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 Estudo Prévio de Impactos Ambientais (EPIA) referente ao aproveitamento hidrelétrico número 2 do rio Iratim, PR, destinado à construção da Pequena Central Hidrelétrica Engenho Velho.

O EPIA 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 de 1 MW 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 danosos à dinâmica do meio físico-biótico.

Foram levantados para a composição deste relatório dados referentes aos contextos geológicos, 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

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

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-Y-B (Clevelândia), na escala 1:250.000; SG-22-Y-B-II (Palmas), na escala 1:100.000 e SG-22-Y-B-II-1, na escala 1:50.000. Destas cartas, foram mapeadas pelo IBGE somente aquelas nas escalas 1:250.000 e 1:100.000, que, no entanto, não são disponibilizadas na forma de base digital vetorial.

Visto que a acurácia absoluta horizontal dos dados SRTM é de 20 m (para erro circular com 90% de confiança) e vertical de 16 m (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 183m 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* do programa *ArcGIS 9.1*, 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.

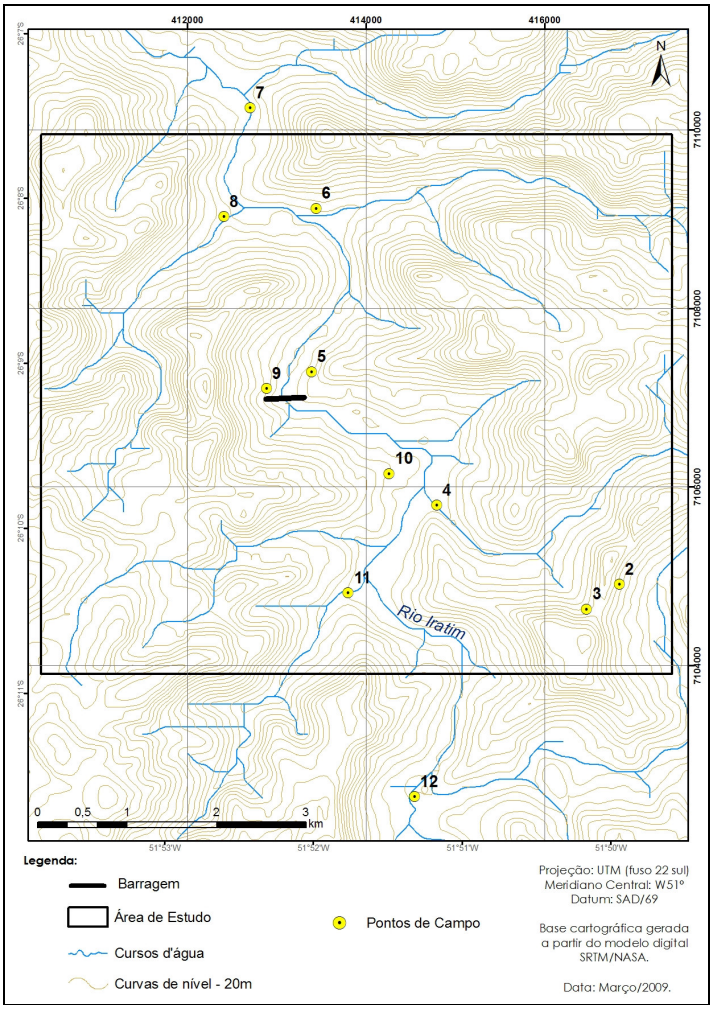
Dadas às pequenas dimensões de uma PCH, definiu-se como área de influência do empreendimento, para efeito de detalhamento de análise, um retângulo de 6 x 7 Km

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, 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 as distribuições 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 parâm climáticos, que se traduzem na definição de grupos climáticos principais.

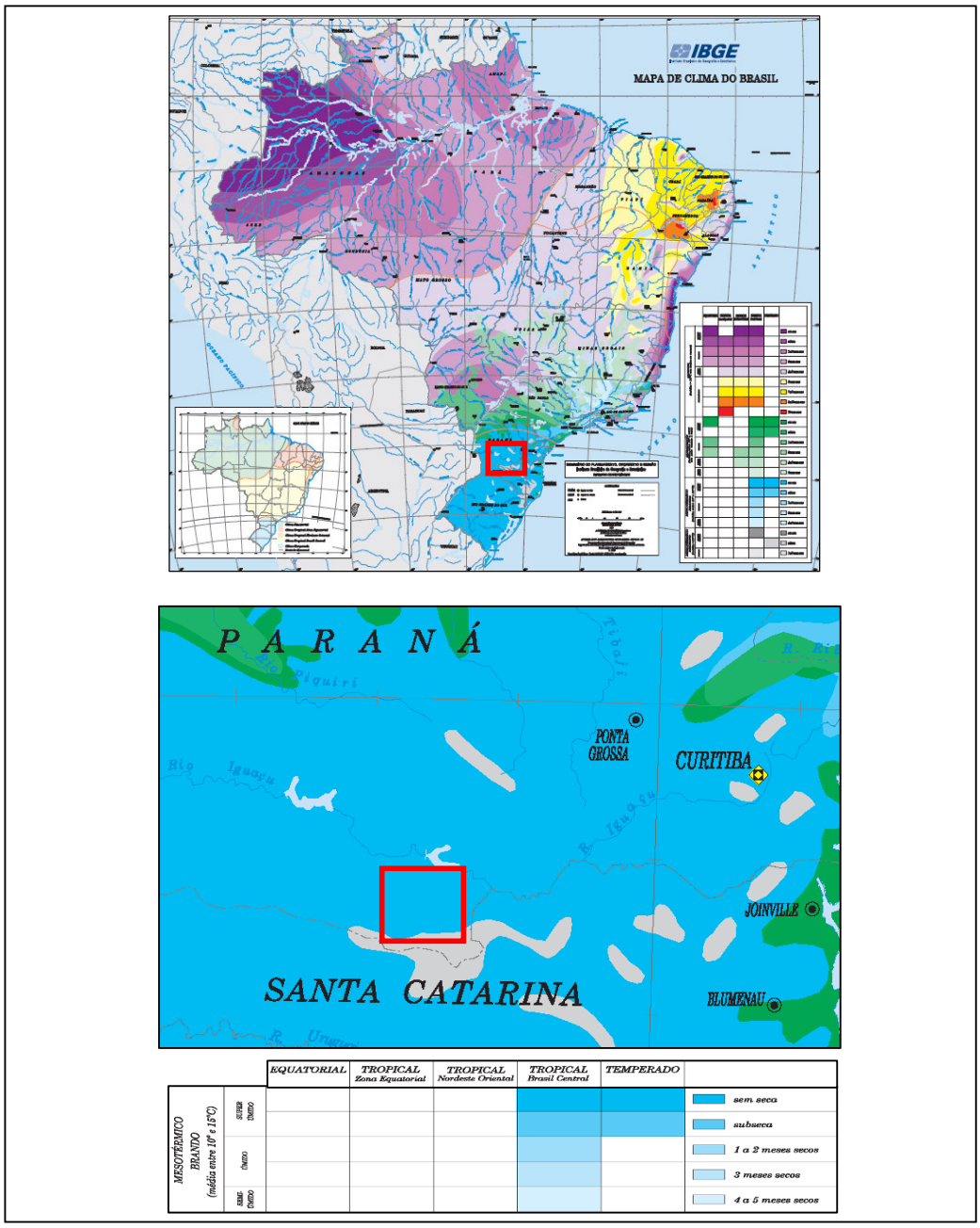
Segundo o mapeamento climático do Brasil produzido pelo IBGE (2002) na escala 1:5.000.000, o Estado do Paraná abrange diferentes tipos climáticos, que variam no sentido norte-sul. Ocorre no norte, leste e parte do oeste do Estado o clima Tropical dos tipos super-úmido e úmido. Em parte do oeste do Estado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

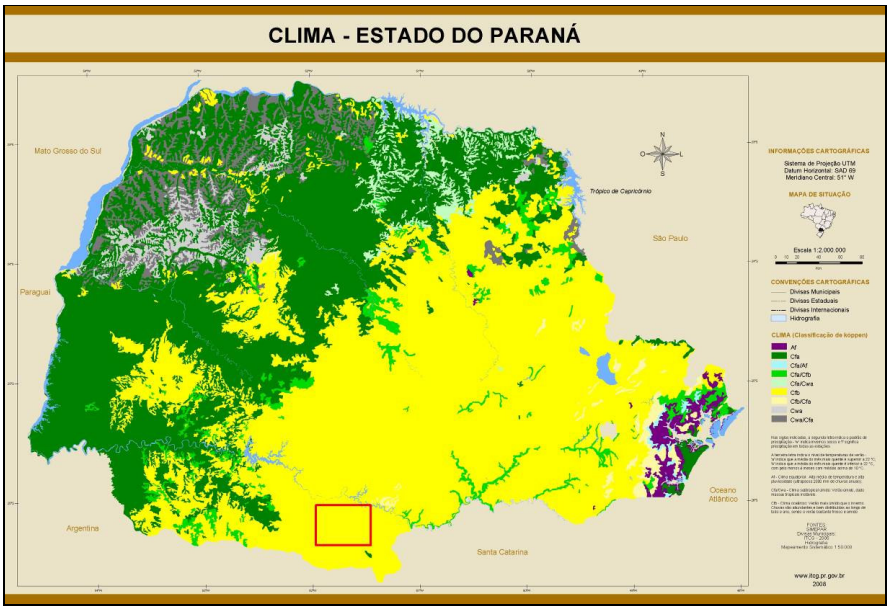
Segundo o mapeamento (sem indicação de escala) efetuado pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG), ocorre na região da PCH o tipo climático Cfb da classificação de Köppen, que indica clima temperado chuvoso e moderadamente quente, úmido em todas as estações do ano, com verão moderadamente 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 do tipo climático Cfb da 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 5.2: Contextualização climática nacional e regional segundo o IBGE. Em destaque a área do empreendimento.



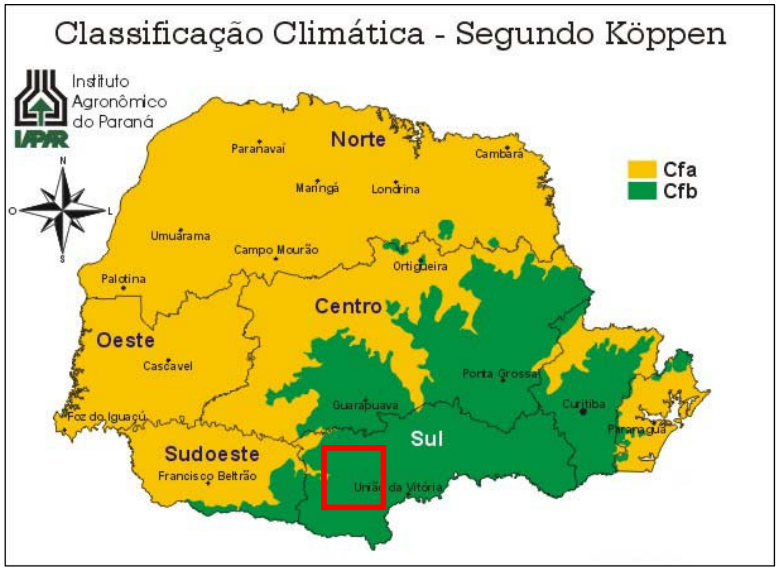
Fonte: IBGE, 2002.

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.



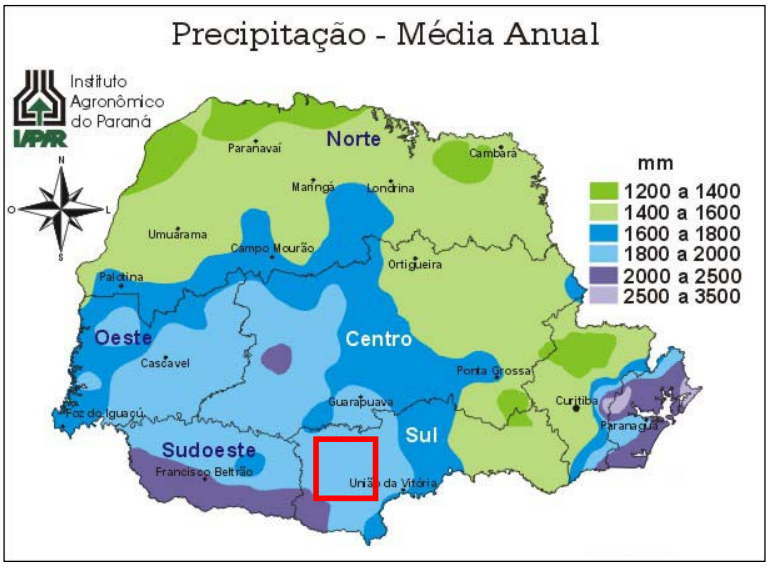
Fonte: IAPAR, 2009.

5.1.3.2. Precipitação e Umidade Relativa

A precipitação é um dos parâm 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 milím. 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 de 1.800 a 2.000 mm (Figura 5.5). Tais índices são também confirmados através do mapeamento da 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.



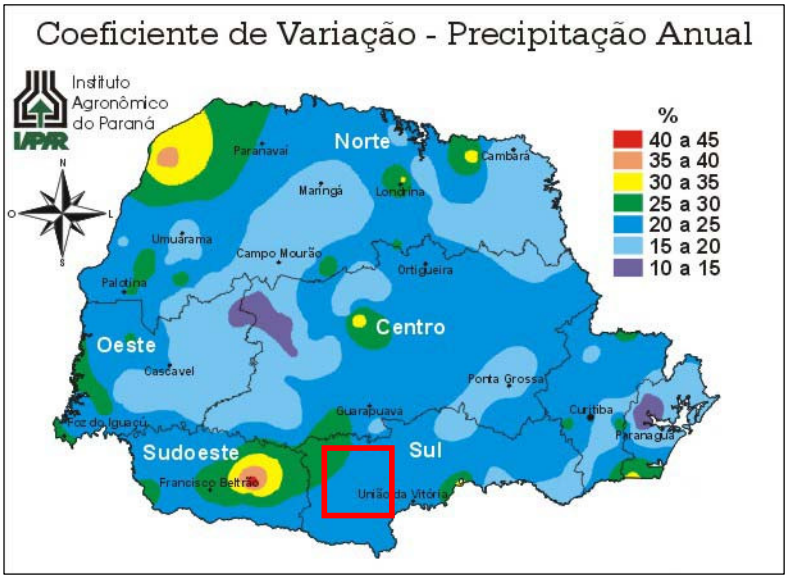
Fonte: IAPAR, 2009.

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 predominantemente um coeficiente de variação da precipitação anual que oscila de 20 a 25% (Figura 5.6). Tal fato indica uma estabilidade superior a 75% no volume médio anual de chuvas esperado, o que confere à área boa condições para instalação de uma Pequena Central Hidrelétrica.

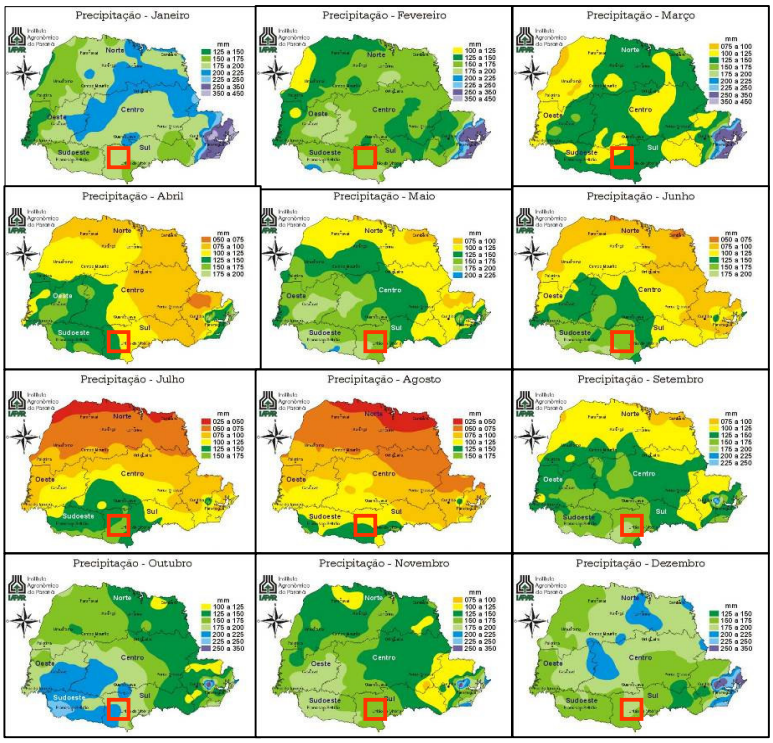
Quanto à distribuição da precipitação mensal, observa-se nos mapeamentos disponibilizados pelo IAPAR (2009) (Figura 5.7) que esta pode variar no Estado de valores mensais mínimos, entre 25 e 50 mm, em junho e agosto, a valores mensais máximos entre 350 e 450 mm, de janeiro a março.

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.

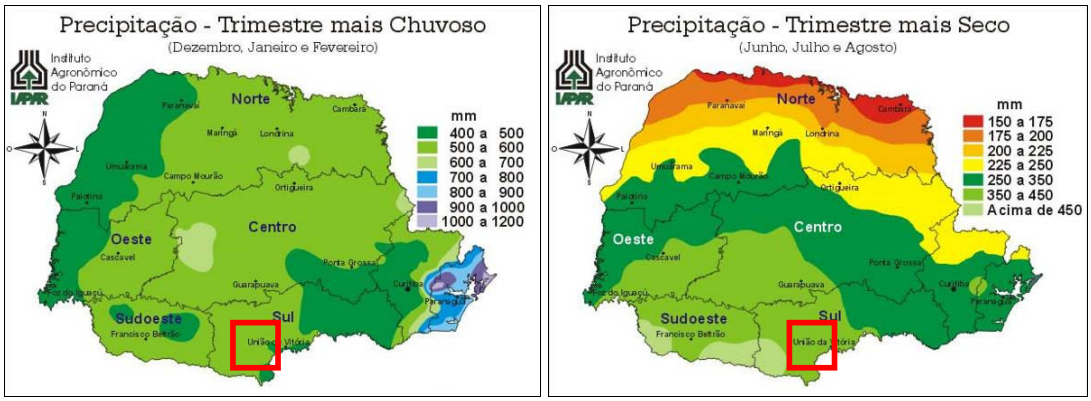
No entanto, é importante observar que a região na qual se insere a PCH a precipitação mensal pode variar em uma faixa ampla de 125 a 250 mm, porém com valores médios de aproximadamente 150 a 175 mm mensais distribuídos com pequenas variações em grande parte dos meses do ano.

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.

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 que é bastante estável em termos de distribuição da precipitação anual, pois os valores pouco oscilam entre o trimestre mais úmido (de 500 a 600 mm) e o mais seco (de 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.

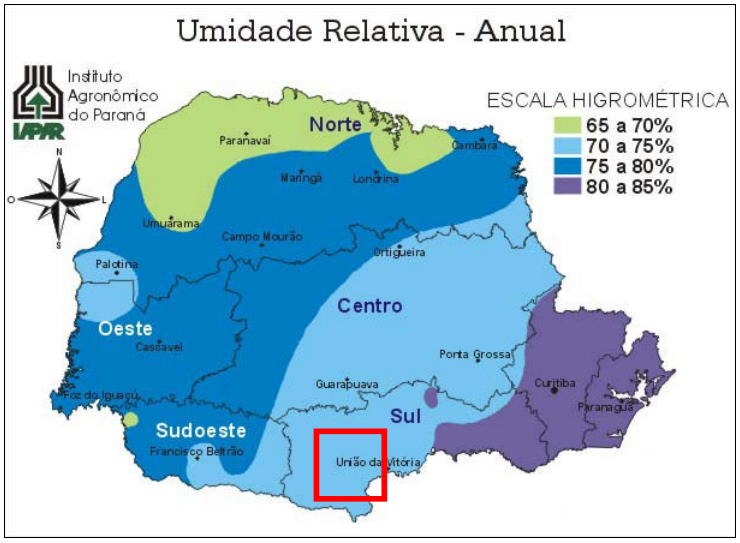


Fonte: IAPAR, 2009.

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 elevados de umidade, porém não excessivos (Figura 5.9).

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

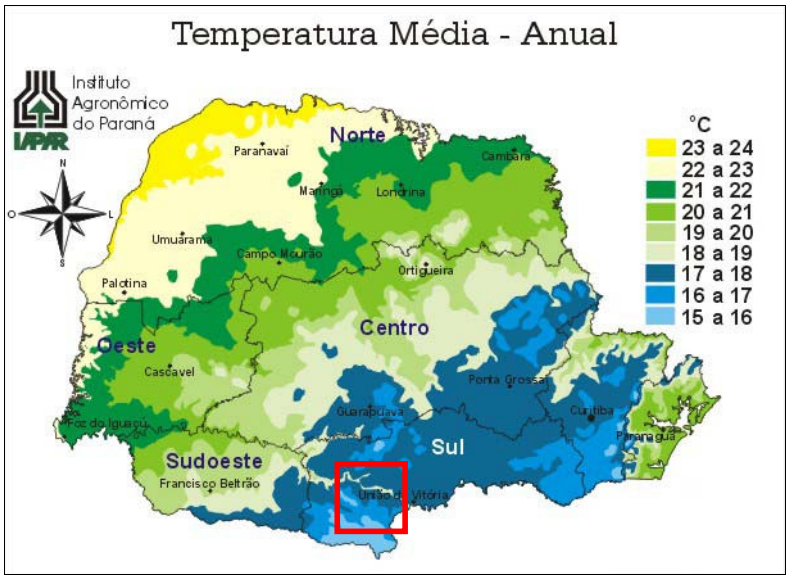


Fonte: IAPAR, 2009.

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.

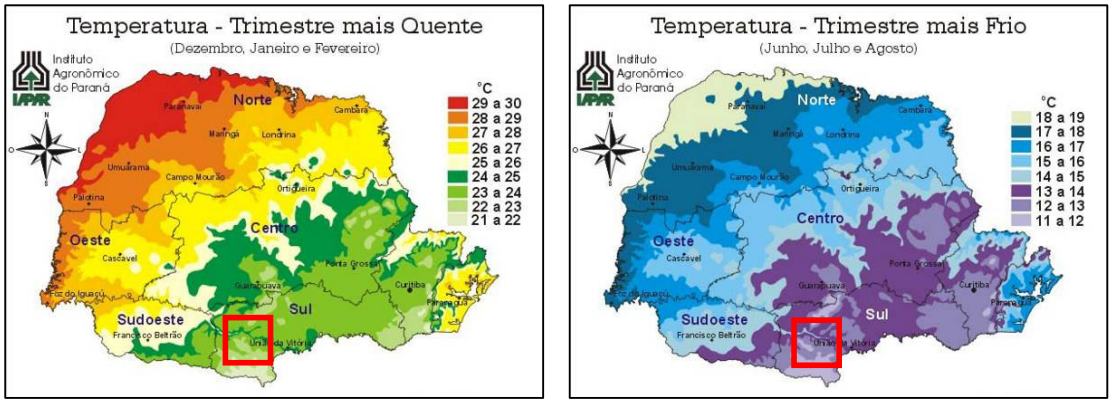
Observa-se que as maiores médias (> 22°C) são encontradas na porção noroeste do Estado, enquanto que as menores médias (<18°C) situam-se em uma faixa que atravessa no sentido NE-SW, estando as menores médias absolutas (<16°C) concentradas no extremo sul do Estado (IAPAR, 2009).

A área do empreendimento e entorno está localizada em uma das regiões mais frias do Estado do Paraná, onde ocorrem temperaturas médias anuais nas faixas de 17 a 18°C, de 16° a 17°C e de 15 a 16°C, estando essa última faixa associada às áreas de maior altitude. 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.



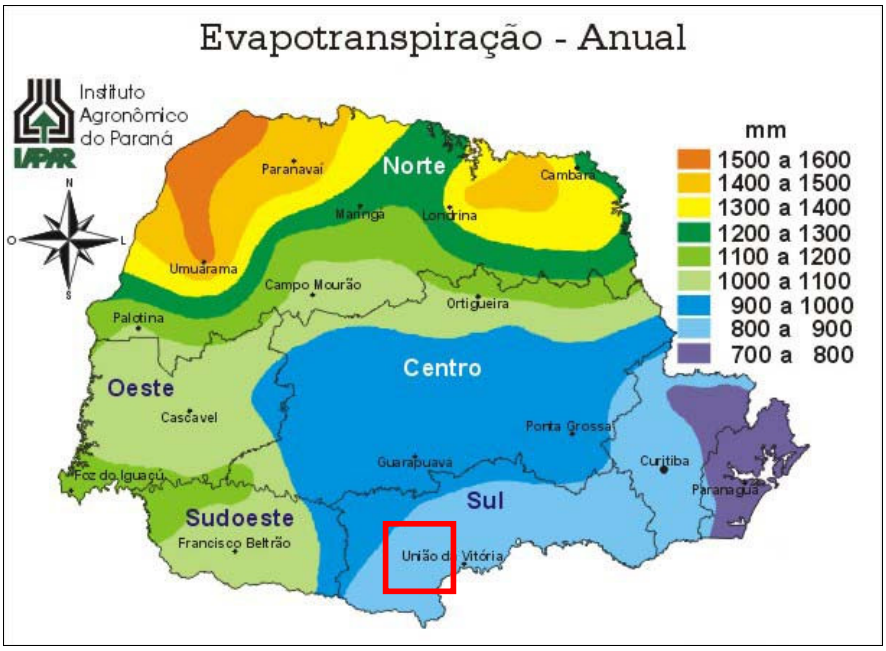
Fonte: IAPAR, 2009.

Na área da PCH e entorno verifica-se no trimestre mais quente o predomínio de médias nas faixas de 22° a 23°C e de 23 a 24°C, enquanto que no trimestre mais frio prevalecem às faixas de 11° a 12°C e de 12° a 13°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.



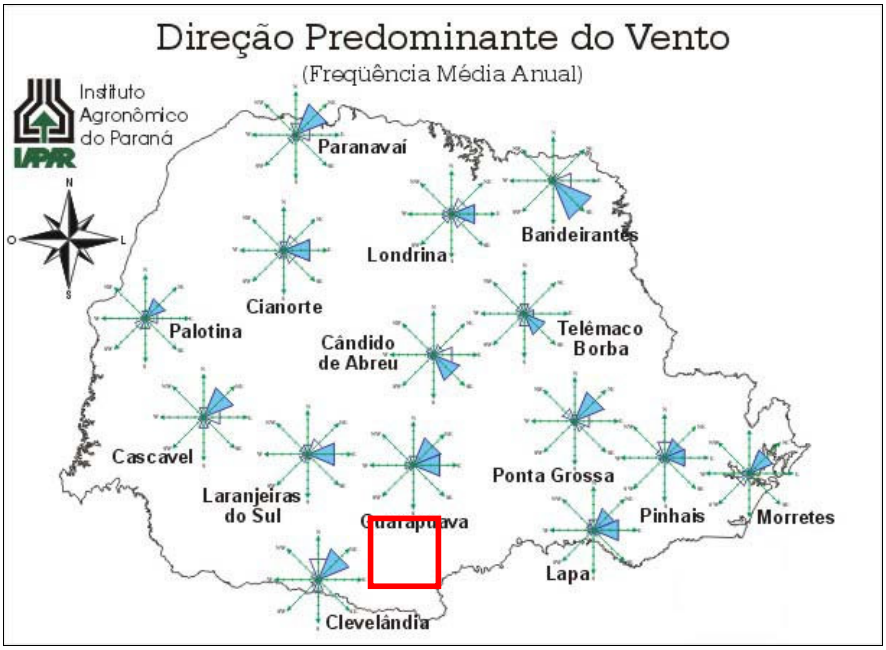
Fonte: IAPAR, 2009.

A região onde se localiza a PCH é caracterizada pela ocorrência da faixa de evapotranspiração anual que oscila entre 800 e 900 mm, fato que evidencia um significativo superávit hídrico, uma vez que a precipitação anual média para a região situa-se na faixa entre 1.800 e 2.000 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 Clevelândia, situada a cerca de 65 Km da PCH. Segundo dados desta estação, predominam na área da PCH ventos do quadrante nordeste (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 a séries históricas das estações climatológicas localizadas nos municípios vizinhos de Clevelândia e Palmas, com os parâm temperatura do ar, umidade relativa, vento, precipitação, evaporação e insolação (Tabelas 5.2 e 5.3). Os dados foram coletados e organizados pelas empresas Correcta Consultoria e Projetos de Engenharia e EPP (Empresa Paranaense de Participações) para elaboração dos relatórios dos projetos básicos de aproveitamento do Complexo Hidrelétrico do Rio Iratim.

Segundo dados da estação Clevelândia, em série histórica de 1973 a 2008, apontam uma precipitação média total no período de 2.104 mm, com precipitação máxima

absoluta em 24 horas de 15 mm, ocorrida em julho de 2007, porém com precipitações máximas em 24 horas também significativas ocorridas em setembro de 1989 (142 mm), junho de 1992 (134 mm), abril de 2007 (132 mm) e agosto de 2006 (128 mm). Observa-se que tais ocorrências não estão concentradas em somente uma estação do ano, fato que indica uma boa distribuição dos totais anuais de chuva ao longo dos meses. Com relação à média de dias de chuva no mês, verifica-se que esta varia entre 9 e 15 dias nos meses de agosto e janeiro, respectivamente, o que aponta para a inexistência de uma estação seca. A evaporação média total de 1043 mm, quando comparada à precipitação média total, evidencia a existência de um importante superávit hídrico na região (Tabela 5.2).

Quanto à temperatura do ar, a média anual registrada na estação Clevelândia para o período analisado é de 17,3 ^{o}C, com média máxima de 27^{o}C em janeiro e média mínima de 8,9 ^{o}C em julho. A temperatura máxima absoluta no período foi de 34,8 ^{o}C em março de 2005 e a mínima absoluta de -5,6^{o}C em julho de 1975. A umidade relativa do ar é bem distribuída ao longo do ano e varia entre 73 e 80%, com média geral anual de 75,7% (Tabela 5.2).

Os dados da estação Palmas, em série histórica de 1979 a 2008, a precipitação média total no período analisado é de 2.030 mm, com precipitação máxima absoluta em 24 horas de 133 mm, ocorrida em setembro de 1989, porém com precipitações máximas em 24 horas também significativas ocorridas em maio de 1979 (130 mm), outubro de 2005 (130 mm) e julho de 1983 (128 mm). Observa-se que tais ocorrências não estão concentradas em somente uma estação do ano, fato que indica uma boa distribuição dos totais anuais de chuva ao longo dos meses.

Com relação à média de dias de chuva no mês, verifica-se que esta varia entre 9 e 15 dias nos meses de agosto e janeiro/fevereiro, respectivamente, o que aponta para a inexistência de uma estação seca. A evaporação média total de 786 mm, quando comparada à precipitação média total, evidencia a existência de um importante superávit hídrico na região (Tabela 5.3).

Tabela 5.2: Dados climatológicos da estação Clevelândia.

Est.: Clevelândia / Cód.: 02652003 / Lat.: 26°25´S / Long.: 52°21´W / Alt.: 930m															Período: 1973 - 2008	
	Temperatura do ar (°C)							Um. Rel.	Vento		Precipitação (mm)				Evaporação	Insolação
MÊS	média	média máxima	média mínima	máxima absol.	ano	mínima absol.	ano	média (%)	direção pred.	veloc. (m/s)	total	máxima 24h	ano	dias de chuva	total (mm)	total (horas)
JAN	21,1	27	16,9	32,2	1986	8,4	1980	78	NE	3,5	193	115	1973	15	86,7	224
FEV	20,8	26,7	16,9	32,8	1979	6,8	1987	80	NE	3,3	162	97,5	1983	14	69,5	197
MAR	20,1	26,3	16	34,8	2005	2,6	1987	78	NE	3,3	130	107	1996	12	81	218
ABR	17,6	23,8	13,6	31,4	2007	0,4	1999	78	NE	3,5	173	119	2007	10	75,1	195
MAI	14,3	20,1	10,5	28,4	1981	-2,2	2007	79	NE	3,5	178	130	1979	10	68,5	191
JUN	13,1	18,8	9,3	25,6	2001	-3,8	1994	79	N	3,7	162	119	1992	10	67	171
JUL	12,9	18,9	8,9	26,4	77/87	-5,6	1975	75	N	4,2	139	128	1983	10	84,9	196
AGO	14,5	20,9	10	30,4	1999	-4,7	1991	71	NE	4	126	119	1990	9	103	200
SET	15,3	21,5	10,9	33,2	1988	-2,6	2006	73	NE	4,2	166	133	1989	11	92	183
OUT	17,8	24	13,2	32,4	2006	0,4	1985	73	NE	4	235	130	2005	13	98,4	200
NOV	19,2	25,6	14,4	36	1985	2,8	1992	71	NE	3,9	189	93,8	1997	12	111	229
DEZ	20,6	26,7	16	34	1985	7,8	1982	74	NE	3,7	180	105	1975	13	107	231
ANO	17,3	23,4	13					75,7			2030			138	1043	2435

Fonte: Correcta Consultoria e Projetos de Engenharia, 2008.

Tabela 5.3: Dados climatológicos da estação Palmas.

Est.: Palmas / Cód.: 02651043 / Lat.: 26°29´S / Long.: 51°59´W / Alt.: 1100m															Período: 1979 - 2008	
	Temperatura do ar (°C)							Um. Rel.	Vento		Precipitação (mm)				Evaporação	Insolação
MÊS	média	média máxima	média mínima	máxima absol.	ano	mínima absol.	ano	média (%)	direção pred.	veloc. (m/s)	total	máxima 24h	ano	dias de chuva	total (mm)	total (horas)
JAN	20,3	26,4	15,9	32,2	1979	6,2	1994	78	-	-	182	83,6	1996	15	75,1	211
FEV	20	26	15,9	32,6	1979	6,2	1987	80	-	-	175	85,3	1997	15	60,5	190
MAR	19,2	25,5	15	32,4	2005	2,4	1987	79	-	-	132	83,4	1983	12	69	206
ABR	16,7	22,8	12,7	29,4	1998	-1	1995	81	-	-	179	132	2007	11	55,9	177
MAI	13,2	19,4	9,1	28,2	1981	-2,6	2007	81	-	-	194	108	1992	10	47,4	183
JUN	12,1	18,3	8	28	2000	-6,8	1981	81	-	-	167	134	1992	10	43,4	167
JUL	11,7	18,2	7,4	27	1979	-6,4	2000	77	-	-	157	155	2007	10	56,7	193
AGO	13,5	20,4	8,7	29,6	1994	-5,1	1991	73	-	-	125	128	2006	9	73,7	206
SET	14,3	20,7	9,8	31,4	1988	-3,4	2006	74	-	-	180	142	1989	11	71	176
OUT	16,9	22,9	12,3	31,6	2006	-1,4	1982	76	-	-	260	113	2005	14	70,1	192
NOV	18,3	24,6	13,4	34,4	1985	3,2	1979	73	-	-	170	96,6	2003	12	81,2	225
DEZ	19,7	25,8	15	32,4	1985	4,4	1982	75	-	-	184	98,4	1990	13	81,9	219
ANO	16,3	22,6	11,9					77,1	-	-	2104			141	786	2343

Fonte: Correcta Consultoria e Projetos de Engenharia, 2008.

A temperatura média anual do ar registrada na estação Palmas para o período analisado é de 16,3 °C, com média máxima de 26,4 °C em janeiro e média mínima

de 7,4 °C em julho. A temperatura máxima absoluta no período foi de 34,4 °C em novembro de 1985 e a mínima absoluta de -6,8 °C em junho de 1981. A umidade relativa do ar é bem distribuída ao longo do ano e varia entre 73 e 81%, com média geral anual de 77,1% (Tabela 5.3).

Com relação à precipitação, dados adicionais levantados e analisados pelas empresas que elaboraram os relatórios dos projetos básicos de aproveitamento do Complexo Hidrelétrico do Rio Iratim detalham a realidade pluviométrica regional. Foram consultados dados de seis estações pluviométricas localizadas na região da PCH e entorno, em séries históricas que variam entre os anos 1956 e 2000 e entre 1976 e 2000 (Tabela 5.4). Dados a partir do ano 2001 foram obtidos das estações Clevelândia e Palmas.

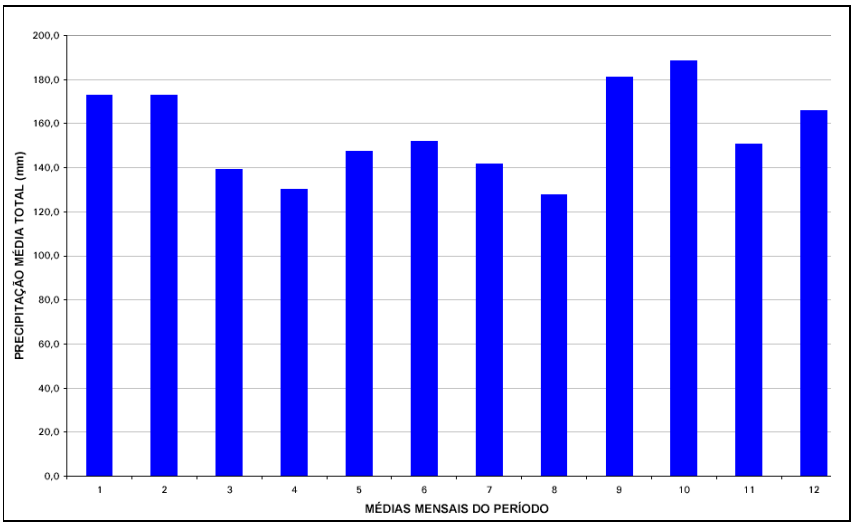
Tabela 5.4: Estações pluviométricas consultadas.

ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS						
Código	Nome da estação	Localização	Altitude	Entidade	Início	Fim
02651013	Colônia A. Loureiro	26°11'S/51°17'W	900	SUDERSHA	1956	2000
02651015	Usina Bituruna	26°10'S/51°33'W	900	SUDERSHA	1956	2000
02651028	Faz. S. Lourenço	26°18'S/51°40'W	1.200	SUDERSHA	1976	1999
02651029	São Pedro Codega	26°26'S/51°34'W	1.150	SUDERSHA	1976	2000
02651031	Ubaldino Taques	26°13'S/51°54'W	1.100	SUDERHSA	1976	2000
02651032	S. João do Cerro Agudo	26°15'S/51°48'W	1.070	SUDERHSA	1976	1988

Fonte: Correcta Consultoria e Projetos de Engenharia, 2008.

As precipitações totais mensais em nível regional foram obtidas pelo cálculo da média aritmética das precipitações totais diárias dos postos selecionados, efetuado pelas empresas responsáveis pelo estudo (Gráfico 5.1, Tabela 5.5).

Gráfico 5.1: Médias mensais de precipitação entre 1956 e 2007.



Fonte: Correcta Consultoria e Projetos de Engenharia, 2008.

Observa-se na tabela 5 que a média total da precipitação regional entre 1956 e 2007 é de 1.872,5 mm, com média anual máxima de 3.501,2 mm em 1983 e mínima de 1.270,3 em 1978.

A média mensal máxima refere-se ao mês de outubro, com 188,6 mm e a média mensal mínima ao mês de agosto, com 127,6 mm. A média máxima absoluta de precipitação mensal no período foi de 949,5 mm em julho de 1983 e a mínima absoluta de 3,2 mm em abril de 1978.

A diferença de 47,5% entre as médias de precipitação dos meses mais e menos chuvosos (outubro e agosto, respectivamente) indica tratar-se de região úmida, pois as médias mensais são elevadas durante todo o ano, sempre acima de 127 mm, mas que apresenta um período em que os índices são menos elevados, entre abril e agosto (Tabela 5.5). A ocorrência de valores absolutos máximos e mínimos extremos deve ser observada com cautela e analisada sob a ótica de fenômenos cíclicos relacionados à macro circulação atmosférica, como, por exemplo, El Niño e La Niña, entre outros.

Tabela 5.5: Precipitação média mensal e anual na bacia do Rio Iratim entre 1956 e 2007.

PRECIPITAÇÃO ANUAL NA BACIA DO IRATIM

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1956	246,6	109,2	115,1	216,5	175,8	76,0	86,0	110,2	159,2	62,8	28,3	90,5	1476,0
1957	201,4	133,3	97,3	178,6	7,5	305,7	315,7	273,1	401,5	153,3	139,4	147,0	2353,7
1958	135,3	112,3	196,0	51,9	20,7	95,3	134,6	135,5	278,7	109,3	184,2	189,5	1643,1
1959	84,5	203,7	119,3	112,4	124,8	93,1	65,5	125,8	107,4	104,1	119,3	94,1	1353,7
1960	146,1	131,5	73,2	98,5	83,1	69,9	44,0	103,9	133,3	223,7	178,6	121,2	1406,9
1961	142,5	141,5	318,9	162,4	108,9	82,1	21,2	54,7	306,3	212,0	149,2	161,9	1861,5
1962	162,6	173,5	133,6	81,4	128,3	55,2	69,0	39,9	194,0	234,7	61,8	52,4	1386,4
1963	270,0	157,0	150,5	41,2	97,8	48,8	24,1	52,0	129,3	305,2	251,8	108,4	1636,1
1964	132,7	152,5	145,2	106,8	101,3	139,6	120,7	219,2	123,1	75,5	98,4	123,5	1538,3
1965	155,9	154,3	56,4	207,0	146,5	84,8	254,9	95,4	221,2	267,8	195,2	241,3	2080,6
1966	164,1	293,2	72,3	63,1	55,4	231,6	63,1	85,9	165,7	259,5	113,6	193,9	1761,4
1967	202,1	202,7	219,2	47,4	69,3	129,7	61,4	146,9	80,3	116,4	152,7	224,3	1652,4
1968	167,5	56,9	117,4	115,5	25,0	61,9	112,6	45,4	97,9	139,5	136,9	210,9	1287,3
1969	146,5	168,5	127,3	217,1	175,3	215,8	104,6	70,3	200,9	144,6	143,4	153,2	1867,5
1970	105,1	167,3	122,2	74,3	113,1	279,5	123,8	36,4	194,4	139,7	38,2	315,7	1709,7
1971	236,6	127,2	173,6	160,4	207,4	205,5	152,1	64,7	94,3	121,5	29,3	122,8	1695,3
1972	185,3	286,8	159,8	96,3	17,6	181,5	175,7	344,5	354,7	184,2	149,7	143,8	2279,9
1973	276,6	218,7	141,1	148,4	202,4	201,2	148,3	296,5	229,8	177,6	140,2	191,0	2371,8
1974	142,1	177,5	49,8	85,9	47,3	176,6	144,1	98,3	91,8	128,6	129,8	168,3	1440,1
1975	139,1	218,1	124,3	46,2	58,8	84,6	65,0	120,0	271,4	206,8	247,5	208,7	1790,4
1976	197,6	93,3	183,9	102,9	175,7	147,7	133,7	146,1	103,3	183,7	159,9	148,8	1776,4
1977	174,0	151,0	252,6	87,5	23,7	151,6	97,6	170,5	85,4	189,6	166,7	158,0	1708,2
1978	126,9	54,2	141,6	3,2	72,4	71,0	193,9	62,4	108,9	111,4	173,0	151,4	1270,3
1979	52,9	117,6	85,4	147,1	337,1	37,9	105,3	144,8	156,0	362,4	167,0	184,8	1898,1
1980	171,1	155,6	170,5	73,5	193,3	97,5	139,9	165,0	184,3	119,8	100,4	244,1	1815,0
1981	215,3	204,1	95,7	198,0	52,0	117,5	25,2	99,1	119,7	143,8	169,8	204,8	1645,0
1982	103,2	200,9	60,4	31,1	112,6	253,5	236,9	136,6	40,7	269,4	464,2	130,3	2039,7
1983	176,1	215,6	197,3	216,6	488,8	299,0	949,5	59,8	290,9	235,0	201,1	171,6	3501,2
1984	137,8	70,2	187,5	115,0	142,1	259,0	82,1	423,5	167,3	64,3	318,1	194,1	2160,7
1985	27,6	312,6	114,5	250,5	82,7	73,4	83,0	73,8	115,4	198,1	123,6	83,8	1538,8
1986	185,2	310,4	105,4	228,8	253,1	28,8	77,1	186,7	159,5	183,2	190,6	111,9	2020,5
1987	117,3	231,6	61,8	140,9	481,1	222,6	133,4	101,0	74,2	167,0	136,1	105,1	1972,0
1988	112,3	170,2	88,4	128,5	360,2	140,7	10,0	21,3	51,2	223,1	50,4	250,3	1606,4
1989	304,0	192,4	109,9	146,0	137,4	68,6	177,4	128,5	308,6	171,7	116,8	79,6	1941,0
1990	315,2	99,9	161,8	295,6	165,9	287,2	198,1	200,9	193,3	184,7	199,9	147,6	2449,9
1991	152,6	39,1	116,2	158,8	35,0	247,0	81,7	77,1	60,5	184,0	154,6	199,7	1506,2
1992	90,1	145,3	153,4	96,9	474,8	206,1	156,3	163,2	144,2	132,6	182,0	120,1	2065,0
1993	226,6	102,7	146,4	120,5	261,0	99,1	146,9	9,6	307,7	163,1	101,0	171,8	1856,1
1994	84,2	234,9	51,0	99,0	230,8	186,1	233,2	9,8	118,5	170,7	208,7	258,4	1885,4
1995	306,8	184,0	117,2	87,9	29,1	158,7	116,4	36,6	278,3	160,0	68,4	163,4	1706,8
1996	286,5	216,4	293,4	22,6	26,5	232,1	167,7	121,0	229,0	310,7	125,6	253,6	2285,1
1997	200,9	349,0	87,7	78,8	174,0	246,9	121,0	249,8	207,0	419,0	283,7	179,3	2596,9
1998	251,9	202,9	309,7	481,0	123,2	77,0	138,0	335,8	322,5	297,0	72,2	205,7	2816,8
1999	204,7	165,3	67,7	149,2	93,1	195,1	174,9	6,8	134,2	275,1	56,5	140,7	1663,2
2000	170,4	189,6	203,1	90,9	138,0	116,3	119,0	95,5	361,6	201,8	108,6	152,3	1946,8
2001	247,8	299,7	181,3	124,9	137,5	154,7	133,1	86,9	97,0	325,8	140,6	125,8	2055,0
2002	155,5	101,1	121,4	60,7	232,2	54,5	76,9	130,7	197,2	237,5	275,2	121,6	1764,4
2003	91,1	179,1	131,3	87,1	65,3	173,4	80,7	39,0	79,0	139,9	219,4	376,1	1661,1
2004	125,0	66,1	87,3	109,9	230,1	92,6	155,7	48,5	100,7	324,2	244,1	65,2	1649,2
2005	191,8	38,1	89,6	170,2	263,6	180,3	111,6	140,4	274,7	409,6	78,3	74,8	2022,9
2006	174,3	84,3	159,4	44,1	4,9	42,0	73,1	96,9	172,3	96,1	170,0	154,8	1272,0
2007	186,1	135,0	148,1	315,7	308,9	36,0	142,9	30,5	51,2	200,0	209,2	169,6	1933,1
Média	173,2	173,2	139,4	130,3	147,3	152,0	141,9	127,6	181,3	188,6	150,8	166,1	1872,5

Fonte: Correcta Consultoria e Projetos de Engenharia, 2008.

5.1.4. Contexto Geológico

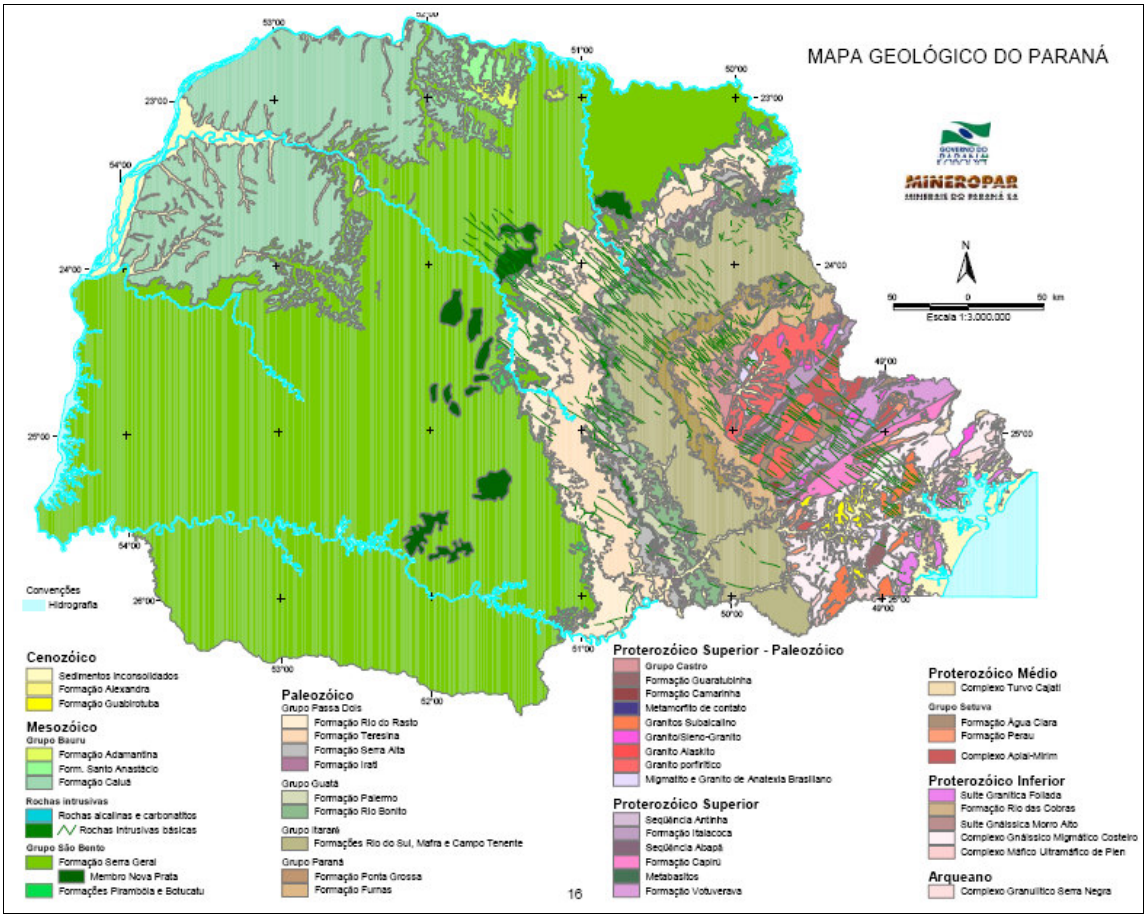
5.1.4.1. Geologia do Estado do Paraná

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).

Figura 5.14: Mapa geológico do Estado do Paraná.



Fonte: MINEROPAR, 2001

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 parâm 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 m 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 da qual 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.

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.

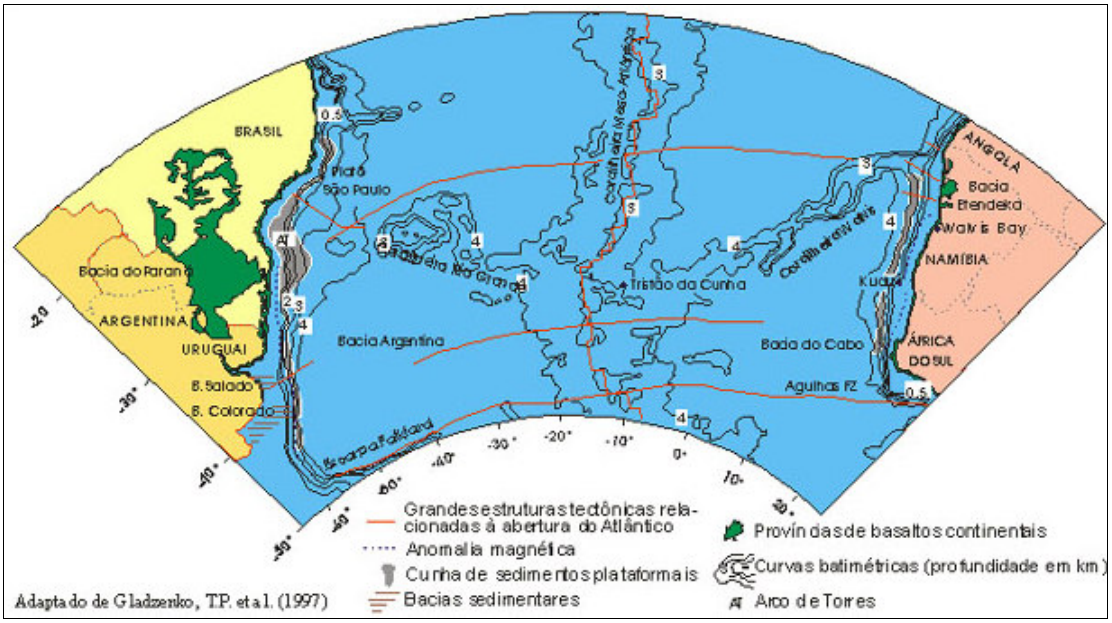
Mapa 1: Geologia – Área de Influência Indireta (ANEXO).

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 aos 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 (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.

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.

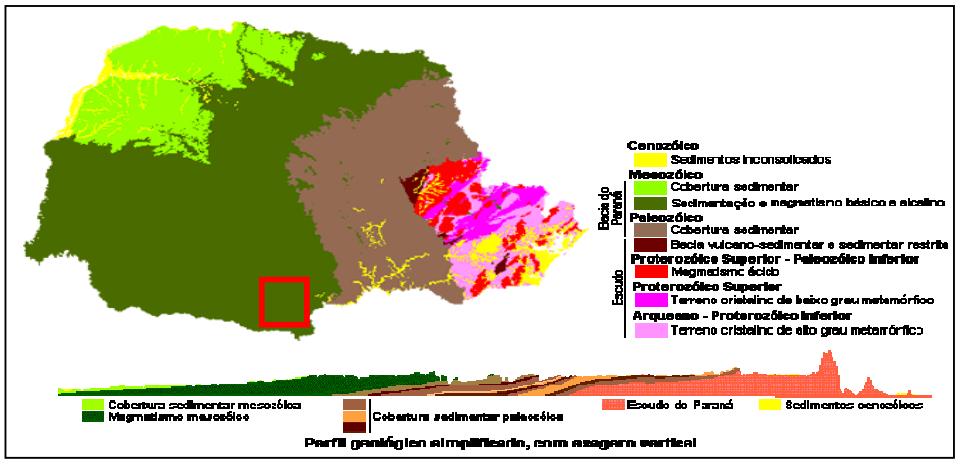
As unidades individualizadas correspondem às rochas efusivas básicas e ácidas que, além das diferenças petrográficas e químicas, são caracterizadas por suas características macroscópicas, estruturais, morfológicas e de intemperismo. Ocorrem ainda termos intermediários, via de regra em percentuais superiores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

Na área do empreendimento ocorrem basaltos de característica amigdalóide e tabular, com predomínio de basaltos amigdalóides, sendo que em alguns pontos as rochas encontram-se bastante intemperizadas com a ocorrência de decomposição esferoidal (Figuras 5.18 A e B).

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

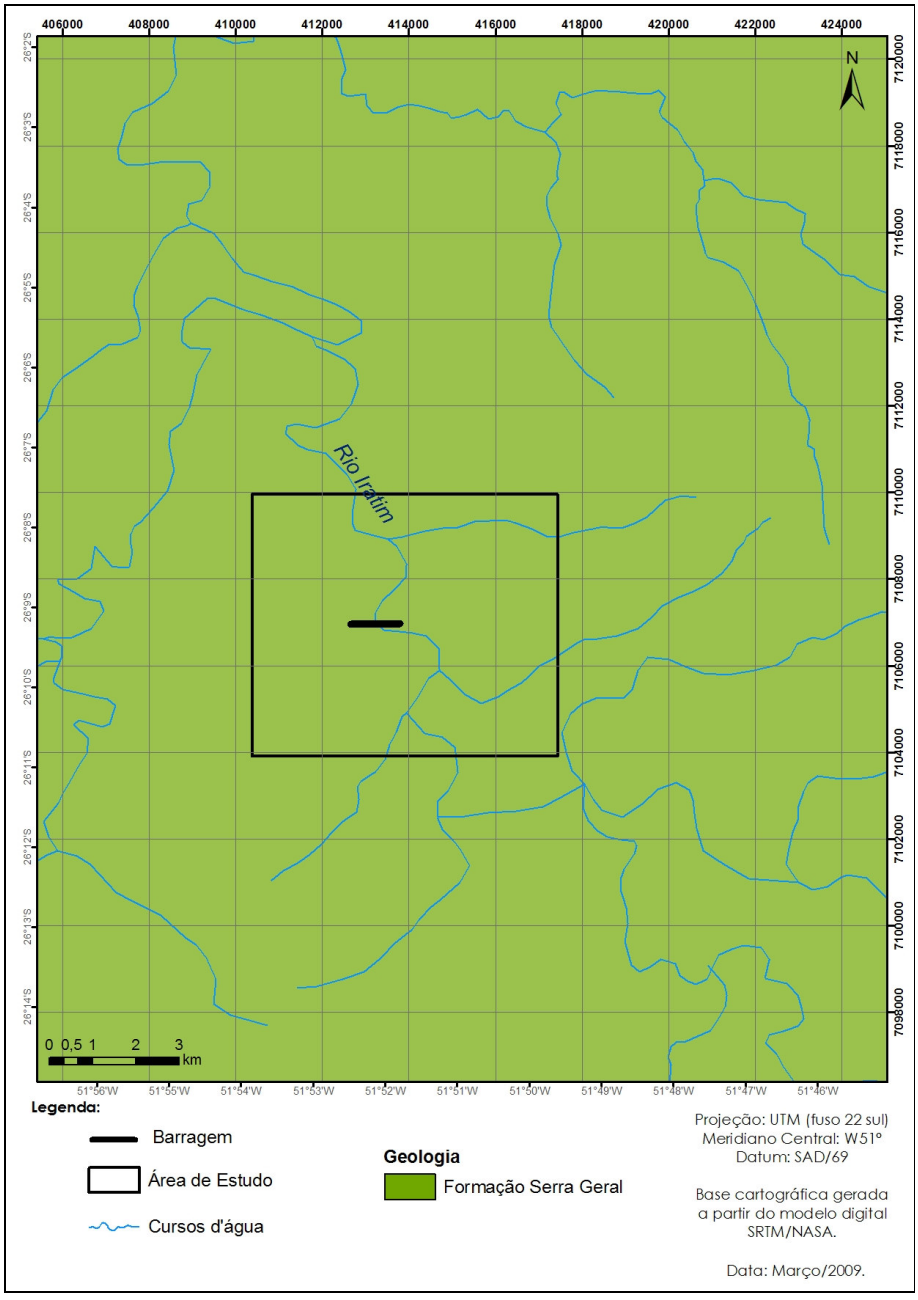
Figura 5.16: Mapa e perfil geológico simplificado do Estado do Paraná e localização da área do empreendimento.



Fonte: MINEROPAR (2008).

As rochas basálticas também compõem o substrato do rio Iratim. Observa-se a ausência de bancos arenosos no interior do canal ou na planície de inundação associada (Figura 5.18 C), o que reflete o baixo índice de sedimentação no canal do rio.

Figura 5.17: Mapa geológico da área do empreendimento. Precisão de escala 1:250.000



Fonte: MINEROPAR (2008).

Em alguns pontos ao longo da área do empreendimento é possível observar pequenas quedas de água nos afluentes do rio Iratim, provavelmente associadas às

zonas de transição entre os derrames de basalto ou zonas de fraturas (Figura 5.18 D).

Em síntese, a base geológica da bacia do Rio Iratim é composta essencialmente por basaltos, com alguma diferenciação em sua composição, o que confere à área característica de mínima diversidade geológica. Trata-se de área geologicamente estável, salvo a existência de depósitos coluvionares em trechos dos sopés das elevações, cuja fragilidade natural deve ser considerada por ocasião da concretização do empreendimento.

Figura 5.18: Afloramento de basaltos amigdalóides em corte de estrada, ponto 2; **B -** Detalhe dos basaltos amigdalóides em corte de estrada, ponto 3; **C -** Detalhe dos basaltos que compõem o substrato do rio Iratim, ponto 7; Cachoeiras ou quedas de água nas proximidades do rio Iratim, ponto 11.



Fonte: IGPLAN, 2009.

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 5.19):

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

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

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.

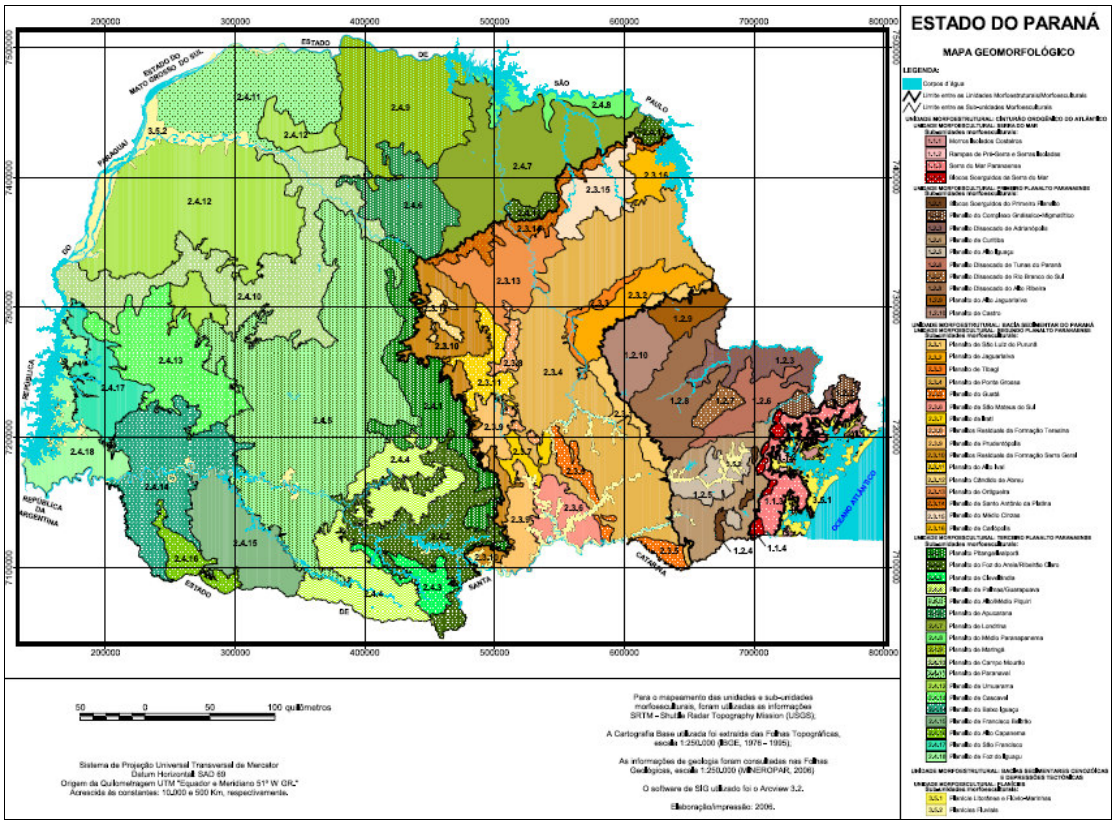
A área do empreendimento situa-se no contexto do Planalto de Palmas.

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.

Figura 5.19: Mapa geomorfológico do Estado do Paraná.



Fonte: MINEROPAR (2006).

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 5.19).

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.

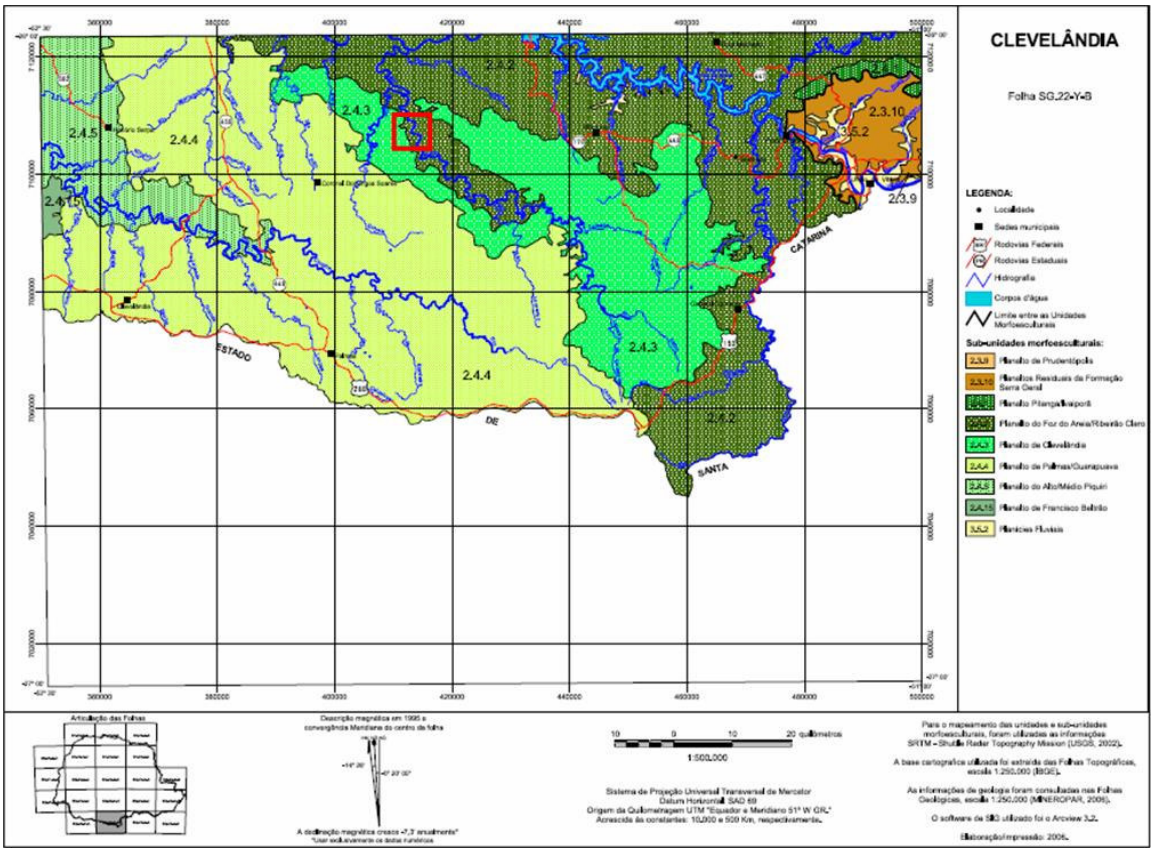
As planícies fluviais ocorrem associadas aos principais rios do Estado e são geradas por deposição de origem fluvial. As planícies fluviais ocorrem em praticamente todas as unidades morfoesculturais do Cinturão Orogênico do Atlântico e da Bacia Sedimentar do Paraná.

5.1.5.2. Aspectos Geomorfológicos da Área do Empreendimento

O mapeamento geomorfológico na escala 1:250.000, referente à folha Clevelândia, produzido pela MINEROPAR (2006), indica a ocorrência nesta região ao sul do Estado do Paraná das seguintes unidades geomorfológicas (Figura 5.20):

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

Figura 5.20: Mapa geomorfológico da folha Clevelândia na escala 1:250.000. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: MINEROPAR (2006).

De acordo com o Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná (MINEROPAR, 2006), a área do empreendimento situa-se no Planalto da Foz do Areia/Ribeirão Claro (Figura 5.20).

A subunidade morfoescultural denominada Planalto da Foz do Areia/Ribeirão Claro (com a numeração 2.4.2), situada no Terceiro Planalto Paranaense, apresenta elevada dissecação e ocupa uma área de 2.411,20 Km², que corresponde a 14,61% da folha Clevelândia.

Segundo este mapeamento (MINEROPAR, 2006), a classe de declividades predominante situa-se entre 12-30% em uma área de 1.007,65 Km². Com relação ao

relevo, a subunidade apresenta um gradiente de 720 m, com altitudes que variam entre 620 m (mínima) e 1.340 m (máxima). As formas predominantes são topos alongados, vertentes retilíneas e côncavas e vales em degraus. A direção geral da morfologia é NW/SE, modelada em rochas associadas à Formação Serra Geral (Figura 5.21).

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

Figura 5.21: Morfologia típica do vale do rio Iratim nas proximidades do empreendimento, com vertentes retilíneas e côncavas e morros de topos alongados. Ponto 02.



Fonte: IGPLAN, 2009.

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 presente 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 5.22, 5.23 e 5.24).

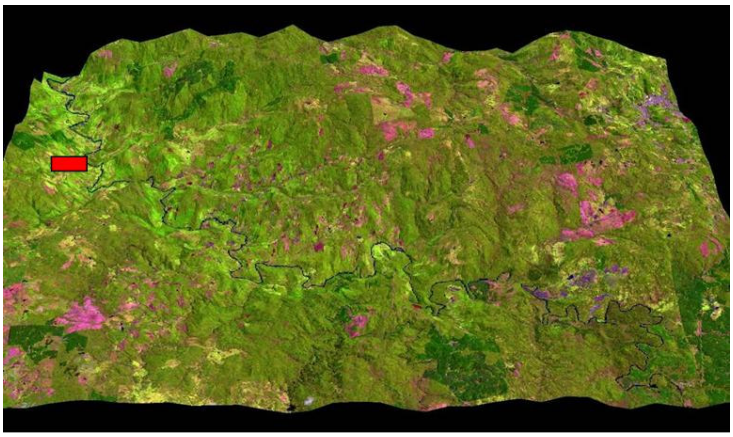
Figura 5.22: Aspecto escalonado dos platôs formados pelos derrames de basalto, ponto 06**.**



Fonte: IGPLAN, 2009.

Na área do empreendimento o vale do Rio Iratim apresenta vertentes assimétricas, profundamente entalhadas, íngremes e segmentadas por pequenos terraços com topografia suavizada, que correspondem aos contatos das zonas amigdalóides dos topos dos derrames basálticos. A ocorrência de níveis ou platôs formados pelos derrames de basalto pode ser visualizada com maior freqüência no terço superior das vertentes, marcada por mudança abrupta de declividades entre os platôs (Figura 5.22).

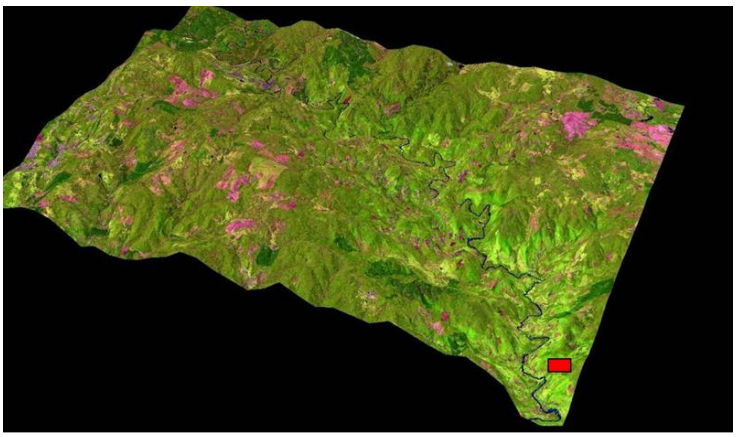
Figura 5.23: Modelo Digital do Terreno da área de implantação da PCH, visada S-N. O polígono indica a área de construção da barragem.



Fonte: IGPLAN, 2009.

Quanto ao padrão de drenagem dos rios, eles são prioritariamente tortuosos, característica de um padrão de drenagem dendrítico (Figuras 5.23 e 5.24). O padrão de drenagem bem como a sua densidade é controlado principalmente pela tectônica e pelos aspectos litológicos, sendo que a densidade média de drenagem e o aprofundamento das incisões podem ser diagnosticados como forte. No entanto, por vezes ocorrem rios retilíneos, devido ao alinhamento estrutural, assim como corredeiras (quedas, cachoeiras) devido à interceptação de diferentes estruturas litológicas pelos cursos d'água. Os interflúvios apresentam normalmente topos planos e alongados esculpidos em rochas basálticas da Formação Serra Geral, em geral denotando controle estrutural e definido por vales encaixados.

Figura 5.24: Modelo Digital do Terreno da área de implantação da PCH, visada NW-SE. O polígono indica a área de construção da barragem.



Fonte: IGPLAN, 2009.

O mapeamento hipsométrico da área da PCH e entorno revela que esta apresenta altimetria mínima de 684 m e máxima de 1.132 m, com valor médio de 865 m e amplitude altimétrica de 448 m no interior do polígono da área de influência do empreendimento. Predominam neste polígono as áreas em cotas inferiores a 800m, sendo raras e pontuais elevações acima de 1.100 m (Figura 5.25).

O mapa clinográfico da área do empreendimento e entorno indica valores mínimos de 1° e máximos de 39°, sendo o valor médio de declividades de aproximadamente 14°. 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 superior das vertentes e vinculadas aos platôs formados pela seqüência de derrames basálticos e processos de movimento de massa (Figura 5.26).

Predominam na área do empreendimento declividades entre 10°e 20°, com ocorrência expressiva de declividades entre 20° a 30° (Figura 5.26).

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.

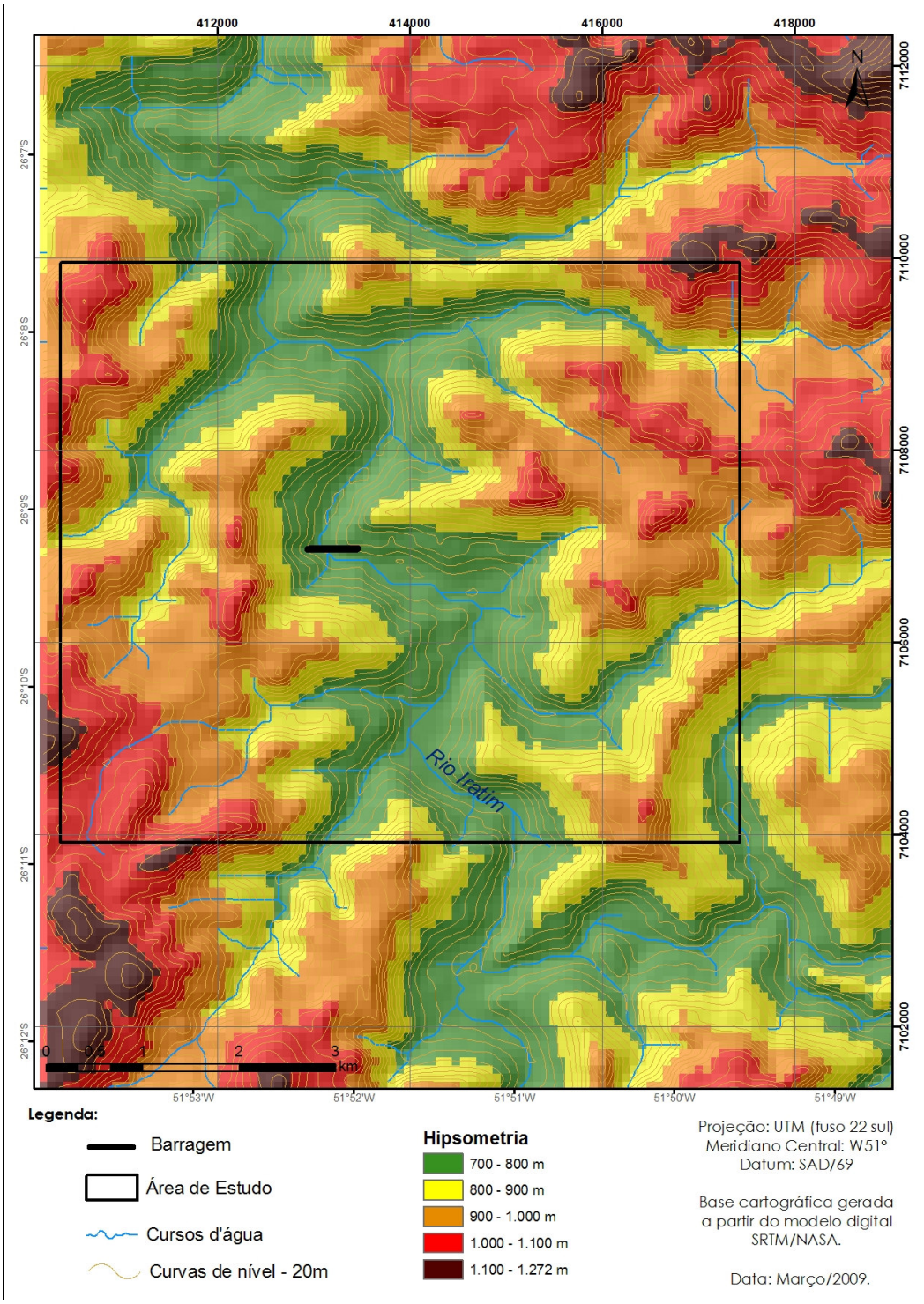
A classificação de solos no Brasil é distinta das demais classificações adotadas em outras partes do mundo e consiste de uma maior interatividade com os sistemas classificatórios norte-americanos e da FAO/UNESCO. Predominava no Brasil até o final da década de 1990 um sistema classificatório originado 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.

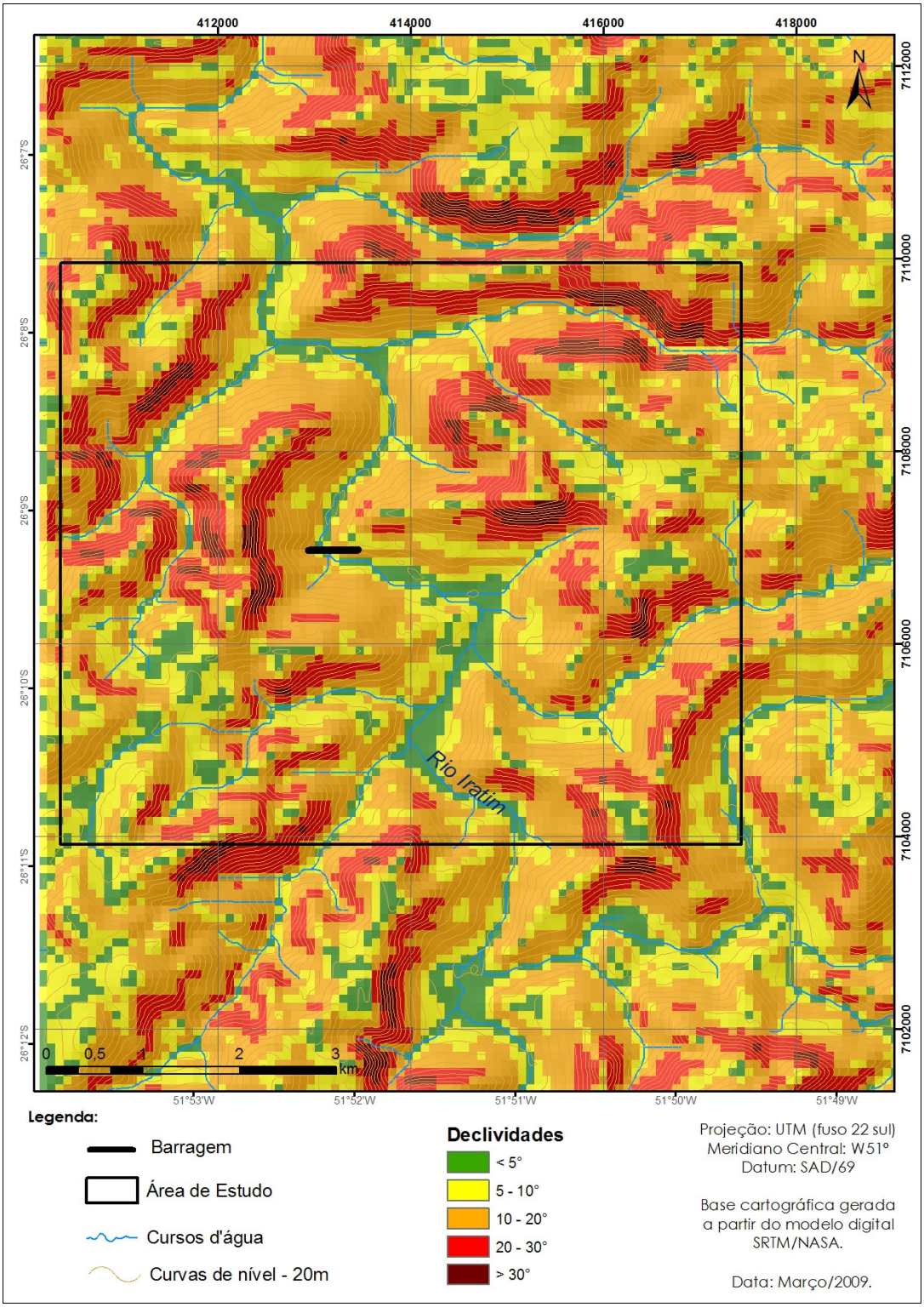
Segundo o mapeamento de solos disponibilizado em formato vetorial pelo SISCOM/IBAMA na escala 1:3.000.000, ocorrem na área do empreendimento e entorno, assim como na quase totalidade dos terço jusante e central da bacia do rio Iratim, solos da ordem Cambissolos, conforme classificação da EMBRAPA (2006).

Figura 5.25: Mapa hipsométrico da área do empreendimento.



Fonte: IGPLAN, 2009

Figura 5.26 – Mapa clinográfico da área do empreendimento.

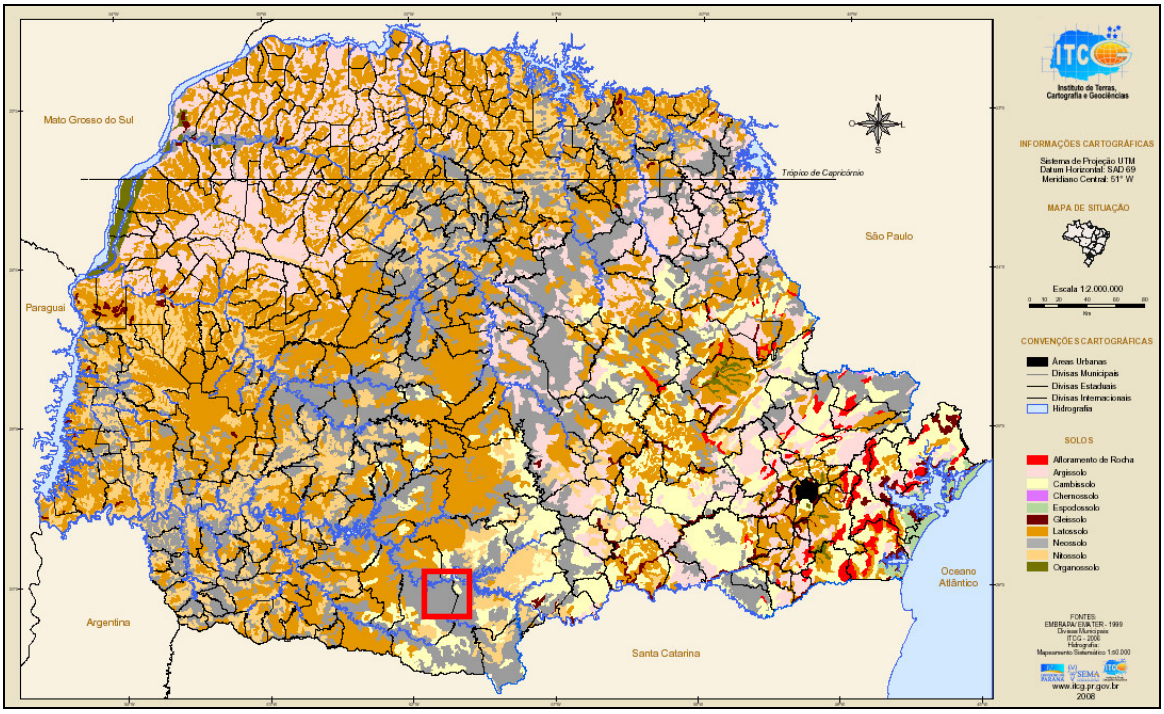


Fonte: IGPLAN, 2009.

De acordo com esta classificação, os cambissolos são caracterizados por grande variação quanto à profundidade, com ocorrência desde solos rasos a profundos, além de apresentarem grande variabilidade também em relação às demais características pedológicas, com drenagem que varia de acentuada a imperfeita. Estes solos podem apresentar qualquer tipo de horizonte A sobre um horizonte B incipiente (Bi), assim como cores diversas. Muitas vezes são pedregosos, cascalhentos e mesmo rochosos e ocorrem preferencialmente em regiões serranas e montanhosas.

Por outro lado, segundo o mapa de solos disponibilizado pelo ITCG na escala 1:2.000.000 (Figura 5.27), ocorrem na área do empreendimento e entorno, também incluída a quase totalidade da bacia hidrográfica do rio Iratim, solos da ordem neossolos, de acordo com classificação da EMBRAPA (2006).

Figura 5.27: Mapa de solos do Estado do Paraná. Em destaque área do empreendimento.



Fonte: ITCG, 2006.

Nesta classificação os neossolos constituem 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.

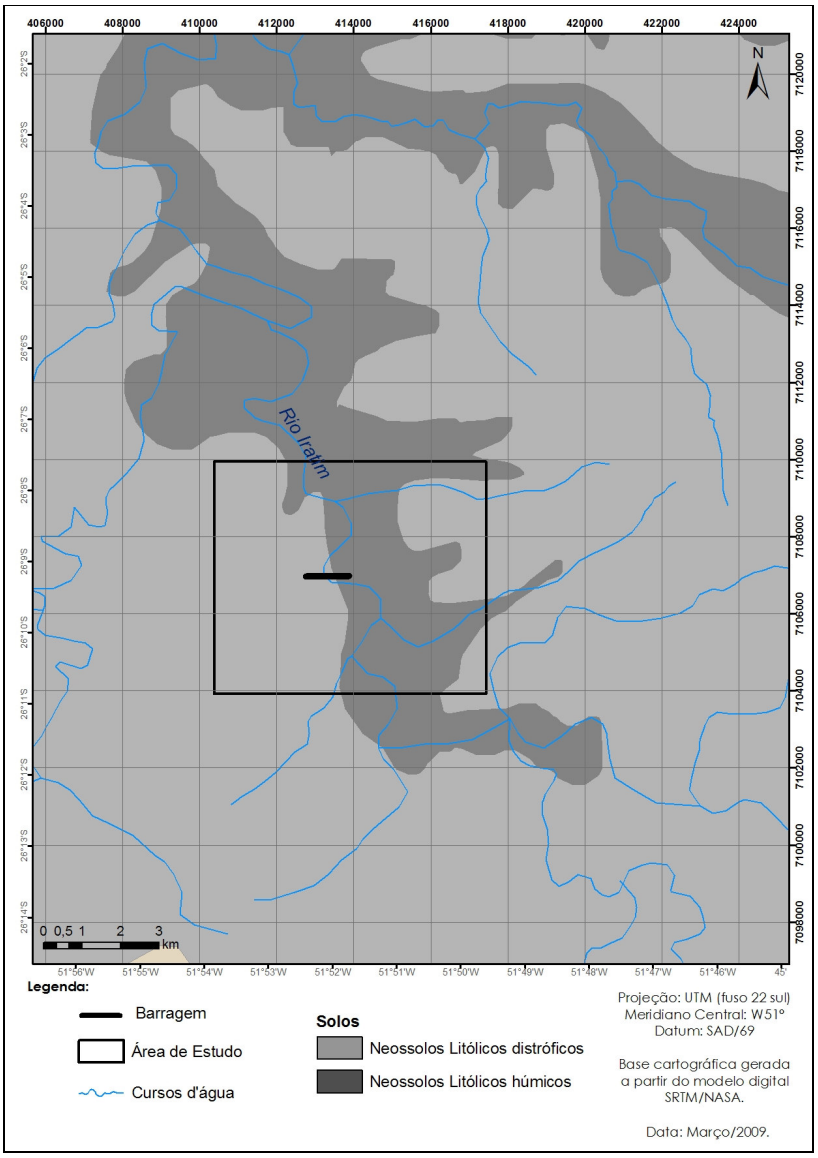
Já no mapeamento de solos disponibilizado também pelo ITCG em formato vetorial na escala 1:1.000.000, ocorrem na área do empreendimento e entorno neossolos litólicos distróficos e húmicos (Figura 5.27). Sua distribuição é marcada pela compartimentação do relevo e amplitude topográfica.

Neossolos litólicos são, segundo a EMBRAPA (2006), solos com horizonte A ou hístico, assentados diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões), que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50 cm da superfície do solo. Admite um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte.

Mapa 5: Pedologia – Área de Influência Indireta (ANEXO)
Mapa 6: Pedologia – Área de Influência Direta (ANEXO)

Os neossolos litólicos distróficos apresentam baixa saturação por bases (< 50%) e ocorrem nas áreas mais elevadas do setor estudado. Os neossolos litólicos húmicos apresentam horizonte A húmico, que é um horizonte mineral superficial com valor de croma igual ou inferior a 4 e saturação por bases inferior a 65%. Na área do empreendimento e entorno ocorre nos trechos de menores elevações, que correspondem aos fundos de vales e terço inferior das vertentes (Figura 5.28).

Figura 5.28: 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.

Apesar da discrepância entre as classes de solos apresentadas nos mapeamentos disponibilizados pelo SISCOM/IBAMA e ITCG, deve-se atentar para o fato de que ambos os tipos de solos – cambissolos e neossolos litólicos – constituem solos menos desenvolvidos, pouco espessos e sobrepostos diretamente sobre a rocha de origem ou horizonte C menos intemperizado.

Por outro lado, observou-se em campo, nos setores percorridos, uma grande variação quanto à profundidade dos perfis de solos, que ora apresentavam-se decimétricos, ora com profundidades superiores a 2 m, com diversas espessuras intermediárias entre os extremos, em ocorrências por vezes próximas (Figura 5.29 A).

Nos perfis mais rasos observou-se estrutura típica de neossolos litólicos, com horizonte A pouco desenvolvido e horizonte B incipiente ou, como em muitos casos, ausente, situado diretamente sobre a rocha ou sobre horizonte C pedregoso. Já os perfis mais profundos exibiam algumas características que sugerem tratar-se de nitossolos (Figuras 5.29 A e B).

Figura 5.29: A- Perfis de solos com profundidades variadas observados na área do empreendimento, de decimétricas (ponto 3, **A-1**) a métricas (ponto 9, **A-2**); **B -** Perfil de solo com profundidade superior a 2 m, horizonte B cor 10R 4/6 (vermelho), textura argilosa, com estrutura prismática e aspecto fendilhado, sugerindo tratar-se de nitossolo. Ponto 9.



Fonte: IGPLAN, 2009.

Segundo a EMBRAPA (2006) os nitossolos em geral apresentam horizonte B bem desenvolvido, estrutura em blocos ou prismática composta de blocos subangulares e

angulares, por vezes com aspecto característico de fendilhamento quando em cortes de estradas, indicativo de alta expansão e contração pelo umedecimento e secagem do material de solos, decorrente dos altos teores de argila.

Não foi possível identificar em campo trechos extensos com perfis que apresentem essas características, sendo as ocorrências aparentemente pontuais. Estas só poderão, no entanto, ser devidamente confirmadas com estudo específico direcionado a reconhecimento dos tipos de solos da região em escala mínima de semidetalhe.

A cobertura pedológica na área da PCH e entorno caracteriza-se por relativa fragilidade quanto à instalação de processos erosivos e movimentos de massa de amplitude variada. Neossolos litólicos e cambissolos são solos potencialmente frágeis, que respondem de modo rápido a intervenções humanas como remoção da cobertura vegetal, confecção de cortes e mesmo instalação de pastagens com conseqüente pisoteio de gado e formação de terracetes (Figura 5.30). Os processos erosivos observados na área da PCH e entorno sugerem uma combinação de solos instáveis e práticas não preservacionistas.

Figura 5.30 – Processos erosivos e pequenos movimentos de massa instalados ao longo de vertente, em área de pastagem, com declividade moderada e com corte efetuado para instalação de estrada. Ponto 5.



Fonte: IGPLAN, 2009.

5.1.7. Contexto Hidrográfico

5.1.7.1. Contexto do Empreendimento

Estudos sobre o potencial hidrelétrico do rio Iguaçu e seus principais tributários têm sido efetuados desde 1950 para o planejamento de longo prazo do setor de energia elétrica do Paraná.

O estudo efetuado pela COPEL em 1986 estimou o potencial do rio Iratim em 60,81 MW/h médios, considerando que o rio seria integralmente aproveitado através de divisão ótima de queda sob o aspecto energético. Em 2001 o rio Iratim foi inventariado pela empresa Correcta, quando se selecionou a divisão de quedas definitiva, que identificou seis aproveitamentos. O inventário resultou em 96,3 MW instalados, tendo sido limitado a montante pela existência de um alagamento ou reservatório naquele trecho do curso do rio (CORRECTA, 2008).

A Pequena Central Hidrelétrica Engenho Velho localiza-se no município de Coronel Domingos Soares e representa o aproveitamento nº2 do Complexo Hidrelétrico do rio Iratim, constituído na seguinte forma (Tabela 5.6):

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

Tabela 5.6: Aproveitamento hidrelétrico do rio Iratim.

Nº	Aproveitamento	Distância da Foz [Km]	Área de Drenagem [Km2]	Nível de Montante [m]	Nível de Jusante [m]	Potência [MW]	Reservatório [Km2]
1	Foz do Estrela	21	1592	675	610	29,5	1,81
2	Engenho Velho	32	1246	709	681	10,1	2,08
3	Catanduva	47	1069	766	709	17,6	0,7
4	Vista Alegre	57	995	810	766	12,7	1,57
5	Paiol Grande	86	664	900	837	12	0,51
6	Faxinal dos Santos	102	556	990	900	14,4	4,72
	Total					96,3	

Fonte: Correcta Consultoria e Projetos de Engenharia, 2008.

A futura PCH distará 32 Km da foz do rio Iratim e contará com um reservatório de 2,08 kim^2 para potência instalada de 10,1 MW, com área de drenagem de 1.246 Km^2 e desnível de 28 m entre o setor montante e jusante do empreendimento (Tabela 5.6).

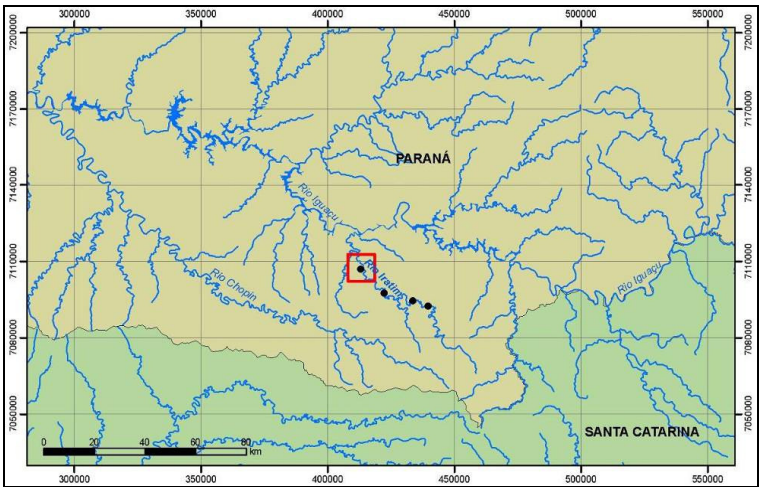
5.1.7.2. Contexto Hidrográfico Regional

O rio Iratim está inserido no contexto hidrográfico da bacia do rio Iguaçu (Figura 5.31), afluente do rio Paraná e maior rio do Estado. O rio Iguaçu é formado a partir da união dos rios Atuba e Iraí, na região leste do município de Curitiba. O rio Iraí tem suas nascentes na borda ocidental da Serra do Mar, no município de Piraquara, enquanto que o rio Atuba tem nascentes localizadas no município de Colombo, ambos na Região Metropolitana de Curitiba.

A partir de suas nascentes, na cota aproximada de 1.200 m, o rio Iguaçu segue sentido geral leste-oeste até seu encontro com o rio Paraná, na cota de cerca de 80 m, em percurso total sujeito a controvérsias. Alguns autores afirmam que o rio Iguaçu possui aproximadamente 910 Km de extensão (p. ex. MAACK, 1968), enquanto que a Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado Paraná informa que o rio possui extensão de 1.320 Km. Outros autores consideram ainda que o rio Iguaçu tenha extensão total de 1.270 Km. Independente da extensão total do rio, é notável o grande desnível altimétrico que apresenta, fato que imprime diferentes características ao longo de seu percurso. A partir de suas nascentes o rio Iguaçu apresenta, ao atravessar o Primeiro Planalto, trajeto sinuoso em vales amplos, passando progessivamente a apresentar trajeto mais encaixado ao adentrar o Segundo Planalto e, em especial, o Terceiro Planalto, aproximadamente a partir do município de União da Vitória (Figura 5.32 A). O grande número de desníveis que apresenta a partir deste ponto o torna um dos mais importantes rios brasileiros que contribuem para a geração de energia elétrica (Figura 5.32 B).

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

Figura 5.31: Contexto hidrográfico geral de localização da PCH. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: IGPLAN, 2009.

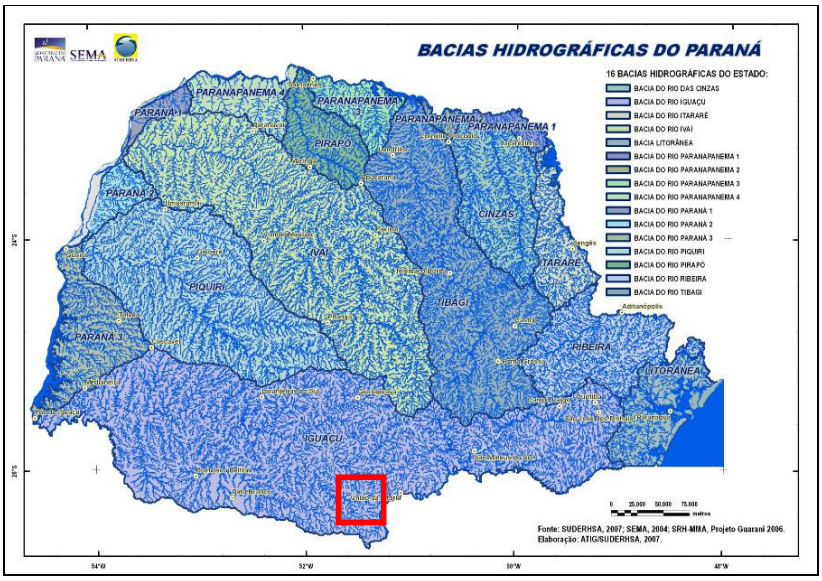
Figura 5.32: A- Aspecto do rio Iguaçu nas proximidades do município de Bituruna, na região da PCH; **B-** UH Governador Bento Munhoz da Rocha Neto, situada no rio Iguaçu, situada na divisa dos municípios de Bituruna e Pinhão, na região da PCH.



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 Iguaçu é a maior do Estado e ocupa toda sua porção sul (Figura 5.33).

Figura 5.33: Divisão hidrográfica do Estado do Paraná. Em destaque a área do empreendimento no contexto da bacia hidrográfica do rio Iguaçu.



Fonte: SUDERHSA, 2007.

A bacia abrange os Estados do Paraná e Santa Catarina, além de áreas da província de Misiones, na Argentina. No Estado do Paraná cobre uma superfície de 57.329 Km² e no Estado de Santa Catarina uma superfície de 13.470 Km². Assim, em território brasileiro, a área abrangida pela bacia perfaz um total de 70.800 Km². Em território argentino, na Província de Misiones, a área abrangida é de aproximadamente 1.837 Km². Considerando a soma das áreas no Brasil e na Argentina, a bacia hidrográfica do rio Iguaçu chega a cobrir uma superfície próxima a 72.637 Km² ([2]).

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 Iratim e a área do empreendimento localizam-se na Unidade 11 – Afluentes do Médio Iguaçu (Figura 5.34).

[2] Dados disponíveis em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Rio_Igua%C3%A7u. Segundo o ITCG, a área da bacia em território paranaense é de 54.820,36 Km².

Figura 5.34: 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 Iratim e a área do empreendimento situam-se na Unidade Serra Geral Sul (Figuras 5.35 e 5.36).

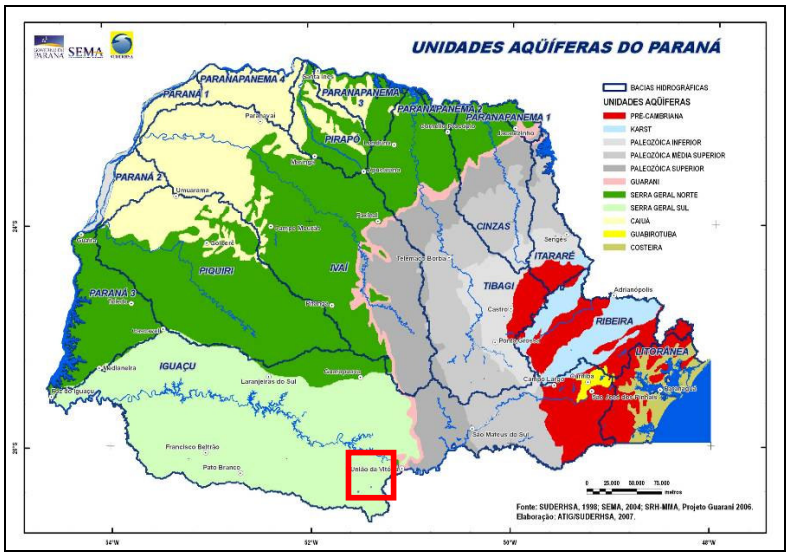
Segundo a SUDERHSA (2009), a Unidade Serra Geral compreende as rochas basálticas da Formação Serra Geral abrangendo uma área de afloramento de aproximadamente 102.000 Km^2, subdividida em Unidade Serra Geral Norte (aproximadamente 64.000 Km^2) e Serra Geral Sul (38.000 Km^2). (...) Os derrames são geralmente 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 o 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 m³/hora e 10 m³/hora, respectivamente.

Figura 5.35: Unidades Aqüíferas do Estado do Paraná. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: SUDERHSA, 2007.

Figura 5.36: Unidade Aqüífera Serra Geral Sul. Em destaque a área do empreendimento.

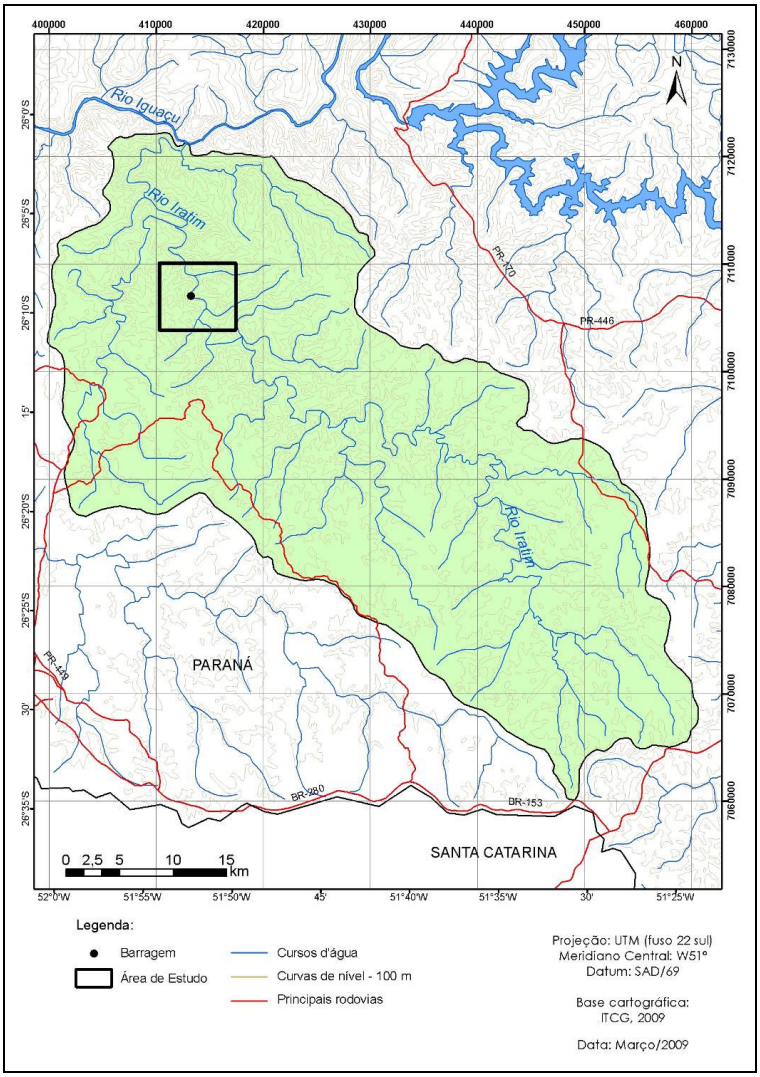


Fonte: SUDERHSA, 2004.

5.1.7.3. A Bacia Hidrográfica do Rio Iratim

O rio Iratim tem suas nascentes localizadas no município de General Carneiro, na cota aproximada de 1.170 m e coordenadas 26º32'S e 51º25'W, sendo formado pelo ribeirão Iratim e o córrego Campo Novo. Percorre aproximadamente 150 Km em território paranaense e deságua na margem esquerda do rio Iguaçu, no município de Coronel Domingos Soares, na cota 580 m e coordenadas 26º01'S e 51º52'W (Figura 5.37).

Figura 5.37 – Bacia hidrográfica do rio Iratim. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: IGPLAN, 2009.

A bacia hidrográfica abrange uma área de 1.794 Km² ([3]), com declividade média que varia de 3,1 a 3,4 m/Km. Seu principal afluente é o rio da Estrela, localizado na margem esquerda, próximo à foz no rio Iguaçu (CORRECTA, 2008).

A bacia hidrográfica do rio Iratim ocupa parte dos municípios de General Carneiro, Palmas, Bituruna e Coronel Domingos Soares, dos quais se destaca Palmas como o mais importante em termos econômicos.

[3] Outro valor apresentado pela mesma empresa no relatório de inventário do rio Iratim indica que a bacia possui área de 1.825 Km^2 Segundo cálculos da IGPLAN, com base no mapeamento topográfico disponibilizado pelo ITCG, a bacia possui área de 1.773,28 Km^2.

Segundo a Correcta (2008), as características potamográficas e o pequeno porte do rio conduziram à identificação de aproveitamentos hidrelétricos vinculados aos saltos e corredeiras formadores de quedas naturais, associadas às conformações sinuosas do rio, tendo-se descartado soluções com quedas formadas por altura de barragem, que necessariamente resultariam em alagamentos e custos elevados de aproveitamento.

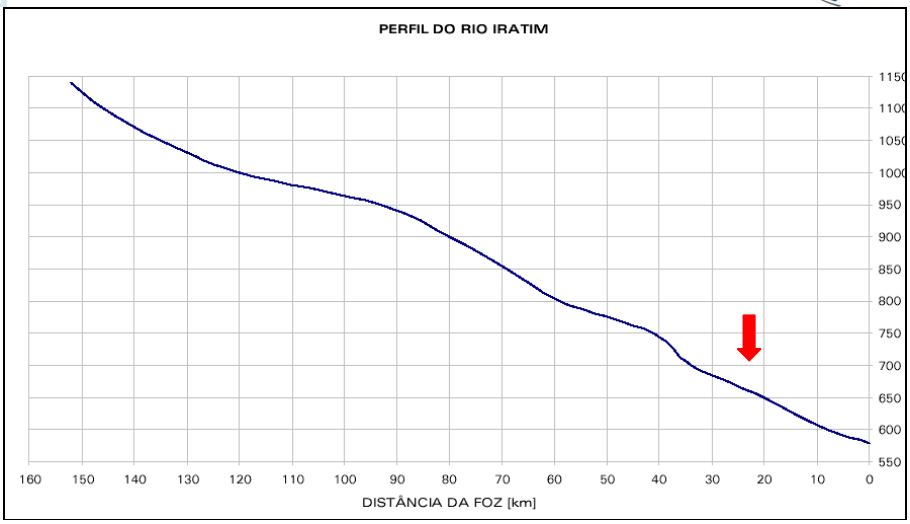
O perfil longitudinal do rio Iratim, elaborado pela empresa Correcta (2008) a partir das cartas topográficas Palmas e União da Vitória na escala 1:100.000, com curvas de nível em eqüidistância de 50 m, evidencia importante gradiente topográfico desenvolvido conforme observado na tabela 5.7 e na Figura 5.38.

Tabela 5.7: Elevações no perfil longitudinal do rio Iratim e respectivas e distâncias da foz.

Elevação (m)	Distância da Foz (Km)
580	0
600	8
650	20
700	34
750	41
800	59
850	69
900	80
950	93
1000	120
1051	135
1100	146
1140	152

Fonte: Correcta Consultoria e Projetos de Engenharia, 2008.

Figura 5.38: Perfil longitudinal do rio Iratim. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: Correcta Consultoria e Projetos de Engenharia, 2008.

Tal desnível é reflexo do condicionamento estrutural da bacia, que assume os lineamentos regionais no sentido SE-NW e cujas áreas de cabeceiras situam-se não distantes do início do Terceiro Planalto, que é o trecho com as maiores elevações nesta parte da bacia do rio Paraná. O rio Iratim segue percurso aproximadamente paralelo ao rio Chopin e mesmo ao rio Iguaçu (Figuras 5.31 e 5.37), chegando a assemelhar-se a uma continuidade deste quando observado em um contexto mais amplo (Figura 5.28).

Na área da PCH e entorno o rio Iratim apresenta leito amplo, com largura superior a 40 m, pouca profundidade, fluxo laminar (não turbulento) e subcrítico (tranqüilo), salvo em pequenos trechos de maior desnível (Figuras 5.39 A e B).

Figura 5.39: A- Aspecto do rio Iratim na área do empreendimento, ponto 5; **B-** Aspecto do rio Iratim em trecho imediatamente a montante do empreendimento, ponto 12.





Fonte: IGPLAN, 2009.

O cálculo dos principais índices hidrológicos efetuados pela empresa Correcta (2008) indicam as seguintes características físicas da bacia:

- A ordem do rio Iratim é igual a 5, refletindo alto grau de ramificação.
- A densidade de drenagem, que indica o grau de desenvolvimento do sistema hidrográfico, é igual a 0,49 Km/Km², o que aponta para um nível reduzido de drenagem.
- A extensão de percurso superficial, que define a distância média de escoamento da água de chuva sobre os terrenos da bacia, é igual a 0,51 Km.
- A sinuosidade o rio Iratim de 2,22 é elevada, constituindo fator controlador da velocidade de escoamento.
- Declividade máxima da bacia de 0,0073 m/m.

Adicionalmente, a empresa Correcta (2008) informa que "a caracterização da bacia foi feita pelo coeficiente de compacidade, relação entre o perímetro e a circunferência de mesma área, e pelo fator de forma, que em conjunto podem indicar sua propensão a enchentes. O coeficiente de compacidade mais próximo da unidade sinaliza a tendência a enchentes. O valor encontrado para a bacia em estudo é 1,46, o que indica baixa propensão a enchentes. Quanto menor o fator de forma, menor a tendência a enchentes. O fator de forma 0,08 confirma esta tendência".

O estudo das vazões médias diárias e mensais no rio Iratim foi efetuado pela empresa Correcta (2008) a partir de dados históricos de vazões da estação Solais Novo, localizada próxima à foz do rio, e foram extrapolados para a PCH Engenho Velho. Os dados em série histórica de 1956 a 2007 indicam valores de vazão significativos, com uma média mensal de 38,73 m^3/s, sendo a vazão média máxima mensal de 379,90 m^3/s, registrada em julho de 1983, e a média mínima mensal de 3,50 m^3/s, registrada em maio de 2006 (Tabela 5.8).

A ocorrência de importantes vazões médias tem relação não somente com os índices de precipitação, mas também com o substrato geológico, constituído por rochas de muito baixa permeabilidade a pouca profundidade.

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 5.37) nota-se padrão de drenagem principalmente dendrítico. No entanto, o exame mais detalhado da área menor contida na bacia, referente à área do empreendimento (Figura 5.40), permite observar padrões dendríticos e retangulares com propriedades referentes a alto grau de integração, média densidade de drenagem e tropia tridirecional, com assimetrias. Destaca-se na área o forte controle estrutural da rede hidrográfica, com rios retilinizados encaixados nos principais alinhamentos estruturais nos sentidos SE-NW e SW-NE. O rio Iratim assume na área percurso em zigue-zague, apresentando em diversos pontos ângulos de até 90^{o}.

Os afluentes do rio Iratim neste trecho são pequenos e pouco caudalosos, com profundidades médias de 15 a 20 cm (Figura 5.41 A e B) e leito pedregoso, sendo raras as deposições de areia.

Alguns apresentam pequenas cachoeiras (Figura 5.41 C).

Tabela 5.8: Vazões médias mensais calculadas para a área da PCH Engenho Velho.

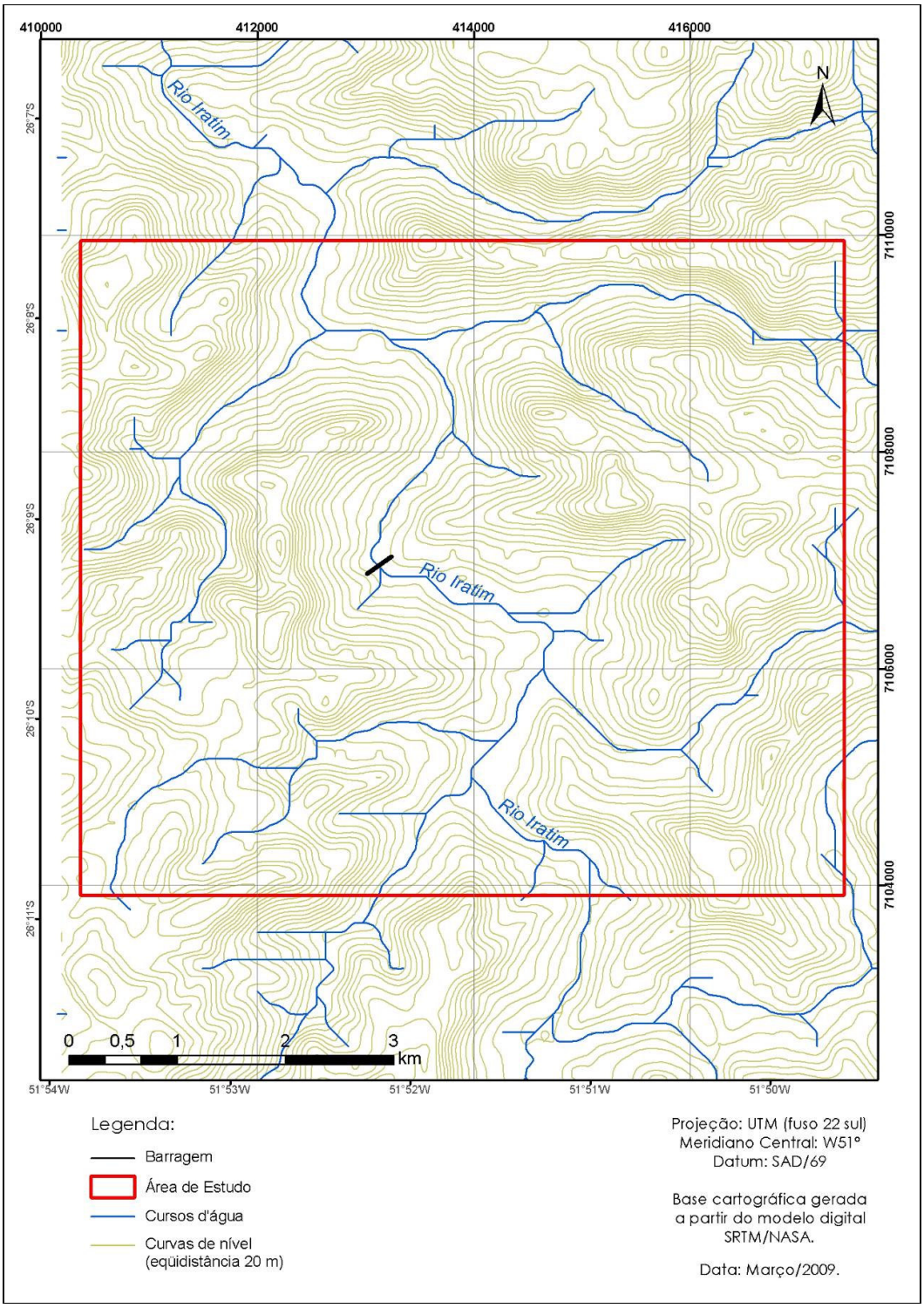
HIDROGRAMA DAS VAZÕES MÉDIAS MENSAIS EM ENGENHO VELHO

Vazões em m³/s

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média anual
1956	39,20	37,50	17,10	42,90	68,90	29,90	19,50	32,00	30,40	12,70	3,50	6,60	28,35
1957	17,30	32,60	10,10	22,90	23,70	52,40	104,80	160,60	143,40	42,40	40,50	21,10	55,98
1958	10,70	9,30	40,60	24,60	4,40	18,00	22,40	44,40	80,60	36,40	26,70	46,40	30,38
1959	14,30	34,30	29,70	16,20	24,60	31,90	24,30	24,80	25,90	20,40	11,70	10,60	22,39
1960	14,20	18,40	8,70	20,20	13,80	12,60	10,90	19,10	23,60	43,70	49,00	15,60	20,82
1961	20,30	12,20	85,30	46,50	49,60	27,80	12,90	4,00	68,50	55,80	43,50	34,60	38,42
1962	18,90	29,80	29,00	11,90	21,10	31,50	15,20	7,30	35,90	62,90	18,40	5,80	23,98
1963	23,20	44,60	30,40	22,90	20,00	13,70	6,30	4,80	9,30	77,50	83,50	35,40	30,97
1964	16,70	22,20	18,70	22,00	51,90	30,30	36,10	50,00	43,90	19,30	14,10	10,70	27,99
1965	17,90	21,60	18,90	21,00	68,80	35,80	82,10	32,80	33,40	84,80	71,10	48,80	44,75
1966	27,80	52,60	39,30	14,80	14,80	38,80	44,30	19,60	50,20	47,20	33,90	30,40	34,48
1967	27,00	36,40	67,00	20,80	11,60	37,70	23,10	25,50	26,10	11,80	21,30	53,10	30,12
1968	17,70	9,70	12,10	15,80	14,50	11,90	27,10	11,40	13,20	12,20	25,30	40,60	17,63
1969	33,60	20,10	25,50	64,70	46,40	94,40	45,00	18,60	18,80	41,30	28,60	22,80	38,32
1970	19,20	25,40	18,10	14,70	26,80	74,00	60,10	18,30	36,50	30,30	9,00	41,90	31,19
1971	69,50	35,70	34,10	39,00	69,10	85,80	55,60	28,40	17,10	18,70	3,90	8,80	38,81
1972	18,90	70,10	27,20	42,50	9,80	41,10	50,20	100,10	137,60	75,00	36,60	32,50	53,47
1973	34,40	67,70	48,10	24,70	54,50	78,80	68,20	76,50	84,10	67,30	32,40	24,20	55,08
1974	18,20	30,50	11,70	10,80	8,50	34,10	51,90	21,30	35,40	17,60	25,90	19,70	23,80
1975	24,40	26,20	33,70	15,30	11,90	14,90	17,20	23,10	56,70	76,10	45,50	63,40	34,03
1976	27,10	19,30	27,60	31,10	25,30	72,00	34,00	59,70	30,80	19,20	41,70	18,10	33,83
1977	22,90	19,40	47,80	37,50	12,50	28,50	32,30	39,70	31,40	37,00	35,50	30,70	31,27
1978	10,30	7,00	18,70	4,00	12,20	13,00	39,50	32,20	26,40	15,50	19,60	25,40	18,65
1979	10,20	6,90	18,10	24,40	104,90	34,40	24,60	34,40	33,50	83,80	66,40	35,40	39,75
1980	32,30	15,50	44,60	24,60	39,70	31,90	45,50	43,70	55,00	24,60	17,70	27,20	33,53
1981	45,80	57,40	30,80	30,00	30,30	29,60	18,30	9,10	16,40	28,10	28,50	38,90	30,27
1982	16,40	29,70	13,60	4,40	17,90	52,20	119,50	41,20	19,60	46,50	133,60	48,00	45,22
1983	28,60	29,20	77,50	51,60	179,20	130,50	379,90	77,90	71,80	65,80	59,90	24,00	97,99
1984	18,90	9,40	16,70	34,00	36,10	96,60	40,90	139,00	53,60	32,00	64,10	40,30	48,47
1985	13,50	52,60	31,70	77,40	33,80	27,50	26,30	18,00	16,80	22,30	45,40	7,20	31,04
1986	15,60	84,30	39,20	63,40	56,30	54,20	21,90	46,60	41,70	44,50	34,20	20,90	43,57
1987	9,20	31,10	22,60	22,50	178,60	99,40	63,40	23,20	11,90	29,60	20,90	9,20	43,47
1988	5,90	12,90	30,70	14,00	116,90	66,20	24,10	4,70	4,90	33,60	19,00	20,30	29,43
1989	52,40	78,60	36,70	29,60	58,00	17,30	27,90	42,90	108,10	45,80	21,80	8,60	43,98
1990	45,20	35,80	19,00	67,30	63,30	148,50	66,70	67,20	58,70	56,50	41,50	33,70	58,62
1991	11,20	12,40	8,80	23,70	18,00	58,80	40,80	27,40	6,50	28,80	33,30	28,20	24,83
1992	20,50	10,90	19,10	22,90	112,70	96,50	102,90	45,90	45,00	25,40	35,70	22,20	46,64
1993	20,90	22,50	23,00	26,50	73,40	46,50	38,60	22,90	43,80	79,00	19,80	21,80	36,56
1994	6,80	30,20	23,00	9,90	54,80	76,40	88,40	26,00	17,80	21,00	46,80	28,40	35,79
1995	108,20	42,10	28,90	23,80	10,10	23,10	53,20	16,80	46,00	66,20	15,90	13,50	37,32
1996	46,40	57,10	68,30	46,00	7,80	50,60	82,40	32,10	49,90	91,40	45,40	42,10	51,63
1997	30,90	112,60	41,50	13,20	38,50	91,10	53,00	95,00	34,70	124,20	117,50	42,40	66,22
1998	44,50	66,70	65,70	184,40	88,50	32,80	40,20	110,50	98,90	120,70	22,30	30,80	75,50
1999	27,80	28,10	15,40	32,20	16,50	64,90	73,10	13,90	22,10	69,50	14,40	11,10	32,42
2000	15,40	28,60	49,10	30,20	40,40	25,60	47,10	22,50	105,00	68,90	22,20	9,70	38,73
2001	39,30	135,80	64,00	36,50	34,00	55,50	44,70	26,10	19,00	99,80	58,50	21,70	52,91
2002	15,70	12,80	15,70	7,50	52,10	34,80	17,60	31,90	46,90	47,40	72,20	43,10	33,14
2003	9,10	17,60	36,20	20,40	13,80	52,70	26,20	10,10	7,60	16,60	41,80	79,80	27,66
2004	51,80	13,10	13,80	14,30	49,80	45,40	57,80	31,30	32,00	70,10	82,30	16,80	39,88
2005	24,50	5,40	10,80	30,50	69,10	85,40	44,70	20,80	91,20	128,90	43,60	8,10	46,92
2006	14,10	18,00	16,40	18,00	3,50	3,60	9,10	22,80	33,90	26,50	14,50	18,60	16,58
2007	31,10	18,60	30,80	75,70	134,80	36,00	29,90	17,40	6,50	28,10	54,40	30,30	41,13
2008													
Máxima	108,20	135,80	85,30	184,40	179,20	148,50	379,90	160,60	143,40	128,90	133,60	79,80	97,99
Média	26,08	33,82	30,98	31,65	46,11	49,56	49,84	37,99	43,42	49,05	38,75	27,49	38,73
Minima	5,90	5,40	8,70	4,00	3,50	3,60	6,30	4,00	4,90	11,80	3,50	5,80	16,58
Máxima	379,90				Mínima	3,50				QMLT	38,73		

Fonte: Correcta, 2008.

Figura 5.40: Rede hidrográfica da área do empreendimento gerada a partir do modelo SRTM, com precisão equivalente à escala 1:50.000.



Fonte: IGPLAN, 2009.

Figura 5.41: A e **B -** Exemplo de afluente pequeno e pouco caudaloso do rio Iratim, comum na área do empreendimento. Ponto 4; **C -** Exemplo de afluente encachoeirado do rio Iratim, com percurso condicionado por alinhamento estrutural (em destaque). Ponto 11.





