5. DIAGNÓSTICO SÓCIO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO APROVEITAMENTO

5.1. Meio Físico

5.1.1. Aspectos Gerais

O presente relatório temático do meio físico tem como objetivo principal fornecer subsídios para a elaboração do EPIA referente ao aproveitamento hidrelétrico do Rio Pedrinho, PR, destinado à construção da Pequena Central Hidrelétrica Santa Rita.

O estudo visa oferecer elementos para a análise da viabilidade ambiental de empreendimentos ou atividades consideradas potencial ou efetivamente causadoras de degradação do meio ambiente.

Segundo a Resolução nº 394 da ANEEL de 04/12/1998, Pequena Central Hidrelétrica (PCH) é toda usina hidrelétrica de pequeno porte com capacidade instalada superior a 1 MW e inferior a 30 MW, cuja área do reservatório deve ser inferior a 3 Km². Apesar das pequenas dimensões envolvidas, a instalação de uma PCH pode impor efeitos à dinâmica do meio físico-biótico.

Foram levantados para a composição deste relatório dados referentes aos contextos geológico, geomorfológico, hidrográfico/hidrológico, pedológico e climático da área do empreendimento e seu entorno, de modo a compor um panorama dos principais aspectos do meio físico e sua dinâmica na área estudada.

5.1.2. Aspectos Metodológicos

A elaboração do presente relatório temático foi composta por cinco fases principais: (1) pesquisa bibliográfica e cartográfica; (2) confecção de documentos cartográficos; (3) trabalhos de campo; (4) análise dos dados coletados e produzidos; (5) redação do relatório.

O material bibliográfico e cartográfico consultado abrange livros, periódicos, teses e/ou dissertações, estudos de impacto ambiental, relatórios e mapas de séries especiais. As pesquisas foram efetuadas em acervos próprios, em relatórios fornecidos pela contratante e em bancos de dados de órgãos estaduais e federais disponíveis na internet. Os dados cartográficos compilados e utilizados para a área de estudo referem-se aos itens discriminados na tabela 5.1.

Tabela 5.1: Material cartográfico utilizado como base de trabalho da área da PCH.

Fonte	Produto	Escala
ITCG	Mapa de Solos do Estado do Paraná	1:1.000.000
	Mapa Geomorfológico do Estado do Paraná	1:250.000
	Mapa Geológico do Estado do Paraná	1:250.000
	Recursos Hídricos (principais rios e bacias hidrográficas)	1:100.000
IBGE	Mapa de Clima do Brasil	1:5.000.000
	Carta Internacional ao Milionésimo (SG-22)	1:1.000.000
	Limite Municipal	1:500.000
SISCOM/IBAMA	Hidrografia	1:3.000.000
	Geologia	1:3.000.000
	Geomorfologia	1:3.000.000
	Solos	1:3.000.000
	Temperatura Média Anual	1:3.000.000
MINEROPAR	Mapa Geológico do Estado do Paraná	1:250.000
SUDERHSA	PR – Unidades Aqüíferas	não informado
	PR – Unidades Hidrográficas	não informado
	PR – Bacias Hidrográficas	não informado

USGS	**Modelo Digital de Elevação (MDE) do Programa Shuttle Radar Topography Mission - SRTM[1]**	**90 m ou 3 arcos de segundo**

A produção cartográfica foi efetuada em ambiente SIG com o auxílio do programa ArcGIS 9.1, sendo todos os dados convertidos para a projeção UTM e *datum* SAD69, fuso 22 sul.

A área do futuro empreendimento está inserida no contexto das folhas do mapeamento topográfico do IBGE SG-22-V-B (Campo Mourão), na escala 1:250.000; SG-22-V-B-VI (Cândido de Abreu), na escala 1:100.000 e SG-22-V-B-VI-3 (Faxinal da Boa Vista), na escala 1:50.000. Destas cartas, somente aquela na escala 1:250.000 é disponibilizada pelo IBGE, porém não na forma de base digital vetorial.

Foi efetuado pela empresa Brascan Energética S/A levantamento topográfico detalhado do trecho de interesse do Rio Pedrinho, ao qual, no entanto, não se teve acesso. Deste modo, optou-se por produzir uma nova base topográfica para a área da PCH e entorno a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) gerado pelo programa aeroespacial Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), da NASA.

Visto que a acurácia absoluta horizontal dos dados SRTM é de 20 metros (para erro circular com 90% de confiança) e vertical de 16 metros (para erro linear com 90% de confiança), foi possível adquirir dados topográficos para toda a extensão da PCH e entorno com resultado satisfatório.

De posse destes dados foi realizada análise para identificar possíveis imperfeições (valores espúrios) que, segundo a SRTM, são comuns em áreas com altas declividades, lagos com mais de 600 m de comprimento, rios que apresentam mais de 183 m de largura e oceanos. Nestas áreas foi feita correção interpolando-se os dados circunvizinhos.

Com o MDE corrigido foi possível gerar produtos temáticos como clinografia, hipsometria e sombreamento do terreno, bem como curvas de nível com eqüidistância de 20 m, compatíveis com um mapeamento na escala 1:50.000. A rede hidrográfica de detalhe foi confeccionada a partir do módulo *Arc Hydro Tools*, após a geração de um MDE corrigido hidrologicamente. A rede hidrográfica de detalhe da área da PCH e entorno foi calculada considerando uma área de cabeceira de drenagem com área mínima de 4.500 m^2.

Dadas às pequenas dimensões de uma PCH, definiu-se como área de influência do empreendimento, para efeito de detalhamento de análise, um retângulo de 6 x 7 Km tendo como centro o eixo da barragem, o que equivale a uma área total de 4.200 hectares ou 42 Km^2.

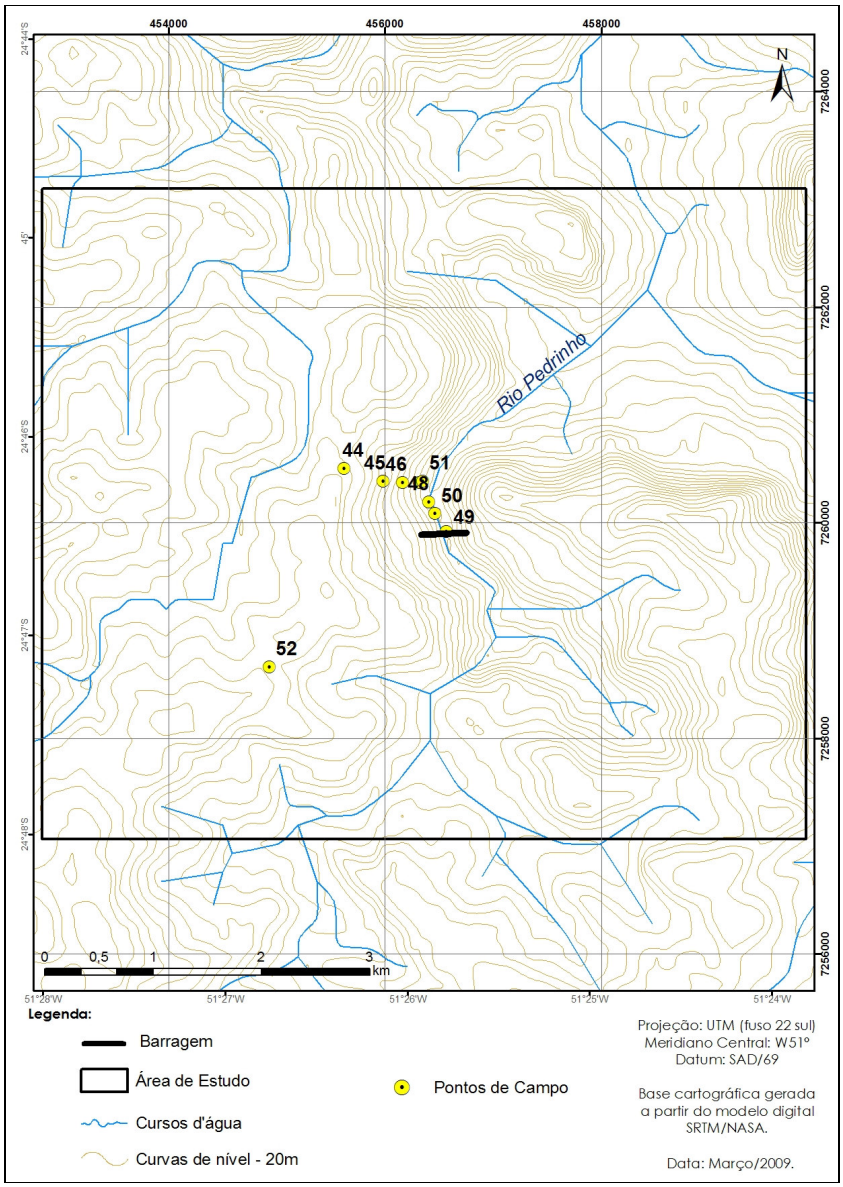
Os trabalhos de campo foram realizados no mês de março de 2009. Efetuaram-se percursos distribuídos em trechos situados no interior da área de influência da PCH e em seu entorno, com registros mais detalhados em pontos específicos (Figura 5.1). A definição dos percursos realizados foi pautada na existência de vias de acesso, assim como de sua trafegabilidade, nos mapeamentos geológicos, geomorfológicos e de reconhecimento de solos pré-existentes, assim como no mapeamento topográfico produzido a partir do modelo SRTM. O objetivo principal dos levantamentos de campo foi confirmar a existência das ocorrências geológicas e pedológicas já mapeadas, elucidar dúvidas quanto à sua abrangência e/ou localização e identificar novas ocorrências porventura ainda não registradas e mapeadas, assim como efetuar avaliação da compartimentação geomorfológica e de distribuição da rede hidrográfica na área de estudo. Efetuou-se em todos os trajetos realizados o registro fotográfico dos elementos observados, assim como registro de coordenadas UTM em receptor GPS.

As observações de campo tiveram como base elementos como perfis em cortes de estradas e/ou morros, formas do relevo (feições planares e lineares, etc.), cotas altimétricas, mudanças ou quebras de declividade, grau de dissecação,

[1] Disponível em http://glcf.umiacs.umd.edu/data/srtm.

discordâncias, distribuição e natureza da cobertura vegetal e uso da terra. Adicionalmente, durante os percursos de campo, procurou-se obter dados objetivos e subjetivos complementares às observações efetuadas por meio de questionamentos sobre questões relacionadas à distribuição de materiais superficiais e subsuperficiais a moradores e trabalhadores nos locais visitados.

Figura 5.1: Pontos visitados na área da PCH e entorno.



Fonte: IGPLAN, 2009.

5.1.3. Contexto Climático

5.1.3.1. Contexto Geral

O clima pode ser entendido como as condições atmosféricas médias em uma determinada região. Diversos componentes contribuem para a definição de uma classificação climática, dentre eles os elementos climáticos e os fatores do clima. Os elementos climáticos mais comuns são a distribuição da umidade e da temperatura, controladas pelos fatores do clima, ou controladores climáticos, que correspondem à latitude, altitude, relevo, vegetação, continentalidade e atividades humanas (MENDONÇA; & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O sul do Brasil é considerado por Nimer (1979) como uma das áreas do globo que apresenta a melhor distribuição de chuvas durante o ano. Segundo o autor, os sistemas de circulação atmosférica associados à ocorrência de chuvas atuam de forma mais ou menos semelhante sobre todo o território da Região Sul.

A dinâmica climática em nível estadual e, muitas vezes, local, é regida pelo predomínio durante o verão das massas de ar Equatorial Continental (mEc), Tropical Atlântica (mTa) e, eventualmente, Tropical Continental (mTc). A presença da massa Equatorial Continental (mEc), que tem origem na planície amazônica, promove a ocorrência de temperaturas e umidade elevadas, com intensa precipitação na forma de chuvas de convecção. Já a presença da massa Tropical Atlântica (mTa) é associada à ocorrência de fortes chuvas convectivas, porém de menor intensidade daquelas associadas à massa Equatorial Continental. Quando ocorre o predomínio da massa Tropical Continental (mTc), predomina tempo quente e seco, com pluviosidade reduzida ou nula.

No inverno, a passagem da Frente Polar Atlântica (FPA) precede a chegada da Massa Polar Atlântica (mPa), que desloca as massas tropicais para o centro e norte do País. As entradas das frentes polares ocorrem em geral com grande intensidade na Região Sul e são caracterizadas pela incidência de chuvas com trovoadas, seguidas de ar frio e seco.

Diversas classificações climáticas podem ser aplicadas aos tipos e subtipos climáticos que ocorrem na região Sul do Brasil e no Estado do Paraná. Tais classificações procuram associar diferentes parâmetros climáticos, que se traduzem na definição de grupos climáticos principais.

Segundo o mapeamento climático do Brasil produzido pelo IBGE (2002) na escala 1:5.000.000, o Estado do Paraná abrange diferentes tipos climáticos, que variam no sentido norte-sul. Ocorre no norte, leste e parte do oeste do Estado o clima Tropical dos tipos superúmido e úmido. Em parte do oeste do Estado e nos setores central e sul ocorre o clima Temperado.

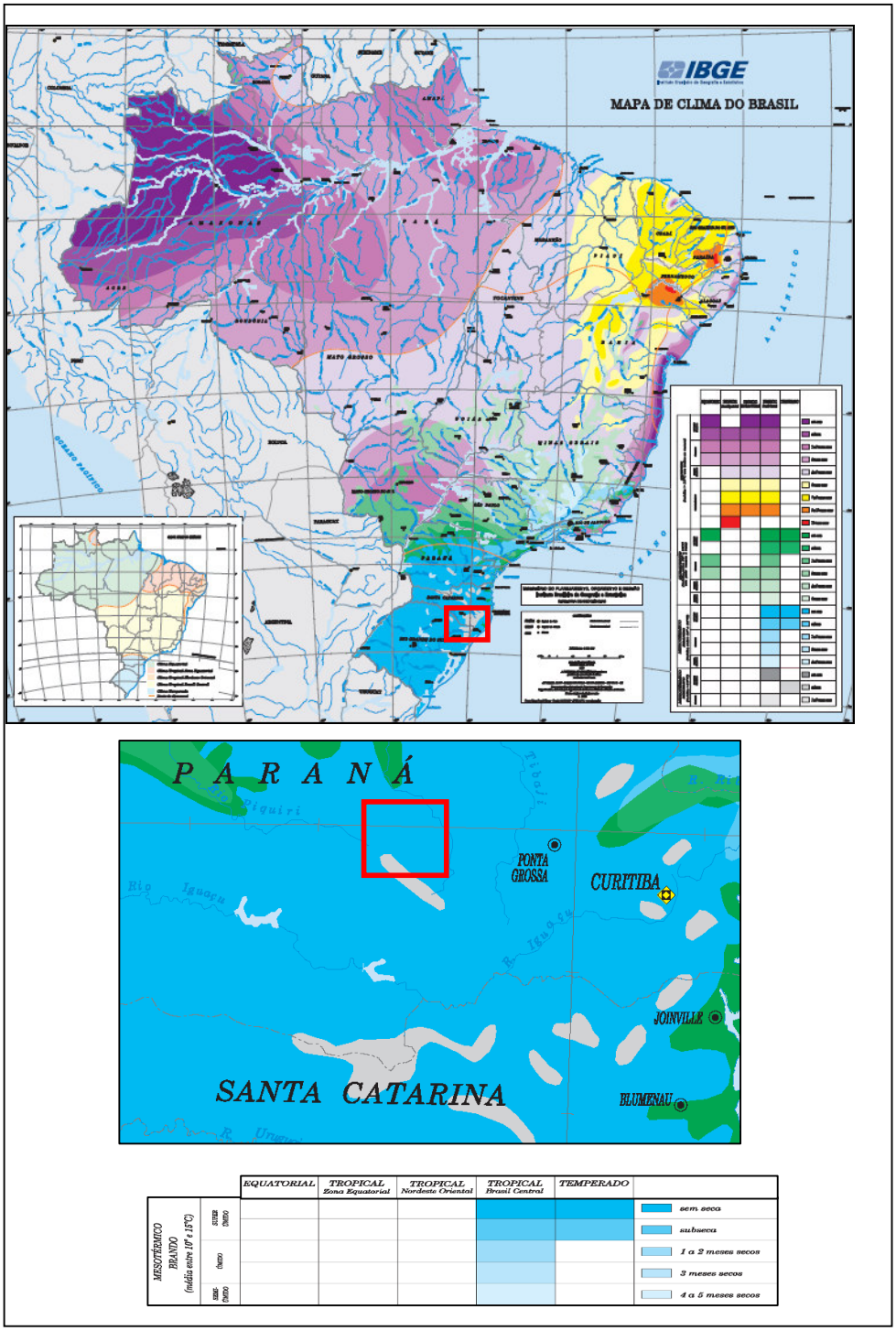
Ainda segundo o IBGE (2002), a região onde será instalada a PCH é caracterizada pela ocorrência do clima Temperado Mesotérmico Brando, do tipo super úmido, sem estação seca e com temperaturas que variam entre 10^{o} e 15^{o}C (Figura 5.2).

O modelo de classificação proposto por Köppen, desenvolvido entre 1900 e 1936, abrange cinco grupos principais, subdivididos com base na distribuição sazonal da precipitação e nas características da temperatura. Tal combinação permite a composição de 24 diferentes tipos climáticos e constitui o sistema de classificação climática mais difundida no Brasil.

Segundo o mapeamento (sem indicação de escala) efetuado pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG), ocorre na região da PCH o tipo climático Cfb da classificação de Köppen, que indica clima temperado chuvoso e moderadamente quente, úmido em todas as estações do ano, com verão moderadamente quente (Figura 5.3). Da mesma forma o mapeamento efetuado pelo Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), sem escala definida, indica para a região da PCH a ocorrência dos tipos climáticos Cfa e Cfb da

GRP – EMPREENDIMENTOS S/A

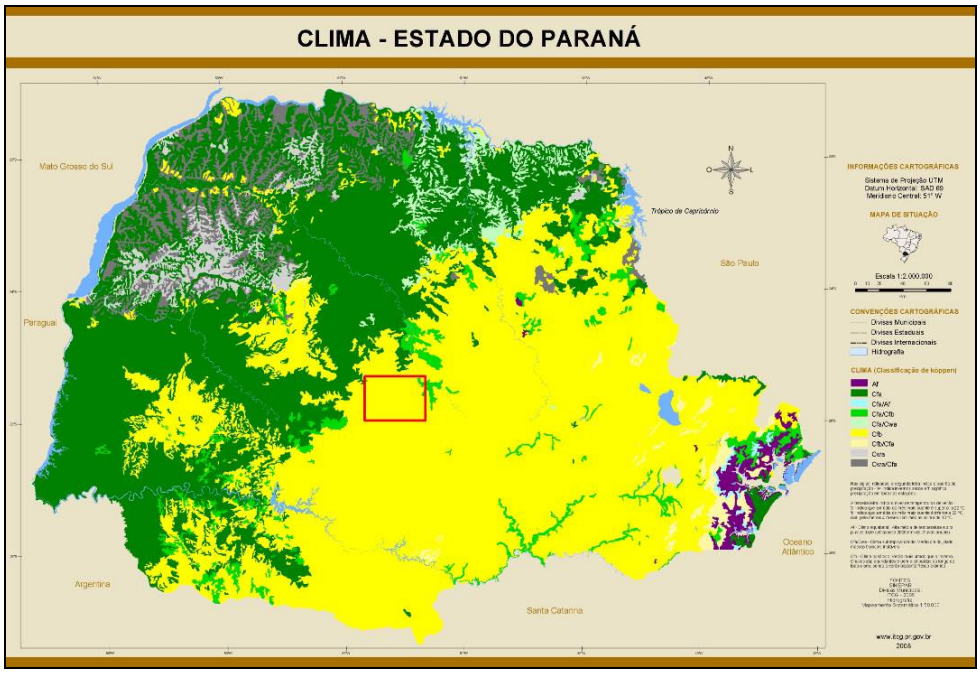
Figura 5.2 – Contextualização climática nacional e regional segundo o IBGE. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: IBGE, 2002.

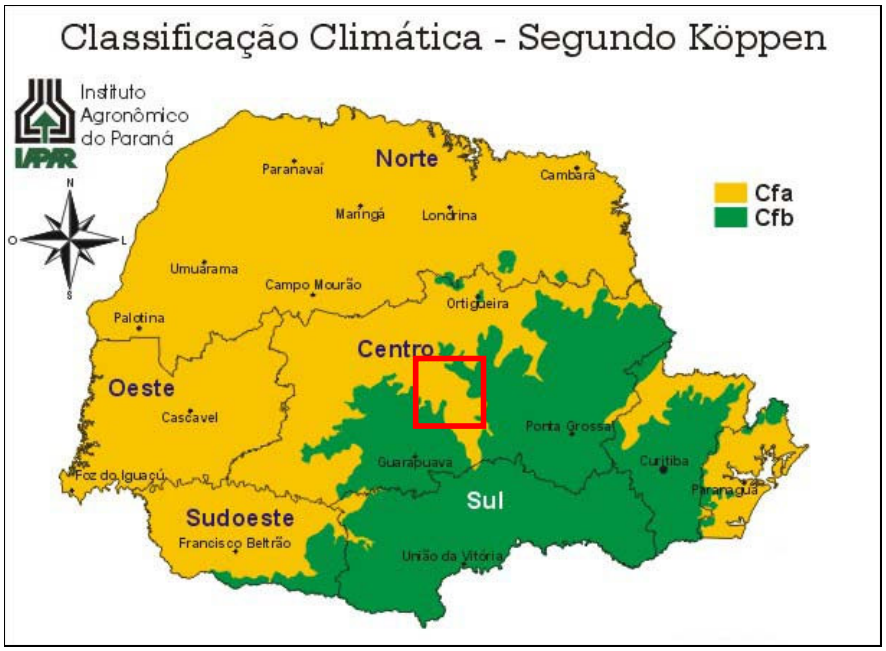
classificação de Köppen (Figura 5.4). Já segundo o mapeamento disponibilizado pelo SISCOM/IBAMA na escala 1:3.000.000, ocorre na região da PCH o tipo climático Cfa, que indica clima temperado chuvoso e moderadamente quente, úmido em todas as estações, com verão quente.

Figura 5.3: Tipos climáticos do Estado do Paraná segundo o ITCG. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: ITCG, 2008.

Figura 5.4: Classificação climática do Estado do Paraná segundo o IAPAR. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: IAPAR, 2009.

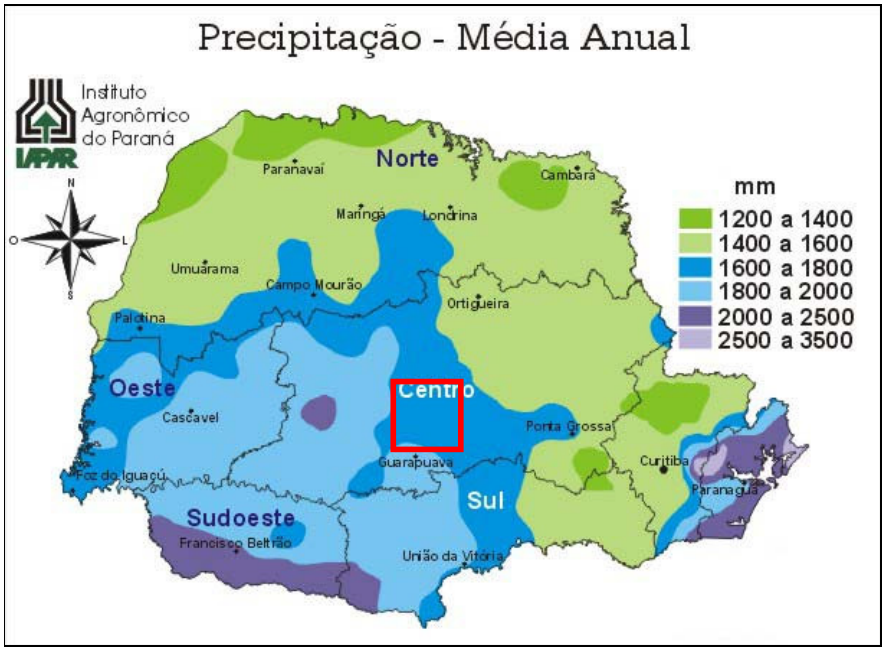
5.1.3.2. Precipitação e Umidade Relativa

A precipitação é um dos parâmetros climatológicos mais utilizados na análise climatológica. Segundo o IAPAR (2009), o termo "precipitação" é definido como qualquer deposição d'água em forma líquida ou sólida proveniente da atmosfera, incluindo a chuva, granizo, neve, neblina, chuvisco, orvalho e outros hidrometeoros. A precipitação é medida em altura, normalmente expressa em milímetros. Uma precipitação de 1 mm é equivalente a um volume de 1 litro de água numa superfície de 1 m^2.

Em termos de precipitação média anual, o Estado do Paraná apresenta, segundo o IAPAR (2009), valores que variam entre 1.200 a 1.400 mm, na porção norte e leste, e 2.500 a 3.500 mm no extremo leste do Estado, junto a Serra do Mar. A região da PCH conta com uma precipitação média anual predominantemente na faixa de 1.600 a 1.800 mm (Figura 5.5). Tais índices são também confirmados através do

mapeamento de distribuição da precipitação média anual apresentada pelo Instituto Tecnológico SIMEPAR (2009).

Figura 5.5: Distribuição das médias anuais de precipitação no Estado do Paraná segundo o IAPAR. Em destaque a área do empreendimento.



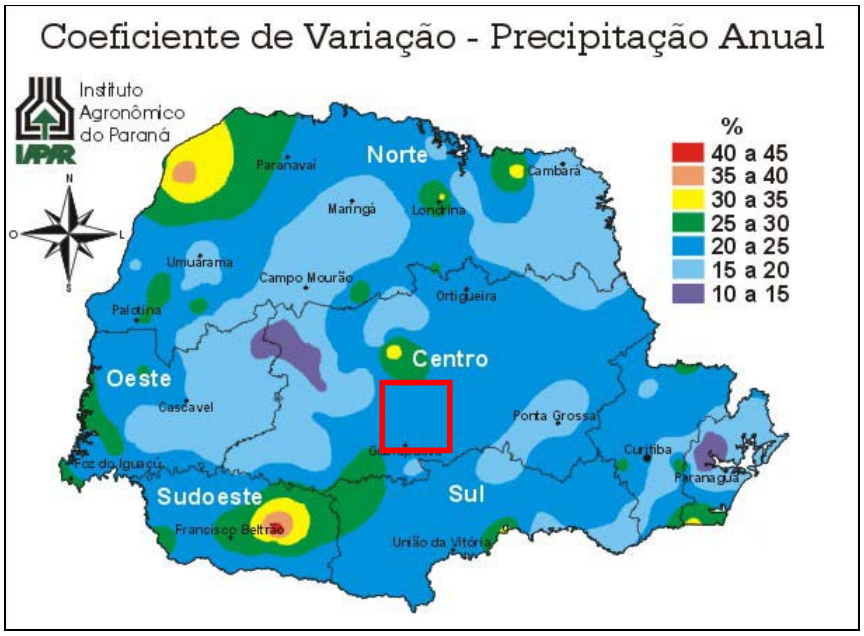
Fonte: IAPAR, 2009.

É característica do Estado do Paraná a baixa variação da precipitação. Segundo o IAPAR, o coeficiente de variação da precipitação anual que predomina no Estado abrange principalmente as faixas de 15 a 20% e de 20 a 25%. A região em que se insere a PCH apresenta coeficiente de variação da precipitação anual na faixa de 20 a 25% (Figura 5.6). Tal fato indica uma estabilidade entre 75 e 80% no volume médio anual de chuvas esperado, o que confere à área condições adequadas para instalação de uma Pequena Central Hidrelétrica.

Quanto à distribuição da precipitação mensal, observa-se nos mapeamentos disponibilizados pelo IAPAR (2009) (Figura 5.7) que esta pode variar no Estado de valores mensais mínimos entre 25 e 50 mm, em junho e agosto, a valores mensais máximos entre 350 e 450 mm, de janeiro a março. No entanto, é importante observar

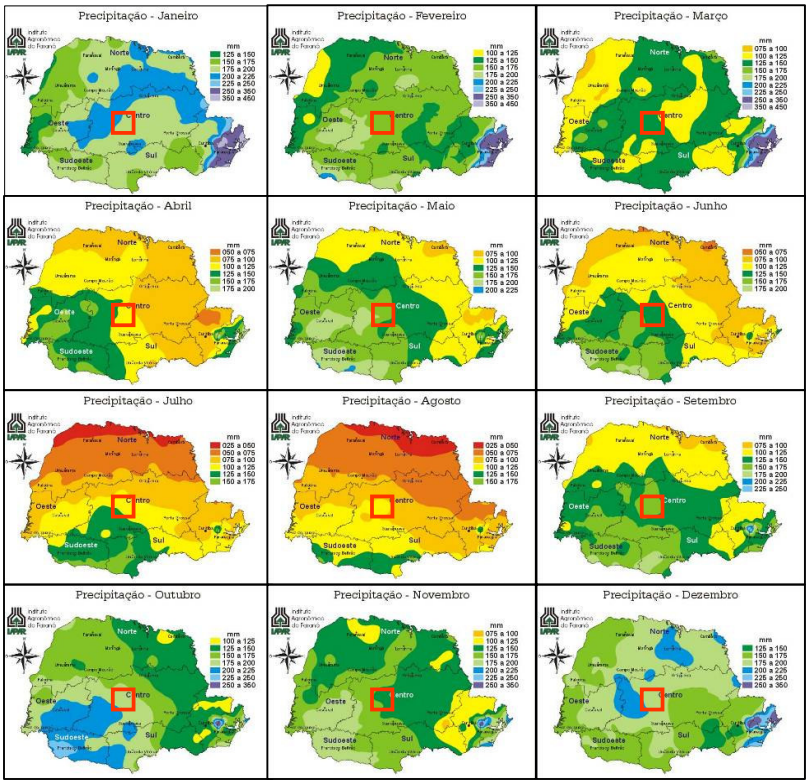
que a região na qual se insere a PCH a precipitação mensal pode variar em uma faixa ampla de 100 a 225 mm, porém com valores de aproximadamente 150 a 175 mm mensais distribuídos com pequenas variações em grande parte dos meses do ano.

Figura 5.6: Distribuição dos coeficientes de variação da precipitação anual no Estado do Paraná segundo o IAPAR. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: IAPAR, 2009.

Figura 5.7: Distribuição da precipitação média mensal no Estado do Paraná segundo o IAPAR. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: IAPAR, 2009.

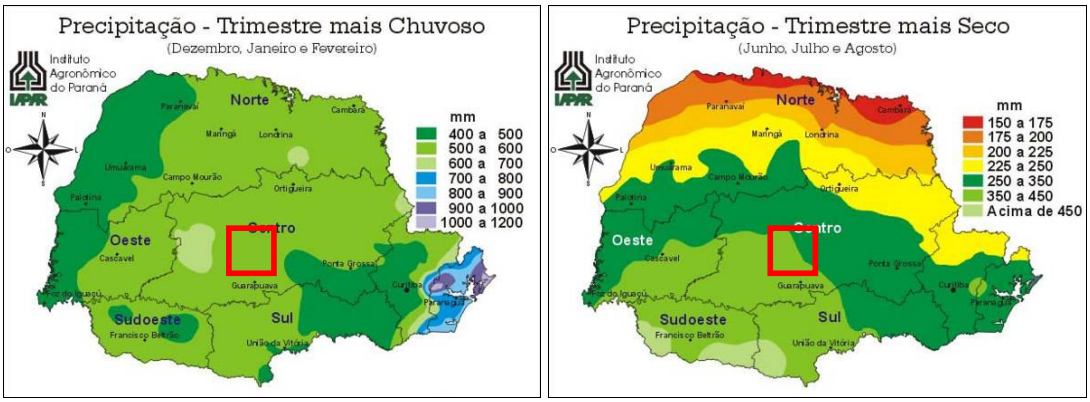
Ainda segundo o IAPAR (2009), o trimestre mais chuvoso (dezembro a fevereiro) apresenta no Estado totais que variam entre 400 e 1.200 mm, estando à área em que se insere a PCH situada na faixa de 500 a 600 mm de precipitação trimestral total, uma das mais baixas do Estado (Figura 5.8).

Por outro lado, o trimestre mais seco (junho a agosto) apresenta no Estado totais que variam entre 150 a mais de 450 mm. A área da PCH situa-se na faixa de 350 a 450 mm de precipitação trimestral total, uma das mais elevadas do Estado (Figura 5.8).

O posicionamento da região da PCH na faixa entre as menores precipitações no trimestre mais chuvoso e entre as maiores precipitações no trimestre mais seco

indica tratar-se de área estável em termos de distribuição da precipitação anual, pois os valores oscilam de modo não excessivo entre o trimestre mais úmido (de 500 a 600 mm) e o mais seco (350 a 450 mm) (Figura 5.8).

Figura 5.8: Precipitação do trimestre mais seco e mais chuvoso no Estado do Paraná segundo o IAPAR. Em destaque a área do empreendimento.

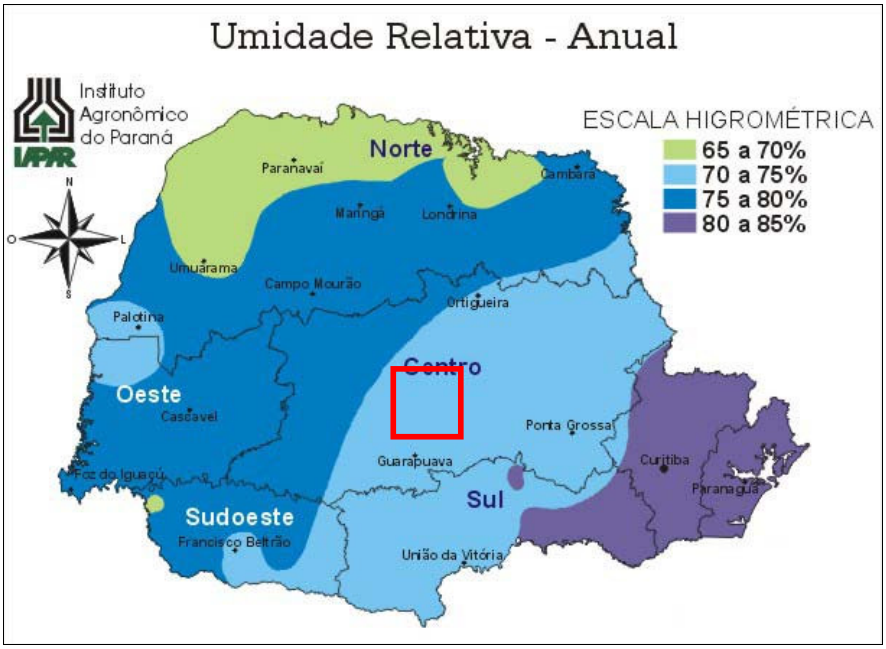


Fonte: IAPAR, 2009.

Com relação à umidade relativa, o IAPAR (2009) informa que esta é uma das formas de expressar o conteúdo de vapor existente na atmosfera. É definida como a relação entre o teor de vapor d'água contido no ar num dado momento e o teor máximo que esse ar poderia conter, à temperatura ambiente. O valor da umidade relativa pode mudar pela adição ou remoção de umidade do ar ou pela mudança de temperatura.

A distribuição da umidade relativa anual no Paraná varia na escala higrométrica entre 65 a 70%, no norte do Estado, e 80 a 85% na sua porção leste. A região em que se situa o empreendimento encontra-se na faixa de 70 a 75% de umidade relativa anual na escala higrométrica, o que indica tratar-se de área com valores médios elevados de umidade (Figura 5.9).

Figura 5.9: Distribuição da umidade relativa no Estado do Paraná segundo o IAPAR. Em destaque a área do empreendimento.

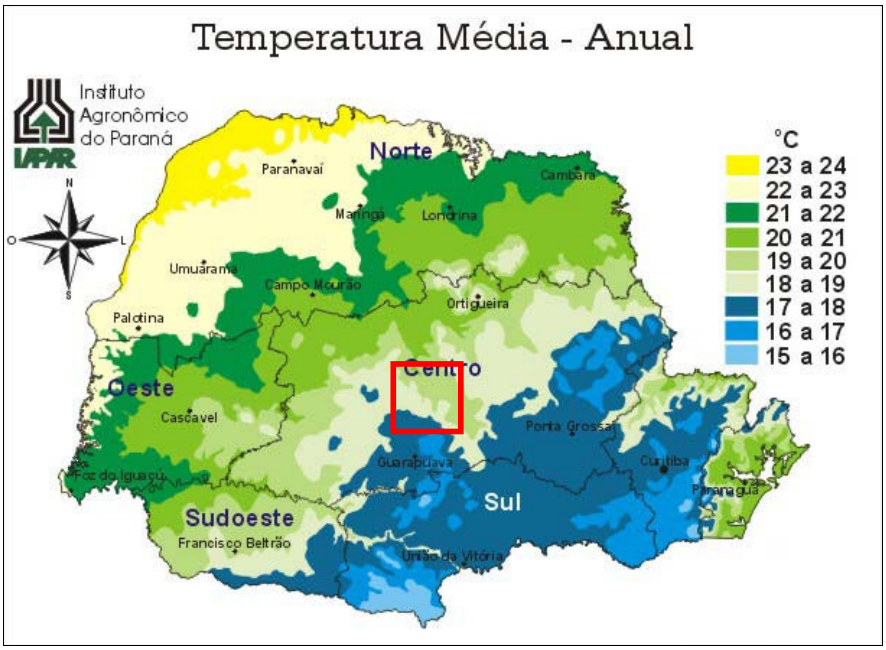


Fonte: IAPAR, 2009.

5.1.3.3. Temperatura, Evapotranspiração e Ventos

Além da precipitação, a temperatura é provavelmente o elemento mais discutido e analisado do tempo atmosférico. Os registros das séries históricas de temperaturas no Estado do Paraná indicam uma importante variação da temperatura média anual em seu território (Figura 5.10).

Figura 5.10: Distribuição da temperatura média anual no Estado do Paraná segundo o IAPAR. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: IAPAR, 2009.

Observa-se que as maiores médias (> 22°C) são encontradas na porção noroeste do Estado, enquanto que as menores médias (<18°C) situam-se em uma faixa que atravessa no sentido NE-SW, estando as menores médias absolutas (<16°C) concentradas no extremo sul do Estado (IAPAR, 2009).

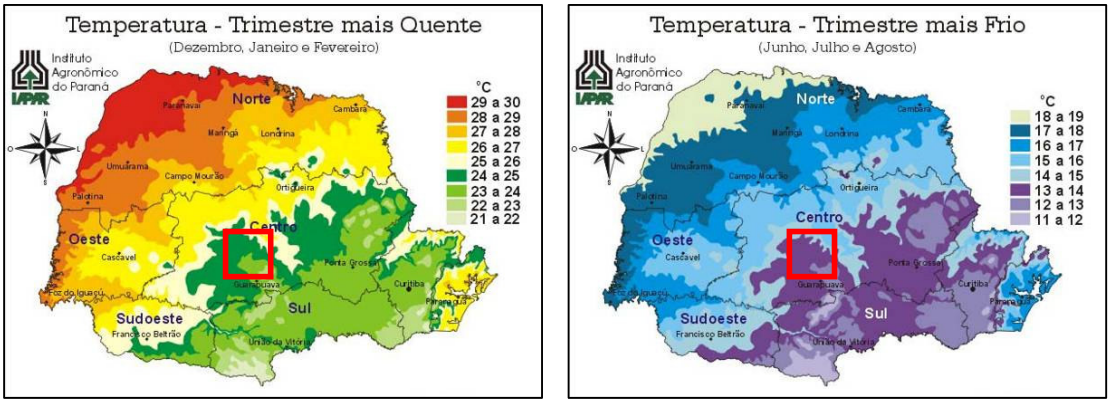
A área do empreendimento e entorno está localizada em uma região de temperaturas intermediárias entre as máximas e mínimas do Estado do Paraná, onde ocorrem temperaturas médias anuais principalmente nas faixas de 17 a 18°C e de 18 a 19°C. A amplitude térmica média da área em questão é, portanto, baixa.

Conforme o IAPAR (2009), o trimestre mais quente do ano (dezembro a fevereiro) registra temperaturas médias bastante diversas no território estadual, que variam entre a faixa de 29 a 30°C e a faixa de 21 a 22°C. Assim como para as temperaturas anuais médias, as faixas de maiores temperaturas referentes ao trimestre mais quente localizam-se no noroeste do Estado enquanto que as faixas de menores

temperaturas situam-se distribuídas no eixo NE-SW localizado no sudeste do Estado (Figura 5.11).

Ainda segundo o IAPAR (2009), o trimestre mais frio do ano (junho a agosto) apresenta temperaturas médias que variam entre a faixa de 18 a 19°C e a faixa de 11 a 12°C. Neste contexto repete-se uma vez mais a distribuição geográfica das médias de temperaturas, estando as maiores médias localizadas a noroeste do Estado e as menores na faixa NE-SW situada na porção sudeste do Paraná.

Figura 5.11: Temperatura do trimestre mais quente e mais frio no Estado do Paraná segundo o IAPAR. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: IAPAR, 2009.

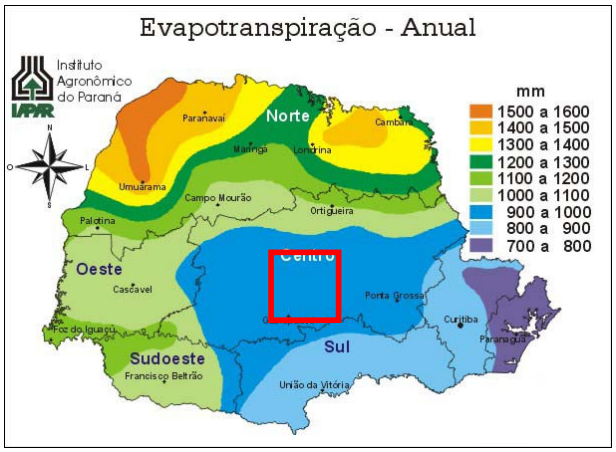
Na área da PCH e entorno verifica-se no trimestre mais quente o predomínio de médias nas faixas de 23 a 24°C e de 24 a 25°C, enquanto que no trimestre mais frio prevalecem às faixas de 12 a 13°C, de 13 a 14°C e de 14 a 15°C. Registra-se, assim, uma amplitude térmica de aproximadamente 12°C entre as médias de temperaturas do trimestre mais quente e do trimestre mais frio do ano.

Com relação à evapotranspiração, o IAPAR (2009) relata que a transferência de água de uma superfície qualquer para a atmosfera, por meio dos processos de evaporação e transpiração, é denominada evapotranspiração. Normalmente se estima a evapotranspiração devido à dificuldade de se separar os processos de evaporação - perda de água diretamente das superfícies para a atmosfera - e transpiração - perda de água dos organismos vegetais e animais para a atmosfera. A

evapotranspiração é considerada como potencial quando ocorre a partir de uma superfície vegetada extensa e uniforme, coberta por vegetação de porte baixo e bem suprida de água.

Os registros do IAPAR (2009) apontam um gradiente de evapotranspiração anual para o Estado do Paraná, com valores mais elevados, entre 1500 e 1600 mm, situados no trecho noroeste do Estado, e valores mais baixos, entre 700 e 800 mm e entre 800 e 900 mm, localizados no sudeste paranaense (Figura 5.12).

Figura 5.12: Distribuição da evapotranspiração anual no Estado do Paraná segundo o IAPAR. Em destaque a área do empreendimento.



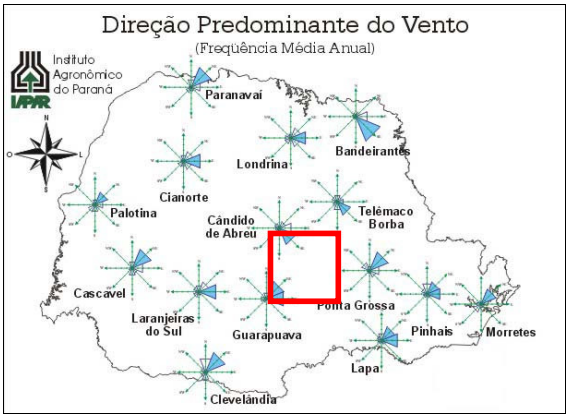
Fonte: IAPAR, 2009.

A região onde se localiza a PCH é caracterizada pela ocorrência da faixa de evapotranspiração anual que oscila entre 900 e 1.000 mm, fato que evidencia um significativo superávit hídrico, uma vez que a precipitação anual média para a região situa-se na faixa entre 1.600 e 1.800 mm (Figuras 5.5 e 5.12).

Quanto à direção predominante dos ventos, o monitoramento no Estado do Paraná é efetuado pelo IAPAR em 15 estações meteorológicas. A freqüência média anual da direção predominante do vento não apresenta grandes variações no Estado, concentrando-se principalmente nos quadrantes nordeste e sudeste (Figura 5.13).

Não há uma estação de monitoramento na área do empreendimento e seu entorno, porém há dados disponíveis para a estação de Cândido Abreu, situada a cerca de 25 Km da PCH. Segundo dados desta estação, predominam na área da PCH ventos do quadrante sudeste (IAPAR, 2009).

Figura 5.13: Freqüência média anual da direção predominante do vento em municípios monitorados no Estado do Paraná, segundo o IAPAR. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: IAPAR, 2009.

5.1.3.4. Dados Climatológicos na Região da PCH

Os principais dados climatológicos disponíveis para a região da PCH referem-se à estação climatológica Palmital, código ANEEL n.º 24535213, localizada nas coordenadas 24,53ºS e 52,13ºW e altitude de 783 m. A estação é operada pelo SIMEPAR e conta com série histórica bastante reduzida, de junho de 1997 a abril de 2001. Os dados climatológicos foram coletados e organizados em 2003 pela empresa Brascan Energética S/A para estudos de inventário hidrelétrico do Rio Pedrinho referente à construção da PCH Santa Rita.

Segundo a Brascan (2003), “a precipitação média anual na bacia hidrográfica do rio Pedrinho, obtida na estação climatológica de Palmital foi de 1.850,6 mm e a calculada pelo programa do projeto HG-77 de Regionalização de Vazões em Pequenas Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná, resultou em 1.716,9 mm” (Tabela 5.2; Gráfico 5.1)

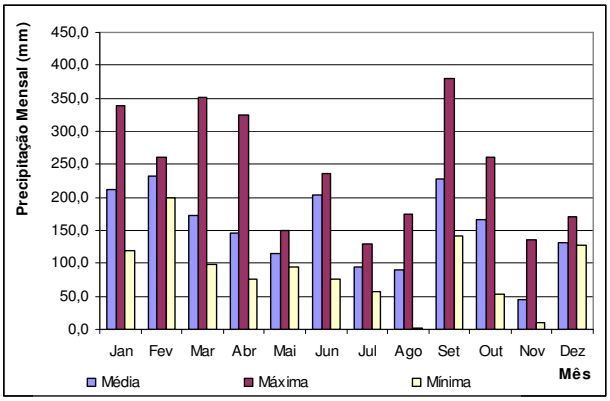
Tabela 5.2: Precipitações mensais na estação climatológica de Palmital de junho de 1997 a abril de 2001.

Mês	Precipitação (mm)			Mês	Precipitação (mm)		
	Mínima	Média	Máxima		Mínima	Média	Máxima
Janeiro	119,8	211,7	338,3	Julho	57,2	94,5	130,0
Fevereiro	198,3	232,3	260,6	Agosto	2,4	91,3	174,8
Março	99,0	172,0	351,2	Setembro	142,8	228,9	371,0
Abril	76,0	146,1	323,7	Outubro	52,5	165,8	261,7
Maio	93,8	115,5	150,6	Novembro	9,6	45,3	134,8
Junho	75,4	202,9	236,3	Dezembro	127,0	130,6	170,3

Fonte: Brascan Energética S/A, 2003.

Observa-se no período analisado a ocorrência de precipitações mensais máximas superiores a 300 mm nos meses de janeiro, março, abril e setembro, e precipitações mínimas inferiores a 150 mm nos meses de maio, junho e novembro. As precipitações mensais mínimas concentram-se nos meses de agosto e novembro. As precipitações médias superiores a 200 mm ocorrem nos meses de janeiro, fevereiro, junho e setembro, enquanto que as precipitações médias inferiores a 100 mm concentram-se nos meses de agosto e novembro. O conjunto de dados apresentado indica tratar-se de área com precipitações bem distribuídas ao longo do ano, porém com sazonalidade, evidenciada por pequena predominância de período mais úmido nos meses do verão, entretanto podendo também ocorrer precipitações intensas nas demais estações do ano (Gráfico 5.1).

Gráfico 5.1: Precipitações médias mensais na estação climatológica de Palmital de junho de 1997 a abril de 2001.



Fonte: Brascan Energética S/A, 2003.

Com relação às temperaturas, a Brascan (2003) informa que "a temperatura média anual da bacia hidrográfica do rio Pedrinho, obtida a partir da estação climatológica de Palmital foi 19,9ºC e a calculada através do Projeto HG-77 resultou em 17,7ºC. A máxima temperatura registrada foi de 32,8ºC, em dezembro de 1998, e a mínima de -2,2º C, em julho de 2000" (Tabela 5.3; Gráfico 5.2).

Observa-se na tabela 3 que a temperatura média máxima a estação Palmital (23,1ºC) é registrada no mês de janeiro, enquanto que a temperatura média mínima ocorre no mês de junho (15,8ºC), indicando amplitude térmica média de 7,3ºC.

A empresa Brascan (2003) indica que "as temperaturas médias obtidas através dos registros da estação climatológica de Palmital apresentam valores superiores às calculadas pelo Projeto HG-77, entretanto esta diferença está relacionada aos períodos utilizados".

Segundo os dados apresentados, as temperaturas mensais máximas pouco variam ao longo do ano, enquanto que as temperaturas mensais mínimas apresentam nítida sazonalidade, com valores inferiores a 0ºC nos meses de julho, agosto e outubro e valores superiores a 10ºC entre outubro e fevereiro (Gráfico 5.2).

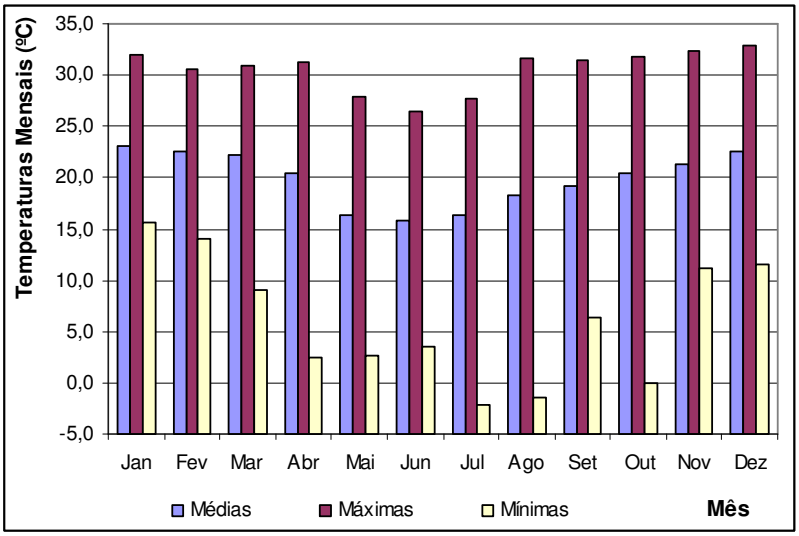
GRP – EMPREENDIMENTOS S/A

Tabela 5.3: Temperaturas médias mensais medidas na estação climatológica de Palmital e calculadas pelo projeto HG-77 (graus Celsius).

	Palmital	HG-77		Palmital	HG-77
Janeiro	23,1	21,1	Julho	16,3	13,5
Fevereiro	22,5	21,1	Agosto	18,3	15,3
Março	22,3	20,2	Setembro	19,3	16,3
Abril	20,4	18,0	Outubro	20,5	18,2
Maio	16,4	15,3	Novembro	21,3	19,5
Junho	15,8	13,6	Dezembro	22,5	20,5

Fonte: Brascan Energética S/A, 2003.

Gráfico 5.2: Temperaturas médias, mínimas e máximas mensais na estação climatológica de Palmital.



Fonte: Brascan Energética S/A, 2003.

Segundo a Brascan (2003), “a umidade relativa do ar média anual é de 72,7% na estação climatológica de Palmital e a calculada pelo Projeto HG-77 foi de 76,7%, sendo ligeiramente menor nos meses de julho a dezembro e ligeiramente maior nos meses de janeiro a junho” (Tabela 5.4; Gráfico 5.3).

Tabela 5.4: Umidade relativa do ar média mensal medida na estação climatológica de Palmital e calculada através do projeto HG-77.

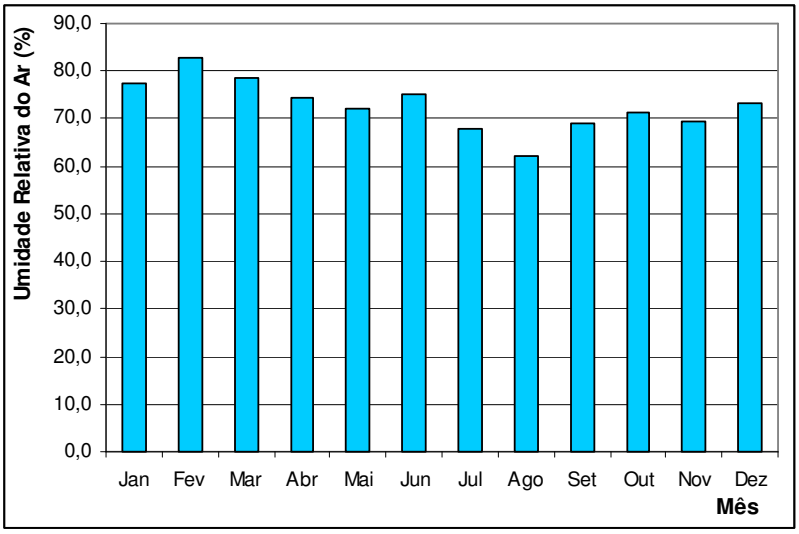
	Palmital	HG-77		Palmital	HG-77
Janeiro	77,6 %	78,2 %	Julho	68,0 %	75,3 %
Fevereiro	82,7 %	79,1 %	Agosto	62,0 %	72,2 %
Março	78,4 %	79,6 %	Setembro	68,9 %	73,1 %
Abril	74,3 %	79,4 %	Outubro	71,2 %	73,7 %
Maio	72,1 %	79,9 %	Novembro	69,1 %	74,2 %
Junho	75,1 %	78,8 %	Dezembro	73,1 %	76,8 %

Fonte: Brascan Energética S/A, 2003.

Segundo os dados apresentados pela Brascan (2003), observa-se que a umidade relativa do ar apresenta pouca variação anual, oscilando entre valores próximos a 60 e 80%, sendo fevereiro o mês mais úmido (82,7%) e agosto o mês menos úmido (62%) (Tabela 5.4; Gráfico 5.3).

Quanto à velocidade do vento na estação Palmital, a Brascan (2003) indica que "o vento sopra com maior intensidade nos meses de agosto e dezembro e com menor intensidade nos meses de janeiro a junho. A intensidade média anual do vento é da ordem de 2,8 m/s. A procedência predominante de Norte e de Este. Nos meses de maio e abril predominam os ventos de Sudeste" (Tabela 5.5; Gráfico 5.4).

Gráfico 5.3: Umidades relativas do ar médias mensais na estação climatológica de Palmital



Fonte: Brascan Energética S/A, 2003.

Tabela 5.5: Velocidades médias e máximas do vento na estação climatológica de Palmital (m/s).

	Média	Máxima		Média	Máxima
Janeiro	2,7	17,8	Julho	2,8	17,1
Fevereiro	2,4	16,7	Agosto	3,0	15,9
Março	2,5	15,9	Setembro	3,4	20,0
Abril	2,5	15,8	Outubro	3,3	23,8
Maio	2,7	13,9	Novembro	3,0	14,5
Junho	2,8	20,7	Dezembro	2,9	17,6

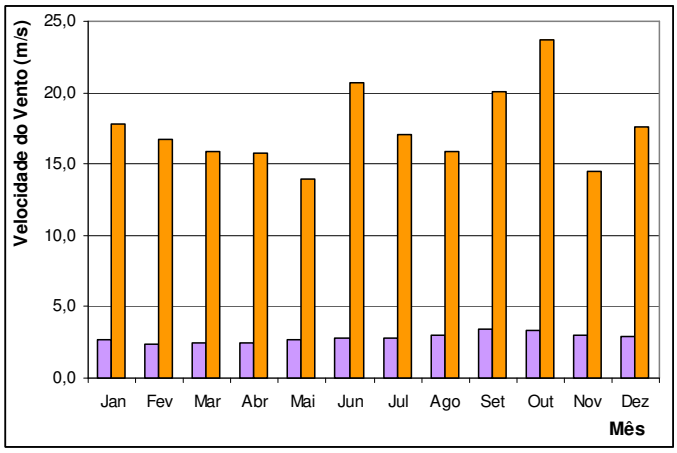
Fonte: Brascan Energética S/A, 2003.

As velocidades máximas do vento são registradas no meses de junho (20,7 m/s), setembro (20 m/s) e outubro (23,8 m/s), enquanto que as menores velocidades são registradas nos meses de maio (13,9 m/s) e novembro (14,5 m/s), o que indica uma predominância de ventos mais fortes entre os meses de junho e outubro (Tabela 5.5; Gráfico 5.4).

O total de insolação, obtido pelo método de regionalização, foi também calculado pelo programa HG-77 (Brascan, 2003) para a bacia do rio Pedrinho. Os dados obtidos indicam uma incidência de insolação superior a 200 horas nos meses de janeiro (201,40 horas), julho (200,79 horas) e novembro (203,64 horas), ao passo que valores inferiores a 180 horas são registrados em junho (175,14 horas) e setembro (169,95 horas) (Tabela 5.6).

GRP – EMPREENDIMENTOS S/A

Gráfico 5.4: Velocidades médias e máximas do vento na estação climatológica de Palmital.



Fonte: Brascan Energética S/A, 2003.

Tabela 5.6: Total mensal de insolação, obtido por regionalização (horas).

Janeiro	201,40	Maio	194,08	Setembro	169,95
Fevereiro	182,82	Junho	175,14	Outubro	195,57
Março	195,42	Julho	200,79	Novembro	203,64
Abril	190,60	Agosto	197.80	Dezembro	196,46

Fonte: Brascan Energética S/A, 2003.

Por fim, os valores mensais de evaporação e evapotranspiração, real e potencial, calculados pela Brascan (2003) para a PCH Pedrinho I a partir dos parâmetros anteriormente apresentados, indicam, segundo a empresa, que “a evaporação líquida média anual, diferença entre a evaporação e a evapotranspiração, para a região da PCH Pedrinho I resultou em valores próximos a 360 mm/ano”. Observa-se adicionalmente, que as diferenças entre evaporação potencial e real são menores que as diferenças entre a evapotranspiração potencial e real (Tabela 5.7).

Tabela 5.7: Evaporação e evapotranspiração, real e potencial, em cada mês na bacia hidrográfica do Rio Pedrinho.

Mês	Evaporação Potencial (mm)	Evaporação Real (mm)	Evapotranspiração Potencial (mm)	Evapotranspiração Real (mm)
Janeiro	166,75	160,03	160,85	112,56
Fevereiro	143,23	147,70	137,65	90,72
Março	137,50	120,74	131,93	88,81
Abril	108,11	90,60	103,73	63,79
Maio	85,04	63,67	81,76	33,42
Junho	69,53	54,54	67,66	26,29
Julho	84,35	58,23	82,37	33,63
Agosto	109,19	77,83	107,03	48,26
Setembro	119,21	103,51	116,63	50,74
Outubro	150,71	133,09	146,48	73,58
Novembro	164,24	152,45	159,29	88,92
Dezembro	165,43	159,19	160,25	101,83

Fonte: Brascan Energética S/A, 2003.

5.1.4. Contexto Geológico

5.1.4.1. Geologia do Estado do Paraná

A evolução geológica do Estado do Paraná, segundo a MINEROPAR (2001), teve início há mais de 2.800 milhões de anos (Ma). Os registros geológicos anteriores a 570 milhões de anos, ainda que descontínuos, referem-se essencialmente a rochas magmáticas e metamórficas que constituem o embasamento da Plataforma Sul-Americana. Posteriormente, esta plataforma constituiu a base para a formação das unidades sedimentares e vulcânicas. Este embasamento, também referido pelo termo Escudo, está exposto na parte leste do Estado (Primeiro Planalto e Litoral), sendo recoberto a oeste pela cobertura vulcânica e sedimentar denominada Bacia do Paraná (Figura 5.14).

O Escudo Paranaense compõe as porções mais antigas e elevadas do Estado do Paraná, constituído por rochas cristalinas, ígneas e metamórficas da Plataforma Sul-

Americana, sendo recoberto a oeste pelas rochas sedimentares paleozóicas da bacia. Na área do embasamento cristalino são reconhecidos quatro conjuntos litológicos, ou compartimentos, definidos com base em parâmetros estratigráficos, tectônicos e geocronológicos:

- Arqueano e Proterozóico Inferior: terrenos cristalinos de alto grau metamórfico (fácies anfibolito a granulito);
- Proterozóico Superior: terrenos cristalinos de baixo grau metamórfico (fácies xisto verde a anfibolito), que afloram principalmente na porção norte-noroeste do Primeiro Planalto Paranaense;
- Proterozóico Superior ao Paleozóico Inferior: representado pelo magmatismo ácido, durando, com interrupções, até o começo do Paleozóico;
- Paleozóico: bacias vulcano-sedimentar e sedimentar restritas formadas no Ordoviciano, durante a transição entre o final do Ciclo Brasiliano e a cratonização da Plataforma Sul-Americana, ao final das atividades orogênicas.

A Bacia do Paraná compreende o Segundo e o Terceiro Planalto Paranaense, recobrindo a maior porção do Estado. É uma bacia sedimentar, intracratônica ou sinéclise, que evoluiu sobre a Plataforma Sul-Americana. Sua formação teve início no Período Devoniano, há cerca de 400 milhões de anos, terminando no Cretáceo. A persistente subsidência na área de formação da bacia, embora de caráter oscilatório, possibilitou a acumulação de grande espessura de sedimentos, lavas basálticas e sills de diabásio, ultrapassando 5.000 metros na porção mais profunda.

A forma da Bacia do Paraná é aproximadamente elíptica, aberta para sudoeste, e cobre uma área da ordem de 1,5 milhões de Km^2. Apresenta inclinação homoclinal em direção ao oeste, a porção mais deprimida. Sua forma superficial côncava deve-se ao soerguimento flexural, denominado Arqueamento de Ponta Grossa.

As extensas deformações estruturais, tais como arcos, flexuras, sinclinais e depressões, posicionadas ao longo das margens da bacia, são classificadas como

arqueamentos marginais, arqueamentos interiores e embaciamentos. A consolidação e evolução final do embasamento da Bacia do Paraná se deram no Ciclo Tectono-magmático Brasiliano, entre o Pré-Cambriano Superior e o Eo-Paleozóico. Sua evolução se deu por fases de subsidência e soerguimento com erosão associada, no transcorrer das quais a sedimentação se processou em sub-bacias. Na área da Bacia do Paraná podem ser individualizados três conjuntos litológicos:

- Paleozóico: diz respeito aos depósitos sedimentares paleozóicos, correspondentes à grande feição de sedimentação marinha e litorânea conhecida como Bacia do Paraná, que se estende por mais de 1.500.000 Km^2 no sul e sudeste brasileiro e se manifesta geomorfologicamente no Segundo Planalto;
- Mesozóico: constituído por rochas sedimentares de origem continental, de idade triássica, e por rochas ígneas extrusivas de composição predominantemente básica de idade jurássica-cretácea, responsáveis pelas feições do Terceiro Planalto Paranaense. Os últimos eventos de grande expressão na coluna estratigráfica no final do Cretáceo são os depósitos sedimentares de ambiente continental árido representados pelos sedimentos arenosos do noroeste do Estado;
- Cenozóico: formado por sedimentos inconsolidados, de origem continental e marinha, que recobrem parcialmente as unidades acima descritas.

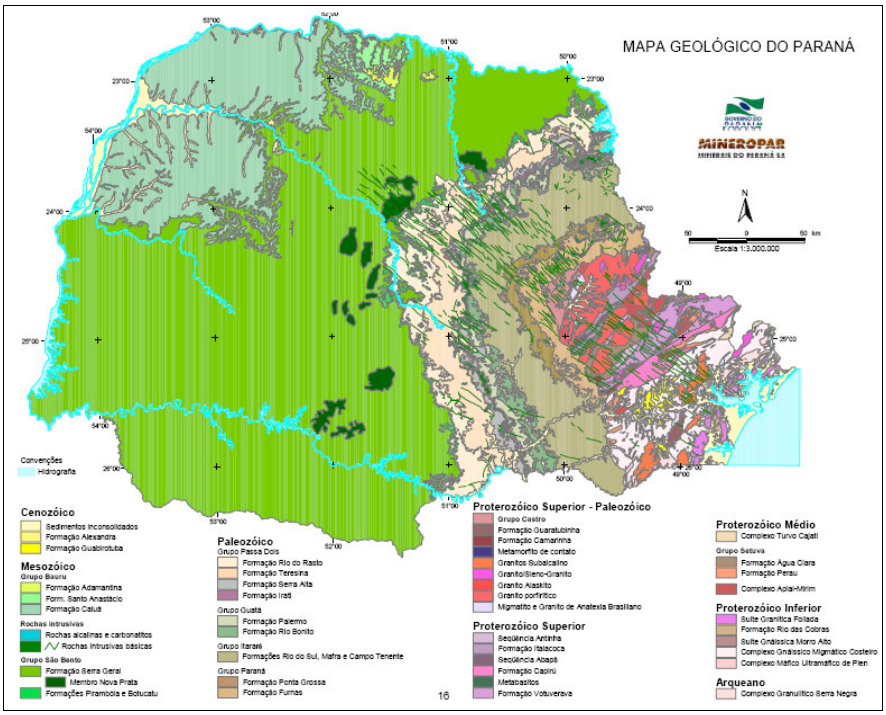
Mapa 1: Geologia – Área de Influência Indireta (ANEXO).

As últimas unidades geológicas a se formarem na região do Estado do Paraná são os sedimentos da Era Cenozóica. Os exemplos mais expressivos são:

- Os depósitos originados em clima semi-árido que recobrem boa parte dos municípios de Curitiba e Tijucas do Sul;
- Os depósitos sedimentares originados do intemperismo das rochas cristalinas da Serra do Mar que ocorrem na descida para o litoral;

- Os depósitos marinhos de areia da orla costeira e os inúmeros aluviões recentes dos rios que cortam o território paranaense.

Figura 5.14: Mapa geológico do Estado do Paraná.



Fonte: MINEROPAR, 2001

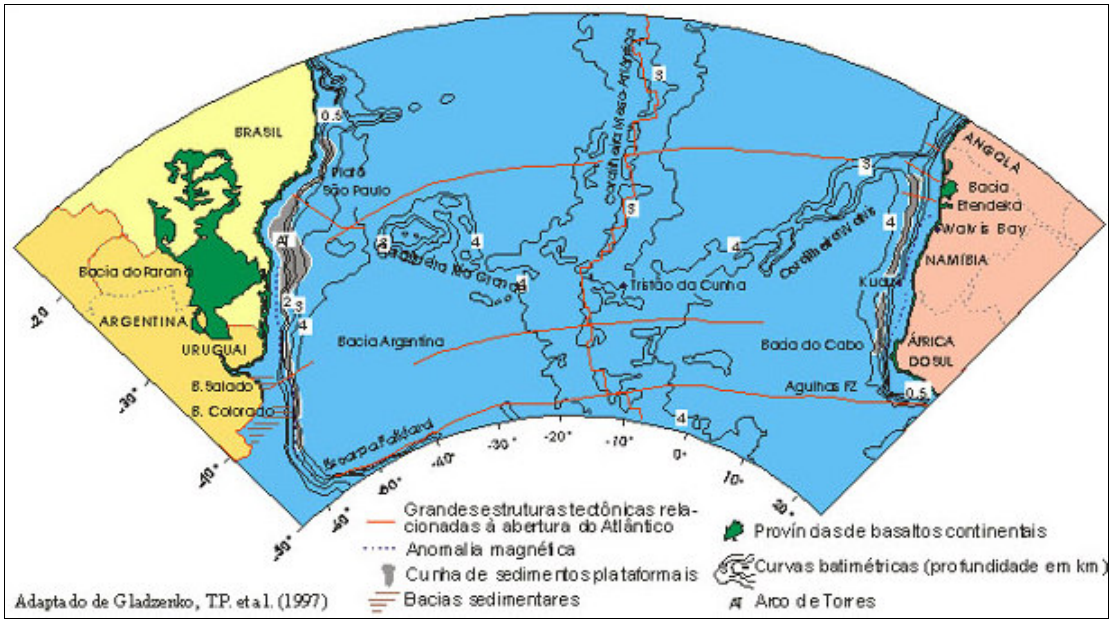
GRP – EMPREENDIMENTOS S/A

5.1.4.2. Geologia da Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná recobre toda a porção centro-oriental da América do Sul, estendendo-se até o noroeste da Namíbia, oeste do Continente Africano. Estas áreas apresentam características geológicas semelhantes em ambos os continentes, sendo um dos argumentos utilizados como indicador da presença de um grande continente, pré-abertura do oceano Atlântico e da deriva continental, denominado Gondwana, cuja fragmentação iniciou-se ao redor dos 120 Ma (milhões de anos) (CPRM, 2004).

Testemunhos desta separação estão presentes tanto na Bacia do Paraná (Brasil) quanto na de Etendeka (Namíbia) relacionados aos episódios finais do preenchimento destas bacias e suas conexões com o rompimento de Gondwana, especialmente no que diz respeito ao deserto Botucatu e a Serra Geral (Figura 5.15).

Figura 5.15: Mapa de localização das áreas identificadas como testemunhos associados à separação do continente Gondwânico.



Fonte: CPRM (2004).

A Bacia do Paraná correspondente à porção Sul-Americana desta grande entidade geológica, que recobre uma área de aproximadamente $1,6x10^6$ Km^2. A evolução desta bacia pode ser entendida em quatro grandes episódios (ALMEIDA, 1981), sendo cada

um característico de um ciclo tectono-sedimentar completo (SLOSS, 1963). Os dois primeiros ciclos estão relacionados à sedimentação em uma bacia sinforme subsidente e os dois últimos correspondem às fases de soerguimento e extrusão de grande quantidade de lavas toleíticas, relacionadas ao intumescimento da crosta ocorrido ao redor de 135 - 120 Ma.

Cerca de 730.000 Km^2 da parcela brasileira desta bacia estão recobertos pela Formação Botucatu e pelos derrames relacionados ao Magmatismo Serra Geral, correspondentes às fases finais de preenchimento da bacia, porção que atinge cerca de 1.700 m de espessura junto ao seu depocentro, posicionado no oeste do Estado do Paraná.

A evolução da Bacia do Paraná, que durou mais de 350 milhões de anos, se fez em grandes ciclos geológicos, acompanhados de avanços e recuos da linha de costa de um antigo oceano que circundava o supercontinente Gondwana. Essas mudanças muito lentas, comparadas com a escala de tempo de eventos humanos, possibilitaram a formação de rochas de origens diversas como marinha, lacustre, fluvial, glacial, que formam a seqüência sedimentar paleozóica da Bacia do Paraná. Durante o Jurássico, esta extensa bacia transformou-se num imenso deserto (o deserto Botucatu) com mais de 1,5 milhões de Km^2, que cobriu parte do que é hoje o sul do Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina.

A Formação Botucatu representou um ciclo sedimentar final do preenchimento da Bacia do Paraná - Etendeka e iniciou-se como vasta superfície de deflação eólica que marcou o clímax da aridez desértica no interior desta bacia, caracterizando um prolongado episódio de interrupção da sedimentação que se desenvolvia, associado a fenômenos de rearranjo da sua morfologia.

No topo da seqüência estratigráfica da Bacia do Paraná, a Formação Serra Geral demarca o término do episódio magmático eocretácico de preenchimento desta entidade geológica. A Formação Serra Geral corresponde a um dos maiores eventos de vulcanismo do planeta, o qual se encerra com a abertura do Atlântico Sul e a ruptura de Gondwana.

O contato entre as areias do antigo deserto Botucatu e os derrames de lavas da Formação Serra Geral configura desconformidade de ambientes geológicos, em função principalmente da natureza distinta dessas rochas. Entretanto, pode-se inferir uma relação transicional entre os campos de dunas eólicas e os derrames de lavas, visto que foi mantida uma alternância entre os ambientes durante certo intervalo de tempo. Esta transição estende-se até o total soterramento das areias pelas lavas, impedindo a manutenção e desenvolvimento do regime desértico após os primeiros eventos eruptivos (CPRM, 2004).

Em alguns pontos sob a Formação Serra Geral pode-se observar a morfologia das dunas ainda perfeitamente preservadas, sendo recobertas progressivamente por vários fluxos extrusivos, assim como a presença de corpos eólicos lenticulares intercalados nos derrames inferiores da seção Serra Geral, materializando esta interdigitação basalto/arenito, elemento ilustrativo da coexistência temporal de ambos os sistemas. Esses elementos também constituem um importante critério cronológico para o estabelecimento da idade mínima do deserto de Botucatu (138 Ma).

5.1.4.3. Aspectos Geológicos da Área do Empreendimento

A área do empreendimento situa-se na Bacia do Paraná em áreas de magmatismo mesozóico dos derrames da Formação Serra Geral, junto à zona de transição para os arenitos mesozóicos da Formação Botucatu, que se avizinham a leste com a faixa de coberturas sedimentares paleozóicas (Figuras 5.16 e 5.17).

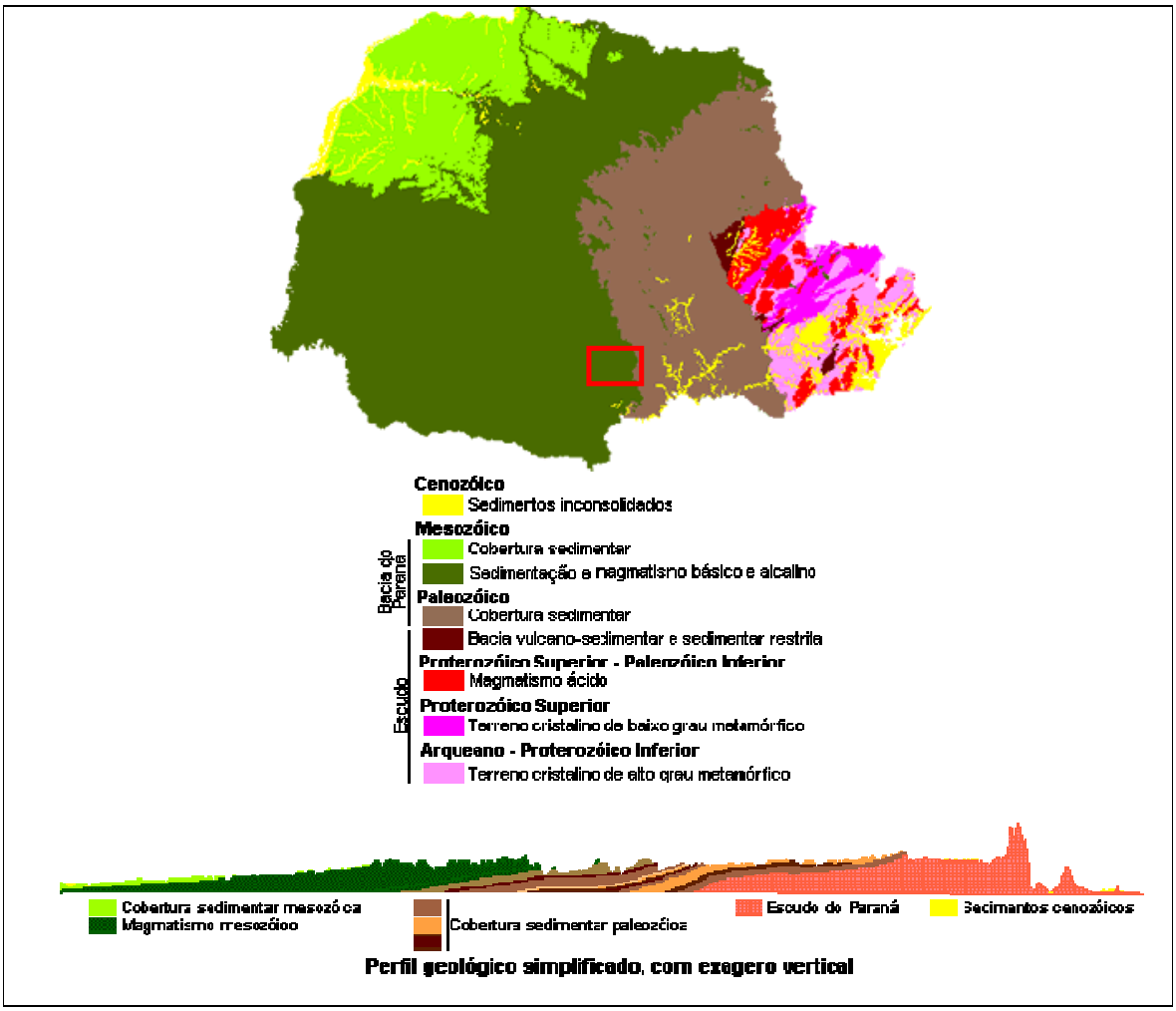
O derrame de lavas proveniente do vulcanismo de fissura continental originou, ao atingir a superfície através de grandes fendas que se abriram na crosta, uma sucessão de derrames tabuliformes além dos diques e sills de diabásio ocorreram em toda a região. Cada derrame pode ser estruturado em quatro zonas distintas que refletem diferentes estágios de resfriamento (amidalóide vesicular, tabular, colunar e vítrea).

As rochas predominantes são as efusivas básicas de caráter toleítico, genericamente denominadas como baselevados, embora ocorram subordinadamente termos ácidos e

intermediários. Tanto nas ocorrências de rochas efusivas ácidas como básicas ocorrem eventualmente brechas vulcânicas formadas por uma massa heterogênea de fragmentos quebrados de derrames anteriores, que foram cimentados pelo material da erupção subseqüente.

Mapa 2: Geologia – Área de Influência Direta (ANEXO)

Figura 5.16: Mapa e perfil geológico simplificado do Estado do Paraná e localização da área do empreendimento.



Fonte: MINEROPAR (2008).

A geologia dos derrames vulcânicos que constituem a Formação Serra Geral na região Centro Sul do Estado do Paraná é caracterizada pela presença de duas unidades litoestratigráficas distintas.

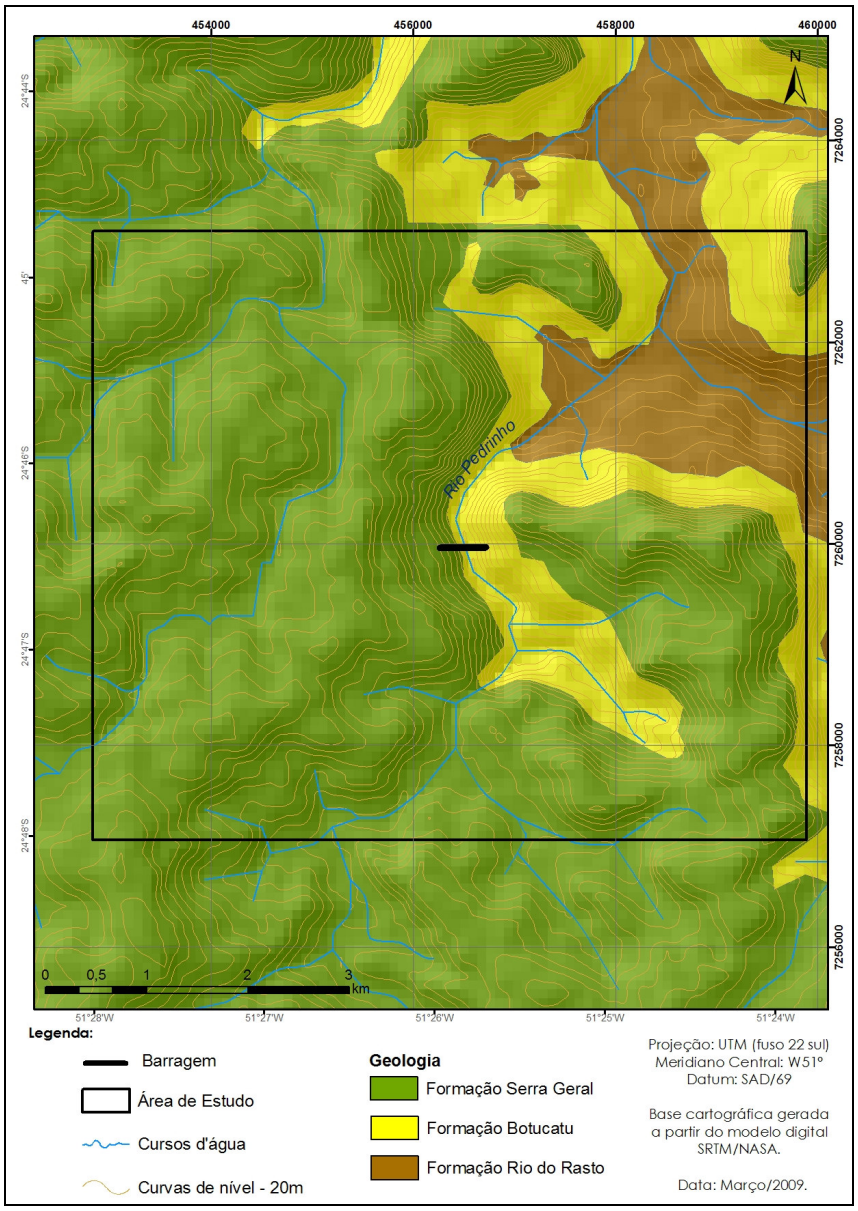
As unidades individualizadas correspondem às rochas efusivas básicas e ácidas que, além das diferenças petrográficas e químicas, são caracterizadas por suas características macroscópicas, estruturais, morfológicas e de intemperismo. Ocorrem ainda termos intermediários, via de regra em percentuais superiores ao das rochas efusivas ácidas.

As rochas efusivas básicas caracterizam-se por gerarem uma morfologia com vales abruptos, drenagens encaixadas e encostas com elevado grau de inclinação formando, via de regra, patamares ou degraus que correspondem a derrames distintos.

A Formação Botucatu é constituída por depósitos de areias eólicas que ocasionam a formação de *sets* e *cosets* de estratos cruzados. Por vezes, ocorrem de maneira localizada depósitos de conglomerados e arenitos conglomeráticos relacionados à presença de correntes efêmeras de drenagem. Quanto à litologia, predominam dunas de areias ortoquartzíticas, contendo estratificações cruzadas de grande porte e zonas de deflação interdunas. A espessura do depósito pode variar entre zonas de não deposição a horizontes com mais de 100 metros de espessura. Entretanto, após o início das atividades vulcânicas, os depósitos encontram-se menos espessos (<15 m) e descontínuos (<1 Km), intercalados com os fluxos das lavas basálticas.

Na área do empreendimento ocorrem em geral basaltos de característica tabular, sendo que em alguns pontos as rochas encontram-se bastante intemperizadas, com a formação de um espesso manto de intemperismo em trechos de terço superior das vertentes.

Figura 5.17: Mapa geológico da área do empreendimento.

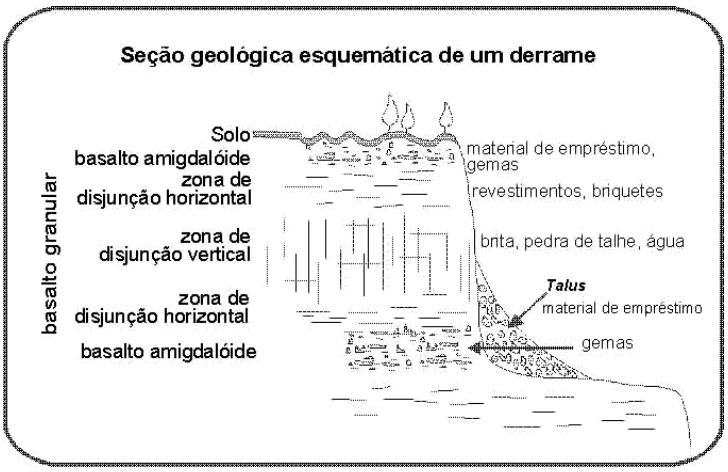


Fonte: MINEROPAR (2008).

Ocorrem também na área basaltos com zonas de disjunção vertical e horizontal (Figura 5.18) e intercalação com os arenitos da Formação Botucatu (Figura 5.19). Na área do empreendimento, em especial nas vertentes do vale do rio Pedrinho, observa-se esta série de intercalações de zonas de disjunção, com ocorrência de basaltos de diferentes características, assim como de arenitos.

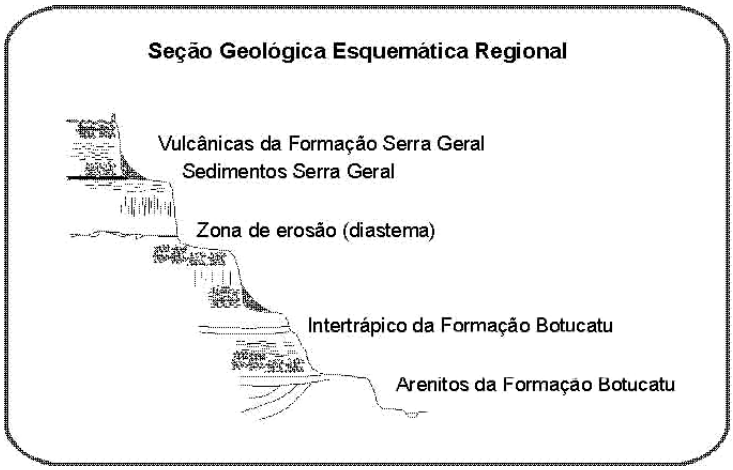
No ponto 45 foi possível observar basaltos de característica amigdalóide bastante intemperizados, com ocorrência de zonas de decomposição esferoidal (Figura 5.20 A).

Figura 5.18: Seção geológica esquemática dos derrames da Formação Serra Geral.



Fonte: CPRM, 2004.

Figura 5.19: Seção geológica esquemática dos derrames da Formação Serra Geral e intercalação com os arenitos da Formação Botucatu.



Fonte: CPRM, 2004.

No ponto 47 identificou-se um contato entre arenito da Formação Botucatu e basalto da Formação Serra Geral (Figura 5.20 B). O basalto apresenta-se bastante intemperizado e o contato com o arenito sobrejacente é nítido e abrupto. O arenito possui textura arenosa fina, coloração bege-claro e estratos cruzados nítidos (Figura 5.20 C).

Neste ponto de observação (ponto 47), o arenito encontra-se entre dois derrames de basalto posicionados nas cotas de 560 m e 540 m (ponto 48), respectivamente, contanto com aproximadamente 20 m de espessura. Em sua zona mais basal, já em contato com os basaltos subjacentes, o arenito apresenta-se bastante estratificado e fragmentado, com nítidos sinais de circulação de água e outros materiais entre seus estratos (Figura 5.20 D), fato que confere a este trecho maior instabilidade da superfície.

Figura 5.20: A - Basaltos com incipiente característica amigdalóide, ponto 45**; B -** Detalhe do contato entre o arenito da Formação Botucatu e os basaltos da Formação Serra Geral, ponto 47; **C-** Detalhe dos estratos cruzados no arenito Botucatu, ponto 47; **D -** Detalhe do ponto mais basal de ocorrência dos arenitos, ponto 48.



Fonte: IGPLAN, 2009.

Em um setor mais abaixo, no ponto 49, foi possível verificar a seção transversal e o perfil longitudinal do rio Pedrinho na área de implantação da barragem. Neste ponto constatou-se que o rio possui uma planície de inundação pouco desenvolvida e calha fluvial constituída exclusivamente por seixos, blocos e matacões de basalto, indicando que a base geológica local é composta por basaltos, sem a influência de arenitos (Figura 5.21).

Figura 5.21: Detalhe da seção do rio Pedrinho na área do empreendimento, ponto 49.



Fonte: IGPLAN, 2009.

Em síntese, a base geológica da bacia do rio Pedrinho é composta essencialmente por basaltos, com alguma diferenciação em sua composição, e por arenitos nos terços médios das vertentes, o que confere à área característica de pouca diversidade geológica. Trata-se de área geologicamente estável, porém a existência de afloramentos de arenitos, assim como de zonas heterogêneas de disjunção horizontal e vertical, constituem áreas mais frágeis que devem ser consideradas por ocasião da concretização do empreendimento.

5.1.5. Contexto Geomorfológico

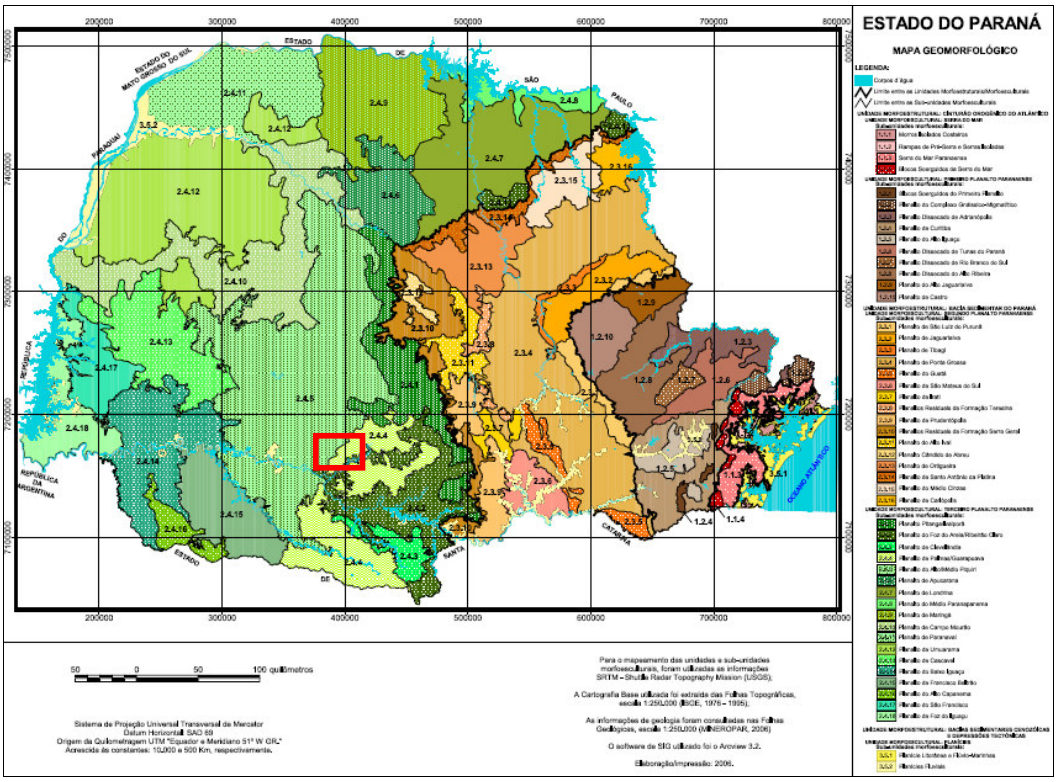
5.1.5.1. Geomorfologia do Estado do Paraná

O Estado Paraná pode ser compartimentado, segundo a MINEROPAR (2006), em três unidades morfoestruturais distintas (Figura 5.22):

- Cinturão Orogênico do Atlântico;
- Bacia Sedimentar do Paraná;
- Bacias Sedimentares Cenozóicas e Depressões Tectônicas.

Mapa 3: Geomorfologia – Área de Influência Indireta (ANEXO)

Figura 5.22: Mapa geomorfológico do Estado do Paraná.



Fonte: MINEROPAR (2006).

Cinturão Orogênico do Atlântico

O sistema de montanhas representado pelo Planalto Atlântico constitui uma das principais feições orográficas da borda leste do continente sul-americano (Figura 5.19). Caracteriza-se por um conjunto de serras com cerca de 1.000 Km de extensão, desde o Rio de Janeiro até o norte de Santa Catarina. No Paraná é constituído por duas unidades morfoesculturais: Primeiro Planalto Paranaense; Serra do Mar e Morros.

O Primeiro Planalto Paranaense configura-se como uma unidade de relevo de altitudes de até 1.200 m, sustentado por rochas metamórficas. Esta unidade estende-se desde a região de Jaguariaiva, Tibagi e Purunã, nos sopés da escarpa da Serra do Purunã, constituída de estratos horizontais devonianos, até a vertente leste da Serra do Mar.

A Serra do Mar configura-se como uma cadeia de montanhas marginal do Primeiro Planalto Paranaense, que o separa da Planície Litorânea. Apresenta cumes elevados,

com até 1.800 m, é sustentada por litologias diversas, quase sempre metamórficas de alto grau como migmatitos, gnaisses e xistos e mais raramente quartzitos, sendo freqüentemente associados com rochas intrusivas relacionadas a ciclos metamórficos mais jovens.

Bacia Sedimentar do Paraná

A Bacia Sedimentar do Paraná abrange uma área de cerca de 1.600.000 Km^2. Encontra-se encravada na Plataforma Sul-Americana e estende-se pelos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, além do Uruguai, Paraguai e Argentina.

O embasamento da Bacia do Paraná é constituído principalmente de rochas cristalinas pré-cambrianas e, subordinadamente, por rochas eo-paleozóicas afossilíferas. A Bacia do Paraná encontra-se preenchida por depósitos marinhos e continentais com idades desde o Siluriano Superior (Formação Furnas) até o Cretáceo (Grupo Bauru).

A zona de capeamento arenito-basáltico corresponde ao grande derrame mesozóico de rochas eruptivas básicas que, no território paranaense, apresenta-se como o Terceiro Planalto Paranaense, ou Planalto arenito-basáltico, e abrange cerca de 2/3 do território paranaense (Figura 5.19). Esta unidade desenvolve-se como um conjunto de relevos planálticos, com inclinação geral para oeste-noroeste e subdivididos pelos principais afluentes do rio Paraná, atingindo altitudes médias máximas de 1.100 m a 1.250 m na Serra da Esperança, declinando para altitudes entre 220 e 300 m na calha do Rio Paraná. Segundo Maack (1968), este planalto pode ser subdividido em:

- Planalto de Cambará e São Jerônimo da Serra, localizado na parte nordeste do Estado, tendo seus limites nos rios Tibagi, Paranapanema e Itararé;
- Planalto de Apucarana, que se estende entre os rios Tibagi, Paranapanema, Ivaí e Paraná;
- Planalto de Campo Mourão, compreendido entre os rios Ivaí, Piquirí e Paraná;
- Planalto de Guarapuava, que ocupa terras entre os rios Piquiri, Iguaçu e Paraná;

- Planalto de Palmas, que se estende entre o divisor norte da bacia do rio Uruguai e sul da bacia do Iguaçu até o vale deste rio. Este divisor de águas serve nesta região como limite natural entre os Estados do Paraná e Santa Catarina.

A área do empreendimento situa-se no contexto do Planalto de Palmas.

Bacias Sedimentares Cenozóicas e Depressões Tectônicas

As morfoestruturas aqui denominadas por Bacias Sedimentares Cenozóicas foram subdivididas em três unidades morfoesculturais distintas:

- Planalto de Curitiba;
- Planície Litorânea;
- Planícies Fluviais.

No caso da morfoescultura do Planalto de Curitiba, o principal fator associado à sedimentação é, sem dúvida, a tectônica recente. Esta unidade apresenta formas de grabens e semigrabens, com preenchimento continental (fluvial e lacustre) e idade variando desde Mioceno ao Holoceno. A estruturação da bacia associa-se a reflexos tardios dos eventos tectônicos que culminaram com a abertura do Atlântico Sul e subseqüente deslocamento da placa Sul-Americana (Figura 5.20 C).

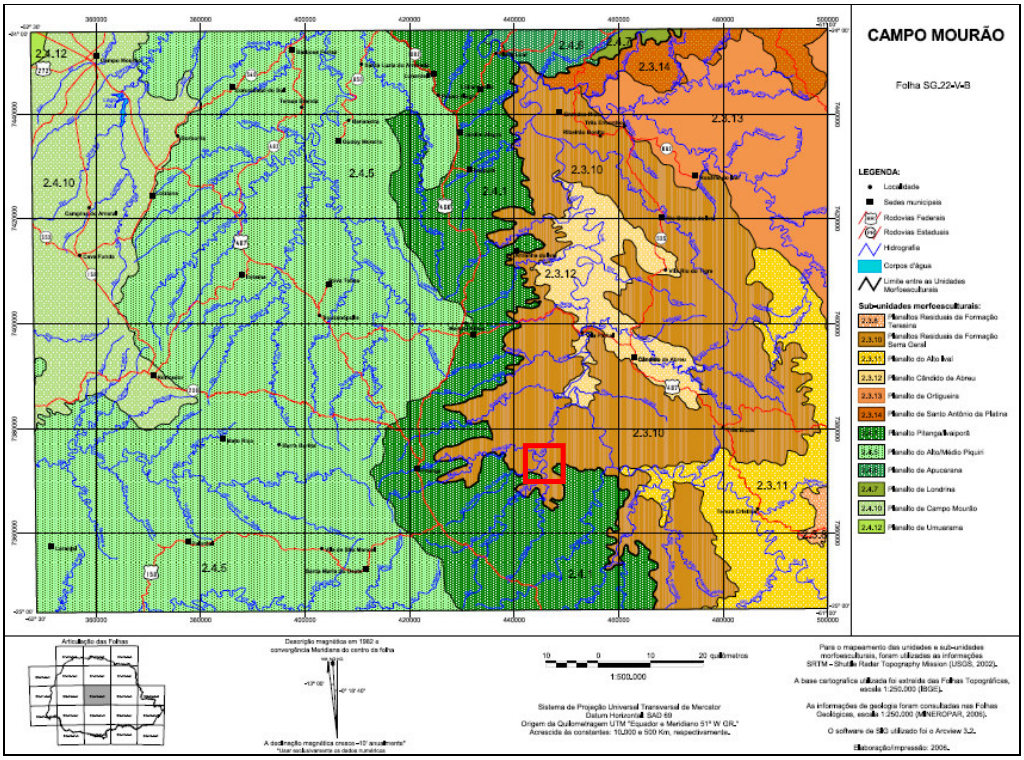
Quanto à morfoescultura denominada Planície Litorânea, o principal fator associado à sedimentação diz respeito às variações glácio-eustáticas quaternárias. Os depósitos são representados pela Formação Alexandra, com idade associada ao Mioceno Inferior. No entanto, a ocorrência de áreas descontínuas, preenchidas por sedimentos continentais e costeiros cenozóicos, é uma feição marcante na zona costeira do Estado do Paraná. Os fatores associados à gênese de tais acumulações são na verdade mais abrangentes, já que afetaram toda a região sudeste e parte da região sul do país.

As planícies fluviais ocorrem associadas aos principais rios do Estado e são geradas por deposição de origem fluvial. As planícies fluviais ocorrem em praticamente todas as unidades morfoesculturais do Cinturão Orogênico do Atlântico e da Bacia Sedimentar do Paraná.

5.1.5.2. Aspectos Geomorfológicos da Área do Empreendimento

O mapeamento geomorfológico na escala 1:250.000 da folha Campo Mourão, efetuado pela MINEROPAR (2006) para compor o Atlas Geomorfológico do Paraná, indica a ocorrência nesta região do Estado das seguintes unidades geomorfológicas (Figura 5.23):

Figura 5.23: Localização da área do empreendimento no mapa geomorfológico da folha Campo Mourão.



Fonte: MINEROPAR, 2006

- Unidades morfoestruturais: Bacia Sedimentar do Paraná e Bacias Sedimentares Cenozóicas e Depressões Tectônicas;
- Unidades morfoesculturais: Segundo Planalto Paranaense, Terceiro Planalto Paranaense e Planícies.

De acordo com o Atlas Geomorfológico (MINEROPAR, 2006), a área do empreendimento situa-se majoritariamente na subunidade morfoescultural número

2.3.10, denominada Planaltos Residuais da Formação Serra Geral, situada no Segundo Planalto Paranaense (Figura 5.23).

Esta subunidade apresenta dissecação intensa e ocupa uma área de 3.050,39 Km², que corresponde a 18,49% da folha. Segundo este mapeamento (MINEROPAR, 2006), predomina a classe de declividades entre 12 e 30% em uma área de 1.359,59 Km². Com relação ao relevo, a subunidade apresenta um gradiente de 640 m, com altitudes que variam entre 380 m (mínima) e 1.020 m (máxima). As formas predominantes são topos alongados e aplainados, vertentes convexo-côncavas e vales em “V”, modeladas em rochas da Formação Rio do Rasto e da Formação Serra Geral (Figura 5.24).

Mapa 4: Geomorfologia – Área de Influência Direta (ANEXO)

Figura 5.24: Aspectos morfológicos nas proximidades do empreendimento, ponto 45.



Fonte: IGPLAN, 2009.

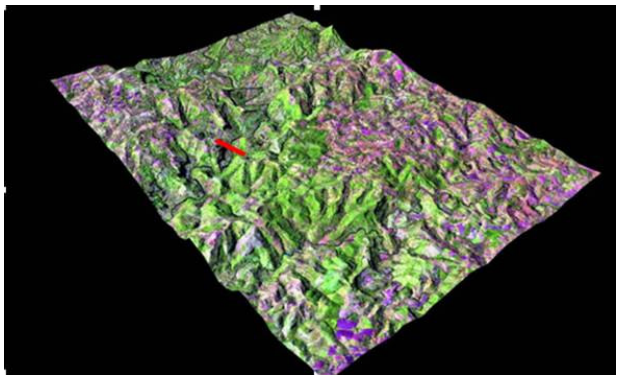
Na área do empreendimento o vale do rio Pedrinho apresenta vertentes assimétricas, alta amplitude altimétrica e clinográfica e encostas bastante íngremes, segmentadas por pequenos terraços com topografia suavizada, que correspondem aos contatos entre os derrames de basalto.

O contexto geomorfológico da área do empreendimento e entorno é caracterizado principalmente por processos denudacionais ou de dissecação, em que predominam os processos erosivos na evolução natural do relevo.

Observam-se áreas de intensa dissecação desenvolvidas na forma de patamares, que por vezes formam degraus e vales estruturais, o que indica uma adaptação da rede de

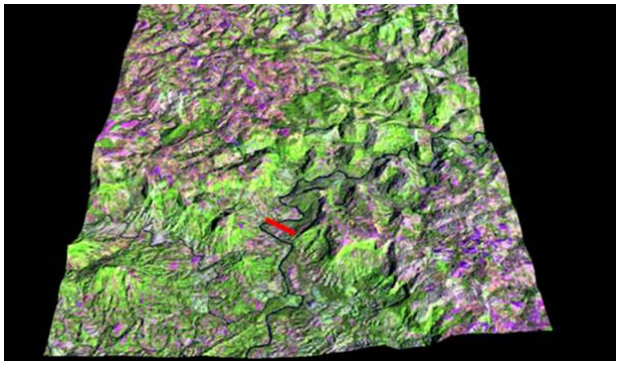
drenagem à estrutura monoclinal das rochas basálticas. Os patamares formam áreas extensas onde se fazem presentes relevos residuais de topo plano (mesas), limitados por vertentes escarpadas, que compõem as áreas de maiores declividades desta região, esculpidas pela rede hidrográfica regional (Figuras 5.25 e 5.26).

Figura 5.25: Modelo Digital do Terreno da área de implantação da PCH, visada SE-NW. O polígono indica a área de construção da barragem.



Fonte: IGPLAN, 2009.

Figura 5.26: Modelo Digital do Terreno para a área de implantação da PCH, visada W-E. O polígono indica a área de construção da barragem.

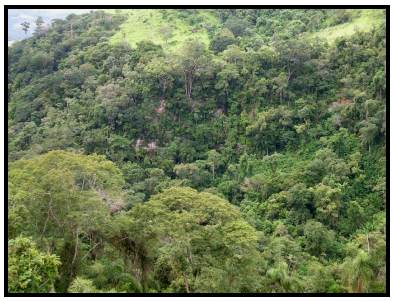


Fonte: IGPLAN, 2009.

Os setores de maiores declividades da área do empreendimento estão em geral associados à erosão dos arenitos, visto que as rochas sedimentares são menos resistentes a erosão do que as rochas basálticas (Figura 5.27). Nas vertentes da margem direita do vale do rio Pedrinho, no trecho onde será efetuada a instalação do empreendimento, observa-se platôs formados pelos sucessivos derrames da Formação

Serra Geral e o contato com as áreas de maior declividade relacionadas à ocorrência de arenitos. Há um grande volume de material movimentado, concentrado no terço inferior das vertentes, que possuem na sua parte superior cicatrizes de rompimento e de deslocamento deste material (Figura 5.28).

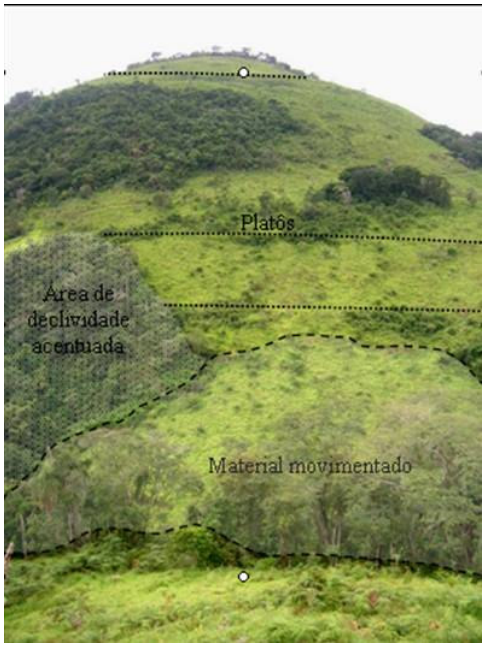
Figura 5.27: Detalhe das áreas de maior declividade associadas aos arenitos da Formação Botucatu, visualização da margem esquerda do rio Pedrinho, no ponto 47.



Fonte: IGPLAN, 2009.

O mapeamento hipsométrico da área da PCH e entorno revela que esta apresenta altimetria mínima de 492 m e máxima de 899 m, com valor médio de 685 m e amplitude altimétrica de 437 m no interior do polígono da área de influência do empreendimento. Distribuem-se neste polígono de modo aproximadamente igual às áreas em cotas de 400 a 600m, de 700 a 800 m e de 800 a 900 m. As áreas entre as cotas de 600 a 700 m ocorrem de modo reduzido e coincidem com os setores de maior declividade. As cotas inferiores a 600 m estão relacionadas ao vale do rio Pedrinho e seus afluentes. Observa-se na área um gradiente topográfico no sentido geral SW-NE. (Figura 5.29).

Figura 5.28: Detalhe de cicatrizes de deslizamentos e material movimentado nas vertentes do lado oposto do vale, visualizado a partir do ponto 47.

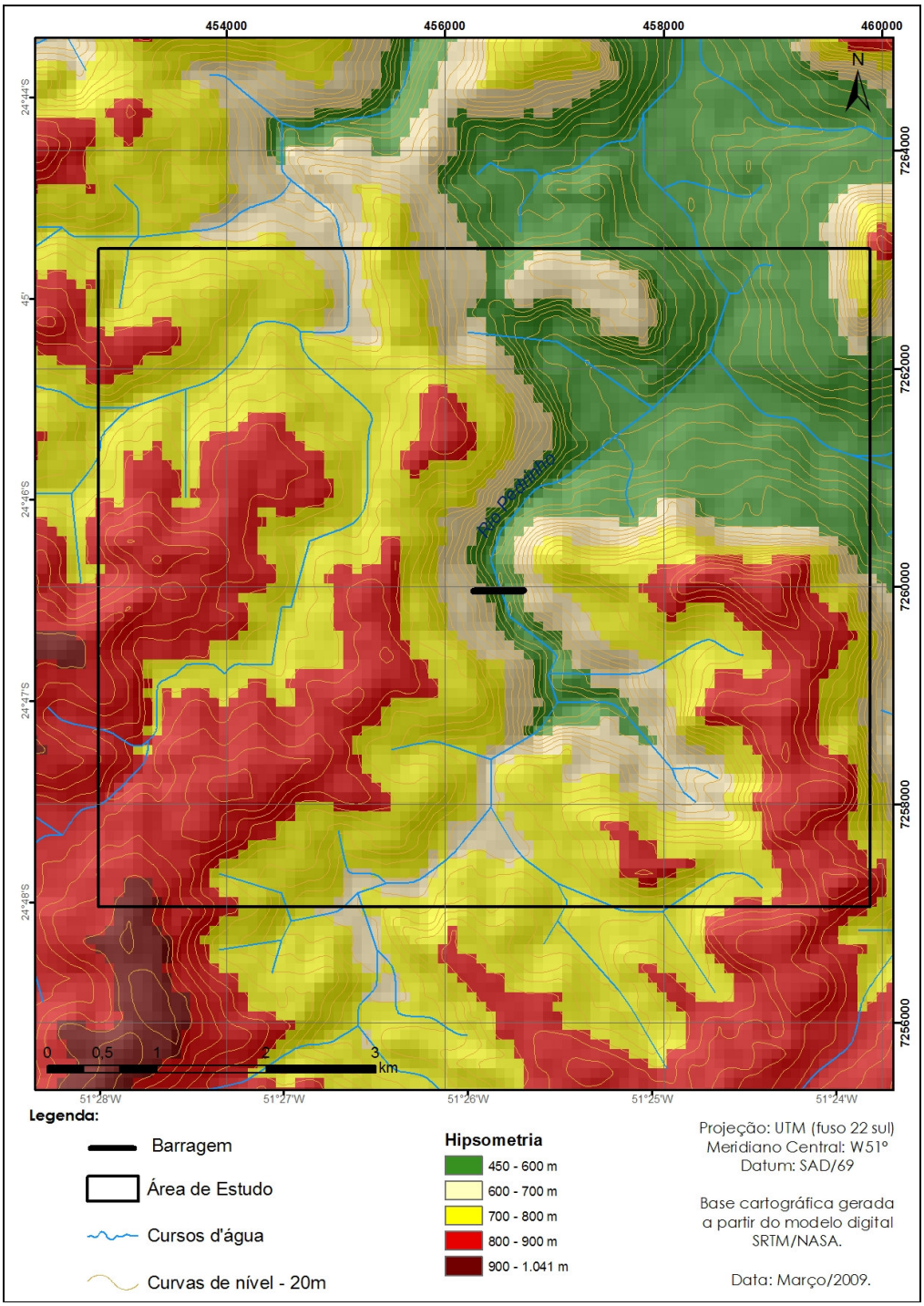


Fonte: IGPLAN, 2009.

O mapa clinográfico da área do empreendimento e entorno indica que a classe de declividades de 0° a 5° possui ocorrência associada principalmente aos fundos de vales e alguns topos de morros e caracterizam-se por serem as áreas mais planas da área de estudo. As classes de declividades de 5° a 10° e de 10° a 20° ocorrem com maior freqüência no terço inferior e médio das vertentes e estão associados às áreas de acumulação de material detrítico originado nos segmentos superiores, com formação de rampas de colúvio. As áreas associadas às classes de declividades de 20° a 30° e acima de 30° estão associadas ao terço inferior das vertentes e vinculadas possivelmente à quebra de declividades ocasionada pelo afloramento de arenitos (Figura 5.30).

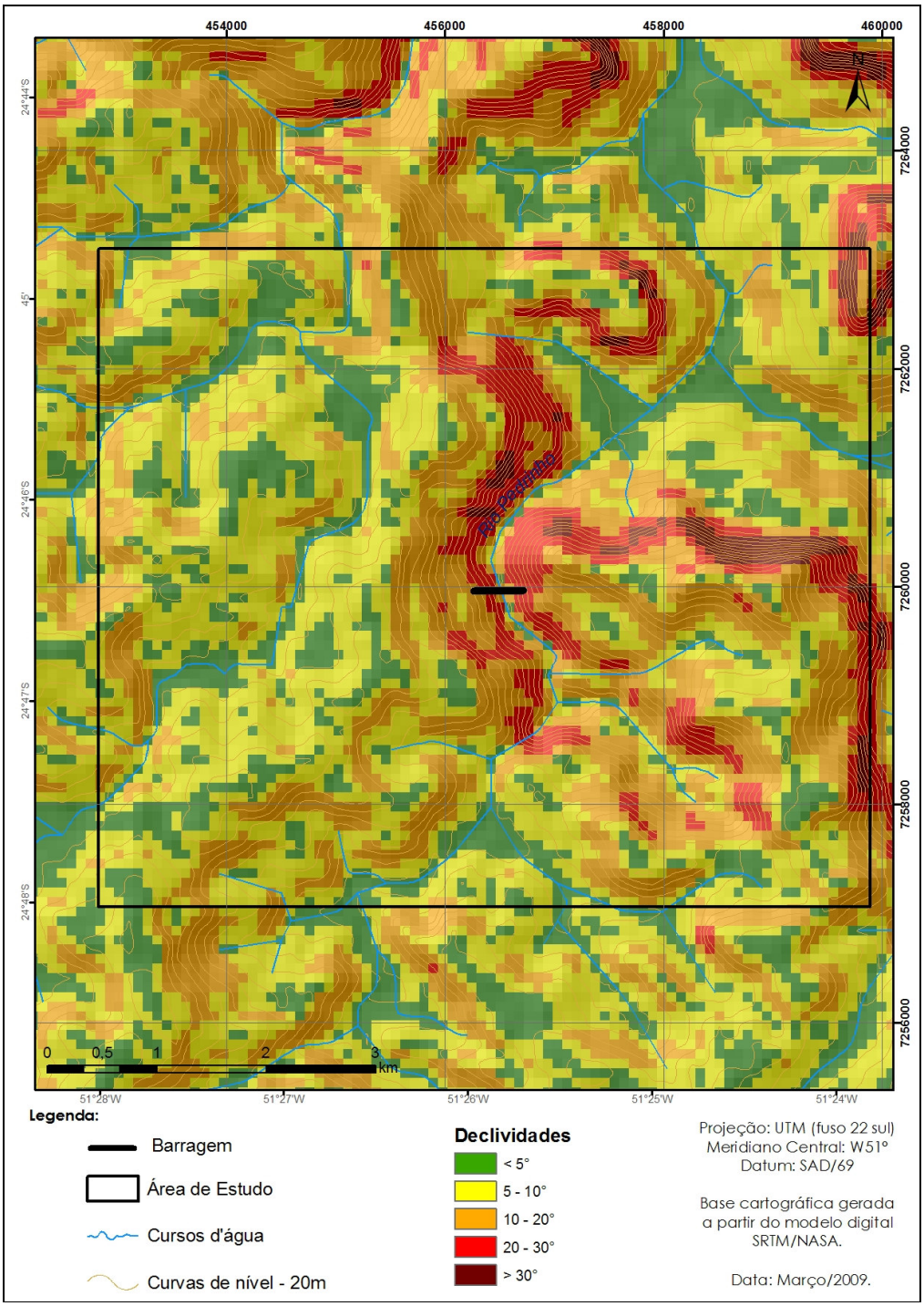
Predominam na área do empreendimento declividades de 0° a 5°, de 5° a 10° e de 10° a 20°, com ocorrência mais reduzida de declividades acima de 20° (Figura 5.30).

Figura 5.29: Mapa hipsométrico da área do empreendimento.



Fonte: IGPLAN, 2009.

Figura 5.30: Mapa clinográfico da área do empreendimento.



Fonte: IGPLAN, 2009.

5.1.6. Contexto Pedológico

São diversas as abordagens quanto a conceitos e função do solo, segundo diferentes áreas do conhecimento. Geógrafos, geólogos, engenheiros, químicos, biólogos, planejadores, entre outros, podem enfatizar diferentes características, origens e função para um mesmo fato natural, a cobertura pedológica.

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

O novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) organiza os diferentes tipos de solos em classes de seis níveis categóricos. Do primeiro ao sexto nível, os solos são organizados em Ordens, Subordens, Grandes Grupos, Subgrupos, Famílias e Séries, respectivamente.

São poucos os mapeamentos de solos produzidos para a região do empreendimento. Dentre o pequeno número de mapeamentos existentes, há controvérsias quanto aos tipos de ocorrências.

Segundo o mapeamento de solos disponibilizado em formato vetorial pelo SISCOM/IBAMA na escala 1:3.000.000, ocorrem na área do empreendimento e entorno solos da ordem Neossolos, subordem litólicos, conforme classificação da EMBRAPA (2006).

De acordo com esta classificação, os neossolos são solos pouco evoluídos, com ausência de horizonte B diagnóstico e com menos de 30 cm de espessura, caracterizados pela baixa modificação dos materiais originários em virtude da pequena

expressão dos processos pedogenéticos. Incluem solos anteriormente conhecidos como litossolos, regossolos, solos aluviais e areias quartzosas.

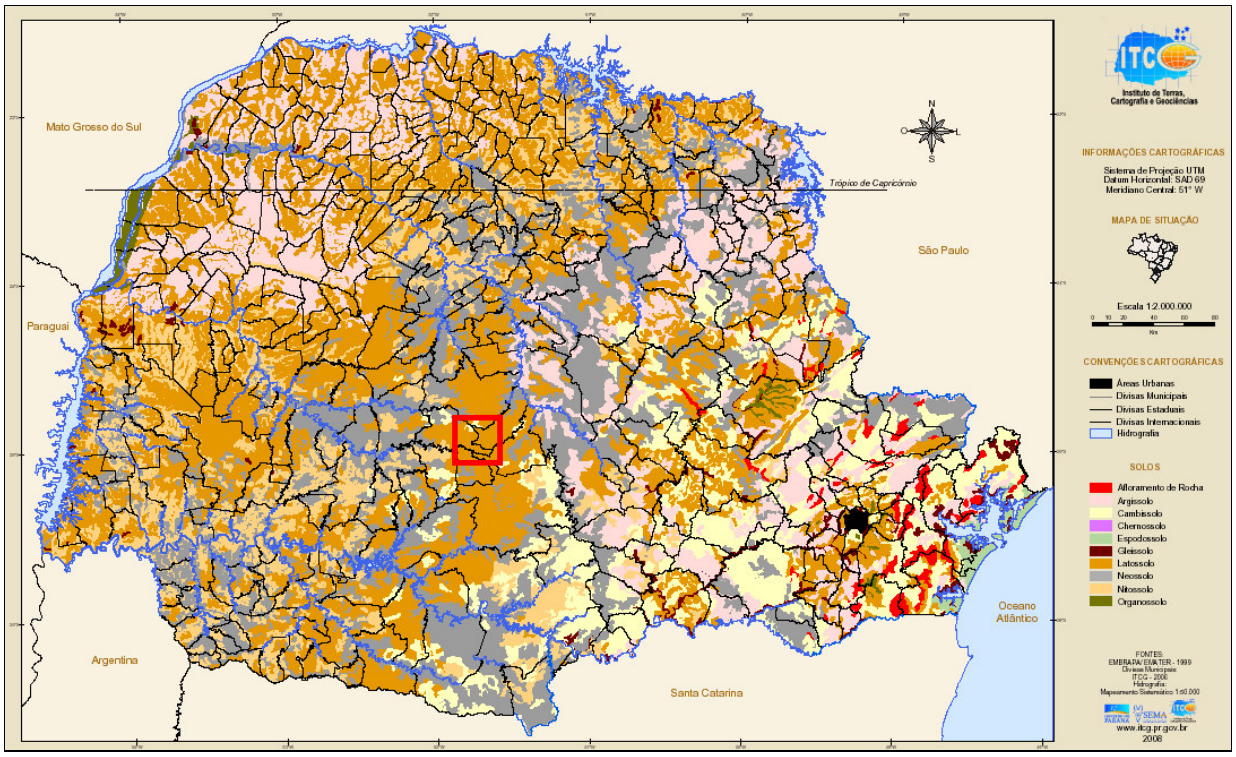
Por outro lado, segundo o mapa de solos disponibilizado pelo ITCG na escala 1:2.000.000 (Figura 5.31), ocorrem na área do empreendimento e entorno, também incluída a quase totalidade da bacia hidrográfica do rio Pedrinho, solos da ordem Latossolos, de acordo com classificação da EMBRAPA (2006).

Nesta classificação os latossolos constituem solos muito evoluídos, em avançado estado de intemperização, destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo. Apresentam horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial. São muito profundos e apresentam seqüência de horizontes A, B, C com pouca diferenciação entre si e transições normalmente difusas ou graduais. O incremento de argila do horizonte A para o B é pouco expressivo. São solos fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, típicos de regiões equatoriais e tropicais.

Já no mapeamento de solos disponibilizado também pelo ITCG em formato vetorial na escala 1:1.000.000, ocorrem na área do empreendimento e entorno latossolos vermelhos distroférricos e neossolos litólicos (Figura 5.32), estando esses últimos concentrados nos setores extremo nordeste e noroeste da área considerada.

Latossolos vermelhos são, segundo a EMBRAPA (2006), solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura (EMBRAPA, 2006). Apresentam matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

Figura 5.31: Mapa de solos do Estado do Paraná. Em destaque área do empreendimento.



Fonte: ITCG, 2006.

Ainda segundo a EMBRAPA (2006) os neossolos litólicos compreendem solos pouco desenvolvidos normalmente rasos ou muito rasos, com um horizonte A assentado diretamente sobre a rocha (R), ou sobre material intemperizado autóctone, constituindo por vezes um horizonte C composto de blocos de rochas subjacente. Normalmente pode-se constatar neste grupo de solo seqüência de horizontes A-C-R ou A-R.

Apesar da discrepância entre as classes de solos apresentadas nos mapeamentos disponibilizados pelo SISCOM/IBAMA e ITCG, deve-se atentar para o fato de se tratam de mapeamentos em escalas bastante diferentes e que as classes de solos registradas não são excludentes entre si. O trecho mais extenso de neossolos litólicos que consta no mapeamento do IBAMA consta também no mapeamento do ITCG, estando apenas mais deslocado para leste, dada à pequena dimensão da área do empreendimento.

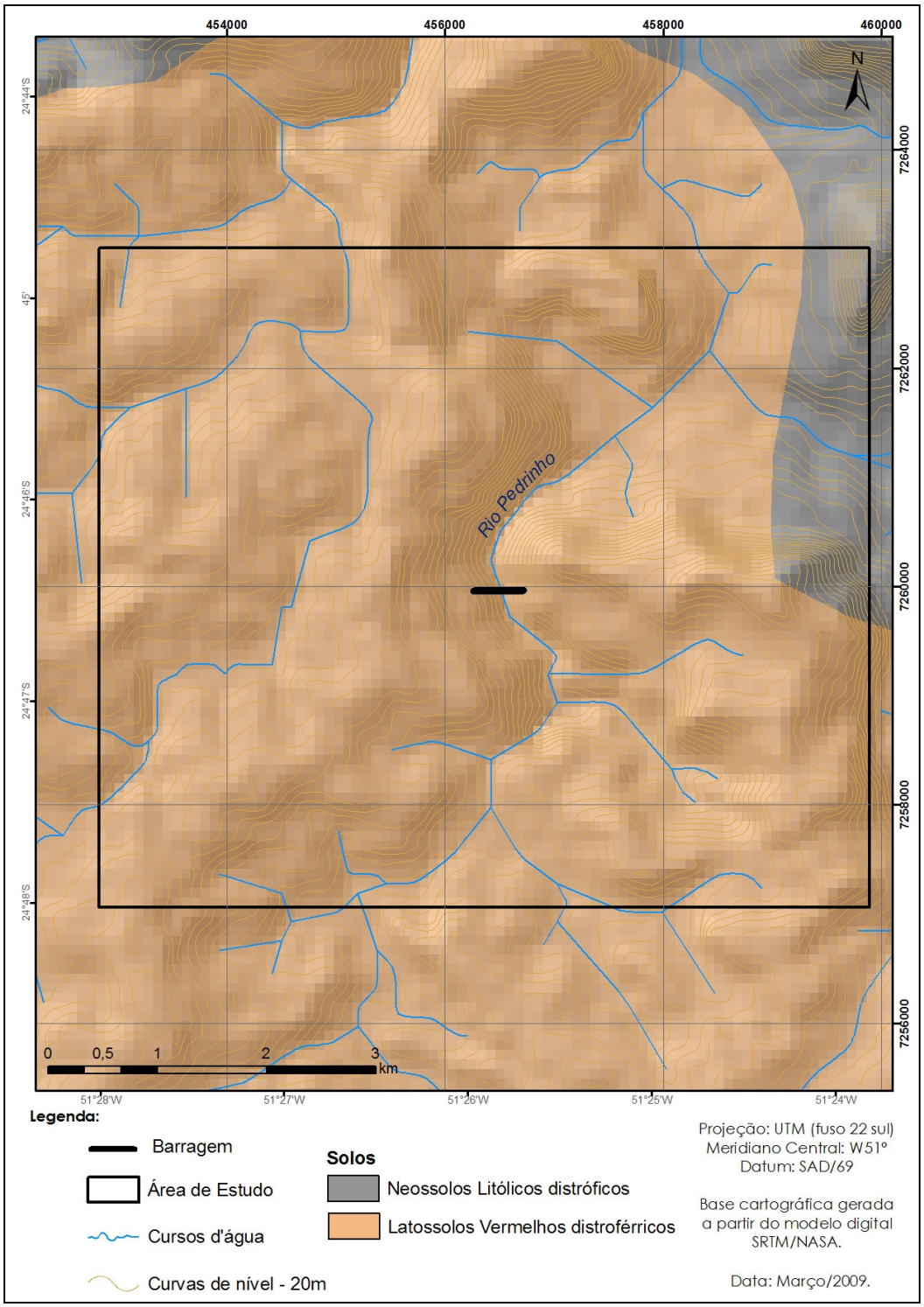
Por outro lado, observou-se em campo, nos setores percorridos, pequena variação quanto à profundidade dos perfis de solos, que se apresentam geralmente bem

desenvolvidos e com profundidades superiores a 1,5 m, sugerindo tratar-se de latossolos, se considerada sua descrição fornecida pela EMBRAPA (2006) (Figura 5.33 A). A ocorrência de extensas áreas de cultivo de soja na região, aliada a pouca amplitude topográfica dos topos aplainados sugere a ocorrência de solos favoráveis à atividade agrícola (Figura 5.33 B).

Mapa 5: Pedologia – Área de Influência Indireta (ANEXO)

Mapa 6: Pedologia – Área de Influência Direta (ANEXO)

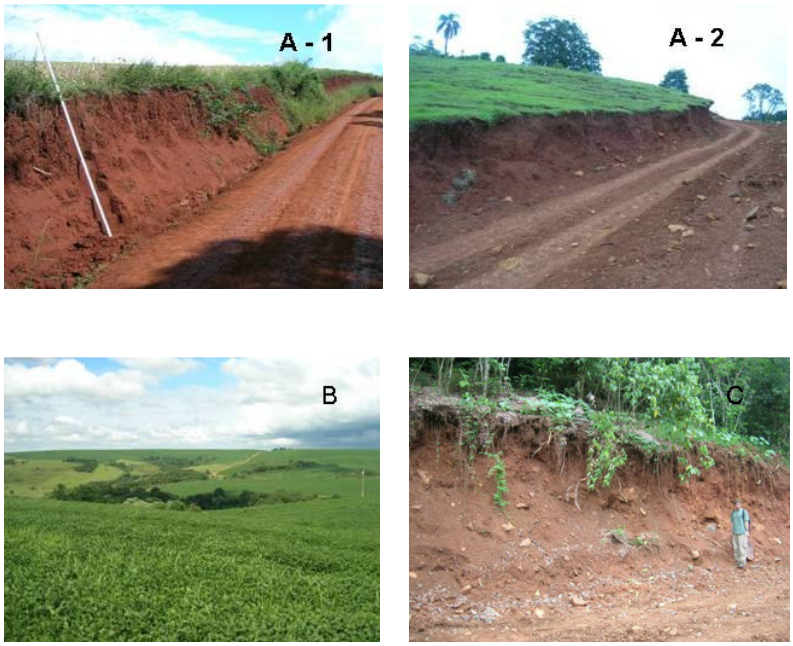
Figura 5.32: Detalhe do mapeamento de solos do Estado do Paraná disponibilizado pelo ITCG. Em destaque área do empreendimento. Precisão de escala 1:1.000.000.



Fonte: ITCG, 2009.

Diferentemente dos perfis de solos observados nos topos das elevações, os perfis encontrados em trechos de meia encosta apresentam-se profundos, por vezes detríticos, em geral sem estrutura pedológica típica, sugerindo tratar-se de material movimentado de setores a montante nas vertentes (Figura 5.33 C).

Figura 5.33: Exemplo de perfis de solos bem desenvolvidos observados na área do empreendimento e entorno, geralmente em situação de topo das elevações. Pontos 52 **(A -1)** e 45 **(A - 2)**; **B -** Áreas de cultura de soja na região do empreendimento; **C -** Perfil detrítico em trecho de meia encosta. Ponto 50.

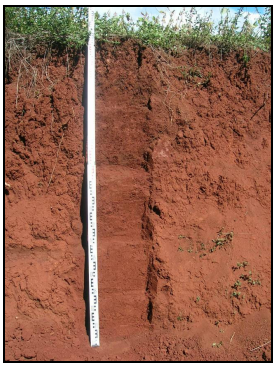


Fonte: IGPLAN, 2009.

Os perfis típicos de solo observados na área do empreendimento e entorno possuem profundidades superiores a 1,5 m, cores croma 2,5 YR de 3/3 a 3/6 (vermelho bruno escuro a vermelho escuro), textura argilosa, micro porosidade e agregados pequenos (Figura 5.34).

A cobertura pedológica na área da PCH e entorno caracteriza-se por menor fragilidade quanto à instalação de processos erosivos e movimentos de massa, salvo nos setores de meia encosta, próximos aos afloramentos de arenitos, assim como nos trechos em que se acumulam materiais detríticos, o que sugere a adoção de práticas preservacionistas no uso do ambiente natural.

Figura 5.34: Perfil típico de solo da região, com profundidade de aproximadamente 2,2 m, horizonte B homogêneo cor 2,5YR 3/3 (bruno avermelhado escuro), em transição difusa com horizonte A, textura argilosa. Ponto 52.



Fonte: IGPLAN, 2009.

5.1.7. Contexto Hidrográfico

5.1.7.1. Contexto do Empreendimento

Estudos sobre o potencial hidrelétrico do rio Ivaí e seus principais tributários têm sido efetuados há diversos anos para o planejamento de longo prazo do setor de energia elétrica do Paraná.

Levantamentos anteriores mais importantes efetuados para o rio Pedrinho, foram os executados pela COPEL em 1990 e pelo projeto da PCH Pedrinho I, implementada pela empresa Energética Rio Pedrinho S/A em 2003.

Segundo a empresa Brascan, responsável pelo levantamento do potencial energético do rio Pedrinho em 2003, os estudos de Inventário Hidrelétrico Simplificado do trecho do rio Pedrinho (...) foram desenvolvidos segundo metodologia e recomendações definidas nas diretrizes indicadas em documento específico da ANEEL para Inventários Simplificados e no Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas da Eletrobrás. Os estudos visaram, com a divisão de quedas adotada, a otimização

energética tendo como balizadores principais a minimização de impactos ambientais e a maximização energética e a economicidade dos aproveitamentos inventariados.

O trecho inventariado do rio Pedrinho compreende extensão de 19 Km, entre sua foz no rio Ivaí, na cota 460 m e a cota 760 m. Os estudos de inventário concluíram ser tecnicamente viáveis, a implantação de duas PCHs entre as elevações consideradas, no sentido de montante para jusante, além da PCH já em operação, sendo estas as PCHs Bonito, com 3,40 MW de potência instalada e Santa Rita, com 4,45 MW (Tabela 5.8). As potências instaladas foram definidas com base na estimativa de geração utilizando-se a série histórica de vazões com fator de capacidade de 0,60.

Mapa 7: Base Cartográfica – Área de influência indireta (ANEXO)

Tabela 5.8: Aproveitamento hidrelétrico do rio Pedrinho.

PCH	NA normal montante (m)	NA normal jusante (m)	H bruta (m)	Vazão de Projeto (m^3/s)	Potência Instalada (MW)	Energia Média Firme FC=0,60 (MW médios)
Bonito	749,30	708,95	40,35	9,80	3,40	2,04
Pedrinho I (*)	690,00	522,00	168,00		16,20	9,20
Santa Rita	**520,00**	**473,00**	**47,00**	**11,00**	**4,45**	**2,67**

(*)Usina existente e mantida – F.C. = 0,57

Fonte: Brascan, 2003.

A futura PCH distará aproximadamente 4 Km da foz do rio Ivaí e terá uma potência instalada de 4,45 MW, com área de drenagem de 335 Km^2 e desnível de 47 m entre o setor montante e jusante do empreendimento (Tabela 5.6).

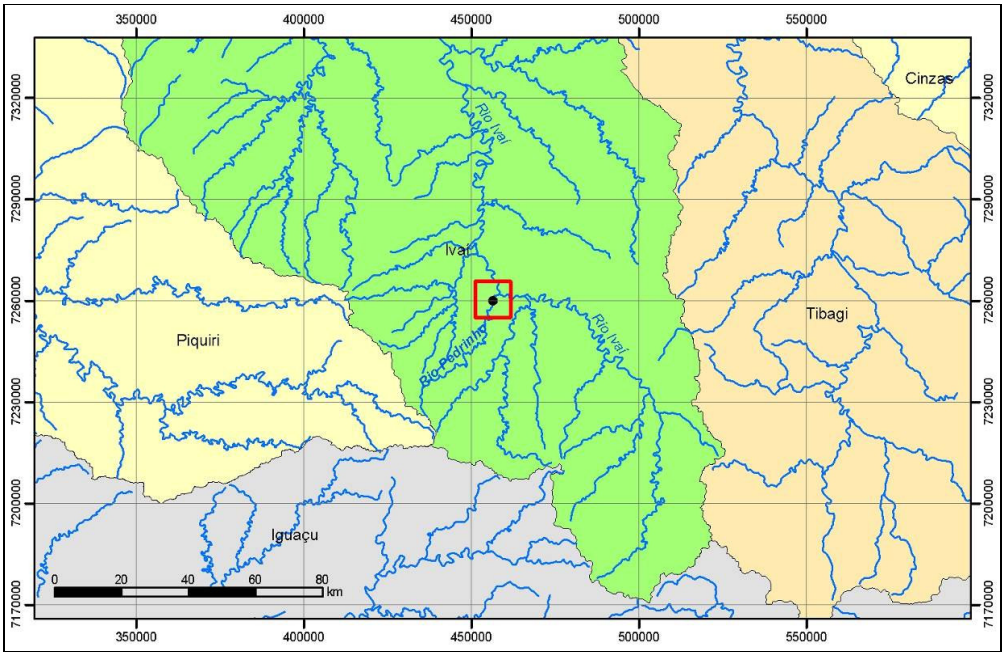
5.1.7.2. Contexto Hidrográfico Regional

O rio Pedrinho está inserido no contexto hidrográfico da bacia do rio Ivaí (Figura 5.35), afluente do rio Paraná e um dos maiores rios do Estado. O rio Ivaí é formado a partir da união das águas do Rio dos Patos e Rio São João, no município de Prudentópolis.

Segundo o Ministério dos Transportes (2009)[2], os formadores do rio Ivaí partem dos contrafortes da serra da Esperança e da serra da Ribeira, na região centro-sul do Estado do Paraná, em cotas superiores a 1 mil m de altitude. Percorre mais de 580 Km, até desaguar na margem esquerda do rio Paraná, próximo à ponte de montante da ilha dos Bandeirantes.

A principal característica do rio Ivaí é a cor das suas águas, que na maior parte do ano apresenta tons marrons ou avermelhados (Figura 5.36). Sua confluência com o rio Paraná exibe um fenômeno de instabilidade hidrodinâmica, com formação de vórtices semelhantes aos observados na junção dos rios Negro e Solimões[3].

Figura 5.35: Contexto hidrográfico geral de localização da PCH na bacia do rio Ivaí. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: IGPLAN, 2009.

O Estado do Paraná é dividido em 16 diferentes bacias hidrográficas, estando somente pequena parte delas inseridas integralmente no território estadual. A bacia hidrográfica do rio Ivaí está integralmente inserida em território paranaense e abrange uma

[2] http://www.transportes.gov.br/bit/hidro/detrioivai.htm

superfície de 36.540 Km², segundo mapeamento disponibilizado pelo ITCG (2009). Constitui a segunda maior bacia do Estado e ocupa toda sua porção centro-noroeste (Figura 5.37).

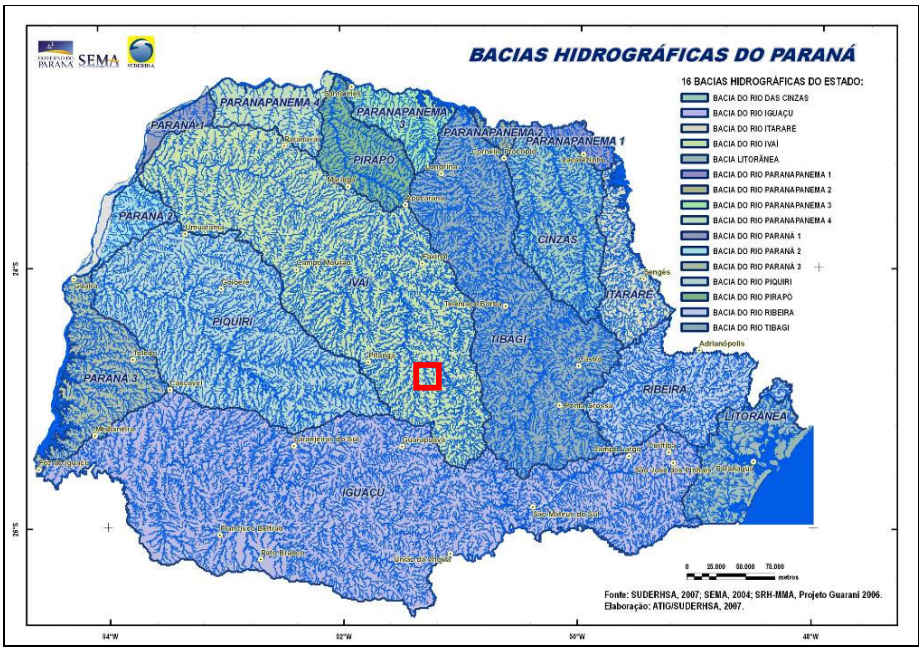
Mapa 8: Base Cartográfica – Área de Influência Direta (ANEXO)

Figura 5.36: Rio Ivaí na altura do município de Tapira, PR.



Fonte: http://portal.cnm.org.br/sites/7000/7094/RioIvai.JPG

Figura 5.37: Divisão hidrográfica do Estado do Paraná. Em destaque a área do empreendimento no contexto da bacia hidrográfica do rio Ivaí.



Fonte: SUDERHSA, 2007.

[3] http://pt.wikipedia.org/wiki/Rio_Iva%C3%AD

Em termos administrativos, o Estado do Paraná é dividido em 12 Unidades Hidrográficas, criadas para atender as necessidades de gerenciamento e planejamento previstas na Política Estadual de Recursos Hídricos. O rio Pedrinho e a área do empreendimento localizam-se na Unidade 7 – Alto Ivaí (Figura 5.38).

Figura 5.38: Unidades Hidrográficas do Estado do Paraná. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: SUDERHSA, 2007.

Quanto aos recursos hídricos subsuperficiais, o Estado do Paraná é dividido em 11 Unidades Aqüíferas. O rio Ivaí e a área do empreendimento situam-se no limite leste da Unidade Serra Geral Norte, próximo à zona de contato com a Unidade Aqüífera Guarani (Figuras 5.39 e 5.40).

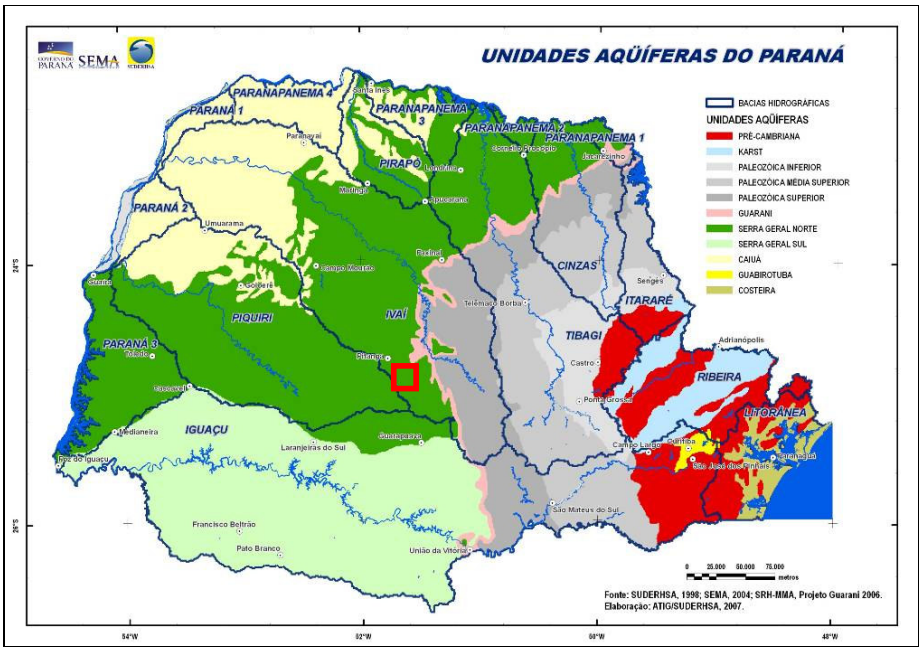
Segundo a SUDERHSA (2009), a Unidade Serra Geral compreende as rochas basálticas da Formação Serra Geral abrangendo uma área de afloramento de aproximadamente 102.000 Km^2, subdividida em Unidade Serra Geral Norte (aproximadamente 64.000 Km^2) e Serra Geral Sul (38.000 Km^2). (...) Os derrames são geralmente conhecidos como efusivas basálticas ou simplesmente basaltos, independentemente de sua eventual variação litológica.

(...) Uma das características marcantes das efusivas basálticas é o seu modo de ocorrência, constituindo empilhamentos sucessivos de lavas, em regra unidades tabulares individualmente bem definidas. A circulação e acúmulo de água subterrânea nesta unidade são determinados pelas zonas de fraturamento e falhamentos, bem como pelas descontinuidades entre os derrames – zona vesículo-amigdaloidal.

(...) De acordo com o Banco de Dados Hidrogeológicos da SUDERHSA, os poços mais produtivos estão relacionados com a Unidade Serra Geral Norte, caracterizada pelos derrames mais básicos, que determinam espessuras de solo maiores, variando de 10 a 50 m. A Unidade Sul é caracterizada por rochas de composição ácida, apresentando espessura média de solo muito pequena – 0 a 10 m - e vazões menores.

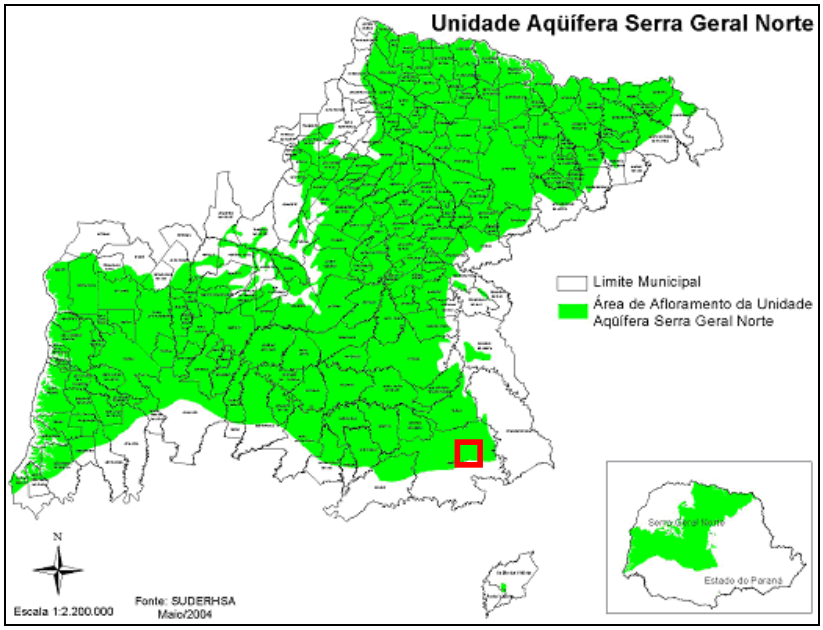
(...) Existem cerca de 2.500 poços cadastrados no Banco de Dados Hidrogeológicos da SUDERHSA na Unidade Serra Geral Norte e 550 poços na Unidade Sul, apresentando profundidade média de 120 m e 130 m e vazão média de 18 m^3/hora e 10 m^3/hora, respectivamente.

Figura 5.39: Unidades Aqüíferas do Estado do Paraná. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: SUDERHSA, 2007.

Figura 5.40: Unidade Aqüífera Serra Geral Norte. Em destaque a área do empreendimento.

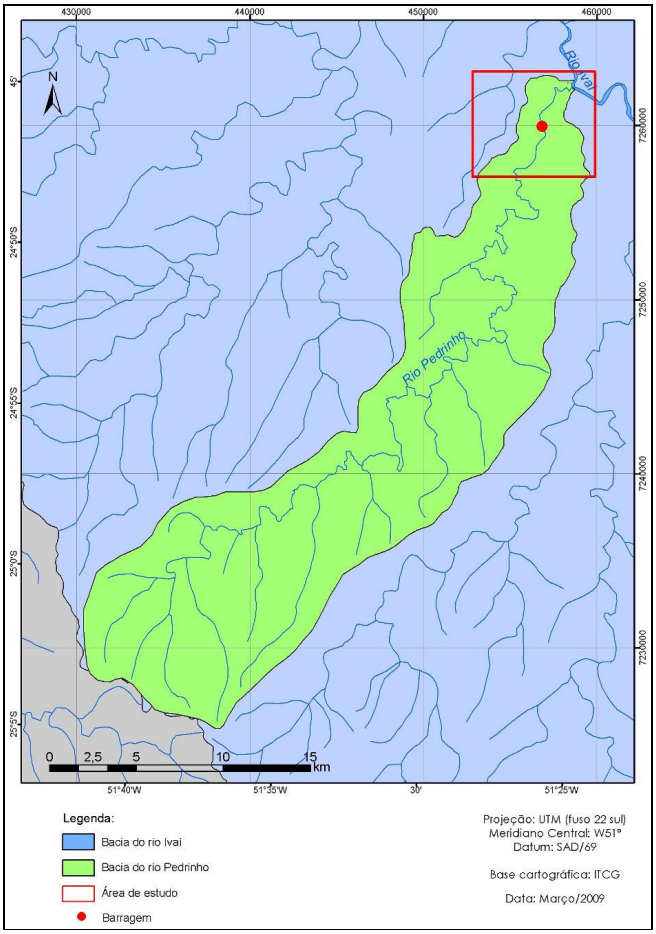


Fonte: SUDERHSA, 2004.

5.1.7.3. A Bacia Hidrográfica do Rio Pedrinho

Segundo a Brascan (2003), o rio Pedrinho, também denominado rio Bonito, tem suas nascentes na Serra da Esperança, entre os municípios de Turvo e Boa Ventura de São Roque. Possui curso bastante acidentado e talvegue que apresenta um desnível total de 510 m em extensão aproximada de 79 Km. No final do curso do rio Pedrinho há um grande salto seguido de corredeiras, com desnível total da ordem de 215 m em 6,6 Km. A bacia hidrográfica do rio Pedrinho possui área de drenagem de 352 Km², largura média de 9 Km e perímetro de 118 Km, o que resulta num coeficiente de compacidade de 1,76 e fator de forma de 0,23, valores que indicam tratar-se de bacia pouco propícia a enchentes (Figura 5.41).

Figura 5.41: Bacia hidrográfica do rio Pedrinho. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: IGPLAN, 2009.

O rio Pedrinho é utilizado como linha divisória entre os municípios de Turvo (a leste) e Boa Ventura de São Roque (a oeste). Sua bacia hidrográfica tem formato alongado, é assimétrica quando considerado o eixo do canal principal, e desenvolve-se no sentido SW-NE, em concordância com os principais lineamentos regionais (Figura 5.41). Na altura do empreendimento seu vale é encaixado e profundo, com desníveis de até 400m entre o leito fluvial e os topos de morros que o circundam (Figura 5.42).

Figura 5.42: Vale do rio Pedrinho na área do empreendimento, ponto 45.



Fonte: IGPLAN, 2009.

Na área da PCH o rio Pedrinho possui leito pouco amplo, pedregoso, preenchido por blocos, matacões e *boulders*. Apresenta largura média inferior a 10 m, muito pouca profundidade, fluxo turbulento e regime supercrítico (não tranqüilo) (Figura 5.43).

Figura 5.43: Aspectos do rio Pedrinho na área do empreendimento, ponto 49.





Fonte: IGPLAN, 2009.

O estudo das vazões médias diárias e mensais no rio Pedrinho foi efetuado pela empresa Brascan (2003) a partir de dados históricos de vazões de estações localizadas fora da bacia hidrográfica.

Segundo a Brascan (2003), a inexistência de dados de vazão no rio Pedrinho obrigou a adoção da correlação de suas vazões a partir do posto fluviométrico do Rio dos Patos (Código DNAEE 64620000), localizado no rio de mesmo nome e com área de drenagem de 1.086 Km². Foram também utilizados os dados do posto fluviométrico Fazenda Boa Vista (Código DNAEE 64630000), localizado no rio Marrecas, com área

de drenagem de 436 Km² e do posto fluviométrico Tereza Cristina (Código DNAEE 64625000), localizado no rio Ivaí e com área de drenagem de 3.572 Km², todos pertencentes à bacia hidrográfica do rio Ivaí.

Ainda segundo a empresa, o posto fluviométrico Rio dos Patos está localizado nas coordenadas latitude 25°12' Sul e longitude 50°56' Oeste, elevação 690 m acima do nível do mar. É uma das principais estações fluviométricas da bacia do rio Ivaí, pois possui curva chave bem definida e longo período de observação, de janeiro de 1931 a dezembro de 2000, e é utilizada com freqüência para extensão de séries em locais de interesse energético não só nesta bacia, como também nas bacias próximas. O posto fluviométrico Fazenda Boa Vista era o mais próximo e da mesma ordem de grandeza da bacia hidrográfica do rio Pedrinho, com início de operação em abril de 1957 e extinto em junho de 1970. Era localizado nas coordenadas, latitude 24°55’ Sul e longitude 51°25' Oeste, elevação 436,00 m acima do nível do mar. O posto fluviométrico Tereza Cristina está localizado nas coordenadas, latitude 24º50’ Sul e longitude 51º09’ Oeste, na elevação 550 m, e 3.572 Km² de área de drenagem. Sua série de dados estende-se de setembro de 1956 a dezembro de 2000.

Os dados diários de vazões dos três postos foram avaliados, correlacionados e extrapolados para bacia do rio Pedrinho.

Assim, os dados em série histórica de 1931 a 2000 indicam para a PCH Santa Rita valores de vazão significativos, com uma média mensal de 7,42 m^3/s, sendo a vazão média máxima mensal de 35,71 m^3/s, registrada em setembro de 1957 e a média mínima mensal de 0,97 m^3/s, registrada em agosto de 1933 (Tabela 5.8).

A ocorrência destas vazões médias tem relação não somente com os índices de precipitação, mas também com o substrato geológico, constituído por rochas de baixa (basaltos) e alta (arenitos) permeabilidade.

Tal característica impõe forte controle estrutural à rede hidrográfica, que se observa em termos de padrões e propriedades. Na bacia hidrográfica e seu entorno (Figura 5.36) nota-se padrão de drenagem principalmente dendrítico. No entanto, o exame mais

detalhado de área menor contida na bacia, referente à área do empreendimento (Figura 5.44), permite observar padrões dendrítico e paralelo com propriedades referentes a alto grau de integração, média densidade de drenagem, tropia tridirecional, com importantes assimetrias. Destaca-se na área o forte controle estrutural da rede hidrográfica, com rios retilinizados encaixados nos principais alinhamentos estruturais nos sentidos NE-SW e NW-SE. O rio Pedrinho assume na área percurso em zigue-zague, apresentando em diversos pontos ângulos de até 90^{o}.

Os afluentes do rio Pedrinho neste trecho são poucos e de pequeno porte, com leitos via de regra pedregosos e raras deposições de areia (Figura 5.45).

GRP – EMPREENDIMENTOS S/A

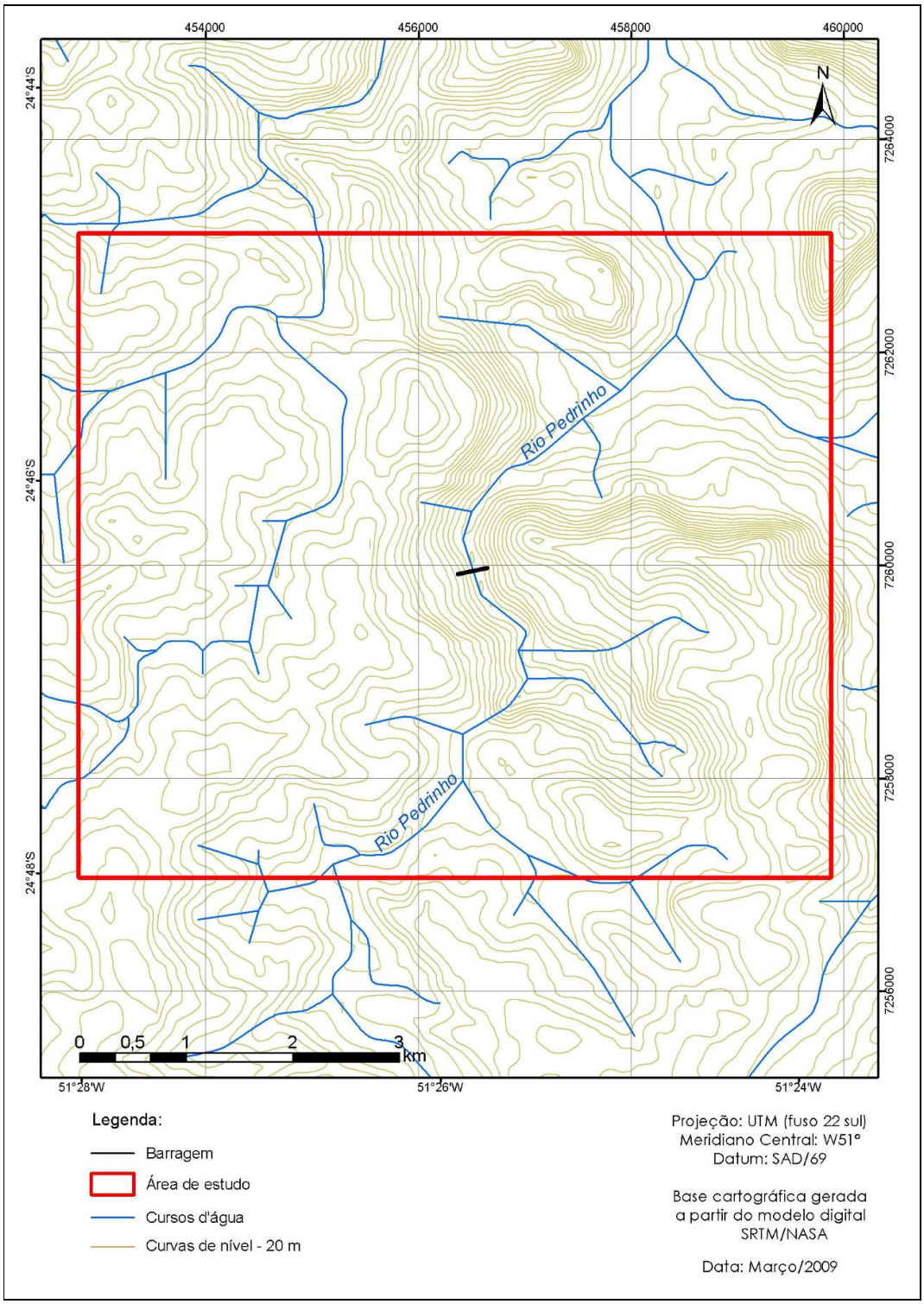
Tabela 5.9: Vazões médias mensais calculadas para a área da PCH Santa Rita.

PCH Santa Rita													
Rio Pedrinho				Bacia do rio Ivaí						Estado do Paraná			
										Área de Drenagem 345 km²			
Vazões Médias Mensais (m³/s)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1931	6,96	3,49	2,58	2,83	11,27	16,09	6,46	3,91	10,80	4,65	6,11	7,75	6,91
1932	5,02	7,76	7,73	16,87	5,34	9,40	5,10	5,68	6,35	12,24	8,68	6,58	8,06
1933	2,98	4,65	5,03	2,04	1,43	0,97	1,05	0,74	1,11	2,75	3,01	1,91	2,31
1934	7,27	11,82	5,14	3,95	2,55	2,73	2,78	1,70	1,98	4,22	1,87	6,26	4,35
1935	3,43	2,03	7,79	2,46	1,33	6,18	6,67	14,33	15,46	22,82	6,16	6,97	7,97
1936	10,70	3,53	2,63	1,84	1,89	3,81	1,79	6,16	10,20	7,26	5,57	5,75	5,09
1937	8,23	4,33	10,52	8,06	4,60	3,66	2,90	5,36	3,30	11,22	17,45	4,04	6,97
1938	6,83	7,63	4,86	5,36	11,46	15,53	13,24	5,75	5,46	5,84	5,32	4,54	7,65
1939	3,90	7,59	8,36	3,62	9,17	5,33	4,96	2,90	4,82	3,46	18,64	11,97	7,06
1940	4,96	5,27	3,20	2,98	3,64	2,24	1,91	3,24	2,41	3,58	3,80	3,23	3,37
1941	4,73	14,19	9,00	6,94	6,33	6,92	5,58	14,24	7,98	8,90	7,74	10,04	8,55
1942	6,04	10,39	5,12	5,91	5,08	11,79	9,14	5,33	6,93	6,47	3,20	2,77	6,52
1943	3,60	5,58	5,29	2,94	2,95	7,12	3,79	3,54	5,45	11,66	8,46	6,64	5,59
1944	10,51	4,98	13,63	4,50	2,75	2,19	1,73	2,56	3,09	4,00	10,82	6,55	5,61
1945	3,30	9,87	9,53	3,62	2,75	4,16	13,85	3,77	3,30	6,39	4,01	3,88	5,70
1946	8,22	19,97	10,91	5,63	5,62	6,02	12,99	4,97	3,84	12,48	5,22	4,55	8,37
1947	5,69	8,08	4,87	3,01	2,44	4,19	6,01	8,31	16,05	10,80	6,81	8,56	7,07
1948	7,19	9,36	5,20	4,69	6,89	4,98	3,96	11,34	5,02	9,78	10,47	4,09	6,91
1949	3,31	2,27	3,12	4,08	4,02	6,68	3,10	2,81	3,60	4,05	2,90	3,39	3,61
1950	12,92	10,21	10,13	3,96	4,57	4,49	4,91	2,74	4,92	12,68	6,40	6,29	7,02
1951	11,26	11,31	11,66	4,40	2,85	4,42	3,59	2,29	1,85	12,94	14,64	9,42	7,55
1952	5,33	5,27	2,94	1,96	1,34	6,14	2,92	2,25	10,91	11,56	7,18	4,02	5,15
1953	4,60	5,18	5,49	4,76	4,81	4,26	2,72	2,28	6,63	9,83	11,05	4,91	5,54
1954	8,53	4,14	4,93	4,37	21,29	11,98	8,11	4,94	9,23	10,68	6,26	3,35	8,15
1955	4,52	2,90	5,77	5,11	12,41	22,19	16,47	8,48	9,50	4,87	3,50	3,08	8,23
1956	2,53	2,70	2,57	8,11	10,56	10,20	6,43	9,91	4,45	3,20	2,42	2,04	5,43
1957	5,15	8,98	3,55	7,65	5,16	7,97	21,64	24,55	35,71	13,22	10,89	6,66	12,59
1958	4,36	4,18	5,28	3,31	3,47	5,14	4,60	4,36	19,07	7,73	10,52	7,01	6,59
1959	7,41	11,24	4,58	4,29	4,65	4,56	3,14	3,83	4,29	4,72	2,98	2,75	4,87
1960	5,55	7,71	4,25	5,33	6,16	6,92	5,82	13,60	11,03	13,21	15,05	6,22	8,40
1961	7,10	8,33	16,38	12,22	7,80	8,59	3,85	3,16	8,74	10,22	19,13	14,98	10,04
1962	4,88	7,02	7,98	4,73	3,50	3,67	3,58	3,06	6,42	23,69	7,25	10,35	7,18
1963	4,35	13,48	17,74	10,50	3,68	3,30	2,36	2,24	2,20	13,28	19,05	13,55	8,81
1964	4,88	13,19	8,61	11,52	8,23	12,42	7,65	9,03	6,82	4,95	5,08	16,49	9,07
1965	9,17	10,18	14,04	8,73	25,56	7,94	17,12	7,15	14,01	17,18	9,34	12,40	12,74
1966	5,95	17,43	6,46	2,86	3,70	4,92	4,02	2,37	3,86	14,18	5,32	8,00	6,59
1967	5,06	7,84	7,93	2,51	1,74	5,34	3,70	2,71	2,72	2,87	4,53	5,98	4,41
1968	5,69	2,43	2,11	3,57	2,00	2,11	1,78	1,99	1,72	4,86	3,77	4,46	3,04
1969	4,70	2,58	3,69	4,94	5,16	8,21	5,35	1,52	4,29	9,42	9,73	3,82	5,28
1970	3,70	2,17	3,93	2,09	4,26	8,63	13,40	3,57	5,85	9,34	3,50	15,71	6,35
1971	16,63	7,04	9,00	7,48	15,37	12,58	12,19	4,69	8,48	7,12	3,64	4,42	9,05
1972	7,09	14,44	6,65	7,64	2,88	4,70	11,56	12,16	15,59	15,73	6,06	7,91	9,37
1973	9,00	7,71	5,05	3,51	5,76	10,95	11,66	12,15	12,33	11,60	7,36	3,95	8,42
1974	11,45	7,32	7,26	3,98	2,97	7,19	4,06	5,66	6,12	7,39	5,95	4,72	6,17
1975	4,49	5,59	6,85	4,22	3,44	4,55	4,31	8,55	8,70	15,99	11,19	13,10	7,58
1976	10,39	7,48	6,98	5,75	8,31	13,38	5,27	10,61	12,18	6,21	9,44	12,14	9,01
1977	9,65	11,97	6,08	6,06	3,03	4,33	3,77	2,97	2,95	6,11	5,36	7,77	5,84
1978	2,99	3,00	4,69	2,80	3,01	3,55	12,59	8,36	10,12	3,80	4,86	5,07	5,40
1979	4,42	4,18	3,34	2,24	11,43	3,41	3,37	6,44	15,85	14,30	14,05	7,67	7,56
1980	7,28	5,49	6,72	5,19	5,06	6,08	10,30	9,89	17,25	10,02	5,53	11,53	8,36
1981	10,43	7,93	4,52	3,98	4,60	3,27	2,47	2,05	2,34	6,56	5,91	12,29	5,53
1982	4,20	3,75	2,64	2,11	2,22	18,87	19,62	6,06	3,62	13,63	19,78	13,24	9,14
1983	10,53	9,45	16,36	11,75	23,59	24,67	22,13	7,62	17,59	15,61	7,64	5,38	14,36
1984	5,47	5,90	7,40	9,33	9,20	9,28	5,54	10,09	10,87	5,49	10,64	12,42	8,47
1985	4,91	5,01	4,96	13,29	6,10	4,45	3,94	2,32	4,19	2,73	3,97	2,06	4,83
1986	3,19	6,72	5,81	4,10	11,98	5,48	2,58	6,15	5,15	5,25	4,66	12,61	6,14
1987	6,71	12,53	3,78	3,97	24,68	12,10	7,27	4,99	4,27	5,80	5,11	3,68	7,91
1988	4,12	6,18	5,65	4,71	17,60	9,40	4,71	2,85	2,36	2,88	1,94	1,92	5,36
1989	14,81	15,30	9,37	6,19	12,92	3,94	9,85	9,24	14,51	7,99	4,73	4,12	9,41
1990	24,12	5,60	4,21	5,41	7,85	11,22	19,26	15,74	15,68	17,44	9,22	4,08	11,65
1991	2,67	3,15	3,59	4,28	3,16	11,19	5,67	4,21	2,76	8,34	7,21	6,52	5,23
1992	3,68	5,21	9,23	7,85	21,77	16,87	11,64	11,53	8,91	8,51	8,22	5,57	9,91
1993	5,57	10,54	8,16	5,87	13,61	11,06	11,74	5,86	13,02	19,15	4,73	8,09	9,78
1994	11,47	11,30	6,26	5,86	6,52	14,07	12,45	5,77	3,28	4,20	5,84	5,94	7,75
1995	23,64	9,90	5,48	4,20	2,86	4,51	10,91	3,44	9,94	13,95	7,01	4,86	8,39
1996	13,60	11,78	15,73	9,12	3,52	3,94	6,73	5,38	9,71	15,81	11,42	12,27	9,92
1997	13,97	15,61	5,50	3,16	2,69	8,76	10,60	6,02	10,11	19,42	16,80	11,52	10,35
1998	9,49	10,00	17,75	23,22	10,59	7,28	9,56	13,52	19,94	20,28	5,57	4,57	12,65
1999	7,59	9,79	6,62	6,25	6,11	14,27	13,30	3,72	5,35	3,60	2,87	3,48	6,91
2000	6,45	13,70	7,27	3,57	2,59	4,66	7,51	6,27	18,87	12,35	5,47	7,57	8,02
Mínima	2,53	2,03	2,11	1,84	1,33	0,97	1,05	0,74	1,11	2,73	1,87	1,91	0,74
Média	7,29	7,93	6,96	5,65	7,00	7,76	7,52	6,24	8,33	9,64	7,66	7,02	7,42
Máxima	24,12	19,97	17,75	23,22	25,56	24,67	22,13	24,55	35,71	23,69	19,78	16,49	35,71

Fonte: BRASCAN, 2003.

GRP – EMPREENDIMENTOS S/A

Figura 5.44: Rede hidrográfica da área do empreendimento gerada a partir do modelo SRTM, com precisão equivalente à escala 1:50.000.



Fonte: IGPLAN, 2009.

Figura 5.45: Exemplo de afluente de pequeno porte do rio Pedrinho na área do empreendimento. Ponto 48.



Fonte: IGPLAN, 2009.