

VIII.2 MEIO FÍSICO

O diagnóstico do meio físico permite que sejam observados os estados atuais de clima, geologia, geomorfologia, pedologia, recursos hídricos superficiais e subterrâneos, recursos minerais, etc., da área de estudo e assim, obter uma adequada avaliação dos impactos ambientais referentes à implantação e operação da LT 230 kV Torres 2 – Forquilha.

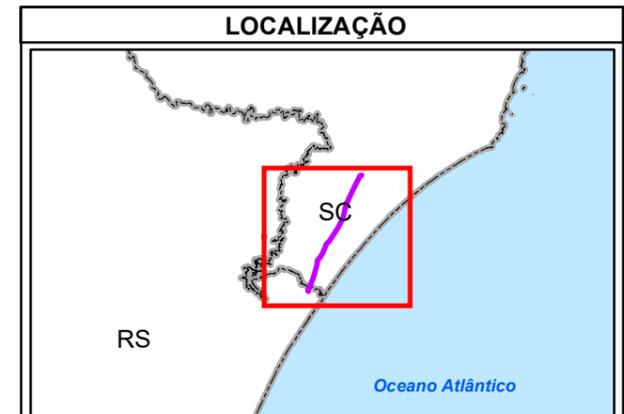
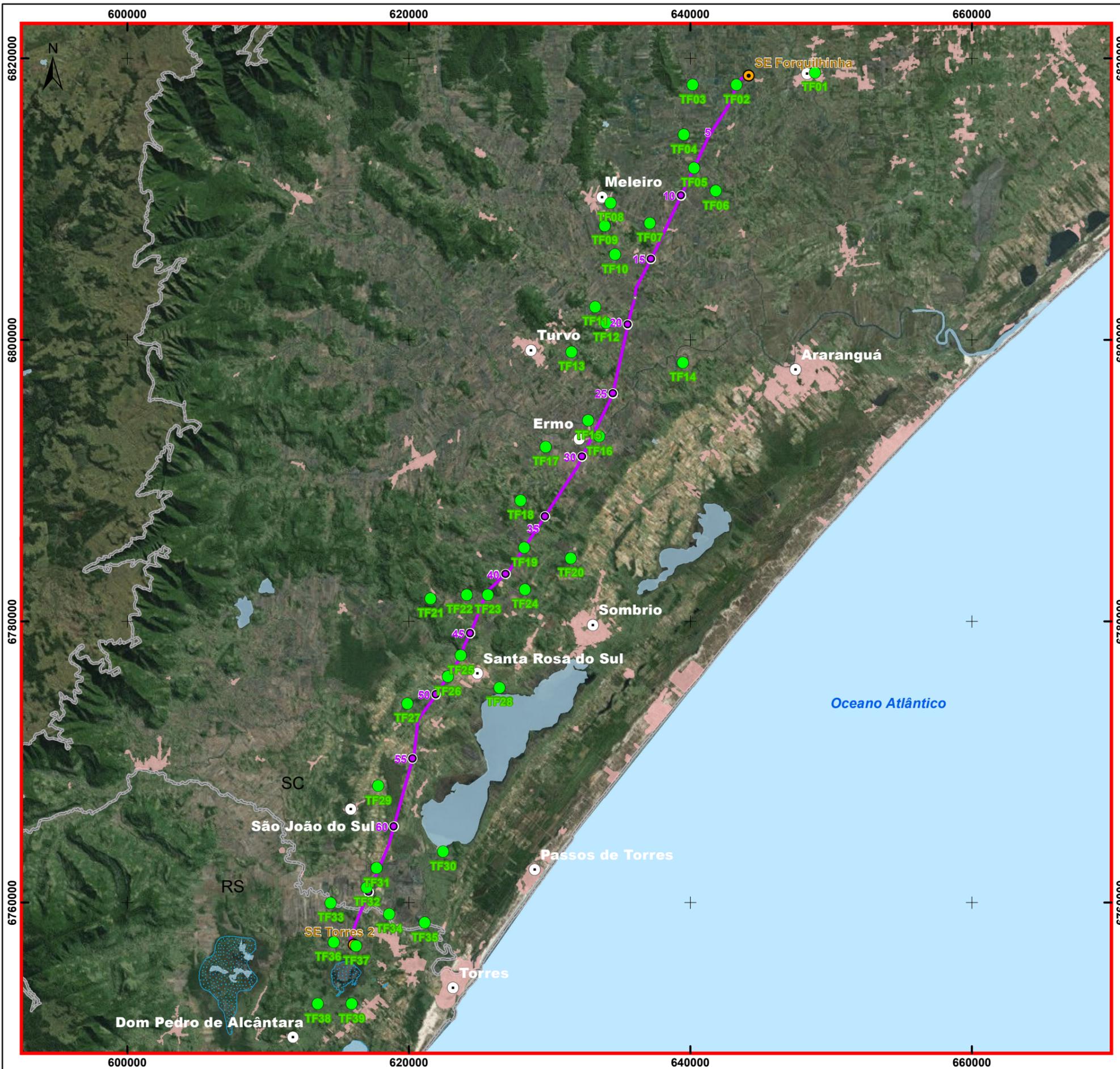
Para tanto, além de dados secundários obtidos em bibliografia, foram realizados trabalhos de campo na ADA que permitiram uma compreensão mais eficiente da área de estudo. O Quadro VIII.2-1 apresenta as coordenadas dos pontos visitados em campo entre os dias 06 e 09 de abril de 2017, os quais estão especializados na Figura VIII.2-1. Para o levantamento de dados primários e secundários foram consideradas as áreas definidas no capítulo relativo às Áreas de Influência, a saber:

- Área de Estudo (AE) – Bacias Hidrográficas do Rio Araranguá e Mampituba (Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul);
- ADA – faixa de servidão de 70,00 km de extensão e 40 m de largura.

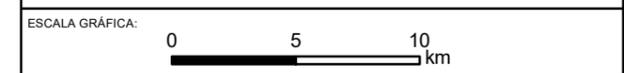
Quadro VIII.2-1 – Localização dos pontos visitados em campo para o diagnóstico do Meio Físico na AID e ADA da LT 230kV Torres 2 – Forquilha

Ponto	Coordenadas UTM Datum Sirgas 2000 Fuso 22J	
	Eastings (mE)	Northings (mN)
TF01	648.859,73	6.818.997,23
TF02	643.279,99	6.818.107,13
TF03	640.168,22	6.818.112,19
TF04	639.549,76	6.814.558,43
TF05	640.255,94	6.812.189,87
TF06	641.807,94	6.810.552,31
TF07	637.125,45	6.808.281,95
TF08	634.321,42	6.809.724,13
TF09	633.912,90	6.808.080,18
TF10	634.643,05	6.806.051,49
TF11	633.232,39	6.802.342,78
TF12	634.022,72	6.801.189,25
TF13	631.543,68	6.799.133,60
TF14	639.474,85	6.798.360,52
TF15	632.741,67	6.794.244,44
TF16	633.520,36	6.793.102,55
TF17	629.721,86	6.792.385,81
TF18	627.921,67	6.788.564,63
TF19	628.195,02	6.785.191,62
TF20	631.514,57	6.784.467,68
TF21	621.545,71	6.781.584,96

Ponto	Coordenadas UTM Datum Sirgas 2000 Fuso 22J	
TF22	624.125,30	6.781.870,61
TF23	625.614,07	6.781.846,26
TF24	628.239,10	6.782.234,48
TF25	623.687,40	6.777.536,45
TF26	622.762,42	6.776.052,01
TF27	619.896,43	6.774.146,64
TF28	626.441,61	6.775.290,56
TF29	617.824,51	6.768.271,65
TF30	622.432,60	6.763.616,14
TF31	617.695,66	6.762.436,16
TF32	617.010,49	6.761.068,48
TF33	614.433,14	6.759.978,27
TF34	618.583,20	6.759.171,05
TF35	621.125,94	6.758.556,04
TF36	614.655,42	6.757.161,76
TF37	616.262,18	6.756.914,86
TF38	613.519,67	6.752.785,46
TF39	615.948,94	6.752.775,27

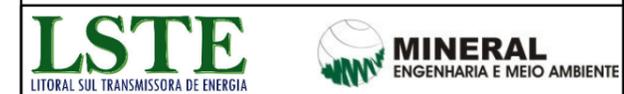


- ### LEGENDA
- Quilometragem da LT Torres 2 - Forquilha
 -
 - Ponto de Campo - Meio Físico
 -
 - LT 230 kV Torres 2 - Forquilha
 -
 - Corpos d'água
 - Mancha Urbana



DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 22
 PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:
 - Limites Estaduais (IBGE, 2010);
 - Linha de Transmissão (Litoral Sul Transmissora de Energia Ltda)
 - Pontos de Campo - Meio Físico (Agosto/2017)
 - Imagem de Satélite Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



LT 230 KV TORRES 2 - FORQUILHINHA		
RAS - RELATÓRIO AMBIENTAL SIMPLIFICADO		
RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA		
LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS VISITADOS PARA O DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO - ADA		
ESCALA:	1:285.000	DATA:
		Outubro/2017
FIGURA Nº	VIII.2-1	FOLHA:
		1/1
TAMANHO:	A3	
ELABORADO POR:	José Donizetti	
REV:	0	

VIII.2.1 CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

Compreende-se por clima uma sucessão habitual de diversos fenômenos meteorológicos observáveis, caracterizados pelas médias anuais de seus valores e pelo modo e amplitude da variação deles, em um determinado local e momento. Para a definição desta componente ambiental é necessário estudar a atuação de diversos parâmetros meteorológicos, sendo os principais a temperatura do ar, velocidade e direção do vento, precipitação, umidade relativa do ar, nebulosidade e pressão atmosférica.

O estudo climatológico nos fornece informações importantes no que diz respeito à organização econômica e espacial, contribuindo assim para uma visão real da atuação dos fenômenos meteorológicos em uma dada região. O clima influencia diretamente a maioria das atividades humanas, principalmente em regiões em que há o predomínio de atividades agrícolas e ambientes sob influência de rios e lagoas, geralmente sob elevada influência da disponibilidade hídrica regional.

A região Sul do Brasil encontra-se sob influência de três massas de ar, as quais atuam em diferentes intensidades: Massa Polar (mP), Massa Tropical Continental (mTc) e Massa Tropical Atlântica (mTa); as quais configuram os sistemas atmosféricos estáveis da região.

A mP é determinada pelo anticiclone polar e é responsável pelas baixas temperaturas características nos meses de inverno. A mTc é uma massa de ar quente e seca mais atuante no Centro-Oeste do Brasil sendo menos expressiva na região sul. Essa massa de ar está associada aos baixos totais de precipitação e de umidade do ar daquela região. A mTa, possui seu centro de atuação sobre o oceano Atlântico nas proximidades do Trópico de Capricórnio. Seus efeitos sobre a região variam segundo a época do ano, sendo que se torna menos instável pelo aquecimento que sofre com o contato com o continente (MONTEIRO, MESQUITA e ROMARIZ, 1968).

Santa Catarina é um dos estados brasileiros mais afetados por adversidades decorrentes de características climáticas, sejam eles enchentes, estiagens, granizo, atuação do El Niño e La Niña, furacões, entre outros. A porção sul do estado destaca-se pela ocorrência de enchentes, bem como por ter sofrido com a passagem do furacão Catarina, em março de 2004.

Segundo Nimer (1989), a região Sul de Santa Catarina apresenta clima do tipo mesotérmico relacionado às altitudes médias, apresentando-se do tipo temperado e com características de variáveis pluviométricas com marcante homogeneidade. Essas características climáticas estão associadas a diversos fatores como a posição geográfica da região, o relevo, a continentalidade, a maritimidade, cobertura vegetal e o sistema de circulação atmosférica. Vale salientar que as características apontadas anteriormente também são aplicadas à porção norte do estado do Rio Grande do Sul e, assim, como característica marcante do clima da Área de Estudo (AE) como um todo, pode ser citada a presença de duas estações bem definidas: verão e inverno.

Com base nesses dados normais, foi realizada a classificação do clima segundo a metodologia de Köppen (KÖPPEN e GEIGER, 1928), a qual indicou que o clima da Área de Estudo (AE) é do tipo temperado úmido com verão quente (Cfa). A classificação "C" é decorrente de características como temperatura média do trimestre mais frio, composto pelos meses de junho, julho e agosto, compreendidas entre -3°C e 18°C, temperatura média do mês mais quente superior a 10 °C e estações de verão e inverno bem definidas. O segundo termo da classificação ("f") corresponde a clima úmido, com ocorrência de precipitação em todos os

meses do ano e inexistência de estação seca definida. O terceiro termo (“a”) é decorrente da presença de temperatura média no mês mais quente (janeiro) superior a 22 °C.

Outro aspecto de interesse à climatologia da Área de Estudo (AE), diz respeito ao índice ceraúnico, que indica o número de dias de trovoadas numa determinada região por ano. No Brasil, a densidade de descargas atmosféricas para a Terra (Ng) é monitorada pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esse grupo de trabalho desenvolveu um mapa de densidade de raios no (INPE/ELAT, 2015), com escala variando de 0,5 a 19 descargas/km²/ano. A Área de Estudo apresenta densidades intermediárias dentro dessa escala, variando de 5 a 9 descargas/km²/ano.

VIII.2.1.1 MÉTODO DE TRABALHO

A caracterização climática da região em que se insere o empreendimento considerou a análise dos seguintes parâmetros: temperatura, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos, precipitação e insolação. Foram apresentados e tratados, estatisticamente, os dados obtidos das séries de registros produzidas pelas Estações Meteorológicas de Araranguá da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), para o período de 1963 a 2003; Urussanga, também da EPAGRI, para o período de 1948 a 2015; e Torres do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2017), para o período de 1997 a 2016.

VIII.2.1.2 PARÂMETROS METEOROLÓGICOS

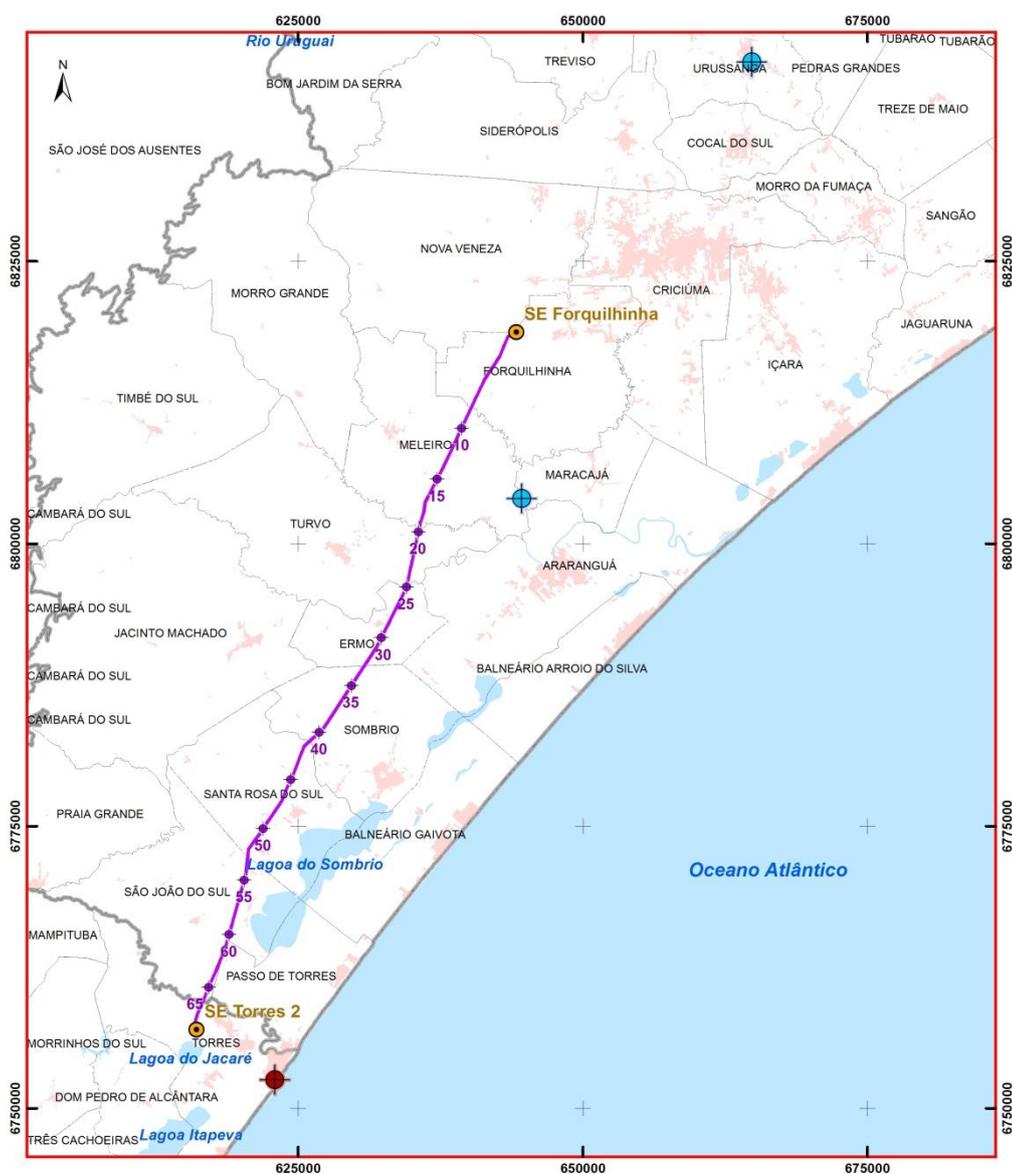
O Quadro VIII.2.1.2-1 apresenta os dados dos postos hidrometeorológicos utilizados para o presente estudo, com suas respectivas coordenadas, instituto responsável e parâmetros meteorológicos utilizados. Já a Figura VIII.2.1.2-1 exibe a localização, em relação ao empreendimento, dos postos climatológicos utilizados. Vale salientar que não foram utilizados os dados de insolação para a Estação Araranguá, por motivo de indisponibilidade.

Quadro VIII.2.1.2-1 – Postos Hidrometeorológicos utilizados no estudo

Postos Hidrometeorológicos	Coordenadas UTMN Sirgas 2000 Fuso 22J	Cidade/UF	Instituto Responsável	Parâmetros Meteorológicos
Torres	622.967/6.752.536	Torres/RS	INMET	Precipitação, Temperatura e Umidade do Ar, Insolação, Ventos e Balanço Hídrico.
Araranguá	644.647/6.804.035	Araranguá/SC	EPAGRI	Precipitação, Temperatura, Umidade do Ar, Ventos.
Urussanga	664.865/6.842.680	Urussanga/SC	EPAGRI	Precipitação, Temperatura e Umidade do Ar, Insolação e Ventos.

Fonte: (EPAGRI, 2017); (INMET, 2017).

Figura VIII.2.1.2-1 – Localização dos postos climatológicos



LEGENDA

- Quilometragem da LT Torres 2 - Forquilha
- Pórtico da Subestação de Energia
- Posto Climatológico (EPAGRI)
- Posto Climatológico (INMET)
- LT 230 kV Torres 2 - Forquilha
- Limite Municipal
- Limite de Estado
- Corpo d'água
- Mancha Urbana

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:
 - Limites Estaduais/Municipais (IBGE, 2010);
 - Linha de Transmissão (Litoral Sul)
 - Postos Climatológicos (EPAGRI, 2017, INMET, 2017)

ESCALA GRÁFICA:

 DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 22
 PROJEÇÃO: UTM

LOCALIZAÇÃO



VIII.2.1.3 PRECIPITAÇÃO

A precipitação vem a ser todas as formas de água, seja nos estados físicos, líquido ou sólido, que caem das nuvens. Podem ocorrer na forma de aguaceiros, chuva, chuvisco, granizo e neve (INPE, 2009). De modo geral a precipitação tem sua origem através dos processos convectivos, orográficos e ciclônicos.

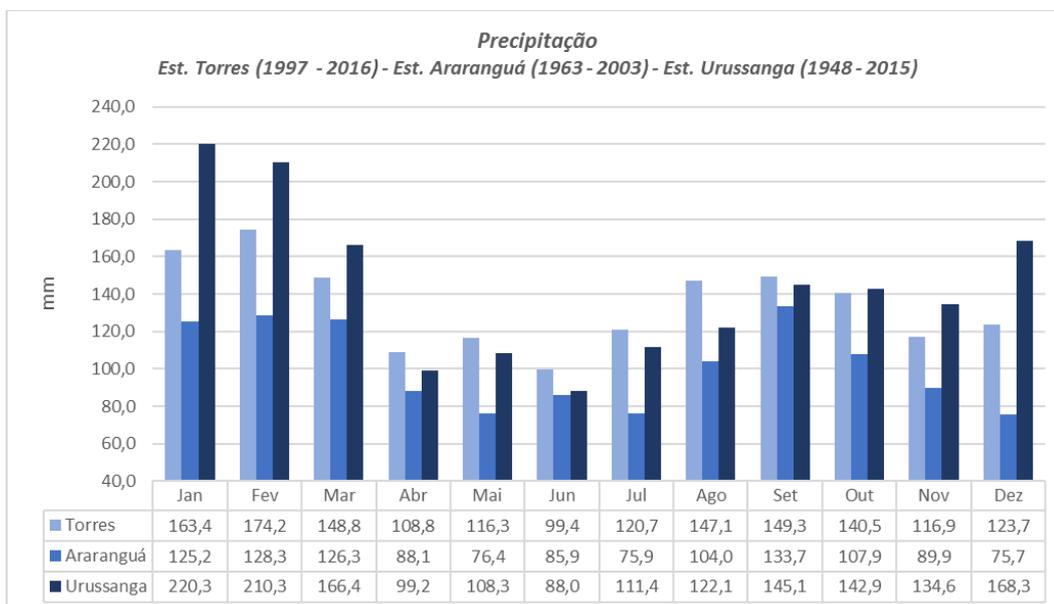
A precipitação convectiva é originada em nuvens dos tipos cúmulos e cúmulos nimbus, e apresentam como característica a formação de pancadas isoladas. Para sua ocorrência é necessária a presença de calor, umidade e ventos fracos, tornando-se frequente no sul do Brasil na estação mais quente, contribuindo para o grande volume pluviométrico característico do verão.

A precipitação orográfica necessita de ventos contínuos e não muito fracos, que ao ascenderem às montanhas sofrem resfriamento resultando na condensação das gotículas de água, formando nuvens que favorecem a ocorrência de precipitações, também com características de ocorrerem em pancadas. Os processos ciclônicos estão associados à movimentação das chamadas frentes frias. Essas frentes frias são importantes para a distribuição das chuvas no sul do Brasil, pois esse sistema tende a organizar as chuvas de convecção e intensificar as chuvas orográficas.

O perfil de precipitação verificado com os dados das estações meteorológicas de Torres, Araranguá e Urussanga (Gráfico VIII.2.1.3-1) apresenta a estação de verão como a de maior precipitação total (janeiro, fevereiro e março), sofrendo uma redução nos seus índices totais com o ganho de força do sistema de frentes frias (outono e inverno). O trimestre com os menores índices de precipitação total é composto pelos meses de maio, junho e julho. A partir de agosto os níveis de precipitação apresentam um considerado incremento sendo que a partir de novembro ocorre uma redução gradual, chegando em dezembro com índices pluviométricos semelhantes aos meses mais secos do ano (Gráfico VIII.2.1.3-1). Os valores acumulados de chuvas anuais atingem 1.609,1mm em Torres, 1.217,3 em Araranguá e 1.716,9 em Urussanga.

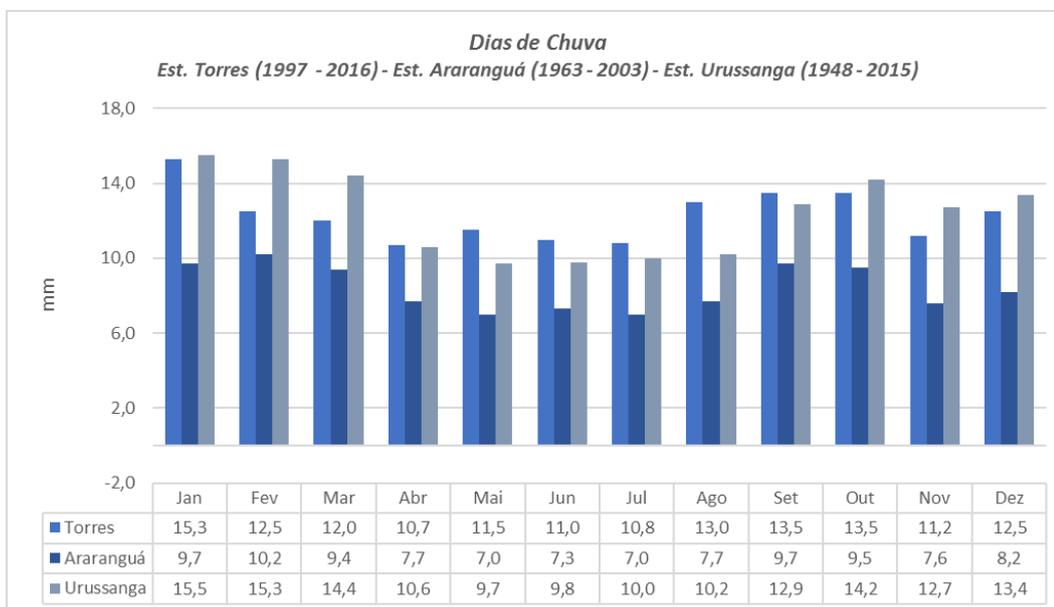
Nas estações consultadas, a média mensal de dias chuvosos (Gráfico VIII.2.1.3-2) é variável, sendo o mês de janeiro aquele com maior número para Torres e Urussanga (15,3 e 15,5 dias, respectivamente) e fevereiro para Araranguá (10,2 dias). O período de outono, em sua maioria, compreende os meses com menor incidência de chuvas, sendo o mês de abril em Torres (10,7 dias); maio e julho em Araranguá (7,0 dias) e maio em Urussanga (9,7 dias).

Gráfico VIII.2.1.3-1 – Índices pluviométricos nas estações meteorológicas próximas da área da LT 230kV Torres 2 – Forquilha



Fonte: (INMET, 2017); (EPAGRI, 2017).

Gráfico VIII.2.1.3-2 – Números de dias de chuvas nas estações meteorológicas próximas da área da LT 230kV Torres 2 – Forquilha



Fonte: (INMET, 2017); (EPAGRI, 2017).

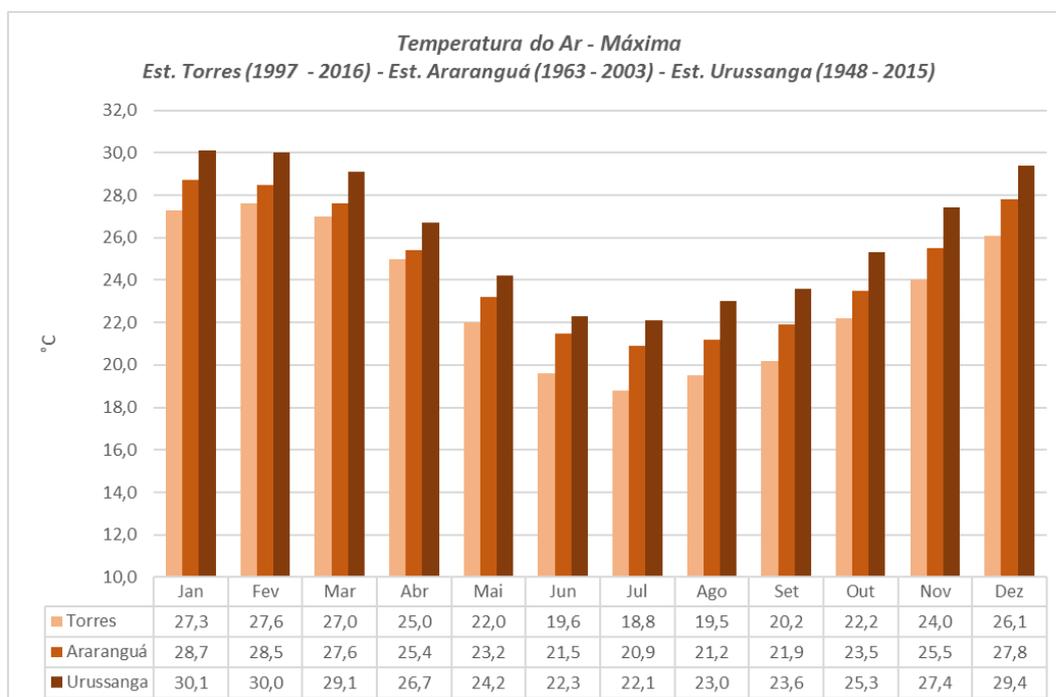
VIII.2.1.4 TEMPERATURA DO AR

A região Sul do Brasil encontra-se sob influência de constantes movimentações de massas de ar. No período de inverno ocorre predominância de massas de ar frio, que migram em direção aos trópicos, as quais dão lugar às massas tropicais que predominam no verão. Durante as estações intermediárias ocorre a atuação de massas polares e tropicais, definindo as estações de outono e primavera.

Pode ser observado nos Gráfico VIII.2.1.4-1, Gráfico VIII.2.1.4-2 e Gráfico VIII.2.1.4-3 uma nítida gradação entre as quatro estações do ano. Os altos valores médios apresentados para os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março indicam domínio das massas tropicais, as quais passam a perder força sob influência da presença das massas de ar frio a partir do mês de abril. A temperatura sofre uma queda considerável, resultando numa amplitude superior a 9°C entre as médias de temperaturas para os meses de janeiro e fevereiro e julho. A partir de setembro, com o início da primavera, as temperaturas começam a apresentar uma nova tendência de ascensão.

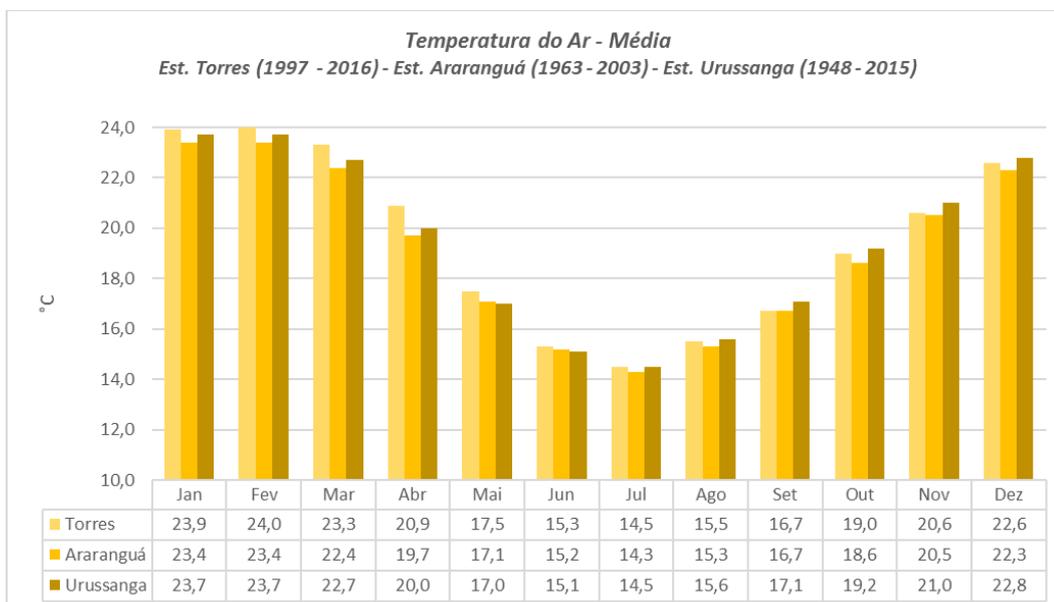
As estações Araranguá e Urussanga, que tiverem informações provenientes da EPAGRI, apresentam os valores das temperaturas máximas e mínimas absolutas, que correspondem aos valores extremos registrados durante o período de coleta de dados. Na estação Araranguá, a máxima absoluta foi atingida no mês de dezembro (40,5°C) enquanto que a mínima absoluta foi registrada em julho (-3,6°C). Já na estação Urussanga, a máxima absoluta foi registrada em janeiro (42,2°C) enquanto que a mínima absoluta foi registrada no mês de agosto (-4,6°C).

Gráfico VIII.2.1.4-1 – Temperatura do Ar (Máxima) nas estações meteorológicas próximas da área da LT 230kV Torres 2 – Forquilha



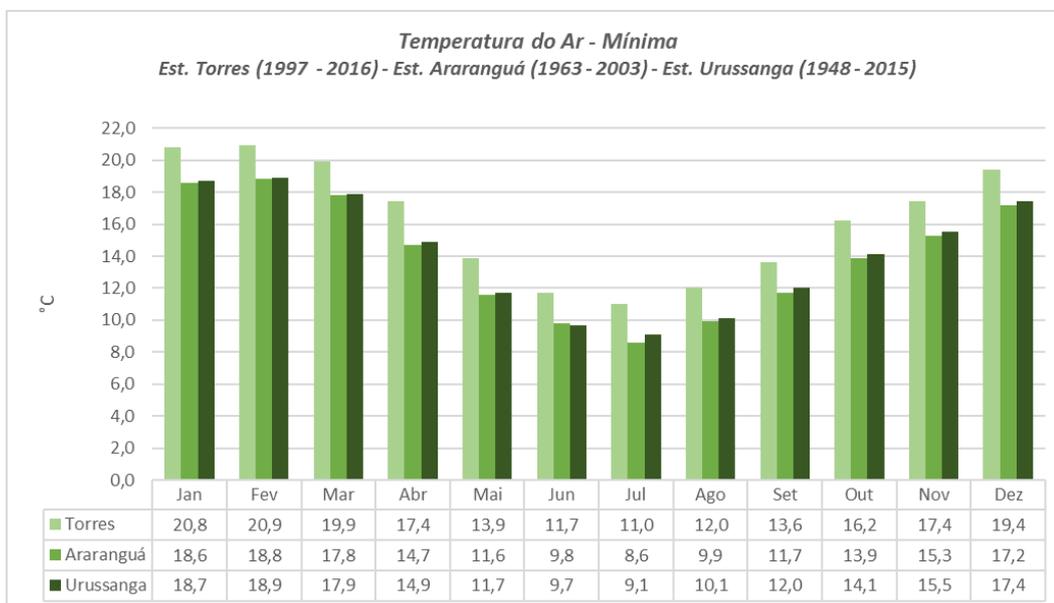
Fonte: (INMET, 2017); (EPAGRI, 2017).

Gráfico VIII.2.1.4-2 – Temperatura do Ar (Média) nas estações meteorológicas próximas da área da LT 230kV Torres 2 – Forquilha



Fonte: (INMET, 2017); (EPAGRI, 2017).

Gráfico VIII.2.1.4-3 – Temperatura do Ar (Mínima) nas estações meteorológicas próximas da área da LT 230kV Torres 2 – Forquilha



Fonte: (INMET, 2017); (EPAGRI, 2017).

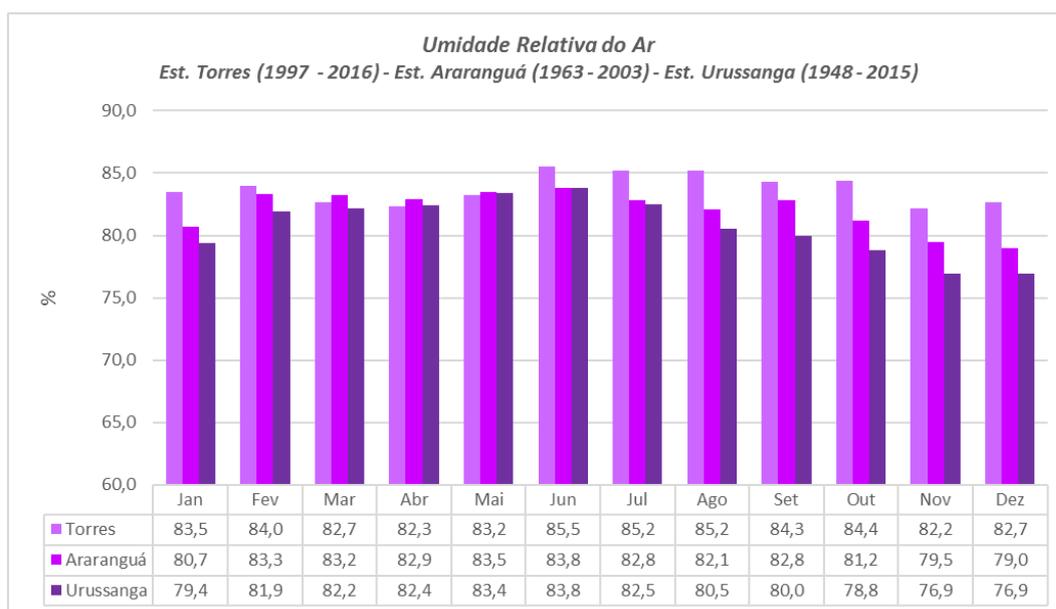
VIII.2.1.5 UMIDADE RELATIVA DO AR

A umidade relativa do ar representa a quantidade de vapor d'água em um determinado local e reflete o comportamento de alguns elementos climáticos, tais como temperatura, nebulosidade e precipitação. Na região sul do Brasil, as maiores variações desta variável ocorrem associadas ao deslocamento das frentes frias. Sob influências das massas de ar frio a umidade do ar declina, podendo reduzir em até 20% em uma hora.

A intensa dinâmica dos sistemas atmosféricos é a principal responsável pela elevada maior variação de umidade relativa no sul do Brasil. Além da dinâmica climática, o relevo possui influência significativa sendo que na área do projeto da Linha de Transmissão 230kV Torres 2 - Forquilha a umidade fica mais concentrada próxima as escarpas da Serra Geral, onde os ventos úmidos são forçados a ascender.

Os dados das estações meteorológicas utilizadas indicam uma variação de umidade relativa de pequena amplitude, sendo de 3,3% em Torres, 4,8% em Araranguá e 6,9% em Urussanga. Pode-se observar que este parâmetro varia inversamente com a temperatura sendo que os meses de temperatura mais elevada apresentam os índices mais baixos de umidade (Gráfico VIII.2.1.5-1).

Gráfico VIII.2.1.5-1 – Umidade Relativa do Ar nas estações meteorológicas próximas da área da LT 230kV - Torres 2 - Forquilha

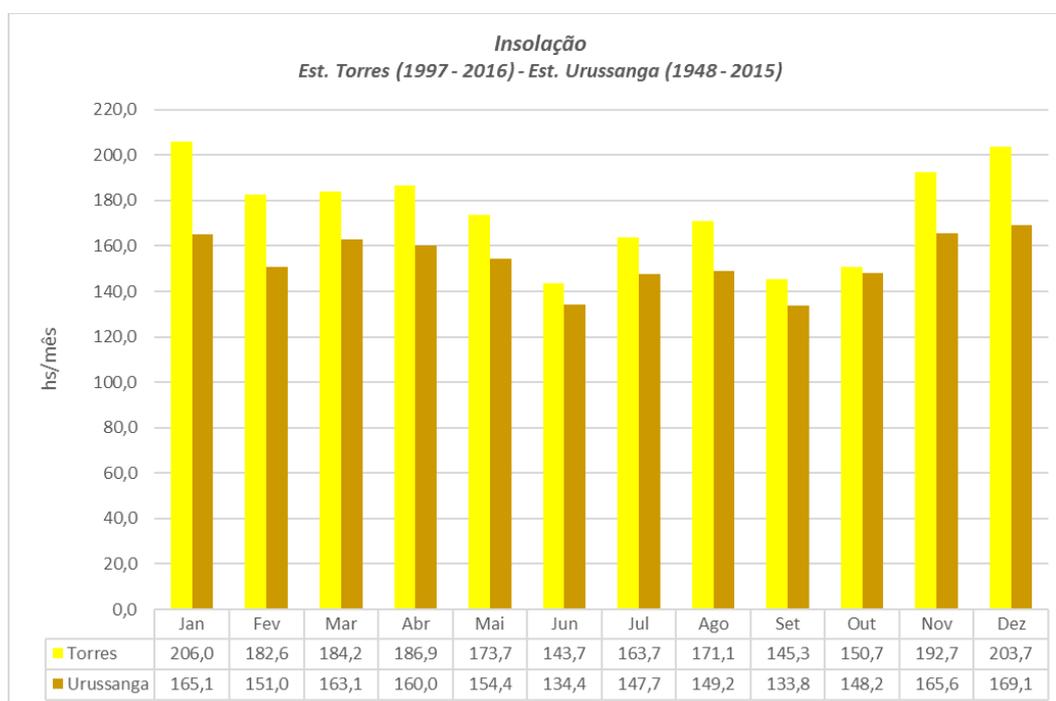


Fonte: (INMET, 2017); (EPAGRI, 2017).

VIII.2.1.6 INSOLAÇÃO

A insolação registrada nas estações de Torres e Urussanga são apresentadas no Gráfico VIII.2.1.6-1. Vale salientar que não foram utilizados os dados da estação de Araranguá por motivo de indisponibilidade. Os meses de junho e setembro registraram os menores valores médios mensais de insolação, abaixo de 150h mensais. Em contrapartida, os meses de dezembro e janeiro apresentam as maiores médias mensais de insolação, com 206,0h em Torres (janeiro) e 169,1 em Urussanga (dezembro).

Gráfico VIII.2.1.6-1 – Insolação nas estações meteorológicas próximas às áreas da LT 230kV Torres 2 - Forquilha



Fonte: (INMET, 2017); (EPAGRI, 2017).

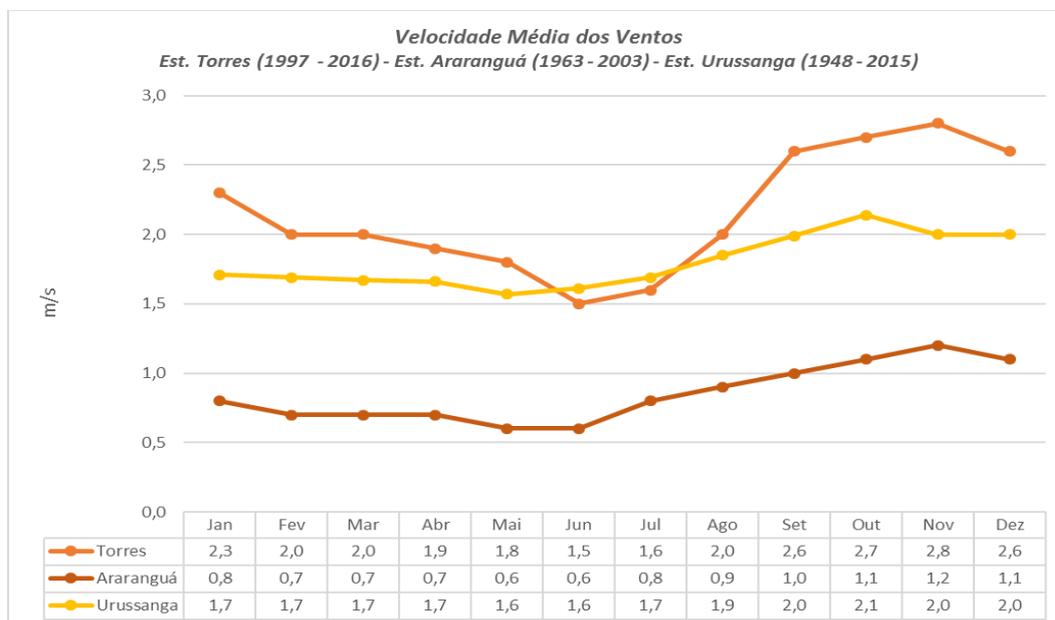
VIII.2.1.7 DIREÇÃO E VELOCIDADE DOS VENTOS

O vento pode ser considerado como o ar em movimento, resultante do deslocamento de massas de ar. Esse deslocamento das massas é decorrente das diferenças de pressão atmosférica entre duas regiões distintas. As diferenças de pressão atmosférica ocorrem devido a influência da radiação solar e ao processo de aquecimento das massas de ar.

Observou-se para a região de estudo (Gráfico VIII.2.1.7-1) que a incidência de ventos com velocidade mais elevada ocorre no segundo semestre, entre os meses de outubro e dezembro, trimestre no qual a velocidade dos ventos atinge máximas de 2,8m/s em Torres (novembro), 1,2m/s em Araranguá (novembro) e 2,1m/s em Urussanga (outubro). A direção predominante varia em cada uma das estações, sendo de NE, SE e S em Torres e Urussanga e de SW e SE em Araranguá.

Entre o final da primavera e o início do inverno (abril, maio e junho), ocorre o trimestre com a presença de ventos de velocidade mais reduzida, atingindo 1,5m/s em Torres (junho), 0,6m/s em Araranguá (maio e junho) e 1,6m/s em Urussanga (maio e junho). A direção predominante nesses meses é de ventos soprando do quadrante SW em Araranguá e SE em Torres e Urussanga.

Gráfico VIII.2.1.7-1 – Velocidade dos ventos nas estações meteorológicas próximas à área da LT 230kV Torres 2 – Forquilha



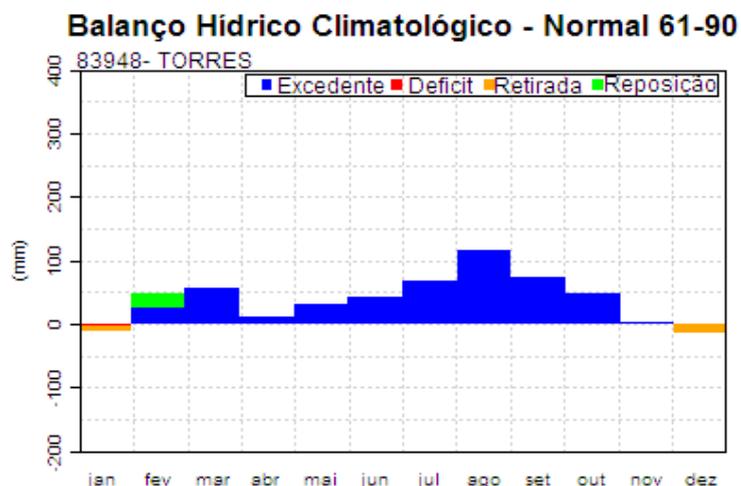
Fonte: (INMET, 2017); (EPAGRI, 2017).

VIII.2.1.8 BALANÇO HÍDRICO

O Gráfico VIII.2.1.8-1 mostra o Balanço Hídrico da região com dados da estação de Torres, disponível no INMET, para o período compreendido entre os anos de 1961 a 1990.

Nessa estação, verifica-se que entre fevereiro e novembro ocorre o período de excedente hídrico e a reposição ocorre, predominantemente, no mês de fevereiro. Vale salientar que os maiores índices de excedentes ocorrem nos meses de agosto e setembro, coincidentes com uma das épocas onde ocorre as maiores precipitações. Nos meses de dezembro e janeiro ocorre o período de retirada.

Gráfico VIII.2.1.8-1 – Balanço Hídrico na estação meteorológica próxima à área da LT 230kV Torres 2 – Forquilha



Fonte: (INMET, 2017).

VIII.2.2 GEOLOGIA

VIII.2.2.1 INTRODUÇÃO

Horn Filho e Diehl (1994; 2001) subdividiram a geologia catarinense em cinco grandes províncias geológicas posicionadas por seus caracteres estruturais, petrográficos, sedimentares e evolutivos: Escudo Catarinense; Bacia do Paraná; Planalto da Serra Geral; Complexo Alcalino e Província Costeira.

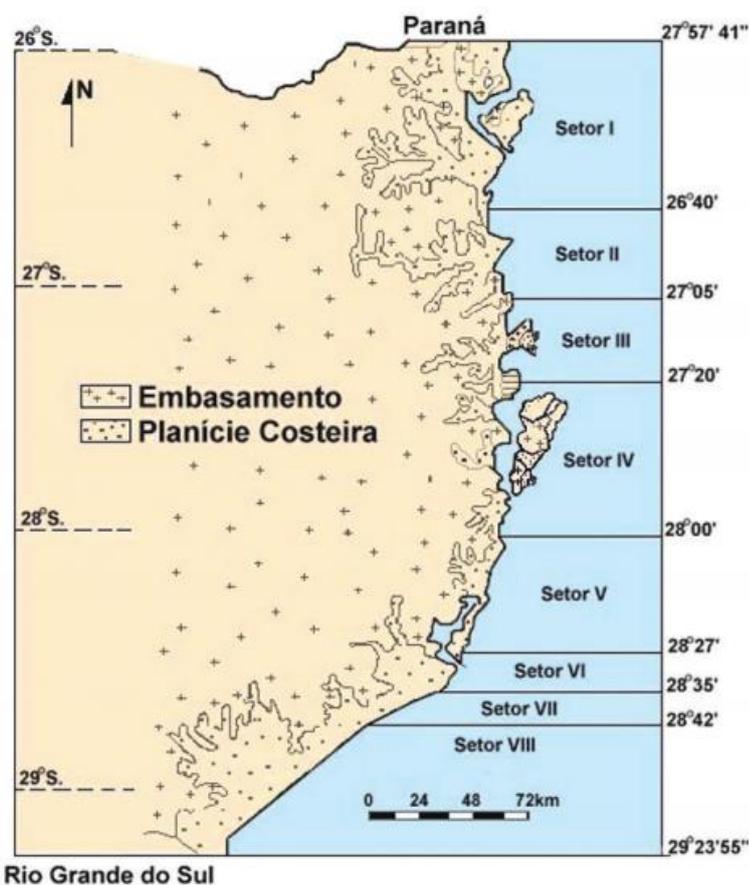
Afloram de leste para oeste as rochas graníticas, metamórficas, sedimentares e basálticas e depósitos sedimentares da Província Costeira; os litotipos cristalinos e sedimentares do Escudo Catarinense; as rochas sedimentares da Bacia do Paraná; as rochas alcalinas do Complexo Alcalino e as rochas basálticas e riolíticas do Planalto da Serra Geral.

Do ponto de vista cronológico, as rochas arqueanas, proterozóicas e cambrianas do Escudo Catarinense representam as rochas mais antigas do Estado (até ± 550 MA AP), seguido das rochas sedimentares da Bacia do Paraná (entre 500 e 180 MA AP), dos basaltos da Serra Geral (± 130 MA AP), das alcalinas do Domo de Lages ($\pm 65-70$ MA AP) e dos depósitos sedimentares da Província Costeira de idade quaternária.

A compartimentação mais recente da Província Costeira catarinense foi proposta por Diehl & Horn Filho (1996), definindo oito setores geológico-geomorfológicos: (I) Setentrional, (II) Nordeste, (III) Centro-Norte, (IV) Central, (V) Centro-Sul, (VI) Sudeste, (VII) Centro-Sul e (VIII) Meridional. Em ordem decrescente de comprimento, os setores são distinguidos em: Central (118 km), Setentrional (86km), Centro-Norte (81 km), Nordeste (70 km), Meridional (69 km), Centro-Sul (63 km), Sudeste (26 km) e Sul (25 km).

Neste trabalho, os oito compartimentos estão agrupados em três setores: Norte, Central e Sul (Figura VIII.2.2.1-1). O setor Norte engloba os compartimentos Setentrional e Nordeste, num total de 156 km (29% do litoral); o Central reúne os compartimentos Centro-Norte, Central e Centro-Sul, perfazendo 262 km (48%) e o Sul, agrupa os compartimentos Sudeste, Sul e Meridional, num total de 120 km (23%).

Figura VIII.2.2.1-1 – Compartimentação geologia-geomorfológica do litoral do estado de Santa Catarina



Fonte: (DIEHL e HORN FILHO, 1996)

Ressalta-se que no estado do Rio Grande do Sul, a geologia apresenta continuidade com o descrito acima para Santa Catarina. Assim, a porção gaúcha da Área de Estudo também é caracterizada por uma Planície Costeira, com morfologia de praia arenosa baixa, modificada apenas junto à cidade de Torres, onde afloram arenitos eólicos da Formação Botucatu e rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, ambas do Mesozóico da Bacia do Paraná.

VIII.2.2.2 MÉTODOS DE TRABALHO

A caracterização da geologia da área do Projeto da LT 230kV Torres 2 - Forquilha foi feita com base em dados secundários para a Área de Estudo (AE), principalmente a partir de mapas geológicos já existentes, como o Mapa Geológico de Santa Catarina (DNPM, 1986), o Mapa de Geodiversidade do Estado de Santa Catarina (CPRM, 2016), o Mapa Geológico do Rio Grande do Sul (CPRM, 2006) e o Mapa de Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010); além de trabalhos desenvolvidos na região da Província Costeira de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, com destaque para Horn Filho (2003) e Tomazelli e Vilwock (2000). A caracterização da ADA foi realizada pela identificação e mapeamento das principais unidades geológicas aflorantes.

VIII.2.2.3 ÁREA DE ESTUDO (AE)

A Província Costeira dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Desenho VIII.2.2.3-1 – Anexo Y) é constituída de duas unidades geológicas maiores: o embasamento e as bacias sedimentares marginais de Pelotas e Santos, extracontinentais, de caráter tectônico passivo, assentadas no oceano Atlântico Sul, desde o início da deriva continental, responsável pela fragmentação do Gondwana, que separou a América do Sul da África.

O embasamento caracteriza o arcabouço geológico-estrutural das regiões central e centro-oriental da Plataforma Sul-Americana (ALMEIDA, HASUI, *et al.*, 1977), sendo constituído nos Estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul por rochas das províncias geológicas do Escudo Catarinense e Sul-Rio-Grandense, da Bacia do Paraná e do Planalto da Serra Geral. Este embasamento aflorante em algumas regiões representa as terras altas da Província Costeira, na forma de elevações, maciços rochosos, promontórios, pontais e ilhas continentais.

VIII.2.2.3.1 Bacia do Paraná

(WHITE, 1908) fez o primeiro trabalho de vulto na Bacia do Paraná, designou de Série São Bento o pacote sedimentar aflorante no topo da Serra do Rio do Rasto em Santa Catarina que seria constituída de camadas vermelhas do Rio do Rasto, Grês de São Bento e rochas eruptivas da Serra Geral, sendo o contato entre as unidades concordante. O autor estendeu esta divisão para o Rio Grande do Sul, onde as camadas do Rio do Rasto continham os fósseis de tetrápodes do Triássico da região de Santa Maria, estudados por (WOODWARD e MAWSON, 1907).

(GORDON JR, 1947) apresentou uma nova classificação estratigráfica para o Gondwana do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sintetizando e integrando os vários trabalhos existentes que se contrapunham à concepção clássica de (WHITE, 1908). A principal modificação referia-se à Série São Bento composta pela Formação Santa Maria, Arenito Botucatu e Formação Serra Geral, sendo excluída dela a Formação Rio do Rasto que passou a constituir a Série Passa Dois, de idade Permiana.

De acordo com (FACCINI, 1989) aplicando um enfoque moderno de análise estratigráfica subdividiu o pacote gondwânico em quatro sequências deposicionais. As sequências são delimitadas por superfícies erosivas que podem rastreadas ao longo de todo o pacote permotriássico do Rio Grande do Sul.

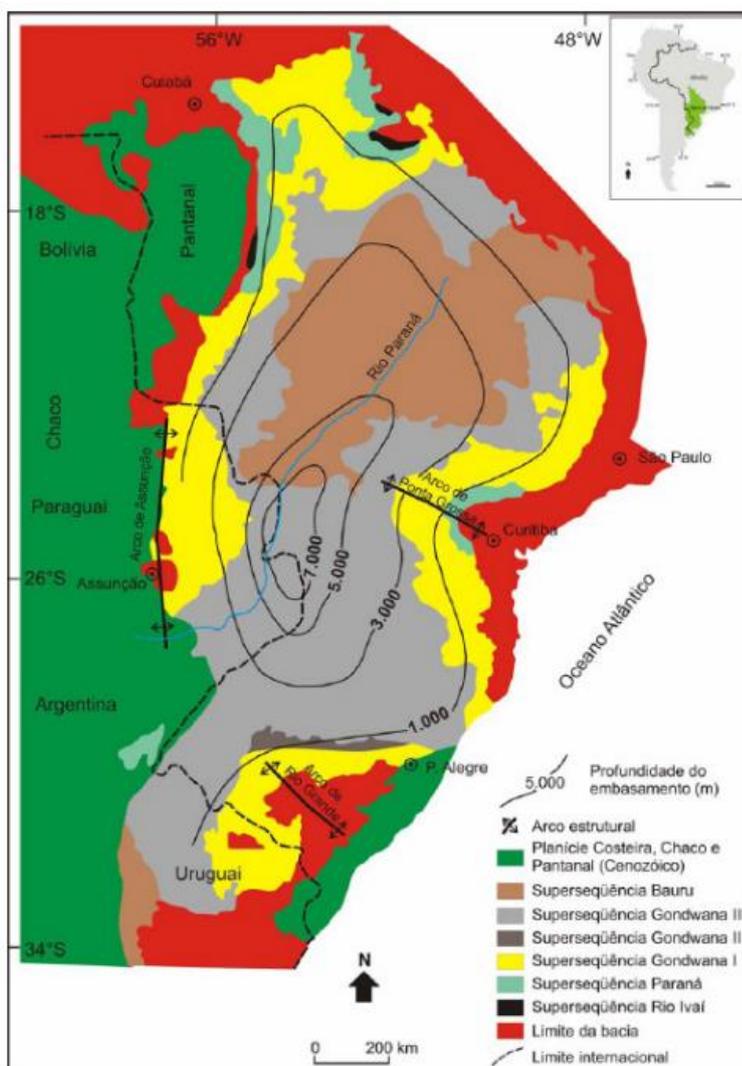
A Bacia do Paraná já foi classificada de várias formas. Uma das classificações mais recentes, e a que será utilizada nesse trabalho será a de (SILVA, 2006). O autor considera que o conjunto de rochas sedimentares e vulcânicas que constituem a Bacia do Paraná representa a superposição de pacotes depositados em, no mínimo, três diferentes ambientes tectônicos, cujas geometrias e limites variam de uma para outra, em decorrência da movimentação de placas que conduziu a evolução do Gondwana no tempo geológico.

VIII.2.2.3.1.1 Evolução da Bacia

A Bacia do Prata foi desenvolvida na parte mais jovem da plataforma sul-americana, sobre um embasamento cratonizado no Eo-Paleozóico e controlado por zonas de fraqueza noroeste-sudeste. A Bacia do Prata é dividida em seis supersequências que abrangem, aproximadamente, 400 milhões de anos (SILVA, 2006). São elas: ordoviciano-siluriana, devoniana, carbonífera-eotriássica, neotriássica, jurássica-eocretácea e neocretácea (Figura VIII.2.2.3.1.1-1). As três primeiras correspondem a ciclos transgressivos paleozoicos e as demais são representadas por pacotes de sedimentos continentais e rochas ígneas

associadas. As seqüências constituem o registro preservado de sucessivas fases de acumulação sedimentar que se intercalam a períodos de erosão em larga escala.

Figura VIII.2.2.3.1.1-1 - Mapa geológico simplificado da Bacia do Paraná, seus principais elementos tectônicos e agentes geográficos



Fonte: (SILVA, 2006).

A seqüência mais antiga, superseqüência Rio Ivaí, tem idade entre o NeoOrdoviciano e o Eossiluriano, relacionando-se à implantação da bacia. A geometria de sua área, com depocentros alongados de orientação geral sudoeste/nordeste, sugere um controle por algum tipo de rifteamento. A superseqüência Rio Ivaí corresponde litoestratigraficamente ao Grupo Rio Ivaí. Constitui-se de um pacote arenoso inferior, arcoseano em sua base e quartizítico no topo (Formação Alto Garças), encimado por diamictitos (Formação Iapó) e culminando com pelitos fossilíferos (Formação Vila Maria). O Grupo Ivaí ocorre numa ampla porção da Bacia do Paraná, com reduzidas espessuras remanescentes, seções incompletas e geometria descontínua.

Ao final do ciclo Ordoviciano-siluriano, um importante episódio regressivo originou a discordância que marca o topo do Grupo Rio Ivaí, visto que sobre esse se depositou a superseqüência Paraná. Tal superseqüência acumulou-se durante um aprofundamento marinho

das áreas cratônicas do Gondwana. Corresponde litoestratigraficamente ao Grupo Paraná, que ocorre nas porções central e norte da bacia, e é constituído pelas Formações Furnas e Ponta Grossa. A Formação Furnas é representada por arenito branco a amarelado, caolinítico, médio a grosso, por vezes conglomerático e mostrando estratificações cruzadas predominantemente acanaladas de um ambiente ocidental fluvial. A Formação Ponta Grossa é constituída por folhelhos, folhelhos silticos, siltitos e arenitos, com marcas onduladas e frequentemente bioturbados, indicando condições marinhas rasas predominantes durante sua deposição. Em subsuperfície são identificados folhelhos pretos, carbonosos, finamente laminados.

No Eocarbonífero, a Bacia do Prata sofreu um dos episódios de maior instabilidade em sua evolução. Uma conjugação de fatores climáticos e tectônicos atuantes sobre uma ampla área da margem meridional do Gondwana inibiu a sedimentação nessa área durante um longo período, dando origem à discordância regional de maior intervalo no registro litológico da Bacia do Paraná, estimado em cerca de 45 milhões de anos. O desenvolvimento de calotas de gelo nessa área, associado à epirogênese positiva, é condicionante decisivo à inexistência de um registro sedimentar extensivo de idade mississippiana na bacia.

Com o degelo, foi retomada a sedimentação da Bacia do Paraná. A porção basal aflorante da supersequência Gondwana I, com idade entre o Carbonífero e o Eotriássico, no intervalo coincidente com o Grupo Itararé (na parte sul) e a Formação Aquidauana (na porção norte da bacia), corresponde à seção acumulada, ainda sob marcante influência do clima glacial. Um forte afluxo sedimentar, proveniente das áreas expostas pela deglaciação, favoreceu processos deposicionais de intenso fluxo de massa, predominando, nessas unidades, pacotes diamictíticos intercalados a espessas seções de arenitos.

A unidade basal não aflorante do Grupo Itararé, a Formação Lagoa Azul, tem ocorrência restrita à região centro-sul do Estado de São Paulo, norte do estado do Paraná e sudeste do estado do Mato Grosso do Sul. Constitui-se de um pacote arenoso inferior, sobreposto por folhelhos e diamictitos. Acima desse, ocorre a Formação Campo Mourão, que corresponde ao intervalo arenoso principal do Grupo Itararé, de ampla distribuição através da bacia.

No Rio Grande do Sul e Santa Catarina, pela ausência da Formação Lagoa Azul, a Formação Campo Mourão assenta diretamente sobre formações mais antigas e, mesmo, sobre o embasamento cristalino. Na porção média da Formação Campo Mourão, surge, em algumas áreas da bacia, um importante pacote de diamictitos.

A Formação Taciba compõe a porção superior do Grupo Itararé, aparecendo ao longo de toda bacia, recobrando as demais unidades do grupo e até extrapolando a área de ocorrência daquelas. Constitui-se de folhelhos com intercalações arenosas, que ocorrem predominantemente na parte sul da Bacia do Paraná, e diamictitos nas porções central e norte. Na porção norte-noroeste, as rochas sedimentares equivalentes as do Grupo Itararé, tanto nos aspectos cronológicos quanto na natureza dos seus depósitos, são denominados de Formação Aquidauana, que se distinguem daquelas por sua cor vermelha. A sedimentação carbonífera-permiana assumiu, no seu topo, um caráter transgressivo em função do degelo e conseqüente subida do nível do mar. A tendência transgressiva, no entanto, foi quebrada momentaneamente pela entrada das cunhas arenosas da Formação Rio Bonito. Arenitos associados a leitos de carvão, siltitos e folhelhos, esses localmente carbonosos, formam um contexto clássico de sedimentação deltaica, que adentra a bacia por seu flanco leste. Retomadas as condições transgressivas, depositou-se a Formação Palermo, representada por siltitos e siltitos arenosos, intensamente bioturbados, depositados numa ampla plataforma marinha muito rasa.

Durante o intervalo de tempo em que foram depositadas as Formações Rio Bonito e Palermo na Bacia do Paraná, acumulou-se, em sua porção centro-oeste, um espesso pacote arenoso cronocorrelato àquelas provenientes do seu flanco central. Tal unidade, denominada Formação Dourados, constitui-se de arenitos finos a muito finos, de cor cinza esverdeada, também grossos a médios, caoliníticos e levemente calcíferos. A Formação Dourados inclui também níveis de siltitos, folhelhos e calcários.

Mais acima, a Formação Irati foi depositada em condições de um mar restrito, progressivamente salino da base para o topo, sendo caracterizada por uma faciologia bastante complexa, com folhelhos, folhelhos betuminosos, arenitos, marga, carbonatos e anidrita. Tal formação foi afogada ao tempo da deposição dos folhelhos da Formação Serra Alta, seguindo-se um ciclo regressivo de ampla magnitude.

A porção superior da supersequência Carbonífera-eotriássica documenta a progressiva continentalização da Bacia do Paraná. A Formação Teresina constitui-se de argilitos e siltitos cinza-claro, depositados sob a ação de ondas e maré, e calcários oolíticos e bancos de coquinas em seu topo.

Completa o quadro a Formação Rio do Rasto, constituída por arenitos, siltitos e folhelhos arroxeados, esverdeados e avermelhados. É interpretada como produto do avanço de sistemas deltaicos desde a borda oeste da bacia. Para o norte da bacia, sedimentos areno-argilosos, de cores cinza na porção basal e avermelhada em direção ao topo, cronoequivalentes aos das formações Teresina e Rio do Rasto, constituem a Formação Corumbataí. Com sua subsidência já fortemente atenuada, um avançado estado de arrasamento das áreas-fonte e uma nitidez crescente, a Bacia do Prata teve gradativamente encerrados seus mecanismos de dinâmica sedimentar relacionados a um corpo de água contínuo, como havia sido até então.

A supersequência Gondwana II, com idade Neotriássica, é representada pelas Formações Pirambóia e Rosário do Sul, constituídas por arenitos avermelhados e esbranquiçados, médios a finos, localmente conglomeráticos, com estratificação cruzada acanalada e planar, acumulados por sistemas continentais fluvio-eólicos associados a lagos rasos e localizados. Segundo SCHERER ET AL (apud SILVA, 2006), a supersequência Gondwana II da Bacia do Paraná, correspondente ao intervalo Triássico, possui ocorrência restrita à porção meridional da bacia, com afloramentos apenas no Rio Grande do Sul.

No Jurássico, um extenso campo de dunas cobriu inteiramente essa porção do continente, constituindo a Formação Botucatu. Seguiu-se, no Eocretáceo, o mais volumoso episódio de extravasamento intracontinental de lavas do planeta (Formação Serra Geral), com manifestação magmática dos estágios precoces da ruptura Gondwana e abertura do Atlântico Sul, que resultou no empilhamento de até 2.000 m de basalto sobre os sedimentos da Bacia do Paraná, além de se intrudir por entre os mesmos, na forma de uma intrincada rede de diques e soleiras. Na porção basal da Formação Serra Geral, os arenitos eólicos da Formação Botucatu intercalam-se com as lavas. As duas unidades constituem-se, em conjunto, a supersequência Gondwana III, com idade Jurássica-Eocretácea.

A Figura VIII.2.2.3.1.1-2 apresenta a síntese das informações detalhadas anteriormente, por meio da carta estratigráfica da Bacia do Paraná.

VIII.2.2.3.1.2 Magmatismo Serra Geral

O Magmatismo Serra Geral aparece no topo da sequência estratigráfica dessa bacia e demarca o término do episódio magmático jurocretácico, encerrando o preenchimento da sinéclise. Esse magmatismo corresponde a um dos maiores eventos vulcânicos do planeta e marcou a ruptura do Gondwana e a consequente abertura do Atlântico Sul. Está representado por um conjunto de derrames de basaltos e basalto-andesitos, com espessura máxima em torno de 1.300 m, que representam as primeiras manifestações vulcânicas sobre os sedimentos arenosos do então deserto Botucatu.

A. BASALTOS E BASALTO-ANDESITOS SERRA GERAL

Esses primeiros eventos eruptivos, que, por estarem confinados a paleovales e a espaços interdúnicos possuem pequena expressão lateral; após o encerramento do aporte de areias do Botucatu levaram a um período francamente vulcânico até o total preenchimento da bacia, onde o relevo passa a ser condicionado ao arranjo formado pela coalescência entre derrames.

As rochas que compõem essa unidade caracterizam-se como derrames de basaltos maciços, com espessuras entre 15 a 35 m, contendo frequentes texturas de fluxo, zonas vesiculares bem desenvolvidas no topo e incipientes na base, preenchidas, especialmente, por zeólitas, carbonatos e diversas formas de sílica (calcedônia, quartzo hialino e ametista), 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.

B. RIÓLITOS E RIODACITOS SERRA GERAL

Recobrimo parcialmente o magmatismo básico e destacando-se, especialmente, na zona de cânions e contrafortes da Serra Geral, regiões mais altas do estado e conhecidas como Aparados da Serra, predominam derrames de lavas riolíticas e riodacíticas Serra Geral. Essas litologias apresentam características distintivas marcantes, compondo os derrames mais espessos de todo o conjunto vulcânico Serra Geral, podendo alcançar espessuras de até 80 m por derrame. Apresentam contato basal com disjunção tabular incipiente e irregular, uma porção central bem desenvolvida e maciça com disjunção colunar difusa e uma porção de topo espessa e com disjunção tabular extremamente bem desenvolvida. As zonas vesiculares são pouco expressivas, normalmente contendo geodos centimétricos com formas elípticas, preenchidos por quartzo leitoso e/ou ágata zonada. Os derrames são de composição predominantemente ácida (riodacitos), compondo rochas mesocráticas cinza-claro a esbranquiçadas, microfaneríticas, com dominância de matriz vítrea. Processos de devitrificação geram arranjos esferulíticos, que emprestam um aspecto mosqueado às rochas, conhecido como textura sal-e-pimenta.

VIII.2.2.3.2 Coberturas Cenozóicas

A margem continental em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul abrange as bacias marginais mesocenoicas de Pelotas, ao sul, e de Santos, ao norte, separadas por um alto litológico estrutural, de natureza basáltico-alcalina, denominado Plataforma de Florianópolis. A extensão dessas bacias na área emersa continental corresponde fisiograficamente à Planície Costeira, uma sedimentação cenozoica intensamente influenciada pelas oscilações glácio-eustáticas do nível do mar ocorridas durante o Quaternário. A presença do alto litológico estrutural explicaria a ausência da deposição das sequências da base do Quaternário referentes às glaciações mais antigas (HORN FILHO, LEAL, *et al.*, 2012).

Segundo (HORN FILHO, LEAL, *et al.*, 2012), a Planície Costeira corresponde a uma extensa área de terras baixas e planas, situada ao longo do litoral podendo atingir até cerca de 100 km de largura, onde dois sistemas deposicionais são responsáveis pela formação do pacote sedimentar costeiro:

- Sistema Depositional Transicional ou Litorâneo: ocupa as partes central e leste da planície, incluindo a atual linha de costa, sendo constituído por um conjunto sedimentar inconsolidado que representa os ciclos transgressivo-regressivos ocorridos durante o Quaternário.
- Sistema Depositional Continental: cobre boa parte da região oeste da Planície Costeira, próximo às terras altas, sendo formado por leques proximais e distais ligados à erosão hídrica, sob condições de clima semiárido, das unidades pré-cambrianas, sedimentares e vulcânicas da Bacia do Paraná; os depósitos fluviais têm relação direta com o trabalho dos rios e acompanham as terras baixas que ladeiam as redes fluviais.

Os depósitos relacionados ao Sistema Depositional Transicional ou Litorâneo mostram frequentemente gênese ligada ao sistema laguna-barreira e compreendem:

- Depósitos praias atuais e subatuais, homogêneos e inconsolidados, relacionados à ação e deposição direta das ondas ao longo dos cordões litorâneos; são constituídos por areias finas a médias, sem estratificação ou alinhamentos. Nesses depósitos ocorrem frequentes fragmentos de conchas.
- Depósitos eólicos, constituídos pela remobilização dos ventos sobre a deposição praias, constituídos por areias quartzosas finas a médias, arredondadas e bem selecionadas, com rara laminação plano-paralela e comum estratificação cruzada e coloração clara. Constroem morfologias de cordões de dunas arranjados paralelamente às praias, onde são frequentes as dunas transversais, barcanas e parabólicas;
- Depósitos lagunares constituídos por areias, siltes e argilas na borda e fundo dos corpos de águas salobras. Os depósitos apresentam-se mal selecionados, estratificação plano-paralela incipiente e podem conter concreções carbonáticas e ferromanganesíferas;
- Depósitos de pântanos e manguezais constituídos pela deposição dominante de argilas e areias subordinadas, mal selecionados, cores escuras, ricos em matéria orgânica, gerados em ambiente sob influência direta de marés e de baixa energia. Os depósitos de Planície de Maré representam aqueles de mesmo ambiente, mas dispostos em altitudes acima do nível do mar atual.
- Depósitos fluviolagunares e fluviodeltaicos marinhos, relacionados à dinâmica fluvial: ocorrem junto à foz dos rios em ambiente lagunar ou marinho. São representados por areias, cascalhos, lamas e biodetritos mal selecionados e interdigitados aos sedimentos dos ambientes mistos de deposição.

O Sistema Depositional Continental é o mais diversificado e também o mais complexo para individualização entre as deposições quaternárias:

- Depósitos coluvionares e de sistemas de leques aluvionares: recobrem boa parte da região oeste da planície, próximo às terras altas. São formados por sedimentos mal selecionados depositados na forma de leques proximais e distais ligados à erosão hídrica sob condições de clima semiárido. Os depósitos coluvionares são formados pela ação direta da gravidade

sobre solos e rochas propícios ao deslocamento gravitacional, ocorrendo na base das encostas das unidades pré-cambrianas, sedimentares e vulcânicas da Bacia do Paraná;

- Depósitos aluvionares: representam as acumulações, predominantemente arenosas, e com cascalhos, siltes e argilas subordinadas. São relacionados à ação direta da dinâmica dos rios e depositados nas calhas fluviais e planícies de inundação.

(HORN FILHO e FERRETI, 2010) propõem um terceiro sistema deposicional referente às alterações antropogênicas recentes e incluem nessa subdivisão os sedimentos de origens natural e artificial construídos pela ação humana, destacando-se os depósitos do tipo sambaqui e os tecnogênicos.

VIII.2.2.4 ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA

Os grupos litológicos citados na geologia da Área de Estudo (AE), e que ocorrem na ADA, compreendem, na sua maioria, as coberturas cenozoicas transicionais e continentais. Nestes locais também é frequente a presença de rochas sedimentares da Bacia do Paraná, pela formação Serra do Rio do Rastro e Botucatu (Foto VIII.2.2.4-1 a Foto VIII.2.2.4-8).

Foto VIII.2.2.4-1 – Depósitos aluvionares, situados às margens do Rio Mãe Luzia. Ponto TF01 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 648.859 mE/6.818.997 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.2.4-2 – Depósitos aluvionares, situados às margens do Rio do Cedro. Ponto TF04 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 639.549 mE/6.814.558 mN



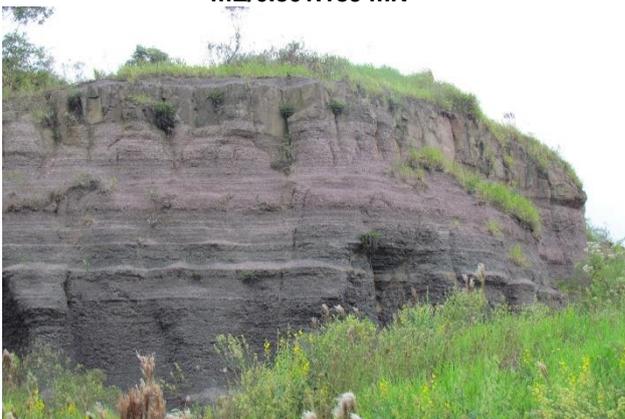
Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.2.4-3 – Arenito da Formação Rio do Rastro, em contato com as Coberturas Sedimentares Cenozóicas. Ponto TF09 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 633.912 mE/6.808.080 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.2.4-5 – Rocha Siltico-Argilosa da Formação Rio do Rastro, em contato com as Coberturas Sedimentares Cenozóicas. Ponto TF12 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 634.022 mE/6.801.189 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.2.4-7 – Arenito da Formação Botucatu, em contato com as Coberturas Sedimentares Cenozóicas. Ponto TF21 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 621.545 mE/6.781.584 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.2.4-4 – Rocha Siltico-Argilosa da Formação Rio do Rastro, em contato com as Coberturas Sedimentares Cenozóicas. Ponto TF10 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 634.643 mE/6.806.051 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.2.4-6 – Depósitos Lagunares. Ponto TF23 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 625.614 mE/6.781.846 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.2.4-8 – Depósitos Lagunares. Ponto TF30 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 622.432 mE/6.763.616 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

VIII.2.2.5 CONCLUSÃO

A geologia da Área de Estudo (AE) e da ADA da LT 230 kV Torres 2 – Forquilha é constituída de duas unidades geológicas principais: o embasamento e a planície costeira. O embasamento é constituído por rochas da Bacia do Paraná e aflora em algumas regiões na forma de elevações, maciços rochosos, promontórios, pontais e ilhas continentais. Na região da planície costeira ocorrem dois sistemas deposicionais responsáveis pela formação do pacote sedimentar costeiro: transicional ou litorâneo (praias atuais e subatuais, eólicos, lagunares, pântanos e manguezais, fluviolagunares e fluviodeltaicos marinhos) e continental (coluvionares e aluvionares).

VIII.2.3 RECURSOS MINERAIS

VIII.2.3.1 INTRODUÇÃO

Os recursos minerais de uma área mostram o potencial da área para mineração, ou uma vocação mineral. No caso das áreas de influencia em questão, são apresentados os principais bem minerais que foram concedidos para exploração, de acordo com o Departamento Nacional de Produção Mineral.

Estas áreas cadastradas no DNPM podem estar em vários estágios, desde autorização para pesquisa, ou até mesmo concessão de lavra, ou seja, início das operações.

VIII.2.3.2 MÉTODOS DE TRABALHO

Para o levantamento dos processos minerários existentes foi realizada uma pesquisa no site do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), mais especificamente no Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) (DNPM/SIGMINE, 2017).

VIII.2.3.3 ÁREA DE ESTUDO (AE) E ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)

Na Área de Estudo do Projeto da LT 230kV Torres 2 - Forquilha foram encontrados 1.098 processos (Desenho VIII.2.3.3 - 1 – Anexo Z), tendo 41 deles com interação com a ADA, conforme destacado no Quadro VIII.2.3.3-1.

Com relação às fases em que se encontram os 41 processos encontrados da ADA, 21 encontram-se em Autorização de Pesquisa, 3 em concessão de lavra, 7 em Disponibilidade, 1 em Registro de Extração, 7 em Requerimento de Lavra e 2 em Requerimento de Pesquisa.

Ainda segundo o Quadro VIII.2.3.3-1, as principais substâncias exploradas nesses 41 processos são: Argila (17 processos), Areia (4 processos), Turfa (7 processos) e Cascalho (4 processos) e o usos predominantes são: Industrial (16 processos), Construção Civil (4 processos), Energético (4 processos) e Brita (3 processos)

Quadro VIII.2.3.3-1 – Processos minerários encontrados na ADA do Projeto da LT 230KV– Torres 2 – Forquilha

Processo N°	Ano	Área (ha)	Fase	Substância	Uso
815510	1984	875,00	Requerimento de Lavra	Turfa	Não informado
815102	1989	49,99	Concessão de Lavra	Seixos Rolados	Não informado

Processo N°	Ano	Área (ha)	Fase	Substância	Uso
815011	1993	512,57	Requerimento de Lavra	Argila	Industrial
815014	1993	46,55	Requerimento de Lavra	Argila	Industrial
815019	1993	1.874,75	Autorização de Pesquisa	Turfa	Energético
815702	1996	74,75	Concessão de Lavra	Argila	Não informado
815268	2000	50,00	Requerimento de Lavra	Argila refratária	Industrial
815186	2006	178,23	Autorização de Pesquisa	Areia	Construção Civil
815407	2006	800,25	Autorização de Pesquisa	Argila	Industrial
815073	2007	49,44	Requerimento de Lavra	Argila	Industrial
815819	2007	1.511,80	Autorização de Pesquisa	Areia	Construção Civil
815289	2009	41,45	Requerimento de Lavra	Argila	Industrial
301258	2009	83,71	Disponibilidade	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado
815559	2010	966,09	Autorização de Pesquisa	Argila	Cerâmica Vermelha
815755	2010	1.525,30	Autorização de Pesquisa	Turfa	Energético
815895	2010	784,89	Requerimento de Lavra	Carvão	Não informado
301244	2010	63,85	Disponibilidade	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado
815758	2010	1.619,31	Autorização de Pesquisa	Turfa	Energético
815927	2011	49,57	Concessão de Lavra	Argila	Industrial
815458	2012	629,71	Autorização de Pesquisa	Turfa	Insumo Agrícola
300146	2012	84,94	Disponibilidade	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado
300036	2012	544,71	Disponibilidade	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado
815095	2013	993,82	Autorização de Pesquisa	Argila	Industrial
815114	2013	101,70	Autorização de Pesquisa	Turfa	Insumo Agrícola
815823	2013	957,28	Autorização de Pesquisa	Argila	Industrial

Processo N°	Ano	Área (ha)	Fase	Substância	Uso
815716	2013	1.946,07	Autorização de Pesquisa	Turfa	Energético
815160	2014	4,22	Registro de Extração	Cascalho	Construção Civil
815615	2014	913,58	Autorização de Pesquisa	Argila	Industrial
815752	2014	48,95	Autorização de Pesquisa	Cascalho	Brita
815292	2015	978,04	Autorização de Pesquisa	Argila	Industrial
815479	2015	61,54	Autorização de Pesquisa	Argila	Industrial
815649	2015	103,78	Autorização de Pesquisa	Argila	Industrial
302346	2015	31,25	Disponibilidade	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado
815167	2015	993,83	Autorização de Pesquisa	Areia	Construção Civil
815146	2016	530,42	Requerimento de Pesquisa	Argila	Industrial
815276	2016	92,11	Autorização de Pesquisa	Areia	Industrial
815700	2016	44,59	Requerimento de Pesquisa	Cascalho	Brita
815716	2016	14,20	Autorização de Pesquisa	Cascalho	Brita
815786	2016	791,02	Autorização de Pesquisa	Argila	Industrial
300130	2016	1.198,47	Disponibilidade	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado
300840	2016	184,25	Disponibilidade	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado

Fonte: (DNPM/SIGMINE, 2017).

VIII.2.3.4 CONCLUSÃO

Foram observados 1.098 processos minerários na Área de Estudo (AE) do Projeto da LT 230kV Torres 2 - Forquilha, sendo 41 deles com interação com a ADA. A maior parte deles encontra-se na fase de Autorização de Pesquisa e Requerimento de Lavra, as principais substâncias exploradas são Areia, Argila e Turfa e os principais usos são o Industrial e a Construção Civil.

VIII.2.4 GEOMORFOLOGIA

VIII.2.4.1 INTRODUÇÃO

O estado de Santa Catarina apresenta, de forma geral, um relevo bastante acidentado, com formações de depressão, planalto, planícies e serras. As terras baixas situam-se na porção

oriental do estado, em vales fluviais e na região costeira. O conjunto das terras altas compreende o divisor de águas e a parte interiorana do estado.

Para o Rio Grande do Sul, destacam-se quatro domínios geomorfológicos principais: planícies costeiras, constituídas por depósitos marinhos, eólicos e fluviolagunares de idade quaternária; planaltos alçados, embasados pela sequência vulcânica e vulcanossedimentar de idade mesozoica da Bacia do Paraná; depressões interplanálticas, embasadas pela sequência sedimentar de idades paleozoica e mesozoica da Bacia do Paraná; planaltos e serras baixas, modelados em rochas cristalinas de idade pré-cambriana do Escudo Sul-Rio-Grandense.

Considerando a abrangência da Área de Estudo (AE) do Projeto da LT 230kV Torres 2 – Forquilha, serão detalhadas na sequência as unidades geomorfológicas pertencentes, em sua maioria, ao domínio das planícies costeiras.

VIII.2.4.2 MÉTODOS DE TRABALHO

A caracterização geomorfológica para a Área de Estudo (AE) foi realizada baseando-se em dados secundários, com destaque para o Mapa de Geodiversidade do Estado de Santa Catarina (CPRM, 2016) e o Mapa de Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010). A caracterização da ADA foi realizada pela identificação e mapeamento das principais unidades geomorfológicas.

VIII.2.4.3 ÁREA DE ESTUDO (AE)

Os fatos geomorfológicos podem ser ordenados segundo uma taxonomia que permite a divisão e hierarquização dos Estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul em domínios morfoestruturais, e unidades geomorfológicas. Os domínios morfoestruturais são função de fatos geomorfológicos derivados de aspectos amplos da geologia, como os elementos geotectônicos, os grandes arranjos estruturais, e, eventualmente, a predominância de uma litologia conspícua. As unidades geomorfológicas consistem no arranjo de formas de relevo fisionomicamente semelhantes em seus tipos e modelados. O Quadro VIII.2.4.3-1 e o Desenho VIII.2.4.3-1 (Anexo AA) apresentam os Domínios e as Unidades de interesse na Área de Estudo (AE) do Projeto da LT 230kV Torres 2 – Forquilha.

Quadro VIII.2.4.3-1 – Domínios e Unidades Geomorfológicas presentes na Área de Estudo (AE) do empreendimento

Domínios Morfoestruturais	Unidades Geomorfológicas	Sigla
Sedimentos Cenozoicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados	Planícies Fluviais ou Fluviolacustres	R1a
	Planícies Fluviomarinhas	R1d
	Planícies Costeiras	R1e
Sedimentos Cenozoicos Inconsolidados – Tipo Coluvião e Tálus	Vertentes Recobertas por Depósitos de Encosta	R1c
Sedimentos Cenozoicos Eólicos	Dunas Móveis e Fixas	R1f1
Coberturas Sedimentares e Vulcanossedimentares Mesozoicas e Paleozoicas	Planaltos	R2b3
	Colinas Amplas e Suaves	R4a1
	Colinas Dissecadas e Morros Baixos	R4a2
	Morros e Serras Baixas	R4b
	Domínio Montanhoso	R4c
	Escarpas Serranas	R4d
	Degraus estruturais e Rebordos Erosivos	R4e
Vulcanismo Fissural Tipo Platô	Planaltos	R2b3
	Chapadas e Platôs	R2c
	Colinas Dissecadas e Morros Baixos	R4a2
	Morros e Serras Baixas	R4b
	Escarpas Serranas	R4d

Fonte: Adaptado de CPRM (2016).

VIII.2.4.3.1 Sedimentos Cenozoicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados

Essa unidade compreende terrenos geologicamente mais novos, em processo de construção e retrabalhamento. Corresponde às áreas baixas em que estão se acumulando sedimentos erodidos em terrenos mais altos, que foram transportados por rios e depositados ao longo de seus cursos e na faixa costeira, onde são retrabalhados pela ação de rios, lagoas e mar.

São enquadradas nessa situação as unidades: Planícies Fluviais ou Fluviolacustres (R1a), Planícies Fluviomarinhas (R1d) e Planícies Costeiras (R1e).

VIII.2.4.3.1.1 Planícies Fluviais ou Fluviolacustres (Planícies de Inundação, Baixadas Inundáveis e Abaciamentos) – R1A

Compreende as áreas planas situadas ao longo dos rios, que são inundadas periodicamente em épocas de cheias. Esses terrenos consistem em pacotes de material inconsolidado, de espessura variável, formados por sedimentos arenosos e lamosos e, eventualmente, com depósitos de cascalho.

São superfícies sub-horizontais, com gradientes extremamente suaves, de 0 a 3°, constituídas por depósitos sedimentares que se encontram em permanente acumulação pela ação fluvial. Os terrenos são imperfeitamente a mal drenados nas planícies de inundação, sendo

periodicamente inundáveis, e bem a moderadamente drenados nos terraços, onde se desenvolvem solos mais profundos e estratificados.

VIII.2.4.3.1.2 Planícies Fluviomarinhas (Mangues e Brejos) – R1D

Compreende as áreas em que os rios cortam os terrenos ocupados por antigas lagoas e lagunas costeiras, as quais se apresentam hoje total ou parcialmente colmatadas, resultando em depósitos de areias e lamas com restos orgânicos vegetais de origem lagunar, interdigitados com cascalhos e areias grossas a finas, relacionados à sedimentação fluvial.

Constituem áreas planas, que podem ocupar extensas superfícies e se estender para muito além das margens dos rios, muitas vezes abaciadas, com elevada dificuldade de drenagem. As áreas situadas ao longo dos rios são inundadas em épocas de cheias. A unidade pode ainda conter acumulações significativas de conchas calcárias.

VIII.2.4.3.1.3 Planícies Costeiras (Terraços Marinhos e Cordões Arenosos) – R1E

A unidade está presente na faixa litorânea, em especial, no extremo sul do Estado de Santa Catarina. Consiste em depósitos sedimentares gerados em ambiente de praia, englobando terraços marinhos e cordões arenosos, nos quais sedimentos arenosos foram depositados pela ação do mar e, em alguns casos, retrabalhados pela ação dos ventos. Os solos são bastante arenosos, pobres quimicamente e muito profundos.

VIII.2.4.3.2 Sedimentos Cenozoicos Inconsolidados – Tipo Colúvio e Tálus

Compreende os depósitos de sedimentos resultantes da erosão de terrenos mais elevados que sofreram transporte, principalmente por ação da gravidade e de fluxos de água, até as áreas mais baixas, na base das encostas, sendo representado pela unidade de Colúvio e Tálus (R1c).

VIII.2.4.3.2.1 Vertentes Recobertas por Depósitos de Encosta (Leques Aluviais, Rampas de Colúvio e Tálus) – R1C

Essa unidade compreende materiais inconsolidados, de granulometria e composição diversas, provenientes do transporte predominantemente gravitacional. Trata-se de depósitos heterogêneos, compostos, principalmente, por cascalho, areia, silte e argila, mas que podem conter material mais grosseiro, como blocos e matacões de rocha. Engloba o material detrítico acumulado em leques aluviais, rampas de colúvio e depósitos de tálus.

VIII.2.4.3.3 Sedimentos Cenozoicos Eólicos

Compreende os depósitos arenosos gerados a partir do retrabalhamento de sedimentos preexistentes, principalmente marinhos, pela ação do vento na faixa litorânea, sendo individualizadas duas unidades: Dunas Móveis e Fixas (R1f1).

VIII.2.4.3.3.1 Dunas Móveis (R1F1)

Dunas móveis são aquelas modificadas pela contínua ação do vento e que foram geradas a partir da transição Pleistoceno-Holoceno, há 11,5 mil anos, embora também compreendam dunas mais antigas, geradas no Pleistoceno Superior, há 120 mil anos, e que estão sendo atualmente retrabalhadas.

Conforme Silva e Leites (2000), na região entre Garopaba e Araranguá, as dunas holocênicas recobrem os depósitos sedimentares praias marinhos e são constituídas por areias quartzosas esbranquiçadas, finas a médias, bem selecionadas, que se apresentam na forma de depósitos eólicos mantiformes quando ocorrentes muito próximas à linha de costa, ou na forma de dunas transgressivas, com direção preferencial de NE para SW, quando mais interiorizadas. Os principais tipos de dunas observados são: barcanas, cadeias barcanoides e transversais.

VIII.2.4.3.3.2 Dunas Fixas (R1F1)

As dunas fixas apresentam o material arenoso fixado pela vegetação; logo, o retrabalhamento pelo vento é mínimo e a atuação de processos pedogenéticos resulta na formação de solos. Correspondem, principalmente, às dunas geradas no Pleistoceno Superior, descritas por Silva e Leites (2000), na região entre Garopaba e Araranguá, como compostas por areias quartzosas bimodais, de coloração amarelo-acastanhadas até avermelhado, muitas vezes enriquecidas em matriz secundária constituída por argilas e óxidos de ferro.

VIII.2.4.3.4 Coberturas Sedimentares e Vulcanossedimentares Mesozoicas e Paleozoicas

Compreende as rochas sedimentares depositadas em ambientes glacial, continental, marinho e desértico desde o Carbonífero, há cerca de 360 milhões de anos, até o Jurássico, cerca de 145 milhões de anos, em uma grande bacia sedimentar denominada Bacia do Paraná.

Em função de características texturais e ambientes deposicionais das rochas, abrange sete unidades: Colinas Amplas e Suaves (R4a1); Colinas Dissecadas e Morros Baixos (R4a2); Morros e Serras Baixas (R4b), Planaltos (R2b3), Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos (R4e), Escarpas Serranas (R4d) e Domínio Montanhoso (R4c). Essas unidades ocupam grande superfície, que se prolonga como uma faixa com direção aproximada norte-sul.

VIII.2.4.3.4.1 Planaltos (R2B3)

Compreende um relevo de degradação predominantemente em rochas sedimentares, mas também sobre rochas cristalinas. As superfícies são mais elevadas que os terrenos adjacentes, pouco dissecadas em formas tabulares ou colinas muito amplas. O sistema de drenagem principal apresenta fraco entalhamento e deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados.

Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Eventual atuação de processos de laterização. Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

VIII.2.4.3.4.2 Colinas Amplas e Suaves (R4A1)

Compreende um relevo de degradação em qualquer litologia, predominando rochas sedimentares. Apresenta um relevo de colinas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos amplos, de morfologia tabular ou alongada. Sistema de drenagem principal apresenta deposição de planícies aluviais relativamente amplas.

Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

VIII.2.4.3.4.3 Colinas Dissecadas e Morros Baixos (R4A2)

Compreende um relevo de degradação em qualquer litologia. Apresenta relevo de colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou aguçados. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados.

Equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com moderada suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas). Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

VIII.2.4.3.4.4 Morros e Serras Baixas (R4B)

Compreende um relevo de degradação em qualquer litologia. Apresenta um relevo de morros convexo-côncavos dissecados e topos arredondados ou aguçados. Também se insere nessa unidade o relevo de morros de topo tabular, característico das chapadas intensamente dissecadas e desfeitas em conjunto de morros de topo plano. Sistema de drenagem principal com restritas planícies aluviais.

Predomínio de processos de morfogênese (formação de solos pouco espessos em terrenos declivosos, em geral, com moderada a alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas) e ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa. Geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes.

VIII.2.4.3.4.5 Domínio Montanhoso (R4C)

Compreende um relevo de degradação em qualquer litologia. Apresenta relevo montanhoso, muito acidentado. Vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento.

Franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos muito acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

VIII.2.4.3.4.6 Escarpas Serranas (R4D)

Compreende um relevo de degradação em qualquer litologia. Apresenta relevo montanhoso, muito acidentado. Vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Representam um relevo de transição entre duas superfícies distintas alçadas a diferentes cotas altimétricas.

Franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos muito acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

VIII.2.4.3.4.7 *Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos (R4E)*

Compreende um relevo de degradação em qualquer litologia. Apresenta relevo acidentado, constituído por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, declivosas e topos levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Representam relevo de transição entre duas superfícies distintas alçadas a diferentes cotas altimétricas.

Franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

VIII.2.4.3.5 **Vulcanismo Fissural do Tipo Platô**

Esse domínio compreende as rochas resultantes do Magmatismo Serra Geral, que corresponde às fases finais de preenchimento da Bacia do Paraná. O sistema de derrames em platô é alimentado por intensa atividade intrusiva, normalmente representada por diques e sills que acompanham, grosseiramente, as principais descontinuidades estruturais da bacia.

Esse domínio se estende por praticamente metade do território catarinense e também ocorre no Rio Grande do Sul, sendo representado por rochas básicas.

Em função de características texturais e ambientes deposicionais das rochas, abrange cinco unidades: Planaltos (R2b3), Chapadas e Platôs (R2c), Colinas Dissecadas e Morros Baixos (R4a2); Morros e Serras Baixas (R4b), e Escarpas Serranas (R4d). Como a descrição de 4 dessas unidades já foi apresentada anteriormente, na sequência será descrita apenas a unidade de Chapadas e Platôs (R2c).

VIII.2.4.3.5.1 *Chapadas e Platôs (R2C)*

Compreende um relevo de degradação em rochas sedimentares. Apresenta superfícies tabulares alçadas, ou relevos soerguidos, planos ou aplainados, não ou incipientemente pouco dissecados. Os rebordos dessas superfícies, posicionados em cotas elevadas, são delimitados, em geral, por vertentes íngremes a escarpadas. Representam algumas das principais ocorrências das superfícies cimeiras do território brasileiro.

Franco predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Processos de morfogênese significativos nos rebordos das escarpas erosivas via recuo lateral das vertentes. Frequente atuação de processos de laterização. Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

VIII.2.4.4 **ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA**

Para a ADA, com base na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e nas observações diretas em campo, é possível concluir que na área correspondente ao local de implantação do empreendimento e seu entorno imediato predominam oito unidades geomorfológicas. O Quadro VIII.2.4.4-1, resume as principais características das unidades geomorfológicas identificadas na ADA do empreendimento, ilustradas pela Foto VIII.2.4.4-1 a Foto VIII.2.4.4-8.

Quadro VIII.2.4.4-1 – Características das Unidades Geomorfológicas presentes na ADA do Empreendimento

Unidade Geomorfológica	Sigla	Declividade	Amplitude do Topo
Planícies Fluviais ou Fluvioacústicas	R1a	0 – 3°	Zero
Vertentes Recobertas por Depósitos de Encosta	R1c	5 – 45°	Variável
Planícies Fluviomarinhas	R1d	0°	Plano
Planícies Costeiras	R1e	0 – 5°	Até 20 metros
Campos de Dunas	R1f	3 – 30°	5 a 40 metros
Colinas Amplas e Suaves	R4a1	3 – 10°	20 a 50 metros
Colinas Dissecadas e Morros Baixos	R4a2	5 – 20°	30 a 80 metros
Morros e Serras Baixas	R4b	15 – 35°	80 a 200 metros

Fonte: Adaptado de CPRM (2016).

Foto VIII.2.4.4-1 – Unidade geomorfológica de vertentes recobertas por depósitos de encostas. Ponto TF02 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 643.279 mE/6.818.107 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.4.4-2 – Unidade geomorfológica de morros e serras baixas. Ponto TF03 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 640.168 mE/6.818.112 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.4.4-3 – Unidade geomorfológica planícies fluviais. Ponto TF05 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 640.255 mE/6.812.189 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.4.4-4 – Unidade geomorfológica de colinas dissecadas e morros baixos. Ponto TF12 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 634.022 mE/6.801.189 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.4.4-5 – Detalhe da unidade geomorfológica de colinas dissecadas e morros baixos. Ponto TF12 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 634.022 mE/6.801.189 mN.



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.4.4-6 – Unidade geomorfológica de planície costeira. Ponto TF27 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 619.896 mE/6.774.146 mN.



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.4.4-7 – Unidade geomorfológica de planície costeira. Ponto TF39 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 615.948 mE/6.752.775 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.4.4-8 – Unidade geomorfológica de planície costeira. Ponto TF38 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 613.519 mE/6.752.785 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

VIII.2.4.5 CONCLUSÃO

As Unidades Geomorfológicas presentes na Área de Estudo (AE) e ADA da LT 230 kV Torres 2 – Forquilha estão englobadas em cinco domínios morfoestruturais, sendo três deles associados à Sedimentos Cenozoicos (Inconsolidados ou Pouco Consolidados; Tipo Coluvião e Tálus; Eólicos), além de Coberturas Sedimentares e Vulcanossedimentares Mesozoicas e Paleozoicas e Vulcanismo Fissural do Tipo Platô. Essas unidades possuem declividades que atingem, no máximo, 45° (Vertentes recobertas por depósitos de encosta) e amplitude de topo variando de zero a 200 metros (morros e serras baixas).

VIII.2.5 PEDOLOGIA

VIII.2.5.1 INTRODUÇÃO

A pedogênese ou formação do solo é estudada pela Pedologia, cujas noções básicas e conceitos fundamentais foram definidos em 1877 pelo cientista russo Dokuchaev. Até esta época, prevaleceu a visão geológica que considerava o solo apenas como sendo um manto de fragmentos de rocha e produtos de alteração, que reflete unicamente a composição da rocha que lhe deu origem. Com a constatação da existência de solos diferentes desenvolvidos a partir de uma mesma rocha de origem, a concepção sobre o que é o solo passou a ter uma conotação mais genética, onde o solo é identificado como um material que evolui no tempo, sob a ação dos fatores naturais ativos na superfície terrestre. Em 1898, Dokuchaev consolidou a concepção de que as propriedades do solo são resultado dos fatores de formação do solo que nele atuaram e ainda atuam, a saber: material de origem, clima, organismos, topografia (relevo) e tempo.

Assim, tem-se que clima e organismos, controlados pelo relevo, atuando sobre um material de origem, ao longo do tempo, geram uma situação de desequilíbrio que resulta em intemperismo e formação de solos (pedogênese).

Entre os fatores de formação do solo, o material de origem e o tempo são considerados fatores passivos, clima e organismos são fatores ativos, e o relevo é fator controlador. Fator passivo de formação do solo é aquele que não adiciona e não exporta material, nem gera energia que possa acelerar os processos de intemperismo e pedogênese. Aos fatores ativos, se atribuem o provimento de energia e compostos químicos que promovem os processos de formação do solo.

VIII.2.5.2 MÉTODOS DE TRABALHO

A caracterização dos tipos pedológicos da AE da LT 230 kV Torres 2 - Forquilha foi realizada tendo por base o estudo Solos do Estado de Santa Catarina (EMBRAPA SOLOS, 2004), o Levantamento Pedológico Exploratório do Rio Grande do Sul (IBGE, 1986) e o Mapa de Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010). A caracterização da AID e da ADA foi realizada pela identificação e mapeamento das principais unidades pedológicas aflorantes.

VIII.2.5.3 ÁREA DE ESTUDO (AE)

As variações na combinação dos fatores ambientais que influem na formação do solo explicam a grande diversidade de tipos de solos identificados nos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. Esses fatores, também conhecidos como “fatores de formação do solo”, compreendem o material de origem, representado pela rocha sã ou alterada ou sedimento, fonte do material mineral que compõe o solo; o clima, através da temperatura e,

principalmente, a quantidade de chuvas, atua nas reações de dissolução e remoção de materiais minerais e orgânicos; o relevo, que consiste na forma da paisagem ou na conformação da superfície do terreno, condiciona o acúmulo e/ou escoamento das águas que chegam ao solo; os organismos vivos, por meio da ação da flora e fauna, atuam na adição e transformação de materiais orgânicos e minerais no solo; bem como o tempo de atuação desses fatores. Em síntese, as diferenças entre os solos devem-se às interações dos fatores ambientais, as quais condicionam processos pedogenéticos (físicos, químicos e biológicos) específicos atuantes na evolução dos solos.

Dessa maneira, o regolito formado pela intemperização do material geológico original é transformado em solo por meio da pedogênese; podendo o solo abranger a espessura integral do regolito ou se restringir à porção mais superficial. Por meio dos processos pedogenéticos são originadas feições (morfológicas, físicas, químicas, biológicas, mineralógicas) que variam com a profundidade do solo e que são identificadas na sequência vertical dos horizontes A-B-C. Dada a importância do material de origem nas feições do solo, o conhecimento da origem e da distribuição dos materiais geológicos contribui para melhor entendimento das características e da ocorrência das diversas classes de solos no estado. À heterogeneidade das classes de solos corresponde uma diversidade em seu potencial de uso, requerendo adequação das práticas de manejo a diversas situações (STRECK, KAMPF, *et al.*, 2008).

Na sequência, serão apresentadas as principais classes de solos, de interesse para o presente estudo, segundo o estudo de levantamento e reconhecimento de Solos do Estado de Santa Catarina (EMBRAPA SOLOS, 2004), no Levantamento Pedológico Exploratório do Rio Grande do Sul (IBGE, 1986) e no Mapa de Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010) contemplando a descrição de suas características gerais, a classificação e aspectos referentes ao potencial de uso dos solos (Desenho VIII.2.5.3-1 – Anexo BB). Ressalta-se que as nomenclaturas utilizadas nesses mapeamentos foram adaptadas, no presente estudo, para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

VIII.2.5.3.1 Argissolos

São solos com evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial (A+E) ao horizonte B; são geralmente profundos a muito profundos, desde bem até imperfeitamente drenados, geralmente de cores avermelhadas ou amareladas; o perfil apresenta uma sequência de horizontes A-Bt-C ou A-E-Bt-C, onde o horizonte Bt é o horizonte diagnóstico B textural. Portanto, esses solos têm tipicamente um perfil com gradiente textural (B/A), onde o horizonte Bt é significativamente mais argiloso que os horizontes A e E, como resultado do processo de lessivagem (eluviação-iluviação) das partículas de argila. Os Argissolos têm argila de atividade baixa ou alta associada com baixa saturação por bases (< 50%) ou caráter alítico (AI extraível ≥ 4 cmol c/kg, saturação por AI $\geq 50\%$ e atividade de argila ≥ 20 cmol c/kg de argila).

Conforme a cor predominante no horizonte B textural, são distinguidos em Argissolos Vermelhos (matiz 2,5YR ou mais vermelho), Argissolos Amarelos (matiz 7,5YR ou mais amarelo), Argissolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Bruno-Acinzentados (cores bruno-escuro ou bruno-avermelhado-escuro no matiz 5YR ou mais amarelo), Argissolos Acinzentados (cores acinzentadas no matiz 7,5YR ou mais amarelo).

Em função das características químicas, os Argissolos são classificados em distróficos (saturação por bases < 50%), eutróficos (saturação por bases $\geq 50\%$), alíticos (AI extraível ≥ 4 cmol c/kg, saturação por AI $\geq 50\%$ e atividade de argila ≥ 20 cmolc/kg de argila) e alumínicos

(Al extraível ≥ 4 cmol c/kg, saturação por Al $\geq 50\%$ e atividade de argila < 20 cmol c/kg de argila).

O grau do incremento de argila no horizonte Bt e a espessura dos horizontes A+E também são critérios para diferenciar os Argissolos: quando o incremento de argila dos horizontes A+E ao Bt é muito grande, tem-se perfis de solos com uma mudança textural abrupta, o que identifica os Argissolos abruptos; quando a espessura dos horizontes A+E excede 100 cm, têm-se os Argissolos espessarênicos; em adição, os perfis abruptos e espessarênicos tendem a mostrar um nítido contraste na coloração dos horizontes: cores pálidas nos horizontes A+E e cores mais “vivas” (avermelhadas ou amareladas) no Bt.

Os Argissolos ocorrem em relevo desde suave ondulado até forte ondulado. Esses solos podem ser originados de diversos tipos de materiais geológicos, tais como basaltos, granitos, arenitos, argilitos e siltitos.

Os Argissolos apresentam ampla diversidade em suas características físicas (cor, drenagem, textura, mudança textural abrupta, declividade) e químicas (baixa fertilidade natural, forte acidez e alta saturação por alumínio) que afeta seu uso agrícola. Cores vermelhas e vermelho-amarelas indicam ambientes com boa drenagem, enquanto cores bruno-acinzentadas e acinzentadas identificam drenagem moderada ou imperfeita, que mantém os solos saturados com água, criando um ambiente anaeróbico temporário prejudicial às plantas. A mudança textural abrupta ou o contato lítico a pouca profundidade acentua as limitações na drenagem natural dos solos e, em associação com a textura arenosa, aumenta a suscetibilidade à erosão.

VIII.2.5.3.2 Cambissolos

Os Cambissolos são solos rasos a profundos, apresentando perfis com sequência de horizontes A-Bi-C ou O-A-Bi-C, onde o horizonte Bi é o horizonte diagnóstico B incipiente. As condições de drenagem desses solos variam de bem a imperfeitamente drenados, dependendo da posição que ocupam na paisagem.

São solos em processo de transformação expresso pelo desenvolvimento de alguma estrutura pedogênica e alteração suficiente para diferenciá-los dos Neossolos, ou apresentam pedogênese (efeitos de processos de ferralitização, eluviação ou gleização etc.) insuficiente para atender aos requisitos de outras classes de solos. Isso torna essa classe de solos muito diversificada em suas propriedades, podendo ser originada de diversos materiais geológicos; muitos Cambissolos ocorrem em relevo ondulado a fortemente ondulado; os valores de saturação por bases e da atividade da fração argila podem ser baixos a altos.

Os Cambissolos são diferenciados pelo acúmulo de material orgânico (MO) no horizonte superficial, identificando os mais ricos em MO como Cambissolos Húmicos com horizonte superficial diagnóstico A húmico. A maioria dos Cambissolos tem teores menores de MO, constituindo os Cambissolos Háplicos, que apresentam horizonte superficial diagnóstico A proeminente ou A moderado; também ocorrem Cambissolos Háplicos com horizonte O hístico, que são intermediários para Organossolos. Os Cambissolos Húmicos são aluminicos (Al trocável ≥ 4 cmol c/kg; saturação por Al $\geq 50\%$), portanto, extremamente ácidos. Já os Cambissolos Háplicos são, geralmente, distróficos (saturação por bases $< 50\%$) ou eutróficos (saturação por bases $\geq 50\%$).

Os Cambissolos Húmicos ocorrem em ambientes onde a alta pluviosidade e as baixas temperaturas favorecem a acumulação da matéria orgânica no solo, onde são originados de riolitos; em consequência, contêm mais quartzo e menos ferro que os Cambissolos Háplicos originados de basalto. Devido ao ambiente lixiviante decorrente da alta pluviosidade, os

Cambissolos Húmicos são de composição caulínica e têm baixa reserva de minerais primários intemperizáveis. Cambissolos Háplicos Distróficos ou Eutróficos ocorrem em qualquer situação de relevo e paisagem nas demais regiões do estado. Destes, os Cambissolos Eutróficos apresentam maior reserva em minerais primários intemperizáveis, bem como presença de argilominerais 2:1 e caulinita na composição da fração argila.

Pelo fato de apresentarem diversas condições de material de origem, clima e relevo, com fertilidade química variável, o uso agrícola dos Cambissolos deve ser avaliado segundo a situação em que ocorrem.

VIII.2.5.3.3 Espodossolos

Esta classe de solo é definida pela presença de horizonte diagnóstico B espódico em sequência a horizonte E (álbico ou não) ou horizonte A, segundo critérios estabelecidos pelo SiBCS (EMBRAPA, 2006). No campo, pode ser identificada pela cor do horizonte espódico, que varia desde cinzenta, de tonalidade escura ou preta, até avermelhada ou amarelada, e pela nítida diferenciação de horizontes. Podem apresentar um horizonte cimentado como fragipã, duripã ou "ortstein" subjacente ao horizonte espódico.

Verifica-se a atuação do processo de perda de compostos de alumínio com ou sem ferro em presença de húmus ácido e conseqüente acumulação desses constituintes em profundidade.

São solos, em geral, moderada a fortemente ácidos, normalmente com saturação por bases baixa (distróficos), podendo ocorrer altos teores de alumínio extraível. A textura é predominantemente arenosa, sendo menos comumente textura média e raramente argilosa (tendente para média ou siltosa) no horizonte B espódico.

Variam de pouco profundos até muito profundos. A drenagem é muito variável, havendo estreita relação entre profundidade, grau de desenvolvimento, endurecimento ou cimentação do horizonte diagnóstico (B espódico) e a drenagem do solo.

São originários, principalmente, de materiais arenoquartzosos, sob condições de clima tropical e subtropical, em relevo plano, suave ondulado ou ondulado. Ocorrem associados a locais de umidade elevada, em áreas de surgente, abaciamentos e depressões, sob os mais diversos tipos de vegetação.

As principais limitações desta classe de solo estão relacionadas a sua textura arenosa, presença de horizonte de impedimento e baixa fertilidade. A presença de horizonte fragipã, duripã ou "ortstein" pode causar impedimento à penetração das raízes e à infiltração de água. Não apresentam normalmente aptidão agrícola, sendo indicados para áreas de conservação ambiental. No entanto, verifica-se que, em algumas áreas, os Espodossolos podem ser utilizados para pastagem. Identificam-se, também, áreas de Espodossolos utilizadas com a cultura de coco.

VIII.2.5.3.4 Gleissolos

Os Gleissolos são solos hidromórficos, pouco profundos, mal a muito maldrenados, de cor acinzentada ou preta, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-Cg ou A-Bg-Cg ou H-Cg ou Ag-Cg, onde os horizontes Ag, Bg e Cg são horizontes diagnósticos glei. Esses solos estão permanente ou periodicamente saturados por água, gerando um ambiente redutor que favorece o processo de gleização, com intensa redução e mobilização dos compostos de ferro; em conseqüência da translocação e/ou remoção do ferro, os Gleissolos apresentam cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas.

Os Gleissolos com horizonte superficial (A ou H) com maior espessura e maior teor de material orgânico (por exemplo: horizonte H hístico, A húmico, A chernozêmico ou A proeminente) são classificados como Gleissolos Melânicos; os que não atendem a esses requisitos são os Gleissolos Háplicos. Os Gleissolos podem ser eutróficos (saturação por bases $\geq 50\%$) ou distróficos (saturação por bases $< 50\%$).

Os Gleissolos ocorrem tipicamente em áreas que favorecem a estagnação da água, gerando ambientes maldrenados. Em maior extensão, são encontrados em várzeas de rios e nas planícies lagunares, geralmente associados aos Planossolos, que ocupam cotas mais elevadas. Em menor extensão, são comuns nas depressões entre coxilhas, onde podem apresentar cobertura superficial com material de solo erodido de cotas superiores.

Gleissolos situados em áreas de nascentes e em pequenas depressões devem ser mantidos como área de preservação permanente. Quando situados em áreas mais extensas de várzeas e planícies lagunares, são solos aptos para cultivo com arroz irrigado e, quando drenados, com culturas anuais.

VIII.2.5.3.5 Neossolos

Os Neossolos são solos rasos ou profundos, apresentando no perfil uma sequência de horizontes AR, A-C, A-C-R, A-Cr-R, O-R ou H-C; podem apresentar horizonte B, desde que tenham insuficiência de requisitos para qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Ou seja, Neossolos não têm horizonte diagnóstico subsuperficial, pois são solos de formação muito recente, que podem ser encontrados nas mais diversas condições de material de origem, relevo e drenagem.

Os Neossolos são distinguidos, conforme as características do material subjacente ao horizonte A, em: (i) Neossolos Litólicos, que apresentam horizonte A ou O assentado diretamente sobre horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais da sua massa constituídos por fragmentos de rocha com diâmetro > 2 mm (cascalhos; calhaus, matacões), com contato lítico (rocha, camada R) dentro de 50 cm da superfície do solo; (ii) Neossolos Regolíticos, que apresentam o horizonte A assentado sobre a rocha totalmente alterada (horizonte C ou Cr) e contato lítico em profundidade maior que 50 cm, admitindo a presença de horizonte Bi com espessura < 10 cm; (iii) Neossolos Flúvicos, que apresentam o horizonte A assentado sobre sedimentos fluviais estratificados e/ou distribuição irregular de C orgânico com a profundidade; (iv) Neossolos Quartzarênicos, que apresentam o horizonte A assentado sobre sedimentos muito arenosos (de textura areia ou areia franca, com teor de argila $\geq 15\%$), constituídos por grãos soltos de quartzo.

Os Neossolos Litólicos e os Neossolos Regolíticos são diferenciados no terceiro nível em: eutróficos, quando apresentam alta saturação por bases ($\geq 50\%$); distróficos, quando a saturação por bases é baixa ($< 50\%$); húmicos, quando têm horizonte diagnóstico A húmico; distro-úmbricos, quando têm saturação por bases baixa ($< 50\%$) e horizonte diagnóstico A proeminente.

Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos são encontrados na Planície Costeira, ocupando os feixes de restingas, frequentemente com recobrimento por areias eólicas (dunas); devido ao ambiente maldrenado, esses solos geralmente apresentam horizonte A escurecido pelo acúmulo de matéria orgânica. Neossolos Quartzarênicos Órticos são típicos de ambientes bem drenados, sendo encontrados na Planície Costeira, nas áreas em processo de arenização, bem como nas várzeas. Neossolos Flúvicos são encontrados nas margens de cursos d'água.

Neossolos Litólicos, devido a sua pouca profundidade efetiva e ocorrência em relevo forte ondulado e montanhoso, apresentam fortes restrições para culturas anuais, devendo ser mantidos sob preservação permanente. Neossolos Regolíticos, em função de sua maior profundidade efetiva, podem ser cultivados mediante práticas intensivas de conservação do solo em áreas com declividade <15%. Neossolos Quartzarênicos Órticos constituem ambientes muito frágeis, altamente suscetíveis à erosão hídrica e eólica; devem ser mantidos sob pastagem sem pastoreio excessivo ou podem ser usados para florestamento. Entretanto, quando expostos pela perda da cobertura vegetal são sujeitos à degradação pelo processo de arenização. Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos, devido a sua má drenagem, devem ser mantidos com pastagem permanente ou florestamento. Neossolos Flúvicos têm uso limitado pelo risco de inundação e devem ser mantidos como área de preservação permanente.

VIII.2.5.3.6 Nitossolos

Os Nitossolos são solos em avançado estágio de intemperização (processo de ferralitização), geralmente profundos, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-B-C, onde o horizonte B tem agregados estruturais bem desenvolvidos, com cerosidade expressiva e gradiente textural menor que 1,5, caracterizando um horizonte diagnóstico B nítico. Esses solos têm certa semelhança com os Latossolos, devido ao pequeno incremento de argila com a profundidade e a transição difusa ou gradual entre os horizontes. Os Nitossolos são, geralmente, argilosos ou muito argilosos, ácidos com CTC baixa (argila de atividade baixa) em decorrência do predomínio de caulinita e óxidos de ferro em sua constituição. O material de origem desses solos compreende rochas efusivas básicas ou ácidas.

Os Nitossolos são distinguidos em: Nitossolos Vermelhos, quando apresentam horizonte B nítico com predomínio de cor vermelha; Nitossolos Brunos, quando predomina a coloração amarelada; os demais constituem os Nitossolos Háplicos. Os Nitossolos Vermelhos distroféricos apresentam baixa saturação por bases (< 50 %) e altos teores de ferro ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \geq 15\%$); os Nitossolos Brunos aluminoféricos têm alto teor de Al^{3+} extraível ($\geq 4 \text{ cmolc/kg}$) e alto teor de óxidos de ferro ($\geq 15\%$), enquanto os distroféricos têm alto teor de ferro e, em comum com os distróficos, têm baixa saturação por bases (< 50%).

VIII.2.5.3.7 Organossolos

Os Organossolos são solos formados por material orgânico (MO) em grau variável de decomposição, acumulado em ambientes muito maldrenados (alagadiços), em processo de paludização. Os Organossolos são identificados pela presença de horizontes diagnósticos H hísticos (espessura $\geq 40 \text{ cm}$ e teor de carbono orgânico $\geq 80 \text{ g/kg}$ ou matéria orgânica $\geq 14\%$). Quando as espessuras dos horizontes hísticos são menores, os solos são classificados como Gleissolos Melânicos ou Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos hísticos.

Os Organossolos são diferenciados no terceiro nível, conforme o grau de decomposição do material orgânico na maior parte dos horizontes até a profundidade de 100 cm; a estimativa é baseada na quantidade de material retido após espremer-se o solo molhado na mão: são fibricos (mais de 2/3 da massa espremida permanecem na mão), hêmicos (entre 2/3 e 1/3 permanecem retidos) ou sápricos (menos de 1/3 permanece retido na mão).

Os Organossolos ocupam áreas permanentemente muito maldrenadas (alagadiços), em depressões e nas proximidades de rios e lagoas. As maiores extensões de Organossolos ocorrem às margens de lagoas na Planície Costeira. Extensões menores de Organossolos podem ser encontradas em alagadiços nas planícies de inundação de rios e nas depressões maldrenadas entre coxilhas.

Os Organossolos, quando drenados e cultivados, estão sujeitos a mudanças significativas em suas características. A mudança é proporcional ao teor de matéria orgânica, por isso, não se recomenda o uso agrícola de Organossolos Háplicos (com teor de MO > 65% por massa). Com a retirada da água pela drenagem, a massa orgânica se contrai, produzindo uma acelerada subsidência (= rebaixamento da superfície) inicial do solo, que pode alcançar até 50% da profundidade do dreno.

A drenagem também incrementa a atividade biológica na decomposição do material orgânico (1 a 5 cm/ano). Isso significa que um Organossolo drenado e cultivado tenderá a desaparecer ao longo do tempo. Uma comparação entre Organossolos Háplicos Hêmicos ou Háplicos Sápricos e Fíbricos mostra que os sápricos, geralmente, apresentam menor teor de MO (ou maior teor de material mineral) e, portanto, têm maior densidade (Ds). Assim, nas mesmas condições de manejo, os Organossolos Háplicos Hêmicos ou Sápricos têm menor taxa de subsidência e maior capacidade de suportar cargas que os Organossolos Háplicos Fíbricos.

VIII.2.5.4 ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA

A área da LT 230 kV Torres 2 – Forquilha tem seus processos pedogenéticos resultantes das formações geológicas e dos processos geomorfológicos de erosão e intemperismo. A partir das observações efetuadas durante o levantamento de campo na AID e ADA, associados ao mapeamento regional do estudo Solos do Estado de Santa Catarina (EMBRAPA SOLOS, 2004), o Levantamento Pedológico Exploratório do Rio Grande do Sul (IBGE, 1986) e o Mapa de Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010) foram identificadas as seguintes unidades pedológicas:

- Argissolo Vermelho-Amarelo;
- Cambissolo Húmico;
- Gleissolo Háplico;
- Neossolo Quartzarênico;
- Nitossolo Vermelho;
- Organossolo Háplico.

Foto VIII.2.5.4-1 – Perfil de Cambissolos Húmicos.
Ponto TF18 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 –
22J 627.921 mE/6.788.564 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.5.4-2 – Gleissolos Háplicos. Ponto TF02 –
Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 643.279
mE/6.818.107 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.5.4-3 – Perfil de Gleissolos Háplicos -
Ponto TF10 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 –
22J 634.643 mE/6.806.051 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.5.4-4 – Gleissolos Háplicos. Ponto TF20 –
Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 631.514
mE/6.784.467 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.5.4-5 – Perfil de Argissolos Vermelho-Amarelos UTM – SIRGAS 2000 – 22J 633.912 mE/6.808.080 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.5.4-6 – Perfil de Argissolos Vermelho-Amarelos. Ponto TF24 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 628.239 mE/6.782.234 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.5.4-7 – Organossolo Háptico. Ponto TF39 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 615.948 mE/6.752.775 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.5.4-8 – Organossolo Háptico. Ponto TF39 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 615.948 mE/6.752.775 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

VIII.2.5.5 CONCLUSÃO

Na Área de Estudo (AE) e ADA do Projeto destacaram-se as seguintes unidades pedológicas: Argissolos, Cambissolos, Espodossolos, Gleissolos, Neossolos, Nitossolos e Organossolos. Os Gleissolos predominam na orla litorânea e às margens de rios sendo, portanto, predominantes na área da LT 230kV Torres 2 – Forquilha. São constituídos por sedimentos recentes, próximos ou às margens dos rios, de materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia em terraços fluviais, lacustres ou marinhos, ou ainda em áreas abaciadas ou depressões do terreno, sob vegetação dos tipos floresta tropical de várzea, floresta subtropical de várzea e campos tropical e subtropical de várzea.

VIII.2.6 SUSCETIBILIDADE A PROCESSOS DE DINÂMICA SUPERFICIAL

VIII.2.6.1 INTRODUÇÃO

Para os solos, a susceptibilidade à erosão é função da declividade e características do terreno, do perfil do solo e das condições climáticas (pluviosidade). Quanto maior a declividade do terreno, maior pluviosidade e menos coesivos os solos, mais susceptível à erosão é a área.

Já para rochas cristalinas, as discontinuidades como juntas, fraturas, juntamente com heterogeneidades como bandamento composicional, constituem os principais parâmetros de avaliação de estabilidade. A estabilidade dos terrenos é, portanto, condicionada às características texturais e estruturais de seus materiais, das condições climáticas locais e da topografia.

Soma-se a esses fatores a ocupação urbana em encostas e/ou várzeas, que transforma os escorregamentos e as inundações nos processos mais importantes dentre as ameaças naturais que podem atingir a região de interesse para o presente estudo. A incidência desses processos decorre, principalmente, da associação de três fatores:

- As características do quadro natural geológico e geomorfológico dos terrenos aqui considerados;
- A expansão urbana acelerada;
- As formas inadequadas de uso e ocupação do solo.

As erosões urbanas promovem situações de risco às comunidades devido ao seu grande poder destrutivo, ameaçando habitações e equipamentos públicos, transformando-se no condicionante mais destacado para a expansão urbana e assentamento de obras de infraestrutura. Por outro lado, os sedimentos produzidos pela “erosão acelerada” provocam assoreamento de cursos d’água e de reservatórios, dentro das áreas urbanas e periurbanas.

Dessa forma, será considerada no presente estudo apenas a potencialidade natural ou susceptibilidade à erosão que, na verdade, expressam diferentes capacidades para o desenvolvimento de processos erosivos; ou seja, a maior ou menor fragilidade dos terrenos para o desenvolvimento de processos erosivos. Não serão consideradas, portanto, as ações e intervenções humanas.

VIII.2.6.2 MÉTODOS DE TRABALHO

A caracterização das da Área de Estudo do empreendimento quanto à ocorrência de processos de dinâmica superficial foi feita tendo como base o Mapa de Geodiversidade do Estado de Santa Catarina (CPRM, 2016) e no Mapa de Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010).

VIII.2.6.3 ÁREA DE ESTUDO (AE)

A potencialidade natural ou susceptibilidade à erosão depende de vários fatores, entre os quais: (i) a intensidade e distribuição das chuvas; (ii) a maior ou menor facilidade dos solos serem erodidos (definidos isoladamente pelos tipos de solos e rochas) e (iii) pelas características topográficas ou o relevo da região de interesse.

Considerando que as chuvas não apresentam grandes diferenças nas áreas dentro da AE do Projeto da LT 230kV Torres 2 - Forquilha, a potencialidade natural dos terrenos à erosão foi definida a partir de dois atributos mais significativos do meio físico:

- Erodibilidade (maior ou menor facilidade de os solos serem erodidos): depende, principalmente, dos tipos de rochas e solos evoluídos a partir destas;
- Formas Básicas de Relevo/Declividades Predominantes: definem as diferentes formas de energia potencial para o desenvolvimento dos processos erosivos e determinam, por sua vez, a intensidade e a concentração das águas que escoam superficialmente.

VIII.2.6.3.1 Erodibilidade

Partindo dos tipos de solo identificados na Área de Estudo projeto, serão apresentadas questões referentes à coesão das partículas e o comportamento destes quando expostos aos processos erosivos (Desenho VIII.2.6.3.1-1 – Anexo CC).

Os tipos Cambissolo possuem horizonte B incipiente, a composição apresenta minerais primários de fácil intemperização, apresenta pouca cerosidade, sua textura varia de pouco arenosa a muito argilosa, este teor de argila se apresenta relativamente uniforme e profundo, dessa forma o gradiente textural é baixo a drenagem do solo ocorre de forma eficiente e acentuada a imperfeita (GUERRA, 2006). A erosão destes solos pode estar relacionada a profundidade, onde os mais rasos tendem a ser mais susceptíveis à erosão que os mais profundos, principalmente quando relacionado a camada impermeável causada pelo substrato rochoso, quando mais próximo a superfície, também estão relacionados a estes eventos o teor de silte, a declividade e o gradiente textural.

Os Argissolos são solos que se formaram a partir do intemperismo de rochas sedimentares, como ocorre em São Paulo devido aos processos de alteração do Arenito Bauru (GUERRA, 2006). Estes solos apresentam horizonte B textural, caracterizado pelo acumulo de argila, devido à iluviação, translocação lateral interna ou mesmo pela própria formação no horizonte. Geralmente apresentam diferença entre os horizontes A e B, pois o primeiro costuma ser mais arenoso e o segundo mais argiloso. Por esta composição física o solo pode apresentar resistência quanto a permeabilidade da água ao longo do perfil e, desta forma, provocando o escoamento superficial e subsuperficial. Devido a esta estrutura morfológica, os solos são mais susceptíveis a erosão, apesar de suas características de agregação e boa estrutura, os horizontes arenosos costumam erodir com maior facilidade que os compostos por sedimentos argilosos.

Os Gleissolos são solos que ocupam planícies aluviais, várzeas e áreas deprimidas, de maneira geral, estes solos se desenvolvem com mais frequência na região sul do Brasil, pois o clima frio favorece a maior concentração de matéria orgânica. Geralmente são solos mal drenados, rasos e podem ser distróficos ou eutróficos, dependendo do material que se desenvolveram. São solos que apresentam horizonte A espesso, igual ou superior a 20 cm de profundidade, com teor de matéria orgânica relativamente alto, caracterizando um horizonte A turfoso, chernozêmico ou húmico. Quanto aos fatores erosivos, esses solos geralmente se desenvolvem em planícies, o que não favorece o escoamento superficial, porém, não apresentando fatores limitantes para a erosão (GUERRA, 2006).

Associados aos Gleissolos estão os Organossolos nos quais possibilitam a adaptação de vegetação de restinga, ao ponto que a vegetação de mangue se adapta ao solo Glei, nos solos orgânicos o predomínio é de vegetação de restinga (EMBRAPA SOLOS, 2004). Este solo se

forma em áreas planas o que não é um determinante para os processos erosivos, que estão mais relacionados aos processos exógenos à erosão, como chuva e solos desprovidos de vegetação.

A susceptibilidade do solo aos processos erosivos da classe dos Neossolos está relacionada à ausência de cobertura vegetal e aos materiais agregadores, como componentes argilosos e de matéria orgânica, expondo este aos agentes erógenos, como a ação da chuva e do vento. Os Nitossolos apresentam alto risco de erosão devido aos relevos acidentados a que estes solos estão associados.

VIII.2.6.3.2 Formas Básicas de Relevos/Declividades Predominantes

O Mapa de Geodiversidade dos Estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul apresentam uma classificação dos Domínios Morfoestruturais e as respectivas Unidades Geomorfológicas quanto a susceptibilidade à processos de dinâmica superficial. A síntese dessas informações está disposta no Quadro VIII.2.6.3.2-1.

Quadro VIII.2.6.3.2-1 – Classificação das Unidades Geomorfológicas quanto à susceptibilidade à processos de dinâmica superficial

Unidade Geomorfológica	Declividade	Amplitude do Topo	Susceptibilidade	Classe
Planícies Fluviais ou Fluvialacustres	0 – 3°	Zero	Terrenos formados por sedimentos inconsolidados com potencial para abatimentos e trincamento de obras, onde os solos apresentam baixa capacidade de suporte. São áreas planas e baixas sujeitas a alagamentos, inundações e cheias sazonais.	1
Planícies Fluviomarinhas	0°	Plano		1
Planícies Costeiras	0 – 5°	Até 20 metros	Terrenos situados na faixa litorânea sujeitos a erosão costeira e eólica pela ação dos ventos causando danos à infraestrutura urbana. A remoção da vegetação das dunas fixas pode levar a remobilização pela ação dos ventos.	2
Dunas Móveis e Fixas	3 – 30°	Até 40 metros		2
Colinas Amplas e Suaves	3 – 10°	20 a 50 metros	Terrenos com predomínio de rochas areníticas e sedimentos areno-siltico-argilosos, com potencial erosivo natural e induzido. Frentes escarpadas com rocha aflorante com potencial de quedas de blocos ou deslocamentos.	3
			Terrenos formados por sedimentos arenosos, siltico-argilosos, calcários e folhelhos. Rochas finamente laminadas que, expostas em taludes de corte, são suscetíveis a desestabilizações e processos erosivos. Podem ocorrer argilominerais expansivos.	4
Colinas Dissecadas e Morros Baixos	5 – 20°	30 a 80 metros	Terrenos formados por sedimentos arenosos, siltico-argilosos, calcários e folhelhos. Rochas finamente laminadas que, expostas em taludes de corte, são suscetíveis a desestabilizações e processos erosivos. Podem ocorrer argilominerais expansivos.	4
Vertentes Recobertas por Depósitos de Encosta	5 – 45°	Variável	Terrenos recobertos por depósitos heterogêneos, arenoargilosos, com fragmentos de rocha. Apresentam frequentemente declividades acentuadas. São áreas sujeitas a movimentos de massas do tipo rastejos, escorregamentos ou corridas.	6

Unidade Geomorfológica	Declividade	Amplitude do Topo	Susceptibilidade	Classe
Morros e Serras Baixas	15 – 35°	80 a 200 metros	Terrenos formados por sedimentos arenosos, sítico-argilosos, calcários e folhelhos. Rochas finamente laminadas que, expostas em taludes de corte, são suscetíveis a desestabilizações e processos erosivos. Podem ocorrer argilominerais expansivos.	4
			Terrenos formados por basaltos, riolitos e riolitos, com predomínio de relevos mais movimentados. Apresentam maior susceptibilidade a movimentos de massa do tipo rastejo, escorregamentos, quedas e corridas.	11
Chapadas e Platôs	0°	0 a 20 m	Terrenos formados por rochas alcalinas, basaltos, riolitos e riolitos, com predomínio de relevos suaves. São suscetíveis a movimentos de massa, principalmente, do tipo rastejo e escorregamentos.	10
Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos	10 - 25°	50 a 200 m	Terrenos com predomínio de rochas areníticas e sedimentos areno-siltico-argilosos, com potencial erosivo natural e induzido. Frentes escarpadas com rocha aflorante com potencial de quedas de blocos ou deslocamentos.	3
			Terrenos formados por sedimentos arenosos, sítico-argilosos, calcários e folhelhos. Rochas finamente laminadas que, expostas em taludes de corte, são suscetíveis a desestabilizações e processos erosivos. Podem ocorrer argilominerais expansivos.	4
			Terrenos formados por basaltos, riolitos e riolitos, com predomínio de relevos mais movimentados. Apresentam maior susceptibilidade a movimentos de massa do tipo rastejo, escorregamentos, quedas e corridas.	11
Domínio Montanhoso	25 - 45°	Acima de 300 m	Terrenos com predomínio de rochas areníticas e sedimentos areno-siltico-argilosos, com potencial erosivo natural e induzido. Frentes escarpadas com rocha aflorante com potencial de quedas de blocos ou deslocamentos.	3
			Terrenos formados por sedimentos arenosos, sítico-argilosos, calcários e folhelhos. Rochas finamente laminadas que, expostas em taludes de corte, são suscetíveis a desestabilizações e processos erosivos. Podem ocorrer argilominerais expansivos.	4
Escarpas Serranas	25 - 45°	Acima de 300 m	Terrenos com predomínio de rochas areníticas e sedimentos areno-siltico-argilosos, com potencial erosivo natural e induzido. Frentes escarpadas com rocha aflorante com potencial de quedas de blocos ou deslocamentos.	3
			Terrenos formados por sedimentos arenosos, sítico-argilosos, calcários e folhelhos. Rochas finamente laminadas que, expostas em taludes de corte, são suscetíveis a desestabilizações e processos erosivos. Podem ocorrer argilominerais expansivos.	4

Unidade Geomorfológica	Declividade	Amplitude do Topo	Susceptibilidade	Classe
			Terrenos formados por basaltos, riolitos e riolitos, com predomínio de relevos mais movimentados. Apresentam maior susceptibilidade a movimentos de massa do tipo rastejo, escorregamentos, quedas e corridas.	11
Planaltos	2 - 5°	20 a 50 m	Terrenos formados por sedimentos arenosos, sítico-argilosos, calcários e folhelhos. Rochas finamente laminadas que, expostas em taludes de corte, são suscetíveis a desestabilizações e processos erosivos. Podem ocorrer argilominerais expansivos.	4
			Terrenos formados por rochas alcalinas, basaltos, riolitos e riolitos, com predomínio de relevos suaves. São suscetíveis a movimentos de massa, principalmente, do tipo rastejo e escorregamentos.	10

Fonte: Adaptado de CPRM (2016).

VIII.2.6.4 ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA

Utilizando-se como referência principal os aspectos de Erodibilidade e Formas Básicas de Relevo apresentados anteriormente, foi possível identificar na ADA a ocorrência dos terrenos ilustrados entre a Foto VIII.2.6.4-1 e Foto VIII.2.6.4-10.

Foto VIII.2.6.4-1 – Terrenos com Susceptibilidade Classe 1 – Organossolos, áreas planas e baixas sujeitas a alagamentos, inundações e cheias sazonais. Ponto TF02 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 643.279 mE/6.818.107 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.6.4-2 – Terrenos com Susceptibilidade Classe 3 – Argissolos, com frentes escarpadas com rocha aflorante com potencial de quedas de blocos ou deslocamentos. Ponto TF09 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 633.912 mE/6.808.080 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.6.4-3 – Terrenos com Susceptibilidade Classe 4 – Gleissolos, rochas finamente laminadas que, expostas em taludes de corte, são suscetíveis a desestabilizações e processos erosivos. Ponto TF10 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 634.643 mE/6.806.051 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.6.4-4 – Terrenos com Susceptibilidade Classe 1 – Gleissolos, áreas planas e baixas sujeitas a alagamentos, inundações e cheias sazonais. Ponto TF15 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 632.741 mE/6.794.244 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.6.4-5 – Terrenos com Susceptibilidade Classe 1 – Organossolos, áreas planas e baixas sujeitas a alagamentos, inundações e cheias sazonais. Ponto TF14 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 639.474 mE/6.798.360 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.6.4-6 – Terrenos com Susceptibilidade Classe 3 – Argissolos, com frentes escarpadas com rocha aflorante com potencial de quedas de blocos ou deslocamentos. Ponto TF24 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 628.239 mE/6.782.234 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.6.4-7 – Terrenos com Susceptibilidade Classe 6 – Cambissolos, terrenos que apresentam frequentemente declividades acentuadas. São áreas sujeitas a movimentos de massas do tipo rastejos, escorregamentos ou corridas. Ponto TF23 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 625.614 mE/6.781.846 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.6.4-8 – Terrenos com Susceptibilidade Classe 3 – Argissolos, com frentes escarpadas com rocha aflorante com potencial de quedas de blocos ou deslocamentos. Ponto TF21 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 621.545 mE/6.781.584 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.6.4-9 – Terrenos com Susceptibilidade Classe 1 – Organossolos, áreas planas e baixas sujeitas a alagamentos, inundações e cheias sazonais. Ponto TF28 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 626.441 mE/6.775.290 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.6.4-10 – Terrenos com Susceptibilidade Classe 4 – Gleissolos, rochas finamente laminadas que, expostas em taludes de corte, são suscetíveis a desestabilizações e processos erosivos. Ponto TF12 – Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 634.022 mE/6.801.189 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

VIII.2.6.5 CONCLUSÃO

A potencialidade natural dos terrenos à erosão dentro da Área de Estudo (AE) e da ADA do Projeto da LT 230kV Torres 2 – Forquilha foi definida a partir de dois atributos mais significativos do meio físico: Erodibilidade (maior ou menor facilidade de os solos serem erodidos) e as Formas Básicas de Relevo/Declividades Predominantes. Esses terrenos podem estar suscetíveis a processos que vão desde a desestabilizações e processos erosivos pontuais até movimentos de massa (rastejos, escorregamentos ou corridas).

VIII.2.7 RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

VIII.2.7.1 INTRODUÇÃO

A ocorrência, o modo de armazenamento e a circulação dos recursos hídricos subterrâneos estão diretamente atrelados às características litológicas e estruturais das unidades geológicas existentes, as quais determinam o potencial hídrico de um determinado aquífero. Dessa forma, o presente item visa elaborar uma caracterização hidrogeológica da Área de Estudo (AE) e ADA do Projeto da LT 230kV Torres 2 - Forquilha.

VIII.2.7.2 MÉTODOS DE TRABALHO

Para a caracterização da Hidrogeologia da Área de Estudo (AE) e ADA, foram utilizados dados do diagnóstico dos sistemas aquíferos regionais, tendo como base as informações presentes na bibliografia disponível, com destaque para o Relatório do Mapa Hidrogeológico do Estado (SANTOS, 1975) de Santa Catarina (CPRM, 2013) e o Relatório do Mapa Hidrogeológico do Estado do Rio Grande do Sul (CPRM, 2005).

VIII.2.7.3 ÁREA DE ESTUDO (AE)

O Estado de Santa Catarina, segundo o Relatório do Mapa Hidrogeológico do Estado de Santa Catarina (CPRM, 2013), é constituído por uma sucessão de unidades hidroestratigráficas que representam todos os domínios geológicos desde o Pré-Cambriano até o Cenozoico. Cada uma apresenta características hidrodinâmicas, hidráulicas e hidroquímicas que permitem diferenciá-las, sendo que muitas delas são captadas simultaneamente pelos poços tubulares.

No Mapa Hidrogeológico (CPRM, 2013) foram determinadas e descritas as seguintes unidades: Embasamento Cristalino, Campo Alegre, Itajaí, Mafra, Rio do Sul, Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta, Teresina, Rio do Rasto, Piramboia, Botucatu, Serra Geral, Alcalinas, Sedimentos Cenozoicos e por fim o Sistema Aquífero Guarani (SAG), que corresponde ao Sistema Botucatu/Piramboia.

Visando um melhor entendimento, a compilação de dados bibliográficos e a análise e interpretação dos dados geológicos, hidrológicos, hidráulicos e hidroquímicos se deu através das zonas aquíferas do Estado de Santa Catarina, tendo sido definidas 16 classes, sendo que 5 delas ocorrem na Área de Estudo do Projeto da LT 230kV Torres 2 - Forquilha. As zonas aquíferas correspondem a partes de uma unidade hidroestratigráfica e/ou o conjunto de duas ou mais unidades hidroestratigráficas com características hidrogeológicas similares, ou seja, todas as unidades podem pertencer a uma ou mais zonas aquíferas de acordo com a sua potencialidade hidrogeológica (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Para o Rio Grande do Sul, o Projeto Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul (CPRM, 2005), subdividiu os aquíferos do estado em 21 sistemas – conforme a porosidade e a potencialidade para ocorrência de águas subterrâneas – classificando-os em seis grupos:

- Grupo 1: Aquíferos com Alta a Média Possibilidade para Águas Subterrâneas em Rochas e Sedimentos com Porosidade Intergranular.
- Grupo 2: Aquíferos com Média a Baixa Possibilidade para Águas Subterrâneas em Rochas e Sedimentos com Porosidade Intergranular.
- Grupo 3: Aquíferos com Alta a Média Possibilidade para Águas Subterrâneas em Rochas com Porosidade por Fraturas.

- Grupo 4: Aquíferos com Média a Baixa Possibilidade para Águas Subterrâneas em Rochas com Porosidade por Fraturas.
- Grupo 5: Aquíferos Limitados de Baixa Possibilidade para Água Subterrânea em Rochas com Porosidade Intergranular ou por Fraturas.
- Grupo 6: Aquíferos Praticamente Improdutivos em Rochas com Porosidade Intergranular ou por Fraturas.

Na Área de Estudo do Projeto da LT 230kV Torres 2 - Forquilha, ocorrem 5 sistemas, pertencentes ao Grupos 1, 2, 4 e 6 (Desenho VIII.2.7.3-1 – Anexo DD), que serão detalhados na sequência.

VIII.2.7.3.1 Hidrogeologia de Santa Catarina

VIII.2.7.3.1.1 Zona dos Aquíferos Sedimentares (As1 e As2)

C. SEDIMENTOS CENOZOICOS

As melhores condições aquíferas desta unidade encontram-se no município de Balneário Barra do Sul. Ali, poços de propriedade da Companhia Catarinense de Saneamento - CASAN com níveis estáticos muito próximos da superfície apresentam vazões que alcançam a 90 m³/h. Um poço com 44 m de profundidade apresentou uma vazão de 65,45 m³/h para um rebaixamento de 13,75m. A capacidade específica de 4,76 m³/h/m indica uma alta potencialidade hidrogeológica. Mais ao norte, no município de Itapoá, a potencialidade diminui e um poço na sede municipal possui capacidade específica da ordem de 2,5 m³/h/m. A facilidade de perfuração dos sedimentos inconsolidados permite a utilização de poços ponteira de pequena profundidade. Eles captam o aquífero livre, com vazões da ordem de 1,5 m³/h, geralmente para consumo doméstico. Com relação à qualidade química, as águas dos poços profundos apresentam baixa salinidade, da ordem de 150 mg/l e pH levemente alcalino.

Em Itapoá nas proximidades da costa um poço profundo apresentou condutividade elétrica de 1.103,00 µS/cm mostrando possível intrusão marinha com mistura das águas do aquífero. O pH também é levemente alcalino e os teores de ferro e gás sulfídrico (H₂S) podem ser elevados. Deve ser considerada, na gestão desses aquíferos, a sua elevada vulnerabilidade, pela sua litologia, níveis de água muito próximos da superfície e sua condição de recarga. É elevado o risco de contaminação pela falta de saneamento ambiental.

Esta potencialidade hidrogeológica proporciona um intensa exploração que coloca em risco suas reservas hídricas, dependentes unicamente das precipitações pluviométricas. O aquífero é altamente vulnerável devido aos níveis de água próximos da superfície e com alto risco de contaminação devido às condições de saneamento das regiões praias. Este aquífero foi estudado em detalhe na região do município de Laguna, pelo fato de participar no abastecimento público dessa cidade.

Trata-se de um aquífero com nível d'água muito próximo da superfície, em geral, menor que 1 metro. Os poços apresentam uma capacidade específica alta, de 6 m³/h/m, podendo fornecer vazões superiores a 30 m³/h. As constantes hidrodinâmicas obtidas do Relatório Técnico do IPT (SANTOS, 1975) indicam valores de transmissividade (T) de 199,7 m²/dia, porosidade eficaz de 4,6 x 10⁻² e condutividade hidráulica (K) de 6,66 m/dia.

As águas deste aquífero apresentam pH de ácido a alcalino (5,5 a 7,7), com predomínio de águas com pH neutro. A dureza varia de 88 mg/l de CaCO₃ a 156,8 mg/l de CaCO₃, portanto de

ligeiramente duras a moderadamente duras. Como consequência, o teor de sólidos totais dissolvidos normalmente é superior a 200 mg/l, sem, no entanto, ultrapassar a 400 mg/l. O ferro sempre está presente em teores muito variáveis, mas na maioria dos poços é maior que 0,3 mg/l, especialmente em pequenas profundidades, quando o aquífero é captado através de ponteiras. Os poços tubulares, entretanto, necessitam tratamento com aeração para a redução dos teores de ferro, para adequação aos padrões de potabilidade.

Um poço perfurado em Laguna com 55m de profundidade, revestido e com seção filtrante apenas na parte correspondente a este aquífero; mostrou uma ótima produtividade, com uma capacidade específica de 19,5 m³/h/m. O nível estático de 1,64m indica que existe recarga através de drenagem do aquífero superior com nível d'água mais próximo da superfície. De acordo com suas características granulométricas e hidrogeológicas, este seria o melhor aquífero da planície costeira, caso sua espessura fosse significativa e a área de ocorrência constante. Este poço atualmente encontra-se desativado devido à presença de água com alto teor e sólidos dissolvidos, provavelmente decorrente da salinização.

O fácies arenoso de praia lagunar, com predomínio de litologias arenosas de granulometria fina a muito fina é a que apresenta melhores condições de captação de água subterrânea. As vazões são altas nos poços profundos, podendo ultrapassar a 40 m³/h, com níveis estáticos entre 0,2 e 2m. O fácies arenoso de fundo lagunar apresenta um comportamento hidrogeológico semelhante, porém, devido às intercalações argilosas com matéria orgânica, ocorrem problemas com relação à qualidade das águas, como teores de ferro total muito superior aos limites recomendáveis e presença de gás sulfídrico (H₂S). A permeabilidade varia de média a baixa. O fácies areno-lamoso de fundo lagunar apresenta um mau comportamento aquífero, inviabilizando a perfuração de poços ponteiras, porque os níveis etáticos ficam muito profundos. Os poços tubulares profundos apresentam uma pequena capacidade específica, devido às intercalações de areia e lamas, com vazões inferiores a 5 m³/h.

As águas do aquífero, relacionado com sedimentos das fácies lagunares, são alcalinas com pH variando de 7,2 a 8,0. Os valores de dureza indicam águas moderadamente a extremamente duras, com valores de 180 a 7.000 mg/l de CaCO₃ e teor de sólidos totais dissolvidos geralmente superior a 400 mg/l.

Os menores valores de sólidos totais dissolvidos estão relacionados com os sedimentos de praia lagunar, com valores de 250 mg/l até próximo a 400 mg/l. Encontram-se teores de sólidos dissolvidos superiores a 14.000 mg/l em regiões de sedimentos lagunares encobertos por deltas intralagunares, devido provavelmente à existência de águas conatas e a dificuldade de circulação das águas, em um meio predominantemente argiloso. Característica deste aquífero é a presença constante de ferro, quase sempre em teores acima de 0,3 mg/l, fora dos padrões de potabilidade. Nos intervalos argilosos associados com matéria orgânica é constante a presença de gás sulfídrico (H₂S).

A barreira marinha corresponde à última fase de deposição das três transgressões e regressões pleistocênicas. Ela estende-se do sul da cidade de Araranguá até a cidade de Garopaba, quase ininterruptamente e com grande área de exposição.

Este sistema aquífero é atualmente o mais explotado na planície costeira. As litologias predominantemente arenosas da barreira marinha mostram em várias seções altitudes bem maiores que aquelas dos sedimentos holocênicos, o nível estático neste caso pode estar profundo e os poços apresentarem menor capacidade específica e vazão.

Daí resultam poços com vazões tão diversas quanto 5 m³/h e 60 m³/h para uma mesma unidade aquífera. As águas deste aquífero possuem pH de 4,4 a 5,5, não se conhecendo

poços com águas alcalinas. Os valores de dureza são baixos, entre 8,9 mg/l e 58,0 mg/l de CaCO₃, com predominância dos valores abaixo de 20 mg/l de CaCO₃. Os valores de sólidos totais dissolvidos estão abaixo de 100 mg/l, sendo raramente ultrapassado esse valor, caso em que o poço pode estar captando também águas de litologias correspondentes aos sedimentos lagunares ou marinhos holocênicos. Os teores de ferro são baixos; entretanto, todos os poços invariavelmente apresentam alguma concentração deste elemento. O fácies químico predominante é de águas cloretadas sódicas, originadas da recarga através de chuvas influenciadas pelos aerossóis marinhos.

VIII.2.7.3.1.2 Zona dos Aquíferos Pouco Produtivos (App)

A. RIO DO SUL

A Unidade Hidroestratigráfica Rio do Sul possui em seu perfil litológico camadas e lentes areníticas que compõem um aquífero poroso intergranular. Essas camadas estão relacionadas com um conjunto predominantemente de granulometria fina, conferindo um caráter confinado ao aquífero, com aumento significativamente de sua produtividade. As capacidades dos poços, no entanto, são muito variáveis, dependendo das condições de sedimentação das litologias e também da estruturação tectônica. Desse modo, as vazões dos poços variam de 1 a 10 m³/h.

Na região sul do Estado, as camadas aquíferas correspondentes às litologias desta unidade resultam em poços que podem produzir entre 4,5 a 45 m³/h, com nível estático que varia de surgente até aproximadamente 13m de profundidade. Este aquífero encontra-se sobreposto ao embasamento cristalino ou ocupando paleovales tectônicos.

Dada à composição litológica predominante de folhelhos e de argilitos, a produção dos poços é mais elevada do que o esperado, supondo-se que o fluxo da água tenha um componente importante através de fraturamento tectônico. A captação por poços nesta unidade hidroestratigráfica deve ocorrer entre profundidades de 80 a 130m.

Esta unidade apresenta algumas restrições com relação à qualidade das águas captadas, tanto nas litologias associadas da unidade Rio Bonito quanto as unicamente da unidade Rio do Sul. As águas que percolam esta unidade possuem um pH que varia de 5,8 a 7,9. Os termos mais alcalinos encontram-se normalmente associados às áreas de sedimentação em paleovales. Os tipos químicos bicarbonatados cálcicos a mistos, com teores de sólidos dissolvidos entre 80 e 360 mg/l, são predominantes. As águas são moles a moderadamente duras. Os teores de ferro encontram-se entre 0,15 e 6 mg/l, em geral acima de 0,5 mg/l, o que exige tratamento para alguns usos. Em alguns poços a água possui pronunciado cheiro de gás sulfídrico (H₂S) derivado da redução dos sulfatos. De um modo geral, entretanto, as águas são potáveis.

B. PALERMO

A constituição litológica, com uma predominância de frações granulométricas muito finas na Unidade Hidroestratigráfica Palermo, não é favorável ao armazenamento e fluxo de águas subterrâneas, tratando-se, portanto, de um aquífero pobre sem água subterrânea significativa.

O exame de perfis geológicos de perfis e sondagens, entretanto, indica que existem distribuídas de modo esparsas, camadas e lentes arenosas nesta unidade. Também existem descontinuidades entre os acamadamentos de rochas de granulometria fina, que funcionam como uma fonte primária de armazenamento. O alto grau de consolidação da litologia propiciou o aparecimento de fraturamentos, fontes secundárias de armazenamento e condutores hidráulicos da recarga natural.

Em áreas onde ela aflora forma um sistema com os arenitos da unidade Rio Bonito. Como a maioria dos poços é aberta, com revestimentos apenas nas porções superiores, ou filtros colocados nos dois aquíferos, torna-se difícil quantificar a contribuição na produção final do poço.

Um poço completado somente na unidade Palermo (Cerâmica Portinari próximo de Criciúma), constituído por siltitos cinza e argilitos esverdeados, apresentou pelo menos três entradas de água. A capacidade específica de 0,26 m³/h/m, o nível estático raso de 6,0m e a vazão de 9,3 m³/h pressupõe a existência de fraturas, pois a produtividade é alta para litologias exclusivamente pelíticas. Poços com boa vazão, entretanto, são exceção nesta unidade hidroestratigráfica.

A pequena quantidade de poços perfurados neste sistema aquífero, não permite uma avaliação precisa da qualidade das águas, especialmente quando existe contribuição de dois aquíferos. Os dados disponíveis indicam uma baixa mineralização, da ordem de 200 a 300 mg/l e problemas relacionados com teores mais elevados de ferro.

C. IRATI

O aquífero que corresponde a esta unidade hidroestratigráfica é de difícil caracterização hidrogeológica, pois se apresenta com uma espessura reduzida que normalmente é captada em conjunto com outras unidades hidroestratigráficas.

O armazenamento e o fluxo das águas se dão através de descontinuidades no acamamento dos siltitos, folhelhos e margas das subunidades Taquaral e Assistência. Devido ao grau de consolidação das litologias, elas foram afetadas por esforços tectônicos que geraram sistemas de fraturas, que atuam como condutores hidráulicos, que podem aumentar substancialmente as vazões obtidas dos poços.

Muito comuns são as intrusões de diabásio, em forma de *sills* e diques fraturados, que eventualmente alcançam a dezenas de metros, contribuindo para o incremento das reservas do aquífero.

Do modo semelhante às condições geomorfológicas de outras unidades gondwânicas, extensas áreas onde ocorre esta unidade em Santa Catarina estão localizadas em encosta de serra, com grande declividade, onde a recarga natural e o armazenamento são insignificantes. Nestas condições esta unidade é considerada como não aquífera, sendo mais propriamente classificada como um aquíclode.

D. SERRA ALTA

O comportamento hidrogeológico desta unidade está intimamente ligado com a sua constituição litológica e também com o seu posicionamento geomorfológico. Desse modo, como essa unidade é predominantemente pelítica, ela é considerada como um aquífero de pouca produtividade, mais propriamente um aquíclode.

Os poucos poços que atravessam unicamente as litologias dessa unidade, entretanto, podem apresentar vazões economicamente viáveis de captação. Isto se deve ao fato dela apresentar uma estratificação onde as descontinuidades podem ser importantes vias de fluxo subterrâneo. A unidade também foi afetada por fraturamentos que contribuem tanto para a recarga natural quanto para a produção de água por poços.

Apesar de ser considerado um aquífero pouco produtivo, poços mostram boas possibilidades aquíferas para essa unidade. No município de Bom Retiro um poço com 136,0 m possui uma vazão de 5,0 m³/h, com um nível estático de 5,20m e uma capacidade específica de 0,3 m³/h/m. No município de Três Barras, o poço com profundidade de 100 m e uma vazão de 8,8 m³/h, possui nível estático de 10,3m e grande rebaixamento que resulta em uma capacidade específica de 0,14 m³/h/m.

Estes valores podem ser considerados como máximos, já que em geral são observados valores mais reduzidos para as capacidades específicas dos poços. Os poucos poços que captam essa unidade na porção aflorante em geral não possuem dados quanto a sua qualidade química, porém os valores de pH são neutros a ácidos e os baixos valores de condutividade elétrica indicam águas de infiltração recente, próprias para todos os usos.

No restante das áreas, tanto de afloramentos como de litologias confinadas, não existe água subterrânea em volume significativo. Essa unidade ocupa extensas áreas de encosta, com grandes declividades, onde apresenta estreita faixa de afloramento na qual somente é possível captar águas de fontes de baixa vazão.

E. BOTUCATU

A Unidade Hidroestratigráfica Botucatu possui uma extensa faixa de afloramentos, onde se assenta diretamente sobre a Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto. Sua área de afloramento é significativa, estando associada ao rebordo da Serra Geral, desde a divisa com o Estado do Rio Grande do Sul ao sul e ao norte com a divisa do Estado do Paraná.

A porção em que suas litologias se encontram confinadas pelas rochas vulcânicas da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral alcança o extremo oeste, sendo limitadas ao norte e ao sul pelos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul. Apesar desta ampla distribuição, em alguns poços não existem registros de litologias dessa unidade, onde então os derrames vulcânicos estão em contato direto com as litologias siltico-arenosas da Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rasto.

Na área estudada as litologias são constituídas por pacote homogêneo de quartzo-arenitos e subarcóseos bimodais, médios a finos, localmente grossos, com grãos arredondados ou subarredondados, com grau de seleção bom a muito bom, maturidade textural variando de maduro a supermaturo, foscas, muito friáveis ou consolidadas.

Localmente podem ocorrer arenitos argilosos, mas sempre com uma porcentagem de material siltico-argilosos inferior a 5%. Apresentam desde cor cinza-avermelhado a rosada e até tons bege e é frequente a presença de cimento silicoso ou ferruginoso, especialmente nas áreas de afloramento, onde mostra formas de relevo bastante típicas. Nas partes mais profundas da unidade a calcita e a dolomita são os cimentos mais abundantes.

Este conjunto de camadas arenosas de coloração predominantemente rosada apresenta variações de espessura entre 50 e 120m nas áreas de afloramento e raramente ultrapassa a 70m de espessura em subsuperfície, sendo bastante variável devido ao relevo deposicional, erosão pré-basalto e tectônica sindeposicional ou erosional. Estes valores podem apresentar variações importantes, com poços perfurados nesta unidade que não formam um sistema com a unidade Piramboia, e casos de ausência de sedimentação ou erosão pósdeposicional.

Por sua alta porosidade, permeabilidade, homogeneidade, continuidade e dimensões, as Unidades Hidroestratigráficas Piramboia e Botucatu constituem um dos maiores sistemas aquíferos do mundo, o Sistema Aquífero Guarani.

F. SERRA GERAL

Em termos hidrogeológicos, estas rochas comportam-se como aquíferos do tipo fraturado em que, tanto a condutividade hidráulica quanto a porosidade, consideradas secundárias, são decorrentes de descontinuidades do tipo fraturamentos, intercalação de zonas amidgdalóides, contatos entre derrames e leitos de paleosolos ou mesmo zonas com intenso intemperismo.

A condição de ocorrência da água subterrânea na Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral é de aquífero livre, pelo menos no caso das primeiras entradas de água, podendo com o avanço da perfuração, desenvolver condições de aquífero confinado, com grande variação nos níveis potenciométricos das fraturas e casos de poços jorrantes. Seu comportamento hidrodinâmico é extremamente variável e depende de aspectos topográficos, geomorfológicos e tectônicos.

A condutividade hidráulica, como parâmetro hidrodinâmico fundamental, é muito variável e de complexa avaliação e previsão, devido ao meio ser normalmente heterogêneo e anisotrópico. Sua expressão regional, tanto em superfície como em profundidade e suas condições de armazenamento e circulação da água lhe conferem propriedades hidrogeológicas diferenciadas e de grande interesse social e econômico.

Apesar de não ser o aquífero com os maiores recursos de água subterrânea, a Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral pode ser considerada como sendo o mais importante aquífero do Estado, haja vista o grande número de poços perfurados, a maior facilidade e economicidade de exploração e os grandes volumes de água extraídas do mesmo.

Dentre os mais importantes trabalhos realizados na região dos derrames basálticos do Estado, destaca-se o projeto PROESC (Projeto Oeste de Santa Catarina) desenvolvido pela CPRM em parceria com a SDM e Epagri. Publicado em 2003, o Projeto foi realizado a partir de estudos multidisciplinares de mapeamento geológico, cadastramento de poços tubulares, estudos hidrológicos, climatológicos e hidroquímicos. A profundidade dos poços tubulares que captam água subterrânea varia entre 24 e 310 m, sendo a profundidade média de 117 m; na maioria dos casos a perfuração da parte alterada é realizada em 8 ou mesmo 10 polegadas com revestimento de aço ou PVC geomecânico em 6 polegadas, com posterior perfuração em rocha fresca também em 6 polegadas. Do ponto de vista de entradas de água, observa-se que:

- 17,20% das entradas ocorrem até 20m de profundidade;
- 70,27% das entradas ocorrem entre 20 e 100m de profundidade;
- 11,06% das entradas ocorrem entre 100 e 150m de profundidade e;
- 1,47% das entradas ocorrem em profundidades superiores a 150m.

Em termos de vazões constata-se que:

- 31,83% possuem vazões inferiores a 1m³/h;
- 19,36% entre 1 e 5 m³/h;
- 18,17% entre 5 e 10 m³/h;
- 21,08% entre 10 e 20 m³/h, e

- 9,56% maiores que 20 m³/h.

Marcado por um forte controle tectônico, com presença de falhas e fraturas com direções principais NE e NW, o aquífero fraturado corresponde ao teto do conjunto litológico que compõe o platô gondwânico, onde em sua porção mais superior, confina os estratos areníticos das Unidades Hidroestratigráficas Botucatu e Piramboia, que formam o Sistema Aquífero Guarani (SAG).

As características aquíferas desta unidade dependem sobremaneira de seu posicionamento estrutural e das características geomorfológicas. Assim, os derrames que ocorrem na encosta superior do platô gondwânico, pelo fato de se posicionarem em local desfavorável ao armazenamento de água, por estarem muito próximo da escarpa, têm importância somente como área de recarga dos aquíferos subjacentes.

Aqueles posicionados na encosta média apresentam linhas de fontes de água, geneticamente relacionadas a contatos entre zonas de disjunção vertical e zonas de disjunção horizontal, constituindo-se em aquíferos suspensos formadores das nascentes de inúmeros cursos d'água. Ocorrem também na forma de soleiras (*sills*) capeando os morros testemunho, sob a forma de diques de diabásio que se intrudem nas rochas sedimentares gondwânicas, principalmente no intervalo estratigráfico correspondente à Formação Irati e sob a forma de soleiras (*sills*) de diabásio.

Consta serem as capacidades específicas muito variáveis, existindo poços não produtivos próximos de outros com excelentes vazões. Predominam poços com capacidades específicas entre 0,5 e 4 m³/h/m, e excepcionalmente se encontram poços com valores superiores a 4 m³/h/m. No caso de suas porções de encosta valem as observações realizadas por Machado (2000), as quais afirmam existirem poucos dados em função de sua pequena utilização.

Do ponto de vista de qualidade, as análises e os estudos hidroquímicos da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral indicam que as condutividades elétricas das águas variam de 40 a mais de 2.000 µS/cm e, por extensão, a salinidade também varia em proporção direta. As áreas de recarga possuem teores de sais totais que raramente ultrapassam a 100 mg/l e as áreas de circulação também possuem baixa salinidade na ordem de 100 a 400 mg/l. Teores salinos mais elevados geralmente indicam mistura com água de aquíferos mais profundos, ligados ao Sistema Aquífero Guarani e mesmo de aquíferos permianos pré-SAG (FREITAS, ECKERT e CAYE, 2003). Variações de temperatura das águas eventualmente podem indicar origens não meteóricas das águas.

A alcalinidade na grande maioria das amostras, apresenta valores inferiores a 200 mg/l de CaCO₃. Os valores de sulfato e de cloreto inserem-se dentro de padrões de potabilidade, superando-os em apenas poços em que houve mistura de águas com aquíferos subjacentes. Quanto aos fluoretos, apenas poucos poços apresentaram teores levemente superiores aos máximos recomendáveis, não podendo ser considerado um risco à saúde pública. Uma pequena parcela de poços apresenta problemas de excesso de ferro, com um máximo de 5,6 mg/l, e concentrações excessivas de manganês, com valores extremos de 5,7 mg/l.

Esta unidade apresenta diferentes tipos químicos de águas, prevalecendo as bicarbonatadas cálcicas seguidas das bicarbonatadas sódicas. Em zonas de maior tempo de residência ou que foram afetadas por mistura de água de outros aquíferos ocorrem fácies químicas clorosulfatadas sódicas.

As nascentes são as principais fontes de captação de água subterrânea nesta unidade hidroestratigráfica. As vazões variam entre 2 e 3 m³/h, com razoável diminuição nos períodos

de baixa precipitação pluviométrica, indicando provável alimentação do aquífero através da chuva e rápida circulação no solo e zona intemperizada. As águas são ácidas a neutras, com teor de sólidos dissolvidos inferior a 40 mg/l.

De maneira geral conclui-se que, em sua grande maioria, as águas subterrâneas captadas nesta unidade aquífera apresentam potabilidade suficiente para suprir demandas domésticas, industriais, agrícolas e outras. Neste sentido não foi percebida nenhum tipo de contaminação que pudesse comprometer o aquífero, a não ser em casos isolados e pontuais com presença de coliformes, associados a deficiências construtivas dos próprios poços como obras civis. Neste sentido é fundamental isolar as primeiras e mais superficiais entradas d'água, mais suscetíveis à contaminação orgânica de superfície.

VIII.2.7.3.1.3 Zona dos Não-Aquíferos (Na_2)

A. TERESINA

Em quase todo o Estado, esta unidade corresponde a um aquífero pouco produtivo ou áreas sem água subterrânea significativa, dificultando a sua caracterização hidrogeológica. Seu comportamento hidrodinâmico e hidráulico, como de outras unidades gondwânicas é regido principalmente pelas descontinuidades entre as camadas, que funcionam como um condutor hidráulico.

Também são importantes os intensos fraturamentos e falhamentos, visíveis em afloramentos, que contribuem significativamente para o aumento da vazão captada nos poços. A recarga natural pela precipitação também está condicionada à existência dessa rede de fraturas.

A água subterrânea desta unidade Teresina também é captada conjuntamente com águas de outras unidades hidroestratigráficas, de modo que além das condições hidrogeológicas as características hidroquímicas não podem ser determinadas com precisão. Nas áreas aflorantes os poucos dados disponíveis indicam pH das águas como neutro a levemente ácido e baixos valores de condutividade elétrica, que demonstram serem águas de pouco tempo de residência, próprias para todos os usos.

No restante do Estado, entretanto, essa unidade está associada com relevos de alta declividade em encostas de serra, com estreita faixa de afloramentos, que resultaram em uma pequena recarga natural e armazenamento. A inviabilidade de captação através de poços tubulares é compensada apenas pela existência de fontes de pequena vazão.

B. RIO DO RASTRO

A Unidade Hidroestratigráfica Rio do Rastro apresenta um comportamento hidrogeológico bastante distinto entre a sua faixa aflorante e as porções confinadas em direção ao centro da bacia. Nas duas situações, entretanto, comporta-se como um aquífero multicamadas, devido às inúmeras intercalações de camadas arenosas com lentes e leitos de siltico-argilosos. A condição de aquífero com fluxo poroso intergranular é quase exclusiva para as porções de maior confinamento, sendo que nas áreas aflorantes, devido ao grau de consolidação dos arenitos, funciona também como um aquífero poroso ampliado por fraturas. Nas áreas aflorantes, seu comportamento hidráulico é de aquífero livre a semiconfinado, por vezes com grandes rebaixamentos nos poços, enquanto nas áreas em que está recoberto pelo Sistema Aquífero Guarani e pelos derrames da unidade Serra Geral, caracteriza-se pelo confinamento e coeficiente de armazenamento diminuto.

Ao norte do Estado já próximo da divisa com o Paraná, apresenta uma grande área de exposição que vai dos municípios de Canoinhas até Porto União. Neste município um poço com 120 metros e vazão captada de 8,8 m³/h, apresentou uma capacidade específica de 0,39 m³/h/m. Estes valores podem ser considerados como significativos das características médias dos poços desta região. Com relação à qualidade das águas, raramente ultrapassam a 150 mg/l de sais totais e o pH varia de ácido à levemente alcalino.

A partir do município de Monte Castelo até São Cristóvão do Sul, a unidade Rio do Rasto ocupa uma posição topográfica desfavorável hidrogeologicamente, com terrenos escarpados e de grande declividade, que dificultam a infiltração e o armazenamento de água no aquífero. Seu aproveitamento se dá exclusivamente através de nascentes.

Do município de São Cristóvão do Sul até próximo de Bom Retiro situa-se uma grande área de exposição da porção aquífera desta unidade, resultante dos esforços tectônicos da intrusão alcalina de Lages e também dos efeitos originados dos processos de levantamento da Serra do Mar. Aí, o aquífero apresenta boas condições de aproveitamento através de poços tubulares de moderada profundidade. A qualidade química das águas é boa para abastecimento público, agrícola e industrial. O teor de sólidos totais (TSD) é variável de 150 a 450 mg/l, o pH de ácido à levemente alcalino. Teores de ferro podem estar acima dos limites da legislação.

Do sul do município de Bom Retiro até a região carbonífera, esta unidade volta a ocupar regiões serranas escarpadas, muito afetadas pelos processos de levantamento da Serra do Mar. Novamente as condições aquíferas são influenciadas pela dificuldade de recarga, reduzido fluxo subterrâneo e escasso armazenamento das águas nas áreas de grande declividade. A altitude do topo da unidade Rio do Rasto atinge de 1.000 a 1.300m, quase integralmente em áreas desabitadas.

Ao sul da região carbonífera até a divisa com o Estado do Rio Grande do Sul, o topo da unidade gradualmente volta a aproximar-se do nível do mar, quando então é capeada por sedimentos cenozoicos marinhos. Esta é a área onde as condições deste aquífero são as melhores no Estado de Santa Catarina. Mesmo ele sendo um aquífero multicamadas, nesta área ele está representado pela porção mais arenosa da subunidade Morro Pelado, sendo que a presença maior ou menor de fraturas pode modificar substancialmente a sua potencialidade. Um poço típico desta unidade foi perfurado na zona urbana de Jacinto Machado, com uma profundidade de 104m. Com uma vazão de 25 m³/h para um rebaixamento de 9 m e capacidade específica de 2,77 m³/h/m, confirma-se esta área entre as de maior potencialidade desta unidade no Estado.

Das áreas de maiores confinamento e profundidade desta unidade, destacam-se poços tubulares profundos que captaram a unidade confinada pelos derrames basálticos e o Sistema Aquífero Guarani. Os poços profundos perfurados em Treze Tílias e São João do Oeste definem as boas características hidráulicas desta unidade em condições de grande confinamento.

No município de Treze Tílias, um poço profundo com 750 m de profundidade atravessou 255 m de litologias desta unidade. Para uma vazão de 95,70 m³/h a capacidade específica foi de 1,70 m³/h/m. Os parâmetros hidrodinâmicos confirmam a condição de aquífero confinado, com valores para o coeficiente de armazenamento de 9,7 x 10⁻⁴, transmissividade de 49,87 m²/dia e condutividade hidráulica de 0,24 m/dia. O poço de São João do Oeste, com profundidade de 1.376 m apresentou vazão de 106,98 m³/h para uma capacidade específica de 1,29 m³/h/m e 101 m de espessura atravessada. Os parâmetros hidrodinâmicos indicam um coeficiente de armazenamento elástico de 3,5 x 10⁻⁴, transmissividade de 39,80 m²/dia e condutividade

hidráulica de 0,37 m/dia. Estes valores podem ser considerados típicos para a unidade e mostram a grande potencialidade hidrogeológica dela.

A qualidade química das águas desta unidade hidroestratigráfica piora com o aumento da profundidade. No poço de Treze Tílias o teor de sais totais variou de 306 a 357 mg/l e o pH de 9,5 a 9,78, indicando alta alcalinidade. As temperaturas variaram de 29,5 a 32,0°C. No poço de São João do Oeste a salinidade variou de 3.834 até 4.425 mg/l e o pH de 7,3 a 7,7, indicando possível mistura de águas de outros aquíferos permianos. A temperatura, devido à grande profundidade do aquífero, alcançou a 50,0°C.

VIII.2.7.3.1.4 Zona dos Aquíferos Fraturados (AF3)

As principais condições hidrogeológicas dessa unidade são de aquífero livre a semiconfinado de extensão regional, com porosidade por fraturamento, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico. A Unidade Hidroestratigráfica predominante é a Serra Geral, já descrita anteriormente.

VIII.2.7.3.2 Hidrogeologia do Rio Grande do Sul

VIII.2.7.3.2.1 Grupo 1: Aquíferos Com Alta A Média Possibilidade Para Águas Subterrâneas Em Rochas E Sedimentos Com Porosidade Intergranular

Esse primeiro grupo de aquíferos porosos com alta a média possibilidades perfaz cerca de 8,8% da área do estado. É composto pelos sistemas aquíferos: Botucatu/ Guará 1; Santa Maria; Quaternário Barreira Marinha; Sedimentos Deltaicos; Quaternário Indiferenciado e o Quaternário Costeiro 1; sendo esse último de interesse ao presente estudo.

A. SISTEMA AQUÍFERO QUATERNÁRIO COSTEIRO 1

O Sistema Aquífero Quaternário Costeiro 1, que ocorre desde o Chuí até Torres, é formado por sedimentos depositados em vários ambientes litorâneos, como barreiras marinhas, lagunar e planície deltaica. Tal diversidade de ambientes de sedimentação deu origem a aquíferos constituídos por areias inconsolidadas de granulometria fina a média, intercalados com siltes, argilas e, localmente, seixos e concheiros de variada procedência.

As capacidades específicas, em geral, são altas, ultrapassando 4 m³/h/m. A recarga ocorre ao longo de toda a superfície aflorante.

Esse sistema aquífero é explorado por um pequeno número de poços tubulares devidamente construídos, com vazões superiores a 100 m³/h e boa qualidade de água para abastecimento público. Entretanto, ainda predomina a exploração por poços-ponteira, que podem chegar aos milhares ao longo da zona litorânea. Essas captações podem interligar águas freáticas geralmente contaminadas por fossas e outros contaminantes com águas de boa qualidade do aquífero subjacente.

Em condições naturais, as águas geralmente apresentam baixa salinidade (STD menores que 400 mg/l), porém, alguns aquíferos podem apresentar águas conatas ou mescladas com águas de origem marinha, aumentando os teores de sais dissolvidos. Elevados teores de ferro e gás sulfídrico também são comuns.

VIII.2.7.3.2.2 Grupo 2: Aquíferos Com Média A Baixa Possibilidade Para Águas Subterrâneas Em Rochas E Sedimentos Com Porosidade Intergranular

Esse grupo é representado pelos sistemas aquíferos Botucatu/Guará 2, Sanga do Cabral/Piramboia, Botucatu/ Piramboia, Palermo/Rio Bonito e Quaternário Costeiro 2; sendo o último deles de interesse para o presente estudo. Juntos, afloram em 11,39% do território do estado.

A. SISTEMA AQUÍFERO QUATERNÁRIO COSTEIRO 2

Esse sistema compreende os aquíferos relacionados aos sedimentos da Planície Costeira em uma área de pouco mais de 9.600 km², desde Santa Vitória do Palmar até Torres, predominantemente na região lagunar interna e junto aos contrafortes da Serra Geral. Compõe-se de uma sucessão de areias finas inconsolidadas, esbranquiçadas e argilas cinza. Geralmente, os primeiros metros são pelíticos e bastante cimentados.

Suas capacidades específicas variam de baixas a médias, entre 0,5 e 1,5 m³/h/m, e os sólidos totais dissolvidos, entre 600 e 2.000 mg/l.

A exemplo do Sistema Aquífero Costeiro 1, são intensamente explorados por ponteiros e poços tubulares. São aquíferos com alta vulnerabilidade natural à contaminação das águas subterrâneas.

VIII.2.7.3.2.3 Grupo 4: Aquíferos Com Média A Baixa Possibilidade Para Águas Subterrâneas Em Rochas Com Porosidade Por Fraturas

Esse grupo é representado pelos sistemas aquíferos Embasamento Cristalino 1 e o Serra Geral 2, de interesse para esse estudo.

A. SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL 2

Esse sistema está presente na porção oeste do estado; no norte, junto ao rio Uruguai; na região central, bordejando a Depressão Periférica; e na região nordeste do Planalto. As litologias predominantes nesse sistema aquífero, que ocupa 84.614,8 km², são riolitos, riolacitos e basaltos.

A capacidade específica geralmente é inferior a 0,5 m³/h/m, embora em áreas mais fraturadas ou com arenitos na base do sistema (região oeste do estado) possa alcançar valores superiores a 2,0 m³/h/m.

Os sais dissolvidos, de modo geral, apresentam valores inferiores a 250 mg/l. Altos valores de pH, salinidade e teores de sódio podem ser encontrados nas áreas influenciadas por descargas ascendentes do Sistema Aquífero Guarani.

São aquíferos muito utilizados para abastecimento público e industrial. Por possuírem pouca espessura de solo e manto de alteração, em áreas muito fraturadas apresentam alta vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas.

VIII.2.7.3.2.4 Grupo 6: Aquíferos Praticamente Improdutivos Em Rochas Com Porosidade Intergranular Ou Por Fraturas

Esse grupo, que abrange uma área de 20.693,4 km², representa os piores reservatórios de água subterrânea do estado e é constituído pelos sistemas aquíferos Basalto/Botucatu,

Aquicludes Eopaleozoicos, Embasamento Cristalino 3, e aqueles que ocorrem na área do presente estudo, Botucatu e Serra Geral 3.

A. SISTEMA AQUÍFERO BOTUCATU

Esse sistema aquífero localiza-se em cotas topográficas altas e com morfologia escarpada, principalmente na região central do estado, próximo às bordas escarpadas do planalto basáltico. Compreende arenitos de granulometria média a fina, endurecidos por cimento ferruginoso ou silicoso. Devido à sua condição topoestrutural e à forte cimentação, comportam-se como péssimos armazenadores de água subterrânea.

B. SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL 3

O Sistema Aquífero Serra Geral 3, formado por riodacitos e basaltos, encontra-se nas porções mais elevadas dos derrames da unidade hidroestratigráfica Serra Geral, na região nordeste do estado, e em morros isolados de áreas muito dissecadas, no noroeste do estado. Os poços possuem vazões específicas muito baixas ou são secos. As águas, quando presentes, têm baixa salinidade.

VIII.2.7.4 ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA

Utilizando como referência o Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina (CPRM, 2013) e o Mapa Hidrogeológico do Estado do Rio Grande do Sul (CPRM, 2005), foram obtidos os dados sobre a hidrogeologia da ADA. Segundo este mapa, observa-se que, no estado do Rio Grande do Sul, a ADA contempla o Sistema Aquífero Quaternário 2, descrito anteriormente.

No estado de Santa Catarina, a ADA do Projeto da LT 230kV Torres 2 - Forquilha contempla, basicamente, três unidades hidrogeológicas, sendo elas: Aquíferos Sedimentares Cenozoicos Continentais (as1) e Litorâneos (as2) e não-aquíferos (na_2). O Quadro VIII.2.7.4-1 consolida as informações hidrogeológicas básicas dessas três unidades hidrogeológicas.

Quadro VIII.2.7.4-1 – Informações Hidrogeológica das unidades incidentes na ADA do Projeto

Caracterização Hidrogeológica	Zonas Aquíferas		
	As1	As2	Na_2
Litologias, dimensões e/ou feições estruturais	Os sedimentos marinhos e costeiros são representados por sucessões de camadas arenosas, pouco ou não consolidadas. As espessuras podem ultrapassar 40 metros. Os sedimentos, de área de influência de maré nos mangues possuem muita matéria orgânica, existindo áreas com lentes de turfa e argila.	Sedimentos continentais de origem aluvial e fluvial, localmente com algum sedimento marinho intercalado. Compreendem matacões, seixos, areias, siltes e argilas, geralmente inconsolidados. Recobrem rochas intemperizadas do embasamento.	Sucessão de formações geológicas predominantemente pelíticas, com níveis de folhelhos, argilitos, calcários e camadas de arenitos endurecidos que propiciam a formação de escarpas em terreno de grande declividade, associados a extensas áreas capeadas por rochas basálticas. Áreas de ocorrência de rochas vulcânicas alcalinas.
Unidades Hidroestratigráficas	Predominantemente a Unidade Hidroestratigráfica Cenozoico correspondente a Sistemas Aquíferos Cenozoicos Litorâneos.	Predominantemente a Unidade Hidroestratigráfica Cenozoico correspondente a Sistemas Aquíferos Cenozoicos Continentais associados a Sistemas Marinhos.	Unidades Hidroestratigráficas Teresina, Rio do Rastro e Botucatu (capeadas no topo por derrames vulcânicos).
Condições	Aquífero livre de extensão	Aquífero livre sobre aquíferos de	Aquitardos, aquícludes e

Caracterização Hidrogeológica	Zonas Aquíferas		
	As1	As2	Na_2
Hidrogeológicas	regional, com porosidade intergranular, contínuo, homogêneo e isotrópico.	menor permeabilidade, de extensão regional, com porosidade intergranular, contínua, homogêneo e anisotrópico.	aquíferos. Raramente ocorrem aquíferos localizados restritos a zonas fraturadas.
Condições Morfológicas	Os terrenos ocupados por esta zona aquífera estão relacionados com a sedimentação marinha e em alguns casos, remobilização eólica em barreiras, caracterizando-se por constituírem-se em planícies com altitude média de 10 metros (no caso de barreiras marinhas até 30 metros).	Esta zona aquífera relaciona-se com sedimentações cenozoicas, de origem predominantemente continental, com influência marinha. Constituem-se em planícies com componentes aluviais e colúviais com altitudes geralmente abaixo de 20 metros.	Caracteriza-se pelas litologias vulcânicas que capeando as rochas sedimentares gondwânicas apresentam alto grau de dissecação em terrenos com altitudes que variam de 400 a 1.400 metros. Também se relaciona com o relevo produzido pelas intrusões de rochas alcalinas.
Vazões Prováveis e Variação do Nível Estático (NE)	As vazões captadas em poços bem construídos variam entre 20,0 e 90,0 m ³ /h. Os níveis estáticos são próximos da superfície e variam geralmente entre 2,0 e 4,0 metros	As vazões captadas por poços tubulares e ponteiros variam entre 1,0 e 3,0 m ³ /h. Os níveis estáticos são próximos da superfície e variam geralmente entre 2,0 e 4,0 metros.	Zona aquífera desfavorável para poços tubulares profundos. O aproveitamento se dá por captação de fontes.
Qualidade da Água TSD – Totais de Solos Dissolvidos	Esta zona aquífera caracteriza-se por apresentar água com qualidade química boa para todos os fins: abastecimento doméstico e público, agrícola e industrial. O valor de TSD geralmente é menor do que 100 mg/l. Localmente pode apresentar teores de ferro e manganês acima das normas de potabilidade.	A qualidade é boa para todos os fins e o valor de TSD geralmente é menor do que 200 mg/l, porém pode aumentar quando captado simultaneamente com outros aquíferos. Eventualmente pode apresentar teores de ferro e manganês acima das normas de potabilidade.	Esta zona caracteriza-se pela grande ocorrência de fontes, apresentando águas relacionadas com a infiltração recente de precipitações. A qualidade química é boa e o TSD não ultrapassa a 50 mg/l.
Tipos de Obras de Captação e Profundidade Estimada (m)	São aconselhados poços tubulares profundos, com profundidades da ordem de 60 metros. Baixas vazões podem ser obtidas através de poços ponteira, porém com o risco de captação de águas poluídas.	São aconselhados poços tubulares profundos, com profundidades da ordem de 120 metros, visando captar simultaneamente aquíferos do embasamento cristalino. Baixas vazões podem ser obtidas através de poços ponteira, porém com o risco de captação de águas poluídas.	As áreas de litologias predominantemente políticas e a morfologia característica de rebordo da serra, com vertentes íngremes e presença de escarpas nas porções mais arenosas desaconselham a perfuração de poços tubulares profundos, existindo a possibilidade de aproveitamento de fontes.
Importância Hidrogeológica Local	Os aquíferos proporcionam boas vazões e água dentro dos limites de potabilidade. Ocupam as planícies costeiras e litorâneas, que exigem grandes volumes de água para abastecer cidades e balneários, o que lhes confere grande	Apesar de menos produtivos, os aquíferos que ocupam áreas relacionadas com a região urbana de Joinville apresentam grande importância hidrogeológica local. Na porção sul, plana e de vocação agrícola.	Aquitardos e aquícludes, raramente aquíferos localizados de pequena produtividade, que ocupam áreas escassamente povoadas em encostas de serra, o que caracteriza uma zona de pequena importância hidrogeológica local.
Vulnerabilidade e Risco à Contaminação	Aquíferos porosos e praticamente inconsolidados são extremamente vulneráveis. Possuem alto risco de contaminação por esgotos por falta de saneamento	Aquíferos porosos e praticamente inconsolidados apresentam-se muito vulneráveis. Possuem alto risco à contaminação por esgotos, pela falta de saneamento ambiental e adubos, pesticidas,	Áreas praticamente sem aquíferos, representadas por litologias gondwânicas muito litificadas e derrames vulcânicos pouco fraturados associados a arenitos endurecidos, com baixa vulnerabilidade. Devido à

Caracterização Hidrogeológica	Zonas Aquíferas		
	As1	As2	Na_2
	ambiental.	herbicidas, etc., nas áreas agrícolas.	geomorfologia desfavorável, as áreas escassamente povoadas não apresentam risco de contaminação.

Fonte: Adaptado de (CPRM, 2013)

VIII.2.7.5 CONCLUSÃO

A Área de Estudo (AE) e a ADA do empreendimento englobam 5 das 16 zonas aquíferas do Estado de Santa Catarina: Aquíferos Sedimentares Cenozoicos (Continentais e Litorâneos), Aquíferos Pouco Produtivos e Não-Aquíferos. As melhores condições de ocorrência de água subterrânea estão nos aquíferos associados com os sedimentos cenozoicos litorâneos. As piores condições de ocorrência de água subterrânea estão nas áreas de embasamento cristalino, rochas sedimentares eo-paleozóicas e de algumas formações permianas em condições topo-estruturais desfavoráveis.

No Rio Grande do Sul, a Área de Estudo (AE) e a ADA englobam 5 sistemas aquíferos (Quaternário Costeiro 1 e 2, Serra Geral 2 e 3 e Botucatu). As melhores condições de ocorrência de água subterrânea estão nos aquíferos associados com os sedimentos cenozoicos litorâneos. As piores condições de ocorrência de água subterrânea estão nas áreas de embasamento cristalino.

VIII.2.8 RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E QUALIDADE DAS ÁGUAS

VIII.2.8.1 INTRODUÇÃO

A Área de Estudo do Projeto da LT 230kV Torres 2 - Forquilha está situada na Região Hidrográfica do Extremo Sul Catarinense, em 2 das 23 Bacias nas quais está subdividido o estado de Santa Catarina, a saber: Mampituba e Araranguá. Vale salientar que a porção da Bacia do Mampituba, no estado do Rio Grande do Sul, também está contemplada na Área de Estudo do Projeto (Desenho VIII.2.8-1 – Anexo EE).

A Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba possui uma superfície aproximada de 716,5 Km², englobando totalmente os municípios de Mampituba e Morrinhos do Sul, além de parte dos municípios de Cambará do Sul, Dom Pedro de Alcântara, Torres, Três Cachoeiras, Três Forquilhas e São Francisco de Paula. O baixo curso deste rio serve de limite político entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A bacia de drenagem apresenta área de 1.224 km², apresentando estruturas lineares na região mais a montante e meandros abandonados ou em processo de abandono junto a foz do rio (REGINATO, 1996).

A Bacia do Rio Araranguá apresenta uma área de drenagem de 3.020 km², uma densidade de drenagem de 1,95km/km², sendo de 5.021km o comprimento de seus cursos d'água. Como as demais bacias de vertente atlântica, a do Araranguá tem suas nascentes localizadas junto à Serra Geral, tendo como formadores os rios Itoupava e Mãe Luzia. A bacia abrange total ou parcialmente os municípios de Criciúma, Treviso, Cocal do Sul, Içara, Nova Veneza, Forquilha, Maracajá, Araranguá, Arroio do Silva, Meleiro, Turvo, Ermo, Jacinto Machado, Morro Grande e Timbé do Sul.

VIII.2.8.2 MÉTODOS DE TRABALHO

Para a caracterização dos Recursos Hídricos Superficiais e da Qualidade da Água da AII foram utilizados dados do Plano de Bacia do Rio Araranguá (COMITÊ DO ARARANGUÁ, 2011). Ressalta-se que a Bacia do Mampituba será descrita com menor riqueza de detalhes, haja visto a escassa bibliografia disponível.

A caracterização dos Recursos Hídricos da ADA foi realizada pela identificação e mapeamento das principais drenagens e corpos d'água observados durante a campanha de coleta de dados primários.

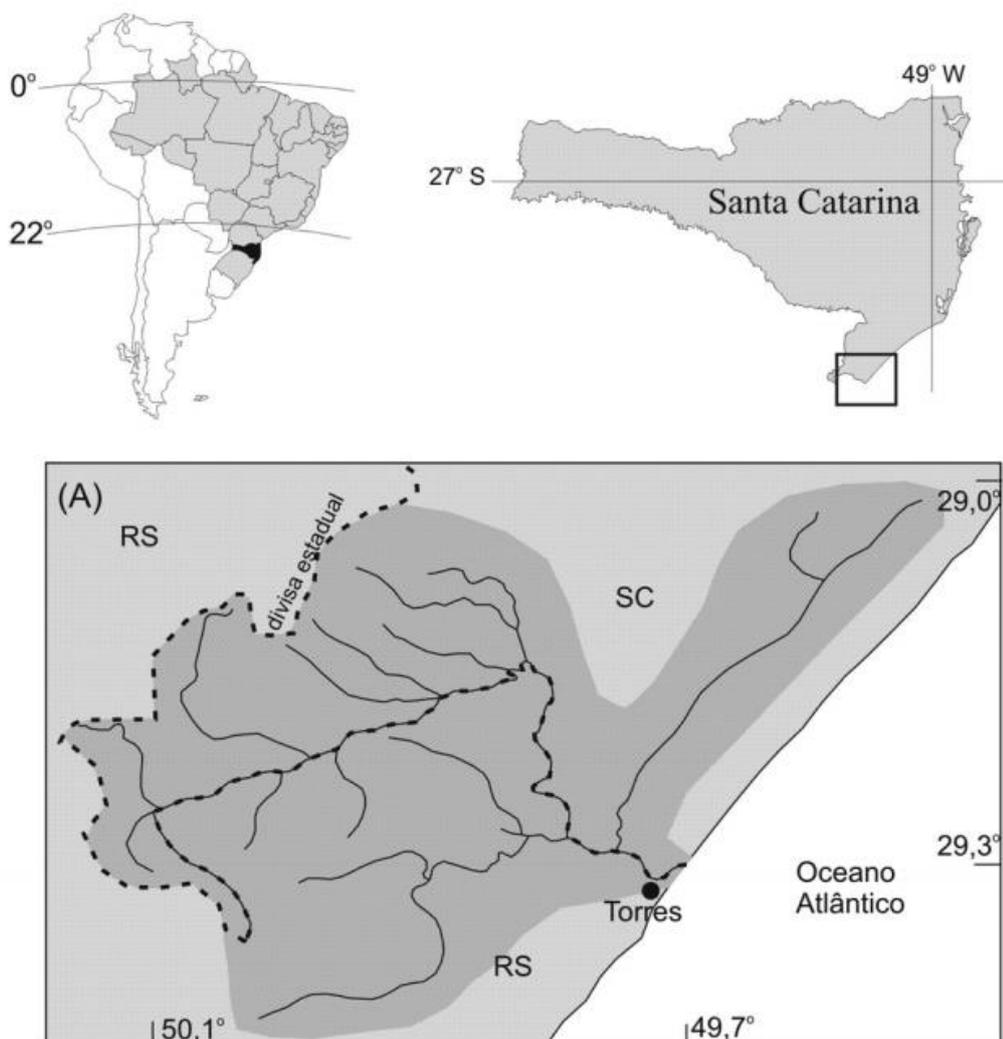
VIII.2.8.3 ÁREA DE ESTUDO (AE)

VIII.2.8.3.1 Bacia do Rio Mampituba

A bacia hidrográfica do Rio Mampituba situa-se a nordeste do estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas de 29°11' a 29°26' de latitude Sul; e 49°42' a 50°12' de longitude Oeste; e no extremo sul de Santa Catarina, pertencendo neste estado, à região hidrográfica RH-10, da qual fazem parte também os rios Araranguá e Urussanga (Figura VIII.2.8.3.1-1). Abrange as províncias geomorfológicas do Planalto Meridional e da Planície Costeira.

O nome Mampituba é de origem tupi e significa rio de muitas curvas ou serpentes (cobras chatas). O Rio Mampituba nasce na região da Serra Geral com o nome de Arroio Josafá e escoar entre os itaimbés da Serra Pedra Branca até chegar à curva com a Serra do Faxinalzinho. A partir daí, ganha o nome de Roça da Estância até o afluente do Rio Pavão em direção ao rumo norte, passando então a denominar-se Rio da Praia Grande, que conserva até banhar a vila desse mesmo nome. Na Vila de Praia Grande bifurca em direção NNE em um braço denominado Canoa e em um segundo para SE, o Rio Verde que, apesar de menor vazão de águas é o que continua demarcando o limite interestadual. O Rio Verde banha a vila de Pirataba que pertence ao estado do Rio Grande do Sul. Na junção com o outro braço, o Rio Canoa recebe o nome de Mampituba. Assim, após percorrer 62 km desde a sua nascente, desemboca no Oceano Atlântico junto ao município de Torres. A declividade média do talvegue principal é de 0,7% (INÁCIO, 2004).

Figura VIII.2.8.3.1-1 – Localização da Bacia do Rio Mampituba, com destaque para o seu baixo curso



Fonte: Adaptado de D'AQUINO et. al., (2011).

A área da bacia de drenagem do Rio Mampituba tem cerca de 1.224 km² e, em sua fase final, já inserido em terrenos sedimentares quaternários e aluvionares da Planície Costeira, é caracterizado por um regime fluvial meandrante, de baixa energia, drenando áreas associadas aos terraços lagunares dos Sistemas de Laguna-Barreira III e IV (FIGUEIREDO, 2005). A vazão média nas proximidades da foz é de 19,57 m³/s ou 1.222 mm/ano (medida próximo à rodovia BR 101, após a confluência com o Rio do Sertão, área: 505 km²). A descarga específica média (vazão média/ área) é de 0,038 m³/s/km² ou 38,78 l/s/km² (SEMA, 2002). A foz do Rio Mampituba foi protegida do assoreamento pelos molhes de aproximadamente 200 metros de extensão, construídos em 1968.

Na região da foz, o rio Mampituba pode ser caracterizado como um estuário, conforme Guerra (1997), ou seja, as porções finais de um rio sujeitas aos efeitos das marés. Assim, o estuário de um rio é a parte vizinha da costa invadida pelas marés, correntes e vagas. No Mampituba, estes efeitos de maré são sofridos alguns quilômetros a montante da foz, uma vez que em maré alta ocorre uma inversão do fluxo de água em boa parte de seu percurso, causando entrada de água salgada do oceano para o rio.

O Rio Mampituba é considerado como um rio de 3ª ordem (STRAHLER, 1952), sendo, portanto, um rio de pequeno porte. Devido ao grande lançamento de efluentes domésticos in natura, ricos principalmente em coliformes fecais, as águas do rio encontram-se com a sua qualidade grandemente comprometida (SOARES, 1995).

Apesar disso, é um rio fartamente piscoso e sustenta uma expressiva colônia de pescadores, cuja sede está baseada em Passo de Torres. Ambas as margens dos rios são densamente habitadas (INÁCIO, 2004)). Soares (2007) destacou alguns problemas encontrados na bacia do Rio Mampituba relacionados a conflitos de uso, áreas críticas e estratégias a serem adotadas na gestão da mesma (Quadro VIII.2.8.3.1-1).

Quadro VIII.2.8.3.1-1 – Conflitos e estratégias na gestão da bacia do Rio Mampituba

Conflitos	Área Crítica	Impactos	Estratégias
Lançamento de esgoto	Baixo vale do Rio Mampituba	Contaminação das águas com coliformes fecais e totais; Comprometimento da balneabilidade	Tratamento de esgoto; Licenciamento Ambiental; Reconversão do espaço agrário;
Orizicultura	Curso médio e inferior do Rio Mampituba	Drenagem de banhados; Redução da mata-ciliar; Perda diversidade biológica; Riscos de contaminação por agroquímicos.	Recuperação de banhados e reposição de mata ciliar; Reconversão da lavoura de arroz; Participação do comitê de Bacia
Bananicultura	Encostas da Serra Geral	Contaminação por agroquímicos; Redução da Biodiversidade.	Zoneamento agroecológico; Reposição de espécies nativas; Reconversão da lavoura de bananas.

Fonte: (SOARES, 2007).

VIII.2.8.3.2 Bacia do Rio Araranguá

A bacia do rio Araranguá encontra-se localizada no sul do estado de Santa Catarina entre os paralelos 28°30' e 29°20' divisa com o Rio Grande do Sul e entre os meridianos 49°15'S e 50°W de Greenwich. Faz parte do sistema da vertente atlântica e compõe, juntamente com as bacias dos rios Urussanga e Mampituba, a Região Hidrográfica do Extremo Sul Catarinense.

A bacia do rio Araranguá apresenta uma área de drenagem de 3.020 km², uma densidade de drenagem de 1,95 km/km², sendo de 5.021 km o comprimento de seus cursos d'água. Como as demais bacias da vertente atlântica, a do Araranguá tem suas nascentes localizadas junto à Serra Geral, tendo como formadores os rios Itoupava e Mãe Luzia. Segundo dados do Dnaee, a bacia do Araranguá apresenta seus índices máximos de vazão no período de fevereiro a março. As vazões mínimas ocorrem no período de novembro a janeiro.

Outro aspecto a ser considerado, face à sua importância socioeconômica, é o sistema lagunar existente na bacia do Araranguá, composto por uma série de lagoas, cabendo destaque às seguintes: Caverá, Esteves, Faxinal, Mãe Luzia, Serra, Bicho e Rincão.

A bacia apresenta uma grande diversidade de atividades. Nela são encontradas áreas de mineração a céu-aberto e minas de subsolo, indústrias de cerâmicas de revestimento e estrutural, de vestuário, de metal-mecânica, curtumes e grandes áreas agricultáveis, onde desenvolve-se principalmente a cultura de arroz-irrigado, entre outras atividades.

Cerca de 15 dos cursos d'água mais importantes compõem o sistema hídrico da bacia, quais sejam: Mãe Luzia, Itoupava, dos Porcos, Amola Faca, Jundiá, Cachorrinho, Engenho Velho, Figueira, Rocinha, Manoel Alves, Sanga do Coqueiro, Turvo, Sangão, Fiorita e São Bento.

VIII.2.8.3.2.1 Parâmetros da Bacia e Mesobacias

Quadro VIII.2.8.3.2.1-1 – Parâmetros das Mesobacias que compõem a Bacia do Rio Araranguá

Bacia/Mesobacias	Área (km ²)	Perímetro (km)	Comprimento Axial (km)	Comprimento do curso d'água (km)	Distância mais curta entre a nascente e desembocadura (km)
Rio Araranguá	3.039,0	312,25	93,36	93,33	49,85
Rio dos Porcos	199,0	61,69	40,44	40,30	18,07
Rio Mãe Luzia	1.501,0	191,34	93,36	93,33	49,85
Rio Itoupava	1.180,0	197,19	41,51	68,95	50,13
Foz do Rio Araranguá	159,0	73,74	28,06	28,76	17,94

Fonte: (COMITÊ DO ARARANGUÁ, 2011).

VIII.2.8.3.2.2 Disponibilidade Quantitativa das Águas superficiais

A. VAZÕES MÍNIMAS

A.1. VAZÃO Q₉₀ NA BACIA DO RIO ARARANGUÁ

A vazão Q₉₀ refere-se à quantidade de água disponível no rio em 90% do tempo. Isso significa que em apenas 10% do tempo há possibilidade de a demanda não ser atendida.

No alto vale dos rios Mãe Luzia e Sangão, alto e médio vale do rio Manuel Alves e em todo o percurso dos rios São Bento e do Cedro, a vazão em 90% do tempo varia de 4,34 a 927,95 l/s. No alto vale do rio dos Porcos, alto e médio vale dos rios Águas Brancas e Amola Faca, bem como no baixo vale do rio Manuel Alves, em função das altitudes mais baixas, a vazão aumenta e sua variação ocorre entre 1.166,01 e 2.444,14 l/s.

Em todo o percurso do rio da Pedra, médio vale do rio Mãe Luzia, médio e baixo vale do rio dos Porcos, a vazão varia entre 3.261,08 a 5.191,03 l/s, em função dos rios correrem nas planícies. No rio Itoupava a vazão varia entre 6.097,04 e 7.047,82 l/s. No baixo vale do rio Mãe Luzia a vazão varia entre 9.078,20 e 12.563,21 l/s.

O rio Araranguá, a partir da confluência dos rios Mãe Luzia e Itoupava apresenta vazão de 19.838,12 l/s. A partir de sua confluência com o rio dos Porcos, o rio Araranguá, já próximo à foz, passa a apresentar a sua maior vazão, de 27.162,11 l/s.

A.2. VAZÃO Q_{95} NA BACIA DO RIO ARARANGUÁ

A vazão Q_{95} refere-se à quantidade de água disponível no rio em 95% do tempo. Isso significa que em apenas 5% do tempo há possibilidade de a demanda não ser atendida.

No alto vale dos rios Mãe Luzia, São Bento e do Cedro, ou seja, áreas de nascentes destes rios, bem como em afluentes dos rios Manuel Alves e Itoupava a vazão em 95% do tempo varia de 2,82 a 130,06 l/s. Em todo o percurso dos rios Águas Brancas, Amola Faca e Manuel Alves, médio e baixo vale do rio do Cedro, alto vale do rio Sangão e baixo vale do rio São Bento, a vazão aumenta e varia entre 172,36 e 1.191,09 l/s.

No alto vale do rio dos Porcos, a vazão apresenta-se mais elevada, entre 1.470,49 e 1.588,69 l/s. Em todo o percurso do rio da Pedra, médio vale do rio Mãe Luzia, médio e baixo vale do rio dos Porcos e rio Itoupava, em área de relevo mais suave, a vazão varia entre 2.119,70 e 4.581,08 l/s. No baixo vale do rio Mãe Luzia, próximo à confluência com o rio Itoupava, a vazão aumenta e varia entre 5.900,83 e 8.166,09 l/s.

O rio Araranguá, a partir da confluência dos rios Mãe Luzia e Itoupava apresenta vazão de 12.894,78 l/s. A partir de sua confluência com o rio dos Porcos, o rio Araranguá, próximo à foz, passa a apresentar vazão de 17.655,37 l/s.

A.3. VAZÃO Q_{98} NA BACIA DO RIO ARARANGUÁ

A vazão Q_{98} refere-se à quantidade de água disponível no rio em 98% do tempo. Isso significa que em apenas 2% do tempo há possibilidade de a demanda não ser atendida.

No alto vale dos rios Mãe Luzia, São Bento e do Cedro, ou seja, áreas de nascentes destes rios, bem como em afluentes dos rios Manuel Alves e Itoupava a vazão em 98% do tempo varia de 1,74 a 80,04 l/s. Em todo o percurso dos rios Águas Brancas, Amola Faca e Manuel Alves, médio e baixo vale do rio do Cedro, alto vale do rio Sangão e baixo vale do rio São Bento, a vazão varia entre 106,07 e 732,98 l/s.

No alto vale do rio dos Porcos a vazão varia entre 904,91 e 977,65 l/s. Em todo o percurso do rio da Pedra, médio vale do rio Mãe Luzia, médio e baixo vale do rio dos Porcos, e rio Itoupava a vazão varia entre 1.304,43 e 2.819,13 l/s. No baixo vale do rio Mãe Luzia, a vazão varia entre 3.631,28 e 5.025,29 l/s.

O rio Araranguá, a partir da confluência dos rios Mãe Luzia e Itoupava apresenta vazão de 7.935,25 l/s. A partir de sua confluência com o rio dos Porcos, o rio Araranguá passa a apresentar a sua maior vazão, de 10.864,85 l/s.

A.4. VAZÃO $Q_{7,10}$ NA BACIA DO RIO ARARANGUÁ

A vazão $Q_{7,10}$ refere-se à quantidade mínima de água disponível no rio durante 7 dias consecutivos num período de 10 anos de retorno. Ou seja, esta vazão corresponde a quantidade mínima de água que estará disponível no rio durante um período de 7 dias consecutivos a cada 10 anos.

A menor vazão estimada num período de 7 dias consecutivos num intervalo de retorno de 10 anos varia entre 0,09 e 54,67 l/s. Esse valor é encontrado no alto vale dos rios Mãe Luzia e do Cedro; bem como em todo o percurso do rio São Bento/Guarapari; e afluentes dos rios Manuel Alves e Itoupava. Em todo o percurso dos rios Águas Brancas, Amola Faca e Manuel Alves;

médio e baixo vale do rio do Cedro; e alto vale do rio Sangão, a vazão varia entre 68,98 e 244,86 l/s.

No alto vale do rio dos Porcos; médio vale do rio Mãe Luzia; bem como em todo o percurso dos rios da Pedra e Itoupava a vazão varia entre 352,75 e 1.447,67 l/s. No baixo vale dos rios Mãe Luzia e dos Porcos a vazão varia entre 1.674,42 e 2.351,98 l/s. O rio Mãe Luzia, em seu baixo vale, após receber as águas do rio Manuel Alves, apresenta vazão igual a 3.003,66 l/s.

O rio Araranguá, a partir da confluência dos rios Mãe Luzia e Itoupava apresenta vazão de 5.609,96 l/s. A partir de sua confluência com o rio dos Porcos, o rio Araranguá passa a apresentar vazão de 8.462,63 l/s.

A. VAZÃO MÉDIA

A vazão QMLT refere-se à vazão média de longo termo ou de longo período, ou seja, é a média das vazões médias anuais ou média das médias. Conforme Santa Catarina (2006) esta vazão é o principal parâmetro hidrológico-estatístico para caracterizar a disponibilidade hídrica de uma bacia ou sub-bacia em qualquer seção.

O menor intervalo de vazão média de longo termo varia entre 21,72 e 1.000,50 l/s. Este valor é encontrado no alto vale dos rios Mãe Luzia, São Bento e do Cedro, bem como em afluentes dos rios Manuel Alves e Itoupava. Em todo o percurso dos rios Águas Brancas, Amola Faca e Manuel Alves, médio e baixo vale dos rios do Cedro e São Bento e alto vale do rio Sangão, a vazão varia entre 1.325,85 e 9.162,25 l/s.

No alto vale do rio dos Porcos, a vazão média de longo período varia de 11.311,44 a 12.220,68 l/s. No médio e baixo vale do rio dos Porcos, médio vale do rio Mãe Luzia, bem como em todo o percurso dos rios da Pedra e Itoupava a vazão varia entre 16.305,40 e 35.329,11 l/s. No baixo vale do rio Mãe Luzia, a vazão média de longo período varia entre 45.390,98 e 62.816,07 l/s.

O rio Araranguá, a partir da confluência dos rios Mãe Luzia e Itoupava apresenta vazão de 99.190,59 l/s. A partir de sua confluência com o rio dos Porcos, o rio Araranguá passa a apresentar vazão de 135.810,57 l/s.

Os valores das vazões em litros por segundo (l/s) para as sub-bacias dos rios Mãe Luzia, Manuel Alves, Itoupava, dos Porcos e Baixo Araranguá, consideradas aqui como unidades de planejamento da bacia do Araranguá, são mostrados por meio do Quadro VIII.2.8.3.2.2-1.

Quadro VIII.2.8.3.2.2-1 – Vazão em l/s por unidade de planejamento da bacia do Rio Araranguá

Unidade de Planejamento (Sub-Bacias)	Q ₉₀ (l/s)	Q ₉₅ (l/s)	Q ₉₈ (l/s)	Q _{7,10} (l/s)	Q _{MLT} (l/s)
Manuel Alves	1.166,01 a 2.444,14	172,36 a 1.191,09	106,07 a 732,98	68,98 a 244,86	1.325,85 a 9.162,25
Mãe Luzia	9.087,20 a 12.563,21	5.900,83 a 8.166,09	3.631,28 a 5.025,29	3.003,66	45.390,98 a 62.816,07
Itoupava	6.097,04 a 7.047,82	2.119,70 a 4.581,08	1.304,43 a 2.189,13	1.674,42 a 2.351,98	16.305,40 a 35.329,11
Porcos	3.261,08 a 5.191,03	2.119,70 a 4.581,08	1.304,43 a 2.819,13	1.674,42 a 2.531,98	16.305,40 a 35.329,11

Unidade de Planejamento (Sub-Bacias)	Q ₉₀ (l/s)	Q ₉₅ (l/s)	Q ₉₈ (l/s)	Q _{7,10} (l/s)	Q _{MLT} (l/s)
Baixo Araranguá	19.838,12	12.894,78	7.935,25	5.609,96	99.190,59
Rio Araranguá a partir da confluência com o Rio dos Porcos	27.162,11	17.655,37	10.864,85	8.462,63	135.810,57

Fonte: (COMITÊ DO ARARANGUÁ, 2011).

B. VAZÃO MÁXIMA

A bacia do rio Araranguá registra com frequência a ocorrência de fenômenos climáticos extremos, o que se reflete em enxurradas e inundações periódicas. Isso ocorre quando se tem eventos de precipitações elevadas.

A análise da vazão máxima da bacia se deu através do levantamento dos períodos de precipitação intensa na bacia, o que se reflete nos níveis elevados de vários rios. O primeiro ocorreu entre os dias 09 e 10 de outubro de 1986, período em que a precipitação total variou de 115 mm na estação pluviométrica Taquaruçu até 123,7 mm na estação pluviométrica Forquilha. Isso se refletiu nas cotas elevadas do rio Itoupava que atingiu a altura de 6,25 metros na estação fluviométrica Ermo e de 7,41 metros na estação fluviométrica Taquaruçu.

O segundo evento de pluviosidade intensa que chama a atenção na bacia pela sua abrangência ocorreu entre os dias 24 e 28 de dezembro de 1995, quando a precipitação atingiu a marca de 150,4 mm no dia 24 de dezembro de 1995 na estação pluviométrica Taquaruçu. Este evento atingiu grandes áreas da bacia e foi responsável pela elevação do nível dos rios em cinco dos seis postos fluviométricos localizados na bacia do rio Araranguá. Foi este evento o responsável pela maior cota histórica do rio Mãe Luzia, registrada na estação fluviométrica de Forquilha, que em 25 de dezembro de 1995 atingiu a marca de 8,71 metros. O mesmo evento refletiu-se nas cotas elevadas registradas no rio Itoupava – 6,80 metros no posto fluviométrico de Ermo e 7,57 metros no posto fluviométrico de Taquaruçu.

Os dois eventos comentados acima tiveram repercussão direta na elevação do nível dos rios em cinco dos seis postos fluviométricos da bacia do rio Araranguá. Outro evento de alta pluviosidade que merece destaque foi a enchente de março de 1974 que fez o nível do rio Itoupava na estação fluviométrica de Taquaruçu atingir a marca de 9,62 metros no dia 26 de março de 1974. Neste mês a precipitação na bacia do rio Araranguá atingiu, no dia 25, as marcas de 130 mm na estação pluviométrica de Meleiro e de 125,4 mm na estação pluviométrica de Forquilha.

Também chama a atenção o fato de que a maior cota histórica registrada na estação fluviométrica de Taquaruçu – 10,68 metros, no dia 11 de agosto de 1995, não está associada com precipitação intensa na área de abrangência desta estação. O fato leva a crer que este nível recorde do rio Itoupava deve estar associado às precipitações que ocorreram nas encostas da Serra Geral, cujo escoamento leva de 1 a 2 dias para atingir as áreas baixas da bacia. Isso se reflete em graves problemas para os municípios localizados em partes baixas da bacia do Araranguá, como os municípios de Araranguá, Meleiro, Ermo, Forquilha e Maracajá.

VIII.2.8.3.2.3 Disponibilidade Qualitativa das Águas superficiais

A. ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA

O enquadramento dos corpos de água é um instrumento de gerenciamento de recursos hídricos que consiste em classificar os corpos hídricos com o intuito de estabelecer metas de qualidade de água para cenários futuros. Tais metas devem ser estabelecidas levando em consideração os usos atuais e os interesses de usos na respectiva bacia hidrográfica. Atualmente, a legislação que dispõe sobre o enquadramento dos corpos hídricos no Brasil é a Resolução CONAMA 357 de 2005, que substituiu a Resolução CONAMA 20 de 1986. Em geral, os rios da bacia do Araranguá são enquadrados na classe 2, exceto os seguintes rios, que são enquadrados na classe 1:

- Rio Kuntz, das nascentes até o futuro local da captação para abastecimento da cidade de Siderópolis;
- Trechos (nascentes) dos cursos d'água da vertente Atlântica da Serra Geral, superior a quota 200 (duzentos), do rio Roça da Estância (divisa Santa Catarina – Rio Grande do Sul) até o rio Costão, afluente da margem esquerda do rio Jordão;
- Rio Costão, afluente da margem esquerda do rio Jordão, e seus afluentes, das nascentes até a quota 200 (duzentos);
- Trechos (nascentes) dos cursos d'água da vertente Atlântica da Serra Geral, superior a quota 400 (quatrocentos) do rio Costão, afluente da margem esquerda do rio Jordão, até o afluente da margem esquerda do rio Mãe Luzia, na localidade de Rio Bonito, no município de Siderópolis.

No ano de 2005, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) promulgou a Resolução 357 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos hídricos. Esta resolução menciona em seu artigo 42 que enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces do país serão consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente. Com base nisso, em 2008, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, por meio da Resolução 001/2008, em seu artigo 1º, resolveu adotar a classificação estabelecida pelo CONAMA 357. Desta forma, todos os corpos d'água do estado de Santa Catarina são considerados atualmente de classe 2, exceto, os que já foram reenquadrados por meio dos planos de bacia existentes.

VIII.2.8.3.2.4 Qualidade das Águas superficiais

Para a caracterização da qualidade das águas superficiais da Bacia do Rio Araranguá foram confrontados os valores dos parâmetros de qualidade das águas superficiais da bacia com os respectivos limites estabelecidos para os mesmos na legislação ambiental vigente. A legislação aqui consultada é composta pela Resolução CONAMA 357/2005 e pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.

De posse dos dados disponibilizados, foram selecionados os parâmetros pH, Sulfatos, Ferro, Manganês, Alumínio, Oxigênio Dissolvido, Turbidez, Cobre e Zinco para a realização deste diagnóstico. Tal escolha se justifica por serem estes parâmetros os únicos a possuírem dados coletados em todos os pontos de monitoramento utilizados. Para a análise da qualidade das

águas superficiais da bacia do rio Araranguá foi considerado um universo total de 113 amostras de água coletadas.

Na sequência procedeu-se ao confronto dos valores levantados de cada parâmetro selecionado em cada estação de monitoramento com o limite estabelecido para os mesmos na legislação vigente. Os resultados destas análises são apresentados na sequência.

A. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA ÁGUA DA BACIA DO RIO ARARANGUÁ

A.1. PARÂMETRO PH

A alcalinidade ocorre devido à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, quase sempre de metais alcalinos ou alcalino-terrosos (sódio, potássio, entre outros), influenciando o tratamento de água para abastecimento doméstico. É medida por meio do potencial hidrogeniônico (pH), que é a medida da acidez ou alcalinidade relativa de uma determinada solução. Seu valor para água pura a 25°C é igual a 7,0. O valor do pH varia entre 0 e 7 em meios ácidos e entre 7 e 14 em meios alcalinos. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais ocorre diretamente em razão de seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Indiretamente, determinadas condições de pH contribuem para precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados. Dessa forma, foram estabelecidas restrições de faixas de pH para diversas classes de águas naturais, tanto de acordo com legislação federal (Resolução CONAMA 357/2005) quanto pelas legislações estaduais. Os critérios de proteção à vida aquática fixam pH entre 6 e 9 (BRASIL, 2005).

A análise do parâmetro pH nas águas superficiais da bacia do rio Araranguá utilizou dados coletados por Alexandre (2000), Brasil (2009) e pelas empresas de abastecimento público.

A análise destes dados constatou que apenas 40% das 113 amostras de água superficial coletadas apresentaram valores de pH dentro dos limites estabelecidos (6,0 a 9,0) pela Resolução CONAMA 357/2005 para água doce de Classes 1 a 4. Com relação ao consumo humano, a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde define que as águas destinadas a este uso apresentem valor de pH variando entre 6,0 e 9,5. Deste modo, apenas 40% das amostras de água superficial da bacia do rio Araranguá aqui analisadas apresentaram-se adequadas ao consumo humano.

Na sub-bacia do rio Mãe Luzia há grandes trechos deste rio, bem como de seus afluentes como os rios Fiorita, Pio, Sangão, Morosini, Criciúma, Maina, Tonin e Kuntz que apresentam água com valores de pH abaixo de 6 unidades, ou seja, águas que se encontram fora dos padrões de classificação de água doce da Resolução CONAMA 357/2005. Porém, ressalta-se que amostras de água coletadas em áreas próximas as nascentes dos rios Mãe Luzia, Morosini, Fiorita, Serrinha, Pio, Dória e Sangão, bem como nos rios São Bento/Guarapari e do Cedro apresentaram valores de pH entre 6 e 9 unidades, ou seja, água que se encontra dentro dos padrões de classificação de água doce de classes 1 a 4 da Resolução CONAMA 357/2005. Deste modo, fica nítido que o comprometimento das águas superficiais desta sub-bacia ocorre a partir das áreas impactadas pela atividade de lavra e beneficiamento do carvão mineral.

Na sub-bacia do rio dos Porcos também foram coletadas amostras de água com valor de pH abaixo de 6 unidades. Tais amostras foram coletadas no rio dos Porcos. Em áreas de nascentes deste rio e do Córrego Eldorado, as amostras coletadas apresentam água com valor de pH entre 6 e 9 unidades, ou seja, água dentro dos padrões de classificação de água doce de classes 1 a 4 da Resolução CONAMA 357/2005.

Nas sub-bacias dos rios Manuel Alves e Itoupava não se coletou nenhuma amostra de água com pH abaixo de 6 unidades. Nestas sub-bacias as águas apresentam-se dentro dos padrões de classificação de água doce da Resolução CONAMA 357/2005 quanto ao parâmetro pH.

Na sub-bacia do Baixo Araranguá, após a confluência dos rios Itoupava e Mãe Luzia, foram coletadas amostras de água no rio Araranguá com valores de pH abaixo de 6 unidades.

Deste modo, a água do rio Araranguá encontra-se fora dos padrões de classificação de água doce de classes 1 a 4 da Resolução CONAMA 357/2005 quanto ao parâmetro pH. Situação diferente ocorre na foz do rio Araranguá onde foi coletada por Alexandre (2000) uma amostra de água com valor de pH igual a 7,86, ou seja, água que se encontra dentro dos padrões de classificação de água doce da Resolução CONAMA. Este fato pode estar relacionado a mistura da água do rio com as águas marinhas neste ponto. Ressalta-se também que amostras de água coletadas em afluentes do rio Araranguá (lagoas e açudes) utilizados pelos SAMAEs dos municípios de Araranguá e Içara para abastecimento público apresentaram valores de pH entre 6 e 9 unidades, portanto, dentro dos padrões de classificação de água doce da Resolução CONAMA 357/2005.

A.2. PARÂMETRO SULFATOS

Conforme Alexandre (2000), a concentração de sulfatos permite medir o produto da oxidação da pirita. De acordo com a autora, esse ânion encontra-se distribuído na natureza, sendo encontrado nas águas em diferentes concentrações.

Nas áreas rurais o sulfato pode estar relacionado à lixiviação de áreas nas quais se tenha realizado a aplicação de fertilizantes que contenham enxofre em sua formulação. O sulfato também se origina no ciclo do enxofre proveniente da matéria orgânica (ALEXANDRE, 2000); (SANTA CATARINA, 1997).

Segundo Santa Catarina (1997), as águas de vários rios da bacia do rio Araranguá apresentam altas concentrações de sulfatos devido as águas provenientes da drenagem ácida de minas de carvão. Estas águas trazem consigo o sulfato proveniente da oxidação do enxofre presente na pirita. Conforme o mesmo estudo, o sulfato pode provocar a formação de ácido sulfúrico nas águas fluviais, o que reduz o pH das mesmas.

Na bacia do Araranguá, os sulfatos apresentam grande correlação com o parâmetro pH. Quanto mais intenso o processo de oxidação da pirita maior a concentração de sulfatos e, por sua vez, maior a acidez das águas fluviais, o que se reflete em baixos valores do parâmetro pH (ALEXANDRE, 2000).

A análise do parâmetro Sulfatos utilizou os dados coletados por Alexandre (2000), Brasil (2009) e pelas empresas de abastecimento público. Do total de 113 pontos de monitoramento considerados neste trabalho, apenas 110 apresentaram informações para o parâmetro Sulfatos.

Os resultados das análises demonstraram que 69% das amostras de águas superficiais coletadas na bacia apresentaram concentração deste parâmetro igual ou inferior a 250 mg/l (água doce de classes 1, 2 e 3). Outros 31% das amostras de água coletadas apresentaram concentração de sulfatos acima de 250 mg/l, o que define a classificação destas águas como água doce de classe 4. Quanto ao consumo humano, 69% das amostras podem ser destinadas a esta finalidade por terem apresentado concentração de sulfatos igual ou inferior a 250 mg/l (valor legal permitido pela Portaria 518/2004, do Ministério da Saúde, para águas destinadas ao consumo humano).

Na sub-bacia do rio Mãe Luzia há grandes trechos deste rio, bem como de seus afluentes como os rios Fiorita, Pio, Sangão e Tonin que apresentam água com concentração de sulfatos superior a 250 mg/l, ou seja, valores que estão acima do limite permitido para água doce de classes 1, 2 e 3 pela Resolução CONAMA 357/2005.

Desta forma, estes rios tiveram suas águas classificadas como água doce de classe 4, para a qual não há limite de concentração de sulfatos estabelecido pela Resolução CONAMA. Porém, ressalta-se que amostras de água coletadas em áreas próximas as nascentes dos rios Mãe Luzia, Morosini, Fiorita, Serrinha, Pio, Dória, Sangão, Criciúma e Maina, bem como todo o percurso dos rios São Bento/Guarapari e do Cedro apresentaram concentração de sulfatos inferior a 250 mg/l, ou seja, água classificada como água doce classe 1 segundo a Resolução CONAMA 357/2005 para o parâmetro sulfatos. Deste modo, fica nítido que o comprometimento das águas superficiais desta sub-bacia ocorre a partir das áreas impactadas pela atividade de lavra e beneficiamento do carvão mineral.

Na sub-bacia do rio dos Porcos também foram coletadas amostras de água com concentração de sulfatos inferior a 250 mg/l, tanto no rio dos Porcos quanto na nascente do Córrego Eldorado. Tais amostras foram classificadas como água doce classe 1 segundo a Resolução CONAMA 357/2005 quanto ao parâmetro sulfatos. Porém, uma amostra de água coletada no rio dos Porcos apresentou concentração de sulfatos igual a 968,6 mg/l, sendo aqui classificada como água doce classe 4.

Nas sub-bacias dos rios Manuel Alves e Itoupava não houve coleta de amostra de água que apresentasse concentração de sulfatos superior a 250 mg/l. Nestas sub-bacias, as águas apresentam-se dentro dos padrões de classificação de água doce classe 1 da Resolução CONAMA 357/2005, quanto ao parâmetro sulfatos.

Na sub-bacia do Baixo Araranguá, após a confluência dos rios Itoupava e Mãe Luzia, foram coletadas amostras de água no rio Araranguá com concentração de sulfatos inferior a 250 mg/l. Deste modo, a água do rio Araranguá foi classificada como água doce de classe 1 segundo a Resolução CONAMA 357/2005 quanto ao parâmetro sulfatos. Situação diferente ocorre na foz do rio Araranguá onde foi coletada por Alexandre (2000) uma amostra de água com concentração de sulfatos igual a 2.527 mg/l, aqui classificada como água doce de classe 4 segundo a Resolução CONAMA. Este fato pode estar relacionado a mistura da água do rio com as águas marinhas neste ponto. Ressalta-se também que amostras de água coletadas em afluentes do rio Araranguá (lagoas e açudes) utilizados pelos SAMAEs dos municípios de Araranguá e Içara para abastecimento público apresentaram concentração de sulfatos inferior a 250 mg/l, portanto classificadas como água doce classe 1 segundo a Resolução CONAMA 357/2005 quanto ao parâmetro sulfatos.

A.3. PARÂMETRO FERRO

Conforme Santa Catarina (1997), a presença de ferro deve ser evitada nas águas fluviais, pois este parâmetro permite o desenvolvimento de ferro-bactérias. Estas conferem à água coloração avermelhada e odores fétidos. Conforme o mesmo estudo, a utilização de água com alta concentração de ferro em atividades industriais pode causar inconvenientes como aparecimento de manchas ferruginosas em louças ou produtos industrializados. Aliado a isso, estas águas podem conferir sabor aos alimentos e obstruir tubulações.

O metal ferro é comumente encontrado nas águas superficiais e subterrâneas da bacia do rio Araranguá. Na bacia, o contato destas águas com o substrato rochoso rico em ferro ocasiona a contaminação das mesmas. Em períodos de chuvas intensas, a concentração de ferro nas águas aumenta devido a intensificação do processo de erosão de solos e margens dos cursos

d'água. Por fim, a contribuição de ferro nas águas da bacia pode estar relacionada a efluentes industriais.

Segundo Alexandre (2000), o elemento químico ferro em suas formas reduzidas (divalente) ou oxidada (trivalente), bem como as suas diversas reações químicas, refletem-se em diferentes matizes nas águas superficiais da bacia, que variam entre tons de verde, amarelo e vermelho nos rios e lagoas impactados pelas atividades de lavra e beneficiamento do carvão mineral.

A análise do parâmetro Ferro utilizou os dados coletados por Alexandre (2000), Brasil (2009) e pelas empresas de abastecimento público. Do total de 113 pontos de monitoramento considerados neste trabalho, 111 apresentaram informações para o parâmetro Ferro.

Os resultados das análises de tais dados comprovaram o comprometimento das águas superficiais da bacia do rio Araranguá pela presença do metal ferro em sua composição química.

Do total de 111 amostras de água analisadas 13% apresentaram concentração de ferro igual ou inferior a 0,3 mg/l (água doce de classes 1 e 2). Outros 30% das amostras de água apresentaram concentração de ferro entre 0,31 e 5,0 mg/l (água doce de classe 3). Por fim, 57% das amostras de água analisadas apresentaram concentração de ferro superior a 5,0 mg/l, o que define a classificação destas águas como água doce de classe 4 (sem limite de concentração de ferro definido pela Resolução CONAMA 357).

Aliado a isso, apenas 13% das amostras de água analisadas neste trabalho apresentaram concentração de ferro dentro do limite legal permitido (0,3 mg/l) pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde para água destinada ao consumo humano. Apenas 13% das amostras de águas superficiais da bacia do Araranguá aqui analisadas apresentaram-se adequadas ao consumo humano quanto ao parâmetro Ferro.

Na sub-bacia do rio Mãe Luzia há áreas de nascentes dos rios Mãe Luzia, Fiorita, Serrinha, Sangão, São Bento (barragem da CASAN) e Tomazo (captação de água do SAMAE de Treviso) que apresentam água com concentração de ferro igual ou inferior a 0,3 mg/l, ou seja, água doce de classe 1 segundo a Resolução CONAMA 357/2005 quanto ao parâmetro Ferro. No trecho do rio São Bento/Guarapari a jusante da barragem de captação de água da CASAN, no rio do Cedro e em áreas do alto vale dos rios Mãe Luzia, Morosini, Dória, Fiorita, Pio e Sangão, as águas apresentam concentração de ferro entre 0,31 e 5,0 mg/l, ou seja, água doce classe 3, segundo a Resolução. Por fim, grande trecho do rio Mãe Luzia, bem como de seus afluentes como os rios Fiorita, Pio, Sangão, Albina, Kuntz, Tonin, Criciúma e Maina apresentam água com concentração de ferro superior a 5,0 mg/l. Nestes locais, as águas foram classificadas como água doce classe 4 para a qual não há um limite para concentração de ferro, definido pela Resolução CONAMA 357/2005.

Na sub-bacia do rio dos Porcos foram coletadas amostras de água com concentração de ferro entre 0,31 e 5,0 mg/l nos pontos RP1 e AR-069B (ambos no rio dos Porcos), sendo estas amostras classificadas como água doce classe 3 pela Resolução CONAMA 357/2005.

Na sub-bacia do rio Manuel Alves, foram coletadas amostras de água com concentração de ferro acima de 0,3 mg/l, classificadas como água doce classe 3, segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

Na sub-bacia do rio Itoupava as amostras de água superficial coletadas nos rios Rocinha, Turvo, Amola Faca, Jundiá, da Pedra, Molha Coco e Itoupava, apresentaram concentração de ferro entre 0,31 e 5,0 mg/l. Tais amostras foram classificadas como água doce classe 3,

segundo a Resolução CONAMA 357/2005. Já num ponto próximo da nascente do rio da Pedra e no rio Pai José foram coletadas amostras de água com concentração de ferro inferior a 0,3 mg/l, ou seja, água doce classe 1, segundo a Resolução.

Na sub-bacia do Baixo Araranguá, após a confluência dos rios Itoupava e Mãe Luzia, foram coletadas amostras de água no rio Araranguá com concentração de ferro entre 0,31 e 5,0 mg/l. Deste modo, a água do rio Araranguá foi classificada como água doce de classe 3 segundo a Resolução CONAMA 357/2005. Ressalta-se também que amostras de água coletadas em duas lagoas (afluentes do rio Araranguá) utilizadas pelo SAMAE do município de Araranguá para abastecimento público apresentaram concentração de ferro igual a 0,6 mg/l, portanto, classificadas como água doce classe 3, segundo a Resolução quanto ao parâmetro Ferro. Outras duas amostras coletadas respectivamente em um açude utilizado pelo SAMAE de Araranguá e na lagoa do Faxinal (ponto de captação de água do SAMAE de Içara) apresentaram concentração de ferro inferior a 0,3 mg/l, sendo classificadas como água doce classe 1, segundo a Resolução.

A.4. PARÂMETRO MANGANÊS

A análise do parâmetro Manganês utilizou os dados coletados por Alexandre (2000), Brasil (2009) e pelas empresas de abastecimento público. Do total de 113 pontos de monitoramento considerados neste trabalho, 111 apresentaram informações para o parâmetro Manganês.

O resultado das análises deste parâmetro demonstrou o comprometimento das águas superficiais da bacia do rio Araranguá pela presença do metal manganês em sua composição química. Do total de 111 amostras de água analisadas, 32% apresentaram concentração de manganês igual ou inferior a 0,1 mg/l (água doce de classes 1 e 2). Outros 14% das amostras de água apresentaram concentração de manganês entre 0,11 e 0,5 mg/l (água doce de classe 3). Por fim, 54% das amostras de água analisadas apresentaram concentração de manganês superior a 0,5 mg/l, o que fez com que tais amostras fossem classificadas como água doce classe 4 (sem limite de concentração de manganês definido pela Resolução CONAMA 357).

Quanto ao consumo humano, apenas 32% das amostras de água analisadas neste trabalho apresentaram concentração de manganês dentro do limite legal permitido (0,1 mg/l) pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde para água destinada ao consumo humano. Ou seja, apenas 32% das amostras de águas superficiais da bacia do Araranguá aqui analisadas apresentaram-se adequadas ao consumo humano quanto ao parâmetro Manganês.

Os rios que apresentam as maiores concentrações de manganês em suas águas superficiais na bacia do rio Araranguá são aqueles pertencentes às sub-bacias dos rios Mãe Luzia e dos Porcos, amplamente afetadas pela atividade de mineração do carvão. O comprometimento de grandes trechos do rio Mãe Luzia e vários de seus afluentes, como os rios Fiorita e Sangão, cujas águas encontram-se comprometidas pela presença do metal manganês em concentrações elevadas. Situação semelhante ocorre em grande trecho do rio dos Porcos.

Observa-se na sub-bacia do rio Mãe Luzia que há áreas de nascentes dos rios Mãe Luzia, Fiorita, Serrinha, Sangão, Pio, bem como todo o percurso dos rios Dória, São Bento, do Cedro e Tomazo (captação de água do SAMAE de Treviso) que apresentam água com concentração de manganês igual ou inferior a 0,1 mg/l, ou seja, água doce de classe 1, conforme a Resolução CONAMA 357/2005 quanto ao parâmetro Manganês.

No rio Pio, bem como no médio vale do rio Sangão, as águas apresentam concentração de manganês entre 0,11 e 0,5 mg/l e foram classificadas como água doce classe 3, segundo a Resolução CONAMA 357/2005. Por fim, grande trecho do rio Mãe Luzia, bem como de seus

afluentas como os rios Albina, Fiorita, Kuntz, Morosini, Criciúma, Maina e Sangão apresentam água com concentração de manganês superior a 0,5 mg/l. Nestes locais, as águas foram classificadas como água doce classe 4 para a qual não há um limite de concentração de manganês definido pela Resolução CONAMA.

Na sub-bacia do rio dos Porcos foram coletadas amostras de água superficial que apresentaram concentração de manganês superior a 0,5 mg/l. Tais amostras foram classificadas como água doce classe 4.

Na sub-bacia do rio Manuel Alves, foram coletadas amostras de água com concentração de manganês igual ou inferior a 0,1 mg/l, classificadas como água doce classe 1.

Na sub-bacia do rio Itoupava as amostras de água superficial coletadas nos rios Rocinha, Amola Faca, Jundiá, da Pedra, Pai José, Molha Coco e Itoupava, apresentaram concentração de manganês igual ou inferior a 0,1 mg/l. Tais amostras foram classificadas como água doce classe 1 segundo a Resolução CONAMA 357/2005 quanto ao parâmetro Manganês.

Apenas uma amostra coletada no rio Turvo apresentou concentração de manganês igual a 0,18 mg/l, sendo classificada como água doce classe 3.

Na sub-bacia do Baixo Araranguá, após a confluência dos rios Itoupava e Mãe Luzia, foram coletadas amostras de água no rio Araranguá com concentração de manganês entre 0,11 e 0,5 mg/l. Deste modo, a água do rio Araranguá foi classificada como água doce de classe 3, segundo a Resolução CONAMA quanto ao parâmetro Manganês. Ressalta-se também que amostras de água coletadas em dois pontos de captação de água (lagoa e açude) do SAMAE do município de Araranguá e na lagoa do Faxinal (captação de água do SAMAE de Içara) apresentaram concentração de manganês igual ou inferior a 0,1 mg/l, portanto, classificadas como água doce classe 1 segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

A.5. PARÂMETRO ALUMÍNIO

O elemento alumínio apresenta boa correlação com o pH nas águas superficiais da bacia do Araranguá, o que permite afirmar que sua presença nestas águas está diretamente relacionada à poluição causada pela atividade carbonífera. O alumínio é encontrado nas rochas que formam o embasamento da bacia, porém sua concentração pode ser aumentada centenas de vezes devido à atividade carbonífera, tornando este metal tóxico à biota (JICA, 1998 apud (ALEXANDRE, 2000)).

O alumínio liberado durante o intemperismo, para Alexandre (2000) dificulta a recuperação do pH das águas ácidas da mineração carbonífera. A mesma autora destaca que outra fonte de contribuição de alumínio para as águas fluviais da bacia do Araranguá provém da contaminação ocasionada pelo tratamento de água a base de sais de alumínio, cujo lodo formado após a operação, quando não disposto adequadamente, pode fornecer alumínio às águas fluviais.

Concentrações de alumínio acima de 1,5 mg/l representam toxicidade de risco para ambientes marinhos, enquanto concentrações menores que 0,2 mg/l representam risco pequeno para tais ambientes (CLESCERI, GREENGERG & EATON, 1998 apud (ALEXANDRE, 2000)). Desta forma, observa-se que os ambientes marinhos, bem como os estuarinos são sensíveis a presença de alumínio que pode diminuir a produtividade pesqueira de uma área, algo já observado no estuário do rio Araranguá. Clescери, Greengerg e Eaton (1998, apud ALEXANDRE, *op. cit.*), também destacam a ligação entre a concentração de alumínio em tecidos do cérebro e o mal de Alzheimer.

A análise do parâmetro Alumínio no presente diagnóstico utilizou os dados coletados por Alexandre (2000), Brasil (2009) e pelas empresas de abastecimento público. Do total de 113 pontos de monitoramento considerados neste trabalho, 112 apresentaram informações para o parâmetro Alumínio.

O resultado das análises deste parâmetro comprovou o comprometimento das águas superficiais da bacia do rio Araranguá pela presença do metal alumínio em sua composição química. Do total de 112 amostras de água analisadas, 16% apresentaram concentração de alumínio igual ou inferior a 0,1 mg/l (água doce de classes 1 e 2). Outros 4% das amostras de água apresentaram concentração de alumínio entre 0,11 e 0,2 mg/l (água doce de classe 3). Por fim, 80% das amostras de água analisadas apresentaram concentração de alumínio superior a 0,2 mg/l, sendo estas amostras classificadas como água doce de classe 4 (sem limite de concentração de alumínio definido pela Resolução CONAMA 357/2005).

Quanto ao consumo humano, apenas 20% das amostras de água analisadas neste trabalho apresentaram concentração de alumínio dentro do limite legal permitido (0,2 mg/l) pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde para água destinada ao consumo humano.

Na sub-bacia do rio Mãe Luzia há áreas de nascentes dos rios Mãe Luzia e Pio, bem como o percurso do rio São Bento a jusante da barragem de captação de água da CASAN e o rio Tomazo (captação de água do SAMAE de Treviso) que apresentam água com concentração de alumínio igual ou inferior a 0,1 mg/l, ou seja, água doce de classe 1 segundo a Resolução CONAMA 357/2005 quanto ao parâmetro Alumínio. Grande parte do percurso dos rios Mãe Luzia, Pio, Morosini, Fiorita, Kuntz, Albina, Dória, Serrinha, Criciúma, Maina, São Bento (barragem da CASAN), Sangão e do Cedro apresentaram água com concentração de alumínio superior a 0,2 mg/l, ou seja, água doce classe 4 segundo a Resolução.

Na sub-bacia do rio dos Porcos foram coletadas amostras de água superficial no rio dos Porcos que apresentaram concentração de alumínio superior a 0,2 mg/l, ou seja, água doce classe 4 quanto a este parâmetro.

Na sub-bacia do rio Manuel Alves, Alexandre (2000) coletou amostra de água superficial em abril de 1999 que apresentou concentração de alumínio igual a 2,0 mg/l, ou seja, água doce de classe 4 quanto a este parâmetro. Em maio de 2000, a mesma autora coletou nova amostra no que apresentou concentração de alumínio igual a 0,2 mg/l, ou seja, água doce classe 3 quanto ao parâmetro alumínio. Por fim, em 2009 duas amostras foram coletadas nesta sub-bacia no rio Manuel Alves e na captação de água da CASAN em Meleiro. Tais amostras apresentaram concentração de alumínio igual ou inferior a 0,1 mg/l, classificadas como água doce classe 1 segundo a Resolução CONAMA.

Na sub-bacia do rio Itoupava coletou-se amostra de água superficial nos rios da Pedra e Pai José que apresentaram concentração de alumínio igual a 0,1 mg/l, ou seja, água doce classe 1 para este parâmetro. Nos rios Rocinha, Turvo, Amola Faca, Jundiá, Molha Coco e Itoupava, foram coletadas amostras de água que apresentaram concentração de alumínio superior a 0,2 mg/l, classificadas como água doce classe 4, segundo a Resolução CONAMA quanto ao parâmetro Alumínio.

Na sub-bacia do Baixo Araranguá, após a confluência dos rios Itoupava e Mãe Luzia, foram coletadas amostras de água no rio Araranguá que apresentaram concentração de alumínio superior a 0,2 mg/l. Deste modo, a água do rio Araranguá foi classificada como água doce classe 4 segundo a Resolução CONAMA 357/2005 quanto ao parâmetro alumínio. Ressalta-se também que amostras de água coletadas em três pontos de captação de água (lagoas e açude) do SAMAE do município de Araranguá e na lagoa do Faxinal (captação de água do

SAMAE de Içara) apresentaram concentração de alumínio igual ou inferior a 0,1 mg/l, portanto classificadas como água doce classe 1 segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

A.6. PARÂMETRO OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD) mede a concentração do gás oxigênio que se encontra dissolvido na água. Essa medição permite conhecer os efeitos de resíduos oxidáveis nas águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos durante a oxidação bioquímica. A taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais por meio da superfície depende das características hidráulicas e é proporcional a velocidade de escoamento das águas. Desta forma, em cursos de água com maior velocidade de escoamento, a reaeração ocorre de forma mais rápida. Outra fonte de oxigênio nas águas é a fotossíntese realizada pelas algas, cuja concentração cresce à medida que sais, como fósforo e nitrogênio, nutrientes naturais destes organismos, são liberados nos cursos de água por meio de variados tipos de efluentes (BRASIL, 2005).

As bactérias utilizam o oxigênio em seus processos respiratórios durante a decomposição da matéria orgânica, o que pode ocasionar a diminuição da concentração de oxigênio na água, processo que pode provocar mortandade de peixes por asfixia. Deste modo, a quantidade de oxigênio dissolvido na água é indicador de poluição orgânica. As águas poluídas apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, o que pode indicar que houve intensa atividade bacteriana decompondo matéria orgânica lançada na água. Já as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas (BRASIL, 2005).

A análise do parâmetro Oxigênio Dissolvido nas águas superficiais da bacia do Araranguá baseou-se nos dados disponíveis no trabalho de Alexandre (2000) e naqueles coletados pelas empresas de abastecimento público no ano de 2009. Do total de 44 amostras de água analisadas, 42 apresentaram informações para Oxigênio Dissolvido.

Os resultados das análises demonstraram o seguinte: 88% das amostras de água coletadas apresentaram concentração de Oxigênio Dissolvido igual ou superior a 6,0 mg/l (água doce classe 1); 5% das amostras de água apresentaram concentração de Oxigênio Dissolvido igual ou superior a 5,0 mg/l (água doce classe 2); 3% das amostras de água coletadas apresentaram concentração de Oxigênio Dissolvido igual ou superior a 4,0 mg/l (água doce classe 3); 2% das amostras de água coletadas apresentaram concentração de Oxigênio Dissolvido igual ou superior a 2,0 mg/l (água doce classe 4). Por fim, 2% das amostras de água coletadas apresentaram concentração de Oxigênio Dissolvido inferior a 2,0 mg/l, ou seja, água que se encontra fora dos padrões de qualidade para água doce estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para o parâmetro Oxigênio Dissolvido.

Na sub-bacia do rio Mãe Luzia as amostras de água coletadas nos rios Mãe Luzia (alto e médio vales), São Bento, Pio, Morosini, Fiorita e Serrinha apresentaram concentração de Oxigênio Dissolvido igual ou superior a 6,0 mg/l, sendo classificadas como água doce classe 1 segundo a Resolução CONAMA. Outras duas amostras coletadas no rio Mãe Luzia (Forquilha) e no rio Sangão (área de nascente) apresentaram concentração de oxigênio dissolvido igual ou superior a 5,0 mg/l, classificadas como água doce classe 2. Uma amostra coletada rio Mãe Luzia em Maracajá apresentou concentração de Oxigênio Dissolvido igual a 4,4 mg/l, classificada como água doce classe 3.

Na sub-bacia do rio dos Porcos, Alexandre (2000) coletou amostras de água superficial no rio dos Porcos e na nascente do Córrego Eldorado, que apresentaram concentração de oxigênio dissolvido igual ou superior a 6,0 mg/l, sendo classificadas como água doce classe 1 segundo a Resolução CONAMA quanto a este parâmetro.

Na sub-bacia do rio Manuel Alves, todas as amostras de água coletadas apresentaram concentração de oxigênio dissolvido igual ou superior a 6,0 mg/l, ou seja, água doce classe 1 quanto a este parâmetro.

Na sub-bacia do rio Itoupava, as amostras de água coletadas nos rios da Pedra, Pai José, Rocinha, Turvo, Jundiá e Itoupava, apresentaram concentração de oxigênio dissolvido igual ou superior a 6,0 mg/l, ou seja, água doce classe 1 segundo a Resolução CONAMA quanto a este parâmetro. O único resultado diferente foi de uma amostra de água coletada no rio Amola Faca em 2009 que apresentou concentração de oxigênio dissolvido igual a 3,7 mg/l, ou seja, água doce de classe 4 quanto ao oxigênio dissolvido.

Na sub-bacia do Baixo Araranguá, todas as amostras de água coletadas no rio Araranguá e nas lagoas próximas apresentaram concentração de oxigênio dissolvido igual ou superior a 6,0 mg/l, sendo classificadas como água doce classe 1 segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

A.7. PARÂMETRO ZINCO

O elemento zinco, amplamente utilizado em galvanoplastia e indústrias do ramo metalmeccânico representa risco alto de toxicidade para os peixes a partir de uma concentração de 4,0 mg/l. Para certos microrganismos planctônicos este risco ocorre a partir de uma concentração de zinco igual a 1,0 mg/l (ALEXANDRE, 2000); (SANTA CATARINA, 1997).

Em sua nutrição diária um homem normal ingere de 10 a 15mg/dia de zinco, elemento essencial para uma boa nutrição, mas que em concentrações muito elevadas torna-se perigoso.

Admite-se como limite superior de zinco na água potável uma concentração de no máximo 5,0 mg/l. Concentrações acima deste valor podem provocar infecções urinárias, bronquite asmática, coceiras nos olhos, etc. (ALEXANDRE, 2000); (SANTA CATARINA, 1997).

A análise do parâmetro Zinco, neste diagnóstico, baseou-se nos dados disponíveis no trabalho de Alexandre (2000) e naqueles coletados pelas empresas de abastecimento público no ano de 2009. Do total de 44 amostras de água analisadas, 36 apresentaram informações para o parâmetro Zinco.

Os resultados demonstraram que 78% das amostras de água superficial coletadas nos diferentes pontos da bacia do rio Araranguá apresentaram concentração de Zinco igual ou inferior a 0,18 mg/l (água doce classes 1 e 2). 22% das amostras de água apresentaram concentração de Zinco entre 0,19 e 5,0 mg/l (água doce classe 3).

Quanto ao consumo humano, 100% das amostras de água analisadas neste trabalho apresentaram concentração de zinco dentro do limite legal permitido (5,0 mg/l) pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde para água destinada ao consumo humano. Deste modo, todas as amostras de águas superficiais da bacia do rio Araranguá analisadas apresentaram-se adequadas ao consumo humano quanto ao parâmetro Zinco.

Na sub-bacia do rio Mãe Luzia foram coletadas amostras de água nos rios Mãe Luzia (alto vale), São Bento, Morosini, Fiorita, Serrinha e Sangão (área de nascente) que apresentaram concentração de zinco igual ou inferior a 0,18 mg/l, sendo classificadas como água doce classe 1.

As amostras de água coletadas no rio Pio, bem como no médio e baixo vales dos rios Mãe Luzia e Sangão apresentaram concentração de zinco entre 0,19 e 5,0 mg/l, sendo classificadas como água doce classe 3 pela Resolução CONAMA.

Na sub-bacia do rio dos Porcos, Alexandre (2000) coletou amostras de água superficial no rio dos Porcos e na nascente do Córrego Eldorado que apresentaram concentração de zinco igual ou inferior a 0,18 mg/l (água doce classe 1).

Na sub-bacia do rio Manuel Alves, todas as amostras de água coletadas apresentaram concentração de zinco igual ou inferior a 0,18 mg/l, ou seja, água doce classe 1. Na sub-bacia do rio Itoupava, as amostras de água coletadas nos rios Amola Faca, da Pedra, Pai José, Rocinha, Turvo, Jundiá e Itoupava, apresentaram concentração de zinco igual ou inferior a 0,18 mg/l (água doce classe 1). O único resultado diferente foi de uma amostra de água coletada no rio Molha Coco que apresentou concentração de zinco igual a 0,21 mg/l (água doce classe 3).

Na sub-bacia do Baixo Araranguá, todas as amostras de água coletadas no rio Araranguá, após a confluência dos rios Mãe Luzia e Itoupava, apresentaram concentração de zinco igual ou inferior a 0,18 mg/l, ou seja, água doce classe 1.

A.8. PARÂMETRO COBRE

Conforme Alexandre (2000) e Santa Catarina (1997), o elemento cobre é mais tóxico em águas ácidas do que em águas neutras ou alcalinas. Concentrações a partir de 2,0 mg/l conferem mau gosto à água, o que torna difícil sua ingestão voluntária. Desta forma, por ser um elemento extremamente tóxico para os microrganismos aquáticos, os efluentes que contenham cobre não poderiam ser lançados nos rios sem o tratamento adequado. Segundo os trabalhos acima mencionados, a presença de cobre em excesso causa câimbra, convulsões, náuseas, cólicas, tosse, vômitos, entre outros.

A análise do parâmetro Cobre neste diagnóstico baseou-se nos dados disponíveis no trabalho de Alexandre (2000) e naqueles coletados pelas empresas de abastecimento público no ano de 2009. Do total de 44 amostras de água analisadas, 36 apresentaram informações para o parâmetro Cobre.

Os resultados demonstraram que 75% das amostras de água superficial coletadas na bacia do rio Araranguá apresentaram concentração de cobre igual ou inferior a 0,009 mg/l (água doce classes 1 e 2). Outros 6% das amostras de água coletadas apresentaram concentração de cobre entre 0,010 e 0,013 mg/l (água doce classe 3). Por fim, 19% das amostras de água coletadas na bacia apresentaram concentração de cobre superior a 0,013 mg/l, sendo classificadas como água doce classe 4 (sem limite de concentração de cobre definido pela Resolução CONAMA 357/2005).

Quanto ao consumo humano, 100% das amostras de água analisadas neste trabalho apresentaram concentração de cobre dentro do limite legal permitido (2,0 mg/l) pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde para água destinada ao consumo humano. Desta forma, todas as amostras de águas superficiais da bacia do rio Araranguá analisadas apresentaram-se adequadas ao consumo humano quanto ao parâmetro Cobre.

Na sub-bacia do rio Mãe Luzia as amostras de água coletadas nos rios Mãe Luzia (alto vale), São Bento, Pio, Morosini, Fiorita, Serrinha e Sangão (área de nascente) apresentaram concentração de cobre inferior a 0,010 mg/l, sendo classificadas como água doce classe 1 segundo a Resolução CONAMA 357/2005. As amostras de água coletadas no médio e baixo vales dos rios Mãe Luzia e Sangão apresentaram concentração de cobre superior a 0,013 mg/l,

classificadas neste trabalho como água doce classe 4, para a qual a Resolução CONAMA não fixa limites de concentração para o parâmetro cobre.

Na sub-bacia do rio dos Porcos, Alexandre (2000) coletou amostras de água superficial no rio dos Porcos e na nascente do Córrego Eldorado que apresentaram concentração de cobre inferior a 0,010 mg/l (água doce classe 1).

Na sub-bacia do rio Manuel Alves, todas as amostras de água coletadas apresentaram concentração de cobre inferior a 0,010 mg/l, ou seja, água doce classe 1. Na sub-bacia do rio Itoupava, as amostras de água coletadas nos rios Amola Faca, da Pedra, Pai José, Rocinha, Turvo, Molha Coco e Itoupava, apresentaram concentração de cobre inferior a 0,010 mg/l (água doce classe 1). O único resultado diferente foi de uma amostra de água coletada no rio Jundiá que apresentou concentração de cobre igual a 0,010 mg/l, ou seja, água doce classe 3.

Na sub-bacia do Baixo Araranguá, as amostras de água coletadas no rio Araranguá, após a confluência dos rios Mãe Luzia e Itoupava, apresentaram concentração de cobre inferior a 0,010 mg/l, ou seja, água doce classe 1. Na foz do rio Araranguá coletou-se uma amostra de água com concentração de cobre igual a 0,02 mg/l. Esta amostra foi classificada neste trabalho como água doce classe 4 por ter apresentado concentração de cobre superior aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA para água doce classes 1, 2 e 3, as únicas para as quais a resolução estabelece limites de concentração para o parâmetro cobre.

B. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁGUA DA BACIA DO RIO ARARANGUÁ

B.1. PARÂMETRO TURBIDEZ

A turbidez é a propriedade de desviar raios luminosos, decorrente da presença de material em suspensão na água, finamente divididos ou em estado coloidal, e de organismos microscópicos, em grande parte proveniente dos lançamentos de esgotos domésticos. A turbidez dificulta a penetração da luz solar no meio aquático, o que reduz a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e de algas (BRAGA, 2002).

O aumento da turbidez nos rios pode estar relacionado à erosão que ocorre nos cursos d'água em períodos de chuvas intensas; ao preparo incorreto do solo agrícola que permite que grandes quantidades de sedimentos (solo) sejam carregados para os rios pelas águas das chuvas; a erosão de áreas com solo exposto pela ausência de cobertura vegetal na bacia; etc. O aumento da turbidez nas águas fluviais causa uma série de transtornos, especialmente para o setor de abastecimento público. Conforme SANTA CATARINA (1997), altos valores de turbidez podem comprometer os efeitos da desinfecção, proporcionando ambiente favorável ao desenvolvimento de microrganismos.

A análise do parâmetro Turbidez neste diagnóstico baseou-se nos dados disponíveis no trabalho de Alexandre (2000) e naqueles coletados pelas empresas de abastecimento público no ano de 2009. Do total de 44 amostras de água analisadas, 43 apresentaram informações para o parâmetro Turbidez.

Os resultados demonstraram que 86% das amostras de água coletadas apresentaram turbidez igual ou inferior a 40 NTU₆ (água doce classe 1). Já 12% das amostras de água apresentaram turbidez entre 41 e 100 NTU (água doce classes 2 e 3). Outros 2% das amostras de água coletadas apresentaram turbidez acima de 100 NTU (água doce classe 4). Quanto ao consumo humano, apenas 40% das amostras de água analisadas neste trabalho apresentaram valor de turbidez dentro do limite legal permitido (5 NTU) pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde para água destinada ao consumo humano. Apenas 40% das amostras de águas superficiais da

bacia do rio Araranguá aqui analisadas apresentaram-se adequadas ao consumo humano quanto ao parâmetro Turbidez.

Na sub-bacia do rio Mãe Luzia as amostras de água coletadas nos rios Mãe Luzia (alto e médio vales), São Bento, Sangão (área de nascente), Morosini, Fiorita e Serrinha apresentaram valor de turbidez igual ou inferior a 40 NTU, ou seja, água doce classe 1 segundo a Resolução CONAMA. Outras três amostras coletadas no rio Mãe Luzia (Maracajá), rio Sangão (baixo vale) e rio Pio apresentaram valor de turbidez entre 41 e 100 NTU, classificadas como água doce classe 2.

Na sub-bacia do rio dos Porcos, Alexandre (2000) coletou amostra de água superficial no rio dos Porcos que apresentou valor de turbidez igual a 144 NTU, ou seja, água doce classe 4. Uma amostra coletada na nascente do Córrego Eldorado apresentou turbidez igual a 5 NTU, portanto, classificada como água doce classe 1. Na sub-bacia do rio Manuel Alves todas as amostras de água coletadas apresentaram valor de turbidez igual ou inferior a 40 NTU, ou seja, água doce classe 1.

Na sub-bacia do rio Itoupava, as amostras de água coletadas nos rios Amola Faca, da Pedra, Pai José, Rocinha, Molha Coco, Jundiá e Itoupava, apresentaram valor de turbidez igual ou inferior a 40 NTU. Segundo Resolução CONAMA, foram classificadas como água doce classe 1. O único resultado diferente foi de uma amostra de água coletada no rio Turvo que apresentou turbidez igual a 60 NTU (água doce classe 2).

Na sub-bacia do Baixo Araranguá, quase todas as amostras de água coletadas apresentaram valor de turbidez igual ou inferior a 40 NTU (água doce classe 1). A exceção fica por conta de uma amostra coletada no rio Araranguá que apresentou turbidez igual a 41 NTU (água doce classe 2).

VIII.2.8.4 ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA

A caracterização dos recursos hídricos superficiais da ADA tem por objetivo a apresentação das redes de drenagens superficiais principais e que interceptam a área da LT 230Kv Torres 2 - Forquilha. A partir da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, observa-se que as principais drenagens compreendem:

- Rio Sanga do Café;
- Rio do Cedro (Foto VIII.2.8.4-1);
- Rio Manoel Alves (Foto VIII.2.8.4-2);
- Rio Jundiá (Foto VIII.2.8.4-3);
- Rio Itoupava (Foto VIII.2.8.4-4);
- Rio do Sertão; e
- Rio Mampituba (Foto VIII.2.8.4-5).

Foto VIII.2.8.4-1 – Rio do Cedro. Ponto TF04 –
Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 639.549
mE/6.814.558 mN



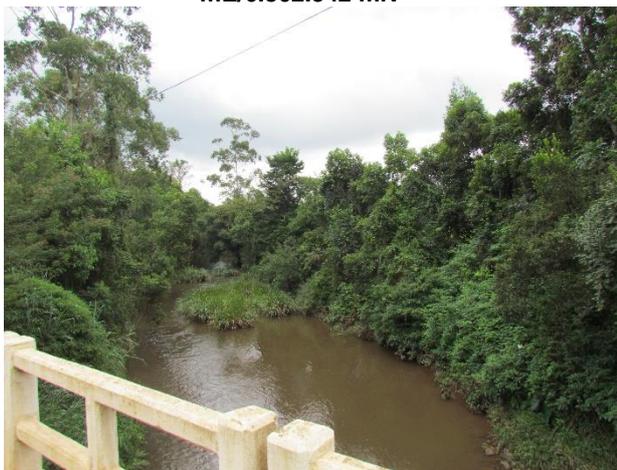
Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.8.4-2 – Rio Manoel Alves. Ponto TF08 –
Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 634.321
mE/6.809.724 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.8.4-3 – Rio Jundiá. Ponto TF11 –
Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 633.232
mE/6.802.342 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Foto VIII.2.8.4-4 – Rio Itoupava. Ponto TF15 –
Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 632.741
mE/6.794.244 mN



Fonte: (Observação in loco, 2017).

**Foto VIII.2.8.4-5 – Rio Mampituba. Ponto TF34 –
Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 618.583
mE/6.759.171 mN**



Fonte: (Observação in loco, 2017).

Ainda que não sejam interceptados pela ADA do projeto, dois importantes corpos lagunares ocorrem na região: as Lagoas do Jacaré e do Sombrio (Foto VIII.2.8.4-6 a

Foto VIII.2.8.4-9).

**Foto VIII.2.8.4-6 – Lagoa do Sombrio. Ponto TF35 –
Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 621.125
mE/6.758.556 mN**



Fonte: (Observação in loco, 2017).

**Foto VIII.2.8.4-7 – Lagoa do Sombrio. Ponto TF28 –
Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 – 22J 626.441
mE/6.775.290 mN**



Fonte: (Observação in loco, 2017).

**Foto VIII.2.8.4-8 – Canal de Ligação para a Lagoa do
Sombrio. Ponto TF30 – Coordenadas UTM – SIRGAS
2000 – 22J 622.432 mE/6.763.616 mN**



Fonte: (Observação in loco, 2017).

**Foto VIII.2.8.4-9 – Canal de Ligação para a Lagoa do
Sombrio. Ponto TF30 – Coordenadas UTM – SIRGAS
2000 – 22J 622.432 mE/6.763.616 mN**



Fonte: (Observação in loco, 2017).

VIII.2.8.5 CONCLUSÃO

A Área de Estudo (AE) e a ADA do Projeto da LT 230kV Torres 2-Forquilha estão situadas nas bacias hidrográficas Mampituba e Araranguá. Dentre os principais corpos hídricos que interceptam o Projeto, destacam-se os rios Mãe Luzia, do Cedro, Manoel Alves, Itoupava, Sanga da Madeira, Mampituba; e as lagoas do Sombrio e do Jacaré.

Em sua maioria, os rios são enquadrados na classe 2, com exceção de alguns rios, que são enquadrados como classe 1. No que diz respeito à qualidade das águas superficiais, a análise histórica constatou que a maioria dos corpos hídricos analisados possui um ou mais parâmetros de qualidade (pH, sulfatos, ferro, alumínio, manganês, oxigênio dissolvido, turbidez, zinco e cobre) com valores fora dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para água doce superficial.

VIII.2.9 PALEONTOLOGIA

VIII.2.9.1 INTRODUÇÃO

O estudo paleontológico busca a compreensão da evolução dos seres vivos e da Terra através do estudo de fósseis. A preservação dos corpos (fósseis), suas marcas de passagem, como pegadas ou rastros (icnofósseis) e seus vestígios, como excremento (icnofósseis) demanda particularidades do ambiente, que incluem o rápido soterramento ao mesmo tempo em que a ausência de fluxos de materiais que destruam; a ausência de ação bacteriana, entre outros métodos que possibilitam a fossilização.

Seres escavadores, de corpos fixos ou que vivem em esteiras microbianas possuem maiores probabilidades de serem preservados. Além disso, a composição química dos esqueletos, formados por sílica, calcita ou quitina são mais facilmente preservados.

Dada estas restrições, somente algumas litologias são capazes de preservar fósseis. Trata-se de rochas sedimentares em geral geradas em ambientes aquáticos de baixo fluxo energético, como fundos de lagos ou bacias de margem passiva. As rochas podem ser carbonáticas ou siliciclásticas e cada litologia irá favorecer uma determinada preservação dos seres.

VIII.2.9.2 MÉTODOS DE TRABALHO

O trabalho consistiu no estudo através de dados secundários de artigos, trabalhos, manuais dados elaborados pelos órgãos ambientais governamentais e dados disponibilizados no BasePaleo da CPRM.

As buscas foram através coordenadas do empreendimento, dos municípios nas quais o empreendimento atravessa e pelas características das litologias nas quais a linha de transmissão atravessa.

VIII.2.9.3 ÁREA DE ESTUDO

Os terrenos envolvidos na área de estudo do empreendimento são em sua maioria compostos por sedimentos pleistocênicos ou holocênicos, em parte relacionados a depósitos de barreira e outra parte à fluvio-lagunares, aluvionares ou de planícies de inundação. Sedimentos como estes dificilmente preservarão fósseis ou outros vestígios paleontológicos, pois não passaram pelo processo de diagênese, fazendo com que qualquer registro seja facilmente destruído caso o sedimento seja removido.

As outras formações presentes na área pertencentes à Bacia do Paraná são a formação Rio do Rastro, a Formação Botucatu e a Formação Serra Geral. As duas primeiras tratam-se de litologias sedimentares que por vezes são capazes de preservar algum conteúdo paleontológico, entretanto estes não são descritos nas proximidades dos terrenos de influência. Já a Formação Serra Geral tem origem vulcânica e conseqüentemente não abriga registros fósseis.

De acordo com a BasePaleo, não estão presentes itens paleontológicos na região e de acordo com o estudo da área não são esperados outros ao decorrer da implantação ou operação da linha de transmissão.