# 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 número 6 do rio Iratim, PR, destinado à construção da Pequena Central Hidrelétrica Faxinal dos Santos.

Este estudo visa a 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 danosos 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-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. Dessas 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.

Obteve-se, no entanto, uma base topográfica digital, fornecida pela contratante, com curvas de nível em eqüidistância de 100 m e detalhamento compatível da rede hidrográfica. Tal base mostrou-se, porém, insuficiente para atender a geração de produtos cartográficos temáticos referentes a um empreendimento de pequeno porte. A contratante disponibilizou adicionalmente uma base topográfica digital detalhada, com curvas de nível em eqüidistância de 1 a 5 m. Tal base restringe-se, porém, a um raio máximo de 100 m da área diretamente atingida pela PCH, o que impossibilita seu aproveitamento para análise do meio físico.

Desse 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 desses dados foi realizada análise para identificar possíveis imperfeições (valores espúrios) que, segundo a SRTM, são comuns em áreas com altas

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

declividades, lagos com mais de 600 m de comprimento, rios que apresentam mais de 183m de largura e oceanos. Nessas áreas foi feita correção interpolando-se os dados circunvizinhos.

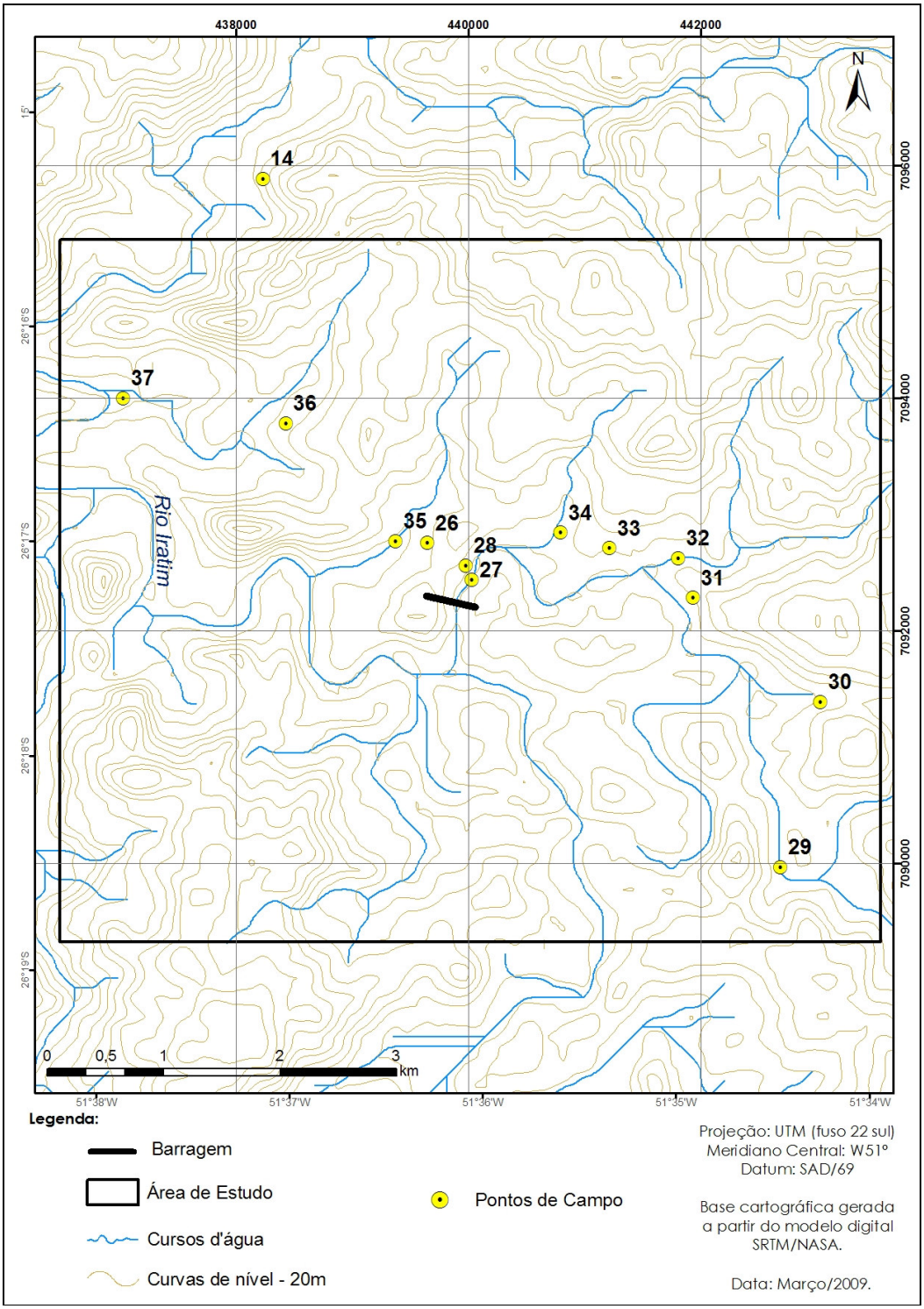
Com o MDE corrigido foi possível gerar produtos temáticos como clinografia, hipsometria e sombreamento do terreno, bem como curvas de nível com eqüidistância de 20 m, compatíveis com um mapeamento na escala 1:50.000. A rede hidrográfica de detalhe foi confeccionada a partir do módulo *Arc Hydro Tools* 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 as 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 e na trafegabilidade de vias de acesso, 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, e 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, e o 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 aspectos relacionados 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.

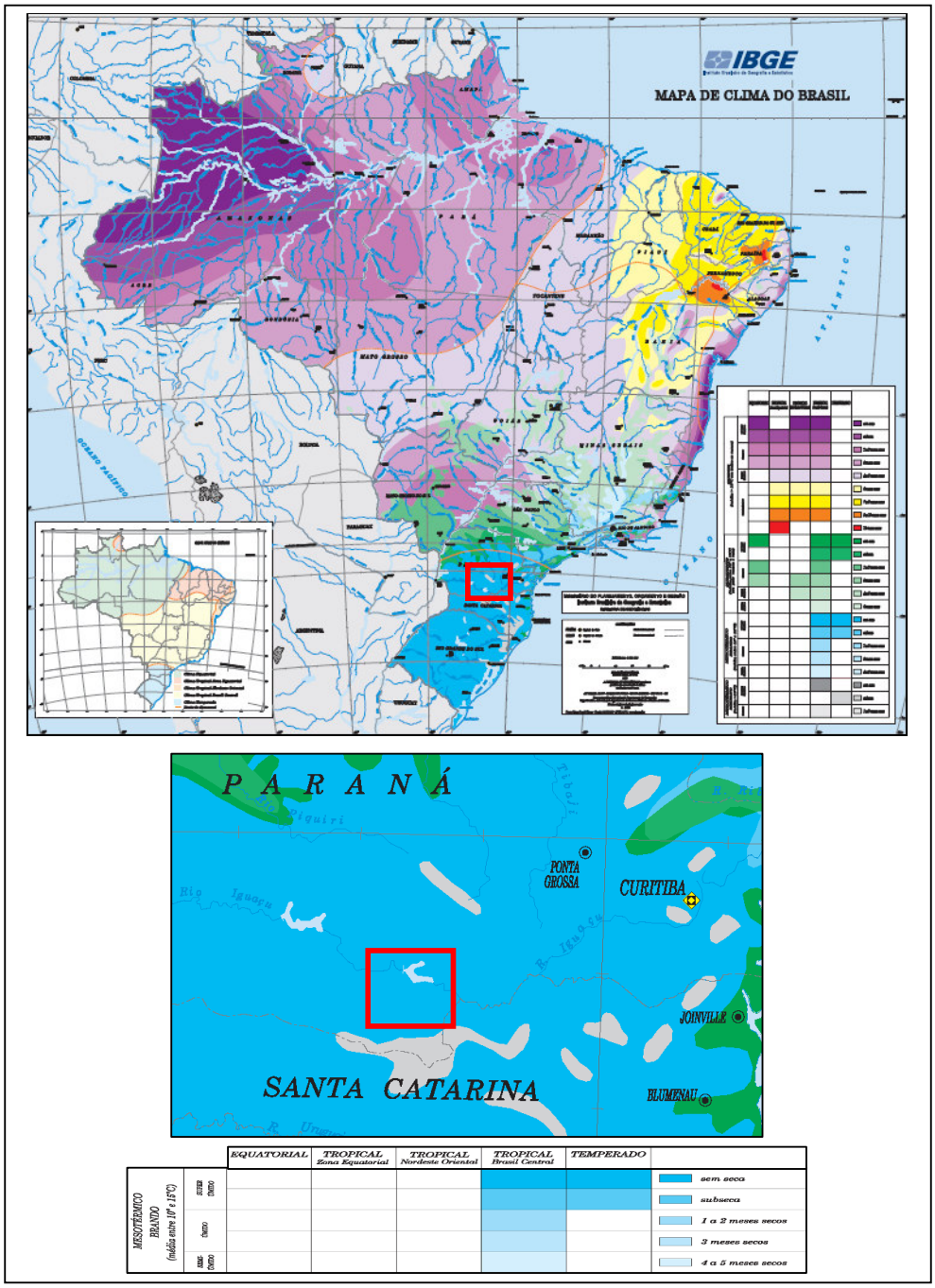
Diversas classificações climáticas podem ser aplicadas aos tipos e subtipos climáticos que ocorrem na região sul do Brasil e no Estado do Paraná. Tais classificações procuram associar diferentes parâmetros climáticos, que se traduzem na definição de grupos climáticos principais.

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 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 difundido no Brasil.

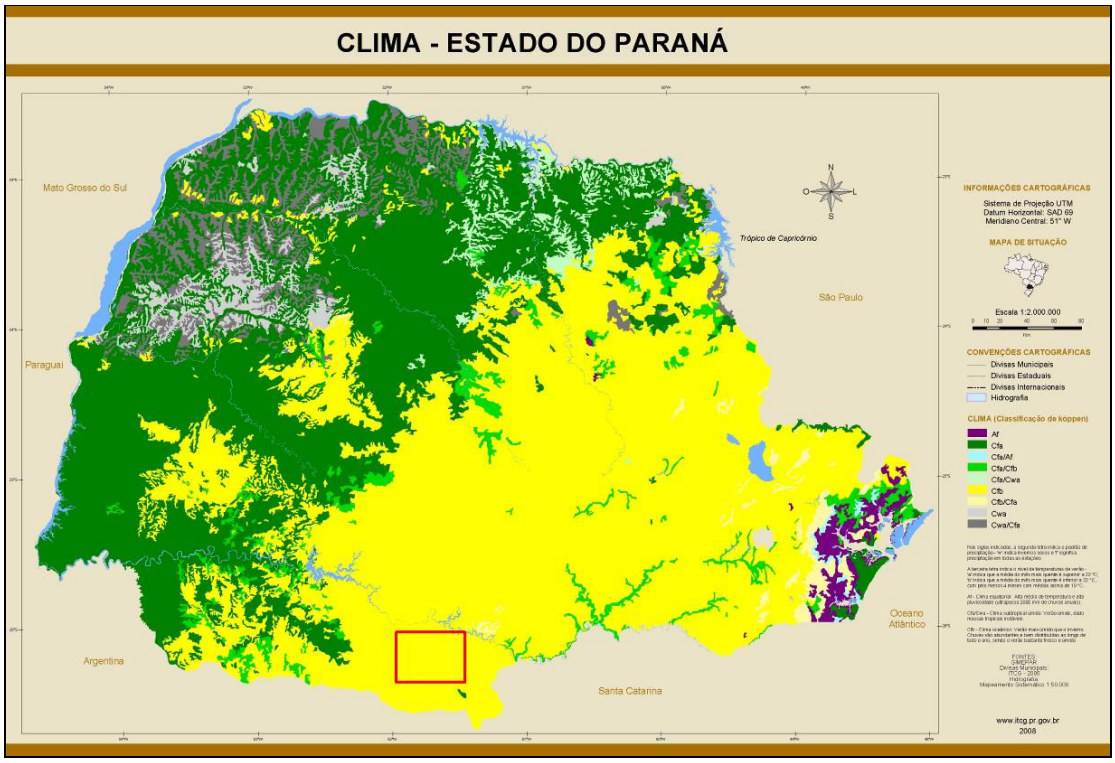
Segundo o mapeamento (sem indicação de escala) efetuado pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG), ocorre na região da PCH o tipo climático Cfb da classificação de Köppen, que indica clima temperado chuvoso e moderadamente quente, úmido em todas as estações do ano, com verão moderadamente 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).

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



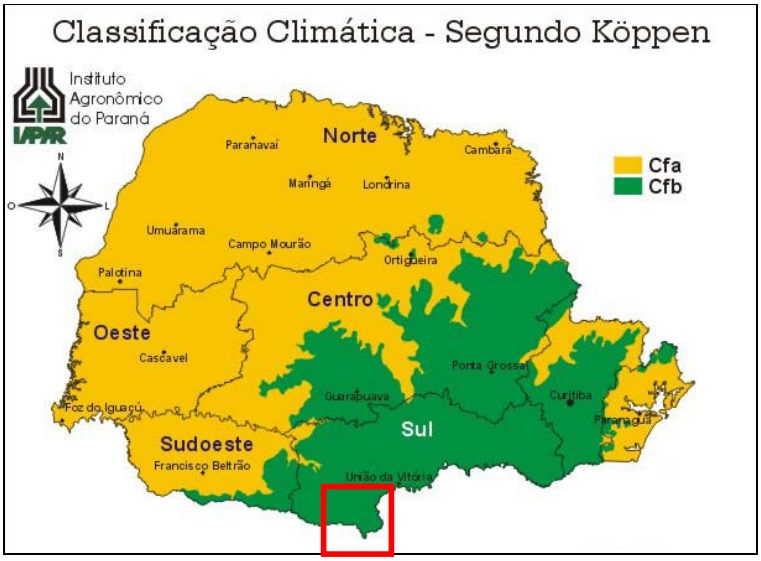

Fonte: IBGE, 2002.

**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.

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.

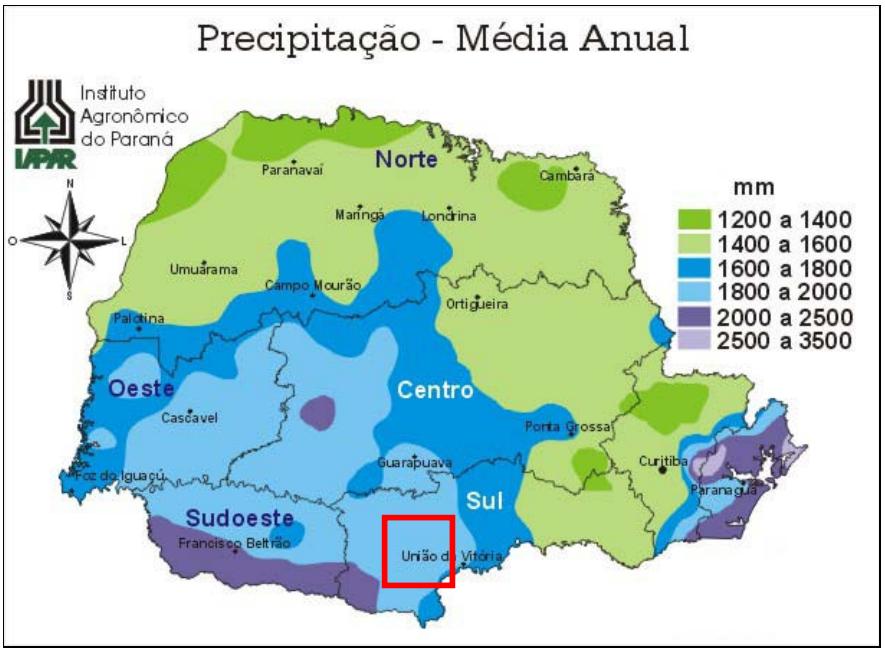
### 5.1.3.2. Precipitação e Umidade Relativa

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

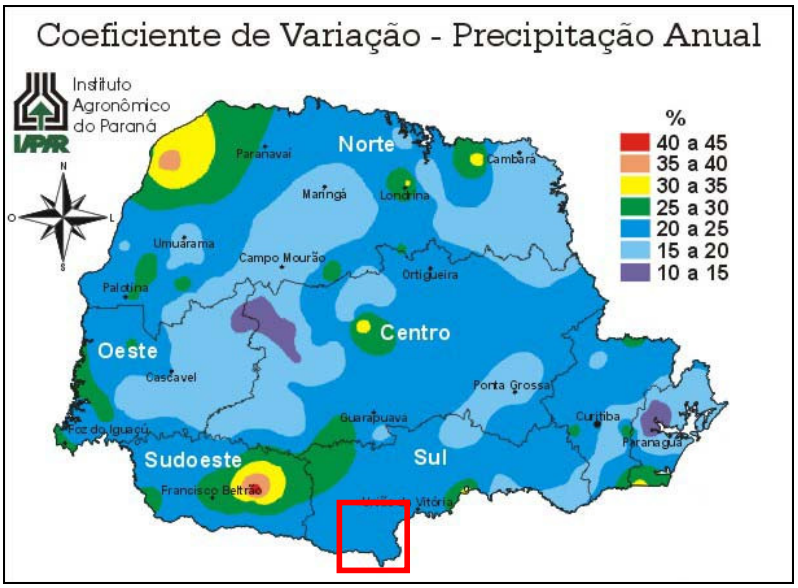
**Figura 5.5:** Distribuição das médias anuais de precipitação no Estado do Paraná segundo o IAPAR. Em destaque a área do empreendimento.




Fonte: IAPAR, 2009.

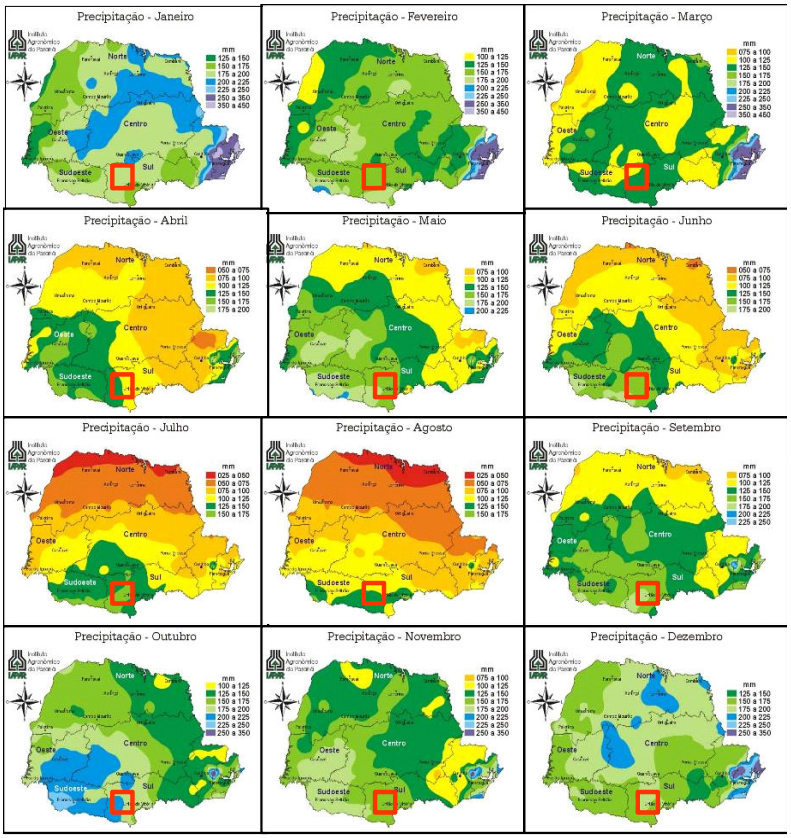
É característica do Estado do Paraná a baixa variação da precipitação. Segundo o IAPAR, o coeficiente de variação da precipitação anual que predomina no Estado abrange principalmente as faixas de 15 a 20% e de 20 a 25%. A região em que se insere a PCH apresenta predominantemente um coeficiente de variação 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.

**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.

Quanto à distribuição da precipitação mensal, observa-se nos mapeamentos disponibilizados pelo IAPAR (2009) (Figura 5.7) que essa pode variar, no Estado, de valores mensais mínimos entre 25 e 50mm, 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 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.

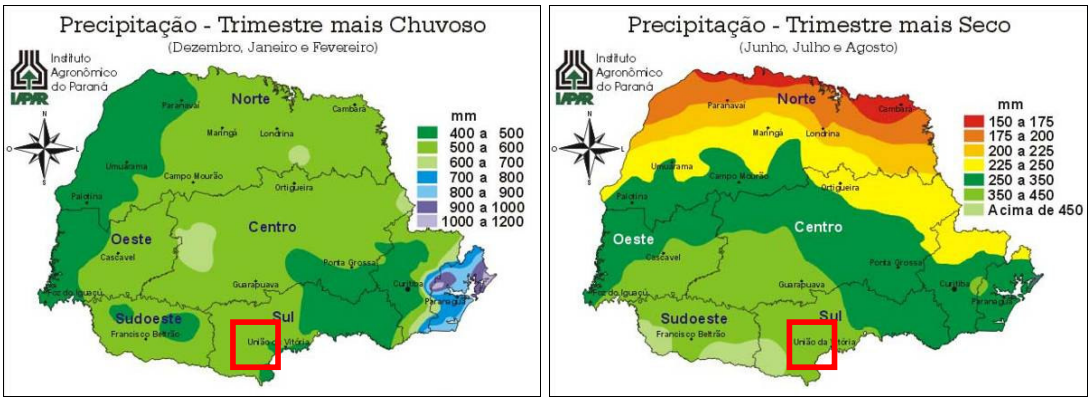
Ainda segundo o IAPAR (2009), o trimestre mais chuvoso (dezembro a fevereiro) apresenta, no Estado, total que varia entre 400 e 1.200 mm, estando a área em que

se insere a PCH situada na faixa de 500 a 600 mm de precipitação trimestral total, uma das mais baixas do Estado (Figura 5.7).

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 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.

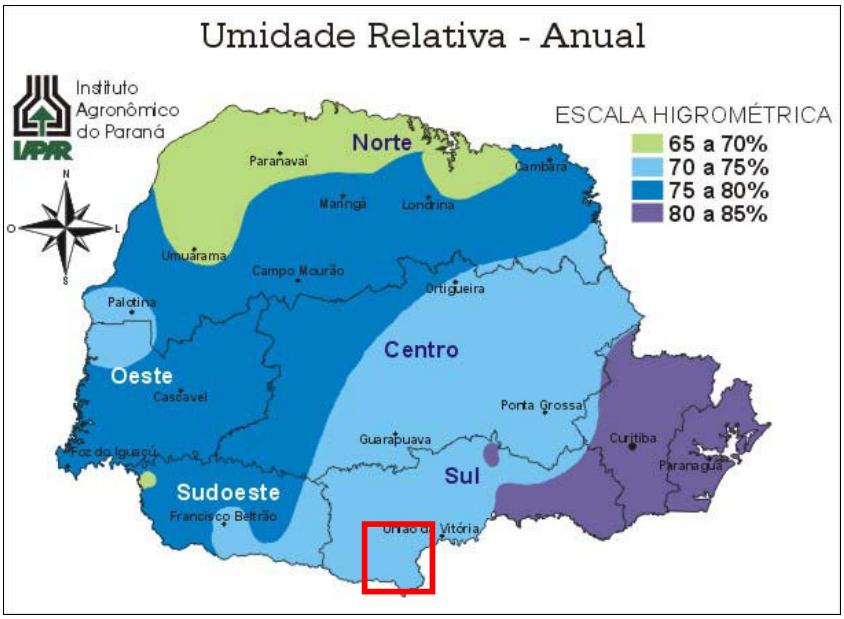



Fonte: IAPAR, 2009.

Com relação à umidade relativa, o IAPAR (2009) informa que essa 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.

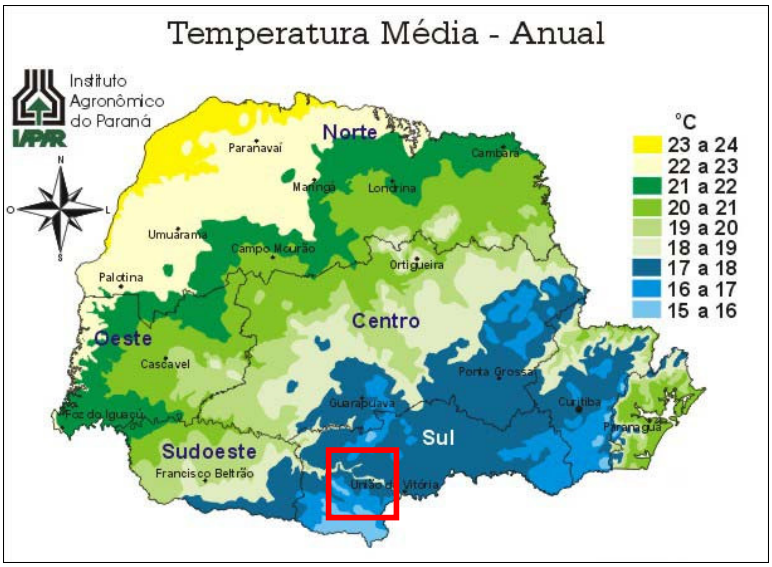



Fonte: IAPAR, 2009.

### 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.

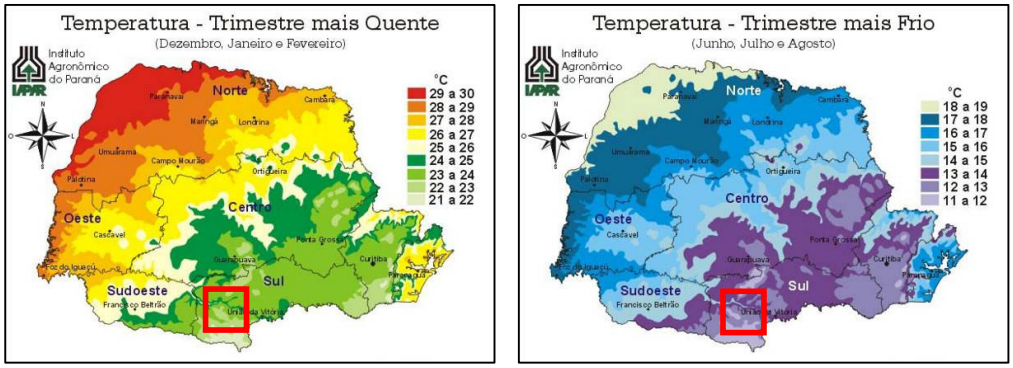
Observa-se que as maiores médias (> 22°C) são encontradas na porção noroeste, enquanto que as menores médias (<18°C) situam-se em uma faixa no sentido NE-SW e as menores médias absolutas (<16°C) concentradas no extremo sul do Estado (IAPAR, 2009).

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, sendo 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 29 a 30°C e 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 18 a 19°C e 11 a 12°C. Nesse contexto repete-se uma vez mais a distribuição geográfica das médias de temperaturas, estando as maiores médias localizadas a noroeste 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.



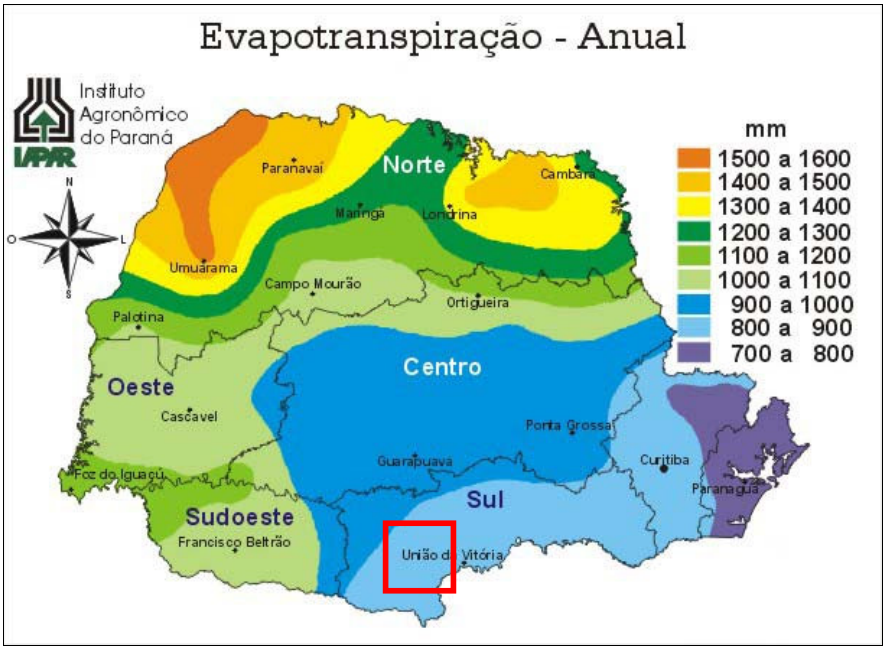

Fonte: IAPAR, 2009.

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 as 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.

A transferência de água de uma superfície qualquer para a atmosfera por meio dos processos de evaporação e transpiração, é denominada evapotranspiração (IAPAR, 2009). Normalmente as medidas de evapotranspiração são estimadas em função da dificuldade em 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, no trecho noroeste do Estado, e valores mais baixos, entre 700 e 800 mm e entre 800 e 900 mm, 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.



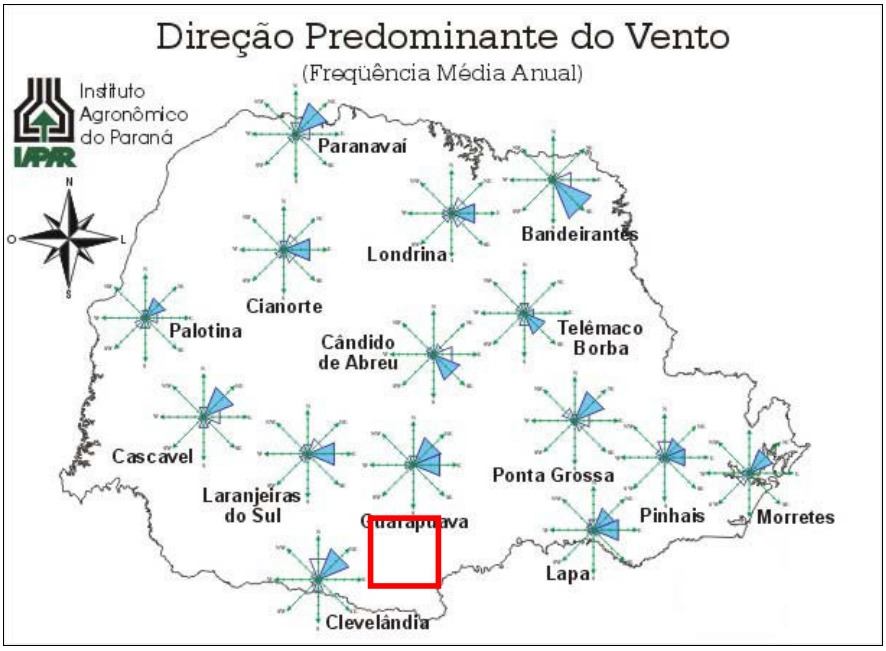

Fonte: IAPAR, 2009.

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).

O monitoramento da direção predominante dos ventos, no Paraná, é realizado 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 13).

Não há uma estação de monitoramento na área do empreendimento e seu entorno, porém existem dados disponíveis para a estação de Clevelândia, situada a cerca de 75 km da PCH. Segundo dados dessa 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 parâmetros 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.

Dados da estação Clevelândia, em série histórica de 1973 a 2008, apontam, no período, uma precipitação média total de 2.104 mm, com precipitação máxima absoluta em 24 horas de 15 mm (ocorrida em julho de 2007). Porém ocorreram também precipitações máximas em 24 horas significativas 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 essa 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, indicam, no período analisado, uma precipitação média total de 2.030 mm, com precipitação máxima absoluta em 24 horas de 133 mm (ocorrida em setembro de 1989). Porém também ocorreram precipitações máximas em 24 horas significativas em maio de 1979 (130 mm), julho de 1983 (128 mm) e outubro de 2005 (130 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.

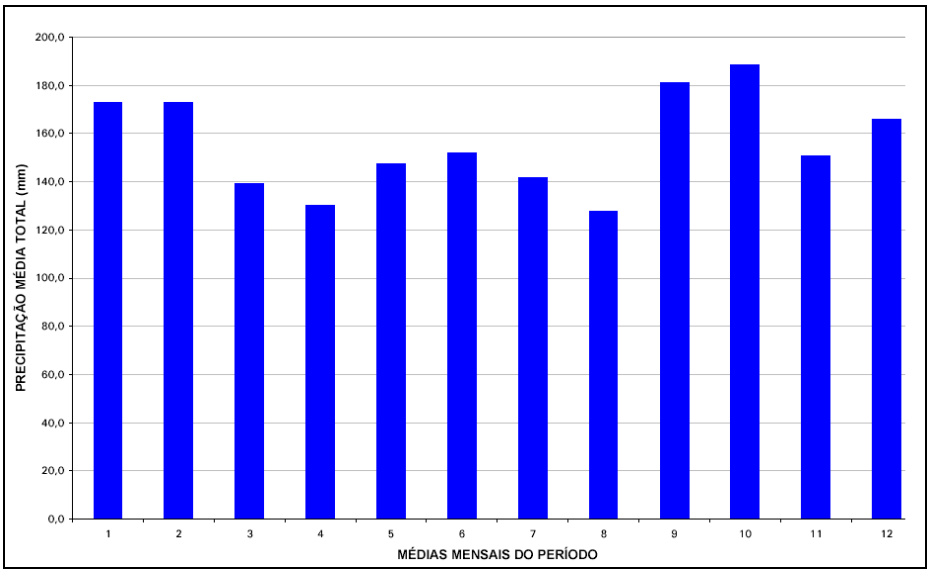
**Tabela 5.4:** Estações pluviométricas consultadas.

| 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 (Figura 5.13; 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 5.5, 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 Parana

A evolução geológica do Estado do Paraná, segundo 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, essa plataforma constituiu a base para a formação das unidades sedimentares e vulcânicas. Esse 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 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**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 milhão 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:

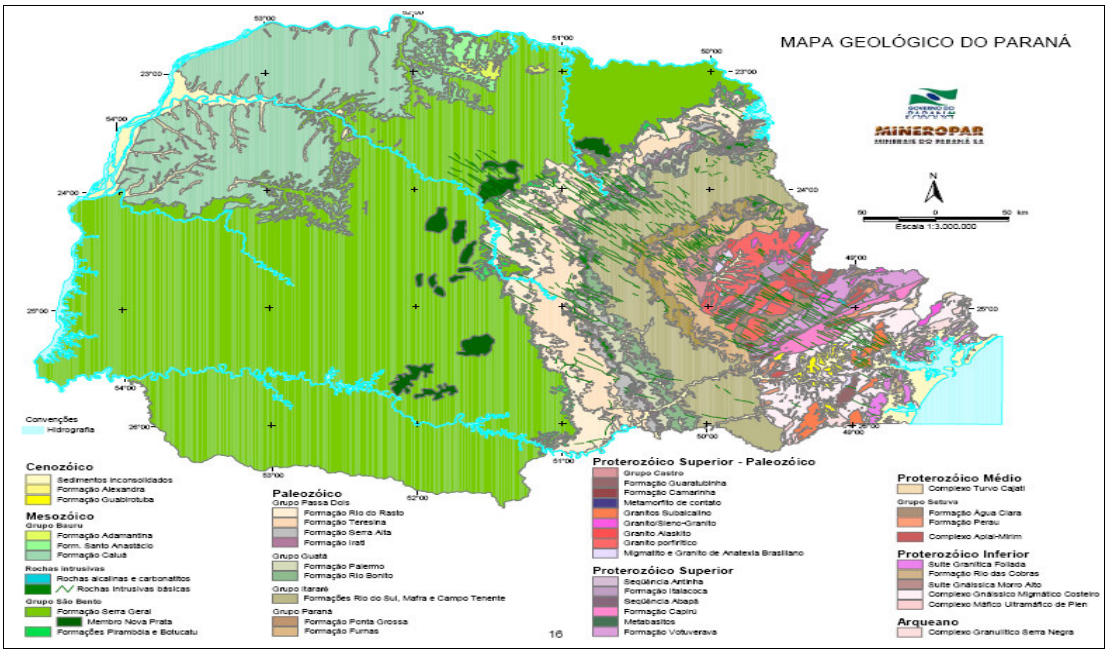
- Paleozóico: diz respeito aos depósitos sedimentares paleozóicos, correspondentes à grande feição de sedimentação marinha e litorânea conhecida como bacia do Paraná, que se estende por mais de 1.500.000 km$^2$ no sul e sudeste brasileiro e se manifesta geomorfologicamente no Segundo Planalto;
- Mesozóico: 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.

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 4:** Geologia – Área de influência indireta (ANEXO)

**Figura 5.14:** Mapa geológico do Estado do Paraná.



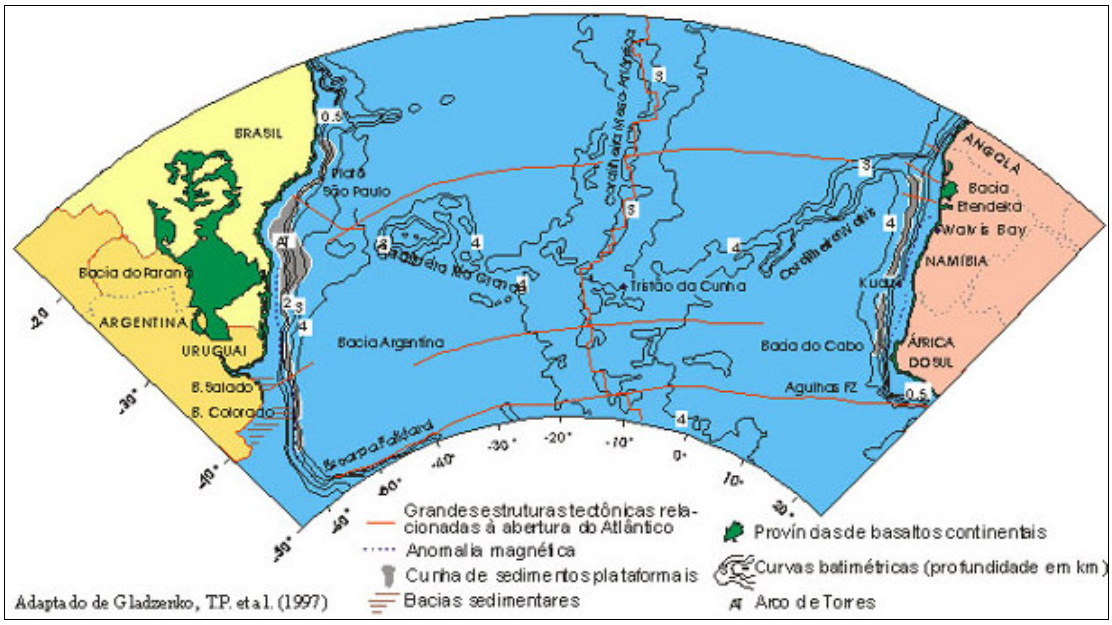

**Fonte:** MINEROPAR, 2001

### 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. Essas 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 dessa separação estão presentes tanto na bacia do Paraná (Brasil) quanto na de Etendeka (Namíbia) relacionados aos episódios finais do preenchimento dessas bacias e suas conexões com o rompimento de Gondwana, especialmente no que diz respeito ao deserto Botucatu e à 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 sulamericana dessa grande entidade geológica que recobre uma área de aproximadamente $1,6x10^6$ km$^2$. A evolução dessa 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 dessa 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 quando 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, essa 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 dessa 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 dessa 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. Essa 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 que 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 acontecem eventualmente brechas vulcânicas formadas por uma massa heterogênea

de fragmentos quebrados de derrames anteriores, que foram cimentados pelo material da erupção subseqüente.

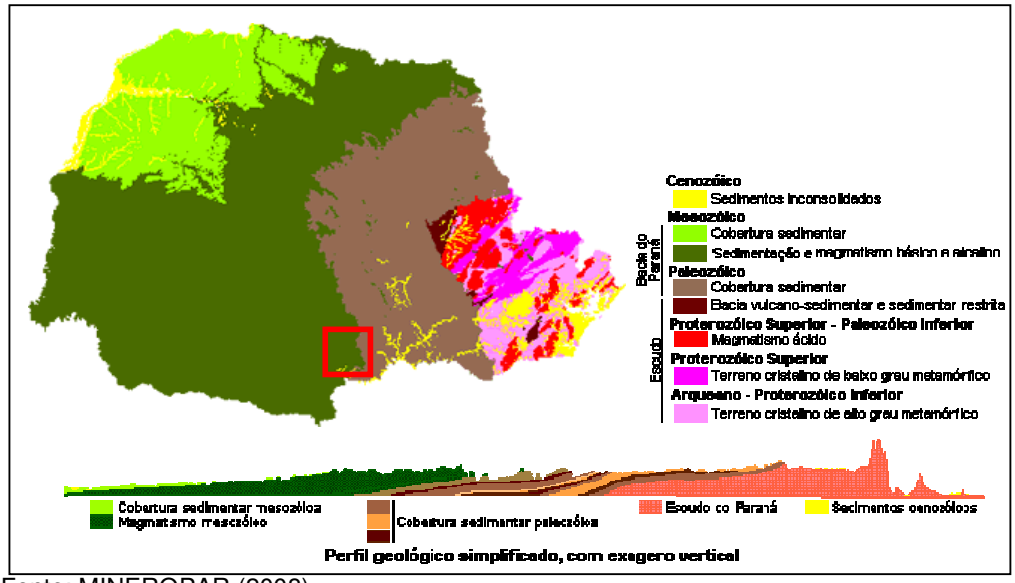
A geologia dos derrames vulcânicos que constituem a formação Serra Geral na região Centro Sul do Estado do Paraná é caracterizada pela presença de duas unidades litoestratigráficas distintas.

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.

**Mapa 5:** Geologia – Área de influência direta (ANEXO)

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



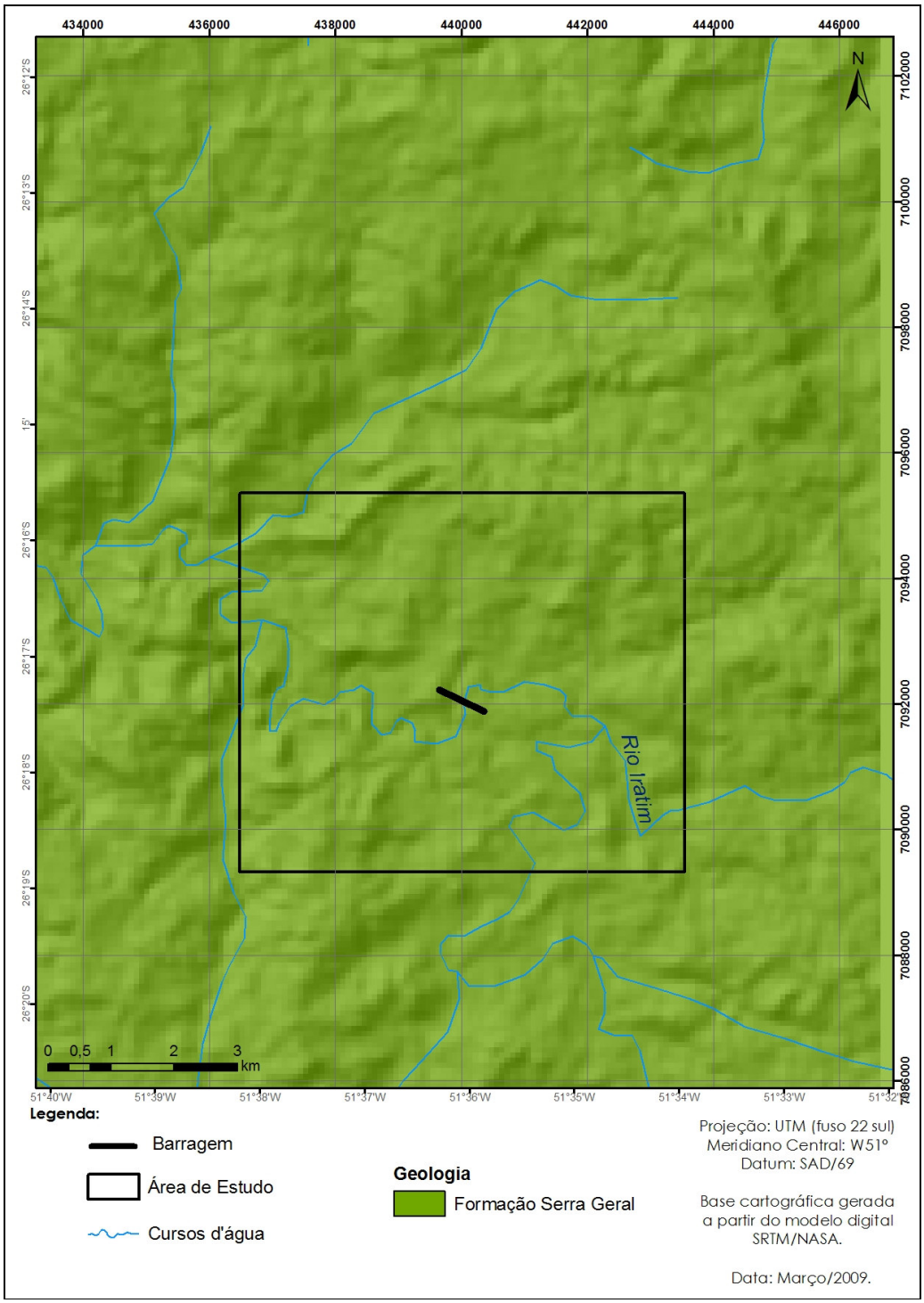

Fonte: MINEROPAR (2008).

Na área do empreendimento ocorrem basaltos de características amigdalóides e tabulares, sendo que em alguns pontos as rochas encontram-se bastante intemperizadas com a formação de um manto de intemperismo espesso nas áreas do terço superior das vertentes.

Observa-se na área a ocorrência de zonas de basaltos em diferentes formas de disjunção, sendo essas do tipo vertical e horizontal (Figura 5.18). Na área do empreendimento predominam as zonas de disjunção horizontal.

No ponto 13 foi possível observar o contato entre os basaltos de disjunção horizontal e vertical ou colunar. Os basaltos com disjunção horizontal ocorrem bastante intemperizados, em planos horizontais, com laminação de espessura de até 10 cm. Os basaltos situados em zona de disjunção vertical possuem característica colunar incipiente ou mais desenvolvida e normalmente ocorrem em forma de blocos de ângulos retos. Junto a essa camada podem ocorrer zonas individualizadas de decomposição esferoidal, cujas rochas apresentam características vesiculares ou amigdalóides, fato que confere bastante heterogeneidade ao conjunto (Figuras 5.19 e 5.20).

**Figura 5.17:** Mapa geológico da área do empreendimento. Escala 1:250.000




Fonte: MINEROPAR (2008).

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




Fonte: CPRM, 2004.

**Figura 5.19:** Basaltos de zona de disjunção horizontal bastante intemperizados sobrepostos a basaltos com característica amigdalóide, ponto 13.



Fonte: IGPLAN, 2009.

Na área de entorno da casa de força há uma queda d'água de tamanho expressivo, onde é possível observar o contato entre derrames basálticos de características distintas. O basalto situado no topo apresenta textura mais fina, coloração mais escura

e estrutura de disjunção vertical ou colunar. O basalto situado na camada sotoposta possui textura mais grosseira, coloração cinza-médio, sendo possível identificar estruturas incipientes de fluxo no interior dessa camada, assim como zonas vesiculares (Figura 5.21).

**Figura 5.20:** Detalhe de basaltos com disjunção vertical ou colunar sotoposto a basaltos amigdalóides e a basaltos em disjunção horizontal. Ponto 13.



Fonte: IGPLAN, 2009.

**Figura 5.21:** Ocorrência de tipos distintos de basaltos formando patamares em cachoeira. Na parte superior, basaltos de característica colunar; na parte inferior basaltos amigdalóides na base. Ponto 37.



Fonte: IGPLAN, 2009.

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, assim como de zonas heterogêneas de disjunção horizontal e vertical, cujas fragilidades naturais devem ser consideradas por ocasião da concretização do empreendimento.

### 5.1.5. Contexto Geomorfologico

#### 5.1.5.1. Geomorfologia do Estado do Parana

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 2:** 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 5.23). 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. Essa 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.

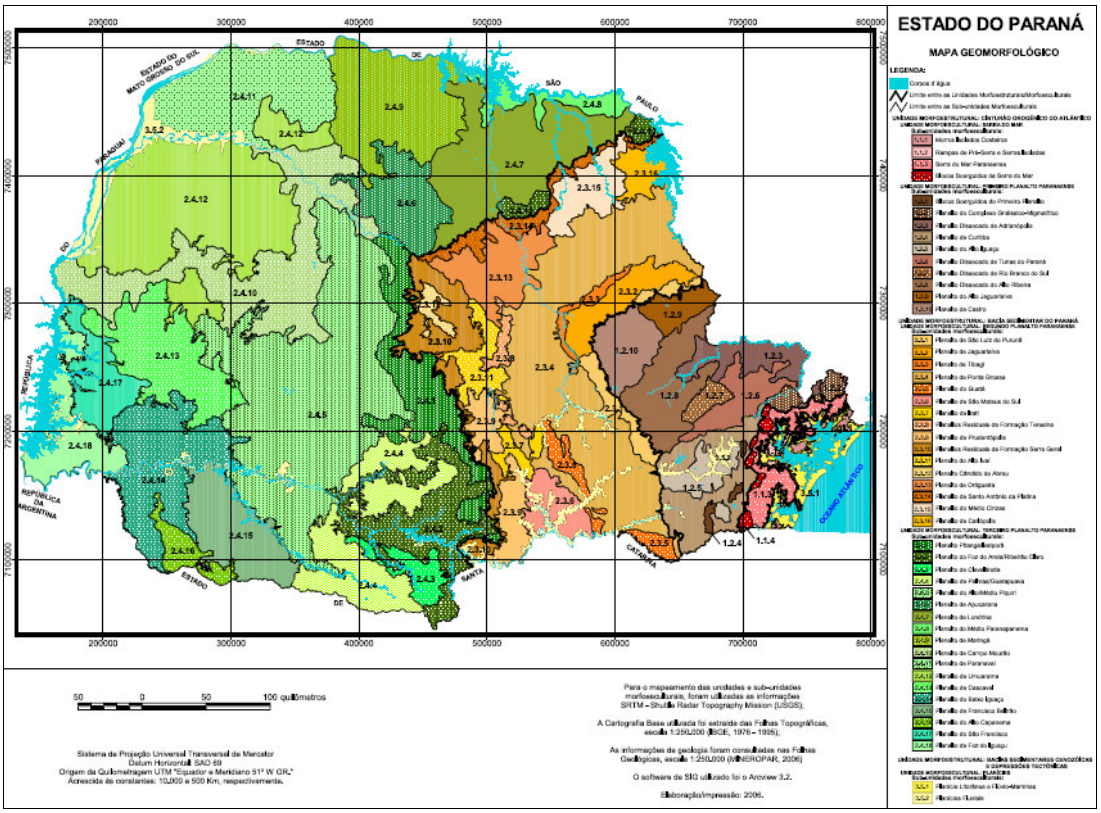
**Bacia Sedimentar do Paraná**

A bacia sedimentar do Paraná abrange uma área de cerca de 1.600.000 km$^2$. Encontra-se encravada na plataforma sulamericana 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 5.22). Essa 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 metros na calha do rio Paraná. Segundo Maack (1968), esse planalto pode ser subdividido em:

**Figura 5.22:** Mapa geomorfológico do Estado do Paraná




Fonte: MINEROPAR (2006).

- 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 desse rio. Esse divisor de águas serve nessa 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. Essa 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 sulamericana (Figura 5.22).

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.

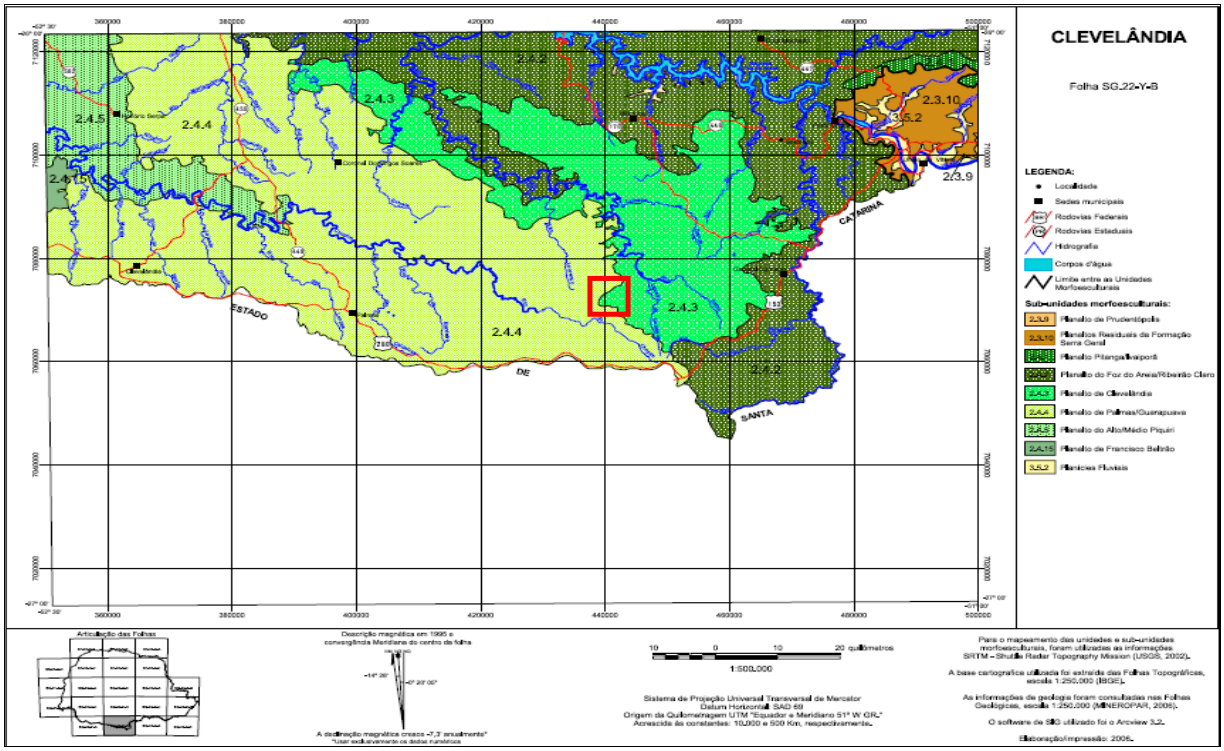
As planícies fluviais ocorrem associadas aos principais rios do Estado e são geradas por deposição de origem fluvial. As planícies fluviais ocorrem em praticamente todas as unidades morfoesculturais do cinturão orogênico do Atlântico e da bacia sedimentar do Paraná.

### 5.1.5.2. Aspectos Geomorfologicos da Área do Empreendimento

O mapeamento geomorfológico na escala 1:250.000, referente à folha Clevelândia, produzido pela MINEROPAR (2006), indica a ocorrência, nessa região ao sul do Estado do Paraná, das seguintes unidades geomorfológicas (Figura 5.23):

**Mapa 3:** Geomorfologia – Área de Influência Direta (ANEXO)

**Figura 5.23:** Mapa geomorfológico da folha Clevelândia na escala 1:250.000. Em destaque a área do empreendimento.



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 do Estado do Paraná (MINEROPAR, 2006), a área do empreendimento situa-se majoritariamente no planalto de Clevelândia (Figura 5.23).

A subunidade morfoescultural denominada planalto de Clevelândia (com a numeração 2.4.3), situada no Terceiro Planalto Paranaense, apresenta elevada dissecação e ocupa uma área de 450,87 km², que corresponde a 8,89% da folha Clevelândia.

Segundo esse mapeamento (MINEROPAR, 2006), predomina a classe de declividades inferiores a 6%, em uma área de 604,76 km², e de 12-30%, em uma área de 1.465,63 km². Com relação ao relevo, a subunidade apresenta um gradiente de 600 metros, com altitudes que variam entre 720 m (mínima) e 1.320 m (máxima). As formas predominantes são topos aplainados, vertentes convexas e convexo-côncavas e vales em “V”, modelados em rochas da formação Serra Geral (Figura 5.24).

**Figura 5.24:** Morfologia típica do vale do rio Iratim nas proximidades do empreendimento, ponto 40**.**



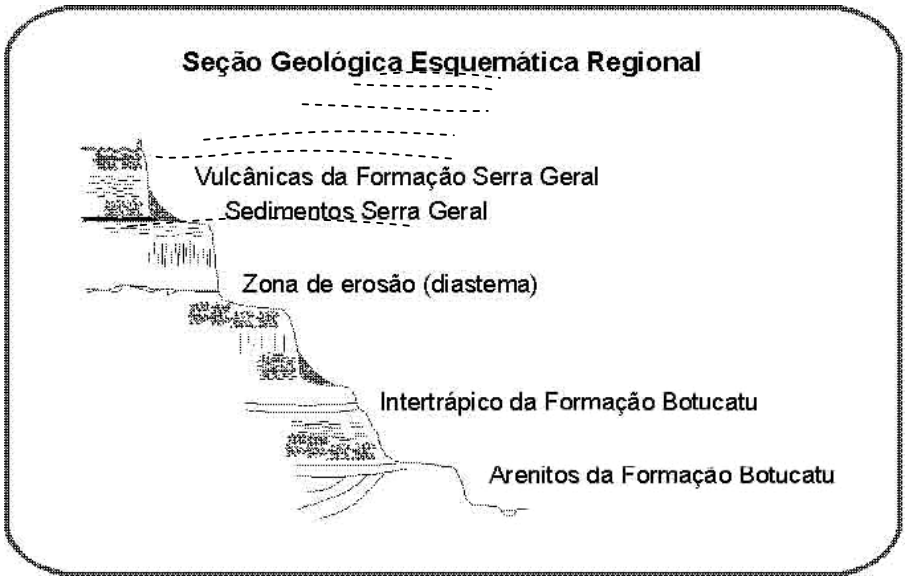
Fonte: IGPLAN, 2009.

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 presentes relevos residuais de topo plano (mesas), limitados por vertentes escarpadas, que compõem as áreas de maiores declividades dessa região, esculpidas pela rede hidrográfica regional (Figuras 5.25, 5.26 e 5.27).

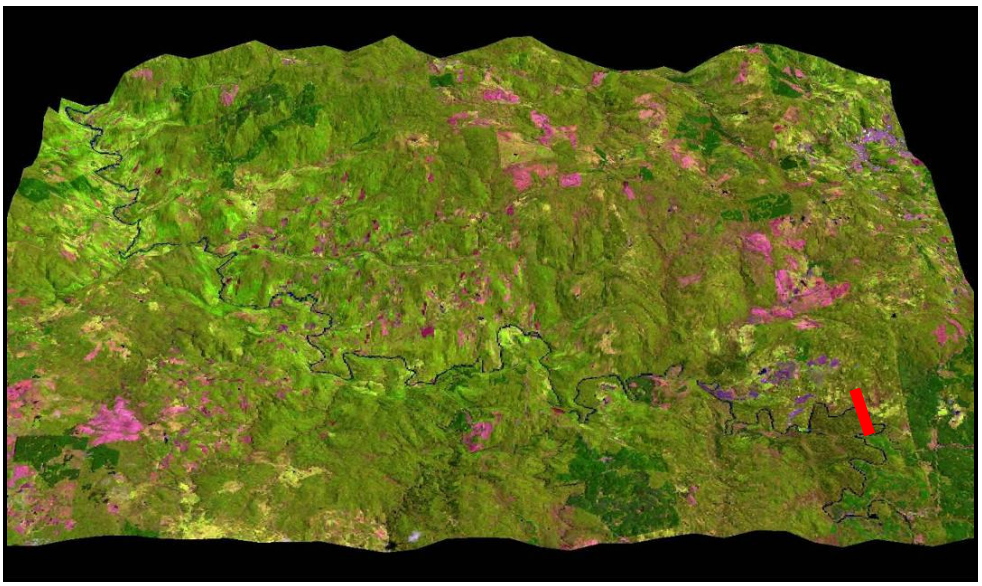
Na área do empreendimento o vale do rio Iratim apresenta vertentes assimétricas e segmentadas por terraços com topografia suavizada, que correspondem aos contatos das zonas amigdalóides dos topos dos derrames basálticos. A ocorrência de níveis ou platôs formados pelos derrames de basalto pode ser visualizada com maior freqüência no terço superior das vertentes, marcada por mudança abrupta de declividades entre os platôs (Figura 5.25).

**Figura 5.25:** Modelo esquemático dos platôs formados pelos derrames de basalto da formação Serra Geral.



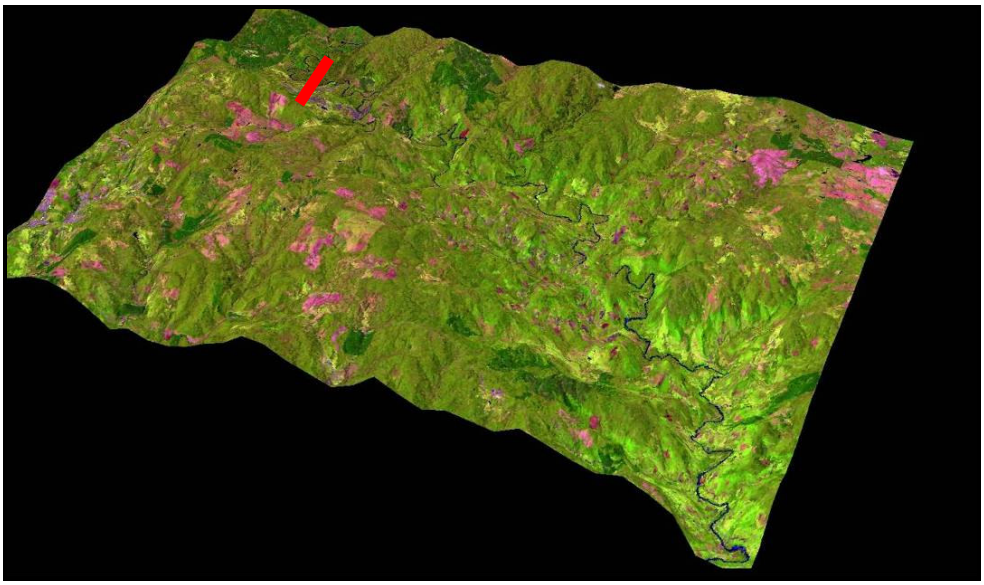

Fonte: CPRM, 2004.

**Figura 5.26:** 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.

**Figura 5.27:** 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.

Quanto ao tipo de drenagem, os rios são prioritariamente tortuosos, característica de um padrão de drenagem dendrítico (Figuras 5.26 e 5.27). O padrão de drenagem, bem como a sua densidade, são controlados 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 trechos retilíneos de rios, devido a alinhamentos estruturais, assim como corredeiras (quedas, cachoeiras) formadas pela 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.

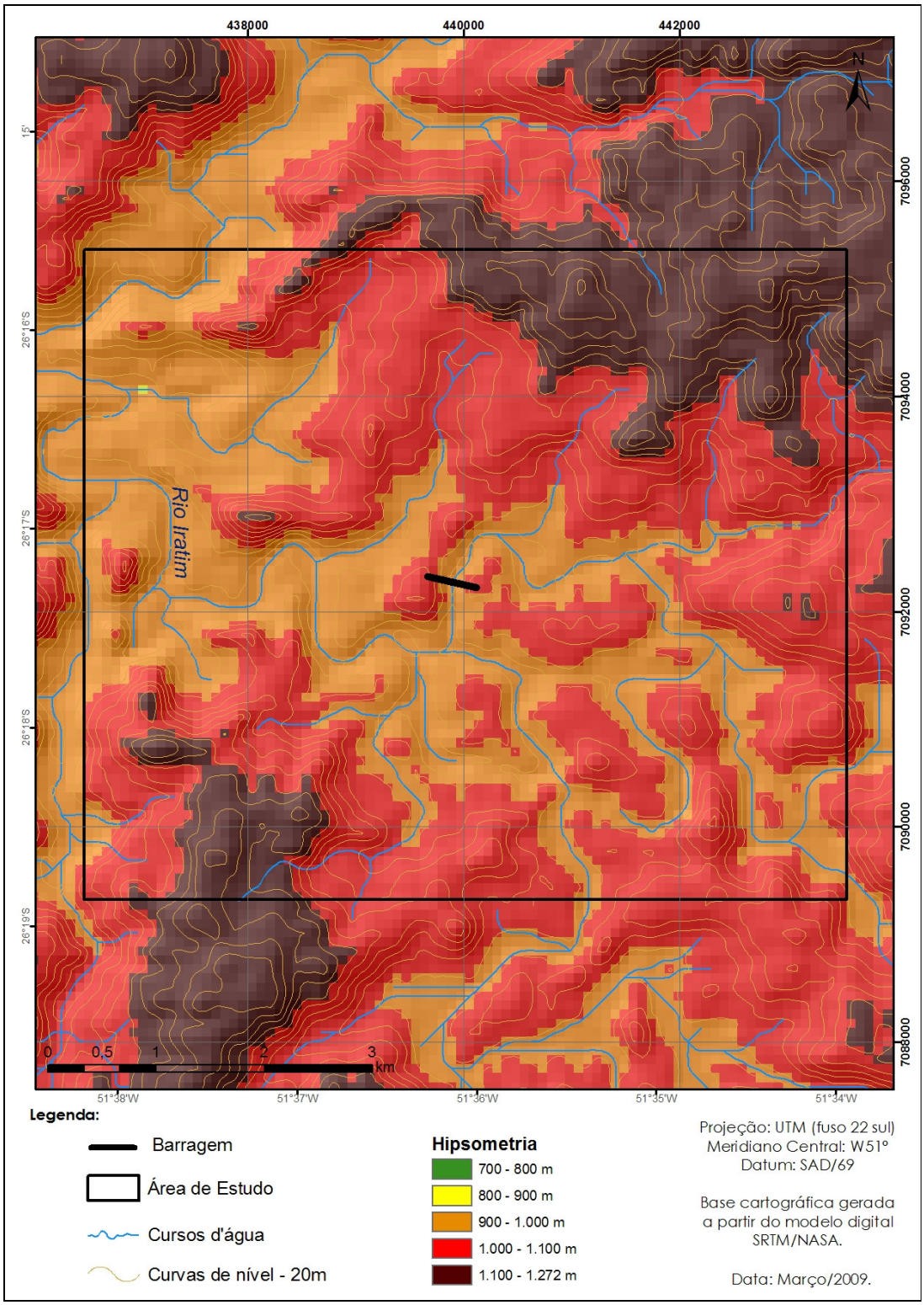
O mapeamento hipsométrico da área da PCH e entorno revela que essa apresenta altimetria mínima de 900 m e máxima de 1.231 m, com valor médio de 1.032 m e amplitude altimétrica de 331 m no interior do polígono da área de influência do empreendimento. Predominam nesse polígono as áreas em cotas de 900 a 1.100m, com ocorrência de cotas superiores a 1.100 m concentradas nos setores nordeste e

sudoeste da área. As cotas inferiores a 1.000 m concentram-se ao longo do vale do rio Iratim e de seus afluentes (Figura 5.28).

O mapa clinográfico da área do empreendimento e entorno indica valores mínimos de 1° e máximos de 32°, sendo o valor médio de declividades de aproximadamente 7°. 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°, de ocorrência bastante restrita, estão associadas ao terço superior das vertentes e vinculadas aos platôs formados pela seqüência de derrames basálticos e processos de movimento de massa (Figura 5.29).

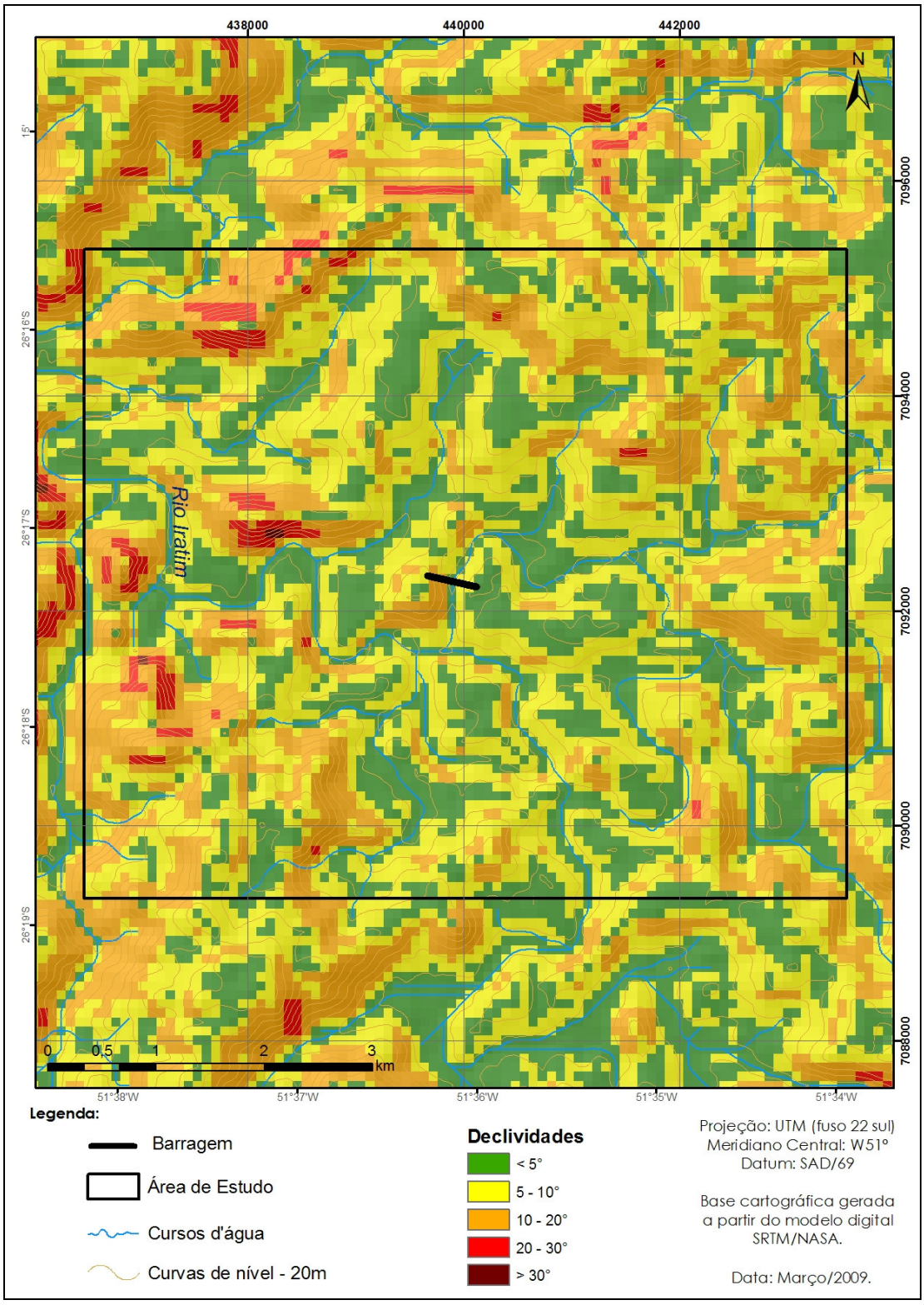
Predominam na área do empreendimento declividades de 0° a 5°, de 5° a 10° e de 10° a 20°, com ocorrência expressiva de declividades entre 0° e 5° (Figura 5.29).

**Figura 5.28:** Mapa hipsométrico da área do empreendimento.




Fonte: IGPLAN, 2009

**Figura 5.29 –** 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-americano 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).

De acordo com essa 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.

Esses 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 5.30), 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).

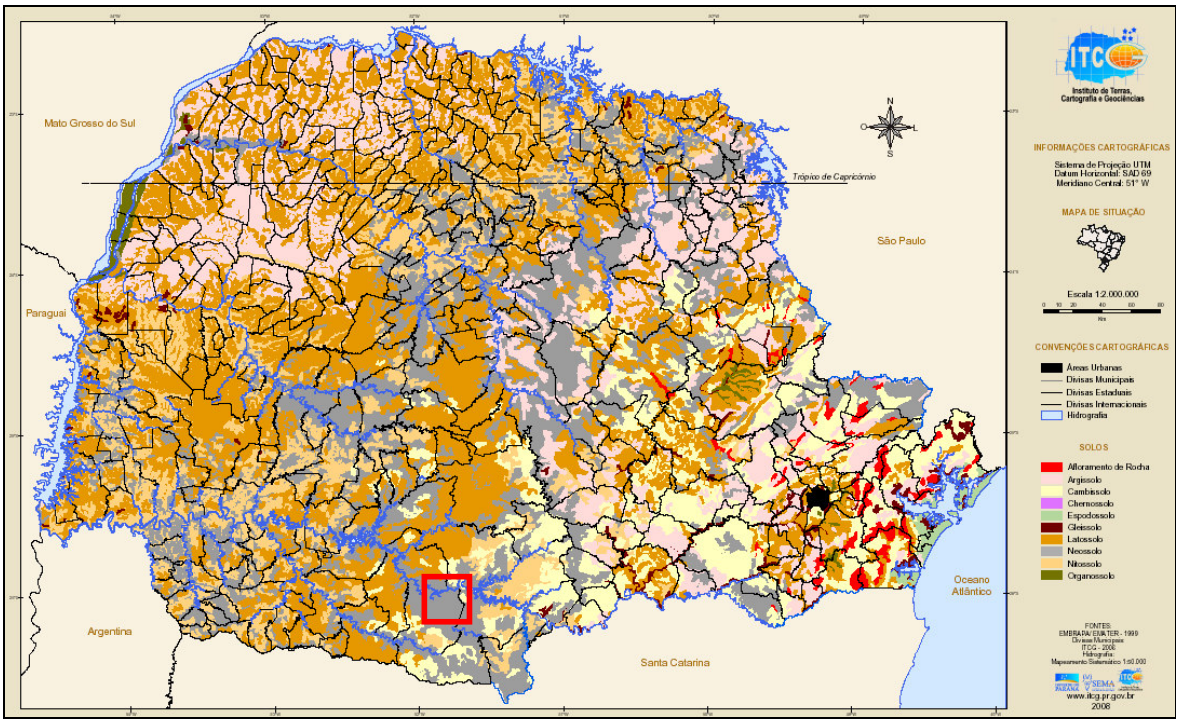
Nessa classificação os neossolos constituem solos pouco evoluídos, com ausência de horizonte B diagnóstico e com menos de 30cm de espessura, caracterizados pela baixa modificação dos materiais originários em virtude da pequena expressão dos processos pedogenéticos. Incluem solos anteriormente conhecidos 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 cambissolos háplicos alumínicos (Figura 5.31), estando esses últimos concentrados nos setores nordeste e leste da área considerada.

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 2mm (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 B diagnóstico.

Os neossolos litólicos distróficos apresentam baixa saturação por bases (< 50%) e de modo generalizado no setor estudado (Figura 5.31).

**Figura 5.30:** Mapa de solos do Estado do Paraná. Em destaque área do empreendimento.




Fonte: ITCG, 2006.

Ainda segundo a EMBRAPA (2006) os cambissolos háplicos são solos que não se enquadram nas demais classes de cambissolos (húmicos e flúvicos). Os cambissolos háplicos alumínicos apresentam caráter alumínico (solos com saturação por alumínio > 50% e/ou saturação por bases < 50%) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

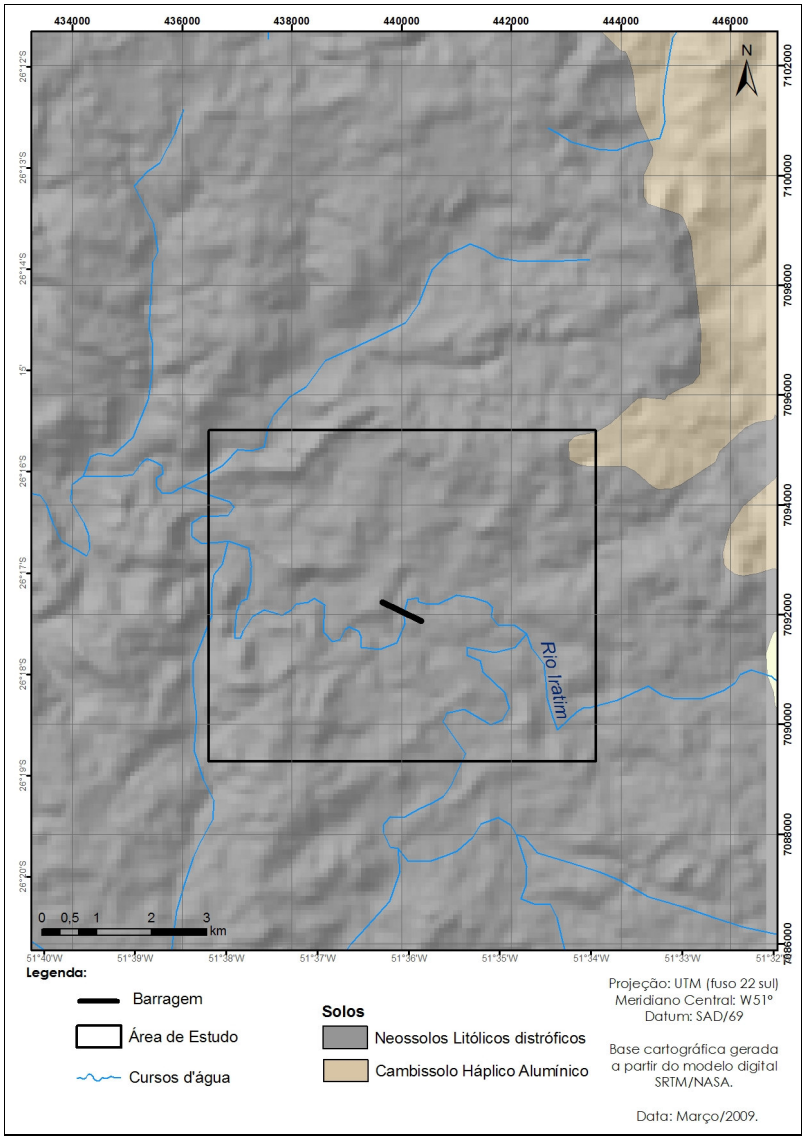
Apesar da discrepância entre as classes de solos apresentadas nos mapeamentos disponibilizados pelo SISCOM/IBAMA e ITCG, deve-se atentar para o fato de que ambos os tipos de solos – cambissolos e neossolos litólicos – constituem solos menos desenvolvidos, pouco espessos e sobrepostos diretamente sobre 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 2m, com diversas espessuras

intermediárias entre os extremos, em ocorrências por vezes muito próximas (Figura 5.32).

Observou-se em diversos setores da área do empreendimento e entorno a ocorrência de perfis mais desenvolvidos de solos, sugerindo que a abrangência de cambissolos pode ser maior do que aquela prevista no mapeamento do ITCG (Figura 5.33).

**Figura 5.31:** 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.

**Figura 5.32:** Exemplo de perfis de solos com profundidades variadas, lado a lado, observados na área do empreendimento e entorno, de decimétricas (esquerda) a métricas (direita). Ponto 13.



Fonte: IGPLAN, 2009.

**Figura 5.33:** Perfil típico de cambissolo, com profundidade de aproximadamente 1,7 m, horizonte B cores 7,5YR 3/4 (bruno escuro) e 5YR 4/4 (bruno avermelhado), textura argilosa. Ponto 28.



Fonte: IGPLAN, 2009.

Essas ocorrências 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 (Figura 5.34). Os processos erosivos observados na área da PCH e entorno sugerem uma combinação de solos instáveis e práticas não preservacionistas.

**Mapa 6:** Pedologia – Área de Influência Indireta (ANEXO)
**Mapa 7:** Pedologia – Área de influência direta (ANEXO)

**Figura 5.34 –** Processos erosivos lineares instalados em área com declividade moderada associados a instalação de estrada. Pontos 29 (superior) e 33 (inferior).





Fonte: IGPLAN, 2009.

### 5.1.7. Contexto Hidrografico

#### 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 MWh médios, considerando que o rio seria integralmente aproveitado pela 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 Faxinal dos Santos localiza-se na divisa dos municípios de Bituruna e Palmas e representa o aproveitamento nº5 do Complexo Hidrelétrico do rio Iratim, constituído na seguinte forma (Tabela 5.6):

**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 102 km da foz do rio Iratim e contará com um reservatório de 4,72 km$^2$ para potência instalada de 14,4 MW, com área de drenagem de 556 km$^2$ e desnível de 90 m entre o setor montante e jusante do empreendimento (Tabela 5.6).

**Mapa 8:** Base Cartográfica – Área de influência indireta (ANEXO)

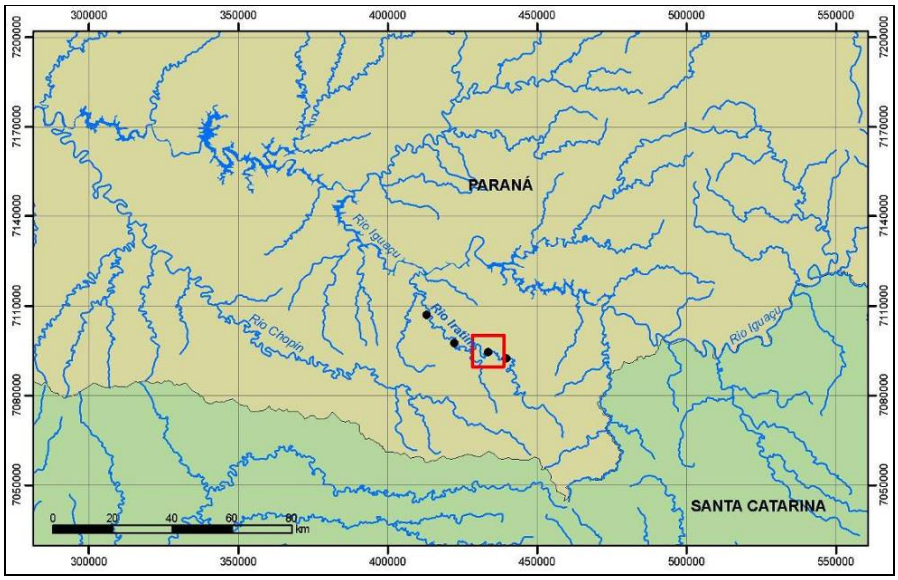
### 5.1.7.2. Contexto Hidrográfico Regional

O rio Iratim está inserido no contexto hidrográfico da bacia do rio Iguaçu (Figura 5.35), 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 5.36). O grande número de desníveis que apresenta a partir desse ponto o torna um dos mais importantes rios brasileiros que contribuem para a geração de energia elétrica (Figura 5.37).

**Figura 5.35:** Contexto hidrográfico geral de localização da PCH. Em destaque a área do empreendimento.




Fonte: IGPLAN, 2009.

**Figura 5.36:** Aspecto do rio Iguaçu nas proximidades do município de Bituruna, na região da PCH.



Fonte: IGPLAN, 2009.

**Figura 5.37:** UH Governador Bento Munhoz da Rocha Neto, situada no rio Iguaçu, situada na divisa dos municípios de Bituruna e Pinhão, na região da PCH.

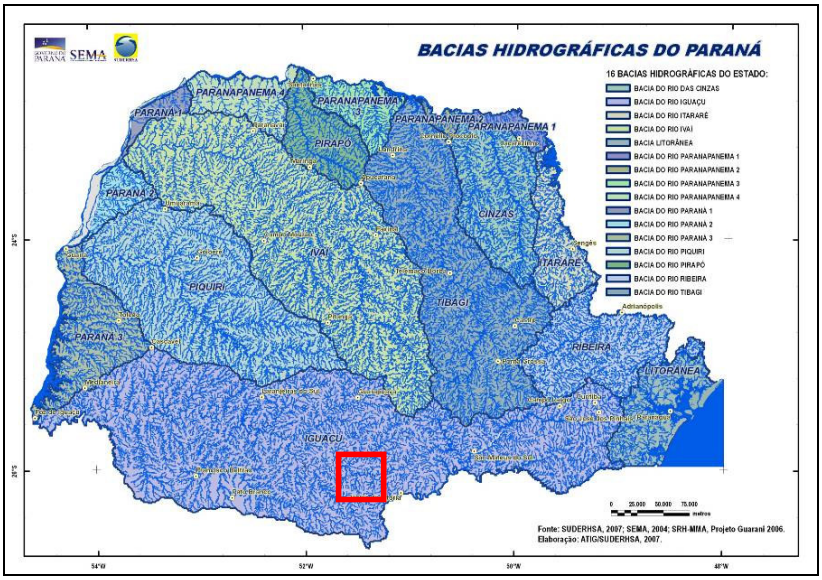


Fonte: IGPLAN, 2009.

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 5.38).

**Figura 5.38:** 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

[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.

área do empreendimento localizam-se na Unidade 11 – Afluentes do Médio Iguaçu (Figura 5.39).

**Figura 5.39:** 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 5.40 e 5.41).

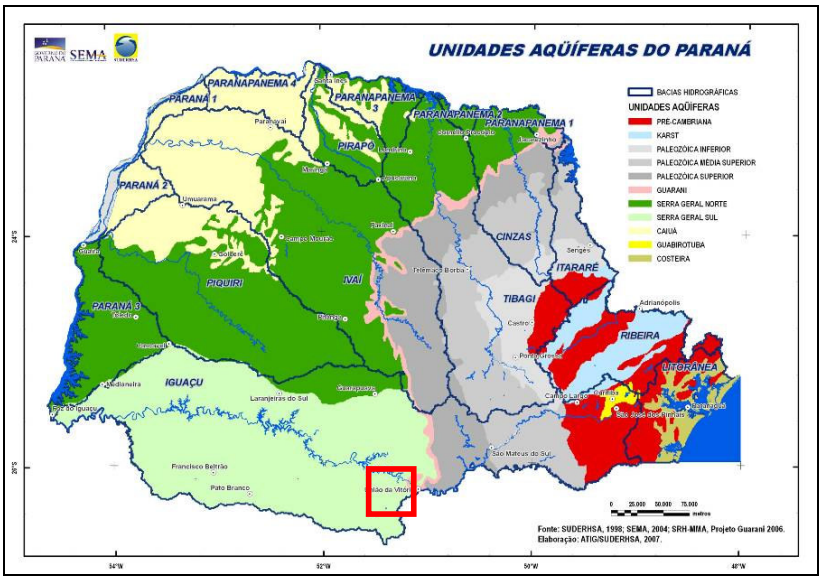
Segundo a SUDERHSA (2009), a Unidade Serra Geral

> *"compreende as rochas basálticas da Formação Serra Geral abrangendo uma área de afloramento de aproximadamente 102.000 km2, subdividida em Unidade Serra Geral Norte (aproximadamente 64.000 km2) e Serra Geral Sul (38.000 km2). (...) 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 é determinada 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 metros. A Unidade Sul é caracterizada por rochas de composição ácida, apresentando espessura média de solo muito pequena – 0 a 10 metros - 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 metros e 130 metros e vazão média de 18 m3/hora e 10 m3/hora, respectivamente."*

**Figura 5.40:** Unidades Aqüíferas do Estado do Paraná. Em destaque a área do empreendimento.




Fonte: SUDERHSA, 2007.

**Figura 5.41:** Unidade Aqüífera Serra Geral Sul. Em destaque a área do empreendimento.

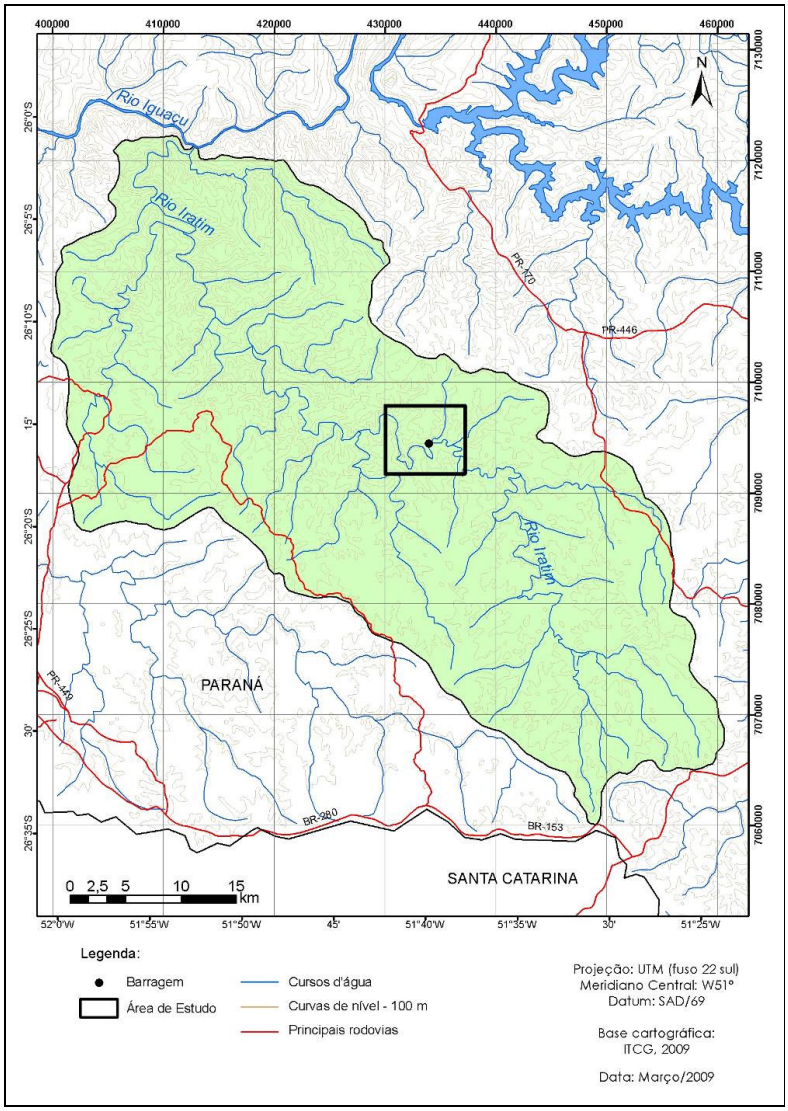



Fonte: SUDERHSA, 2004.

### 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 5.42).

**Figura 5.42 –** 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).

[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$^2$.

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.

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 figura 5.43.

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

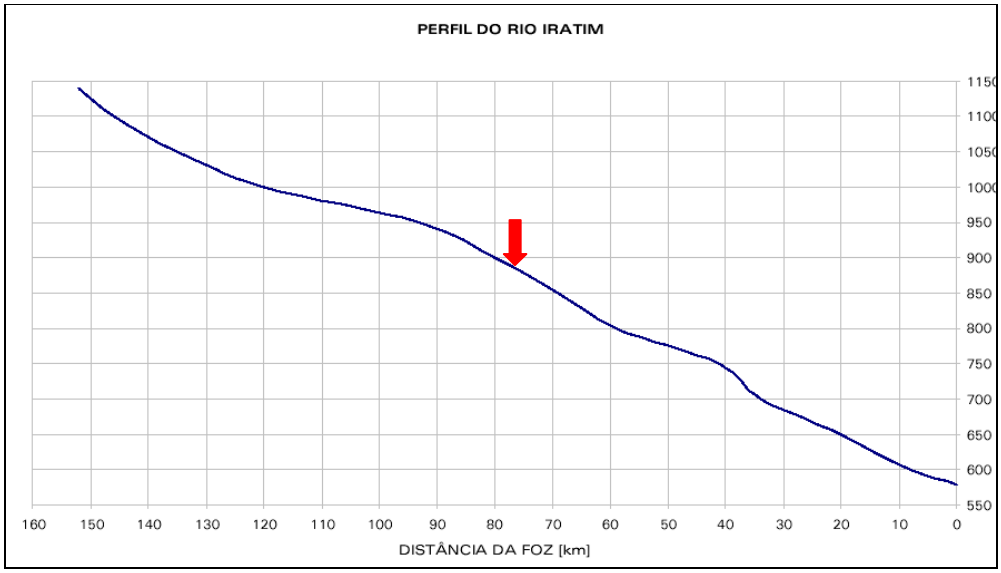
| Elevação (m) | Distância da Foz (km) |
|---|---|
| 580 | 0 |
| 600 | 8 |
| 650 | 20 |
| 700 | 34 |
| 750 | 41 |
| 800 | 59 |
| 850 | 69 |
| 900 | 80 |
| 950 | 93 |
| 1000 | 120 |
| 1051 | 135 |
| 1100 | 146 |
| 1140 | 152 |

Fonte: Correcta Consultoria e Projetos de Engenharia, 2008.

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 nessa parte da bacia do rio Paraná. O rio Iratim segue percurso aproximadamente paralelo ao rio Chopin e mesmo ao rio Iguaçu (Figuras 5.35 e 5.42), chegando a assemelhar-se a uma continuidade desse quando observado em um contexto mais amplo (Figura 5.35).

Na área da PCH e entorno o rio Iratim apresenta leito amplo, com largura superior a 30 m, pouca profundidade, fluxo laminar (não turbulento) e subcrítico (tranqüilo), salvo em trechos de maior desnível, onde ocorrem quedas d'água de expressiva magnitude (Figuras 5.44 e 5.45).

**Figura 5.43:** Perfil longitudinal do rio Iratim. Em destaque a área do empreendimento.




Fonte: Correcta Consultoria e Projetos de Engenharia, 2008.

**Figura 5.44:** Aspecto do rio Iratim na área do empreendimento, ponto 27.



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 do 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.

**Figura 5.45:** Quedas d'água no rio Iratim em trecho a jusante da barragem, junto à futura casa de força. Ponto 37.



Fonte: IGPLAN, 2009.

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. Os dados dessa estação foram extrapolados para as PCHs Engenho Velho e Vista Alegre, porém não para a PCH Faxinal dos Santos. Os dados em série histórica de 1956 a 2007 indicam para a PCH Vista Alegre, ponto mais próximo da PCH Faxinal dos Santos, valores de vazão significativos, com uma média mensal de 38,73 $m^3/s$, sendo a vazão média máxima mensal de 303,90 $m^3/s$, registrada em julho de 1983, e a média mínima mensal de 2,80 $m^3/s$, 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 5.42) 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 5.46), permite observar padrões dendríticos e paralelos com propriedades referentes ao alto grau de integração, média densidade de drenagem, 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 E-W, N-S e NE-SW. O rio Iratim assume na área percurso em zigue-zague, apresentando em diversos pontos ângulos de 90$^{o}$ ou superiores.

Os afluentes do rio Iratim nesse trecho são numerosos e de porte variado. Alguns são pequenos e pouco caudalosos, com profundidades médias de 10 a 30 cm (Figura 5.47); outros de médio porte e mais caudalosos, como o rio Lajeado Grande (Figura 5.48), que terá seu trecho extremo jusante inundado pelo represamento do rio Iratim. Os leitos de todos os cursos d'água da área são, via de regra, pedregosos, com raras deposições de areia.

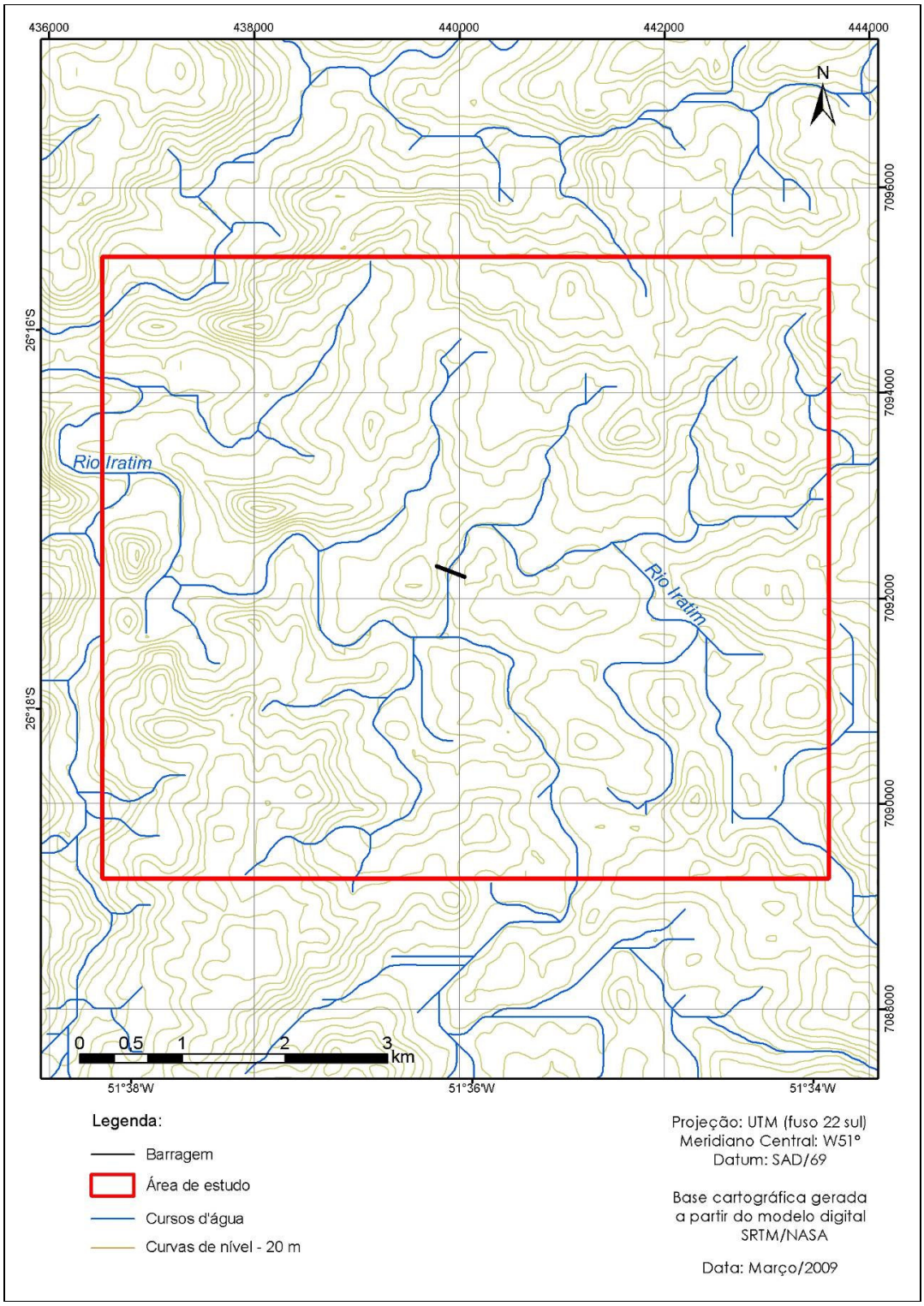
**Tabela 5.8:** Vazões médias mensais calculadas para a área da PCH Faxinal dos Santos.

Vazões em m³/s

| ANO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | Média anual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1956 | 36,00 | 31,00 | 14,10 | 34,70 | 54,80 | 23,80 | 15,60 | 25,50 | 24,30 | 10,10 | 2,80 | 5,20 | 23,16 |
| 1957 | 13,90 | 26,10 | 8,10 | 18,40 | 18,80 | 42,90 | 84,00 | 127,00 | 114,60 | 33,80 | 32,30 | 16,90 | 44,73 |
| 1958 | 8,60 | 7,50 | 32,40 | 19,60 | 3,50 | 14,40 | 18,10 | 35,30 | 64,40 | 28,90 | 21,40 | 37,10 | 24,27 |
| 1959 | 11,40 | 27,40 | 23,70 | 12,90 | 19,60 | 25,50 | 19,30 | 19,90 | 20,60 | 16,20 | 9,40 | 8,50 | 17,87 |
| 1960 | 11,40 | 14,70 | 6,90 | 16,10 | 11,00 | 10,10 | 8,80 | 15,20 | 18,90 | 35,00 | 39,00 | 12,50 | 16,63 |
| 1961 | 16,20 | 9,80 | 68,10 | 37,10 | 39,60 | 22,20 | 10,30 | 3,20 | 55,00 | 44,30 | 34,60 | 27,70 | 30,68 |
| 1962 | 15,10 | 23,80 | 23,10 | 9,50 | 16,90 | 25,00 | 12,20 | 5,80 | 28,70 | 50,20 | 14,70 | 4,60 | 19,13 |
| 1963 | 18,80 | 35,50 | 24,20 | 18,30 | 16,00 | 11,00 | 5,00 | 3,80 | 7,70 | 61,80 | 66,60 | 28,20 | 24,74 |
| 1964 | 13,30 | 17,70 | 15,00 | 17,50 | 41,40 | 24,20 | 28,90 | 40,00 | 34,90 | 15,40 | 11,20 | 8,60 | 22,34 |
| 1965 | 14,20 | 17,20 | 15,10 | 17,20 | 54,60 | 28,60 | 65,60 | 26,10 | 27,00 | 67,60 | 56,50 | 39,00 | 35,73 |
| 1966 | 22,20 | 42,30 | 31,10 | 11,80 | 11,80 | 31,30 | 35,10 | 15,70 | 40,10 | 37,80 | 27,00 | 24,30 | 27,54 |
| 1967 | 21,60 | 29,00 | 53,60 | 16,50 | 9,30 | 30,10 | 18,40 | 20,40 | 20,90 | 9,50 | 17,00 | 42,40 | 24,06 |
| 1968 | 14,20 | 7,70 | 9,60 | 12,60 | 11,50 | 9,50 | 21,60 | 9,10 | 10,50 | 9,80 | 20,20 | 32,50 | 14,07 |
| 1969 | 26,80 | 16,10 | 20,40 | 51,70 | 37,30 | 75,20 | 35,90 | 14,80 | 15,30 | 32,70 | 22,90 | 18,20 | 30,61 |
| 1970 | 15,30 | 20,30 | 14,40 | 11,80 | 21,40 | 59,20 | 47,90 | 14,60 | 29,20 | 24,10 | 7,20 | 33,70 | 24,93 |
| 1971 | 55,30 | 28,50 | 27,30 | 31,10 | 55,30 | 68,40 | 44,50 | 22,60 | 13,60 | 14,90 | 3,10 | 7,10 | 30,98 |
| 1972 | 15,10 | 56,00 | 21,80 | 33,80 | 7,80 | 32,80 | 40,10 | 80,60 | 109,80 | 59,40 | 29,10 | 26,00 | 42,69 |
| 1973 | 27,50 | 54,00 | 38,40 | 19,80 | 43,50 | 63,00 | 54,30 | 61,40 | 66,90 | 53,70 | 25,80 | 19,40 | 43,98 |
| 1974 | 14,50 | 24,30 | 9,30 | 8,60 | 6,80 | 27,20 | 41,50 | 17,10 | 28,10 | 14,10 | 20,60 | 15,80 | 18,99 |
| 1975 | 19,40 | 21,00 | 26,80 | 12,20 | 9,50 | 11,90 | 13,70 | 18,50 | 45,40 | 60,70 | 36,40 | 50,60 | 27,18 |
| 1976 | 21,70 | 15,30 | 22,00 | 24,80 | 20,40 | 57,20 | 27,30 | 47,60 | 24,60 | 15,40 | 33,20 | 14,40 | 26,99 |
| 1977 | 18,30 | 15,50 | 35,20 | 29,90 | 10,00 | 22,80 | 25,80 | 31,70 | 25,00 | 29,50 | 28,30 | 24,50 | 24,96 |
| 1978 | 8,30 | 5,60 | 14,90 | 3,20 | 9,80 | 10,40 | 31,60 | 25,70 | 21,10 | 12,40 | 15,70 | 20,30 | 14,92 |
| 1979 | 8,10 | 5,60 | 14,40 | 19,50 | 83,80 | 27,40 | 19,60 | 27,50 | 26,80 | 67,30 | 52,60 | 28,30 | 31,74 |
| 1980 | 25,90 | 12,50 | 35,50 | 19,60 | 31,70 | 25,50 | 36,40 | 34,90 | 43,90 | 19,70 | 14,10 | 21,70 | 26,78 |
| 1981 | 36,50 | 45,90 | 24,60 | 24,20 | 24,00 | 23,60 | 14,60 | 7,30 | 13,10 | 22,50 | 22,70 | 31,00 | 24,17 |
| 1982 | 13,10 | 23,70 | 10,80 | 3,50 | 14,30 | 42,00 | 95,10 | 33,00 | 15,60 | 37,10 | 106,90 | 38,10 | 36,10 |
| 1983 | 22,90 | 23,50 | 61,70 | 41,30 | 143,30 | 104,20 | 303,90 | 61,40 | 57,50 | 52,50 | 47,80 | 19,20 | 78,27 |
| 1984 | 15,10 | 7,50 | 13,50 | 27,00 | 28,80 | 77,10 | 32,70 | 111,10 | 43,00 | 25,30 | 51,20 | 32,30 | 38,72 |
| 1985 | 10,70 | 42,10 | 25,30 | 61,80 | 27,00 | 22,00 | 21,00 | 14,30 | 13,40 | 17,90 | 36,20 | 5,80 | 24,79 |
| 1986 | 12,50 | 67,40 | 31,20 | 50,60 | 45,50 | 42,70 | 17,50 | 37,20 | 33,30 | 35,60 | 27,40 | 16,60 | 34,79 |
| 1987 | 7,40 | 24,90 | 18,10 | 17,90 | 142,60 | 79,30 | 50,60 | 18,50 | 9,50 | 23,60 | 16,70 | 7,30 | 34,70 |
| 1988 | 4,70 | 10,30 | 24,50 | 11,20 | 93,40 | 52,80 | 19,20 | 3,80 | 3,90 | 27,00 | 15,00 | 16,30 | 23,51 |
| 1989 | 42,00 | 62,50 | 29,30 | 23,70 | 46,30 | 13,80 | 22,50 | 34,10 | 86,30 | 36,60 | 17,40 | 6,90 | 35,12 |
| 1990 | 36,20 | 28,50 | 15,20 | 54,40 | 50,30 | 118,10 | 53,30 | 53,70 | 46,80 | 45,10 | 33,20 | 26,90 | 46,81 |
| 1991 | 9,00 | 9,90 | 7,10 | 19,00 | 14,40 | 47,00 | 32,50 | 21,90 | 5,20 | 23,00 | 26,60 | 22,50 | 19,84 |
| 1992 | 16,30 | 8,70 | 15,20 | 18,30 | 91,40 | 76,60 | 81,20 | 36,70 | 36,00 | 20,30 | 28,50 | 17,70 | 37,24 |
| 1993 | 16,70 | 17,90 | 18,30 | 21,20 | 58,80 | 37,00 | 30,90 | 18,20 | 35,50 | 62,50 | 15,80 | 17,40 | 29,18 |
| 1994 | 5,40 | 24,10 | 18,40 | 7,90 | 43,80 | 61,00 | 70,60 | 20,60 | 14,20 | 16,70 | 37,40 | 23,20 | 28,61 |
| 1995 | 85,90 | 33,60 | 23,10 | 18,90 | 8,00 | 18,50 | 42,40 | 13,40 | 37,20 | 52,40 | 12,70 | 10,80 | 29,74 |
| 1996 | 37,10 | 45,60 | 55,00 | 36,20 | 6,20 | 40,50 | 65,70 | 25,70 | 39,90 | 72,90 | 36,20 | 33,60 | 41,22 |
| 1997 | 24,60 | 89,90 | 33,10 | 10,60 | 30,90 | 72,80 | 42,20 | 75,80 | 28,10 | 99,40 | 93,20 | 33,80 | 52,87 |
| 1998 | 35,80 | 53,00 | 52,90 | 147,70 | 69,80 | 26,20 | 32,10 | 88,20 | 79,10 | 96,30 | 17,70 | 24,60 | 60,28 |
| 1999 | 22,20 | 22,40 | 12,30 | 25,70 | 13,30 | 51,80 | 58,30 | 11,10 | 17,60 | 55,50 | 11,50 | 8,90 | 25,88 |
| 2000 | 12,30 | 22,90 | 39,20 | 24,10 | 32,30 | 20,50 | 37,50 | 18,00 | 83,90 | 55,00 | 17,70 | 7,90 | 30,94 |
| 2001 | 32,10 | 107,60 | 51,00 | 29,10 | 27,20 | 44,40 | 35,60 | 20,90 | 15,10 | 79,70 | 46,80 | 17,30 | 42,23 |
| 2002 | 12,50 | 10,20 | 12,50 | 6,00 | 41,60 | 27,80 | 14,10 | 25,50 | 37,50 | 37,90 | 57,80 | 34,20 | 26,47 |
| 2003 | 7,20 | 14,00 | 28,90 | 16,30 | 11,00 | 42,10 | 21,00 | 8,10 | 6,10 | 13,30 | 33,40 | 64,20 | 22,13 |
| 2004 | 41,00 | 10,40 | 11,10 | 11,40 | 39,80 | 36,20 | 46,20 | 25,30 | 25,30 | 56,10 | 65,60 | 13,40 | 31,82 |
| 2005 | 19,60 | 4,30 | 8,60 | 24,40 | 55,30 | 68,10 | 35,70 | 17,10 | 72,40 | 103,30 | 34,50 | 6,40 | 37,48 |
| 2006 | 11,30 | 14,40 | 13,10 | 14,40 | 2,80 | 2,90 | 7,30 | 18,20 | 27,10 | 21,20 | 11,60 | 14,80 | 13,26 |
| 2007 | 24,80 | 14,90 | 24,60 | 61,00 | 107,20 | 28,70 | 23,90 | 13,90 | 5,20 | 22,40 | 43,50 | 24,20 | 32,86 |
| 2008 | | | | | | | | | | | | | |
| Máxima | 85,90 | 107,60 | 68,10 | 147,70 | 143,30 | 118,10 | 303,90 | 127,00 | 114,60 | 103,30 | 106,90 | 64,20 | 78,27 |
| Média | 20,92 | 27,01 | 24,75 | 25,31 | 36,83 | 39,56 | 39,79 | 30,33 | 34,71 | 39,14 | 30,90 | 21,98 | 30,94 |
| Mínima | 4,70 | 4,30 | 6,90 | 3,20 | 2,80 | 2,90 | 5,00 | 3,20 | 3,90 | 9,50 | 2,80 | 4,60 | 13,26 |
| Máxima | 303,90 | | | | Mínima | 2,80 | | | | QMLT | 30,94 | | |

Fonte: Correcta, 2008.

**Figura 5.46:** Rede hidrográfica da área do empreendimento gerada a partir do modelo SRTM, com precisão equivalente à escala 1:50.000.




Fonte: IGPLAN, 2009.

**Figura 5.47:** Exemplos de afluentes de menor porte do rio Iratim na área do empreendimento. Pontos 13 (superior), 32 (inferior esquerda) e 34 (inferior direita).







Fontes: IGPLAN, 2009.

**Figura 5.48:** Rio Lajeado Grande, afluente de médio porte do rio Iratim. Ponto 29.



Fonte: IGPLAN, 2009.