5. DIAGNÓSTICO SÓCIO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO APROVEITAMENTO

5.1. Meio Físico

5.1.1. Introdução

O relatório temático do meio físico ora apresentado tem como objetivo principal fornecer subsídios para a elaboração do Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EPIA) referente ao aproveitamento hidrelétrico da bacia hidrográfica do Rio Iapó, PR.

O EPIA tem por finalidade embasar, subsidiar e justificar a solicitação de licenciamento, autorização ambiental de empreendimentos ou atividades efetiva e/ou potencialmente impactantes. O foco deste relatório é voltado ao levantamento e descrição dos principais componentes do meio físico sob a ótica da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) na bacia hidrográfica do Rio Iapó, procurando-se identificar aspectos positivos e negativos dos empreendimentos previstos, em especial aqueles considerados potencial ou efetivamente causadores de degradação ambiental em seu sentido mais amplo.

Segundo a resolução n^{o} 394 da ANEEL de 04/12/1998, Pequena Central Hidrelétrica 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 climático, geológico, geomorfológico, pedológico, hidrográfico/hidrológico da bacia hidrográfica e seu contexto regional, assim como da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) dos empreendimentos, de modo a compor um panorama dos principais aspectos do meio físico e sua interação dinâmica na área estudada.

O relatório está estruturado em itens referentes a cada tema analisado, subdivididos em contexto geral e contexto local do aproveitamento da PCH Castro, em especial da AID.

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geociências

MINEROPAR – Minerais do Paraná S/A

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná

SISCOM – Sistema Compartilhado de Informações Ambientais

SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

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 na área de estudo.

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
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
	Mapa Geomorfológico do Estado do Paraná	1:250.000
SUDERHSA	PR – Unidades Aqüíferas	não informado

	PR – Unidades Hidrográficas	não informado
	PR – Bacias Hidrográficas	não informado
SEMA	Base Topográfica – Curvas de Nível	1:50.000
	Base Topográfica – Hidrografia	1:50.000
ANA	Hidrografia	Não informado
INPE	Refinamento do Modelo Digital de Elevação (MDE) do Programa Shuttle Radar Topography Mission - SRTM[1]	até 1:50.000

A produção cartográfica foi efetuada em ambiente SIG com o auxílio do programa ArcInfo 9.2, sendo todos os dados convertidos para a projeção UTM e *datum* SAD69, fuso 22 sul.

A área da bacia hidrográfica está inserida no contexto das folhas do mapeamento topográfico do IBGE SG-22-X-A (Telêmaco Borba), na escala 1:250.000, assim como das folhas SG-22-X-A-II-3, SG-22-X-A-II-4, SG-22-X-A-III-3, SG-22-X-A-V-1, SG-22-X-A-V-2, SG-22-X-A-V-4, SG-22-X-A-VI-1, SG-22-X-A-VI-2, SG-22-X-A-VI-3 e SG-22-X-A-VI-4, na escala 1:50.000.

Os dados cartográficos referentes a curvas de nível, disponibilizados pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA) e que compõem a base cartográfica digital da bacia hidrográfica do Rio Iapó na escala 1:50.000, encontram-se completos para todas as folhas topográficas. No entanto, não há dados de hidrografia na mesma escala para as folhas SG-22-X-A-II-4 e SG-22-X-A-VI-4, estando as demais folhas completas.

Dado o detalhamento da rede hidrográfica na escala 1:50.000, utilizou-se para contextualização geral da bacia dados cartográficos da rede hidrográfica disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) em escala menor, porém não informada.

[1] Disponível em http://www.dpi.inpe.br/topodata

Optou-se adicionalmente pela utilização de um refinamento, efetuado pelo INPE, do Modelo Digital de Elevação (MDE) gerado pelo programa aeroespacial Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) da NASA, referente à folha SG-22-Y-B, escala 1:250.000.

Com o Modelo Digital de Elevação do SRTM foi possível gerar curvas de nível com eqüidistância de 20 m, compatíveis com um mapeamento na escala 1:50.000, e produtos temáticos de suporte às análises. Desta forma, os dados do refinamento do modelo digital da NASA foram adotados como complemento da base digital de trabalho.

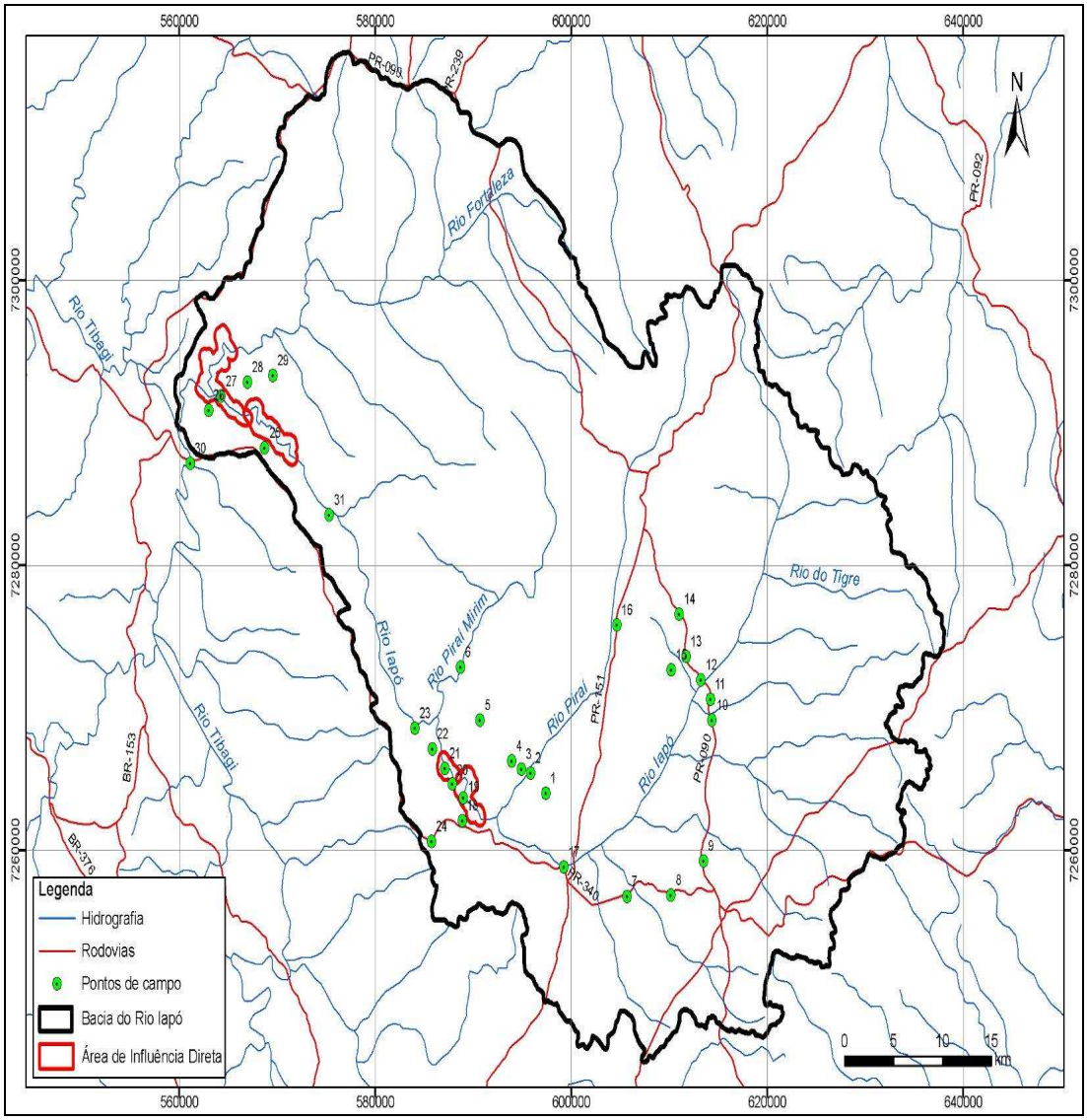
Os trabalhos de campo foram realizados no mês de junho de 2010. Efetuaram-se percursos distribuídos em trechos situados no interior da área da bacia hidrográfica, preferencialmente concentrados nas proximidades do Rio Iapó, com registros mais detalhados em 31 pontos específicos (Figura 5.1). A definição dos percursos realizados foi pautada na existência de vias de acesso, assim como de sua trafegabilidade, nos mapeamentos geológicos, geomorfológicos, acesso a cursos d'água e de reconhecimento de solos pré-existentes.

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, efetuar avaliação da compartimentação geomorfológica e de distribuição da rede hidrográfica na área de estudo, assim como coletar amostras de água em pontos selecionados para fins de análise de sua qualidade. Efetuou-se em todos os trajetos realizados o registro fotográfico dos elementos observados, assim como registro de coordenadas UTM em receptor GPS.

As observações de campo tiveram como base elementos como perfis em cortes de estradas e/ou morros, formas do relevo, cotas altimétricas, mudanças ou quebras de declividade, grau de dissecação, discordâncias, distribuição e natureza da cobertura vegetal e uso da terra. Adicionalmente, durante os percursos de campo, procurou-se

obter dados objetivos e subjetivos complementares às observações efetuadas por meio de questionamentos sobre questões relacionadas à distribuição de materiais superficiais e subsuperficiais a moradores e trabalhadores nos locais visitados. O acesso ao local exato de algumas das futuras barragens foi prejudicado pela inexistência de vias trafegáveis ou grande densidade das matas próximas às margens do Rio Iapó.

Figura 5.1: Pontos visitados na bacia hidrográfica do Rio Iapó.



Fonte: IGPLAN, 2010.

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), prevalece 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.

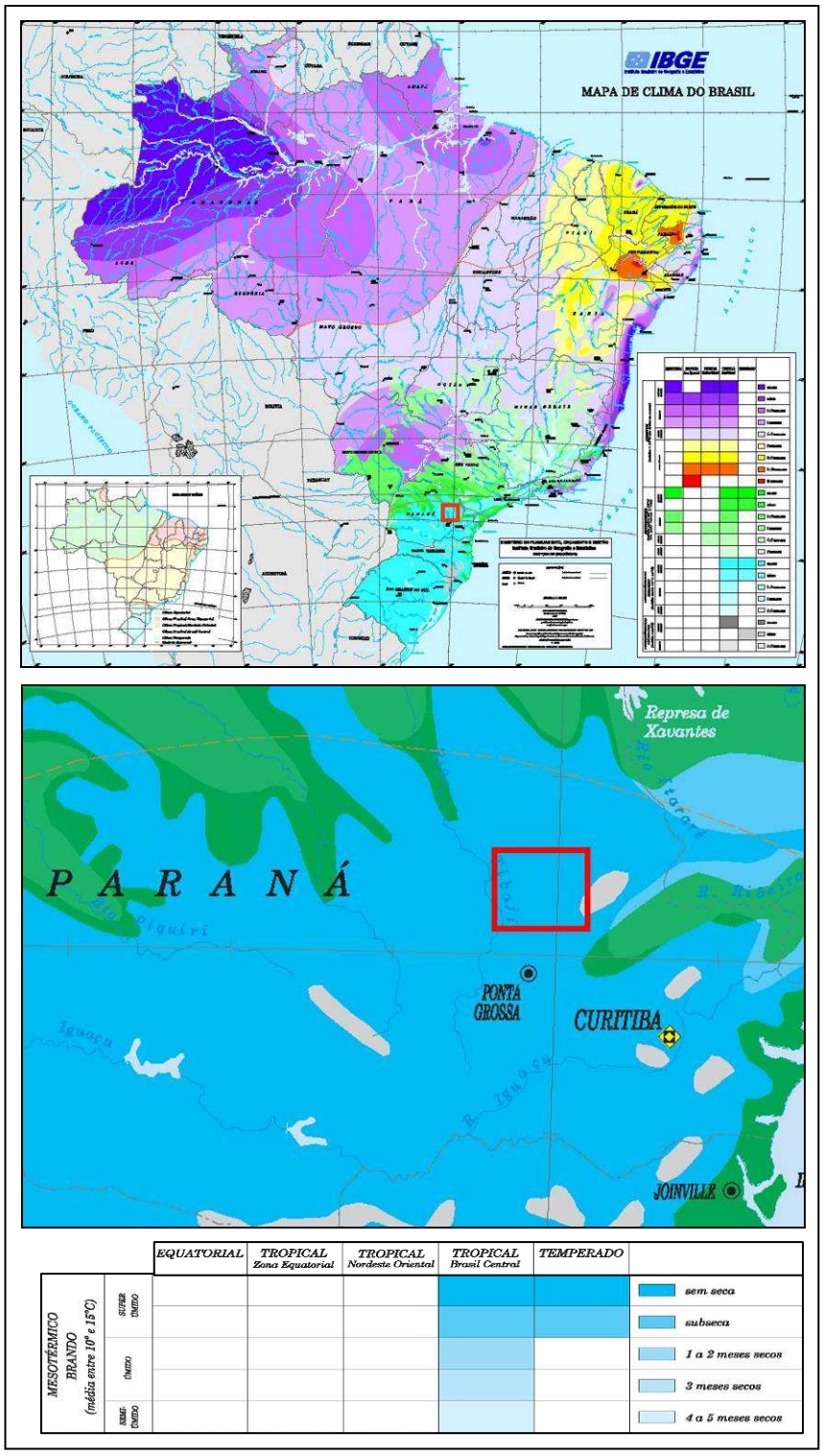
Diversas classificações climáticas podem ser aplicadas aos tipos e subtipos climáticos que ocorrem na região Sul do Brasil e no Estado do Paraná. Tais classificações procuram associar diferentes parâmetros climáticos, que se traduzem na definição de grupos climáticos principais.

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 da bacia do Rio Iapó 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 bacia do Rio Iapó 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, também indica para a região da bacia 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 de estudo.



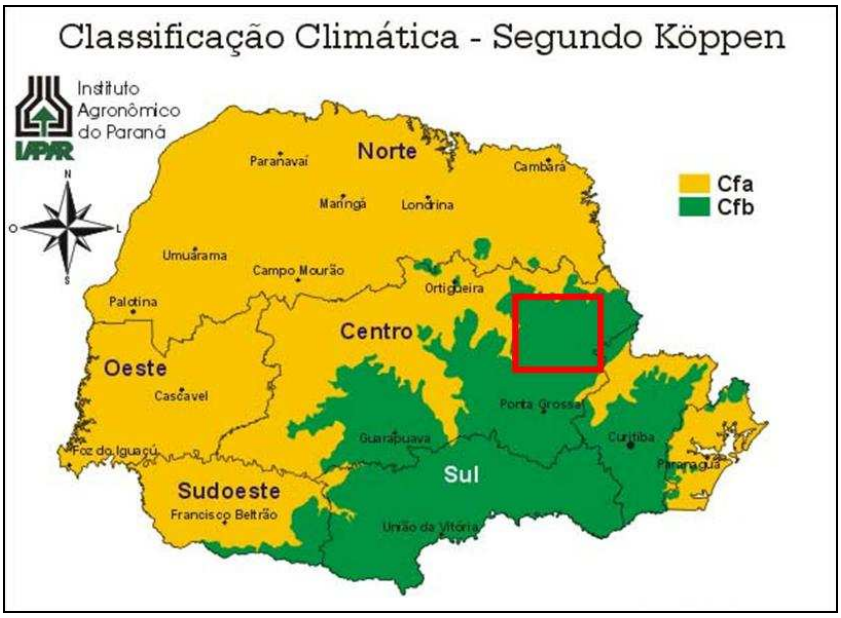
Fonte: IBGE, 2002.

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



Fonte: ITCG, 2008.

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



Fonte: IAPAR, 2010.

Já segundo o mapeamento disponibilizado pelo SISCOM/IBAMA na escala 1:3.000.000, ocorre na parte oeste da bacia o tipo climático Cfb e nas partes central

e leste o tipo climático Cfa, que indica clima temperado chuvoso e moderadamente quente, úmido em todas as estações, com verão quente.

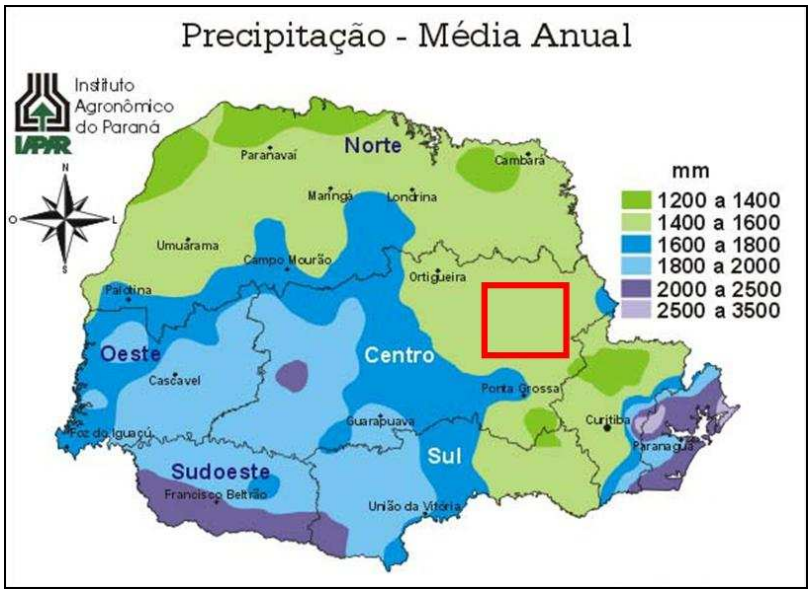
5.1.3.2. Precipitação e Umidade Relativa

A precipitação é um dos parâmetros mais utilizados na análise climatológica. Segundo o IAPAR (2010),

> 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 (2010), 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 bacia do Rio Iapó conta predominantemente com uma precipitação média anual de 1.400 a 1.600 mm (Figura 5.5). Tais índices são também confirmados através do mapeamento de distribuição da precipitação média anual apresentado pelo Instituto Tecnológico SIMEPAR (2010).

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



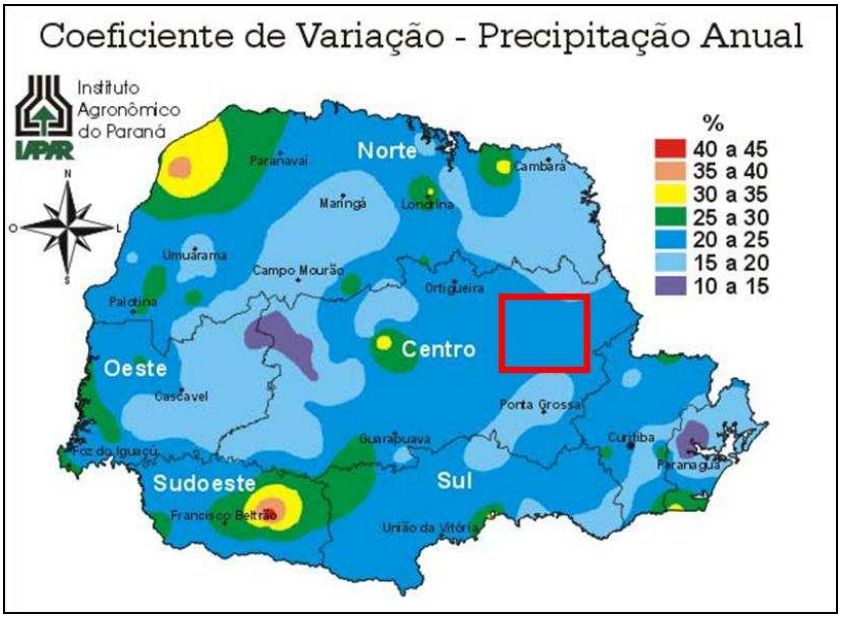
Fonte: IAPAR, 2010.

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 bacia do Rio Iapó 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 Pequenas Centrais Hidrelétricas.

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

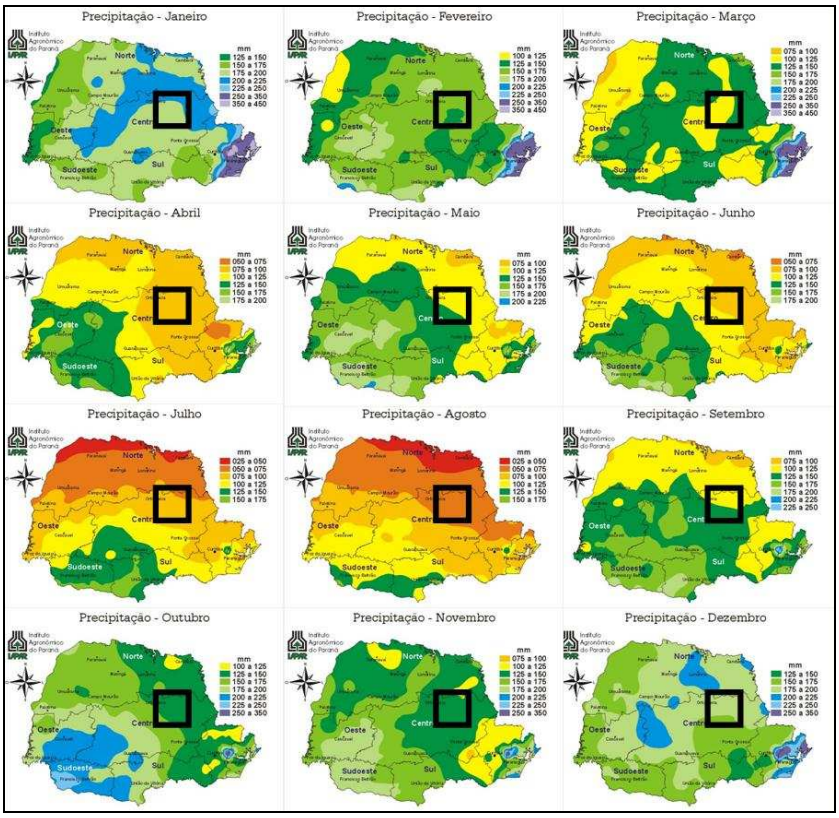
No entanto, é importante observar que na região onde se insere a bacia do rio Iapó a precipitação mensal pode variar em uma faixa ampla de 75 a 225 mm, porém com valores médios de aproximadamente 100 a 150 mm mensais distribuídos com variações ao longo dos meses do ano.

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



Fonte: IAPAR, 2010.

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



Fonte: IAPAR, 2010.

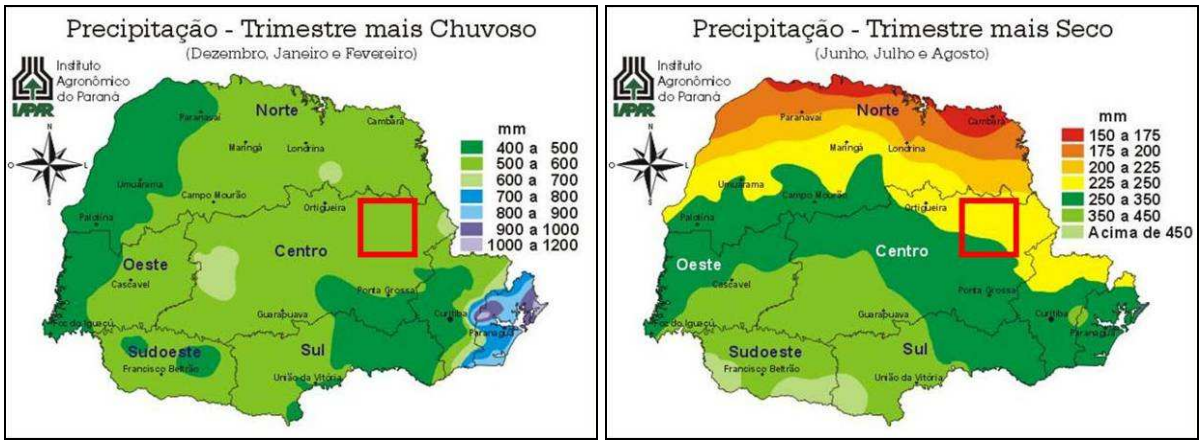
Ainda segundo o IAPAR (2010), o trimestre mais chuvoso (dezembro a fevereiro) apresenta no estado totais que variam entre 400 e 1.200 mm, estando a área em que se insere a bacia do Rio Iapó situada na faixa de 500 a 600 mm de precipitação trimestral total, uma das mais baixas do estado (Figura5.8).

Por outro lado, o trimestre mais seco (junho a agosto) apresenta no estado totais que variam entre 150 a mais de 450 mm. A área em estudo situa-se nas faixas de 225 a 250 mm e, em menor proporção, de 250 a 350 mm de precipitação trimestral total, sendo essas faixas intermediárias entre os extremos do estado (Figura 5.8).

Dado o posicionamento da região da bacia na faixa entre as menores precipitações no trimestre mais chuvoso e entre precipitações medianas no trimestre mais seco, a área apresenta oscilação de aproximadamente 100% em termos de distribuição da

precipitação anual, pois os valores oscilam entre cerca de 550 mm no trimestre mais úmido e cerca de 250 mm no trimestre mais seco (Figura 5.8).

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



Fonte: IAPAR, 2010.

Com relação à umidade relativa, o IAPAR (2010) informa que esta

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

A distribuição da umidade relativa anual no Paraná varia na escala higrométrica entre 65 a 70%, no norte do estado, e 80 a 85% na sua porção leste. A região em que se situa a bacia do Rio Iapó 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 de estudo.

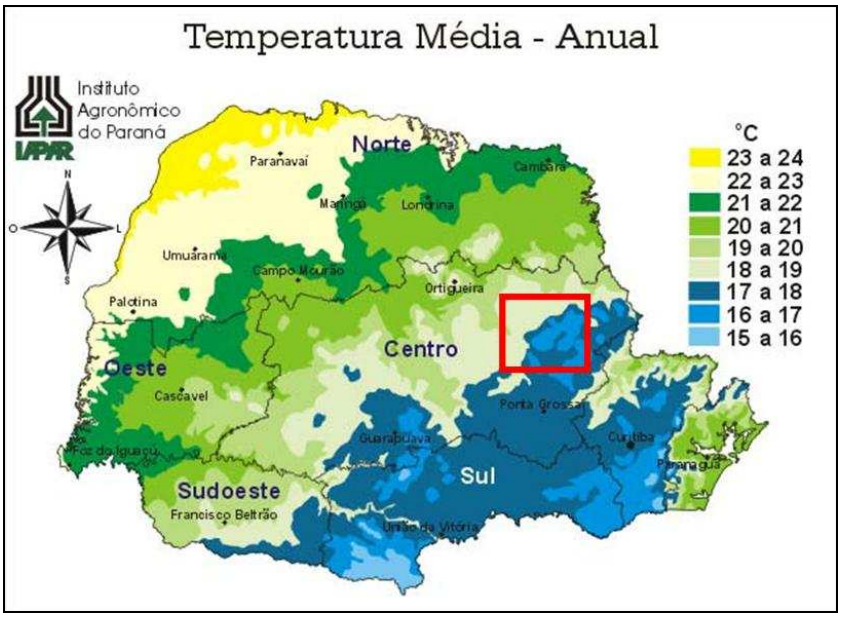


Fonte: IAPAR, 2010.

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 de estudo.



Fonte: IAPAR, 2010.

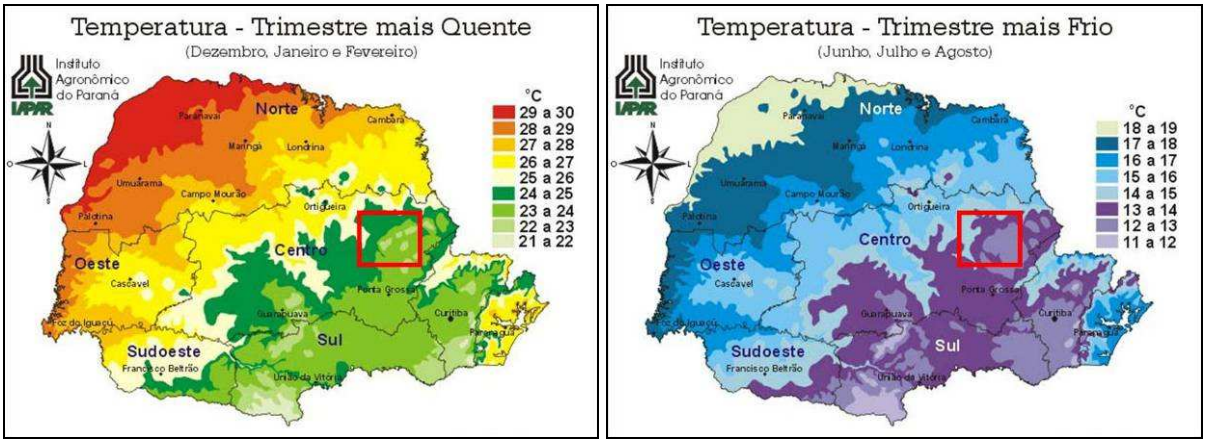
Observa-se que as maiores médias (> 22^{o}C) são encontradas na porção noroeste do estado, enquanto que as menores médias (<18^{o}C) situam-se em uma faixa que o atravessa no sentido NE-SW, estando as menores médias absolutas (<16^{o}C) concentradas no extremo sul do estado (IAPAR, 2010).

A área da bacia e entorno está localizada em uma região moderadamente fria do Estado do Paraná, onde ocorrem temperaturas médias anuais nas faixas de 18 a 19^{o}C, de 17 a 18^{o}C e de 16 a 17^{o}C, estando essa última faixa associada às áreas de maior altitude. A amplitude térmica média da área em questão é, portanto, baixa.

Conforme o IAPAR (2010), o trimestre mais quente do ano (dezembro a fevereiro) registra temperaturas médias bastante diversas no território estadual, que variam entre a faixa de 29 a 30^{o}C e a faixa de 21 a 22^{o}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 (2010), o trimestre mais frio do ano (junho a agosto) apresenta temperaturas médias que variam entre a faixa de 18 a 19°C e a faixa de 11 a 12°C. Neste contexto repete-se uma vez mais a distribuição geográfica das médias de temperaturas, estando as maiores médias localizadas a noroeste do estado e as menores na faixa NE-SW situada na porção sudeste do Paraná (Figura 5.11).

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



Fonte: IAPAR, 2010.

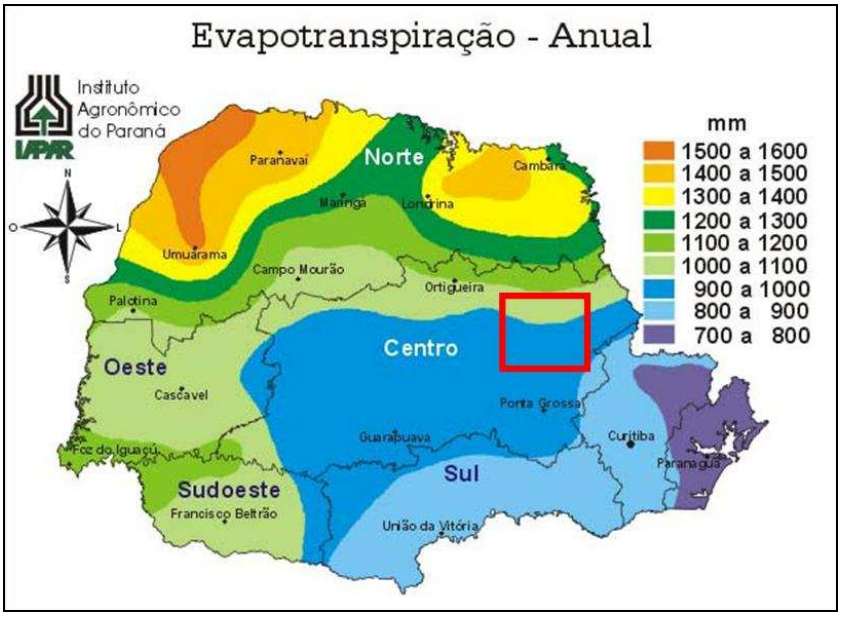
Na área da bacia e entorno verifica-se no trimestre mais quente o predomínio de médias nas faixas de 23 a 24°C e de 24 a 25°C, enquanto que no trimestre mais frio prevalecem as faixas de 12 a 13°C e de 13 a 14°C. Registra-se, assim, uma amplitude térmica de aproximadamente 11°C entre as médias de temperaturas do trimestre mais quente e do trimestre mais frio do ano.

Com relação à evapotranspiração, o IAPAR (2010) relata que

> a transferência de água de uma superfície qualquer para a atmosfera, por meio dos processos de evaporação e transpiração, é denominada evapotranspiração. Normalmente se estima a evapotranspiração devido à dificuldade de se separar os processos de evaporação - perda de água diretamente das superfícies para a atmosfera - e transpiração - perda de água dos organismos vegetais e animais para a atmosfera. A evapotranspiração é considerada como potencial quando ocorre a partir de uma superfície vegetada extensa e uniforme, coberta por vegetação de porte baixo e bem suprida de água.

Os registros do IAPAR (2010) apontam um gradiente de evapotranspiração anual para o Estado do Paraná, com valores mais elevados, entre 1500 e 1600 mm, situados no trecho noroeste do estado, e valores mais baixos, entre 700 e 800 mm e entre 800 e 900 mm, localizados no sudeste paranaense (Figura 5.12).

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



Fonte: IAPAR, 2010.

A região onde se localiza a bacia é caracterizada pela ocorrência predominante da faixa de evapotranspiração anual que oscila entre 900 e 1000 mm, fato que evidencia um significativo superávit hídrico, uma vez que a precipitação anual média para a região situa-se na faixa entre 1.400 e 1.600 mm (Figuras 5.5 e 5.12).

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

Não há uma estação de monitoramento no interior da bacia hidrográfica e seu entorno imediato, porém há dados disponíveis para a estação Telêmaco Borba e para a estação Ponta Grossa, ambas situadas a cerca de 60 km do centro da bacia.

Segundo dados das estações, predominam nas porções norte e noroeste da bacia ventos do quadrante sudeste e nas porções sul e sudeste ventos de quadrante nordeste (IAPAR, 2010) (Figura 5.13).

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 de estudo.



Fonte: IAPAR, 2010.

5.1.3.4. Dados Climatológicos da Bacia Hidrográfica

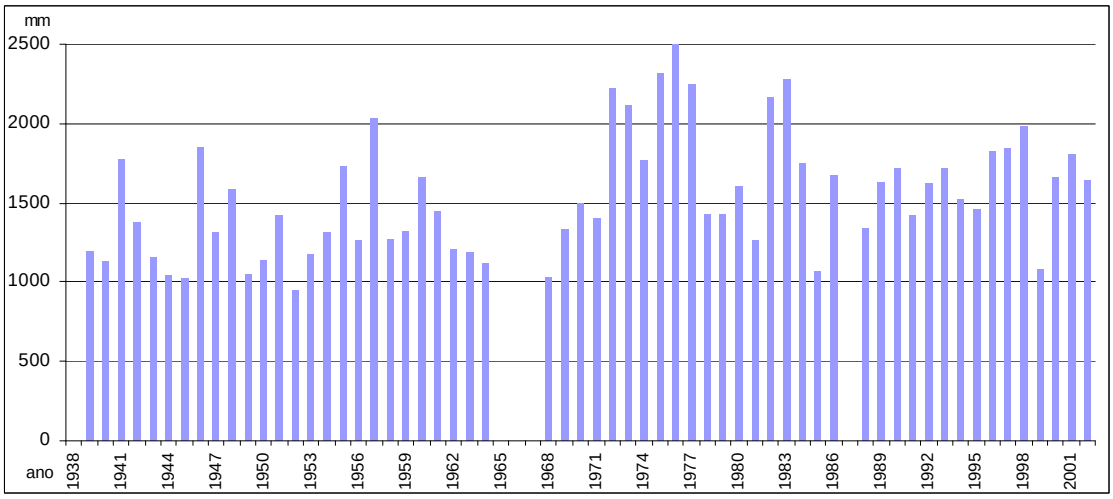
Os principais dados climatológicos disponíveis para a área da bacia referem-se a séries históricas de pluviometria das estações climatológicas localizadas nos municípios de Castro, Tibagi e Piraí do Sul. Para caracterização pluviométrica da bacia, selecionou-se no Sistema Hidroweb (ANA, 2010) dados das estações Tibagi, código 2450002, situada no município de Tibagi, e Chácara Cachoeira, código 2450013, situada no município de Castro, ambas operadas pela SUDERHSA.

Os dados da estação Tibagi, em série histórica total de 1938 a 2009 e incompleta para os anos 1938, 1965, 1966, 1967, 1987 e 2003-2009 (Figura 5.14; Tabela 5.2), apontam uma precipitação média total no período de 1.534,7 mm, com precipitação máxima absoluta em 24 horas de 163,6 mm, ocorrida em 25 de maio de 2005.

As precipitações máximas anuais correspondem a 2503 mm, em 1976, e 2315,4 mm, em 1975, constituindo esse o biênio mais chuvoso de toda a série histórica. As precipitações máximas mensais correspondem a 478 mm e 465,8 mm, em novembro e dezembro de 1975, respectivamente, sendo esses os meses mais chuvosos de todo o período monitorado na estação. Destaca-se também precipitação de 433,9 mm em janeiro de 1946.

As precipitações mínimas anuais registradas foram de 943,1 mm em 1952, 1.020,6 mm em 1955 e 1.033,2 mm em 1968. Os valores mínimos mensais correspondem a 0 mm registrado em maio e julho de 1963, novembro de 1971 e agosto de 1983, assim como 0,4 mm registrados em abril de 1952, abril de 1978 e agosto de 1988, sendo esses os meses mais secos de toda a série histórica.

Figura 5.14: Totais anuais de precipitação na estação Tibagi entre 1938 e 2002.



Fonte: ANA, 2010. Org.: IGPLAN, 2010.

Tabela 5.2: Totais anuais de precipitação na estação Tibagi entre 1939 e 2002.

ano	mm	ano	mm	ano	mm	ano	mm
1939	1200,5	1955	1730,3	1971	1399,6	1987	
1940	1126,3	1956	1267,8	1972	2221,4	1988	1338,4
1941	1774,5	1957	2036,5	1973	2117,8	1989	1628,0
1942	1379,6	1958	1278,2	1974	1762,4	1990	1721,4
1943	1154,6	1959	1320,9	1975	2315,4	1991	1419,4
1944	1039,0	1960	1664,7	1976	2503,0	1992	1623,0

1945	1020,6	1961	1450,2	1977	2247,3	1993	1720,2
1946	1849,2	1962	1207,7	1978	1430,7	1994	1524,9
1947	1314,8	1963	1188,0	1979	1425,8	1995	1457,3
1948	1582,5	1964	1116,2	1980	1605,1	1996	1820,6
1949	1047,6	1965		1981	1260,3	1997	1842,7
1950	1135,5	1966		1982	2162,4	1998	1979,4
1951	1420,5	1967		1983	2276,4	1999	1083,1
1952	943,1	1968	1033,2	1984	1751,4	2000	1660,5
1953	1179,0	1969	1335,6	1985	1070,5	2001	1804,0
1954	1311,7	1970	1493,0	1986	1671,6	2002	1638,2

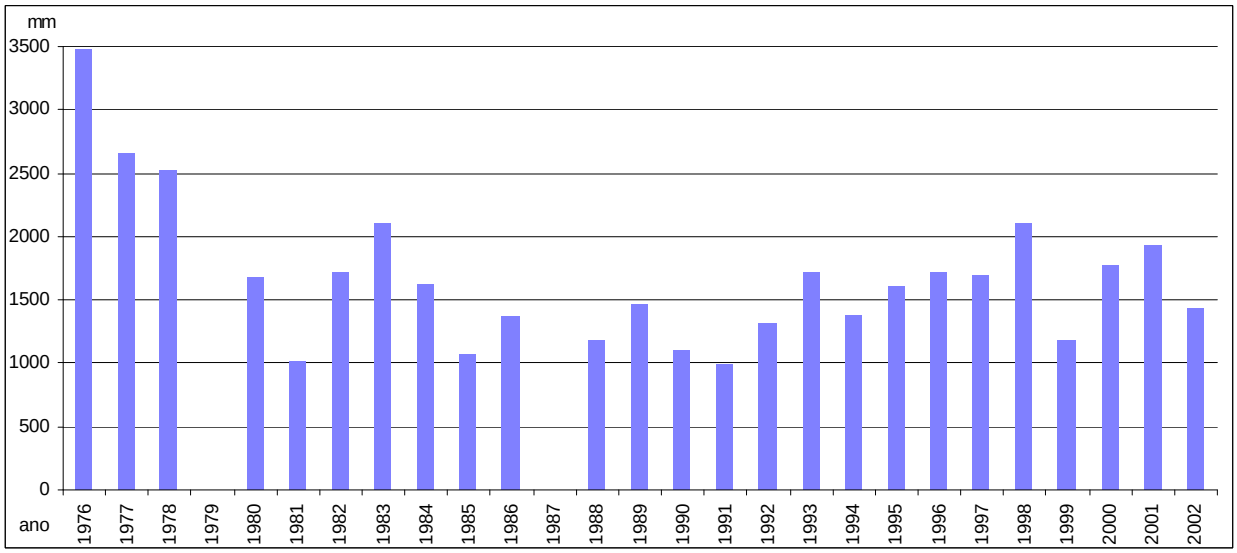
Fonte: IGPLAN, 2010.

Os dados da estação Chácara Cachoeira, em série histórica total de 1975 a 2009 e incompleta para os anos 1975, 1979, 1987 e 2003-2009 (Figura 5.15; Tabela 5.3), indicam uma precipitação média total no período de 1.672 mm, com precipitação máxima absoluta em 24 horas de 161,2 mm, ocorrida em 11 de dezembro de 1987.

Assim como na estação Tibagi, os dados da estação Chácara Cachoeira evidenciam que 1975 e 1976 foi o biênio mais chuvoso de toda a série histórica, com respectivas precipitações máximas anuais de 3466,9 mm e 2658,5 mm. As precipitações máximas mensais correspondem a 861,2 mm e 606,9 mm, em julho de 1978 e janeiro de 1976, respectivamente, sendo esses os meses mais chuvosos de todo o período monitorado na estação. Destaca-se também precipitação de 534 mm em dezembro de 1975.

As precipitações mínimas anuais registradas foram de 943,1 mm em 1952, 1.020,6 mm em 1955 e 1.033,2 mm em 1968. Os valores mínimos mensais correspondem a 0 mm registrado em junho de 1986 e agosto de 1988, 1994 e 1999, assim como 2,1 mm registrados em abril de 2009, sendo esses os meses mais secos de toda a série histórica.

Figura 5.15: Totais anuais de precipitação na estação Chácara Cachoeira entre 1975 e 2002.



Fonte: ANA, 2010. Org.: IGPLAN, 2010.

Tabela 5.3: Totais anuais de precipitação na estação Chácara Cachoeira entre 1975 e 2002.

ano	mm	ano	mm	ano	mm
1976	3466,9	1985	1066,9	1994	1385,3
1977	2658,5	1986	1374,4	1995	1614,7
1978	2525,1	1987		1996	1710,2
1979		1988	1177	1997	1689,5
1980	1681,7	1989	1462,1	1998	2109,9
1981	1013,7	1990	1100,8	1999	1179,1
1982	1719,3	1991	985,8	2000	1763,9
1983	2107	1992	1314,7	2001	1930,7
1984	1616,7	1993	1717,3	2002	1431,2

Fonte: IGPLAN, 2010.

Observa-se no período monitorado uma amplitude dos totais anuais de precipitação da ordem de 1.560 mm para a estação Tibagi e 2.523,8 mm para a estação Chácara da Cachoeira. A ocorrência de valores absolutos máximos e mínimos extremos deve, no entanto, 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.

5.1.4. Contexto Geológico

5.1.4.1. Geologia do Estado do Paraná

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

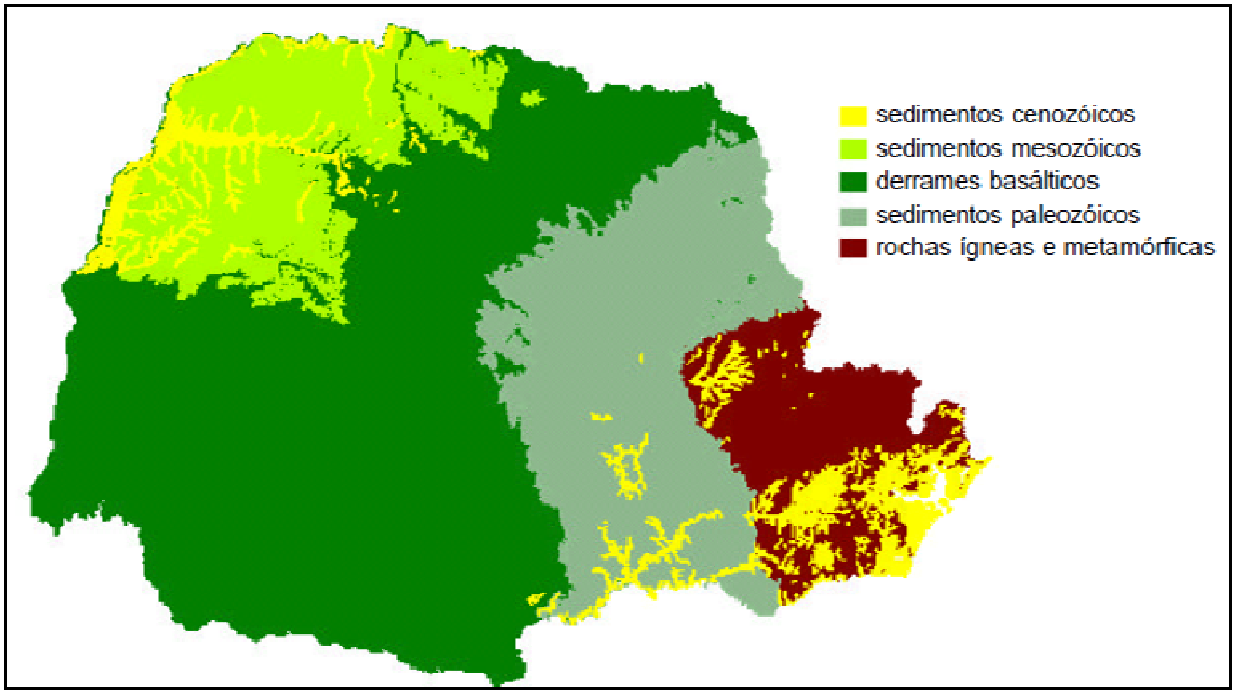
- Paleozóico: diz respeito aos depósitos sedimentares paleozóicos, correspondentes à grande feição de sedimentação marinha e litorânea conhecida como Bacia do Paraná, que se estende por mais de 1.500.000 km2 no sul e sudeste brasileiro e se manifesta geomorfologicamente no Segundo Planalto;
- Mesozóico: constituído por rochas sedimentares de origem continental, de idade triássica, e por rochas ígneas extrusivas de composição predominantemente básica de idade jurássica-cretácea, responsáveis pelas feições do Terceiro Planalto Paranaense. Os últimos eventos de grande expressão na coluna estratigráfica no final do Cretáceo são os depósitos sedimentares de ambiente continental árido representados pelos sedimentos arenosos do noroeste do Estado;
- Cenozóico: formado por sedimentos inconsolidados, de origem continental e marinha, que recobrem parcialmente as unidades acima descritas.

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

- Os depósitos originados em clima semi-árido que recobrem boa parte dos municípios de Curitiba e Tijucas do Sul;
- Os depósitos sedimentares originados do intemperismo das rochas cristalinas da Serra do Mar que ocorrem na descida para o litoral;
- Os depósitos marinhos de areia da orla costeira e os inúmeros aluviões recentes dos rios que cortam o território paranaense.

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

Figura 5.16: Mapa de distribuição dos grupos litológicos no Estado do Paraná.

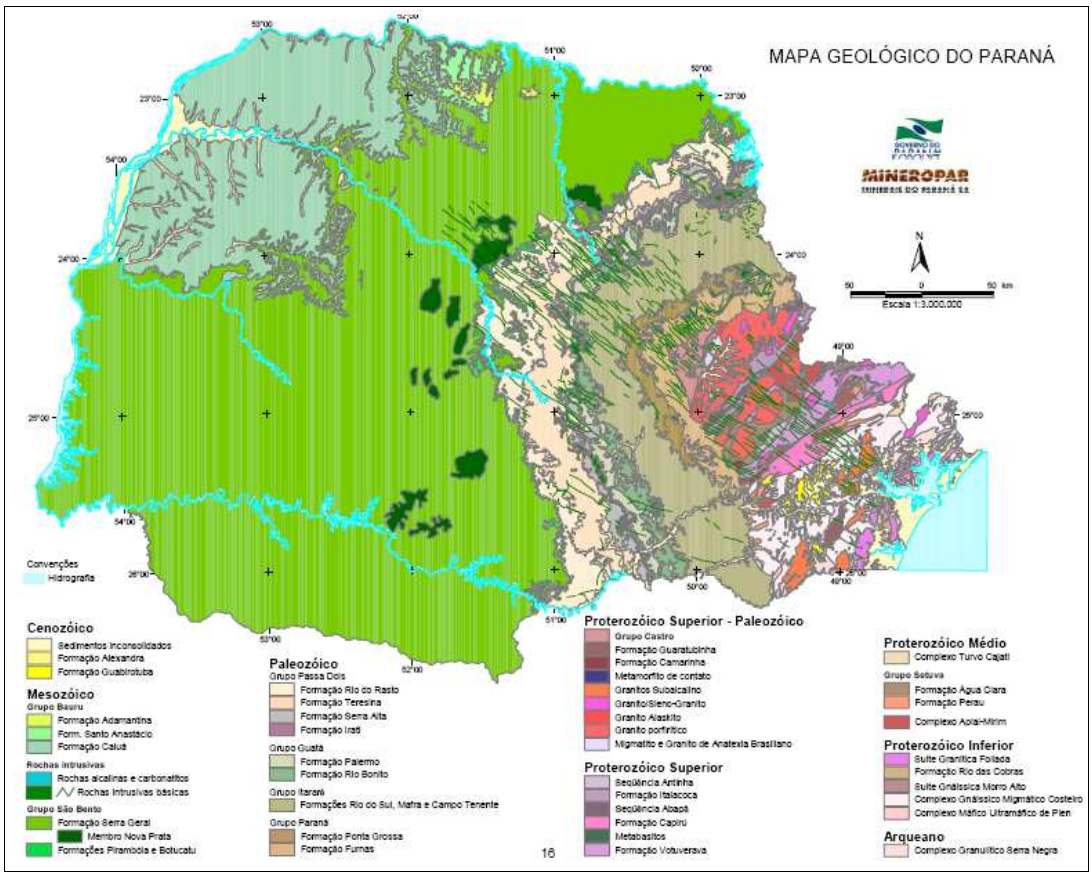


Fonte: MINEROPAR, 2001.

O Escudo Paranaense compõe as porções mais antigas e elevadas do Estado do Paraná, constituído por rochas cristalinas, ígneas e metamórficas da Plataforma Sul-Americana, sendo recoberto a oeste pelas rochas sedimentares paleozóicas da bacia. Na área do embasamento cristalino são reconhecidos quatro conjuntos litológicos, ou compartimentos, definidos com base em 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-sedimentares e sedimentares 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.

Figura 5.17: Mapa geológico do Estado do Paraná.



Fonte: MINEROPAR, 2001.

A Bacia do Paraná compreende o Segundo e o Terceiro Planalto Paranaense e recobre a maior porção do Estado. Trata-se de 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 sua 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 ocorreram 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 1: Geologia – Área de Influência Indireta (ANEXO).

5.1.4.2. Geologia do Embasamento Cristalino (Escudo)

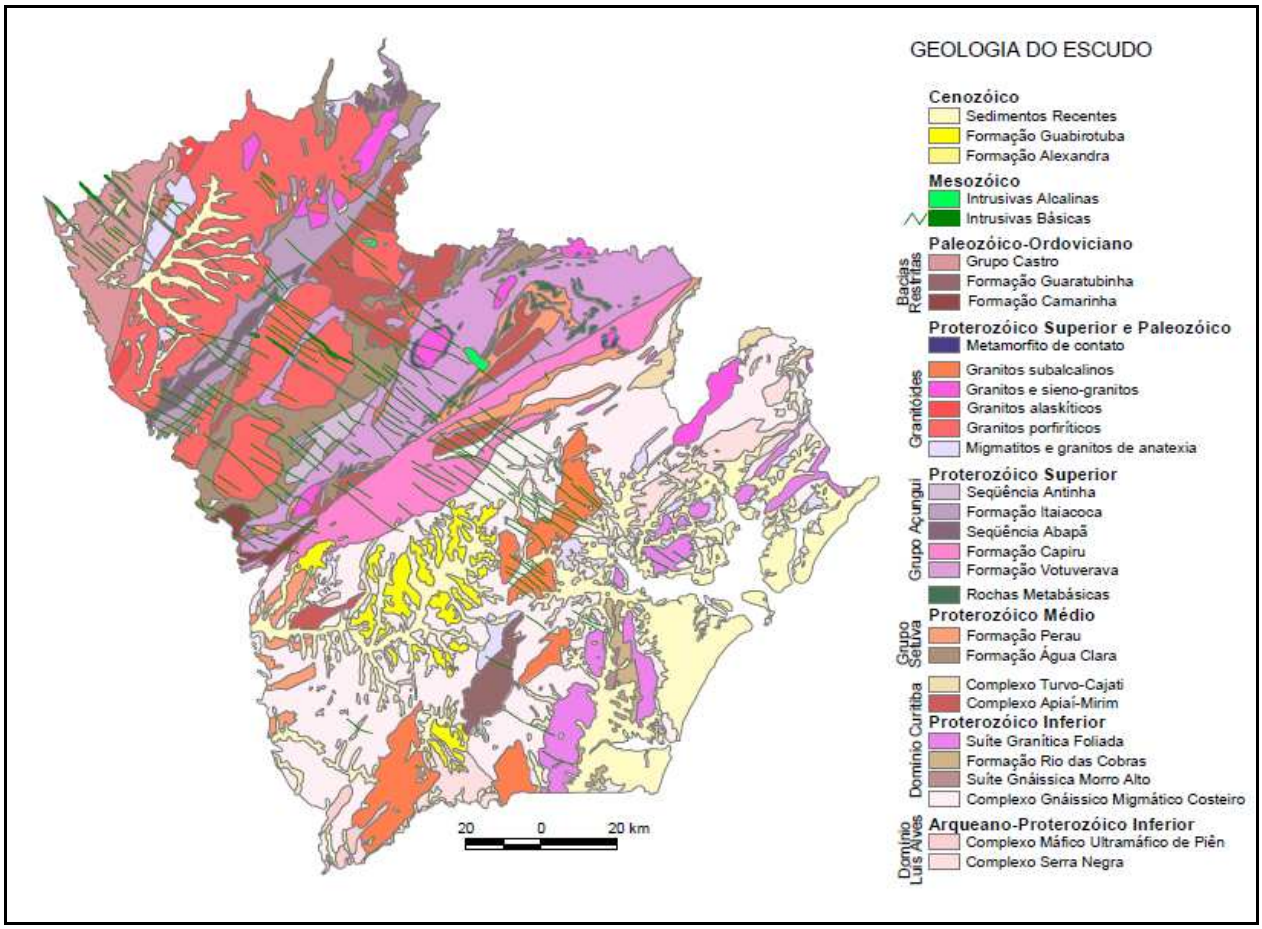
As rochas do embasamento cristalino constituem as porções mais antigas e elevadas do Estado, sendo formado por rochas cristalinas, ígneas e metamórficas, da Plataforma Sul-Americana, recoberto a oeste pelas rochas sedimentares paleozóicas da bacia.

Na área do Escudo quatro conjuntos litológicos, ou compartimentos, são definidos com base em parâmetros estratigráficos, tectônicos e geocronológicos (Figura 5.18).

- 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.

Figura 5.18: Mapa geológico do Escudo.



Fonte: MINEROPAR, 2001.

A evolução do Escudo é bastante longa. Envolve muitos eventos tectônicos e magmáticos durante o Arqueano e o Proterozóico, formando bacias preenchidas por

rochas vulcânicas e sedimentares. Os registros mais antigos são as rochas ígneas do Domínio Luís Alves, formadas durante o Arqueano e o Proterozóico Inferior. Já naquela época compunham um segmento continental, com bacias marinhas ao seu redor.

Em direção ao neoproterozóico aconteceram aberturas de oceanos com a formação de bacias vulcano-sedimentares, como a do Grupo Setuva (1,4 bilhão de anos) e a do Grupo Açungui (1,0 bilhão de ano), onde podem ser encontradas rochas de origem marinha, como calcários (hoje mármores), entre outras.

As sucessivas aberturas e fechamentos dos oceanos envolveram processos tectônicos complexos com formação e colisão dos continentes, originando estruturas complexas, dobramentos e falhamentos, além do extenso magmatismo granítico, que ocorreu no final do Proterozóico.

No final do Proterozóico e início do Paleozóico, toda a área do Escudo foi palco de intenso magmatismo granítico, representado hoje por 42 corpos de granitos (ou granitóides), com dimensões variadas. Após a consolidação do Escudo, ocorreram intrusões de rochas básicas e alcalinas, relacionadas com os processos tectônicos associados aos eventos magmáticosmesozóicos da Bacia do Paraná.

A porção paranaense do Escudo aflora nas regiões do Litoral e Primeiro Planalto, sendo constituída pelas rochas mais antigas do Estado. Contém rochas ígneas e metamórficas, cujas idades variam do Arqueano (2,6 bilhões de anos) ao Paleozóico Inferior (450 milhões de anos).

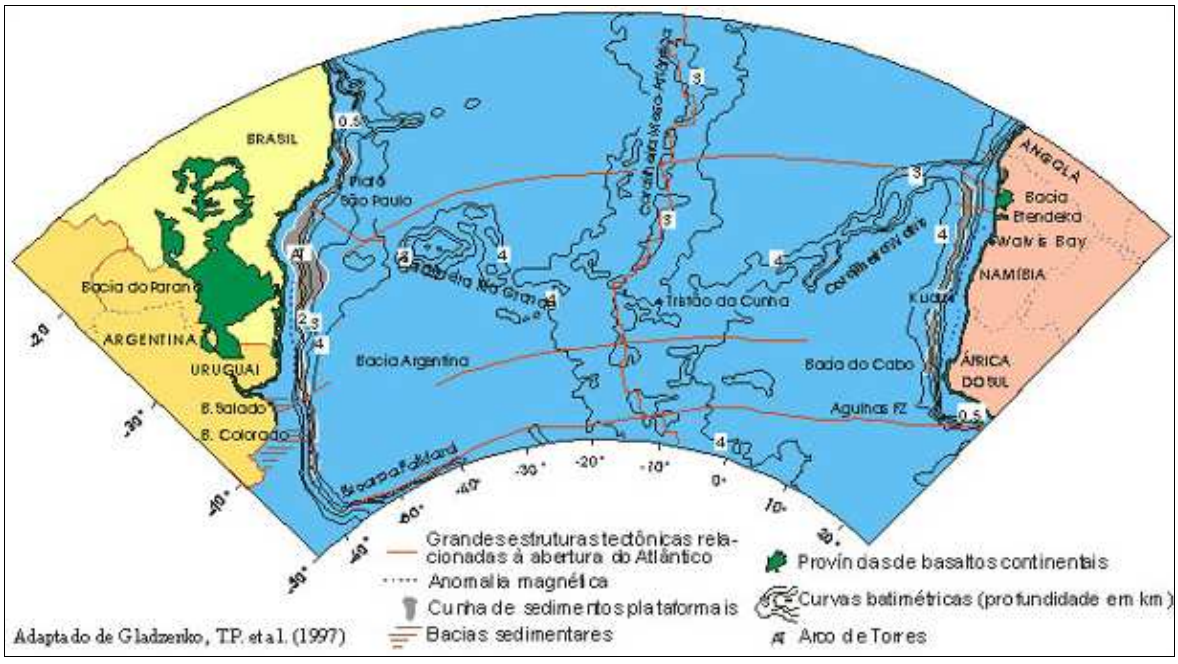
As rochas mais antigas, de alto grau metamórfico (granulitos) situam-se na porção sudeste, próximo ao litoral. As rochas de baixo grau metamórfico ocorrem na porção noroeste do Escudo, correspondendo às rochas do Grupo Açungui (filitos, mármores, quartzitos, entre outras).

5.1.4.3. Geologia da Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná recobre toda a porção centro-oriental da América do Sul, e tem continuidade no oeste do Continente Africano até o noroeste da Namíbia. Estas áreas apresentam características geológicas semelhantes em ambos os continentes, sendo um dos argumentos utilizados como indicador da presença de um grande continente pré-abertura do Oceano Atlântico e da deriva continental, denominado Gondwana, cuja fragmentação ou separação teve início aproximadamente há 120 Ma (milhões de anos) (CPRM, 2004).

Testemunhos desta separação estão presentes tanto na Bacia do Paraná (Brasil) quanto na de Etendeka (Namíbia), relacionados aos episódios finais do preenchimento destas bacias e suas conexões com o rompimento de Gondwana, especialmente no que diz respeito ao deserto Botucatu e a Serra Geral (Figura 5.19).

Figura 5.19: Mapa de localização das áreas identificadas como testemunhos associados à separação do continente Gondwânico.



Fonte: CPRM, 2004.

A Bacia do Paraná corresponde à porção Sul-Americana desta grande entidade geológica, que recobre uma área de aproximadamente $1,6x10^6$ km^2. A evolução desta bacia pode ser entendida em quatro grandes episódios (ALMEIDA, 1981), sendo cada um característico de um ciclo tectono-sedimentar completo (SLOSS, 1963). Os dois primeiros ciclos estão relacionados à sedimentação em uma bacia sinforme subsidente e os dois últimos correspondem às fases de soerguimento e extrusão de grande quantidade de lavas toleíticas, relacionadas ao intumescimento da crosta ocorrido ao redor de 135 - 120 Ma.

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

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

A extensão da bacia do Paraná inserida no estado paranaense compreende o Segundo e o Terceiro Planalto Paranaense, recobrindo a maior porção do Estado, sendo classificada como 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 (MINEROPAR, 2001).

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 é aproximadamente elíptica, aberta para sudoeste, com inclinação homoclinal em direção ao oeste, 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 ocorreu 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.

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

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

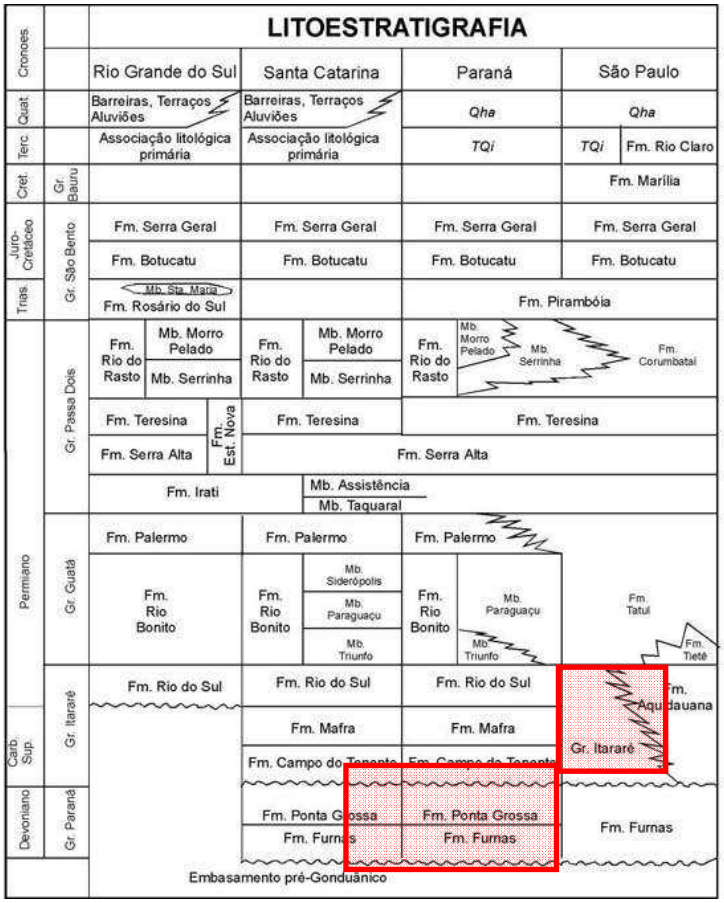
O contato entre as areias do antigo deserto Botucatu e os derrames de lavas da Formação Serra Geral configura desconformidade de ambientes geológicos, em função principalmente da natureza distinta dessas rochas. Entretanto, pode-se inferir

uma relação transicional entre os campos de dunas eólicas e os derrames de lavas, visto que foi mantida uma alternância entre os ambientes durante certo intervalo de tempo. Esta transição estende-se até o total soterramento das areias pelas lavas, impedindo a manutenção e desenvolvimento do regime desértico após os primeiros eventos eruptivos (CPRM, 2004).

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

A figura 5.20 ilustra a coluna litoestratigráfica da Bacia do Paraná com destaque para as ocorrências litológicas identificadas na área da bacia hidrográfica do Rio Iapó.

Figura 5.20: Coluna litoestratigráfica da Bacia do Paraná, segundo Schneider et al. (1974), adaptada por Aboarrage & Lopes (1986), com destaque para as ocorrências na área de estudo.

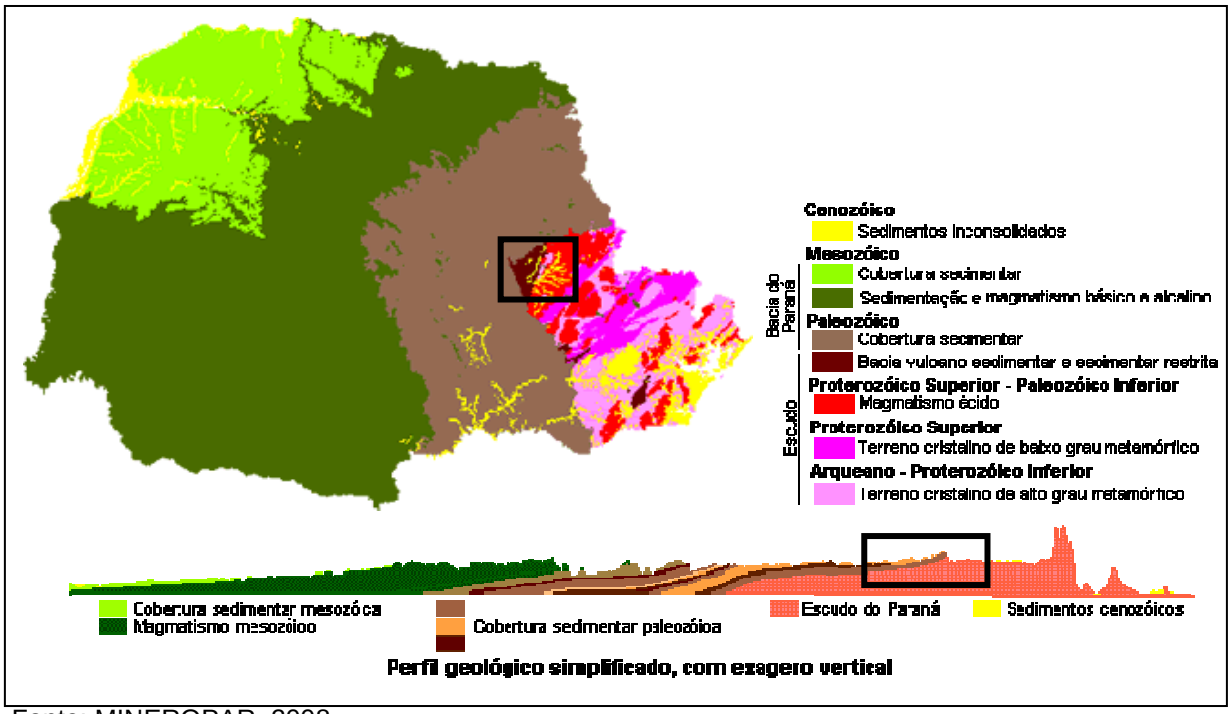


Fonte: CPRM, 2008.

5.1.4.4. Aspectos Geológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Iapó

A bacia hidrográfica do rio Iapó está inserida em dois grandes compartimentos geológicos presentes no Estado do Paraná: Bacia do Paraná e Embasamento Cristalino, compreendendo diversos grupos litológicos (Figuras 5.21 e 5.22 e Tabela 5.4).

Figura 5.21: Mapa e perfil geológico simplificado do Estado do Paraná e localização da área de estudo.



Fonte: MINEROPAR, 2008.

A tabela 5.4 indica os principais grupos litoestratigráficos que ocorrem na área da bacia hidrográfica do Rio Iapó e suas respectivas áreas.

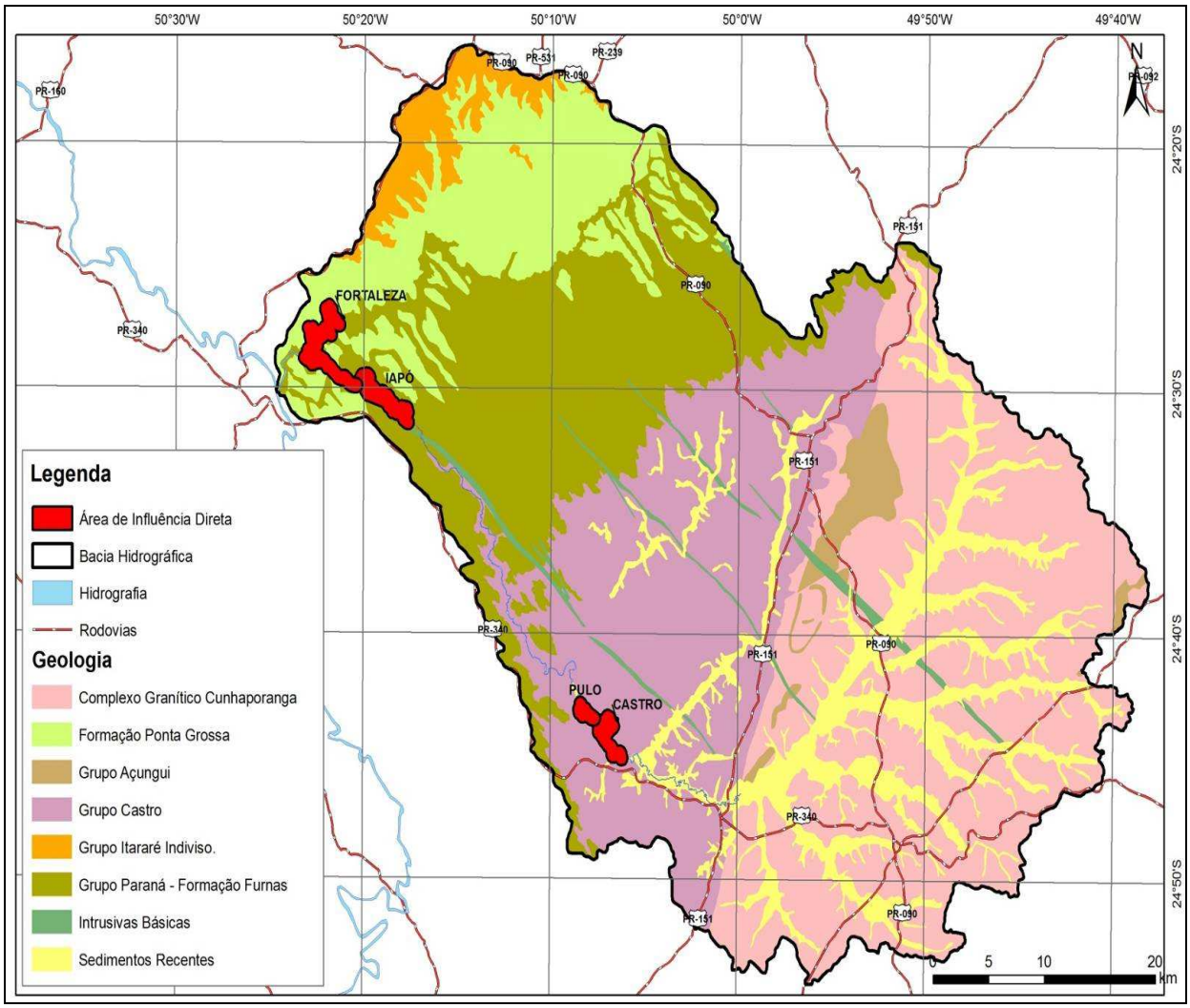
Tabela 5.4: Principais grupos litoestratigráficos da bacia hidrográfica do Rio Iapó.

Compartimento Geológico	Grupo	Idade	Área (ha)	%
Bacia do Paraná	Grupo Itararé Indiviso	Permo Carbonífero	6.674,8	2,2
	Formação Ponta Grossa	Devoniano	32.628,4	10,8
	Formação Furnas	Paleozóico/Devoniano	69.717,3	23,1
Escudo Cristalino	Intrusivas Básicas	Mesozóico/Jurássico-Cretáceo	4.282,2	1,4
	Grupo Castro	Ordoviciano Inferior	61.363,8	20,4
	Complexo Granítico Cunhaporanga	Paleozóico	86.397,2	28,7
	Grupo Açungui	Proterozóico Superior	6.331,0	2,1
Sedimentos	Sedimentos Recentes	Quaternário/Holoceno	33.778,9	11,2

Recentes

Org.: IGPLAN, 2010.

Figura 5.22: Geologia da bacia hidrográfica do Rio Iapó, com destaque para as Áreas de Influência Direta das PHC's.



Fonte: ITCG (2004). Modificado por IGPLAN (2010).

De acordo com a tabela 5.5 e a figura 22, observa-se que as áreas associadas à Bacia do Paraná compreendem 36,2% do total da bacia hidrográfica, sendo que o grupo litológico de maior ocorrência refere-se à Formação Furnas com 23,1%, seguido da Formação Ponta Grossa com 10,8% e o Grupo Itararé com apenas 2,2% da área total da bacia hidrográfica.

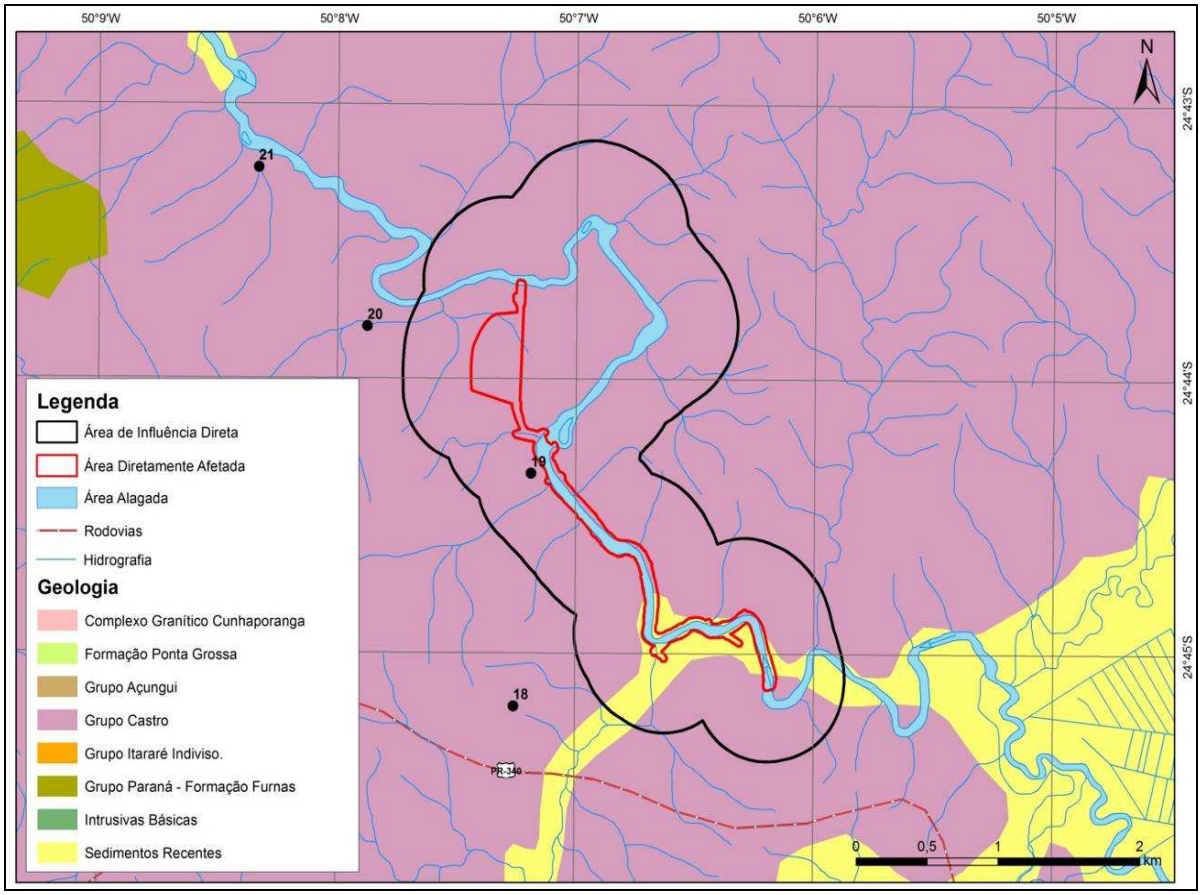
As rochas associadas ao Escudo Cristalino compreendem 52,6% da área da bacia e é representada pelo Complexo Granítico Cunhaporanga com 28,7%, Grupo Castro com 20,4%, Grupo Açungui com 2,1% e rochas intrusivas básicas com 1,4% da área da bacia.

Os sedimentos recentes compreendem as feições deposicionais ocorridas durante o Quaternário e estão associadas aos principais cursos d'água da bacia hidrográfica e representam 11,2% da área total da bacia.

5.1.4.5. Aspectos Geológicos da PCH

A Área de Influência Direta da PCH engloba apenas dois grupos litoestratigráficos, o Grupo Castro e Sedimentos Recentes, conforme observado na figura 5.23 e tabela 5.5.

Figura 5.23: Mapa geológico da Área de Influência Direta da PCH Castro.



Fonte: ITCG, 2010. Org.: IGPLAN, 2010.

O Grupo Castro, de acordo com Mineropar (2001) é recoberto a oeste pela Formação Furnas e delimitado a leste por um grande falhamento. De maneira geral o Grupo Castro se justapõe às unidades proterozóicas e cambrianas representadas pelo complexo granítico Cunhaporanga e pelos granitos Carambeí e Joaquim Murtinho. Trata-se de um pacote de rochas vulcânicas e sedimentares intercaladas, de idade ordoviciana.

Tabela 5.5: Principais grupos litoestratigráficos da AID da PCH Castro.

Compartimento Geológico	Grupo	Idade	Área (ha)	%
Escudo Cristalino	Grupo Castro	Ordoviciano Inferior	620,17	87,4

Sedimentos Recentes	Sedimentos Recentes	Quaternário/Holoceno	89,33	12,6

Fonte: ITCG, 2010. Org.: IGPLAN, 2010.

As rochas vulcânicas são dominantemente ácidas, com riolitos (Figura 5.24) e piroclásticas (brechas e tufos) de vários tipos, sendo os andesitos menos abundantes. Estas rochas contêm feições de vulcanismo subaéreo (bombas e lapilli, por exemplo) e subaquoso (almofadas e intercalações de rochas sedimentares).

As rochas sedimentares são representadas por conglomerados, arenitos, siltitos e lamitos depositados em ambientes lacustres e fluviais. Estas associações litológicas indicam uma origem em bacia associada a falhamentos da plataforma sul-americama. O Grupo Castro contém mineralizações de ouro associadas a domos riolíticos e falhas.

Figura 5.24: Detalhe dos riolitos do Grupo Castro em corte de estrada, ponto 18.



Fonte: IGPLAN, 2010.

As rochas da área de estudo estão local e parcialmente recobertas por sedimentos inconsolidados oriundos da erosão e deposição de pacotes sedimentares.

A formação dos depósitos normalmente está associada a processos hidráulico-deposicionais de origem fluvial, condicionado às calhas de drenagem dos rios e das planícies de inundação. Os sedimentos fluviais ocupam as calhas dos rios atuais, sendo constituídos principalmente por areias, cascalhos, silte e argilas (Figura 5.25).

De maneira geral os depósitos fluviais identificados no interior da AID são constituídos por sedimentos arenosos, variando de areia fina a grossa, sedimentos siltico-argilosos e cascalhos. A espessura dos depósitos possui grande variação, sendo normalmente mais espessos nas proximidades das calhas dos rios e nos trechos à jusante.

Os depósitos coluviais provenientes de movimentos de massa ocorrem em áreas localizadas em encostas, sendo que a formação destes depósitos iniciou no período Quaternário e continua ocorrendo devido ao avanço do intemperismo, erosão e retrabalhamento dos sedimentos anteriormente formados.

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

Figura 5.25: Depósitos fluviais associados aos principais cursos d'água da bacia hidrográfica do Rio Iapó, pontos 11 (esq.) e 12 (dir.).



Fonte: IGPLAN, 2010.

Em síntese, a base geológica da área de estudo é composta essencialmente por rochas vulcano-sedimentares do Grupo Castro, 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, cujas fragilidades naturais devem ser consideradas por ocasião da concretização dos empreendimentos planejados.

5.1.5. Contexto Geomorfológico

5.1.5.1. Geomorfologia do Estado do Paraná

O Estado Paraná pode ser compartimentado, segundo a MINEROPAR (2006), em três unidades morfoestruturais distintas (Figura 5.26):

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

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

5.1.5.2. Cinturão Orogênico do Atlântico

O Cinturão Orogênico do Atlântico é um dos mais extensos do Brasil e têm natureza poliorogênica. Desenvolve-se desde o Uruguai até o norte da Bahia, através do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, leste de Minas Gerais e Espírito Santo (Ross, 1987). Sua gênese vincula-se a vários ciclos geotectônicos, acompanhados de sedimentação, metamorfismo regional, falhamentos, dobramentos e extensas intrusões.

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

O Primeiro Planalto Paranaense configura-se como uma unidade de relevo de altitudes de até 1.200 m, sustentado por rochas metamórficas. Esta unidade estende-se desde a região de Jaguariaiva, Tibagi e Purunã, nos sopés da escarpa

da Serra do Purunã, constituída de estratos horizontais devonianos, até a vertente leste da Serra do Mar.

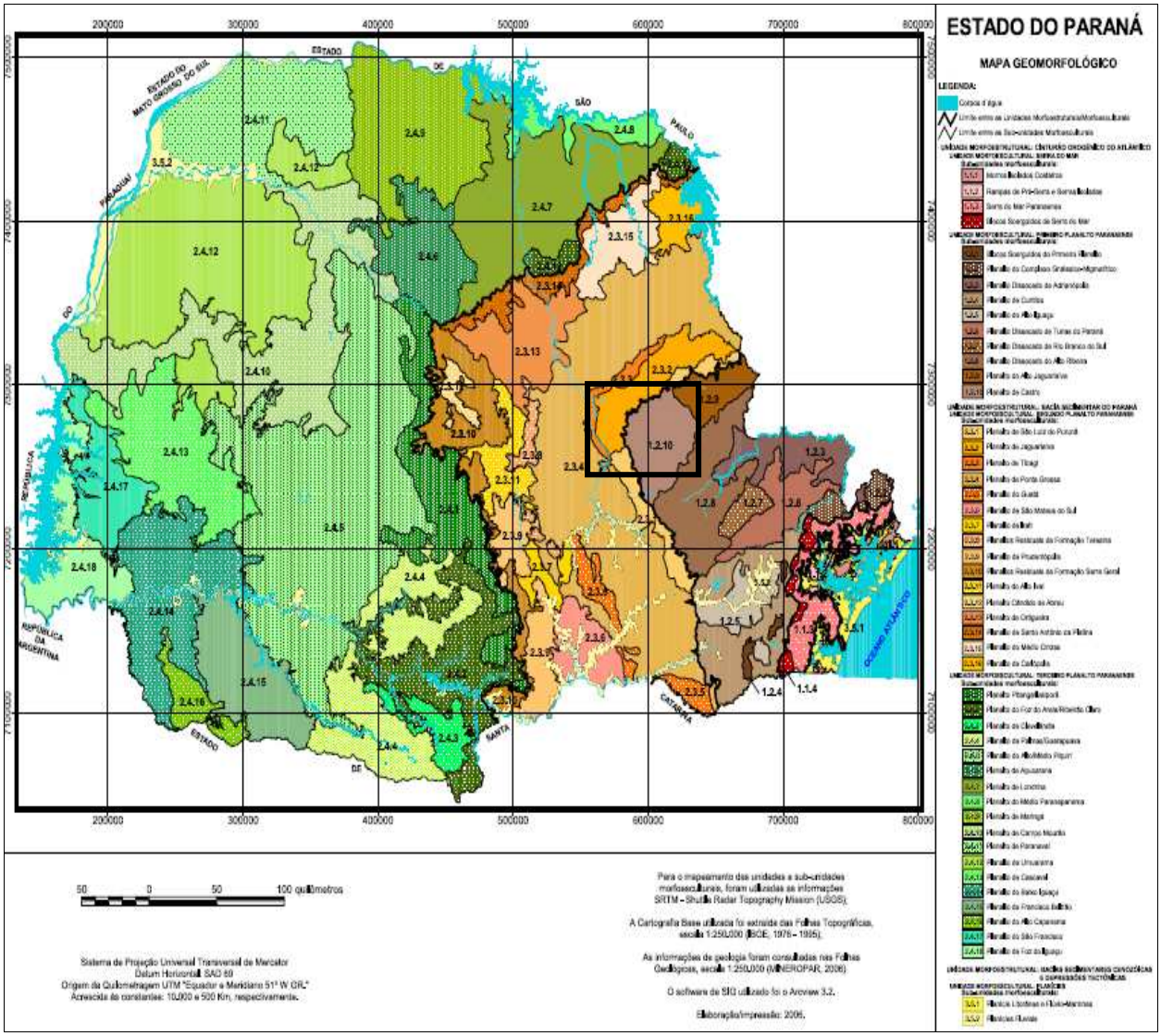
A Serra do Mar configura-se como uma cadeia de montanhas marginal do Primeiro Planalto Paranaense, que o separa da Planície Litorânea. Apresenta cumes elevados, com até 1.800 m, é sustentada por litologias diversas, quase sempre metamórficas de alto grau como migmatitos, gnaisses e xistos e mais raramente quartzitos, sendo freqüentemente associados com rochas intrusivas relacionadas a ciclos metamórficos mais jovens.

5.1.5.3. Bacia Sedimentar do Paraná

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

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

Figura 5.26: Mapa geomorfológico do Estado do Paraná.



Fonte: MINEROPAR (2006).

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 do estado (Figura 5.26). Esta unidade desenvolve-se como um conjunto de relevos planálticos, com inclinação geral para oeste-noroeste e subdivididos pelos principais afluentes do rio Paraná, atingindo altitudes médias máximas de 1.100 m a 1.250 m na Serra da Esperança, declinando para altitudes entre 220 e

300 metros na calha do rio Paraná. Segundo Maack (1968), este planalto pode ser subdividido em:

- Planalto de Cambará e São Jerônimo da Serra, localizado na parte nordeste do Estado, tendo seus limites nos rios Tibagi, Paranapanema e Itararé;
- Planalto de Apucarana, que se estende entre os rios Tibagi, Paranapanema, Ivaí e Paraná;
- Planalto de Campo Mourão, compreendido entre os rios Ivaí, Piquirí e Paraná;
- Planalto de Guarapuava, que ocupa terras entre os rios Piquiri, Iguaçu e Paraná;
- Planalto de Palmas, que se estende entre o divisor norte da bacia do rio Uruguai e sul da bacia do Iguaçu até o vale deste rio. Este divisor de águas serve nesta região como limite natural entre os Estados do Paraná e Santa Catarina.

5.1.5.4. Bacias Sedimentares Cenozóicas e Depressões Tectônicas

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

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

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

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.

5.1.5.5. Aspectos Geomorfológicos da Área da Bacia Hidrográfica

O mapeamento geomorfológico na escala 1:250.000, referente a folha Telêmaco Borba, situada entre as coordenadas geográficas de latitudes 24º 00’ e 25º 00’ sul e longitudes 49º 30’ e 51º 00’ oeste, produzido pela MINEROPAR (2006), indica a ocorrência nesta região ao centro-leste do Estado do Paraná das seguintes unidades geomorfológicas (Figuras 5.27 e 5.28):

• Unidade morfoestrutural: Cinturão Orogênico do Atlântico;
• Unidades morfoesculturais: Primeiro Planalto Paranaense e Serra do Mar.

Figura 5.27: Articulação das cartas em escala 1:250.000 do mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná.



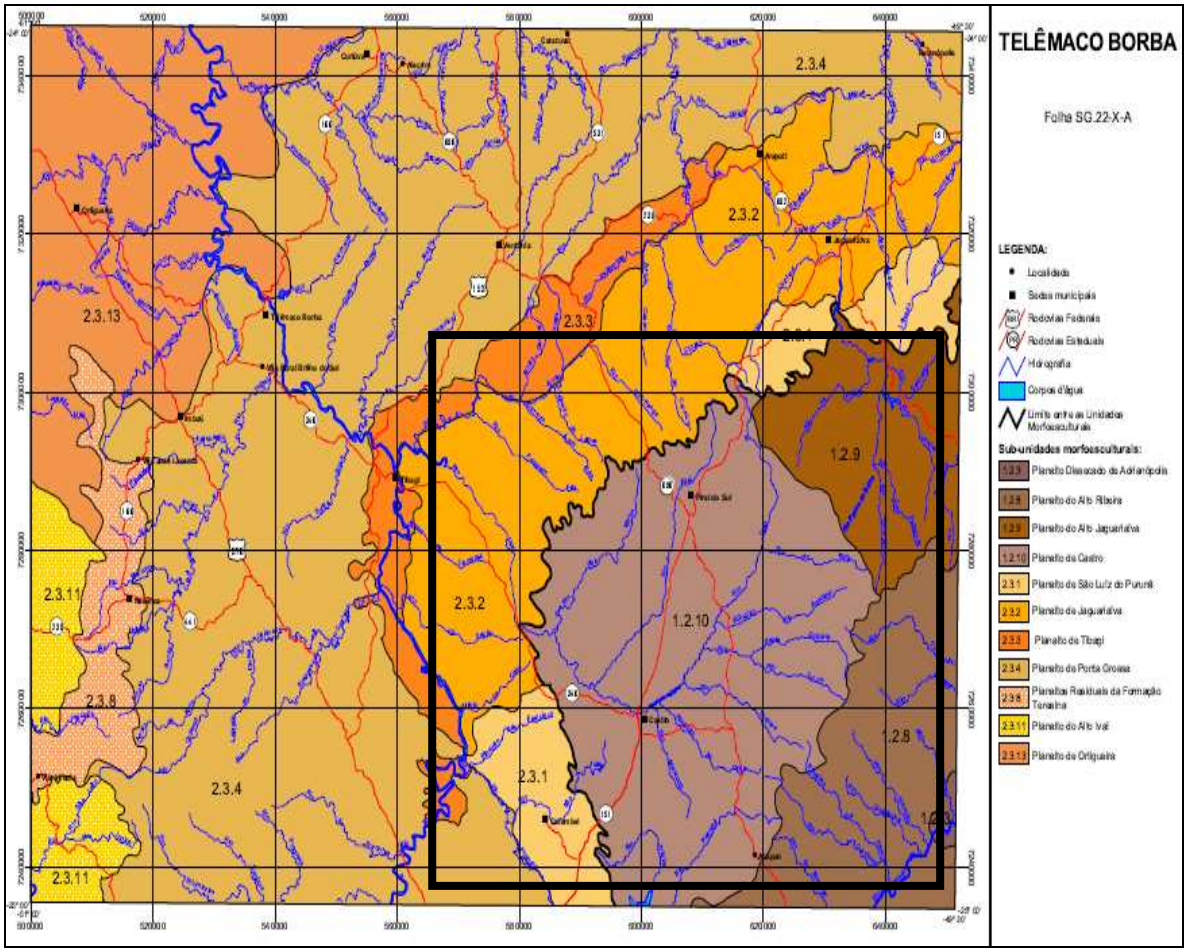
Fonte: MINEROPAR, 2006.

De acordo com o Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná (MINEROPAR, 2006), a bacia hidrográfica do Rio Iapó situa-se em uma área de transição entre duas Unidades morfoesculturais: o Primeiro Planalto Paranaense e a Serra do Mar, compreendendo duas sub-unidades morfoesculturais: Planalto de Castro (1.2.10) e o Planalto de Jaguariaiva (2.3.2) (Figuras 5.28 e 5.29).

A sub-unidade morfoescultural número 1.2.10, denominada Planalto de Castro, situada no Primeiro Planalto Paranaense, apresenta dissecação média e ocupa uma área de 2.390,64 km², que corresponde a 14,49% desta Folha. A classe de declividade predominante é menor que 6% em uma área de 1.570,41 km². Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 400 metros com altitudes variando entre 920 (mínima) e 1.320 (máxima) m.s.n.m. As formas predominante são topos

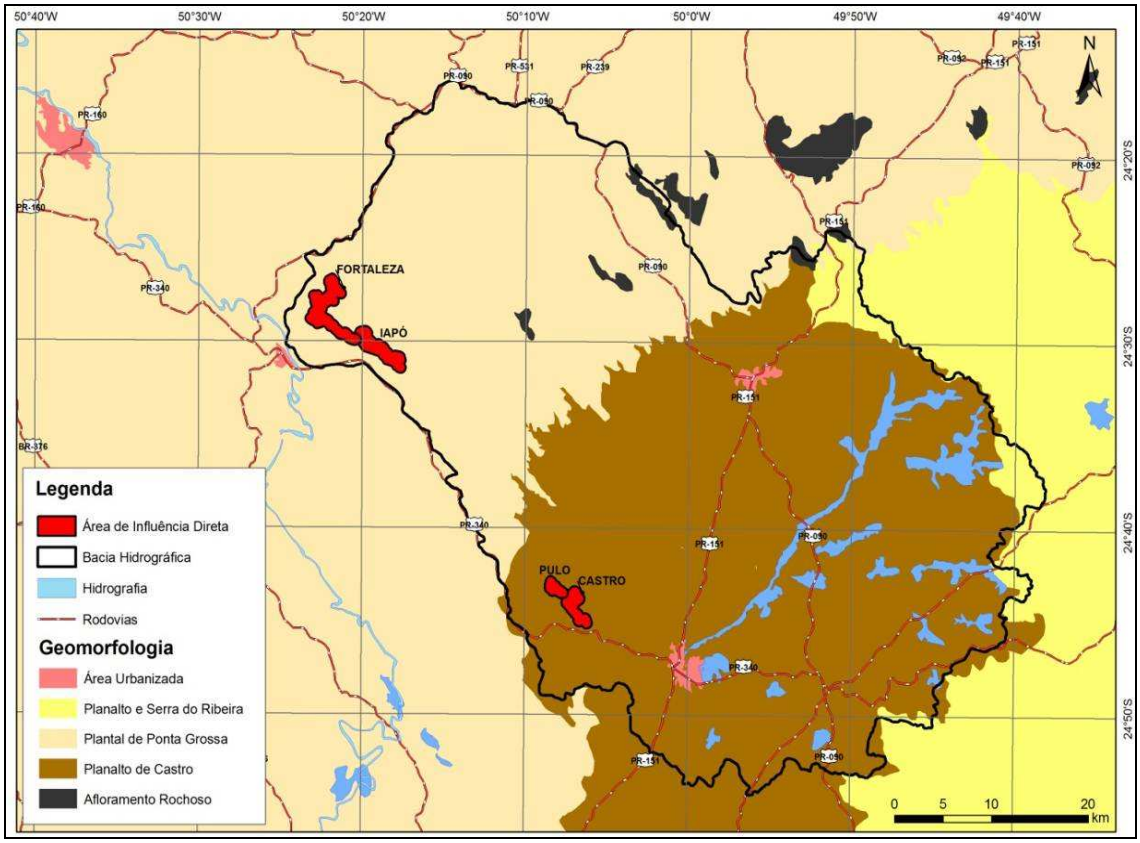
alongados e aplainados, vertentes convexo-côncavas e vales abertos de fundo chato. A direção geral da morfologia é NW/SE, modelada em rocha do Complexo Granítico Cunhaporanga.

Figura 5.28: Mapa geomorfológico da folha Telêmaco Borba na escala 1:250.000. Em destaque a área de estudo.



Fonte: MINEROPAR (2006).

Figura 5.29: Geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Iapó.



Fonte: ITCG, 2010.

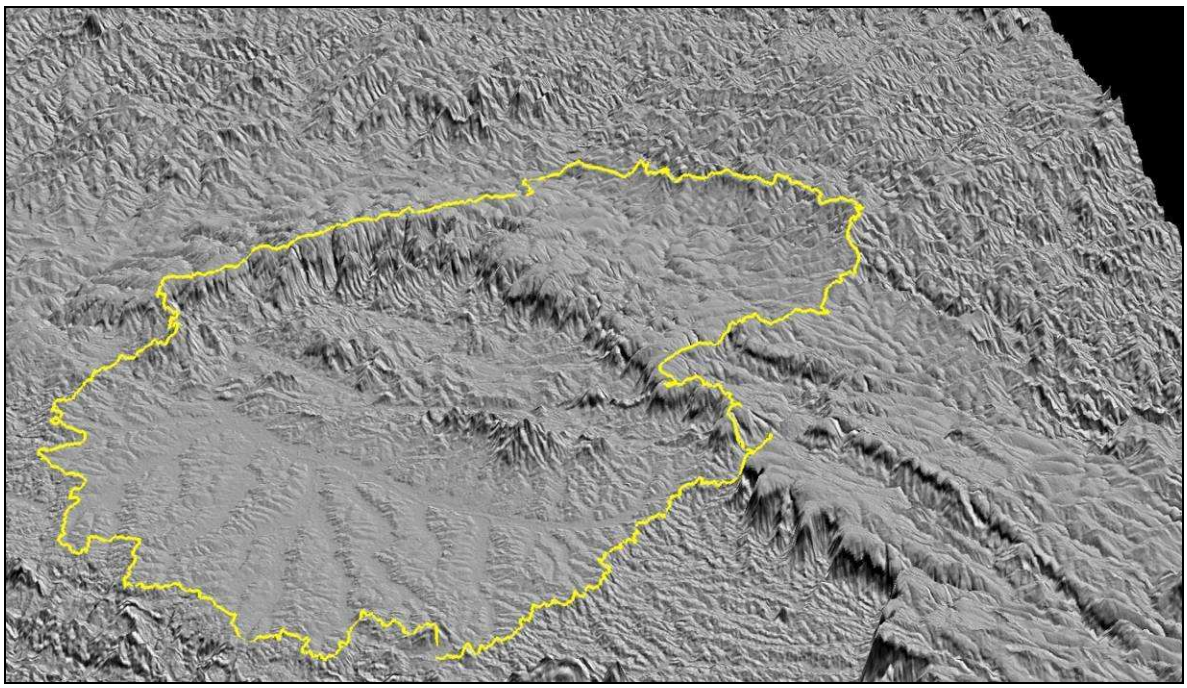
A sub-unidade morfoescultural número 2.3.2, denominada Planalto de Jaguariaíva, situada no Segundo Planalto Paranaense, apresenta dissecação alta e ocupa uma área de 2.271,45 km², que corresponde a 13,77% desta Folha. A classe de declividade predominante está entre 6-30% em uma área de 1.405,51 km². Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 640 metros com altitudes variando entre 640 (mínima) e 1.280 (máxima) m.s.n.m. As formas predominantes são topos alongados, vertentes convexas e vales em “V”. A direção geral da morfologia é NW/SE, modelada em rochas da Formação Ponta Grossa.

As áreas situadas na sub-unidade morfoescultural Planalto de Jaguariaíva situam-se predominantemente nas áreas a jusante da bacia hidrográfica e apresentam as maiores amplitudes altimétricas e clinográficas da área da bacia hidrográfica (Figuras 5.30 e 5.31).

As áreas associadas ao Planalto de Jaguariaíva, situado no Segundo Planalto Paranaense correspondem aos trechos de menor altitude da bacia hidrográfica do rio Iapó, localizados na porção mais a jusante da bacia. Nestas áreas o relevo apresenta-se bastante ondulado, com a formação em vales em V e com a maior amplitude altimétrica, no entanto, bastante dissecado, contando com um maior número de cursos d'água.

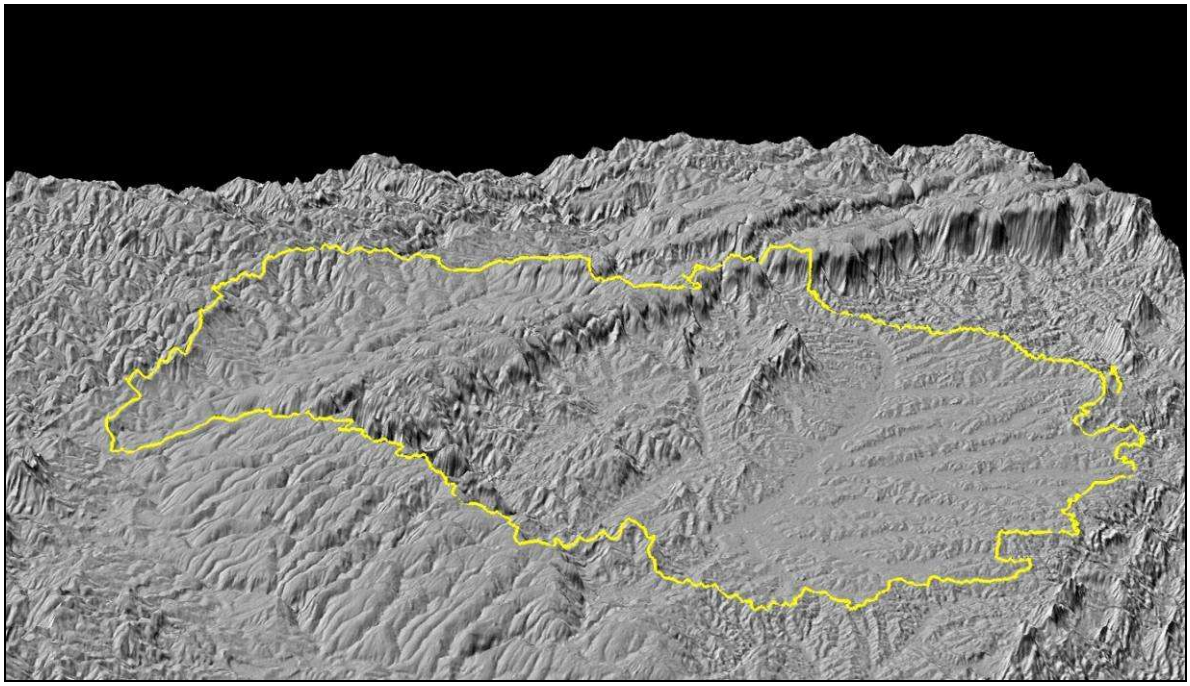
O contexto geomorfológico da bacia hidrográfica do Rio Iapó e entorno é caracterizado principalmente por processos denudacionais ou de dissecação, em que predominam os processos erosivos na evolução natural do relevo. As áreas deposicionais ocorrem com maior freqüência nos trechos à montante associados ao Planalto de Castro.

Figura 5.30: Modelo Digital do Terreno da bacia hidrográfica do rio Iapó, visada NE-SO.



Fonte: IGPLAN, 2010.

Figura 5.31: Modelo Digital do Terreno da bacia hidrográfica do rio Iapó, visada S-N.

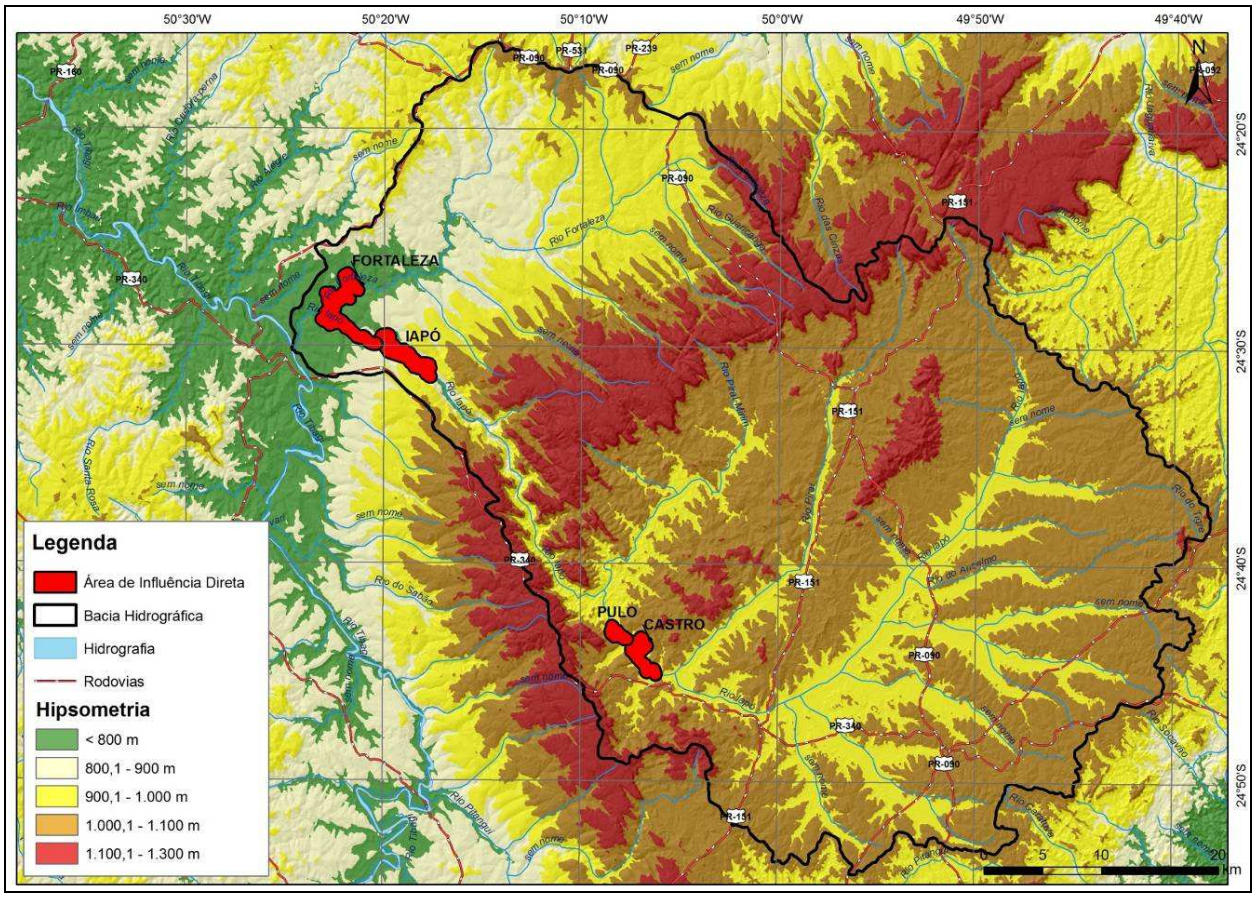


Fonte: IGPLAN, 2010.

5.1.5.6. Aspectos morfométricos da bacia hidrográfica do Rio Iapó

O mapa hipsométrico gerado através do Modelo Digital de Superfície dos dados SRTM (INPE, 2010) revela que a bacia hidrográfica do Rio Iapó apresenta altimetria mínima de 694 m e máxima de 1.357 m, com valor médio de 1.016 m e amplitude altimétrica de 663 m. Predominam na bacia as áreas em cotas de 1.000 a 1.200 m, com ocorrência das cotas superiores a 1.000 m concentradas no setor centro-oeste. As cotas inferiores a 800 m concentram-se no setor a oeste e representam as áreas de maior influência fluvial a jusante (Figura 5.32).

Figura 5.32: Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Rio Iapó.



Fonte: IGPLAN, 2010.

O mapa clinográfico bacia hidrográfica do rio Iapó indica valores mínimos de declividades de 1° e máximos de 53°, sendo o valor médio de aproximadamente 5° (Tabela 5.6 e Figura 5.33).

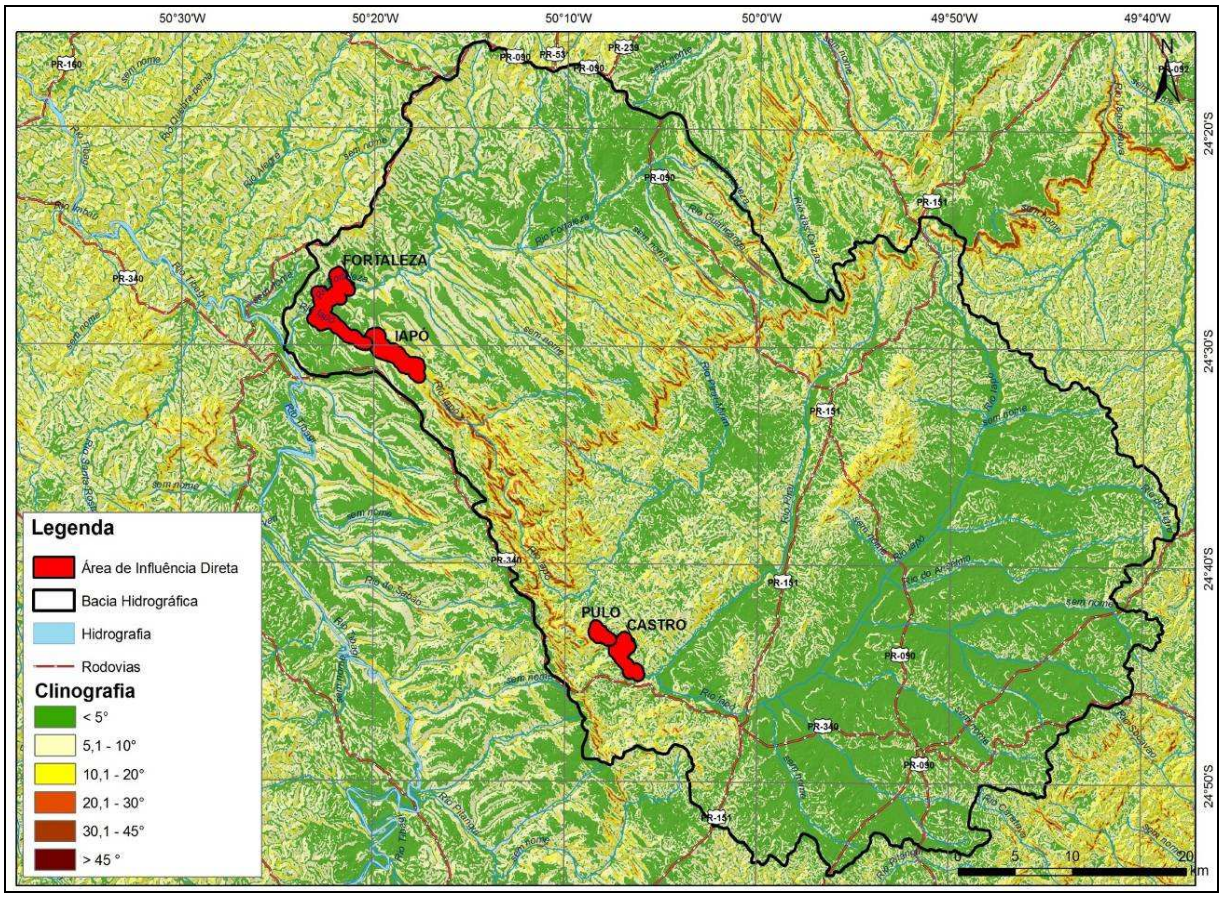
Tabela 5.6: Classes de declividade na bacia hidrográfica do Rio Iapó.

Declividade	Área (% da bacia)	Altitude Mínima	Altitude Máxima	Amplitude Altimétrica	Altitude Média	Desvio Padrão
0 – 5°	54,54	694	1357	663	1007	80
5,1°- 10°	32,53	695	1356	661	1017	97
10,1°- 20°	10,97	698	1351	653	1052	104
20,1°- 30°	1,71	718	1329	611	1085	90
30,1°– 45°	0,25	790	1238	448	1060	97

> 45°	0,00	817	1151	334	1010	101

Fonte: IGPlan, 2010.

Figura 5.33: Mapa clinográficoico da bacia hidrográfica do Rio Iapó.



Fonte: IGPLAN, 2010.

5.1.5.7. Aspectos geomorfológicos da área da PCH

O mapa hipsométrico revela que a Área de Influência Direta (AID) da PHC apresenta altimetria mínima de 958 m e máxima de 1.080 m, com valor médio de 992 m e amplitude altimétrica de 122 m. Predominam na bacia as áreas em cotas acima de 1.000 m. As cotas inferiores a 900 m estão associadas às áreas de maior influência fluvial (Figura 5.34).

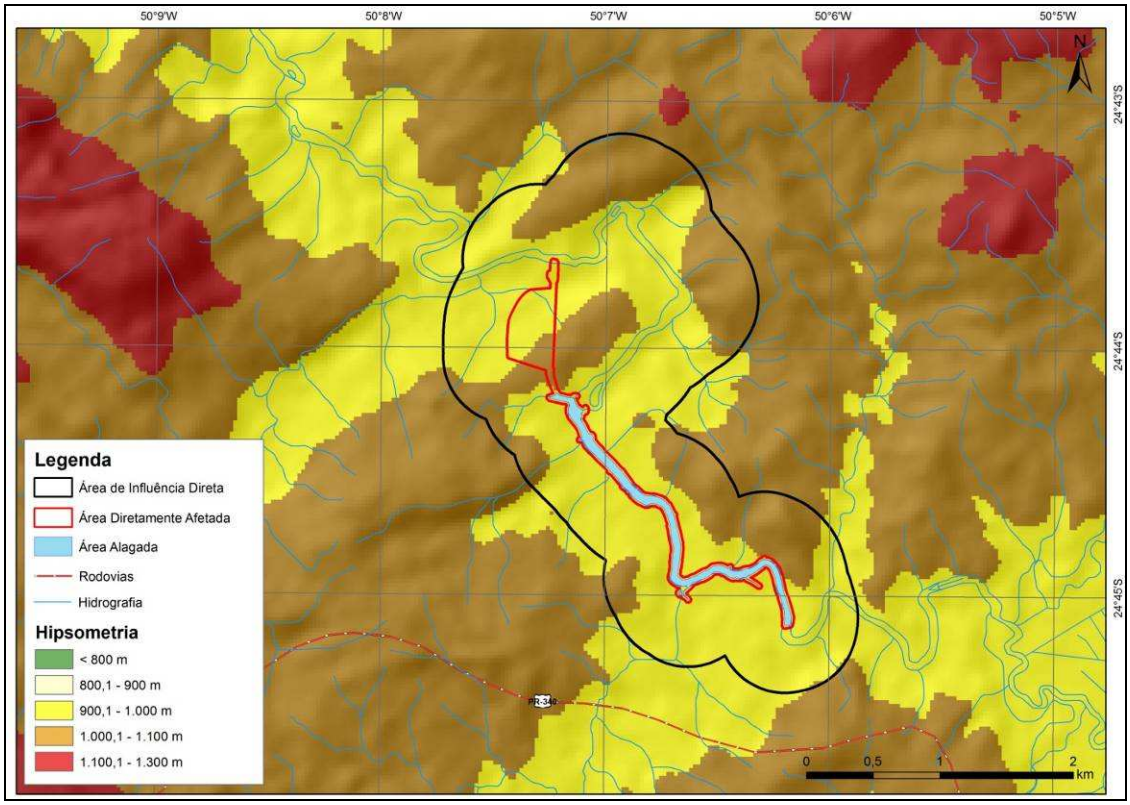
O mapa clinográfico da AID indica valores mínimos de declividades de 1°e máximos de 24°, sendo o valor médio de aproximadamente 6°(Figura 5.35 Tabela 5.7).

A classe de declividade de 0° a 5° ocorre em 40,5 % dos terrenos da AID e encontra-se com maior freqüência no topo das vertentes e fundos de vales, estando associadas às áreas planas dos topos de morros e das amplas planícies fluviais.

A classe de declividade de 5,1° a 10° ocorre em 32, 5 % e encontra-se com maior freqüência no terço inferior e médio das vertentes, estando associadas às áreas de acumulação de material detrítico originado nos segmentos superiores, com formação de rampas de colúvio.

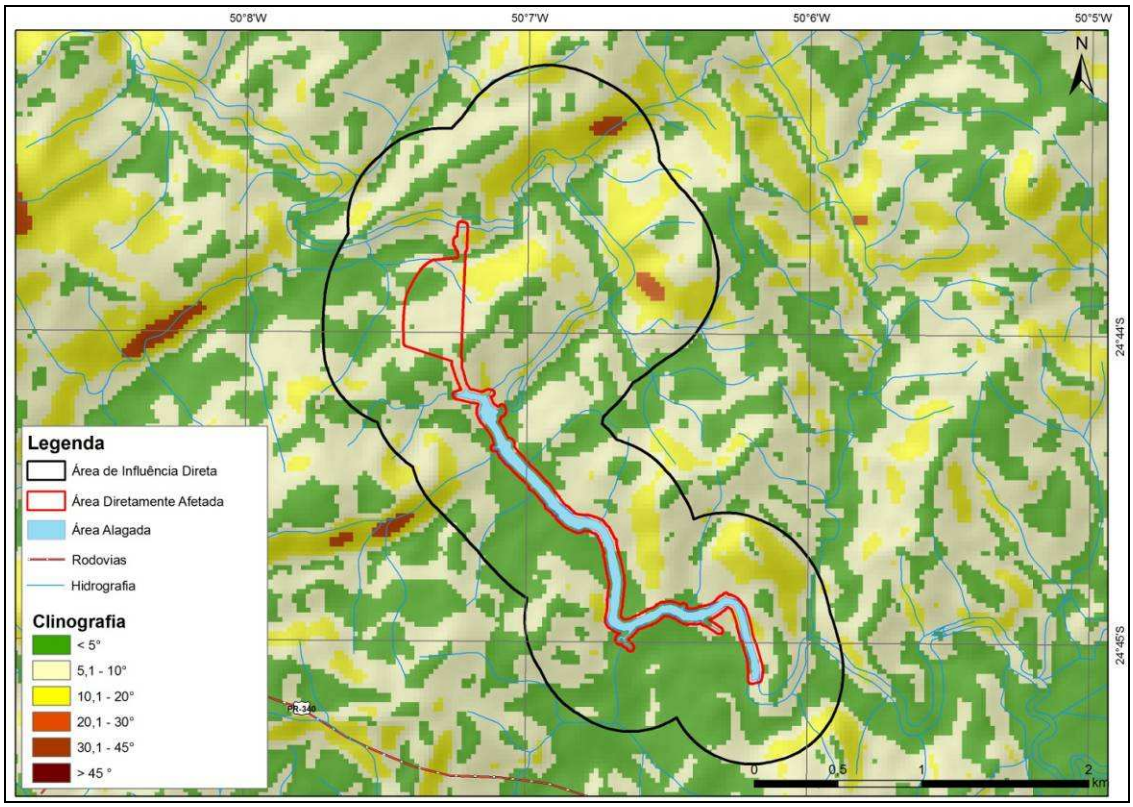
A classe de declividade de 10,1° a 20° ocorre em 10 ,9 % dos terrenos e encontra-se com maior freqüência no terço médio e superior das vertentes, estando também associadas às áreas de acumulação de material detrítico, com formação de rampas de colúvio

Figura 5.34: Mapa hipsométrico da Área de Influência Direta



Fonte: IGPLAN, 2010.

Figura 5.35: Mapa clinográfico da Área de Influência Direta



Fonte: IGPLAN, 2010.

Tabela 5.7: Classes de declividade na Área de Influência Direta.

Declividade	Área (% AID)
0 – 5°	40,5
5,1° - 10°	44,3
10,1° - 20°	14,7
20,1° - 30°	0,5
30,1° – 45°	0,0
> 45°	0,0

Fonte: IGPlan, 2010.

As áreas associadas à classe de declividades de 20,1° a 30°, 30,1 a 45° e acima de 45° possuem baixa abrangência na AID, com aproximadamente 0,5% da área total e caracterizam-se pelos trechos de maior declividade da região.

Um fato que chama a atenção a respeito das vertentes da AID é a pequena amplitude altimétrica e conseqüentemente baixos valores associados às declividades. Observa-se na AID vertentes bastante planas e longas que compreendem 34% da área total (Figura 5.36). Este segmento, localizado nas áreas à montante da bacia hidrográfica do Rio Iapó, constitui uma área sem grandes variações altimétricas, sendo as maiores amplitudes altimétricas de aproximadamente 200 m, onde dominam as formas amplas e alongadas de topos convexos ou planos, cujas encostas possuem declividades suaves em direção aos vales, com aprofundamentos médios em torno de 50 m.

Figura 5.36: Aspectos morfológicos de vertentes alongadas e de baixa declividade, ponto 5.

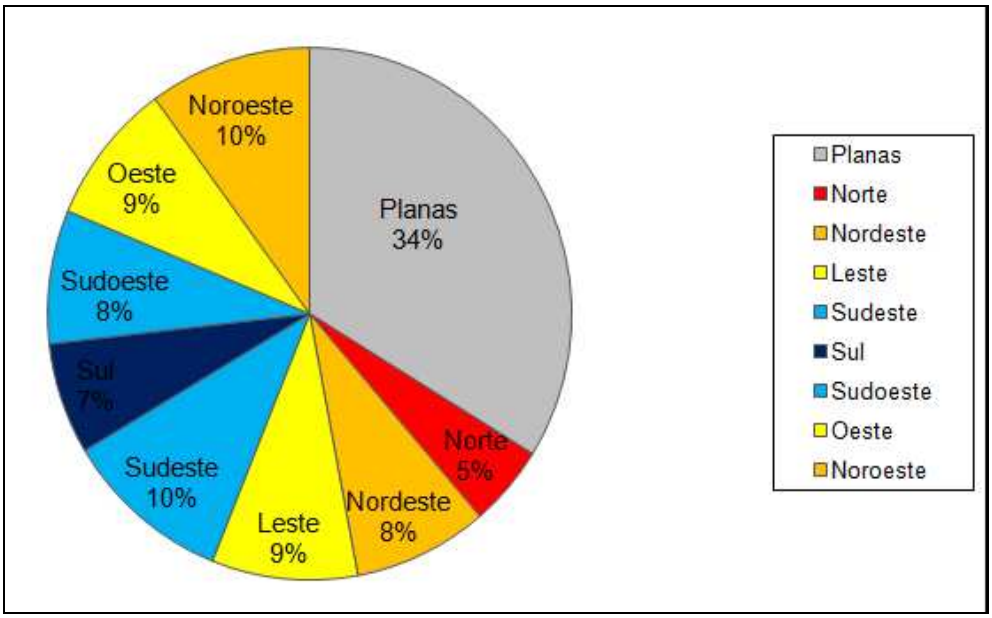


Fonte: IGPLAN, 2010.

Com relação à orientação de vertentes, ao longo do dia e no decorrer do ano, as vertentes voltadas para norte estão expostas a uma maior incidência direta de radiação solar e, conseqüentemente, são áreas com menor umidade natural. Já as áreas orientadas para o sul recebem menor incidência de radiação solar e retêm ao longo do dia e do ano uma quantidade maior de umidade no solo e nos materiais intemperizados, o que pode influenciar a formação de micro-climas distintos entre estes dois grupos de vertentes.

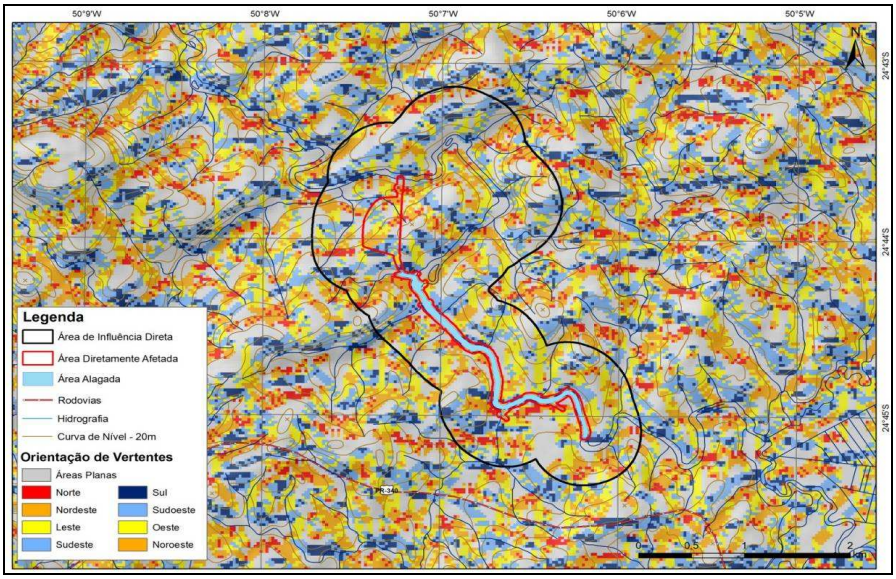
As figuras 5.37 e 5.38 indicam a representação da orientação de vertentes na AID. As cores quentes (vermelho, laranja) indicam as vertentes voltadas para N, NE e NW e as cores frias (azul escuro e azul claro) as vertentes orientadas para S, SE, e SW. Por fim, a cor amarela indica as vertentes voltadas para W e E.

Figura 5.37: Porcentagem de ocorrência da orientação das vertentes na AID.



Fonte: IGPLAN, 2010.

Figura 5.38: Mapa de orientação de vertentes da Área de Influência Direta.



Fonte: IGPLAN, 2009

Quanto às ocorrências de orientação de vertentes na AID, observa-se certo equilíbrio em relação à exposição das vertentes à luz solar (Figuras 5.37 e 5.38). As vertentes voltadas a norte, nordeste e noroeste compreendem 23,2% da área da bacia hidrográfica, as vertentes voltadas a sul, sudeste e sudoeste somam 25,3% da área. Já as áreas orientadas a leste e oeste compreendem 17,6% da área total.

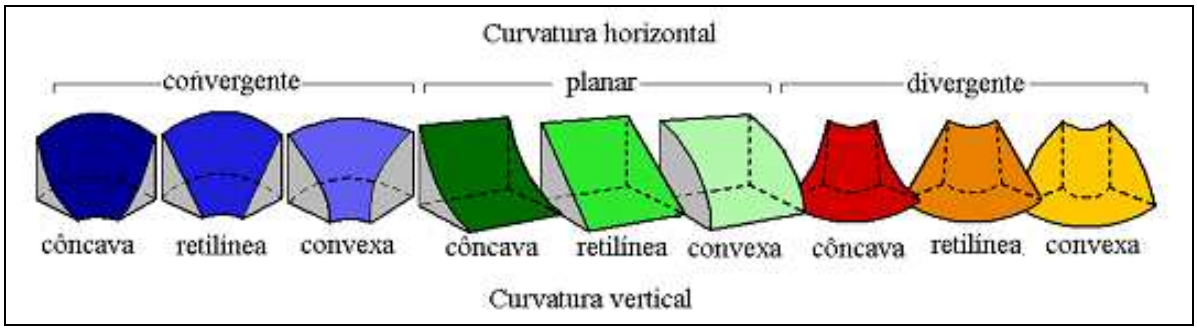
Devido à forte relação com o tipo de substrato e com processos de formação do relevo, os estudos de compartimentação do relevo apontam a curvatura vertical como uma variável de alto poder de identificação de unidades homogêneas para mapeamentos diversos.

Quanto aos processos atuais, esta variável está relacionada aos processos de migração e acúmulo de material através da superfície (sobretudo água), proporcionados pela gravidade. Este mecanismo atua indiretamente no equilíbrio entre os processos de pedogênese/morfogênese, além de influenciar a distribuição local do regime hídrico e, conseqüentemente, o regime térmico. Seja por sua atuação presente ou pretérita, a distribuição da curvatura vertical apresenta forte relação com a pedologia e a geologia.

As vertentes da AID foram analisadas sob dois aspectos de curvatura, a curvatura vertical e a curvatura horizontal, de modo a verificar a relação da morfologia das vertentes com as distintas unidades litológicas da área de estudo.

A curvatura vertical expressa o formato da vertente quando observada em perfil. É definida com a segunda derivada da altitude, o que pode ser descrito como a variação da declividade ao longo de uma determinada distância. Traduzindo tais definições para a percepção comum, refere-se ao caráter convexo/côncavo do terreno, quando analisado em perfil (Figura 5.39). É expresso em diferença de ângulo dividido por distância horizontal, o que pode assumir diferentes unidades.

Figura 5.39: Tipologia de curvatura de vertentes.



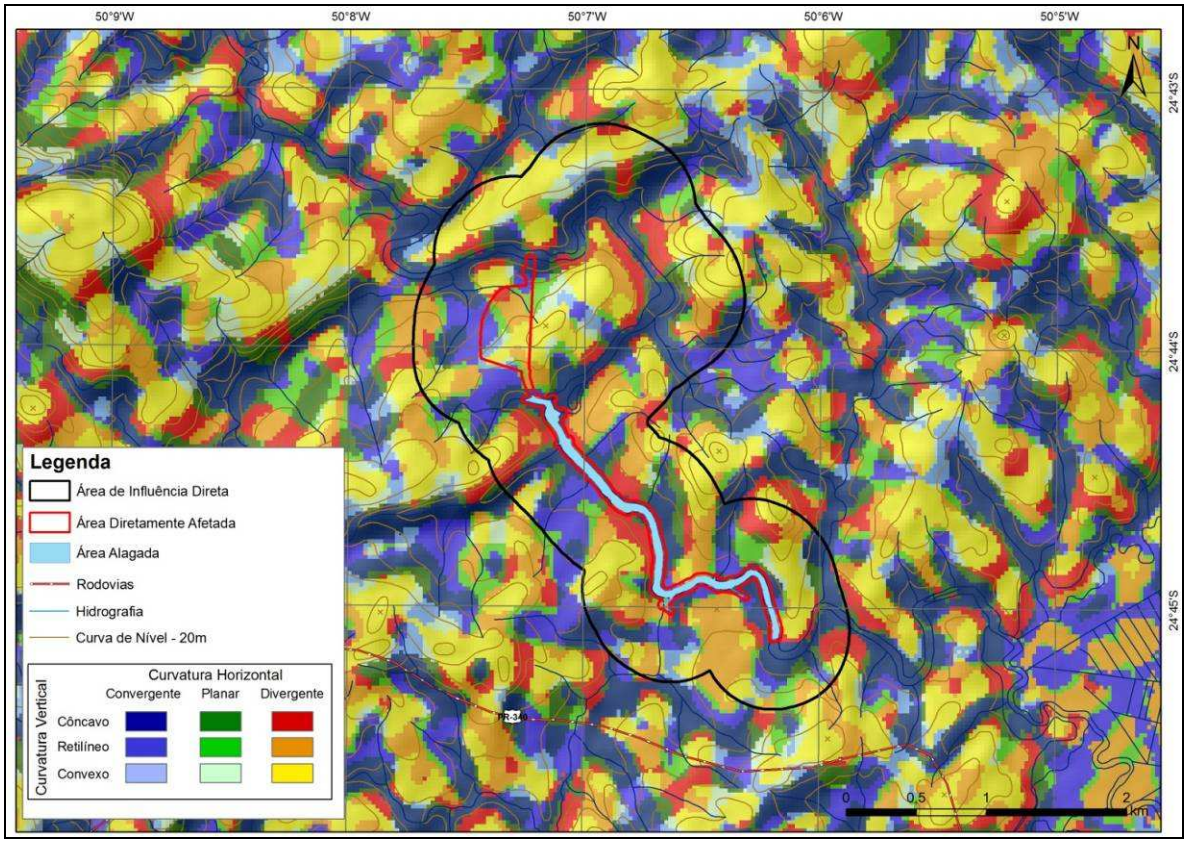
Fonte: INPE, 2008.

A curvatura horizontal expressa o formato da vertente quando observada em projeção horizontal. Em analogia à relação entre curvatura vertical e declividade, a curvatura horizontal pode ser descrita como a variação da orientação de vertentes ao longo de uma determinada distância. Na nossa percepção comum, a curvatura horizontal se traduz no caráter de divergência ou convergência das linhas de fluxo (Figura 5.39).

Para melhor entendimento das características físicas das condições de curvatura pode-se associar cores a cada tipo de combinação. Como exemplo, a classe côncavo-convergente foi codificada como azul para simbolizar uma possível influência de umidade nessas áreas. Reciprocamente, terrenos convexo-divergentes foram codificados em amarelo, numa alusão à ocorrência de terrenos mais secos e possível exposição do substrato devido à maior probabilidade de solos mais rasos. Assim, embora a forma de terreno constitua uma variável essencialmente qualitativa, há que se considerar que esta integra efeitos que podem ser ordenados pela sua intensidade.

Os tipos de curvaturas das vertentes da AID (Figura 5.40) foram associados às diferentes classes litológicas identificadas, dada a ocorrência de padrões distintos de vertentes em cada unidade. A tabela 5.8 ilustra a as curvaturas horizontais e verticais associadas às classes litoestratigráficas.

Figura 5.40: Mapa de curvatura de vertentes da Área de Influência Direta.



Fonte: IGPLAN, 2010.

Tabela 5.8: Tipologia de curvatura de vertentes e área de ocorrência associada às classes litoestratigráficas. Porcentagem relativa a área total da AID.

Curvatura Horizontal	Curvatura Vertical	Grupo Castro	Sedimentos Recentes
Convergente	Côncavo	17,7	6,7
	Retilíneo	8,6	1,1
	Convexo	2,0	0,1
Planar	Côncavo	5,8	0,9
	Retilíneo	6,1	0,3
	Convexo	3,6	0,0
Divergente	Côncavo	9,7	1,4
	Retilíneo	13,9	1,2
	Convexo	20,2	0,8

Fonte: IGPLAN, 2010

Associadas ao Grupo Castro, as vertentes na AID de curvatura horizontal do tipo convergente somam 28,2% da área total, as vertentes de curvatura horizontal do tipo planar representam 15,6 % e as vertentes de curvatura horizontal associadas à áreas divergentes somam 43,7%. Já as vertentes de curvatura vertical do tipo côncavo totalizam 33,2%, as do tipo retilíneo 28,6% e as convexas 25,7%.

Associadas aos Sedimentos Recentes, as vertentes na AID de curvatura horizontal do tipo convergente somam 7,8%, as vertentes de curvatura horizontal do tipo planar representam 1,3% e as vertentes de curvatura horizontal associadas à áreas divergentes somam 3,4%. Já as vertentes de curvatura vertical do tipo côncavo totalizam 9%, as do tipo retilíneo 2,6% e as convexas 0,9%.

De modo geral observa-se que ocorre um predomínio das vertentes divergentes associadas às rochas do Grupo Castro, seguido pelas áreas convergentes e planares (Figura 5.40), sendo que nas áreas de Sedimentos Recentes ocorre o inverso, com o predomínio de áreas convergentes, seguido das áreas divergentes e planares.

Quanto às vertentes de curvatura vertical ou de perfil, contatou-se que ocorre um predomínio de vertentes côncavas em ambos os grupos litoestratigráficos, seguido por vertentes retílineas e convexas.

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

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.

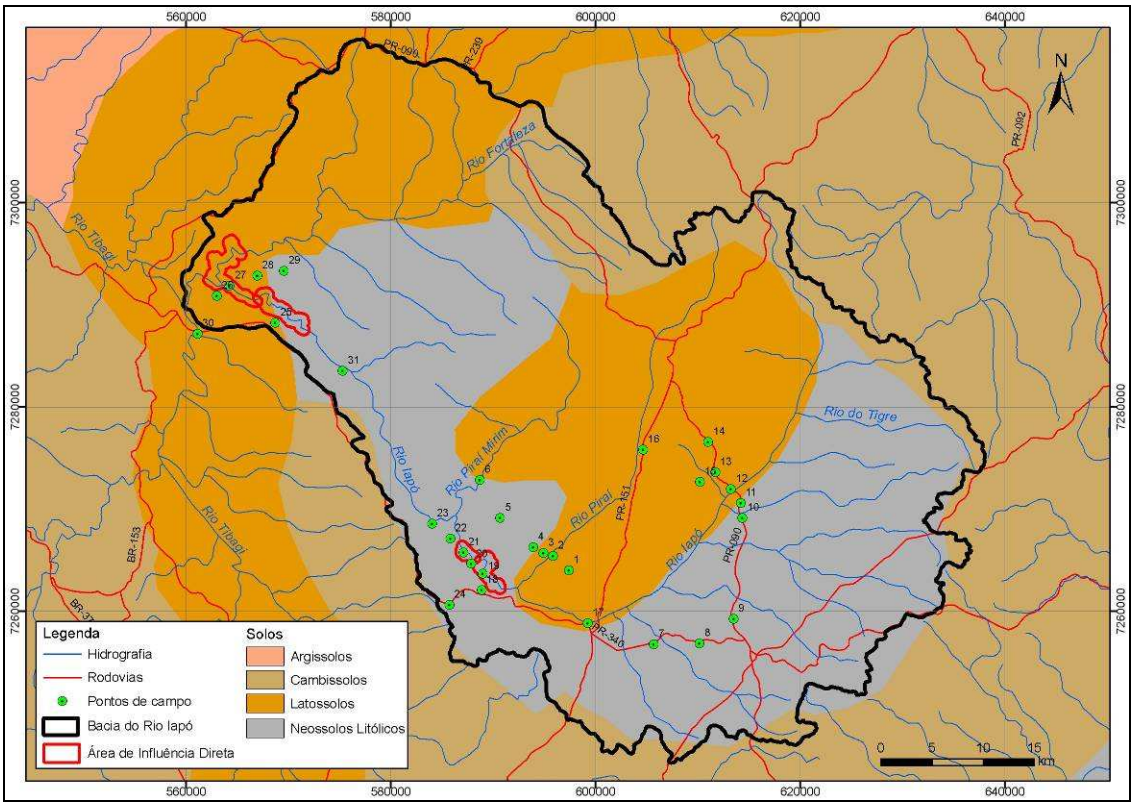
A classificação de solos no Brasil é distinta das demais classificações adotadas em outras partes do mundo e consiste de uma maior interatividade com os sistemas

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 passa a vigorar 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 que contemplam a região da bacia hidrográfica do Rio Iapó e entorno. Dentre o pequeno número de mapeamentos existentes, observa-se algumas diferenças quanto aos tipos de ocorrências, fato relacionado principalmente à variação de escalas dos produtos finais. Segundo o mapeamento de solos disponibilizado em formato vetorial pelo SISCOM/IBAMA na escala 1:3.000.000, ocorrem na bacia e entorno solos das ordens latossolos, neossolos litólicos, cambissolos e argissolos, conforme classificação da EMBRAPA (2006) (Figura 5.41).

Figura 5.41: Detalhe do mapeamento de solos do Estado do Paraná disponibilizado pelo SISCOM/IBAMA. Em destaque a bacia do Rio Iapó. Precisão de escala 1:3.000.000.

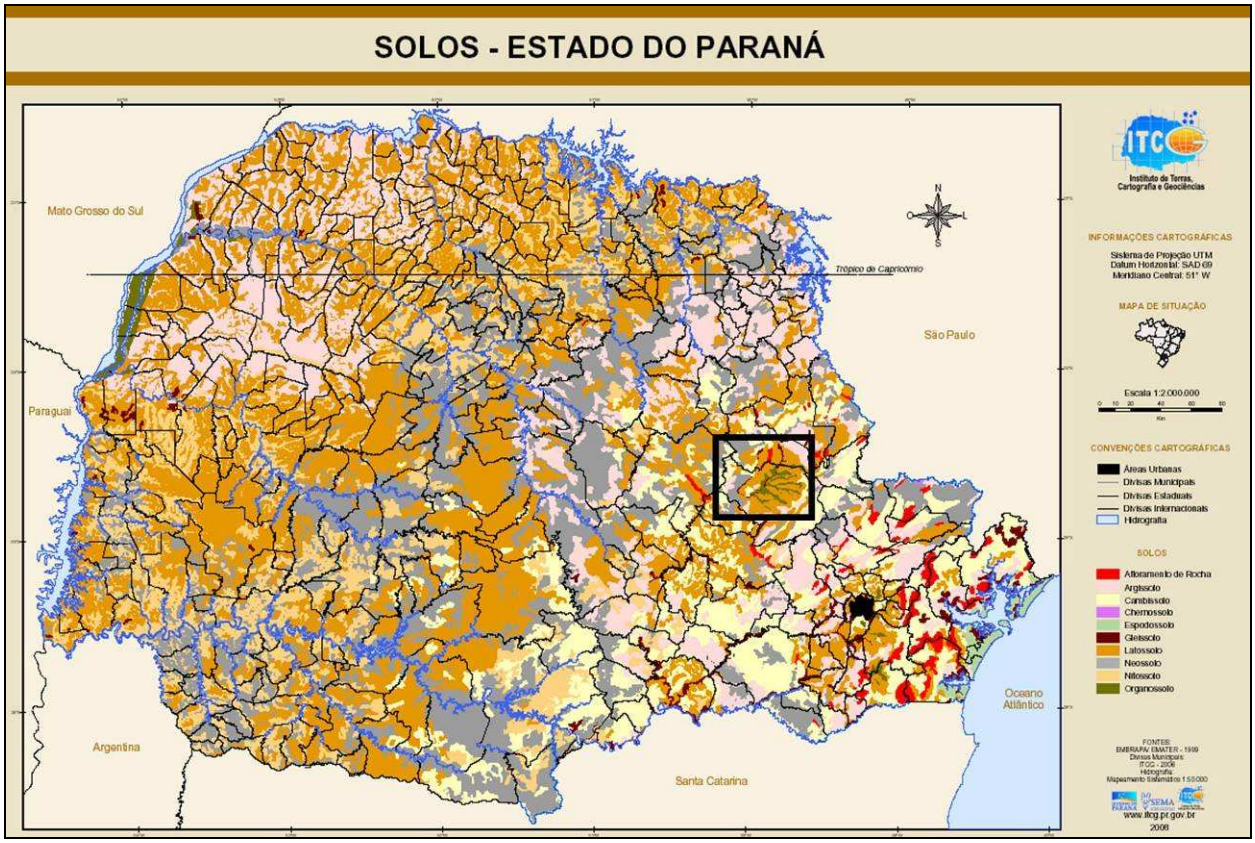


Fonte: SISCOM/IBAMA, 2010. Organizado por IGPlan, 2010.

Neste mapeamento os neossolos litólicos ocorrem quase que exclusivamente no interior da bacia, nas suas partes centro-norte, sul e leste. Os latossolos ocorrem nas partes central, norte e oeste da bacia, enquanto que os cambissolos concentram-se em pequena faixa na parte norte da bacia, assim como em todo o seu entorno norte, sul e leste. Os argissolos ocorrem fora da bacia a noroeste (Figura 5.41).

Já segundo o mapa de solos disponibilizado pelo ITCG na escala 1:2.000.000, ocorrem na área da bacia e entorno imediato solos das ordens latossolos, organossolos, argissolos e neossolos de subordem litólicos. A bacia do Rio Iapó situa-se em uma faixa na parte leste do Estado do Paraná onde predominam grandes manchas de latossolos entremeados por argissolos e/ou neossolos litólicos (Figura 5.42).

Figura 5.42: Mapa de solos do Estado do Paraná. Em destaque a área de estudo.



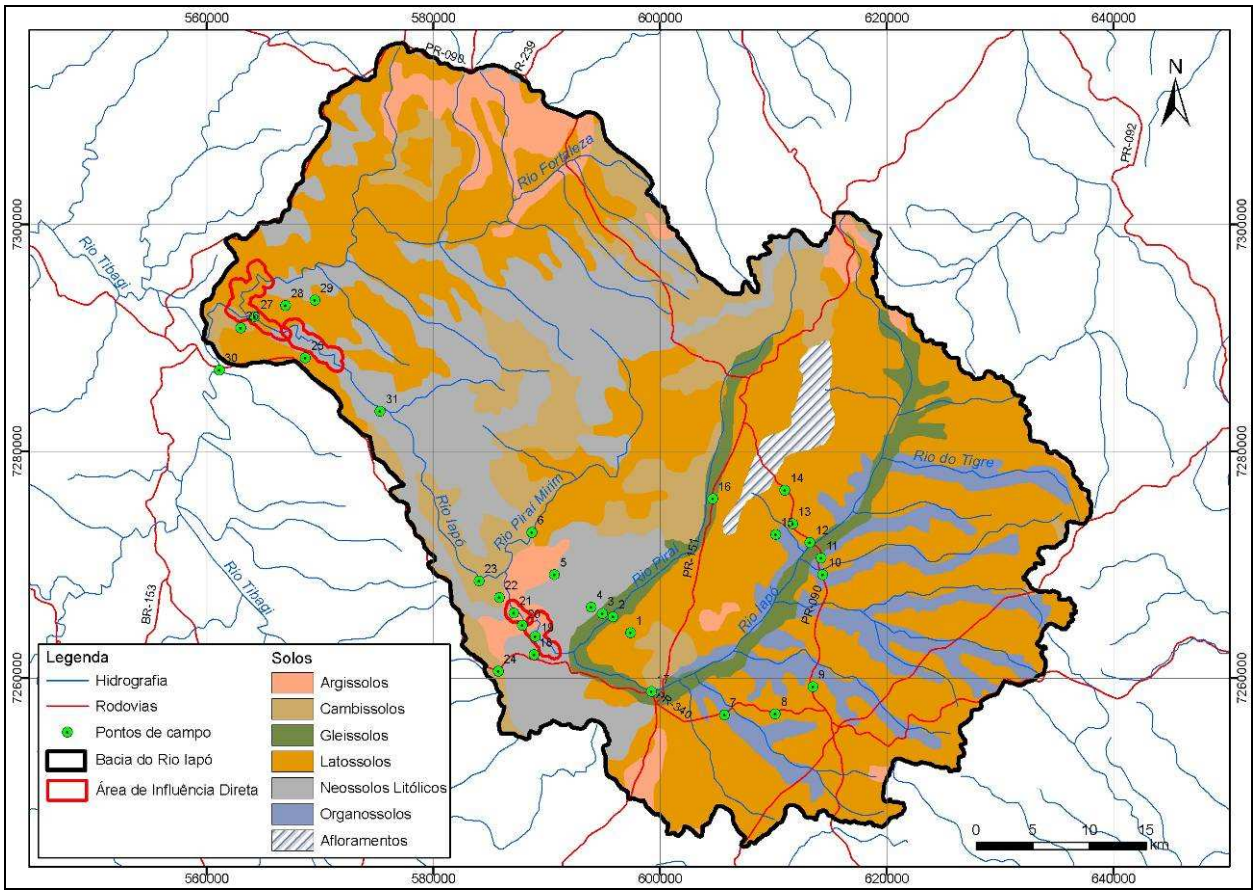
Fonte: ITCG, 2006.

O mapeamento de solos disponibilizado também pelo ITCG, em formato vetorial na escala 1:1.000.000, indica a ocorrência dos mesmos tipos de solos na área da bacia: latossolos, cambissolos, neossolos de subordem litólicos, organossolos e argissolos, com acréscimo de ocorrência de gleissolos (Figura 5.43). No entanto, tal mapeamento detalha melhor sua distribuição, o que possibilita identificar a ocorrência de subordens e grandes grupos, além de algumas associações de diferentes tipos de solos. Até o momento de redação deste relatório não havia disponibilidade pública nos diversos órgãos e instituições consultados de quaisquer outros mapeamentos de solos em escalas maiores.

Apesar da discrepância entre as classes de solos que predominam na bacia apresentadas nos mapeamentos disponibilizados pelo SISCOM/IBAMA e ITCG, deve-se atentar para o fato de que os tipos de solos predominantes – latossolos e

neossolos litólicos – constituem solos com características bastantes distintas quanto ao seu grau de desenvolvimento, que se traduzem em condições diferentes de espessura, coesão e estabilidade.

Figura 5.43: Ocorrência de solos na bacia do Rio Iapó segundo mapeamento de solos do Estado do Paraná disponibilizado pelo ITCG. Precisão de escala 1:1.000.000.



Fonte: ITCG, 2010. Org;: IGPLAN, 2010.

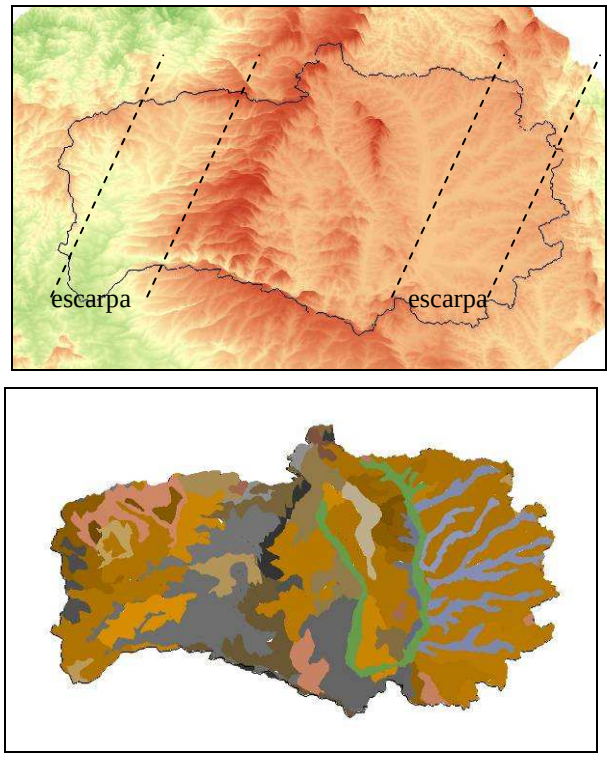
Deste modo, observou-se em campo, nos setores percorridos, uma grande variação quanto à profundidade dos perfis de solos, que ora apresentavam-se decimétricos, ora com profundidades superiores a 2 m, com diversas espessuras intermediárias entre os extremos, em ocorrências por vezes próximas.

Segundo o mapeamento do ITCG, a distribuição de solos na bacia é parcialmente influenciada pela compartimentação topográfica. Na faixa de escarpas que corta a bacia no sentido SO-NE predomina a ocorrência de neossolos litólicos e

cambissolos, associados a áreas elevadas com significativo gradiente altimétrico (Figuras 5.43 e 5.44). Os latossolos abrangem grande parte das áreas menos declivosas do terço montante da bacia do Rio Iapó e da sub-bacia do Rio Fortaleza, a leste e oeste da bacia, respectivamente, enquanto que os argissolos ocorrem em trecho isolados da parte norte e sul da bacia. Os organossolos ocorrem ao longo dos vales fluviais dos tributários do terço montante do rio Iapó, ao passo que gleissolos concentram-se ao longo dos vales fluviais do Rio Piraí e no terço superior do Rio Iapó (Figuras 5.43 e 5.44).

Predomina na bacia a ocorrência de latossolos, em área de 1451,9 km^2, ou 47,9% de seu total. Os neossolos litólicos representam a segunda maior ocorrência, em 590,8 km^2 ou 19,5% de sua área total. É também expressiva a ocorrência de cambissolos, total da bacia. Os Organossolos perfazem 237 km^2 ou 7,8% da bacia, e os gleissolos 132,3 km^2 ou 4,4%. Por fim, os argissolos ocorrem em área de gleissolos 169 km^2 ou 5,6% da bacia e os afloramentos rochosos ocupam área de gleissolos 45,4 km^2 ou 1,5% do total da bacia (Tabela 5.9).

Figura 5.44: Influência do relevo na distribuição de solos na bacia do Rio Iapó ilustrado em modelo 3D, visada SO-NE.



Fonte: ITCG, 2010. Org.: IGPLAN, 2010.

Tabela 5.9: Tipos de solos na bacia do Rio Iapó

Tipo de solo	Área (km^2)	%
Afloramento de Rochas	45,4	1,5
Argissolos	169,0	5,6
Cambissolos	407,2	13,4
Gleissolos	132,3	4,4
Latossolos	1451,9	47,9
Neossolos Litólicos	590,8	19,5
Organossolos	237,0	7,8
Total	3033,5	100

Fonte: ITCG, 2010. Org; IGPLAN, 2010.

Com relação às principais características apresentadas pela EMBRAPA (2006) quanto aos tipos de solos que ocorrem na bacia do Rio Iapó, os latossolos constituem solos muito evoluídos, em avançado estado de intemperização, destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao

intemperismo. Apresentam horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial. São muito profundos, possuem boa drenagem e apresentam seqüência de horizontes A, B, C com pouca diferenciação entre si e transições normalmente difusas ou graduais. O incremento de argila do horizonte A para o B é pouco expressivo. São solos fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, típicos de regiões equatoriais e tropicais, ocorrendo também em zonas subtropicais distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, normalmente em relevo plano e suave ondulado. (EMBRAPA, 2006) (Figura 5.45).

Os neossolos constituem solos pouco evoluídos, com ausência de horizonte B diagnóstico e com menos de 30 cm de espessura, caracterizados pela baixa modificação dos materiais originários em virtude da pequena expressão dos processos pedogenéticos. Os neossolos da subordem litólicos são, também 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 ocorrem na bacia do Rio Iapó majoritariamente como neossolos litólicos húmicos, que apresentam acúmulo iluvial de carbono orgânico e alumínio, com ou em ferro. (EMBRAPA, 2006).

Figura 5.45: Perfil de típico de latossolo encontrado nas áreas de menor declividade da bacia do Rio Iapó, profundidade superior a 2 m. Ponto 9.



Fonte: IGPLAN, 2010.

Assim como os neossolos, os cambissolos são também solos pouco desenvolvidos, que no entanto apresentam horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, em geral horizonte A ou horizonte hístico, com espessura inferior a 40 cm. As características pedológicas dos cambissolos variam muito de local para local em função das formas do relevo e das condições climáticas. Podem incluir solos de rasos a profundos, de fortemente a imperfeitamente drenados, com horizonte B incipiente (Bi) de textura franco-arenosa ou mais argilosa, assim como cores diversas. Muitas vezes podem se apresentar pedregosos, cascalhentos e mesmo rochosos e ocorrem preferencialmente em regiões serranas e montanhosas (EMBRAPA, 2006).

Os cambissolos são em geral bastante ácidos, com altos teores de alumínio trocável, bem como valores da relação alumínio/bases sempre superiores a 85% no horizonte Bi (EMBRAPA, 2006), o que confere limitações importantes quanto à sua fertilidade. Tais características, associadas ao tipo de relevo em que ocorrem, apontam para seu uso preferencial como áreas de conservação.

Os argissolos são marcados pela ocorrência de um horizonte B textural (Bt), com argila de baixa atividade e nítida transição entre os horizontes A e Bt, que pode ser abrupta ou gradual. São solos de profundidade variável, de forte a imperfeitamente

drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, de forte a moderadamente ácidos, com textura que varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila do primeiro para o segundo (EMBRAPA, 2006) (Figura 5.46). A forte diferença textural entre os horizontes A e Bt torna esses solos especialmente propensos à instalação de processos erosivos e de rápida resposta a estímulos como retirada da cobertura vegetal, cortes ou abertura de vias, entre outros.

Os organossolos compreendem solos pouco evoluídos,

> com preponderância de características devidas ao material orgânico, de coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada, resultantes da acumulação de restos vegetais, em graus variáveis de decomposição, em condições de drenagem restrita (ambientes mal a muito mal drenados), ou em ambientes úmidos de altitudes elevadas, saturados com água por apenas poucos dias durante o período chuvoso (EMBRAPA, 2006, p.86) (Figura 5.47).

Figura 5.46: Modelo de perfil típico de argissolo.



Fonte: IGPLAN, 2010.

Figura 5.47: Organossolo típico encontrado na bacia do Rio Iapó, ponto 10.



Fonte: IGPLAN, 2010.

Os gleissolos compreendem solos hidromórficos, constituídos por material mineral, permanente ou periodicamente saturados por água, que apresentam horizonte glei nos primeiros 50 cm de sua superfície, ou em profundidade entre 50 e 125 cm abaixo de horizontes A ou E, em decorrência do regime de umidade redutor proporcionado por efeito de flutuação de nível do lençol freático. São solos mal ou muito mal drenados, desenvolvidos comumente em sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água ou em áreas de terrenos planos de terraços fluviais, lacustres e marinhos, assim como em áreas de depressões (EMBRAPA, 2006) (Figura 5.48).

A cobertura pedológica na bacia do Rio Iapó é marcada por sua diversidade e compartimentação topográfica. As PCHs previstas encontram-se em áreas de ocorrência de latossolos, cambissolos, neossolos litólicos e argissolos.

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

Figura 5.48: Contexto de ocorrência de gleissolo na bacia do Rio Iapó, ponto 16.

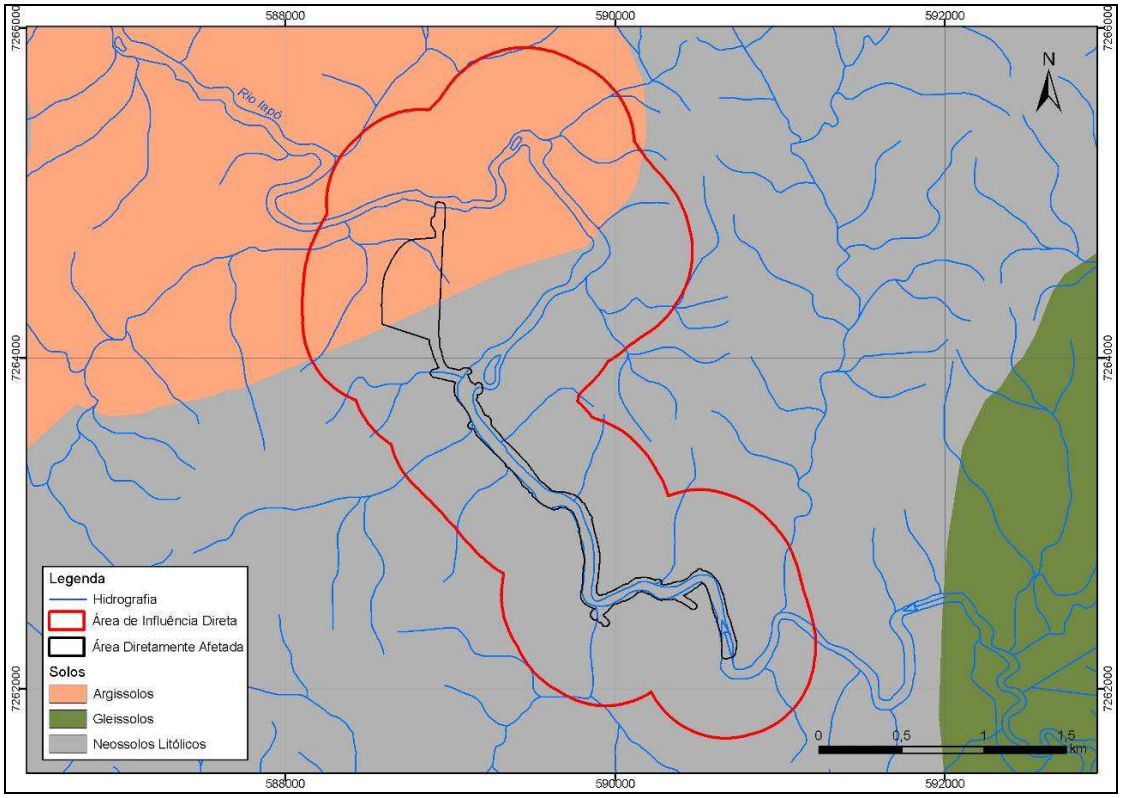


Fonte: IGPLAN, 2010.

5.1.6.1. Solos na AID da PCH Castro

Segundo mapeamento do ITCG, na escala 1:1.000.000, ocorrem na Área de Influência Direta da PCH Castro neossolos litólicos e argissolos (Figura 5.49), distribuídos em trechos distintos.

Figura 5.49: Ocorrência de solos na AID da PCH Castro.



Fonte: ITCG, 2010. Org; IGPLAN, 2010.

Os neossolos litólicos ocorrem em todo o trecho central e sul da AID, estando quase totalidade da superfície de inundação do futuro reservatório situada em área com este tipo de solo. Os argissolos ocorrem no setor norte da AID.

A distribuição destes tipos de solos na AID inspira cuidados adicionais no planejamento da construção e funcionamento da barragem, uma vez que neossolos litólicos e argissolos são solos potencialmente frágeis, que respondem de modo rápido a intervenções humanas como remoção da cobertura vegetal, confecção de cortes e construção de vias, entre outras.

A instalação ou potencialização de processos erosivos vinculados à circulação hídrica pode ser minimizada nessas áreas pela adoção de práticas preservacionistas de uso da terra, em especial com relação à menor remoção possível de cobertura vegetal.

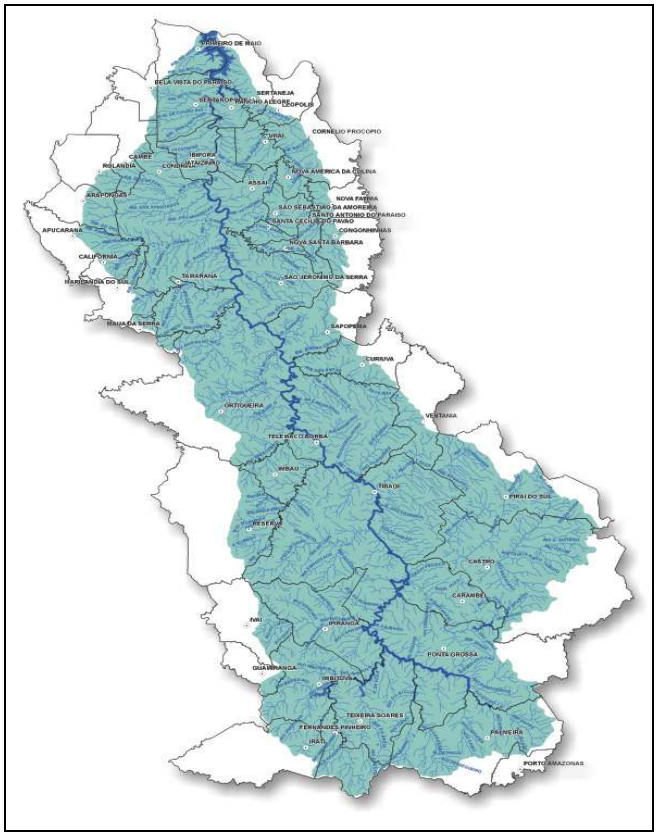
5.1.7. Contexto Hidrográfico

5.1.7.1. Contexto Hidrográfico Regional

O Rio Iapó está inserido no contexto hidrográfico da bacia do Rio Tibagi (Figura 5.50), terceiro maior rio do estado após os rios Iguaçu e Ivaí. O Rio Tibagi tem suas nascentes na Serra das Almas, município de Palmeira, região dos Campos Gerais, na cota 1.060 m e deságua no reservatório da Usina Hidrelétrica de Capivara, no Rio Paranapanema, na cota de 298 m.

Segundo a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA (2007), o Rio Tibagi possui percurso de 550 km e área de drenagem de 24.711 km², que abrange 13% do território estadual, 49 municípios e população de aproximadamente 1,7 milhões de habitantes.

Figura 5.50: Bacia hidrográfica do Rio Tibagi: limites físicos e dos municípios que abrange.



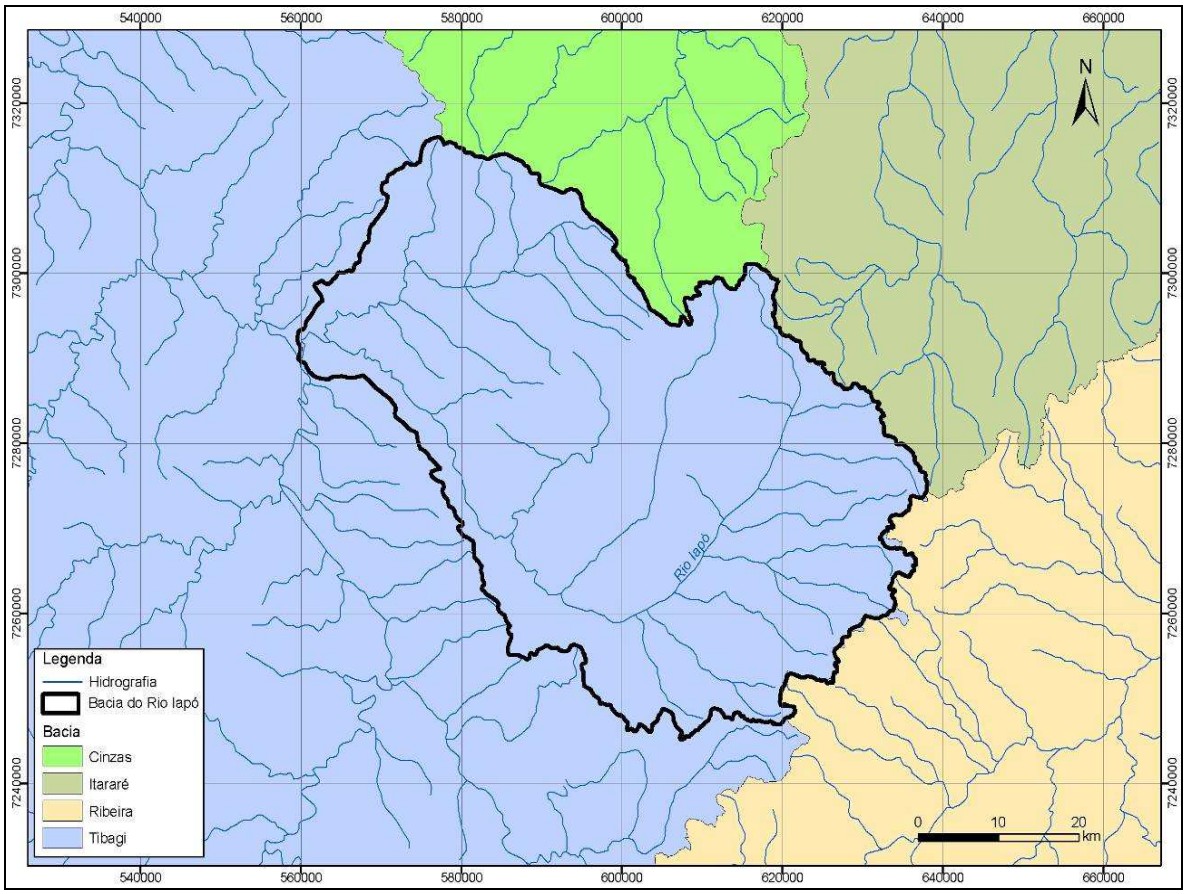
Fonte: www.copati.org.br, 2010.

Ainda segundo a SEMA (2007), O Rio Tibagi percorre áreas dos três planaltos paranaenses. No Primeiro Planalto (Alto Tibagi), na faixa altimétrica de 1120 a 700 m, que compreende as regiões sul e sudeste da bacia, das áreas das nascentes até Telêmaco Borba, o Rio Tibagi atravessa áreas de relevo ondulado com forte declividade, em percurso encaixado.

No Segundo Planalto (Médio Tibagi), na faixa altimétrica de 700 a 450 m, que corresponde à Zona Central estendendo-se de Telêmaco Borba até o Rio Apucaraninha, percorre áreas de Relevos tabulares em cuesta. No Terceiro Planalto (Baixo Tibagi), na faixa altimétrica de 450 a 300 m, que compreende a região norte da bacia (Rio Apucaraninha até a foz do Rio Tibagi, percorre áreas de relevo suave ondulado.

No contexto hidrográfico estadual, a bacia do Rio Iapó situa-se integralmente na bacia do Rio Tibagi, no seu setor sudoeste, porém na área de divisa com três outras importantes bacias estaduais. Na sua parte norte a bacia do Rio Iapó tem limites com a bacia do Rio das Cinzas; na parte leste com a bacia do Rio Itararé e na parte sueste com a bacia do Rio Ribeira (Figuras 5.51 e 5.52).

Figura 5.51: Contexto hidrográfico geral de localização da bacia do Rio Iapó no contexto das principais bacias hidrográficas do estado.



Fonte: IGPLAN, 2010.

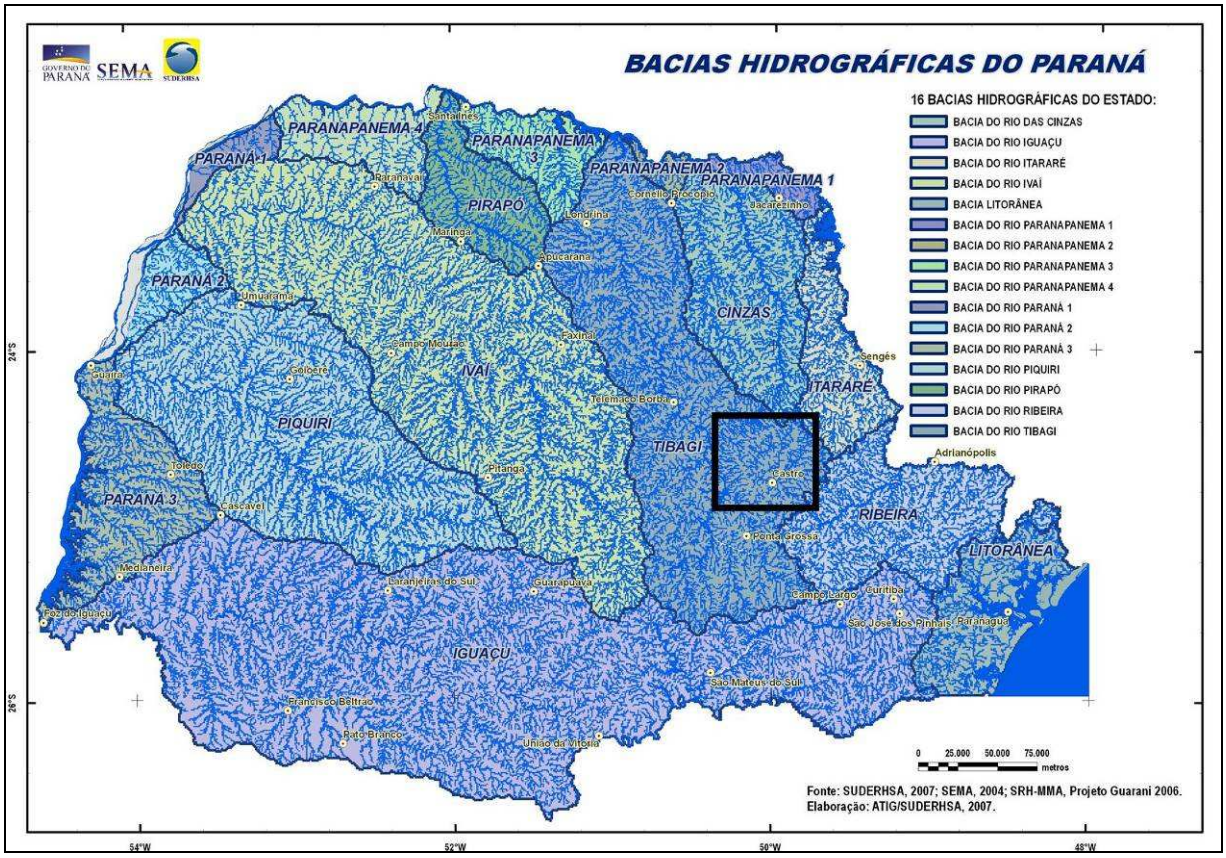
Figura 5.52: Aspecto do Rio Tibagi nas proximidades no município de Tibagi.



Fonte: IGPLAN, 2010.

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 Tibagi é a segunda maior de inserção integral no estado e ocupa toda sua porção centro-leste (Figura 5.53).

Figura 5.53: Divisão hidrográfica do Estado do Paraná. Em destaque a área da bacia do Rio Iapó no contexto da bacia hidrográfica do Rio Tibagi.



Fonte: SUDERHSA, 2007.

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. A bacia hidrográfica do Rio Iapó localiza-se na Unidade 4 – Alto Tibagi (Figura 5.54).

Quanto aos recursos hídricos subsuperficiais, o Estado do Paraná é dividido em 11 Unidades Aqüíferas. A bacia do Rio Tibagi abrange sete desta unidades: Serra

Geral Norte, Guarani, Paleozóica Superior, Paleozóica Média Superior, Paleozóica Inferior, Pré-Cambriana e uma diminuta porção da unidade Carste (Figura 5.55).

A bacia do Rio Iapó abrange principalmente as unidades Paleozóica Inferior e Pré-Cambriana, além de pequena parte das unidades Paleozóica Média Superior, a norte, e Carste, a sul. Todas as PCHs previstas situam-se no contexto da unidade Paleozóica Inferior (Figura 5.56).

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

Segundo a SUDERHSA (2007), a Unidade Pré Cambriana

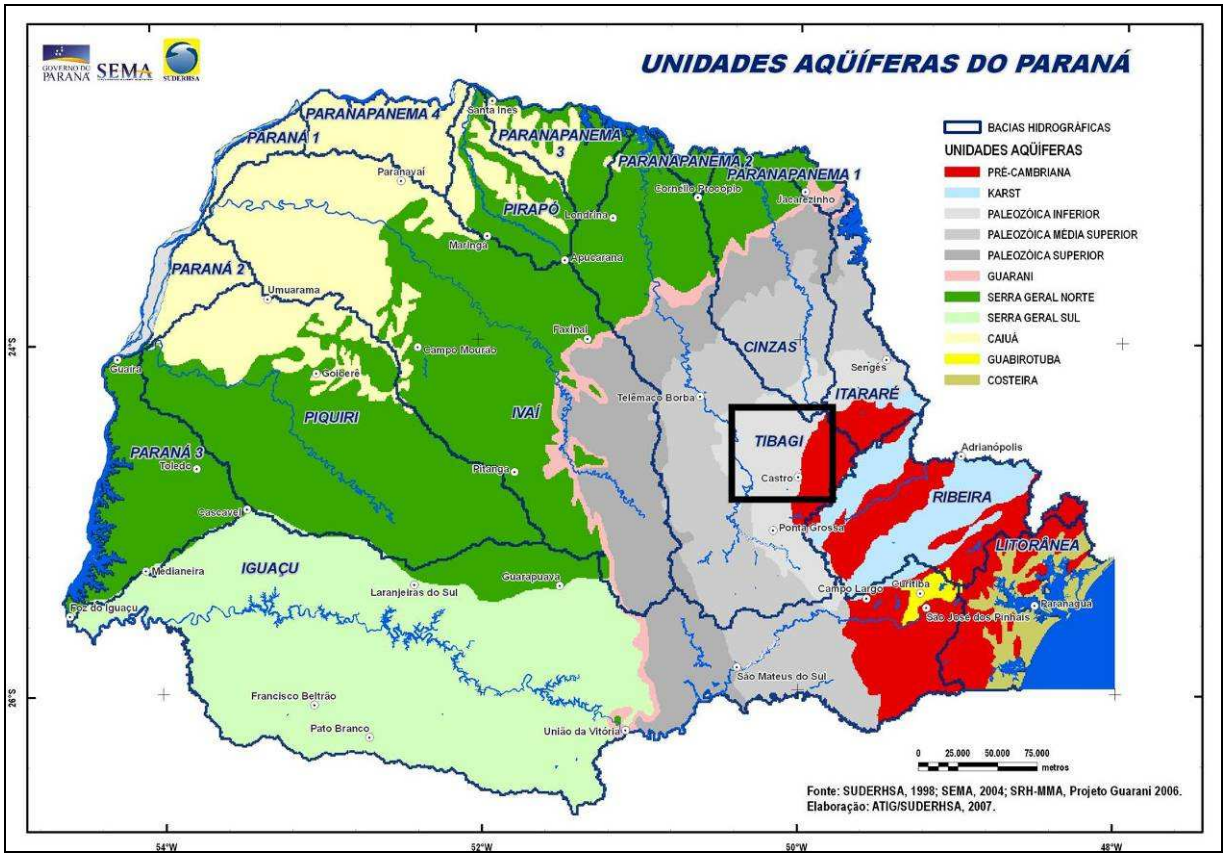
> compreende as rochas gnáissico-migmatíticas do Embasamento Cristalino, nas quais o armazenamento de água subterrânea está condicionado ao maior ou menor desenvolvimento das fraturas ou sistemas de fraturas que afetaram essas rochas.

Figura 5.54: Unidades Hidrográficas do Estado do Paraná. Em destaque a área da bacia do Rio Iapó.



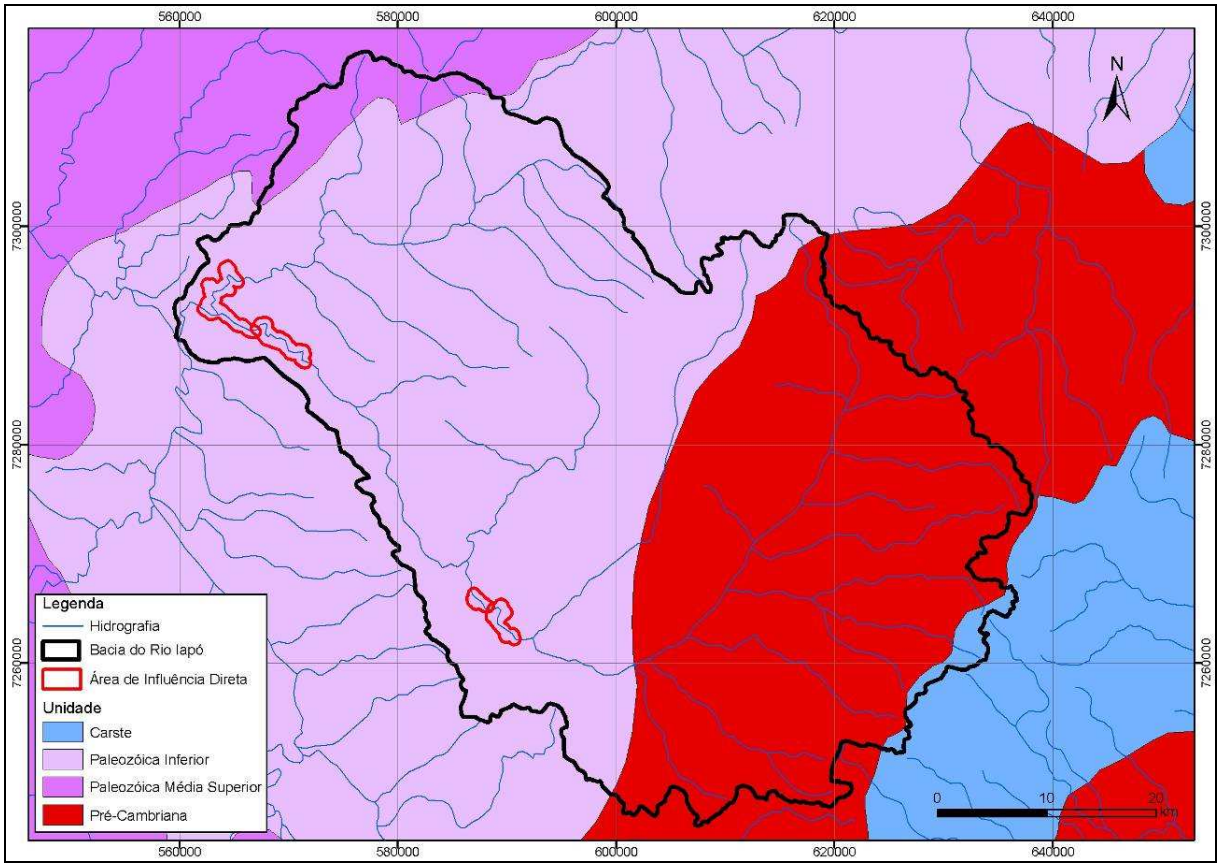
Fonte: SUDERHSA, 2007.

Figura 5.55: Unidades Aqüíferas do Estado do Paraná. Em destaque a área do empreendimento.



Fonte: SUDERHSA, 2007.

Figura 5.56: Unidades Aqüíferas na bacia do Rio Iapó.



Fonte: ITCG, 2010. Org.: IGPLAN, 2010.

(...) o aqüífero cristalino fraturado, encontra-se coberto por um manto de intemperismo de espessura variável - em geral entre 5 e 20 m - que lhe confere, localmente, características confinantes ou semi-confinantes, favorecendo por outro lado condições para uma recarga contínua do sistema através da drenagem vertical descendente. Apesar dessas condições, o aqüífero cristalino, por sua própria natureza, não oferece condições de armazenamento de volumes consideráveis de água subterrânea, muito embora, em situações especiais - com zonas de fraturas desenvolvidas e abertas - seja possível obter-se poços com vazões excepcionais da ordem de 100 m^3/h. Observa-se que, em cerca de 70% dos poços perfurados no cristalino na RMC, as entradas de água se localizam entre 50 e 200 m de profundidade e que em somente 10% estão compreendidas entre 200 e 300 m. No universo de cerca de 700 poços cadastrados no Banco de Dados Hidrogeológicos da SUDERHSA, apresentam profundidade média de 124 metros, vazão média de 8 m3/hora. (...) 58% dos poços apresentam vazões compreendidas entre 2 - 10 m^3/h e que 18% têm vazões menores do que 2 m^3/h. Além disso, verifica-se ainda, que as vazões específicas dos poços do aqüífero cristalino fraturado, apresentam valores variáveis desde 0,14 m3/h/m até 32 m^3/h/m, o que revela a grande heterogeneidade do sistema.

> Admite-se para a área aproximada da ocorrência 7.540 km^2, um potencial hidrogeológico de 5,6 L/s/km^2. De acordo com a distribuição iônica média, as águas subterrâneas do aqüífero Cristalino podem ser classificadas como Bicarbonatadas Cálcicas, apresentando 140 mg/L (ppm) de conteúdo médio de Sólidos Totais Dissolvidos.

Ainda conforme a SUDERHSA (2007), a Unidade Paleozóica Inferior

> Compreende litologias dos Grupos Castro e Paraná (Formações Furnas e Ponta Grossa), abrangendo uma área de aproximadamente 7.150 km^2 , representadas principalmente por siltitos, folhelhos e arenitos, estes últimos da Formação Furnas e que representam o maior potencial aqüífero da área. Admite-se um potencial hidrogeológico de 3,6 L/s/ km^2 para esta unidade.
>
> Os cerca de 110 poços tubulares cadastrados no Banco de Dados Hidrogeológicos da SUDERHSA apresentam profundidade média 202 metros e vazão média de 20 m^3/hora.
>
> De acordo com a distribuição iônica média, admite-se classificar as águas subterrâneas da Unidade Paleozóica Inferior como sendo Bicarbonatadas Sódicas, apresentando média de 177 ppm (mg/L) de Sólidos Totais Dissolvidos. Em situações em que predominam contribuições da Formação Ponta Grossa podem apresentar conteúdo maior de íon Sulfato.

5.1.7.2. A Bacia Hidrográfica do Rio Iapó

O Rio Iapó tem suas nascentes localizadas no município de Piraí do Sul, na cota aproximada de 1.230 m, no flanco sul da Serra das Furnas, próximo ao divisor de águas entre as bacias dos rios das Cinzas e Iapó. Apresenta um comprimento total de 172 km e deságua na margem direita do Rio Tibagi, município de Tibagi, na cota aproximada 704 m. Sua bacia hidrográfica ocupa parte dos municípios de Piraí do Sul, Castro, Ventania e Tibagi, dos quais se destaca Castro como o mais importante em termos econômicos.

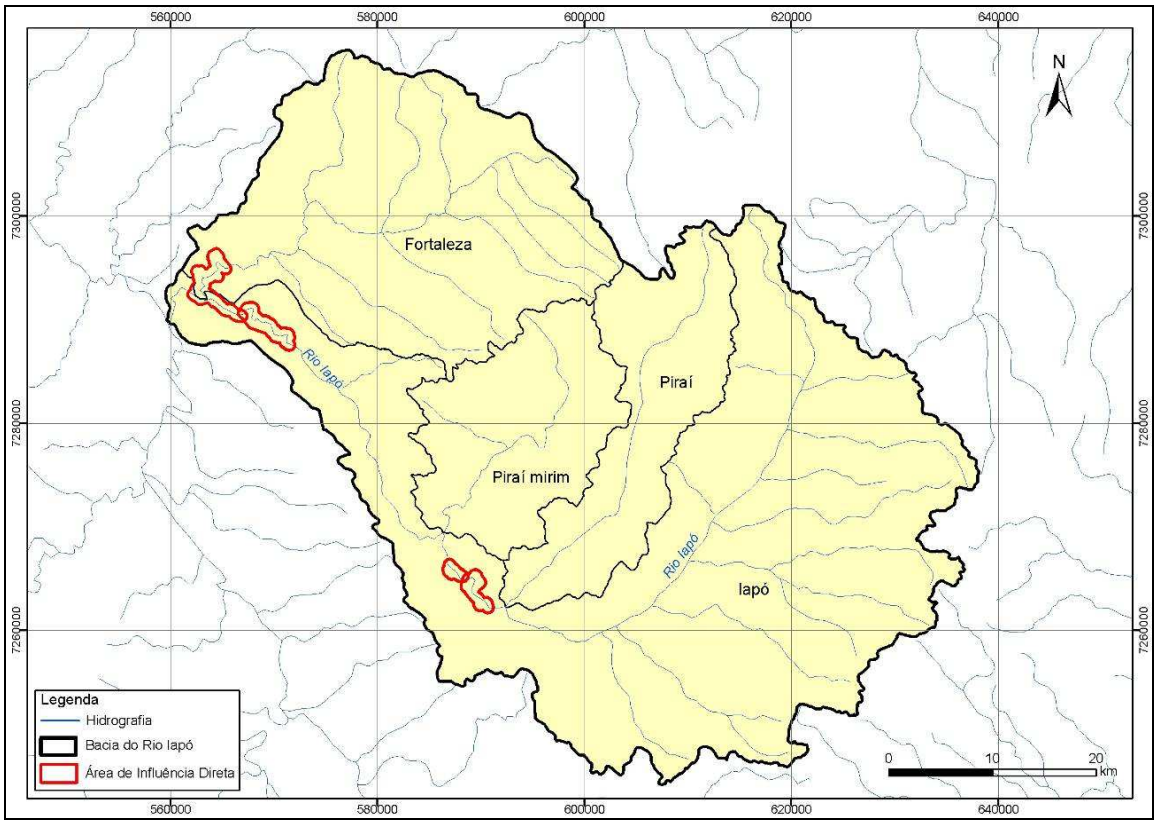
A bacia hidrográfica do Rio Iapó possui área de drenagem de 3.033,5 km² ([2]), com declividade média de 3,05 m/km e perímetro de 309,1 km, o que resulta num coeficiente de compacidade de 1,58 e fator de forma de 0,08, valores que indicam tratar-se de bacia alongada com menor propensão a enchentes (Figura 5.57).

Segundo a empresa Design Head (2006), que efetuou o estudo de viabilidade do empreendimento,

> o curso do rio Iapó desenvolve-se no sentido sudoeste até a cidade de Castro, guinando após para noroeste até atingir sua foz no rio Tibagi.
>
> No primeiro trecho o rio é plano e corre sobre substrato geológico do embasamento cristalino. Percorrendo uma região de sedimentos, o Iapó nesta região forma incontáveis meandros.
>
> No segundo trecho o rio Iapó se depara com dois obstáculos. Cerca de 15 km a jusante da cidade de Castro o rio entrecorta um dique de riolito e em seqüência passa a correr sobre o arenito furnas com margens muito encaixadas.
>
> Ao contrário do trecho de montante, inicia-se nesta porção forte declive, e neste segmento foram detectados diversos potenciais hidrelétricos, excluindo-se aqueles localizados dentro do Cânion do Guartelá, por se tratar de área de parque estadual.
>
> A cabeceira da bacia é uma região de baixo índice pluviométrico e de configuração de relevo ondulado a plano com solos profundos e grandes depósitos sedimentares. No trecho de jusante o rio apresenta rochas expostas onde se observa alguns cânions, típicos da formação serra geral – arenito Furnas. Estas características certamente influenciam seu regime hidrológico. (cap. 4, p.3)

[2] Segundo cálculos da IGPLAN, com base na delimitação da bacia efetuada em cartas topográficas do IBGE na escala1:50.000. O valor apresentado pela empresa Design Head no relatório de inventário do Rio Iapó é de

Figura 5.57: Bacia hidrográfica do Rio Iapó com as principais sub-bacias e localização das AIDs dos empreendimentos.



Fonte: IGPLAN, 2010.

Com base nas cartas do IBGE na escala 1:50.000 foi possível delimitar as sub-bacias dos três principais afluentes do Rio Iapó, os rios Piraí, Piraí Mirim e Fortaleza, todos localizados na sua margem direita (Figura 5.57; Tabela 5.10).

Tabela 5.10: Sub-bacias do Rio Iapó e respectivas áreas.

sub-bacia	área (km^2)	%
Iapó	1569,9	51,8
Fortaleza	782,7	25,8
Piraí	345,9	11,4
Piraí mirim	335,0	11,0
Total	3033,5	100,0

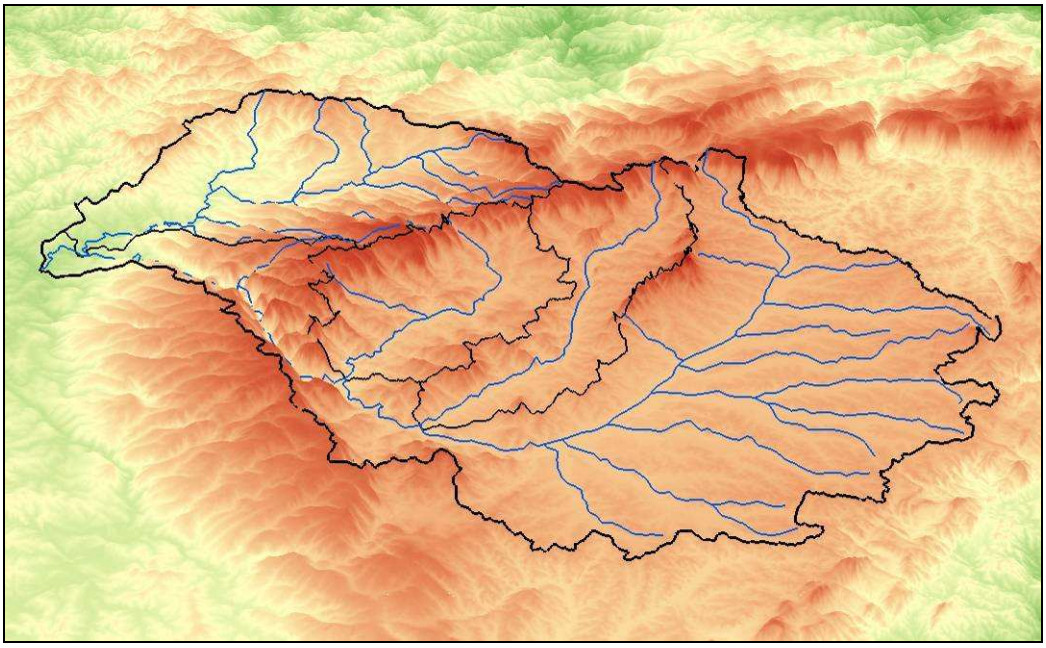
Fonte: IGPLAN, 2010.

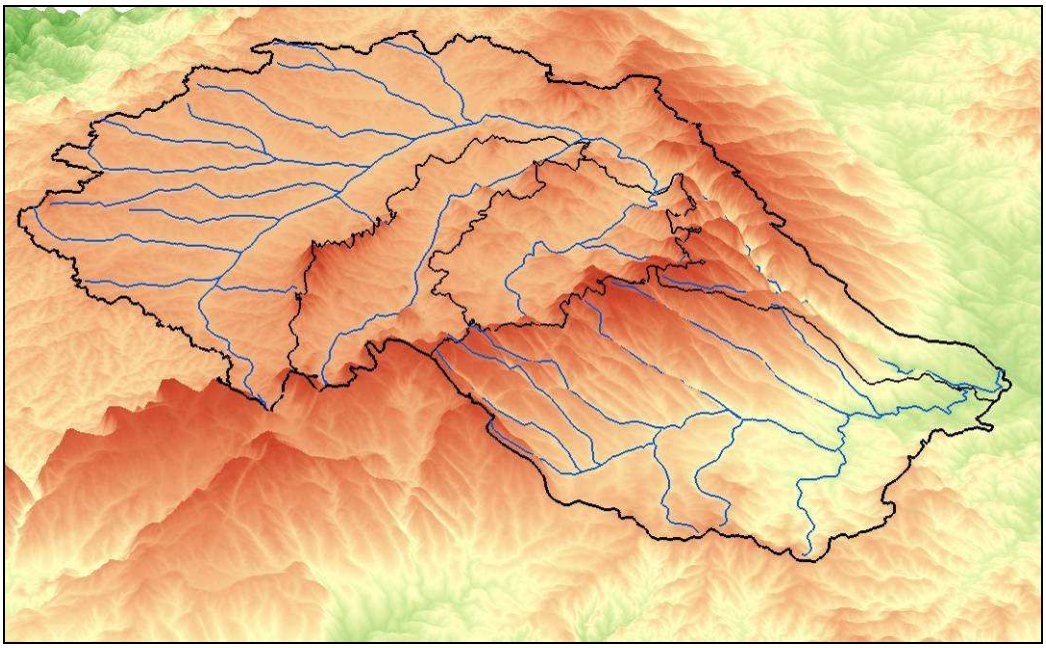
3.069 km^2.

A maior sub-bacia, do próprio Rio Iapó, perfaz uma área de 1.569,9 km^2, o que corresponde a 51,8% do total da bacia hidrográfica. A sub-bacia do seu maior afluente, o Rio Fortaleza, possui área de 782,7 km^2, o que representa 25,8% do total da bacia. As demais sub-bacias, dos rios Piraí e Piraí Mirim, possuem respectivamente área de 345,9 e 335 km^2, ou 11,4% e 11% da bacia do Rio Iapó (Tabela 5.9).

A bacia do Rio Iapó tem forma alongada no sentido NO-SE, é assimétrica quando considerado o eixo do canal principal, que se desenvolve nos sentidos NE-SO até aproximadamente metade de seu percurso, e SE-NO em sua metade jusante, em concordância com os principais lineamentos regionais (Figuras 5.57 e 5.58).

Figura 5.58: Modelo 3D da bacia do Rio Iapó destacando a compartimentação topográfica, as principais sub-bacias, e a orientação da rede hidrográfica, em visadas S-N (sup.) e N-S (inf.).





Fonte: IGPLAN, 2010.

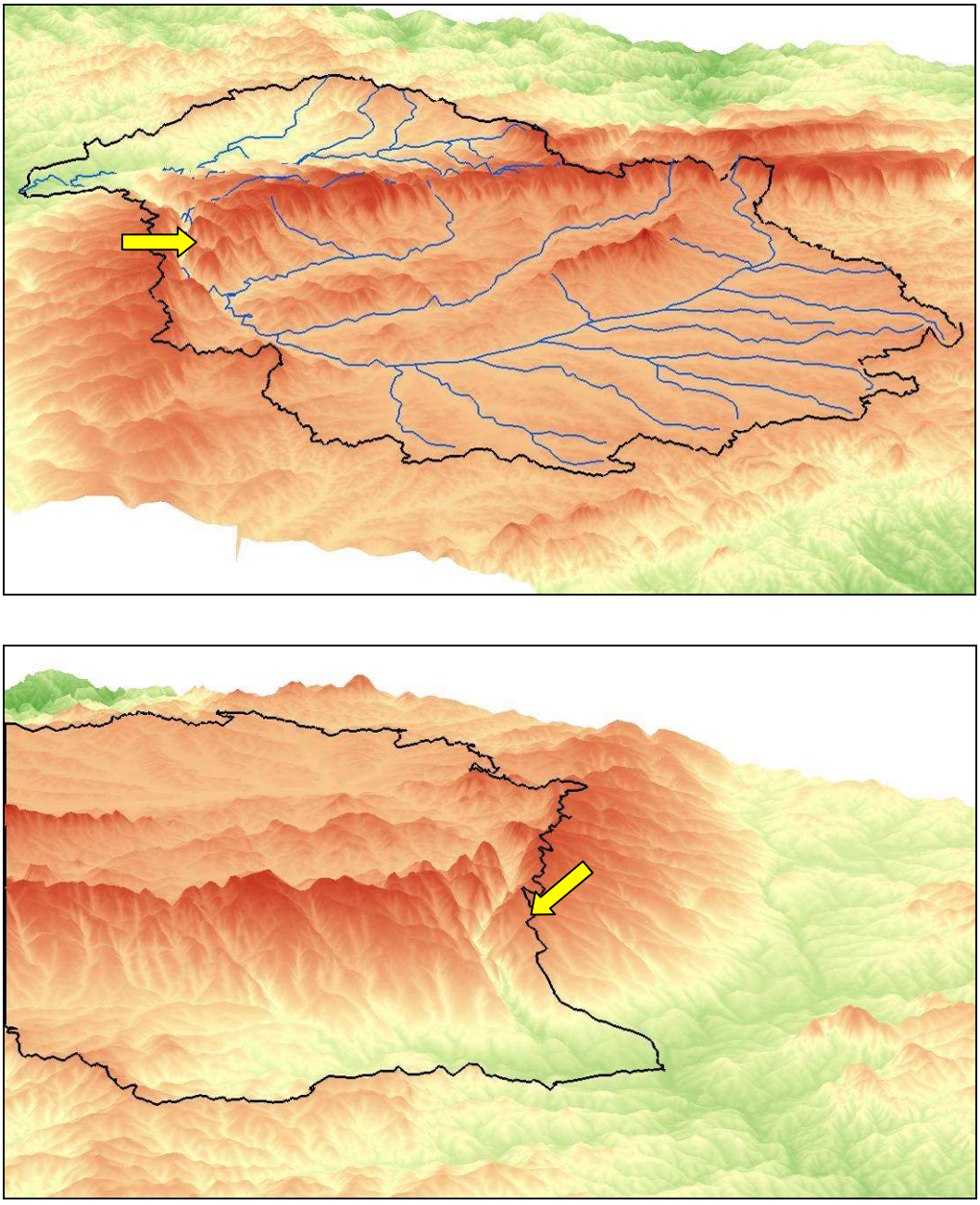
A sub-bacia do Rio Iapó, onde se localizarão os futuros empreendimentos, possui a forma de um “V”, acompanhando o percurso do rio principal, sendo ampla, assimétrica e com baixas declividades em sua metade montante e estreita, assimétrica e com maiores declividades em sua metade jusante (Figuras 5.57 e 5.58).

A sub-bacia do Rio Fortaleza apresenta formato aproximadamente circular, simetria fluvial e baixas declividades em geral, à exceção do seu setor sudeste (Figuras 57 e 58). A sub-bacia do Rio Piraí possui formato alongado no sentido NE-SO, rede hidrográfica assimétrica e maiores declividades no seu setor noroeste, junto às áreas de escarpa. Por fim, a sub-bacia do Rio Piraí Mirim possui formato aproximadamente circular, maior grau de simetria fluvial e declividades concentradas ao longo nas áreas escarpadas de toda sua borda sudoeste, oeste e noroeste (Figuras 5.57 e 5.58).

Destaca-se na bacia hidrográfica o Canyon do Guartelá formado pelo Rio Iapó por meio de desgaste de um dique de diabásio encaixado nas rochas da Formação Furnas, o que resulta em uma feição de profundo entalhamento do vale fluvial

(Figuras 5.59 e 5.60). Neste setor, assim como ao longo de toda a escarpa formada pela transição das rochas do Escudo Cristalino (Grupo Castro) para as rochas da Bacia do Paraná (Formação Furnas), concentram-se as maiores declividades da bacia.

Figura 5.59: Modelo 3D da bacia do Rio Iapó destacando a localização do Canyon do Guartelá, visada SE-NO (sup.) e NO-SE (inf.).



Fonte: IGPLAN, 2010.

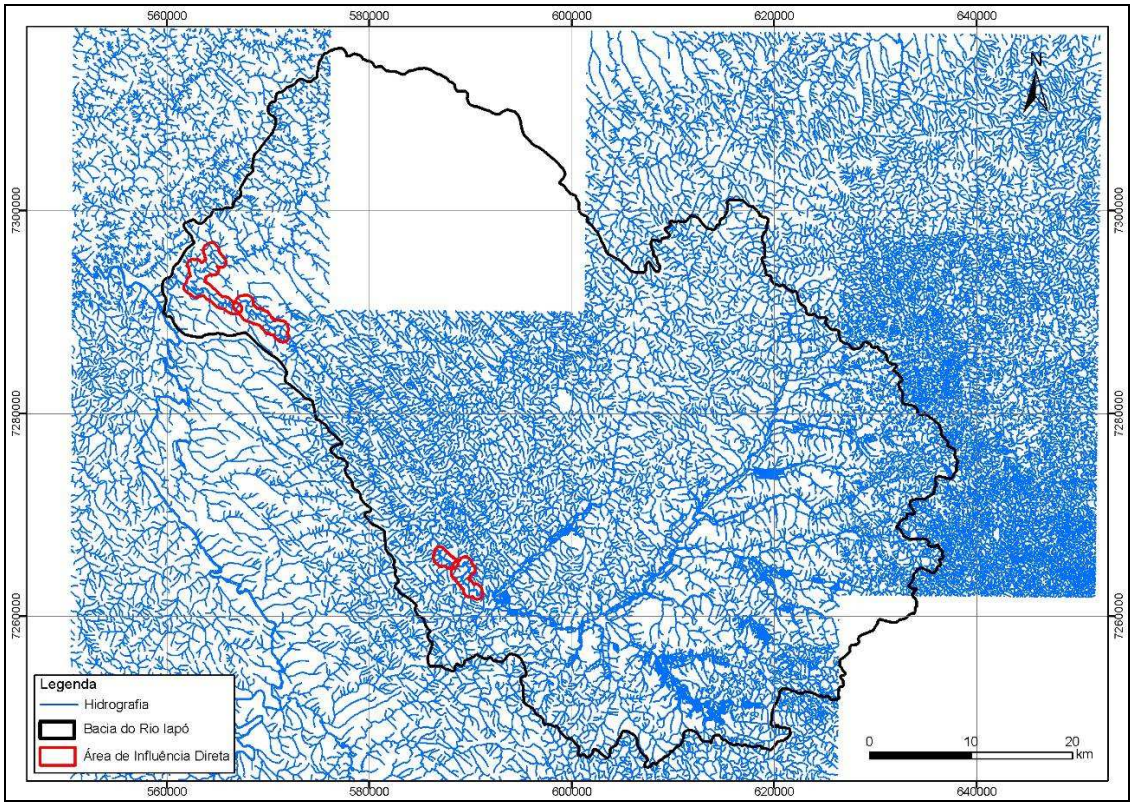
Esta transição geológica e os alinhamentos estruturais a ela associados impõem forte controle estrutural à rede hidrográfica, que se observa em termos de padrões e propriedades. O exame mais detalhado da rede hidrográfica da bacia na escala 1:50.000 permite observar padrões dendrítico e paralelo, este em lineamento principal NO-SE e secundário NE-SO, com propriedades referentes a alto grau de integração, alta densidade de drenagem, tropia tri ou quadridirecional, com assimetrias generalizadas e significativas (Figura 5.61).

Figura 5.60: Canyon do Guartelá, Rio Iapó.



Fonte: IGPLAN, 2010.

Figura 5.61: Rede hidrográfica da bacia do Rio Iapó.



Fonte: IGPLAN, 2010.

Dada a inexistência dos dados hidrográficos de duas folhas na escala 1:50.000 que compõem a bacia do Rio Iapó, não é possível calcular sua densidade de drenagem (Figura 5.61). No entanto, o exame visual da rede hidrográfica permite inferir que se trata de bacia com alta densidade de drenagem.

A compartimentação topográfica da bacia do Rio Iapó indica a existência de condições ambientais distintas em seu interior, que influenciam sobremaneira a ocorrência de tipos de solos, a distribuição da vegetação e, por conseguinte, a dinâmica hidrológica (Figuras 5.59 e 5.60).

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

5.1.7.3. Vazões

O estudo das vazões médias no Rio Iapó foi efetuado pela empresa Design Head (2006) a partir de séries históricas de dados hidrológicos de estações fluviométricas na bacia e em suas proximidades da bacia (Tabela 5.11).

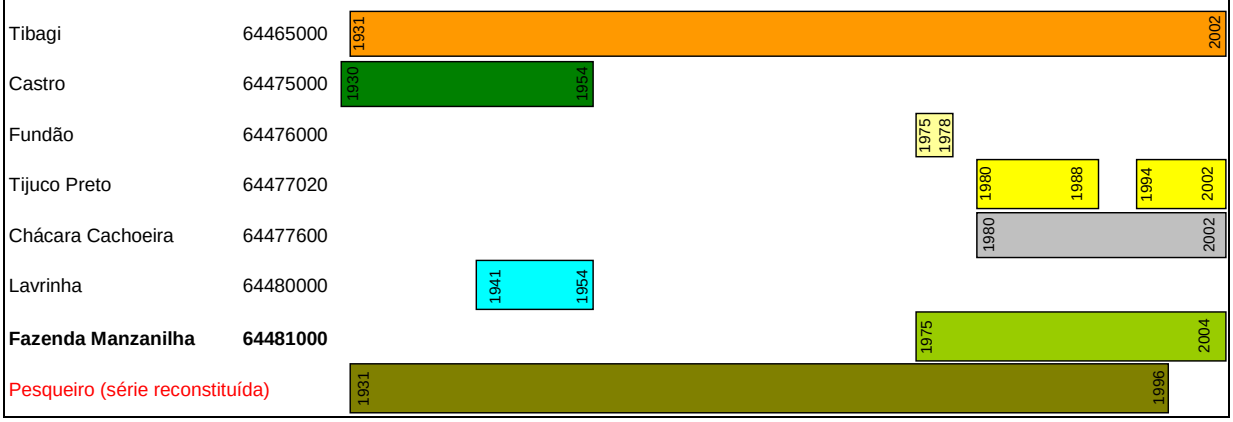
Tabela 5.11: Séries históricas de estações fluviométricas na bacia e em suas proximidades.

Disponibilidade de Dados hidrológicos nas proximidades da bacia do rio Iapó

Posto selecionado	codigo DNAAE	rio	área de drenagem km²	área confirmada adotada km²	início	fim	período anos	entidade	lat	long
Tibagi	64465000	Rio Tibagi	8948		nov-31	-	71	ANEEL	24 30	50 24
Castro	64475000	Rio Iapó	1193	**1191**	mai-30	dez-54	24	ANEEL	24 47	50 00
Fundão	64476000	Rio Iapó	1232	**1269**	jan-75	dez-78	3	ANEEL	24 46	50 04
Tijuco Preto	64477020	Rio Piraí	210	**186**	jun-80	dez-02	18	SUDERHSA	24 36	49 58
Chácara Cachoeira	64477600	Rio Iapó	1604	**1621**	nov-80	-	22	ANEEL	24 45	50 05
Lavrinha	64480000	Rio Iapó	1664	**1697**	nov-41	jul-54	13	ANEEL	24 43	50 08
Fazenda Manzanilha	**64481000**	**Rio Iapó**	**2180**	**2266**	**jan-75**	**jun-04**	**28**	**SUDERHSA**	**24 29**	**50 23**
Pesqueiro (série reconstituída)		Rio Jaguariaíva	1220		jul-31	dez-96	65	CEHPAR		

O Posto Fazenda Manzanilha é o local onde deseja-se complementar informações hidrológicas.

Visualisação gráfica dos períodos comuns para estabelecimento das correlações.



Fonte: Design Head, 2006.

Segundo a empresa Design Head (cap. 4, pg 14),

> Para finalidade de análise energética das alternativas do projeto básico buscou-se obter a série de vazões médias mensais no máximo período disponível nos postos selecionados.
>
> [...] existe farta disponibilidade de informações hidrológicas na região do estudo, sendo que o rio Iapó oferece uma boa base de dados.
>
> A partir da série básica dos postos existentes, buscou-se inicialmente comparar os fragmentos de séries simultâneas, calculando-se em

> planilha excel os coeficientes de correlação, avaliando a qualidade dos dados e ajustes.
>
> Desta maneira foi possível estender a série original do posto Fazenda Manzanilha, do período original de 28 anos para um período total de 74 anos (1930 a 2004).
>
> A estação Fazenda Manzanilha, com 2266 km², operada pela SUDERHSA, tem a seção de medição localizada no rio Iapó imediatamente a montante da foz do rio Fortaleza. Este seria o posto que melhor representa as condições do rio Iapó.

Ainda segundo a empresa, por meio de cálculos e ajustes

> foi possível preencher as falhas de observação do posto Fazenda Manzanilha, bem como estender a série de vazões médias mensais, completando um período de 72 anos de dados. O tamanho da amostra é considerado suficiente para uma análise energética segura.
>
> A série obtida [...] apresenta uma tendência de erro médio nulo. A dispersão em torno da equação de correlação é inevitável devido as diferenças naturais de pluviosidade que naturalmente ocorrem entre as bacias.
>
> A vazão específica média de longo período resultou 19,21l/s/km² a partir das equações acima estabelecidas, valor este pouco superior mas compatível com a vazão média regional no mapa de isolinhas da SUDERHSA [...]. (cap. 4, p.23)

Com base nos dados coletados e nos cálculos efetuados, a empresa Design Head (2006) obteve uma série de vazões específicas médias mensais em l/s/km² válida para a estação Fazenda Manzanilha e assumida como a correta para o Rio Iapó (Tabela 5.12).

Tabela 5.12: Série de vazões médias mensais específicas complementada para o rio Iapó**.**

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉD
1930					3,9	3,8	9,0	10,6	8,6	25,6	13,8	17,6	**11,62**
1931	33,5	19,6	21,1	9,6	28,0	30,4	16,9	9,0	22,6	16,9	14,6	19,1	**20,10**
1932	29,4	23,9	22,4	30,4	18,3	22,5	12,5	18,2	18,1	33,4	25,8	39,6	**24,53**
1933	25,0	30,7	11,6	6,3	4,8	6,5	5,9	3,7	3,7	4,3	3,9	5,1	**9,30**
1934	17,3	32,0	12,9	8,5	4,4	6,7	4,9	3,1	5,1	8,7	3,5	27,7	**11,24**
1935	9,2	10,1	16,5	7,3	3,7	9,9	17,9	22,0	42,3	82,4	24,2	19,9	**22,12**
1936	54,4	20,3	12,4	5,9	4,2	4,5	3,2	24,3	21,6	17,4	8,4	11,1	**15,66**
1937	57,4	31,9	27,8	20,4	10,3	8,7	5,7	7,7	11,0	25,3	77,8	17,5	**25,12**
1938	12,0	19,0	10,1	9,2	19,9	28,2	36,1	24,6	18,5	20,6	11,6	12,7	**18,53**

1939	18,4	21,4	15,7	10,3	18,6	19,0	10,0	5,8	9,9	7,4	24,4	21,5	**15,20**
1940	20,2	13,7	9,7	12,2	8,2	3,9	3,0	4,7	4,2	4,0	5,5	10,4	**8,30**
1941	35,3	51,3	16,2	11,1	12,0	7,4	8,2	22,6	26,0	24,7	27,2	25,4	**22,28**
1942	11,8	63,4	25,1	20,3	10,8	21,4	25,8	10,0	12,1	10,7	4,8	5,2	**18,45**
1943	9,0	16,8	17,4	7,9	5,3	8,9	6,1	4,2	10,4	26,8	11,7	8,8	**11,11**
1944	28,0	14,2	32,0	8,3	6,0	4,7	3,4	2,1	3,2	2,2	7,2	3,7	**9,58**
1945	2,2	6,2	13,5	5,7	4,2	13,5	23,6	7,0	6,1	7,1	6,9	3,6	**8,29**
1946	20,4	45,8	38,3	9,5	10,9	11,3	27,5	12,1	7,2	34,0	13,9	8,8	**20,00**
1947	18,0	19,4	14,2	6,2	7,1	6,8	6,9	13,4	37,2	40,2	14,2	21,0	**17,06**
1948	20,5	30,4	22,3	16,1	8,0	5,9	10,9	27,5	13,5	14,1	36,1	8,7	**17,85**
1949	5,2	3,3	4,4	5,6	4,1	8,6	4,0	3,7	3,3	4,8	3,2	5,3	**4,62**
1950	13,3	22,9	46,2	17,2	12,7	6,2	9,4	4,2	7,2	21,9	13,4	13,0	**15,64**
1951	29,3	47,7	45,5	13,9	7,2	7,5	8,8	4,4	3,2	17,1	18,0	14,1	**18,05**
1952	10,6	8,9	9,9	4,2	3,0	18,1	6,5	5,5	22,1	21,5	26,8	7,0	**12,00**
1953	14,0	16,7	11,2	16,7	11,2	13,4	7,8	5,5	10,0	10,2	14,4	15,2	**12,19**
1954	30,0	29,4	43,5	13,4	62,4	38,0	18,3	8,3	8,1	13,2	7,1	9,3	**23,43**
1955	9,8	8,2	14,6	11,9	16,8	41,0	50,8	23,4	25,7	12,9	13,4	13,2	**20,14**
1956	10,7	11,3	8,1	9,8	22,0	23,0	19,2	26,2	14,7	10,5	7,8	6,6	**14,16**
1957	12,9	20,6	11,9	10,0	8,5	11,6	47,8	57,8	68,5	44,4	42,0	22,2	**29,85**
1958	15,7	12,1	17,7	9,7	9,4	11,5	9,9	10,4	25,3	17,0	21,1	19,7	**14,98**
1959	17,6	20,6	13,9	10,4	11,3	10,3	8,3	8,3	9,4	10,3	8,4	5,0	**11,14**
1960	10,6	11,0	9,3	11,2	17,3	18,6	16,5	27,3	17,9	19,4	23,6	13,3	**16,33**
1961	10,7	11,9	21,7	30,9	25,2	21,8	13,2	8,6	16,0	16,3	33,4	20,2	**19,16**
1962	10,6	10,8	21,8	13,6	8,9	9,0	7,6	7,7	14,1	32,0	21,7	14,3	**14,34**
1963	27,0	22,1	23,4	20,3	9,2	7,3	5,8	5,4	4,8	17,3	32,4	24,6	**16,63**
1964	10,5	12,0	10,3	12,9	10,8	24,6	24,1	18,9	19,0	15,4	12,0	17,8	**15,70**
1965	19,6	33,8	19,6	13,8	32,5	15,0	18,3	12,4	10,4	21,6	11,2	31,1	**19,94**
1966	25,0	40,9	25,2	14,3	10,7	8,6	9,8	9,1	17,7	25,5	28,2	22,9	**19,82**
1967	24,3	23,0	34,5	15,0	9,3	20,1	17,0	18,4	7,8	6,3	9,9	11,9	**16,45**
1968	23,9	15,9	12,4	11,5	7,9	6,3	4,9	4,2	3,8	5,5	6,4	5,8	**9,05**
1969	7,6	8,6	7,7	11,7	9,0	26,6	23,7	12,3	9,5	29,0	41,1	31,5	**18,20**
1970	15,0	14,1	21,8	11,8	25,4	37,0	43,1	17,4	21,0	23,3	15,2	30,7	**22,98**
1971	68,3	27,5	21,6	20,1	31,6	35,8	35,1	16,0	15,7	15,4	8,7	9,4	**25,44**
1972	26,7	50,1	34,7	19,0	10,1	9,9	16,9	22,4	34,4	53,9	23,4	22,4	**27,00**
1973	23,7	24,8	16,9	15,4	18,5	25,3	37,1	26,6	38,6	30,8	20,0	12,8	**24,20**
1974	30,3	18,6	25,6	13,4	7,6	19,5	16,3	13,4	21,2	17,3	17,6	12,2	**17,75**
1975	12,4	25,8	30,1	14,0	11,6	12,8	17,0	17,9	11,9	91,1	39,4	68,7	**29,39**

1976	34,8	34,1	23,8	16,2	17,7	36,4	22,9	34,2	28,6	18,0	21,3	18,0	**25,50**
1977	23,4	31,3	18,4	33,1	11,2	9,3	9,1	6,2	8,3	13,3	12,9	13,9	**15,86**
1978	7,9	5,9	10,6	5,8	7,7	6,3	25,0	15,5	40,6	9,9	15,9	9,0	**13,35**
1979	9,4	5,1	6,8	3,4	23,1	8,7	7,8	8,9	28,4	25,7	28,7	20,3	**14,69**
1980	19,5	21,8	23,9	17,5	10,3	8,6	18,2	16,2	27,3	18,6	10,6	39,6	**19,33**
1981	33,4	18,3	11,3	8,2	11,1	6,7	4,6	4,7	3,6	15,9	17,6	21,3	**13,05**
1982	9,2	21,2	13,2	6,8	5,6	28,9	55,7	21,7	10,6	38,6	55,1	44,5	**25,93**
1983	29,1	25,8	29,1	28,5	55,4	99,0	60,4	18,3	47,8	33,0	17,0	16,2	**38,30**
1984	12,2	11,3	14,0	16,4	20,6	13,5	12,5	17,7	19,6	17,5	36,8	27,2	**18,27**
1985	17,6	18,4	20,9	19,8	12,6	10,9	6,9	3,6	8,1	5,4	7,8	3,6	**11,30**
1986	5,9	17,3	19,7	12,3	27,7	14,3	7,5	18,1	10,7	9,7	9,3	26,6	**14,92**
1987	14,0	38,5	14,0	11,2	48,6	36,4	19,1	10,6	13,5	14,5	11,7	7,9	**20,00**
1988	7,3	18,5	21,7	10,4	36,2	33,1	14,6	7,3	6,5	8,0	5,5	5,8	**14,57**
1989	43,2	33,0	20,6	12,3	18,7	15,4	16,5	24,6	19,0	11,1	8,9	15,5	**19,91**
1990	85,2	27,1	21,6	14,4	19,2	18,4	33,1	28,2	34,7	32,2	31,8	13,3	**29,93**
1991	7,6	18,5	20,0	12,2	10,9	14,2	11,9	10,2	5,9	22,6	15,2	21,2	**14,20**
1992	10,3	13,5	24,0	21,3	43,3	33,7	19,5	16,5	18,3	20,6	16,4	13,2	**20,89**
1993	16,0	35,9	31,8	24,2	18,1	32,2	22,5	12,9	22,1	38,7	9,4	12,4	**23,01**
1994	18,3	33,3	18,7	14,4	15,6	24,3	28,8	14,3	8,5	8,7	20,6	20,3	**18,83**
1995	76,3	40,2	25,1	24,0	14,8	15,5	26,9	14,0	16,6	35,4	15,2	11,3	**26,27**
1996	29,4	49,5	61,7	36,2	13,1	10,7	9,5	9,7	22,7	51,5	45,0	22,2	**30,11**
1997	52,8	87,0	30,8	13,0	9,0	23,3	27,0	16,4	23,9	36,3	37,6	34,8	**32,65**
1998	39,5	28,1	42,4	45,5	30,0	27,4	23,5	31,3	46,5	67,9	21,7	21,8	**35,47**
1999	34,2	38,2	32,1	23,7	23,3	18,7	31,4	14,7	15,1	11,2	8,8	11,5	**21,91**
2000	15,5	39,1	20,6	9,8	8,1	13,2	16,1	19,7	45,5	30,2	28,7	27,3	**22,83**
2001	29,1	43,3	28,8	18,1	28,3	31,4	30,6	26,0	30,4	56,9	34,6	34,1	**32,62**
2002	35,9	26,1	20,6	12,4	24,7	9,0	7,9	12,6	26,8	18,7	21,9	40,8	**21,46**
2003	37,2	53,3	34,1	22,4	12,9	11,4	22,3	11,3	10,7	14,6	15,1	29,2	**22,87**
2004	30,8	35,5	19,2	16,7	30,5	54,8	31,7	13,2	9,9	24,3	19,2	21,5	**25,61**
MED	**23,27**	**25,57**	**21,39**	**14,70**	**16,15**	**18,37**	**18,11**	**14,49**	**18,04**	**22,91**	**19,41**	**18,29**	**19,21**
MAX	**85,24**	**87,03**	**61,73**	**45,51**	**62,43**	**99,04**	**60,42**	**57,83**	**68,47**	**91,06**	**77,76**	**68,68**	**99,04**
MIN	**2,17**	**3,27**	**4,39**	**3,41**	**2,99**	**3,80**	**3,01**	**2,05**	**3,17**	**2,21**	**3,21**	**3,61**	**2,05**

Fonte: Design Head, 2006.

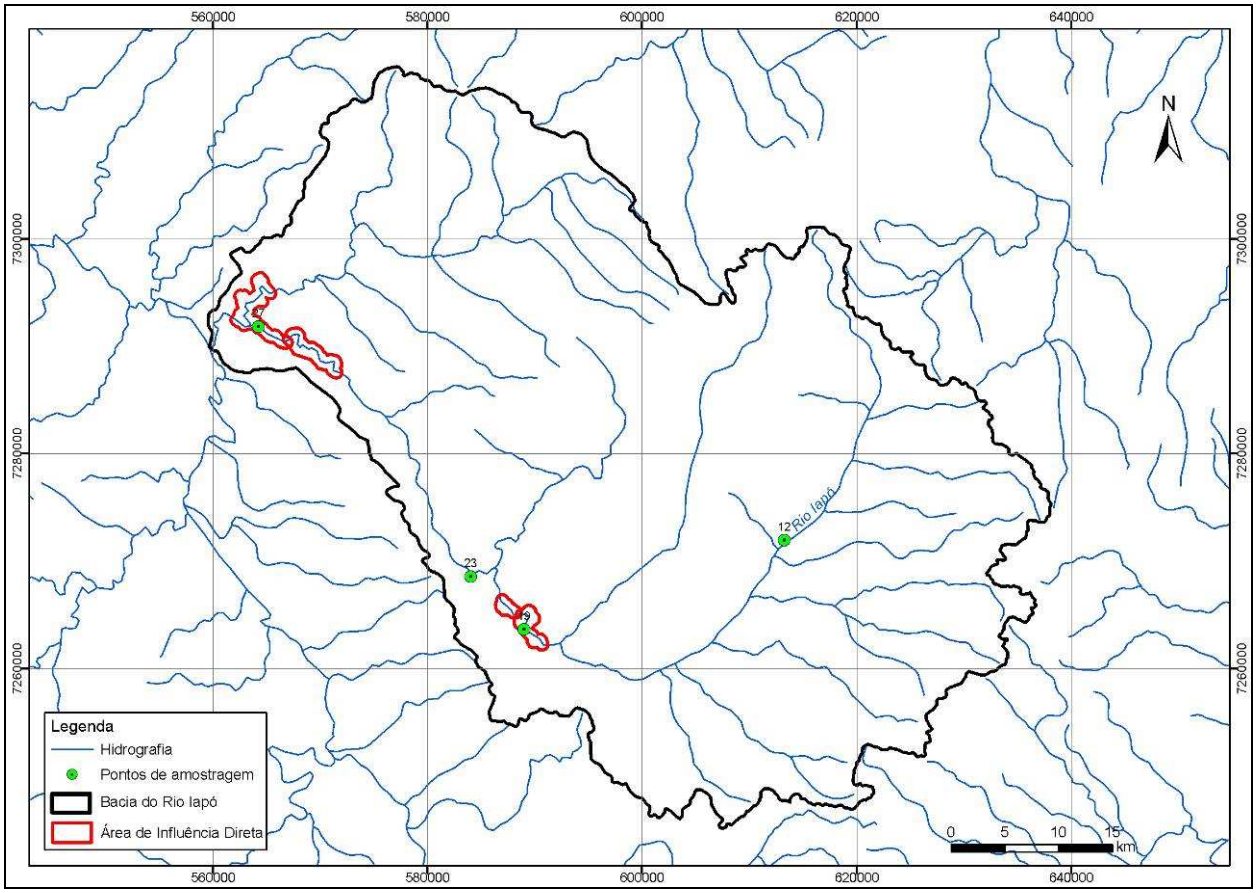
Assim, os dados em série histórica de 1930 a 2004 indicam valores de vazão significativos, com uma média mensal de 19,21 l/s/km², sendo a vazão média máxima mensal de 25,57 l/s/km², no mês de janeiro, e mínima de 14,49 l/s/km², no

mês de agosto. A vazão máxima mensal absoluta para a série histórica é de 99,04 l/s/km² e a mínima absoluta de 2,05 l/s/km² (Tabela 5.11).

5.1.7.4. Qualidade da Água

O índice de qualidade da água adotado pela CETESB e outros órgãos e instituições é composto pelos parâmetros: OD (oxigênio dissolvido), variação de temperatura, pH, DBO (demanda bioquímica de oxigênio), nitratos, fosfatos, turbidez, coliformes fecais e sólidos suspensos. Alguns destes parâmetros foram analisados a partir da amostragem efetuada no mês de junho de 2010 em quatro diferentes pontos na bacia do Rio Iapó (Figura 5.62;Tabela 5.13).

Figura 5.62: Pontos de amostragem de água superficial no Rio Iapó.



Fonte: IGPLAN, 2010.

Tabela 5.13: Parâmetros analisados do índice de qualidade da água

Ponto de campo	Turbidez (NTU)	pH	Condutiv. (µS/cm)	Nitrogênio total (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo total	Sólidos suspensos (mg/L)	Coliformes fecais (NMP/100mL)
12	8	7,08	29,1	4,29	4,6	1,61	16	22,36
19	18	6,75	49,6	2,55	3,6	0,6	14	22,36
23	21	6,73	49,0	2,75	6,5	0,1	14	77,46
27	17	6,77	46,3	4,45	10	0,1	12	22,36
Limites Classe I*	40	6 a 9	NO	-	< 3	0,1**	VA	200
Limites Classe II*	100	6 a 9	NO	10	< 5	0,1**	VA	1000

* Segundo Resolução CONAMA 357/2005. Fonte: IGPlan, 2010.
** ambiente lótico
NO: não objetável

Com base nas classes definidas pela Resolução CONAMA 357/2005, observa-se na tabela 5.12 que os parâmetros Tubidez, PH, nitrogênio total, sólidos suspensos e coliforme fecais encontram-se dentro dos limites para rios Classe I e II. O parâmetro DBO encontra-se acima do limite em todos os pontos para a Classe I e acima do limite para Classe II somente no ponto 23. O parâmetro Fósforo Total encontra-se acima do limite para rios Classe I e II somente no ponto 12, enquanto que os demais pontos situam-se bastante abaixo da faixa limite.

Embora os dados laboratoriais tenham indicado valores relativamente baixos de turbidez, observou-se em campo situação diversa. Quase todos os cursos d'água, de diferentes portes e em todos os ambientes da bacia apresentavam-se bastante turvos (Figura 5.63). As amostras foram coletas em dias sem chuva.

Tal situação sugere tratar-se de área com grande capacidade de disponibilização de sedimentos em suspensão para rede hidrográfica, fato que deverá ser melhor investigado em momento posterior.

Figura 5.63: Turbidez elevada em cursos d'água de diferentes portes na bacia do Rio Iapó. Pontos 2 (sup. esq.), 6 (sup. dir.), 12 (inf. esq.) e 23 (inf. dir.).



Fonte: IGPLAN, 2010.

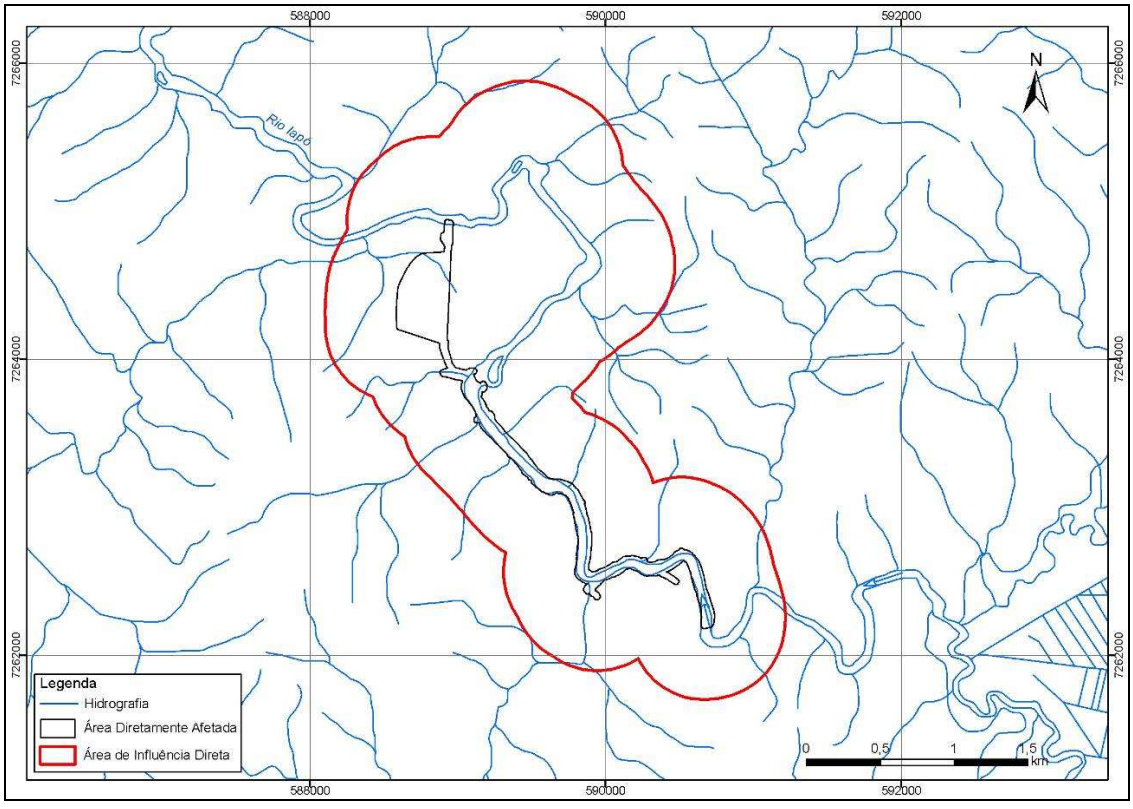
Por fim, É importante observar que os dados obtidos foram baseados em amostragem pontual e única ocorrida no início do período de estiagem, o que pode não ser representativo para as condições dos corpos hídricos ao longo do ano. Trata-se, assim, de um recorte temporal e espacial que, embora limitado, pode dar indícios importantes sobre a qualidade dos recursos hídricos da bacia do Rio Iapó

5.1.7.5. Hidrografia da PCH Castro

Observada na escala 1:50.000, a rede hidrográfica da Área e Influência Direta da PCH Castro apresenta forte controle estrutural segundo os principais lineamentos da bacia (Figura 5.64). O projeto da PCH aproveita tal configuração hidrográfica (Figura 5.65).

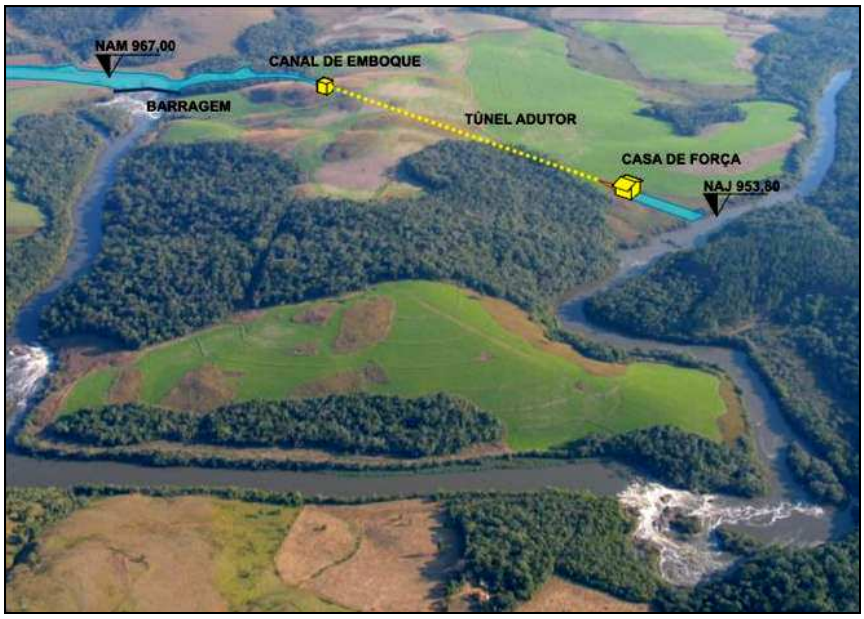
As nascentes da quase totalidade dos cursos d'água cartografados encontram-se fora dos limites da AID.

Figura 5.64: Rede hidrográfica na AID da PCH Castro.



Fonte: IGPLAN, 2010.

Figura 5.65: Controle estrutural do Rio Iapó na área da PCH. Em destaque o projeto da barragem e casa de força.



Fonte: Design Head, 2006.

5.1.8. Considerações Finais

A instalação do empreendimento implicará em impactos positivos e negativos, com influência local e regional. Deve-se inicialmente ressaltar a importância da construção de PCHs para a ampliação da matriz energética hidrelétrica brasileira. É previsto por especialistas uma futura escassez de energia elétrica no país em função da dificuldade de instalação de novos projetos de grandes UHs. A solução de instalação de PCHs, dado seu impacto ambiental reduzido, pode constituir uma efetiva contribuição para auxiliar na solução de um futuro problema.

Por outro lado, a construção de PCHs poderia disseminar pontualmente e com menor intensidade, por todo o território nacional, impactos ambientais que estariam concentrados com a criação de UHs de maior porte. Não há no momento uma resposta pronta e definitiva para essa questão.

A implantação da PCH prevista impõe, a princípio, impactos menores ao ambiente natural. Caso devidamente monitorada poderá representar, sob esta ótica, uma contribuição ainda que pequena ao sistema energético estadual e nacional.