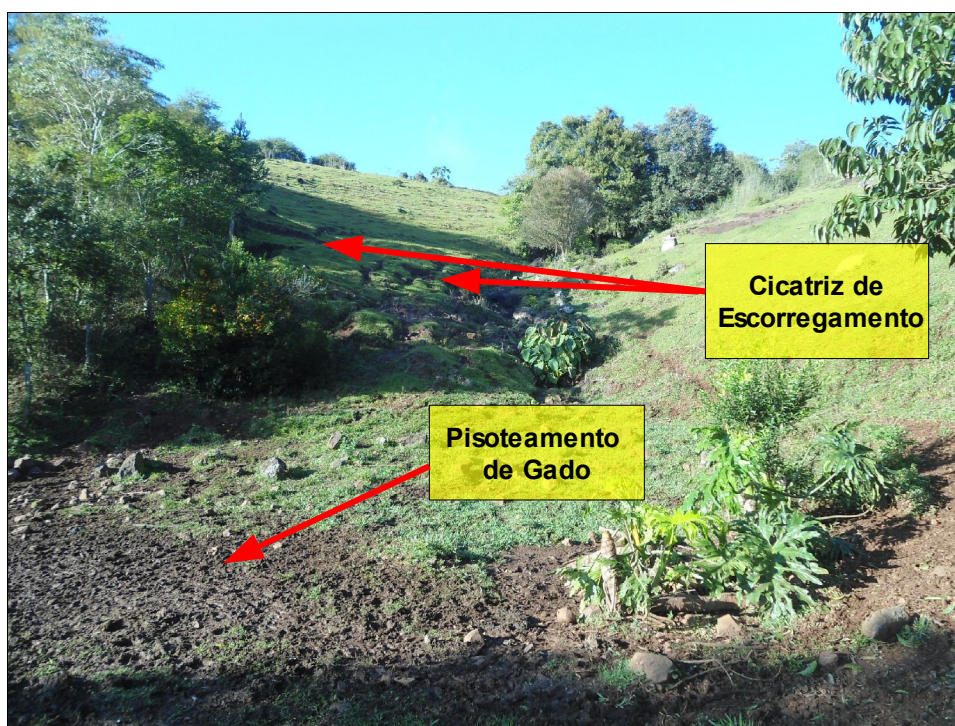


Figura 6.57: Encosta do rio Irani, mostrando a cicatriz de um escorregamento.

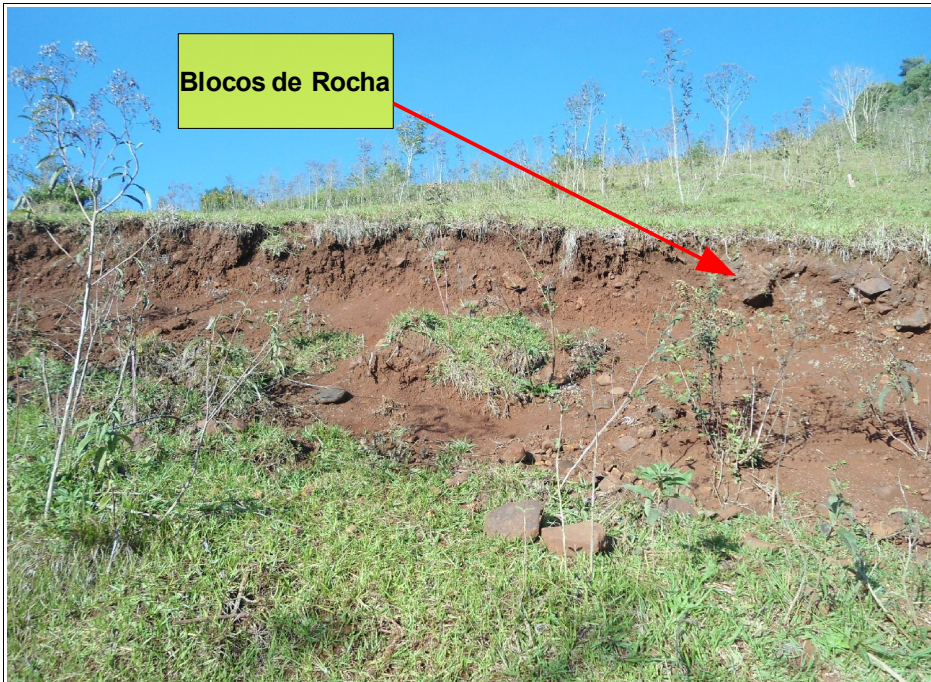


Figura 6.58: Depósito de Colúvio na encosta do rio Irani.



Figura 6.59: Depósito de Colúvio na encosta do rio Irani.

A susceptibilidade à ocorrência de movimentos de massa depende muito da declividade do terreno e das intervenções nele executadas, como o corte de árvores. Terrenos com nenhuma ou com pouca cobertura vegetal são mais susceptíveis à ocorrência de movimentos de massa e erosão. A figura 6.60 mostra um local de encosta com vegetação relativamente degradada próximo ao rio Uruguai, no município de Barra do Rio Azul no Estado do Rio Grande do Sul, onde pode ser observado cicatrizes de antigo escorregamento, que pode evoluir para um ravinamento.



Figura 6.60: Cicatriz de antigo escorregamento em morro próximo ao rio Uruguai.

Além da composição do solo, a declividade é um fator muito importante no processo erosivo do solo. Em locais mais planos, como ocorre no município de Nova Santa Rita, o solo tem menos risco se sofrer os processos relacionados à gravidade, no entanto nesses locais podem ocorrer erosão fluvial, que é o desgaste do leito e das margens dos rios pelas suas águas, processo registrado nas margens do rio Cai

entre os municípios de Montenegro e Nova Santa Rita, no Estado do Rio Grande do Sul (Fig. 6.61). Processos erosivos também foram identificados nas margens do rio Iguaçu, próximo a Usina Salto Santiago no município de Saudades do Iguaçu, no Estado do Paraná (Fig. 6.62 e 6.63), e nas margens do rio Uruguai (Fig. 6.64) entre os municípios de Itá (Santa Catarina) e Barra do Rio Azul (Rio Grande do Sul).



Figura 6.61: Erosão na escarpa do rio Caí.



Figura 6.62: Erosão na encosta do rio Iguaçu, próximo da Usina Hidrelétrica Salto Santiago.



Figura 6.63: Erosão na encosta do rio Iguaçu, próximo da Usina Hidrelétrica Salto Santiago.



Figura 6.64: Erosão na escarpa do Rio Uruguai.

6.2.4.4 Sismicidade

6.2.4.4.1 Ambientação Tectônica

O conceito de Plataforma Sul-Americana corresponde à fração continental da placa homônima que permaneceu estável durante a evolução das faixas móveis do Caribe (norte) e Andina (a oeste), ao mesmo tempo em que se processavam a abertura e o desenvolvimento do Atlântico Sul, no MesoCenozóico.

Anteriormente, esta massa litosférica já havia funcionado, numa composição maior, compartilhando do supercontinente Gondwana, como zona cratônica para o desenvolvimento das orogênias do Paleozóico Inferior e do Paleozóico Superior ao Eo-Triássico. Este comportamento cratônico foi relativo tanto para a margem ocidental andina como para a margem sul, esta como resultado da interação com o bloco/ microplaca da Patagônia ali acrescido. A fração litosférica continental estável em epígrafe foi parcela (ao longo do Paleozóico) de uma massa continental bem mais extensa – o supercontinente Gondwana Ocidental – de consolidação entre o final do Neoproterozóico e o EoOrdoviciano. Por conseguinte, esta plataforma é formalmente epibrasileira, em relação à sua estruturação básica e ao último ciclo orogênético importante do embasamento, e sinandina, no tocante ao conceito de estabilidade relativa. O Brasil ocupa a parte principal (>75%) dessa plataforma fanerozóica, compartilhando-a ao norte com a Colômbia, Venezuela (de forma parcial), Guiana, Suriname e Guiana Francesa. Parte do território boliviano está incluída na porção mais ocidental desta plataforma, e ao sul o Paraguai, Uruguai (inteiramente incluído) e parte central e norte da Argentina (ao norte do rio Colorado).

6.2.4.4.2 Eventos Sísmicos

Devido a este entendimento, sobre o comportamento tectônico da Plataforma Sul-Americana, durante anos acreditava-se que o Brasil estivesse a salvo dos terremotos por não estar sobre os contatos ou bordas das placas tectônicas, pois o movimento dessas placas está entre as principais causas dos terremotos naturais. No entanto, sabe-se que os terremotos podem ocorrer inclusive nas regiões intraplacas, como é o caso do território brasileiro, situado no interior da Placa Sul-Americana. Nessas regiões, os tremores são relativamente mais suaves, menos intensos que aqueles associados ao contato entre placas. Assim, os eventos sísmicos que ocorrem no Brasil decorrem da existência de descontinuidades ou falhas geológicas e/ou são reflexos de sismos com epicentro em outros países da América Latina, mas ainda assim é significativa dado o acúmulo histórico de eventos sísmicos ou tremores com magnitude acima de 5,0. A Figura 6.65 mostra a distribuição dos eventos sísmicos na América do Sul.

As regiões que apresentam o maior número de falhas potencialmente condicionantes de sismos são sudeste e nordeste, seguida pela norte e centro-oeste e por último a região sul. Entretanto, o Nordeste é a região com maior incidência de abalos sísmicos, principalmente nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco.

No Brasil, os sismos começaram a ser sistematicamente monitorados com precisão a partir de 1968, quando houve a instalação de uma rede mundial de sismologia, ocasião na qual Brasília foi escolhida para sediar o arranjo sismográfico da América do Sul. Atualmente existem 40 estações sismográficas instaladas em todo o país sob constante monitoramento.

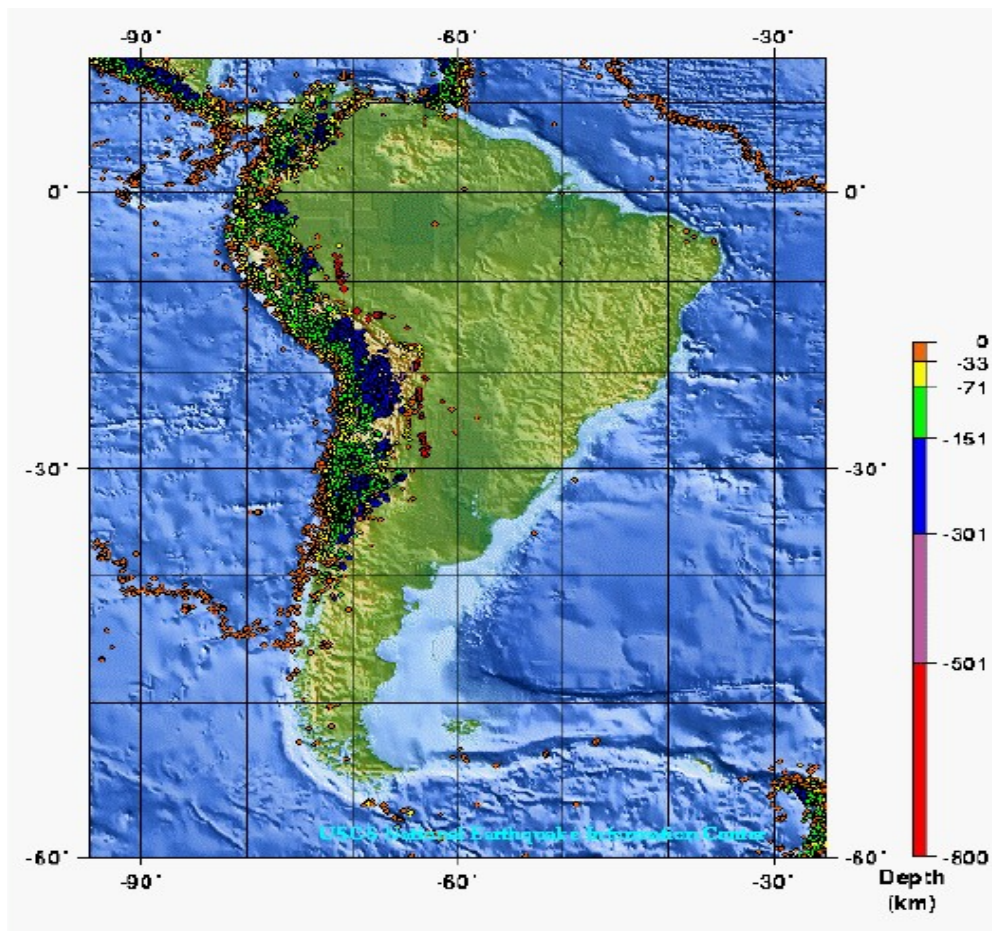


Figura 6.65: Distribuição dos eventos sísmicos na Placa Sul-Americana.

A Tabela 6.37 apresenta alguns eventos sísmicos registrados em território brasileiro.

TABELA 6.37: EVENTOS SÍSMICOS REGISTRADOS NO BRASIL.

LOCAL	ESTADO	ANO	MAGNITUDE (RICHTER)
Mogi-Guaçu	SP	1922	5,1
Tubarão	SC	1939	5,5
--	MT	1955	6,6
Litoral de Vitória	ES	1955	6,3
Manaus	AM	1963	5,1

LOCAL	ESTADO	ANO	MAGNITUDE (RICHTER)
Pacajús	CE	1980	5,2
João Camara	RN	1989	5,0
Plataforma	RS	1990	5,0
Divisa AC/AM	--	2007	6,1
Itacarambi	MG	2007	4,9

A Figura 6.66 identifica os locais de ocorrência de tremores naturais, com magnitude maior ou igual a 3,0 desde o período colonial até 1996. As localidades indicadas por triângulo correspondem aos eventos “históricos” relatados em livros, diários ou jornais. Os círculos identificam os epicentros de eventos relativamente mais recentes registrados por sismógrafos.

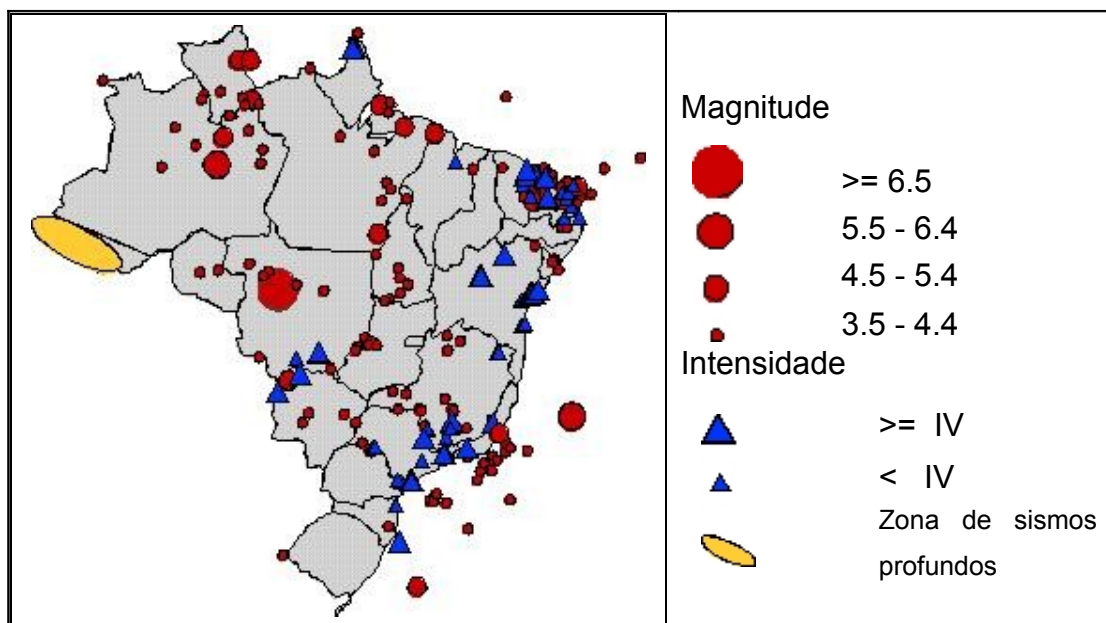


Figura 6.66: Distribuição dos eventos sísmicos na Placa Sul-Americana.

O Brasil está geologicamente situado no interior da Placa Tectônica Sul-Americana, onde a sismicidade é relativamente mais branda em relação às regiões de borda ou limites de placa, porque o acúmulo de esforços tectônicos ocorre de forma mais lenta. A grande parte dos sismos brasileiros é de pequena magnitude (4,5). Comumente, eles ocorrem a baixa profundidade (30 km) e, por isso, são sentidos até poucos quilômetros do epicentro.

6.2.4.4.3 Sismicidade e a área de influência do empreendimento

Conforme foi apresentado, não existem registros de eventos sísmicos na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento.

A região onde será implantada a LT está inserida no contexto geológico da bacia do rio Paraná, mais precisamente sobre sedimentos eólicos (Formação Botucatu) e derrames basálticos (Formação Serra Geral) do Grupo São Bento, Sequência Jurássica-Eocretácica, e o pacote sedimentar do Grupo Passa Dois (Formação Pirambóia e Rio do Rastro), posicionado entre o Neocarbonífero e Eotriássico. Estas unidades são caracterizadas por elevada resistência a esforços originados em margens de placas tectônicas.

O trecho estudado está situado no meio e sul da bacia do rio Paraná, nessa área não há registro de sismos ocorridos, de acordo com a distribuição de sismos na Placa Sul-Americana apresentado na Figura 6.66.

6.2.4.5 Vulnerabilidade Geotécnica

6.2.4.5.1 Metodologia para elaboração do mapa de vulnerabilidade geológico-geotécnica.

Com a necessidade de se definir a vulnerabilidade geológico-geotécnica da Área de Influência Direta - AIDda LT, foi realizada análise especialista com base na avaliação multicriterial, sendo consideradas simultaneamente as informações da geologia, da mecânica dos solos (pedologia), de declividade e do uso e ocupação do solo, culminando na elaboração de um *mapa de vulnerabilidade geológico-geotécnica*. Os aspectos hidrológicos e climatológicos foram tratados a parte na análise sobrepondo-os ao mapa. Dessa forma, será apresentada a metodologia utilizada para a geração desse mapa com emprego do método AHP (Análise Hierárquica de Processos).

a. Análise multicriterial utilizando o método AHP

A inserção de variáveis ambientais mostra que o processo de decisão deve considerar atributos multicriteriais sob pena de não se contemplar caracteres relevantes para o processo decisório (STEIGUER, DUBERSTEIN e LOPES, 2003 apud SILVA & SOUZA, 2008¹³). Caso isto ocorra, as ações serão inadequadas e os resultados desprezíveis. A análise multicriterial é uma abordagem poderosa na tomada de decisões, empregada em diversas áreas do conhecimento, envolvendo, muitas vezes, decisões financeiras associadas a atributos não-financeiros (SAATY, 1980 apud SILVA & SOUZA, 2009).

As variáveis a serem envolvidas no processo decisório devem ser escolhidas e os pesos de contribuição de cada variável computado. A importância relativa das

13 SILVA, Fernando José Araújo da; SOUZA, Raimundo Oliveira de. **Seleção de política de controle da água com análise hierárquica de processo**. Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 29, n. 1, p. 16-26, jun. 2008. disponível em: <<<http://www.unifor.br/notitia/file/>>>, acesso em outubro de 2009.

classes pertencentes a cada variável tem que ser considerada. As decisões envolvem aspectos qualitativos, de maneira que é necessário decidir o quão melhor ou pior é um atributo em relação a outro (HÄMÄLÄINEN e SALO, 1997 apud SILVA & SOUZA, 2009). Neste contexto, a Análise Hierárquica de Processo - AHP (do inglês Analytic Hierarchy Process) surge como método simples que pode ser empregado na avaliação de alternativas locais.

A AHP é uma ferramenta de suporte à decisão que procura diminuir a subjetividade e permitir análise quantitativa durante processo. Através da AHP é possível considerar que atributos qualitativos, e, portanto, subjetivos, sejam operacionalizados através de características numéricas (SAATY, 1986 apud SILVA & SOUZA, 2009).

A AHP é uma teoria com base matemática que permite organizar e avaliar a importância relativa entre critérios e medir a consistência de julgamentos. Desta forma, é possível comparar práticas e alternativas de políticas pré-estabelecidas. A tomada de decisão exige, porém, o entendimento elementar da hierarquia do processo decisório, conforme representado na Figura 6.67.

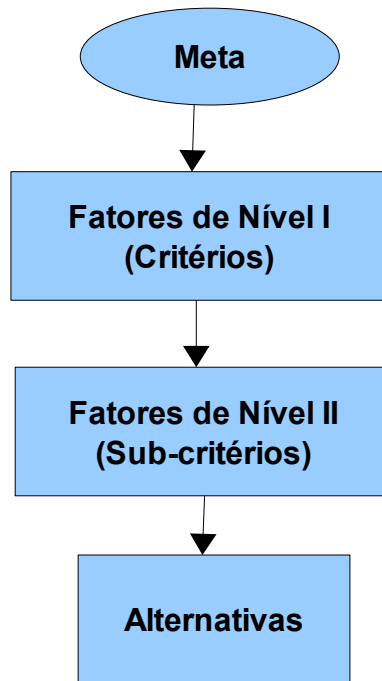


Figura 6.67- Representação do processo decisório hierárquico - Fonte: HONGRE (2006).

A AHP baseia-se na ponderação ativa de atributos qualificadores e toma como base a importância relativa de cada um entre si. O processo simplifica o estudo de sistemas intrincados com comparações sequenciadas de pares de componentes adequadamente identificados (VILA e BECCUE, 1995; HONGRE, 2006 ; apud SILVA & SOUZA, 2009).

Em estudos ambientais, a AHP pode hierarquizar opiniões subjetivas sobre categorias e direcionadores de valor. A partir disto é possível um tratamento quantitativo que conduza a uma estimativa numérica da importância relativa de cada um dos direcionadores. As prioridades entre os critérios são estabelecidas conforme uma escala de dominância relativa, que resulta num sistema hierárquico dos atributos considerados para os diferentes critérios pré-estabelecidos. Segundo SAATY (1980) apesar de existir diferenças entre os estímulos para definição de

valores a percepção destes pelo indivíduo obedece a uma escala linear. Há ainda um limite de cunho psicológico em que o indivíduo humano julga corretamente entre 5 e 9 pontos para distinguir tais diferenças (GOMES, ARAYA e CARIGNANO, 2004; apud SILVA & SOUZA, 2009). A escala fundamental da AHP é mostrada na tabela 6.38.

TABELA 6.38: ESCALA DA ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO NA COMPARAÇÃO DE PARES DE VARIÁVEIS (ESCALA FUNDAMENTAL DE SAATY).

ESCALA	IMPORTÂNCIA ENTRE AS VARIÁVEIS COMPARADAS
1	Igual importância entre as variáveis
3	Importância pequena de uma sobre a outra
5	Importância grande ou essencial
7	Importância muito grande ou demonstrada
9	Importância absoluta de uma sobre a outra
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários de importância

Uma tomada de decisão pode considerar vários critérios e sub-critérios em diferentes níveis, já mostrado na Figura 6.67. A importância relativa entre os critérios é considerada conforme a escala de SAATY (Tab. 6.38). Quando um critério qualquer é comparado consigo mesmo a razão será igual a 1. Isto divide a matriz acima e abaixo da diagonal formada por pares de critérios iguais e de razão unitária. Abaixo da diagonal de valor unitário, as razões atribuídas aos demais pares de critérios devem ser pré-estabelecidas conforme o entendimento e a experiência da equipe técnica multidisciplinar envolvida. Acima da diagonal as posições dos pares são preenchidas pelos valores recíprocos pré-definidos inicialmente. Deve-se determinar ainda o somatório dos valores constantes em cada coluna da matriz.

Após a definição da matriz comparativa de critérios é necessário determinar o vetor de normalização, com pesos para os diferentes critérios. Este é obtido pela

divisão de cada valor dos critérios mostrados nas colunas, pelo respectivo somatório destas individualmente. Esta matriz representa a normalização da matriz inicial.

A normalização de cada critério permite o cálculo do peso individual destes (priorização de critérios). Calcula-se a média dos valores dispostos em cada linha da matriz para obtenção dos pesos (W) dos critérios. A média dos pesos de cada critério formará uma matriz de 1 x n e o somatório da coluna será igual a 1.

Inconsistência no julgamento de critérios pré-estabelecidos é frequente, de maneira que a matriz de comparação pareada de critérios deve ter sua consistência verificada. Inicialmente, multiplica-se a matriz de critérios pela matriz de priorização, gerando uma nova matriz. Esta matriz resultante (Y) permite o cálculo de λ_{max} cujo valor deve ser próximo de n.

O cálculo de λ_{max} é dado por:

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i / W_i}{n}$$

Em razão da normalização definida anteriormente o somatório dos elementos componentes da coluna da Matriz deve ser também próximo de n, para que seja admitida a consistência da matriz de critérios. O próximo passo é o cálculo do Índice de Consistência (IC), que é dado por:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

A inconsistência da matriz de critérios pareados é determinada pela comparação de IC com o Índice de Consistência Randômico (IR), que corresponde à máxima inconsistência. Os valores de IR calculados para matrizes de diferentes tamanhos são mostrados na Tabela 6.39, empregando-se o valor correspondente à

matriz pré-definida. A razão entre IC e IR deve ser $\leq 0,1$ que corresponde a no máximo 10% de inconsistência do tomador de decisão para analisar o tema com raciocínio lógico.

TABELA 6.39: VALORES DE IR PARA MATRIZES DE DIFERENTES TAMANHOS.

Dimensão da matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de consistência randômica (IR)	0,00	0,00	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

b. Elaboração do Mapa de Vulnerabilidade Geológico-Geotécnica

Com base na metodologia apresentada, a equipe do meio físico definiu critérios de planejamento para se atingir o objetivo final, que foi a elaboração do Mapa de Vulnerabilidade Geológico-Geotécnica (Tomo 9), sejam eles:

- Compatibilidade da Escala de trabalho com base nas informações cartográficas oficiais existentes;
- Elaboração da base cartográfica;
- Definição dos mapas temáticos necessários para o desenvolvimento dos trabalhos;
- Identificação de pontos notáveis da área de estudo;
- Ferramentas computacionais necessárias para a elaboração dos mapas, sobreposição e ponderação dos critérios;
- Envolvimento de especialistas na definição dos critérios e indicadores necessários para o alcance do objetivo final;
- Representação cartográfica adequada para o Mapa de Vulnerabilidade de Geológico-Geotécnica da AID (Tomo 9).

Primeiramente, realizou-se a coleta de dados junto às instituições de pesquisa e órgãos oficiais da cartografia nacional, sejam eles: CPRM, Embrapa, IBGE, IBAMA, MMA, entre outros. De posse desses dados foram geradas informações necessárias para a elaboração dos mapas, entretanto, como foram obtidos dados de

diversas fontes em escalas diferentes, trabalhou-se a escala para se ter uma análise espacial compatível no relacionamento entre os temas, ou seja, partiu-se da maior escala para a menor escala disponível, adotando-se esta. Assim foram gerados os seguintes mapas: De Declividade (Tomo 8), Com Modelo digital do terreno (Tomo 8), De Uso e Ocupação do Solo (Tomo 12), Litoestratigráfico e estrutural da área de estudo (Tomo 6), Pedológico para All (Tomo 8), Hidrográfico (Tomo 6) e De Vulnerabilidade Geológico-geotécnica (Tomo 9). Todos os trabalhos foram desenvolvidos em ambiente SIG – Sistema de Informações Geográficas, sendo utilizado o Software ArcGIS, o qual possibilitou a realização das análises espaciais, conversão e manipulação dos dados, cruzamento de mapas temáticos, sobreposição de mapas e ponderação de critérios, edição e geração de *layout*.

De posse dos mapas, foi aplicado, entre os membros da equipe do meio físico, a técnica denominada conhecimento empírico, elencando objetivos, critérios e indicadores selecionados de estudos anteriores, definindo assim o conjunto básico de critérios e indicadores para elaboração do produto final. Logo, foram definidos os critérios específicos para utilização da análise multicriterial com emprego do método AHP, o processo que culminou no produto final é apresentado na sequência.

c. **Matriz de ponderação para o Mapa de Vulnerabilidade Geológico-Geotécnica**

TABELA 6.40- MATRIZ DE PONDERAÇÕES

CRITÉRIO	PESOS
Geotécnico	0,71
Declividade	0,21
Uso e Ocupação do Solo	0,08

TABELA 6.41- INCONSISTÊNCIA DA MATRIZ

IC	IR	IC/IR
0,06	0,58	0,1

O Mapa de Vulnerabilidade Geológico-geotécnica é apresentado no Tomo 9.

6.2.4.5.2 Risco Geotécnico da Área de Influência da LT.

A partir da interpretação realizada sobre as citadas imagens e da análise de dados e informações de campo, foram identificadas as regiões e pontos considerando sua vulnerabilidade geológico-geotécnica, o que contribui para o entendimento dos condicionantes dos processos atuantes e características geológicas, geotécnicas e pedológicas dos terrenos a serem atravessados pela futura LT. A vulnerabilidade está relacionada aos processos erosivos, existentes ou potenciais, e aos materiais de baixas propriedades geotécnicas.

Para a avaliação e determinação das áreas com susceptibilidade à erosão foram considerados os fatores características geológicas-pedológicas dos solos, topografia e uso e ocupação do solo.

As características geotécnicas dos solos considera a espessura do solum, a transição entre os horizontes (gradiente textural), tipo de argila, textura, estrutura, camadas orgânicas, pedregosidade superficial e subsuperficial, presença de rochas, drenagem, permeabilidade, além das características litológicas das unidades geológicas que deram origem aos solos. As classes de solo foram classificadas de acordo com o grau de erosão, de muito baixo (Neossolo) a muito alto (Cambissolo e Planossolo).

Os terrenos com maiores declividades apresentam as maiores taxas de erodibilidade. O aumento da declividade eleva a velocidade de escoamento das águas, que depende também do comprimento da pendente. Declives acentuados com vertentes compridas apresentam maior susceptibilidade à erosão. O relevo foi dividido em plano a suavemente ondulado (grau de declividade 0 a 5°), ondulado (5

a 10°), forte ondulado (10 a 20°), montanhoso (20 a 45°) e escarpado (maior que 45°).

A ocorrência ou não da erosão depende também do tipo de cultura e do manejo de solos adotado. O tipo de cobertura vegetal determina a maior ou menos proteção contra o impacto e a remoção das partículas de solo pela água. A presença de massas d'água, mata nativa e banhados correspondem aos terrenos com menor probabilidade à ocorrência de erosão, seguidas das áreas urbanizadas onde aumenta a susceptibilidade, mas ainda é baixo. Posteriormente estão áreas de reflorestamento e cultivos. As áreas com maior potencial à erosão são as pastagens e áreas com solo exposto.

Na Área de Influência Direta – AID da LT em questão, predominam regiões com vulnerabilidade geológica-geotécnica alta (cerca de 42% do total da Área de Influência Indireta). Secundariamente, estão as áreas de média vulnerabilidade (em torno de 37%), seguidas pelas áreas de baixa vulnerabilidade (12%), muito alta vulnerabilidade geotécnica (5%) e muito baixa vulnerabilidade (3%).

Analisando o Mapa de Vulnerabilidade Geológico-Geotécnica (Tomo 9), observa-se que as áreas com menor susceptibilidade à erosão estão localizadas nas regiões mais planas. Esse panorama é observado na região entre os municípios de Rio Bonito do Iguaçu e Saudades do Iguaçu, no Estado do Paraná, onde a vulnerabilidade varia de muito baixa a média.

Do sul do município de Saudades do Iguaçu ao norte de Coronel Vivida, a susceptibilidade à erosão varia de média a alta, com poucos pontos isolados onde a vulnerabilidade é muito alta. Esses pontos mais críticos é devido à declividade ser mais acentuada (geralmente associada a presença de drenagens) aliada à ocorrência de Nitossolos e a praticamente inexistência de mata nativa. Em Chopinzinho e Coronel Vivida ainda ocorrem áreas isoladas onde a vulnerabilidade varia de muito baixa a média, pois nesses locais, a pedologia é de Neossolos de baixo grau de erosão.

Entre os municípios de Honório Serpa e Clevelândia a vulnerabilidade geotécnica varia de muito baixa a média.

No Estado de Santa Catarina a vulnerabilidade geológica-geotécnica varia de média a alta. Até o município de Xanxerê o uso do solo é de cultivo e pastagens o que aliada a presença de grandes declividades (drenagens) potencializa o grau de vulnerabilidade geotécnica (município de Bom Jesus). Nestes pontos a vulnerabilidade geotécnica é muito alta.

A configuração observada em Santa Catarina se repete no norte do Estado do Rio Grande do Sul, até o município de Erechim. Pontos de muito baixa vulnerabilidade, ocorrem na planície do rio Uruguai.

Na faixa entre o sul de Erechim e norte de Cotiporã predominam áreas com vulnerabilidade de média a alta, com algumas ocorrências de vulnerabilidade baixa em Fagundes Varela, Nova Bassano, Domingos do Sul, Santo Antônio do Palma e Ciríaco.

A partir de Ciríaco a vulnerabilidade geotécnica diminui, ficando entre muito baixa a média. Ocorrendo alguns pontos de alta vulnerabilidade devido à declividade. Já na região de Nova Santa Rita predomina baixa vulnerabilidade, pois nessa área predomina relevo plano. Nas áreas de relevo plano geralmente ocorrem solos orgânicos que podem apresentar problemas para a execução das fundações das torres da LT, principalmente para acesso e movimentação dos equipamentos de construção. Portanto, são necessários estudos especiais para definição da profundidade das camadas moles para que se consiga ancorar as torres em terreno resistente. Tomando as devidas precauções não devem ser encontrados problemas maiores.

Nas áreas de alta vulnerabilidade geológica-geotécnica o potencial de erodibilidade é alto, especialmente durante a construção do empreendimento, o que pode ser solucionado com a plantação de grama após a instalação das torres da LT. Investigações devem ser realizadas nos solos nessas áreas, afim de se certificar da estabilidade dos mesmos.

Em áreas de alta vulnerabilidade, o cuidado com a ocorrência de erosão e movimentos de massa deve ser ainda maior, devido à alta declividade e fragilidade do solo. Nessas regiões geralmente ocorrem escarpas, e na encosta destas escarpas ainda podem ocorrer depósitos de colúvio, geralmente sobre zonas amigdalóides de basalto. A zona amigdalóide é muito permeável e com presença de material expansivo, o que torna o solo plástico. Essas áreas são muito sensíveis e instáveis geotecnicamente, devendo ser evitadas para a alocação de torres da LT. Não podendo evitar a colocação das torres nesses locais, deve-se investigar esses solos quanto ao nível de água e a ocorrência de material altamente permeável, como areias e matacões, e materiais expansivos (solo de cor rosa a arroxado).

6.2.4.6 Espeleologia- Cavernas Naturais

De acordo com o parágrafo único do artigo 1º do Decreto n.º 99.556/90, “Entende-se como cavidade natural subterrânea todo e qualquer espaço subterrâneo penetrável pelo homem, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que a sua formação haja ocorrido por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou do tipo de rocha encaixante. Nesta designação estão incluídos todos os termos regionais, tais como gruta, lapa, toca, abismo, furna e buraco”.

As cavernas são, em outras palavras, espaços formados necessariamente por processos naturais, penetráveis pelo homem e com um patrimônio espeleológico determinado, ou seja, um ecossistema próprio.

O Brasil tem 2.700 cavernas catalogadas, concentradas no Distrito Federal, Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, São Paulo e Paraná. Estima-se, porém, que isso corresponda a menos de 10% do número total de cavernas existentes no país, já que, desde 1985, cerca de 100 novas cavernas são descobertas a cada ano.

Abrigam, ainda, importantes sítios paleontológicos e arqueológicos, com pinturas rupestres, fósseis e vestígios de ocupação humana, em ótimas condições de conservação, justamente devido à estabilidade do ambiente.

6.2.4.6.1 Cavernas no entorno do empreendimento

De acordo com dados disponibilizados na base de dados do CECAV, em (<http://www.icmbio.gov.br/cecav/downloads/mapas.html>), no entorno do empreendimento, somente no Estado do Rio Grande do Sul existem cavernas naturais cadastradas.

A Tabela 6.42 apresenta a lista das cavernas naturais cadastradas no entorno do empreendimento. Além disso são listadas as estruturas subterrâneas de

origem arqueológica, como por exemplo a Toca dos Bugres no município de Pinto Bandeira.

TABELA 6.42 – LISTA DE CAVIDADES NO ENTORNO DO EMPREENDIMENTO.

CAVIDADES	MUNICÍPIO	COORDENADAS		DISTÂNCIA DA LT (M)
Gruta Nossa Senhora de Lurdes	Anta Gorda	401.176	6.802.626	24.824
Gruta da Linha Emília	Dois Lajeados	419.136	6.796.146	9.994
Caverna da Cascata dos Marins	Cotiporã	436.779	6.791.815	6.250
Gruta Selvagem (Caverna Indígena)	Veranópolis	447.062	6.792.061	16.305
Gruta Nossa Senhora de Lurdes	Doutor Ricardo	406.000	6.781.215	26.275
Toca dos Bugres	Pinto Bandeira	454.351	6.781.215	19.298
Caverna da Cascata do Rio Marim	Flores da Cunha	487.474	6.786.679	53.923
Grutão Caverna dos Índios (Gruta dos Índios)	Caxias do Sul	494.671	6.768.792	53.450
Gruta São Pedro da 3ª Léguas (Gruta Nossa Senhora de Lurdes)	Caxias do Sul	482.817	6.762.759	40.572
Gruta do Salto Ventoso (Caverna do Salto Ventoso)	Farroupilha	459.851	6.760.219	17.480
Furna Gramatan	Caxias do Sul	482.181	6.755.597	37.299
Gruta do Agostini	Garibaldi	439.133	6.764.540	748
Gruta do Panelão	Nova Petrópolis	502.686	6.754.446	55.413
Gruta Cascata do Panelão	Santa Maria do Herval	502.686	6.741.508	49.404
Caverna dos Bugres	Santa Maria do Herval	500.702	6.737.466	45.814
Caverna da 5ª Cascata	Sapiranga	498.241	6.730.793	41.290
Caverna do Bairro Rincão	Estância Velha	484.347	6.929.606	26.180
Gruta do Camping das Taquareiras	Harmonia	460.220	6.731.031	6.186
Cavernas Índigenas do Morro do Ibitiçá (Paleotoca)	Maratá	446.012	6.730.475	6.419
Toca dos Corvos	Cruzeiro do Sul	404.261	6.734.206	43.109

FONTE: CECAV – Centro Nacional de Pesquisas e Conservação de Cavernas (ICMBio - 2012)

O Mapa de Classes de Potencialidade Espeleológica (Tomo 10) apresenta as cavidades localizadas no entorno do empreendimento.

Como pode ser observado no Mapa de Classes de Potencialidade Espeleológica (Tomo 10) somente uma cavidade encontra-se dentro da Área de Influência Direta do empreendimento. Trata-se da Gruta Agostini localizada no município de Garibaldi no Rio Grande do Sul.

Através de vistoria de campo realizada entre os dias 12 e 16 de junho de 2012, verificou-se que a Gruta Agostini é um pequeno abrigo formado por basalto colunar da Formação Serra Geral, localizado atrás de uma cascata. O acesso a gruta é feito por uma trilha em uma caminhada de 10 minutos a partir da Vinícola Agostini. A Figura 6.68 apresenta a Gruta do Agostini, com a cascata em primeiro plano.



Figura 6.68 – Gruta do Agostini – Garibaldi/RS (Junho 2012).

6.2.4.6.2 Interferências do empreendimento nas cavidades

Considerando a distância da gruta até o empreendimento (748 m), a formação da mesma em rocha basáltica com pouca profundidade e extensão e as características da obra (torres com fundações rasas), não existe qualquer interferência do empreendimento em estudo com esta cavidade, seja na fase de construção ou na fase de operação.

No termo de referência é indicado que se for verificada a existência de cavidades na faixa de domínio da LT ou, ao longo desta, a uma distância de até 250 metros para as duas laterais, ou após 250 metros, para os casos em que os estudos preliminares caracterizem a continuidade de sistemas espeleológicos em subsuperfície, havendo evidências da possibilidade de grandes extensões das galerias subterrâneas, sistemas espeleológicos complexos e redes de drenagens subterrâneas, o empreendedor deverá executar estudos detalhados que atendam aos requisitos legais dispostos no Decreto N° 6640/2008 e na Instrução Normativa MMA N° 02 de 20 de agosto de 2009. O mesmo se aplica para as áreas dos canteiros de obra e seus acessos.

Após expedição de campo e conforme apresentado, o empreendimento não se enquadra nas condições necessárias para elaboração de estudos espeleológicos mais aprofundados, conforme determina a legislação vigente.

6.2.4.6.3 Potencial de ocorrência de cavernas

Com relação ao potencial de ocorrência de cavernas na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, a partir do cruzamento do traçado da LT com os dados digitais em formato shapefile do Mapa de Potencialidades de Ocorrências de Cavernas elaborado pelo CECAV em janeiro de 2011, observa-se que praticamente todo o traçado a LT corta áreas com baixo grau de potencialidade, somente nos municípios de São José do Sul, Perci Novo e Capela de Santana a linha cruza pequenas áreas de médio grau de potencialidade. Considerando que o

empreendimento tem 498,1 km de extensão, somente em 6,3 km a linha corta áreas de médio grau de potencialidade de ocorrência de cavernas, o que representa 1,26% da extensão total da LT.

No Tomo 10 é apresentado o Mapa de classes de potencialidades espeleológica de ocorrência de cavernas.

6.2.4.7 Recursos Minerais

Os recursos minerais são concentrações de minérios cujas características fazem com que sua extração possa ser técnica e economicamente viável. Os recursos minerais são classificados em:

- **Metálicos:** Como ferro, alumínio, manganês, magnésio, cobre, mercúrio, chumbo, estanho, ouro, prata e urânio;
- **Não-metálicos:** Como cloreto de sódio, enxofre, fosfatos, nitratos, areia, argila, cascalho, amianto, água, petróleo e carvão mineral.

No Brasil o órgão responsável pela gestão dos recursos minerais é o DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, que através do Código de Mineração (Decreto-Lei Nº 227, de 27/02/1967, DOU de 27/02/1967) define as seguintes condição para o processo de uma jazida mineral:

- Requerimento de pesquisa;
- Autorização de pesquisa;
- Requerimento de licenciamento;
- Licenciamento;
- Disponibilidade;
- Requerimento de lavra;
- Concessão de lavra.

Para analisar as interferências do empreendimento com os recursos minerais foi feito um cruzamento entre a base geográfica digital de dados vetoriais do DNPM de junho de 2012 com o traçado da LT.

A Tabela 6.43 apresenta a lista das jazidas existentes no traçado da LT, já o Mapa de Recursos Minerais (Tomo 10) localiza essas jazidas na área de influência direta do empreendimento.

TABELA 6.43 – JAZIDAS EXISTENTES NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO EMPREENDIMENTO

SUBSTÂNCIA	EXTENSÃO ⁽¹⁾	Nº PROCESSO DNPM	FASE NO DNPM	DATA ÚLTIMO EVENTO NO DNPM ⁽²⁾
Argila	841,61	826706/2006	Requerimento de pesquisa	13/01/2010
Basalto	695,35	826266/2011	Autorização de pesquisa	31/01/2012
Basalto	111,19	811003/2010	Licenciamento	14/02/2011
Basalto	283,17	810820/2010	Autorização de pesquisa	20/01/2012
Basalto	102,40	810087/2011	Requerimento de licenciamento	22/11/2011
Basalto	61,11	811444/2011	Requerimento de licenciamento	08/12/2011
Basalto	319,17	810204/1985	Licenciamento	06/09/2011
Água Mineral	203,08	810285/2008	Requerimento de pesquisa	30/09/2010
Basalto	2.630,39	810560/2009	Autorização de pesquisa	18/04/2012
Argila Refratária	2.045,91	810520/1994	Requerimento de pesquisa	05/09/2000
Água Mineral	751,41	810360/2003	Autorização de pesquisa	26/07/2007
Basalto	491,43	810472/2003	Autorização de pesquisa	20/04/2009
Basalto	1.305,25	810156/2004	Disponibilidade	05/07/2011
Basalto	746,94	810797/2008	Autorização de pesquisa	16/01/2012

SUBSTÂNCIA	EXTENSÃO ⁽¹⁾	Nº PROCESSO DNPM	FASE NO DNPM	DATA ÚLTIMO EVENTO NO DNPM ⁽²⁾
Areia	2.303,62	810691/2010	Autorização de pesquisa	30/01/2012
Areia	1.611,14	810690/2010	Autorização de pesquisa	30/01/2012
Areia	2.030,52	810689/2010	Autorização de pesquisa	30/01/2012
Turfa	4.013,37	810498/2010	Autorização de pesquisa	30/01/2012
Carvão	1.982,06	810009/1983	Requerimento de lavra	25/02/2008
Carvão	3.334,54	810259/1984	Requerimento de lavra	09/08/2010
Areia	85,21	810417/1999	Licenciamento	06/01/2012
Carvão	1.426,77	810976/2007	Autorização de pesquisa	29/07/2011
Areia	96,15	811670/1996	Licenciamento	11/01/2012
Carvão	2.534,10	811680/1996	Autorização de pesquisa	29/11/2010
Carvão	1.087,73	810004/1978	Requerimento de lavra	01/02/2011

NOTA: (1) Extensão da LT que atravessa a jazida; (2) Data do último evento registrado no DNPM

A partir da análise da Tabela 6.43, é possível observar que não existem jazidas atravessadas pela LT que estejam em processo de concessão de lavra, ou seja, em nenhum dos processo listados a lavra encontra-se em exploração. Os processos identificados no traçado na LT encontram-se nas seguintes situações:

- Requerimento de pesquisa: 2
- Autorização de pesquisa: 12
- Requerimento de licenciamento: 2
- Licenciamento: 5
- Disponibilidade: 1
- Requerimento de lavra: 3

Os 3 (três) processos que se encontram em requerimento de lavra são de jazidas de carvão na chegada da Subestação - SE Nova Santa Rita.

Com relação a interferência destes processos no projeto da LT, trata-se de uma questão fundiária, ou seja, o empreendedor deverá chegar a um acordo para a instituição da faixa de servidão com o proprietário das áreas onde existem processos do DNPM.