



**RELATÓRIO AMBIENTAL SIMPLIFICADO VISANDO A
IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS DE ADEQUAÇÃO OPERACIONAL DO
AEROPORTO INTERNACIONAL AFONSO PENA**

Caracterização da Área e da Situação Ambiental

**CURITIBA-PR
MARÇO DE 2011**



IDENTIFICAÇÃO

Instituição Executora

Ecosistema Consultoria Ambiental Ltda.

Rua Dionízio Baglioli, 111

Curitiba – PR

CEP 81.510-540

Fone: (041) 3296-2638

E-mail: ecossistema.bio@terra.com.br

Coordenação Geral

Bióloga MSc. Gisele Cristina Sessegolo – CRBio 8.060-07D

Equipe Técnica

Arqueologia

Arqueóloga Sênior Tatiana Costa Fernandes

Arqueólogo Pleno Eloi Bora

Arqueóloga Junior Camila Loch da Silva

Meio Biótico

Biólogo Fabiano Andrade

Engenheiro Florestal Rodrigo Hecht Zeller

Meio Socioeconômico

Economista Ciro André de Moraes

Meio Físico

Geógrafo Luis Fernando Silva da Rocha

Apoio Técnico

Gestora Ambiental Marília Thiara Rodrigues Basniak

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 4 |
| 2 MEIO FÍSICO | 4 |
| 2.1 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 7 |
| 2.1.1 Levantamento de dados bibliográficos existentes..... | 7 |
| 2.1.2 Levantamento de campo | 8 |
| 2.2 RESULTADOS..... | 8 |
| 2.2.1 Caracterização Geológica..... | 8 |
| 2.2.2 Caracterização Hidrogeológica..... | 13 |
| 2.2.3 Caracterização Geomorfológica..... | 16 |
| 2.2.4 Hipsometria..... | 21 |
| 2.2.5 Caracterização Hidrográfica | 23 |
| 2.2.6 Caracterização Pedológica..... | 27 |
| 2.3 CONTEXTO LOCAL..... | 28 |
| 2.3.1 Caracterização Geológica Local..... | 29 |
| 2.4 CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA..... | 33 |
| 2.4.1 Hipsometria..... | 34 |
| 2.5 CARACTERIZAÇÃO HIDROGRÁFICA LOCAL | 36 |
| 2.6 VULNERABILIDADE GEOAMBIENTAL LOCAL | 36 |
| 3 BIBLIOGRAFIA | 39 |

1 INTRODUÇÃO

Conforme disposto no cronograma físico-financeiro, apresentamos o relatório parcial do RAS, contendo os itens 5 (caracterização da área) e parte (50%) do 6 (caracterização da situação ambiental). A parte restante da caracterização da situação ambiental (50%) deverão ser entregues no dia 23 de abril de 2011, conforme previsto no cronograma.

2 MEIO FÍSICO

As delimitações das áreas de influência definidas para a ampliação do Aeroporto Internacional Afonso Pena do meio físico do relatório ambiental simplificado (RAS), basearam-se nas características físicas do meio ambiente e nas características do empreendimento, como sua localização, etapas de implantação e abrangência territorial dos impactos diretos e indiretos previsíveis nos diferentes aspectos do estudo ambiental.

Área Diretamente Afetada (ADA)

A Área Diretamente Afetada - ADA foi definida como a área de abrangência geográfica dos impactos diretos que o empreendimento poderá acarretar ao meio físico da área onde será implementada a obra. Na ADA incidirão as alterações originadas diretamente pela instalação do empreendimento, nas fases de planejamento, implantação e operação e onde as condições ambientais atuais deverão ser alteradas de forma significativa em seus elementos.

Dentre as atividades que serão realizadas e afetarão diretamente o meio abiótico, destacam-se as atividades previstas para a fase de implantação do empreendimento, tais como movimentações de terraplenagem, fundações, contenções, rebaixamento de lençol freático, concretagem e atirantamento, entre outras.

Assim, a delimitação física da Área de Influência Diretamente Afetada, considerou os seguintes aspectos: a abrangência do empreendimento, as características executivas para a implantação e as características operacionais do empreendimento, além das características ambientais do meio abiótico. Para a delimitação da abrangência da obra, considerou-se a diretriz do estudo, a localização e características dos dispositivos operacionais e estruturas de apoio.

Tendo em vista a restrição física das atividades de implantação, limitadas às características físicas do projeto em relação a diretriz adotada, a delimitação da ADA foi definida para abranger toda a área do canteiro de obras.

Finalmente, a Área Diretamente Afetada definida para este estudo, fica restrita ao espaço físico definido para implantação das obras de ampliação do Aeroporto Afonso Pena (Figura 01).

Área de Influência Direta (AID)

A Área de Influência Direta - AID foi definida pela incidência de alterações nas condições ambientais de natureza variada causadas diretamente pelo empreendimento, essencialmente na fase de operação, mas que poderão ser observados também nas fases de planejamento e implantação do empreendimento.

A AID determinada para o RAS do Aeroporto Internacional Afonso Pena delimitou-se por toda a área do sítio aeroportuário. Inclui as áreas adjacentes aos equipamentos de apoio e canteiros de obra determinados pelo projeto, bem como as áreas de bloqueios de vias e passeios, circulação de veículos e equipamentos, concentração de operários, entre outros. Esta área também comportará rotas de transporte de material de e para a obra, de canteiros de serviço e locais de disposição de materiais provenientes de escavações.

Área de Influência Indireta (All)

A Área de Influência Indireta - All foi definida pelas áreas onde incidirão alterações originadas indiretamente pelo empreendimento, e ocorrem de forma difusa e com características menos previsíveis, uma vez que os impactos do empreendimento nunca ficam restritos à sua própria área de implantação, no mínimo fazendo-se sentir em sua vizinhança.

Segundo Sánchez (2006) muitos empreendimentos utilizam a bacia hidrográfica como a unidade de análise (All) no que se refere a impactos ligados ao meio físico (abiótico) no ambiente. Desta forma, a All determinada para o RAS do Aeroporto Internacional Afonso Pena compreende o espaço físico delimitado pelas sub-bacias do rio Pequeno, rio da Ressaca e contribuição direta do rio Iguaçu abrangendo uma área de 14.798,66 ha, inserida na bacia do Alto Iguaçu (Figura 01).

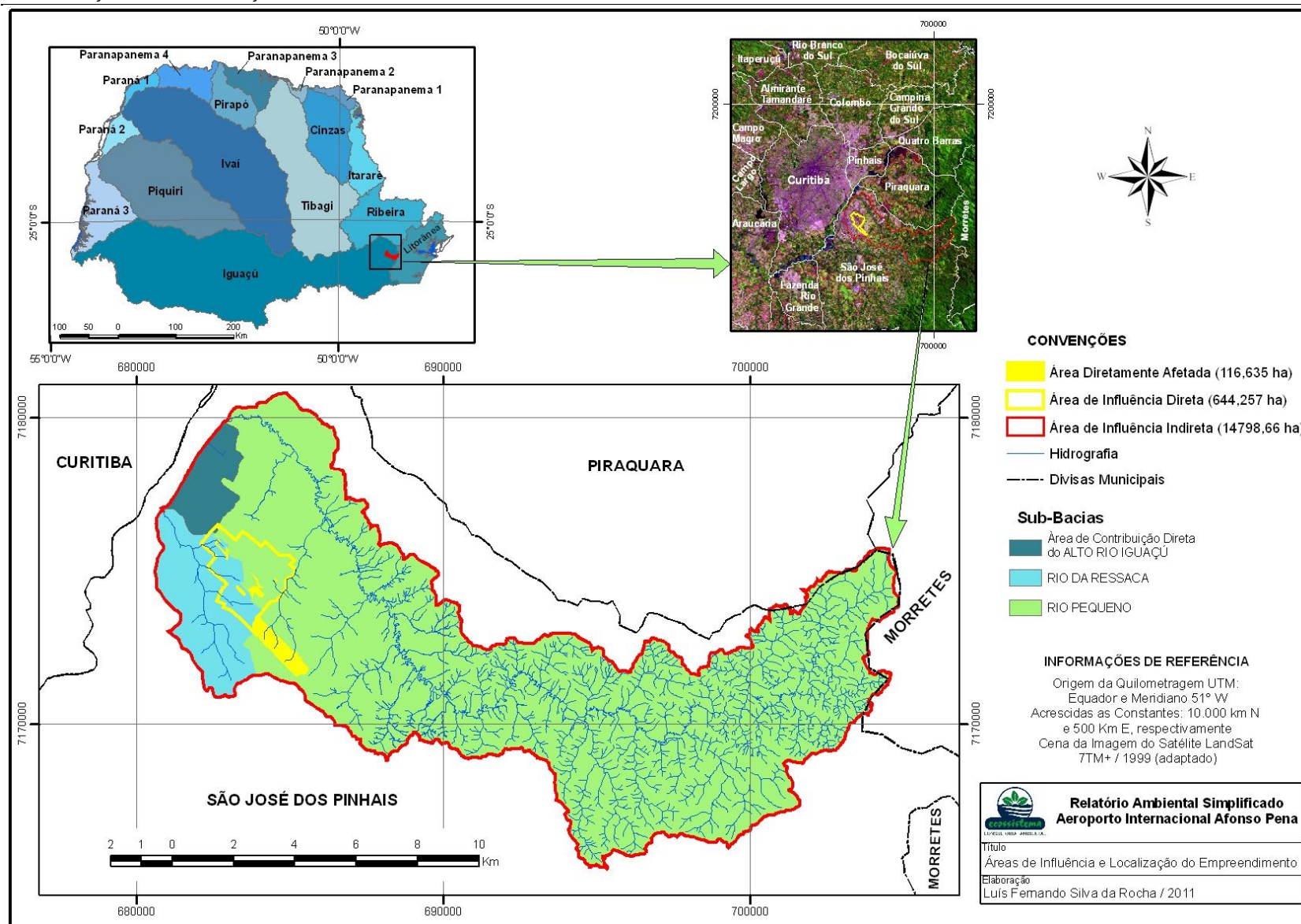


Figura 01: Delimitação das Áreas de Influência do meio abiótico da ampliação do Aeroporto Internacional Afonso Pena

2.1 Materiais e Métodos

Para o levantamento dos dados utilizados na elaboração do presente relatório, foram desenvolvidas atividades de escritório e de campo, nas quais foram empregados as técnicas, materiais e métodos apresentados a seguir.

2.1.1 Levantamento de dados bibliográficos existentes

A primeira etapa no desenvolvimento de um diagnóstico ambiental e, consequente, avaliação de impactos, é o levantamento de dados bibliográficos essenciais para a fundamentação teórica do trabalho e para embasar e orientar os trabalhos de campo.

O levantamento de dados bibliográficos existentes permite reunir e condensar as informações consideradas relevantes possibilitando, desta forma, identificar o grau de conhecimento das áreas que serão trabalhadas, analisar e organizar os dados publicados e determinar os dados que precisarão ser revisados e/ou recolhidos em campo.

Esta etapa também compreende interpretações de imagens de satélite e mapas topográficos com a finalidade de identificar, caracterizar e interpretar os indícios relacionados ao meio físico (rede hidrográfica, os divisores de águas, os padrões estruturais e geomorfológicos, os contextos geológicos, entre outros). Além disso, são realizadas análises comparativas entre os dados obtidos nas bases cartográficas, nas imagens de satélite e nos mapas disponíveis (geológico, geomorfológico, etc), a fim de delimitar as áreas de influência relacionadas ao empreendimento, bem como permitir uma otimização do planejamento e execução dos trabalhos de campo.

No decorrer destas atividades foram utilizadas as seguintes bases:

- Mapa Geológico do Estado do Paraná, Folha Curitiba SG.22-X-D, Escala 1:250.000, 2006, Minerais do Paraná – MINEROPAR;
- Carta Geológica Folha Curitiba – SG.22-X-D-I, Escala 1:100.000, 1999, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM;
- Mapa Geomorfológico do Estado do Paraná, Folha Curitiba SG.22-X-D, Escala 1:250.000, 2007, Minerais do Paraná – MINEROPAR;
- Mapa de Solos do Estado do Paraná, Folha MI-514, Escala 1:250.000, 2007, EMBRAPA.
- Imagem SRTM, pixel de 30 m, EMBRAPA, 2000.

Todo o material pesquisado e produzido durante esta atividade foi utilizado tanto na fase pré-campo como na fase pós-campo, auxiliando nas interpretações e discussões dos resultados apresentados neste relatório.

2.1.2 Levantamento de campo

Os trabalhos de campo foram realizados entre os meses de fevereiro e março de 2011, por profissionais especializados em estudos ambientais. O reconhecimento do meio físico em campo foi baseado nos levantamentos de dados executados previamente, contando com o apoio de mapas e imagens para auxiliar no reconhecimento da área, identificação e localização dos acidentes geográficos, quebras de relevo, elementos estruturais, entre outras informações obtidas em escritório.

O reconhecimento geológico, geomorfológico, pedológico e hidrográfico da área do empreendimento foram realizados a partir da consulta de cartas temáticas específicas, acompanhado de uma inspeção de campo.

Devido a concentração de edificações e a extensa pavimentação nas área do aeroporto, ocorre generalizada descaracterização dos afloramentos e da morfologia do terreno o que dificultou a definição precisa de indícios do meio físico (contatos geológicos, nascentes d'água, etc).

Após o levantamento de campo todas as informações obtidas foram agrupadas no presente relatório, concretizando o diagnóstico ambiental da área.

2.2 Resultados

O contexto regional apresentado a seguir abrange inteiramente a Área de Influência Indireta (AII) proposta para contemplar todos os componentes da ampliação do Aeroporto Internacional Afonso Pena.

2.2.1 Caracterização Geológica

A região de São José dos Pinhais e municípios vizinhos, que compreendem a zona definida pela Área de Influência Indireta (AII), insere-se em um contexto constituído por um arranjo de unidades geológicas dispostas em formas complexas e por vezes descontínuas, que resultam de sucessivos episódios de metamorfismo, intrusões magmáticas, deformações, erosão e deposição de sedimentos.

Este contexto geológico localiza-se na margem sudeste da Plataforma Continental Sul-americana, englobando unidades geológicas da Província Mantiqueira, sistema orogênico situado no sul e sudeste do Brasil (Almeida et al., 1977). Esta Província desenvolveu-se durante a Orogenia Neoproterozóica Brasileiro - Pan Africana que resultou na amalgamação do Paleocontinente Gondwana Ocidental (Heilbron et al., In: Almeida, 2004).

Inserida na Província Mantiqueira, a área de estudo, localiza-se no segmento central da província (Heilbron et al., In: Almeida, 2004), no segmento sul do Cinturão/Faixa Ribeira (Cordani e Brito Neves, 1982), ou no segmento sul-sudeste brasileiro da Faixa de Dobramentos Ribeira (Hasui et al., 1975).

No Paraná, este segmento orogênico é constituído por um cinturão de cisalhamento transcorrente, onde predominam o conjunto de rochas supracrustais pertencentes, em sua maioria, ao Complexo Gnáissico-Migmatítico (Arqueano), ao Complexo Pré-Setuva (Paleo e MesoProterozóico), ao Grupo Setuva (Paleo e MesoProterozóico), ao Grupo Açungui (Neoproterozóico), bem como por uma série de intrusões granitóides (Proterozóico-Eopaleozóico).

O colapso tectônico deste segmento orogênico e de todos outros orógenos da Província Mantiqueira ocorreram durante o Cambriano ao Ordoviciano (510 – 480 Ma) (Heilbron et al., In: Almeida, 2004).

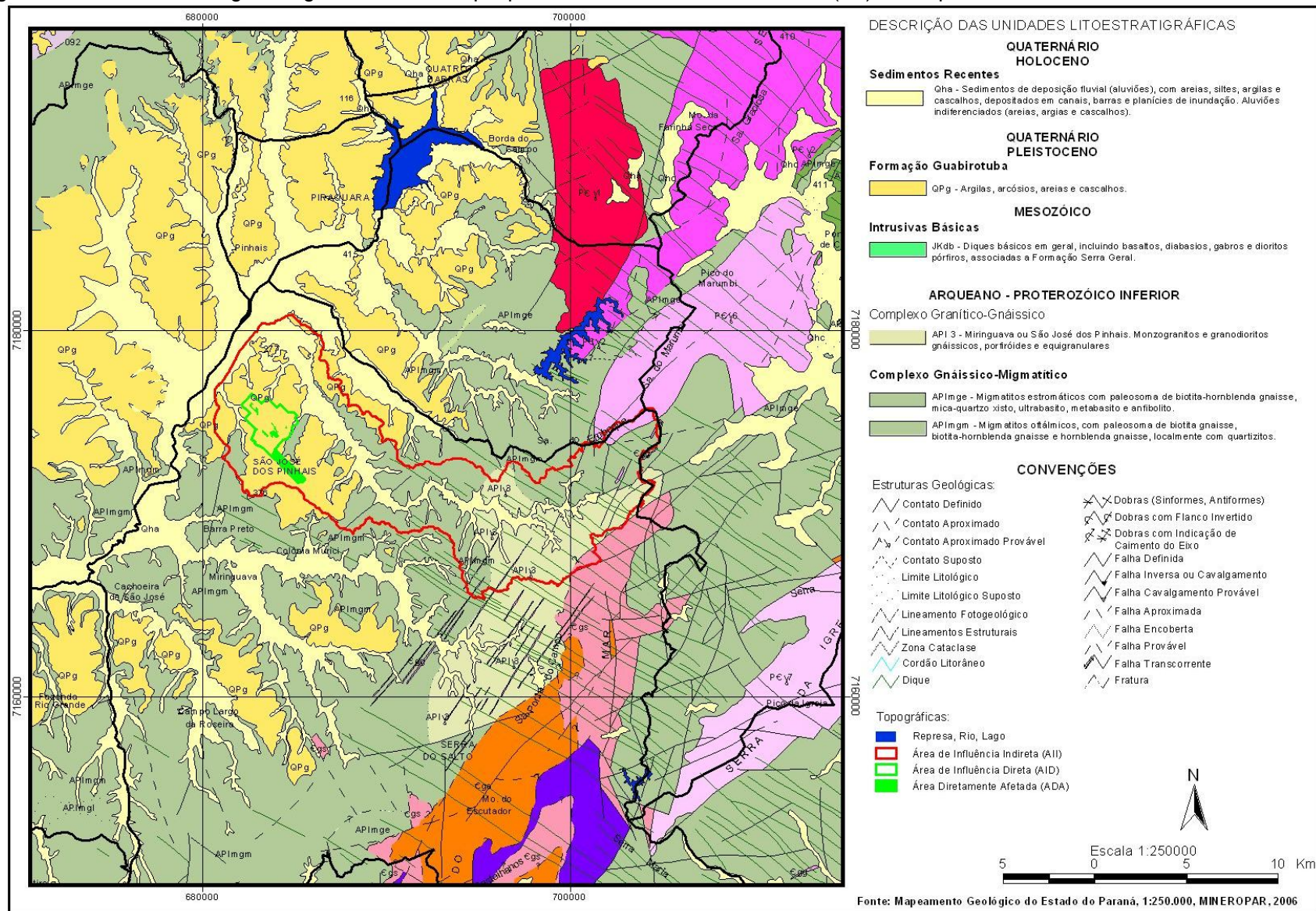
Durante o Mesozóico (Juro-Cretáceo), as unidades descritas anteriormente foram afetadas por inúmeros diques, intrusões de rochas cuja composição variam de básica até intermediária, orientados preferencialmente segundo NW (lineações da tectônica rígida), reflexo da intensa atividade vulcânica ocorrida na região.

Finalmente, no decorrer do Cenozóico, todas estas rochas constituintes do embasamento geológico da região, sustentaram o desenvolvimento da Bacia Sedimentar de Curitiba. Esta entidade geológica se formou durante processos regionais de rifteamento (abertura do oceano Atlântico) e conseqüente evolução da Serra do Mar, que influenciaram diretamente a gênese desta bacia e de todas as bacias correlatas do sudeste brasileiro, como Bacia de Taubaté, Bacia de Rezende, entre outras (Salamuni et al, 1999).

Durante o Quaternário Superior, Holoceno, foram ainda depositados sobre estas coberturas cenozóicas e, por vezes, diretamente sobre o embasamento, junto às planícies de inundação e nos baixos terraços, depósitos colúvio-aluvionares originados a partir das próprias argilas e arcósios da Bacia Sedimentar de Curitiba.

Assim, a partir desta contextualização regional, pode-se assumir que as unidades geológicas compreendidas pela AI deste estudo, registram uma evolução geológica de mais de dois bilhões de anos e são constituídas litologicamente por: gnaisses e migmatitos variados que compõem o Complexo Gnáissico-migmatítico (Embasamento Cristalino), Complexo Granito-Gnáissico, sedimentos que preenchem a calha da Bacia Sedimentar de Curitiba (Formação Guabirota), e, finalmente, depósitos de planície de inundações e os baixos terraços da planície atual do Rio Iguaçu e seus afluentes (Figura 02), além destes visualizam-se ainda diminutas porções da Formação Guabirota e do Granito Marumbi, que neste caso não são representativos na descrição da área.

Figura 02: Contexto Geológico Regional com destaque para a Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento



Interpretações geológicas e estudos obtidos a partir das unidades geológicas predominantes na AI do empreendimento, permitiram organizar a seguinte coluna estratigráfica para a área de estudo (Tabela 1):

Tabela 1: Coluna Estratigráfica da Área De Influência Indireta (Aii)

| Era Geológica | Período Geológico | Unidade Geológica |
|-------------------------------|-------------------|--|
| CENOZÓICO | QUATERNÁRIO | ALUVIÕES COLUVIÕES |
| | TERCIÁRIO | FORMAÇÃO GUABIROTUBA |
| MESOZÓICO | JURO-CRETÁCEO | INTRUSÕES BÁSICAS |
| PALEOPROTEROZÓICO ARQUEANO | - | COMPLEXO GNÁISSICO- MIGMATÍTICO COMPLEXO GRANITO-GNÁISSICO |

Complexo Gnáissico-Migmatítico

O Complexo Gnáissico-migmatítico trata-se de um terreno antigo, com idades Arqueano – Paleoproterozóico, intensamente retrabalhado no Neoproterozóico, com geração de migmatitos e intensa aloctonia dos terrenos (Silva, 1999).

Este complexo gnáissico-migmatítico compreende corpos interdigitados, cujos contatos geralmente são marcados por zonas de cisalhamento de alto ângulo (NE-SW e E-W) (Salamuni et al, 1999). Evidenciam rochas metamórficas de alto grau, compostas por grande variedade litológica, indicada pela ocorrência de gnaisses, migmatitos, e subordinadamente, xistos, quartzitos, ultrabásito, metabásito e anfibolito (MINEROPAR, 2006).

Complexo Granito-Gnássico

O Complexo Granito-gnaisses têm composição predominantemente granodiorítica. São as rochas do embasamento mais frequentes, ocorrem a sul-sudoeste e no contato com rochas do Grupo Açungui, a norte-noroeste da Bacia de Curitiba. O intemperismo destas rochas cria um regolito arenoso ou areno-siltoso, rico em quartzo e feldspato, que pode ser confundido com depósitos arcossianos da Formação Guabirotuba. Tais regolitos constituíram, em parte, a fonte das areias arcossianas da bacia (SALAMUNI et al. 1999). Os anfibolitos ocorrem a oeste e leste-sudeste da Bacia de. Estão intercalados a metaultrabásitos. A alteração dos anfibolitos gera manto intempérico de coloração ocre a amarelo-esbranquiçada, com frequentes relictos da rocha sã, subesféricos e centimétricos.

Instrusões Básicas

Todas as unidades descritas anteriormente foram afetadas, durante o Mesozóico (Juro-Cretáceo), por um grande enxame de diques, de composição básica à intermediária, orientados preferencialmente segundo lineações da tectônica rígida, resultado da intensa atividade vulcânica ocorrida na região. Estes diques ocorrem concentrados em uma faixa de aproximadamente 70 km de largura, entre os Estados

de São Paulo e Paraná, e foram descritos pela primeira vez por Marini et al. (1967).

Em geral, estes diques apresentam direção geral N45 – 60W, com mergulho variando entre vertical e sub-vertical. Na região de Curitiba e municípios vizinhos, os diques apresentam espessuras médias em torno de 10 a 40 metros e estão intrudidos em granitos alcalinos da Serra do Mar; em xistos, gnaisses e migmatitos do Embasamento e em unidades proterozóicas localizadas a norte-nordeste da Bacia de Curitiba (Salamuni, 1998). No entanto, grande parte destas ocorrências na All, encontram-se recobertas por sedimentos aluvionares e pela Formação Guabirotuba, da Bacia de Curitiba.

Os diques, frequentemente, ocupam falhas, reativadas por esforços tracionais perpendiculares à direção costeira (Almeida, 1986). Tais diques apresentam, na região sudeste do Brasil, idades em torno de 161 e 193 Ma (Guedes et al., 2005 apud Sallun e Sallun, 2007) até 125-120 Ma (Renne et al., 1992 apud Sallun e Sallun, 2007).

Formação Guabirotuba – Bacia de Curitiba

A Bacia Sedimentar de Curitiba compreende toda a porção centro-sul do Primeiro Planalto de Curitiba, abrangendo a totalidade do município homônimo e parte dos circunvizinhos. Esta Bacia é formada por uma calha estrutural no embasamento que forma uma depressão alongada, cuja direção aproximada é NE-SW. Uma das características mais notáveis desta bacia é a pequena profundidade da calha, aproximadamente 80 metros. Esta feição reflete aparentemente uma atividade tectônica menos intensa do que as demais bacias correlatas do sudeste brasileiro (Salamuni et al, 1999).

As diferentes variedades de litotipos presentes na Bacia de Curitiba são produtos dos diversos ciclos climáticos e erosivos que atuaram na região durante sua evolução geológica. Formada por sedimentos do Terciário inferior – Mioceno e Plioceno - ao superior (Formação Guabirotuba) e Quaternário (Formação Tinguís).

A Formação Guabirotuba cobre uma área de cerca de 3.000 km², representando a principal unidade sedimentar da Bacia de Curitiba. Assenta-se discordantemente sobre o embasamento e não apresenta espessuras constantes, revelando uma espessura média de 50 m. Esta formação é composta por depósitos argilíticos, pouco consolidados, areias arcossianas, depósitos rudáceos com matriz areno-argilosa, lentes de areias quartzosas e depósitos carbonáticos restritos (calcretes e caliches). Predominam os depósitos argilíticos e siltíticos, que geralmente, são maciços, de coloração cinza a cinza esverdeada, com intercalação de areias arcossianas (Salamuni et al, 1999).

A Formação Tinguís, de idade pleistocênica-holocênica, ocorre sobreposta à Formação Guabirotuba, e é composta por sedimentos retrabalhados da mesma,

porém com pouco transporte. Estruturalmente, os sedimentos da Formação Guabirotuba são afetados por bandas e/ou zonas de cisalhamento rúpteis, com direções variadas, porém com tendências de orientação de planos para NE-SW e NW-SE (Salamuni et al, 1999).

Depósitos Colúvio-Aluvionares

Os depósitos coluvionares representam o retrabalhamento e transporte por gravidade de solos residuais e são, normalmente, denotados pela presença de linhas de seixos. Estes depósitos podem apresentar-se laterizados ou hidromorfizados e enriquecidos com matéria orgânica quando em condições de superfície plana ou com pouca declividade e proximidade do lençol freático.

Os depósitos aluvionares, por sua vez, correspondem aos sedimentos inconsolidados depositados sobre as rochas das unidades geológicas mais antigas, compostos de frações granulométricas variando desde areia até argilas, via de regra com elevados teores de matéria orgânica. Localizam-se nas porções de topografia plana associada às planícies de inundação dos principais cursos d'água.

2.2.2 Caracterização Hidrogeológica

A ocorrência de água subterrânea na área de estudo está diretamente relacionada às formações geológicas de ocorrência na área. Desta forma, as principais unidades aquíferas desta região que compreende a All são: aquífero do Embasamento Cristalino e aquífero Aluvionar.

Aquífero Cristalino

O embasamento cristalino representa o aquífero mais expressivo da All, sendo o mais explorado, embora a unidade associada a esse aquífero não aflore de forma contínua na área de influência do projeto.

O aquífero Cristalino compreende as unidades geológicas do Embasamento Cristalino, desde rochas ígneas e metamórficas do Pré-Cambriano (Arqueano ao Proterozóico) aos migmatitos, gnaisses e granitóides do Cambriano, nas quais o armazenamento de água subterrânea está condicionado ao maior ou menor desenvolvimento das fraturas ou sistemas de fraturas que afetaram essas rochas. Este aquífero aflora nos municípios de Curitiba, Araucária, Almirante Tamandaré, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Colombo, Piraquara, Quatro Barras e São José dos Pinhais (Figura 03), apresenta uma área aproximada da ocorrência 7.540 km², com um potencial hidrogeológico de 5,6 L/s/km² (SUDERHSA, 2009).

Trata-se de um aquífero com porosidade do tipo fissural, em que a infiltração e a percolação das águas fazem-se através de estruturas geológicas notadamente rúpteis, tais como fraturas, diáclases e falhas. Segundo levantamentos de campo e

estudos fotogeológicos realizados pela SUDERHSA, os sistemas de fraturas dominantes na área da Região Metropolitana de Curitiba estão dispostos nas direções preferenciais N30°-50°W, N40°-60°E e N-S, tanto de origem tectônica como atectônica, configurando uma trama estrutural importante para o armazenamento e circulação de água subterrânea (SUDERHSA, 2009).

O aquífero Cristalino fraturado/fissural encontra-se capeado 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 aquífero 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 m³/h (SUDERHSA, 2009).

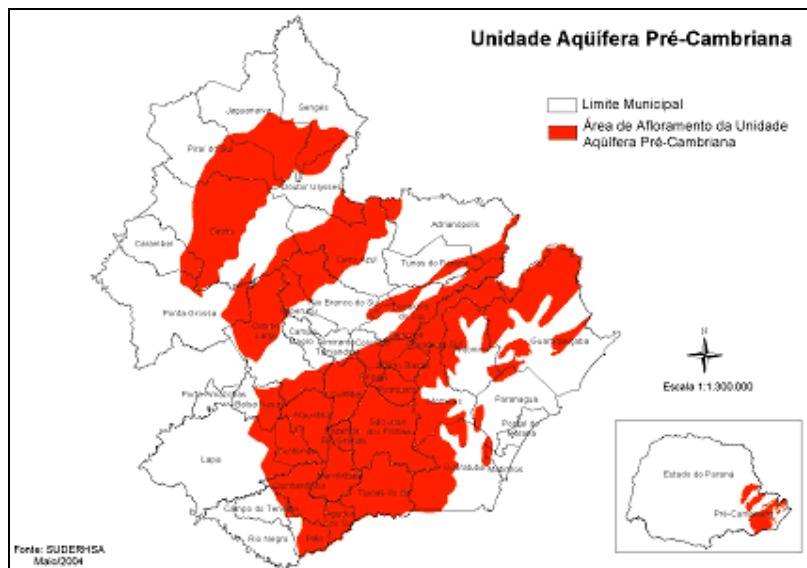
Esse aquífero é considerado heterogêneo, isto é, do tipo meio fraturado/fissurado, variando muito sua capacidade de produção através de exploração por poços profundos, que apresentam entradas de água preferencialmente entre 60 e 150 metros. Destacam-se também as zonas de contato entre os sedimentos e a rocha inalterada que podem fornecer quantidades razoáveis de água.

Quanto à aptidão potencial das águas do aquífero Cristalino, segundo dados disponíveis, existem centenas de poços neste aquífero que estão sendo usados no abastecimento de condomínios, hospitais, indústrias, hotéis, clubes, postos de combustíveis etc (Rosa Filho *et al.* 2002; SUDERHSA, 2007).

As águas extraídas desses poços, com raras exceções, são de ótima qualidade para o consumo humano. Esses poços no aquífero Cristalino são fundamentais ao complemento no abastecimento público, especialmente no período da estiagem de julho e agosto, quando apresenta uma importância significativa como fonte de abastecimento da uma parcela da população (SUDERHSA, 2007). No entanto, deve-se observar que o uso deste aquífero para abastecimento individual, notadamente em áreas urbanas, pode comprometer a qualidade das águas captadas, caso estes poços não sigam critérios técnicos adequados de construção e proteção sanitária. Fato este que se aplica às demais unidades aquíferas na All do Sistema de Metrô de Curitiba.

Assim, embora este aquífero possa apresentar uma baixa vulnerabilidade devido ao confinamento, sofre, a longo prazo, os efeitos da poluição superficial. Em casos de potencialização e condução dos efeitos poluidores por obras com escavações e execução de fundações profundas, esse aquífero poderá se tornar irremediavelmente contaminado.

Figura 03: Unidade Aquífera Pré-Cambriana ou do Embasamento Cristalino de ocorrência no Estado do Paraná



Aquífero Aluvionar

O Aquífero Aluvionar com ocorrência nas áreas de fundo de vale é caracterizado como aquífero do tipo livre, apresentando nível d'água aflorante ou subaflorante. Neste aquífero o nível de água (N.A.) possui profundidade média de 0,90 metros, podendo variar sazonalmente de acordo com os períodos de seca e chuva.

As formas de recarga estão relacionadas diretamente às chuvas, que saturam o leito aluvionar, e à contribuição lateral das águas de escoamento superficial que desaguam sobre a bacia de captação.

A espessura da camada arenosa do Aquífero Aluvionar, que apresentam características de aquífero, é homogênea na região próxima ao deságüe no rio Iguaçu, diminuindo em direção às nascentes.

Embora pouco utilizado para consumo humano, o aquífero Aluvionar livre na área urbana de Curitiba é de grande importância para manter a qualidade das águas subterrâneas, pois constitui-se na fonte de recarga dos aquíferos subjacentes.

Pelo fato destes pacotes estarem recobrimdo o Embasamento Cristalino e/ou a Formação Guabirotuba, pode-se associar o aluvião como alimentador dos aquíferos subjacentes formados pelas lentes de arcósio existentes na Formação Guabirotuba e do aquífero fraturado constituído pelas rochas migmatíticas do Embasamento.

De acordo com a metodologia preconizada por Foster (1987), que considera fatores de grau de confinamento, profundidade do lençol, permeabilidade e contexto geológico, o aquífero livre das áreas aluvionares apresenta vulnerabilidade extrema.

Do ponto de vista da aptidão potencial deste Aquífero Aluvionar, as águas armazenadas nesses sedimentos não são recomendáveis como fonte de abastecimento devido às freqüentes cheias do rio Iguaçu. Quando isto acontece, o rio transborda e as águas armazenadas nas cavas misturam-se às águas oriundas do lençol freático dos aluviões, tornando-se impróprias para o consumo humano. No entanto, a captação das águas deste aquífero, nos períodos de estiagem, é extremamente importante nas imediações de Curitiba (SUDERHSA, 2007).

A seguir são apresentadas as principais características das Unidades Aquíferas presentes na All.

Tabela 02: Características das Unidades Aquíferas Presentes na All

| Geologia | Aquífero | Tipo de Porosidade | Ligação Direta à Rede De Drenagem | Acesso ao Recurso Hídrico (M) | Indicativos de Vazão de Exploração Por Poço (M ³ /H) | Potencial Hidrogeológico (L/S.KM2) |
|---|------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---|--|
| Terrenos recentes, principalmente aluvionares | Aluvião | Intergranular | Sim | 5 | 20 | 3,53 ⁽¹⁾ |
| Migmatitos, gnaisses e granitóides | Cristalino | Fissural | Eventualmente / Não | 60-200 | Até 12 | 3,53 ⁽¹⁾ 5,60 ^(2,3) |

* Potencial hidrogeológico: (1) JICA (1995); (2) SUDERHSA (1998); (3) SUDERHSA (2006); (apud SUDERHSA, 2007. Fonte: SUDERHSA, 2007)

2.2.3 Caracterização Geomorfológica

Segundo estudos recentes (Mineropar, 2007), o contexto geomorfológico da região de São José dos Pinhais e municípios vizinhos, que correspondem à zona definida como Área de Influência Indireta (All), insere-se na unidade morfoestrutural definida como Cinturão Orogênico do Atlântico (Figura 04).

O Cinturão Orogênico do Atlântico é um dos mais extensos do Brasil, desenvolvendo-se desde o Uruguai até o norte da Bahia. Sua gênese vincula-se a vários ciclos geotectônicos, acompanhados de sedimentação, metamorfismo regional, falhamentos, dobramentos e extensas intrusões (Mineropar, 2007).

No Paraná, este Cinturão é constituído por duas unidades morfoesculturais: Primeiro Planalto Paranaense e Serra do Mar.

O Primeiro Planalto Paranaense é uma unidade morfoescultural relativamente uniforme, esculpida em rochas cristalinas, tais como xistos metamórficos e gnaisses, cortados por diques de pegmatitos e intrusões graníticas, com altitudes médias entre 850 a 950 m, formando uma paisagem suavemente ondulada com planícies e

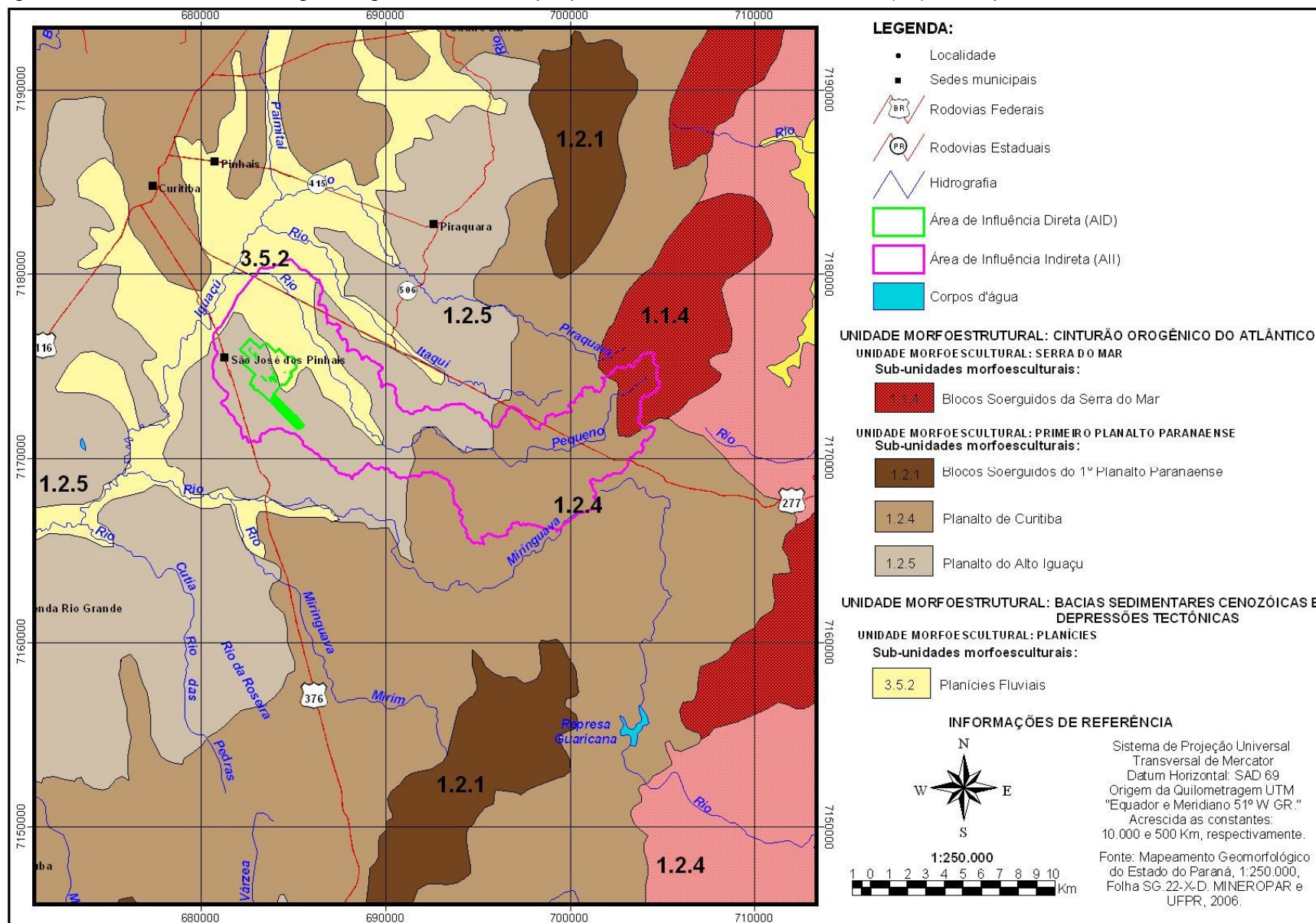
várzeas intercaladas constituídas por sedimentos colúvio-aluvionares recentes e paludais ao longo dos principais cursos d'água (Mineropar, 2007).

Segundo a divisão clássica de Maack (1981) do relevo paranaense, o Primeiro Planalto, limita-se entre a Serra do Mar e a escarpa formada pelos sedimentos paleozóicos da Bacia do Paraná, denominada de Escarpa Devoniana. Este planalto encontra-se ainda subdividido pelos morrotes remanescentes do embasamento, arrasado pela erosão, pela planície da Bacia de Curitiba e pelos sedimentos fluviais recentes.

Canali e Muratori (1981) destacam ainda que o Primeiro Planalto Paranaense é caracterizado por uma ampla superfície esculpida pela erosão, revelando uma nítida distinção entre as porções setentrional (Bacia do Rio Ribeira) e meridional (Bacia do Rio Iguaçu), onde se insere a All. Esta distinção é proveniente, principalmente, da variação litológica de cada uma destas porções.

A Unidade Mofoescultural da Serra do Mar, consiste em uma faixa de encostas com vertentes abruptas que margeiam o Planalto Atlântico, desde a divisa do Estado de Santa Catarina e o Estado do Paraná até a divisa com o Estado de São Paulo, na região do Vale do Ribeira de Iguape. Predominam nesta unidade as formas de relevo denudacionais, constituídas basicamente por escarpas e cristas com topos aguçados e topos convexos. Basicamente, essa unidademorfológica é constituída por gnaisses, migmatitos, micaxistos e granitos. O relevo é bastante dissecado e a drenagem apresenta um padrão dendrítico, adaptado às direções das estruturas que estão relacionadas com falhas, fraturas e contatos litológicos, que condicionam com frequência o padrão de drenagem em treliça com trechos com traçado retilíneo e incisões em ângulos agudos, mostrando a forte influência de direções estrutu-rais importantes.

Figura 04: Contexto Geomorfológico Regional com destaque para a Área de Influência Indireta (AI) do empreendimento



De acordo com Mineropar (2007), o Primeiro Planalto Paranaense, caracteriza-se ainda, por apresentar dez sub-unidades morfoesculturais, merecendo destaque para duas de ocorrência na AII do empreendimento: Planalto de Curitiba e Planalto do Alto Iguaçu. A Serra do Mar, caracteriza-se por apresentar quatro sub-unidades morfoesculturais, sendo que na área da AII ocorre apenas os Blocos Soerguidos da Serra do Mar. Além disso, ocorre ainda na AII a sub-unidade morfoescultural das Planícies Fluviais (Tabela 03).

Tabela 03: Unidades de Ocorrência na AII Do empreendimento

| Unidade Morfoestrutural | Unidade Morfoescultural | Sub-Unidades Morfoesculturais |
|--|------------------------------|--|
| Cinturão Orogênico do Atlântico | Serra do Mar | Morros Isolados Costeiros |
| | | Rampas de Pré-Serra e Serras Isoladas |
| | | Serra do Mar Paranaense |
| | | Blocos Soerguidos da Serra do Mar |
| | Primeiro Planalto Paranaense | Blocos Soerguidos do Primeiro Planalto |
| | | Planalto do Complexo Gnáissico-Migmatítico |
| | | Planalto Dissecado de Adrianópolis |
| | | Planalto de Curitiba |
| | | Planalto do Alto Iguaçu |
| | | Planalto Dissecado de Tunas do Paraná |
| | | Planalto Dissecado de Rio Branco do Sul |
| | | Planalto Dissecado do Alto Ribeira |
| | | Planalto do Alto Jaguariaíva |
| | | Planalto de Castro |
| Bacia Sedimentar de Curitiba | Segundo Planalto Paranaense | |
| | Terceiro Planalto Paranaense | |
| Bacias Sedimentares Cenozóicas e Depressões Tectônicas | Planícies | Planícies Litorâneas e Flúvio-Marinhas |
| | | Planícies Fluviais |

Fonte: Adaptado de MINEROPAR (2007)

A sub-unidade Planalto de Curitiba, apresenta como formas predominantes os topos alongados e aplainados, com vertentes convexas e vales em “V”. A direção geral da morfologia da sub-unidade varia entre N-S e NW-SE, modelada em rochas do Complexo Gnáissico Migmatítico.

A atual morfologia da superfície do Planalto de Curitiba apresenta evidências de processos de dissecção, revelando vales rebaixados de poucas dezenas de metros. Apresenta topografia ondulada, com amplas colinas com topos suavizados, com encostas assimétricas, vales abertos e de fundo plano, produzindo uma sucessão de patamares com altitudes variando entre 960 a 870 m e declividades não superiores a 6% (Canali e Muratori, 1981). Segundo trabalhos morfotectônicos realizados por Salamuni (1999), a Bacia Sedimentar de Curitiba, mostra-se relativamente plana em relação a outras entidades geológicas, tais como o maciço da Serra do Mar, os metassedimentos do Grupo Açungui ou os metamorfitos do embasamento cristalino.

Esta sub-unidade morfoescultural Planalto de Curitiba, apresenta dissecção média e ocupa uma área de 2.664,09 km², sendo suas classes predominantes de declividade: < 6% (área de 1.634,42 km²) e de 6-30% (área de 1.004,32 km²). Em relação ao relevo apresenta um gradiente de 680 metros com altitude variando entre 560 e 1240 m.s.n.m (Mineropar, 2007).

A sub-unidade Planalto do Alto Iguaçu, apresenta como formas predominantes os topos alongados e aplainados, com vertentes convexas articulando-se às planícies fluviais mediante rampas suaves, vales em “V”, modeladas em sedimentos da Formação Guabirotuba e litologias do Complexo Gnáissico Migmatítico.

Esta sub-unidade morfoescultural apresenta dissecção baixa e ocupa uma área de 1.138,18 km², sendo a classe predominante de declividade, < 6% em uma área de 967,65 km². Em relação ao relevo apresenta um gradiente de 120 metros com altitude variando entre 880 e 1000 m.s.n.m (Mineropar, 2007).

A sub-unidade Blocos Soerguidos da Serra do Mar, apresenta uma dissecção muito alta e ocupa uma área de 443,58 Km². A classe de declividade predominante está entre 30% e 47% correspondendo a um área de 140,93 Km². Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 1360 metros com altitudes variando entre a mínima de 320 e máxima de 1360 m. s. n. m. As formas predominantes são de topos alongados e em cristas, vertentes retilinizadas e vales em “V” fechado. A direção geral da morfologia varia entre NNE-SSW, N-S e NW-SE, modelada em litologias da Suíte Álcali-Granitos (Mineropar, 2007).

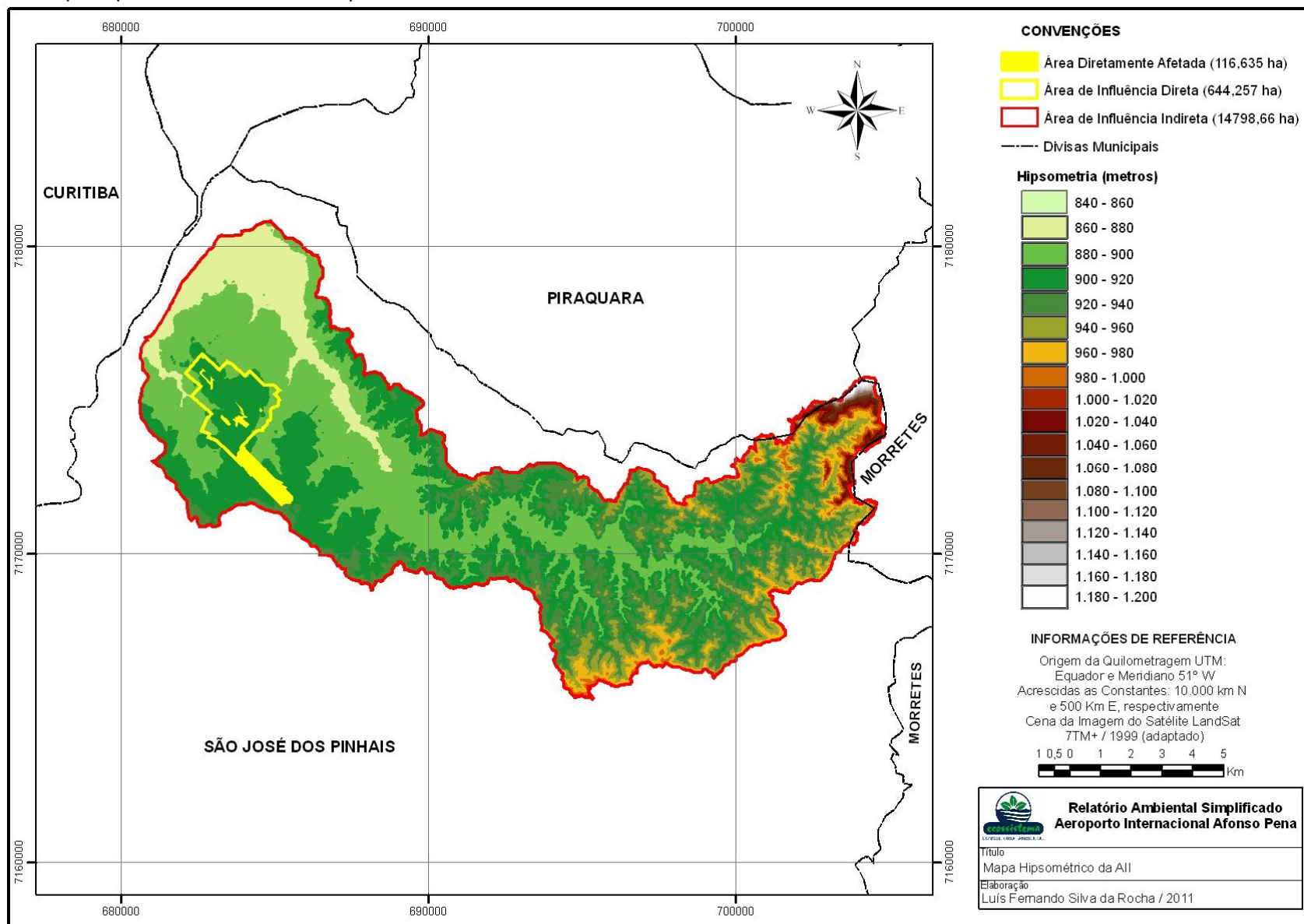
Finalmente, a sub-unidade Planícies Fluviais, caracterizada por ocorrer em áreas restritas, associadas aos depósitos a montante de níveis de base locais e regionais. Estas planícies fluviais constituem planícies de larguras variadas, com depósitos sedimentares pouco entalhados e freqüentes terrenos alagadiços, geneticamente geradas por deposição de origem fluvial, onde predominam os processos agradacionais. Esta sub-unidade apresenta dissecção baixa, sendo a classe predominante de declividade, <6% (ocupando mais de 90% da ocorrência), modeladas em sedimentos inconsolidados do período Quaternário (Mineropar, 2007).

A principal drenagem da área de estudo é o rio Iguaçu. As drenagens deste rio e seus formadores estão dissecando a bacia sedimentar e ao mesmo tempo depositando sedimentos no vale de inundação principal.

2.2.4 Hipsometria

A partir da superfície topográfica da All do empreendimento, o mapa hipsométrico mostra claramente a amplitude de relevo baixa, com altitudes variando de 840 m, na porção leste da área, a 1.200 m na porção oeste da All. De modo geral, a região estuda é caracterizada por um relevo de baixa amplitude, associado a colinas e planícies. A amplitude total de 460 m que ocorre na área não materializa-se na área do empreendimento, pois ela só acontece na região das cabeceiras do rio Pequeno, situadas nas vertentes da Serra do Mar. A área específica do empreendimento, caracteriza-se por uma planície situada na cota média 900 m. A Figura 05 a seguir apresenta a hipsometria da área de estudo.

Figura 05: Mapa Hipsométrico da AI do empreendimento



2.2.5 Caracterização Hidrográfica

A All do empreendimento insere-se na bacia hidrográfica Paraná. Esta divisão também é marcada no Primeiro Planalto Paranaense, onde as drenagens estão reunidas em duas principais bacias de desaguamento: a bacia hidrográfica do rio Iguaçu, onde se insere a área de estudo, e a bacia hidrográfica do rio Ribeira.

O rio Iguaçu, um dos principais rios de grande porte do Estado do Paraná, apresenta um direcionamento geral leste-oeste, suas nascentes localizam-se no Planalto de Curitiba, nas vertentes ocidentais da Serra do Mar (Irai, Pequeno Piraquara, Miringuava, etc.) e no divisor de águas com a Bacia do Ribeira (Atuba, Barigui, Passaúna, Verde, etc.). Após 1.200 quilômetros, drenando toda a porção meridional do Estado, deságua no rio Paraná e servindo como divisa entre Paraná, Santa Catarina. O rio Iguaçu drena uma área total de 72.637,5 km².

O padrão geral da drenagem do rio Iguaçu é dendrítico, embora os coletores principais do rio mantenham um padrão de drenagem sub-paralelo. Este padrão caracteriza a ocorrência de sedimentos horizontalizados com mergulho regional mediano, com presença de morfoestruturas que subparalelizam formas superficiais.

Levando em conta que as características hidrográficas foram decisivas na limitação da All do empreendimento. A região de estudo está inserida regionalmente na bacia do Alto Rio Iguaçu. Nesta bacia do Alto Rio Iguaçu, cada um dos tributários maiores, constitui a drenagem principal das 23 sub-bacias, que formam a bacia hidrográfica do Alto Rio Iguaçu na região de Curitiba e municípios vizinhos.

As drenagens formadoras do rio Iguaçu, na porção da bacia do Alto Iguaçu, apresentam padrões de drenagem diferenciados entre as vertentes esquerda e direita das sub-bacias a que pertencem, caracterizando uma drenagem assimétrica, indicativa de influência tectônica na região (Salamuni et al, 1999).

Na bacia hidrográfica do Alto Iguaçu, as declividades caracterizam-se como pouco acentuadas (0 e 10%), tal característica, possibilitou o grande avanço da urbanização desta área.

Visando objetivar e direcionar o diagnóstico ambiental do empreendimento, a All foi delimitada de acordo com as sub-bacias do Alto Rio Iguaçu, que compreendem a área do empreendimento, sendo elas: sub-bacia do rio Pequeno, sub-bacia do rio Ressaca e área de contribuição direta do Alto Iguaçu (Figuras 06 e 07).

Figura 06: Contexto Hidrográfico Regional com destaque para a Área de Influência Indireta (AII)

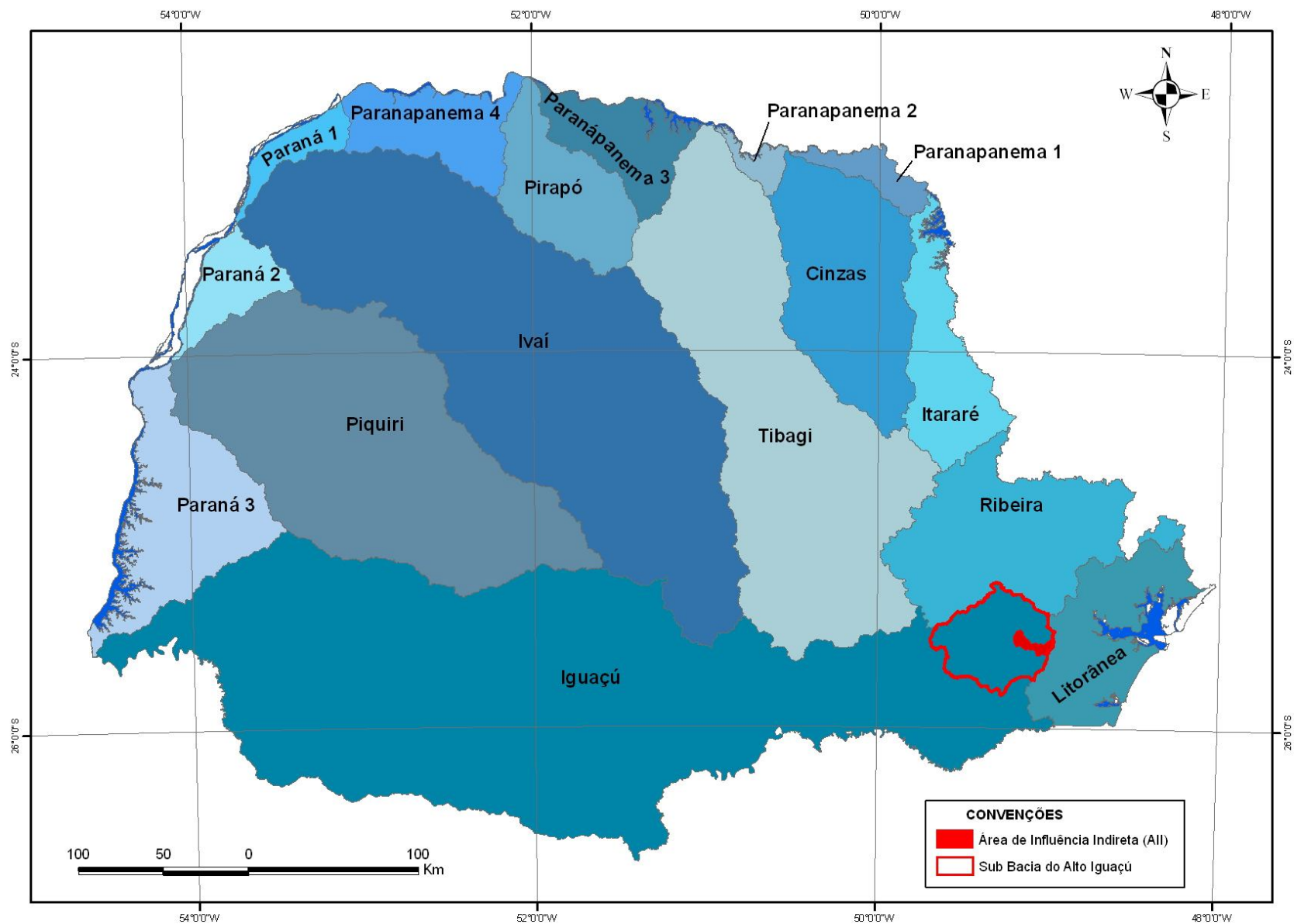
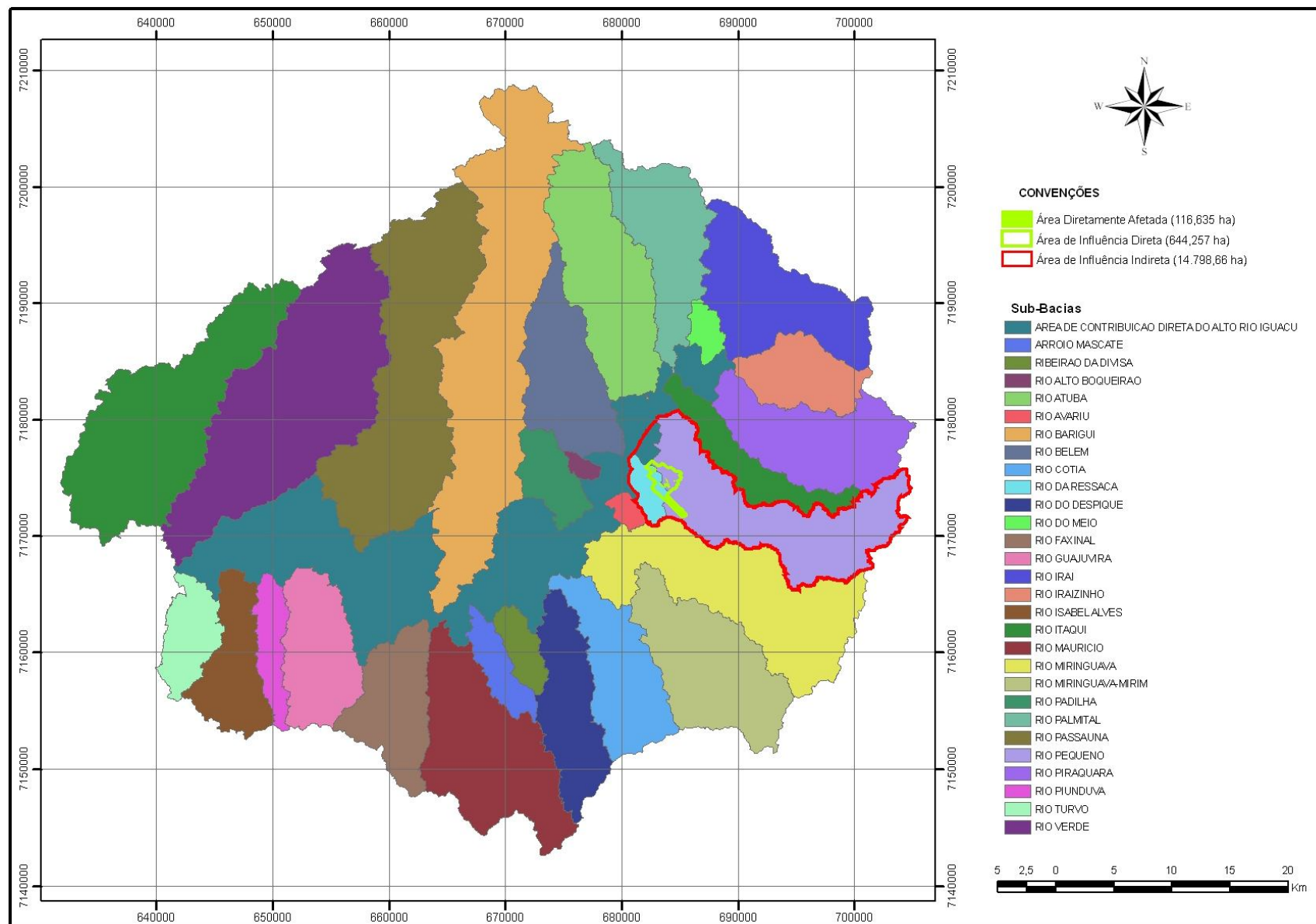


Figura 07: Contexto Hidrográfico do Alto Iguaçu com destaque para as Áreas de Influência do Empreendimento



2.2.5.1 Qualidade das águas superficiais na AI

Durante os anos de 2005 e 2007 foi realizado o projeto “Bacias Críticas: Bases Técnicas para a definição de Metas Progressivas para seu Enquadramento e a Integração com os demais Instrumentos de Gestão”, pelas Universidade Federal do Paraná em parceria com a Universidade de São Paulo – USP, através dos respectivos Departamentos de Engenharia Hidráulica e Saneamento (SUDERHSA, 2007). Neste projeto, foram realizadas exaustivas simulações de qualidade da água da bacia do Alto Iguaçu, através de modelos matemáticos calibrados para diferentes cenários de vazões de referência.

Os resultados destas simulações mostraram que atualmente as descargas de matéria orgânica por fontes pontuais e difusas, feitas ao longo de toda a bacia do Alto Iguaçu, têm acarretado a poluição dos corpos hídricos em níveis muito acima dos limites críticos aceitáveis pela legislação, conforme enquadramento estabelecido pela Portaria SUREHMA nº. 20/1992.

Este projeto também forneceu o diagnóstico de qualidade da água dos principais afluentes do rio Iguaçu, conforme tabela a seguir. Os valores de concentração de DBO mostrados referem-se aos valores máximo, mínimo e médio do perfil de concentração de DBO ao longo de cada afluente estudado. Os valores limites de DBO são igual ou inferior a 5 mg/l, segundo o enquadramento atual da Portaria da SUREHMA nº 20/92.

Tabela 04: Resumo da situação atual de qualidade da água destes afluentes, em termos de dbó, para o ano de 2005 e vazão de referência de 95% de permanência, com destaque para as sub-bacias da AI

| Margens | Rio | Concentração DBO (mg/L) | | |
|----------|------------------|-------------------------|-----------|------------|
| | | Média | Mínima | Máxima |
| Direita | Palmital | 49 | 5 | 86 |
| | Atuba | 81 | 9 | 171 |
| | Belém | 226 | 10 | 270 |
| | Padilha | 131 | 10 | 208 |
| | Barigui | 63 | 6 | 109 |
| | Passaúna | 34 | 5 | 72 |
| | Verde | 21 | 4 | 47 |
| Esquerda | Cambuí | 76 | 12 | 116 |
| | Iraizinho | 34 | 5 | 69 |
| | Piraquara | 3 | 0 | 6 |
| | Canal Paralelo | 44 | 2 | 120 |
| | Itaqui | 18 | 3 | 42 |
| | Pequeno | 10 | 1 | 66 |
| | Ressaca | 158 | 13 | 272 |
| | Maurício | 11 | 5 | 28 |
| | Mascates | 75 | 2 | 167 |
| | Pianduva | 5 | 3 | 11 |
| | Faxinal | 6 | 5 | 8 |
| | Cotia | 6 | 4 | 7 |
| | Despique | 5 | 4 | 7 |
| | Divisa | 122 | 9 | 201 |
| | Miringuava | 9 | 2 | 34 |
| | Miringuava-Mirim | 5 | 4 | 8 |
| | Isabel Alves | 17 | 5 | 30 |
| | Das Onças | 8 | 5 | 12 |

Fonte: Adaptada de SUDERHSA, 2007

De forma geral, os resultados das simulações mostraram que os afluentes que drenam a margem direita da bacia do Alto Iguaçu possuem condições de qualidade da água muito inferior aos da margem esquerda. Este fato se deve ao reflexo do efeito de avanço da ocupação urbana da região de Curitiba. Por outro lado, a maioria dos afluentes da margem esquerda do rio Iguaçu encontram-se mais preservadas em termos de qualidade da água, pois não tem sofrido tão intensamente com a acelerada dinâmica de uso e ocupação do solo como a de seus vizinhos da margem direita (SUDERHSA, 2007).

Entre as principais causas da deterioração da qualidade da água nas sub-bacias do Alto Iguaçu, destacam-se os efluentes domésticos e industriais. Além disso, o sistema de esgotamento sanitário apresenta-se bastante insatisfatório, pois apenas 57,6% da população urbana da RMC possui sistema de coleta de esgoto e destes 87,2% tem o seu esgoto tratado, com uma eficiência média de 70% (SANEPAR, 2006, apud SUDERHSA, 2007).

No que se refere à questão dos efluentes industriais, com base no Cadastro de Usuários dos Recursos Hídricos da Região Metropolitana de Curitiba, efetuado pela SUDERHSA em 2000, verificou-se que apenas cerca de menos do 9% do universo total, representam mais de 90% dos lançamentos realizados fora da rede pública, sendo que 79% destes estabelecimentos não atendem aos padrões de lançamento de cargas definidos pelo Instituto Ambiental do Paraná – IAP (SUDERHSA, 2000 apud SUDERHSA, 2007). Entretanto, destaca-se que a carga orgânica de origem industrial equivale a apenas 10% do total da carga que é lançada nos corpos hídricos em relação a todas as fontes de poluição existentes na bacia, como doméstica, industrial e difusa.

2.2.6 Caracterização Pedológica

A região de São José dos Pinhais e municípios vizinhos, que compreendem a zona definida pela Área de Influência Indireta (AII), abrange um arranjo de unidades pedológicas, resultado da interação da heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas.

Genericamente, ocorrem quatro tipos de solos na AII (Classe 1º Nível Categórico). A partir da interpretação do mapa de solos do Paraná de escala 1:250.000 (Bhering, 2007), foram identificados os seguintes solos na AII: Argissolos, Cambissolos, Latossolos e Organossolos.

Os argissolos compreendem os solos constituídos por material mineral, que apresentam como característica a presença de argilas de baixa atividade e de horizonte B textural, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial. A transição entre os horizontes A e B textural é usualmente clara, abrupta ou gradual. Parte destes solos apresentam um evidente incremento no teor de argila (EMBRAPA, 1999).

Estes solos apresentam profundidade variável, cores avermelhadas ou amareladas e mais raramente brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte B textural, sempre havendo aumento de argila do primeiro para o segundo (EMBRAPA, 1999).

Os cambissolos compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. Esta classe de solos comporta desde solos rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho escuro. O horizonte B incipiente tem textura franco-arenosa ou mais argilosa (EMBRAPA, 1999).

Os latossolos compreendem os solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte superficial. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo (salvo minerais pouco alteráveis) (EMBRAPA, 1999).

Estes solos apresentam cores pálidas, normalmente muito profundos e apresentam a sequência de horizontes A, B, C com pouca diferenciação de horizontes e transições usualmente difusas ou graduais. São típicos de regiões equatoriais de relevo plano e suavemente ondulado (EMBRAPA, 1999).

Os organossolos compreendem os solos pouco evoluídos, constituídos por material orgânico proveniente de acumulações de restos vegetais e grau variável de decomposição, acumulados em ambientes muito drenados. Apesar da relevância dos constituintes orgânicos, estes solos apresentam materiais minerais em proporções variáveis, sendo sempre elevados os teores de carbono orgânico (EMBRAPA, 1999).

Estes solos ocorrem, normalmente, em áreas baixas de várzeas e apresentam coloração preta, cinza escura ou marrom e com elevados teores de carbono orgânico (EMBRAPA, 1999).

Os organossolos são considerados muito corrosivos, característica esta associada à umidade muito alta. Esta característica indica que materiais neles enterrados sofrem danificação muito rápida, portanto, deve-se tomar um cuidado especial com os materiais de obras destinadas ao armazenamento e à circulação de substâncias poluidoras, como tanques de combustível e gasodutos.

2.3 Contexto Local

Da mesma forma que o contexto regional, o contexto local, apresentado a seguir, abrange inteiramente a Área de Influência Direta (AID) e a Área Diretamente Afetada

(ADA), propostas para contemplar todos os componentes do meio físico caracterizados no presente diagnóstico da ampliação do Aeroporto Internacional Afonso Pena.

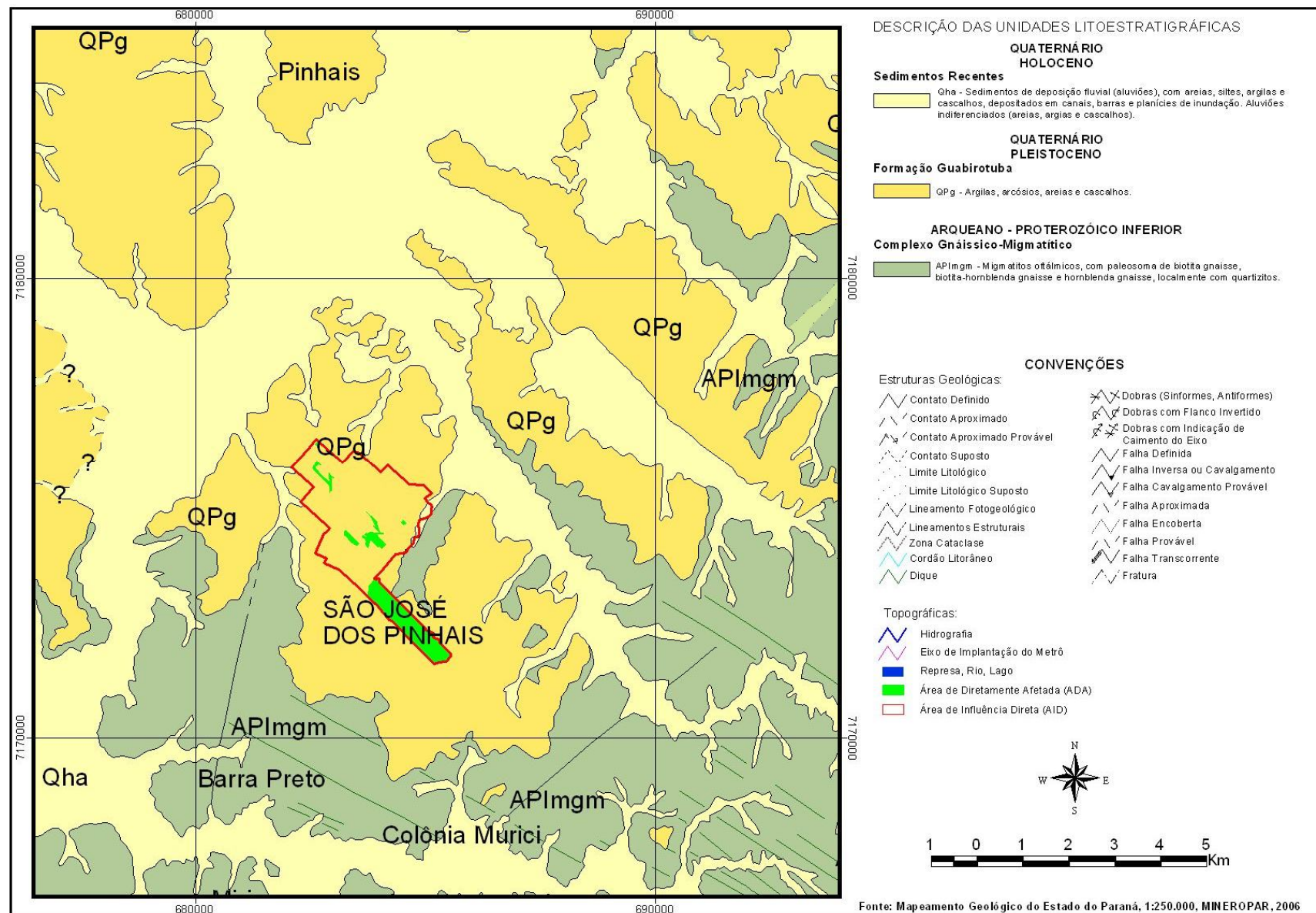
No entanto, é importante destacar que esta área de influência de abrangência local compreende áreas urbanas, totalmente impermeabilizadas por pavimentação e calçamento, que em muitas situações modifica e impossibilita a caracterização *in loco* das particularidades físicas do meio abiótico.

2.3.1 Caracterização Geológica Local

A caracterização geológica da Área de Influência Direta (AID) e da Área Diretamente Afetada (ADA) abrange o contexto geológico da Sub-Bacia do Rio Pequeno. Este contexto geológico é composto por distintas unidades litoestratigráficas que são representadas, em parte, pelo Embasamento Cristalino, constituído por gnaisses e migmatitos; e na sua maior parte, pelos sedimentos que preenchem a calha da Bacia Sedimentar de Curitiba (Formação Guabirotuba), formados sob condições de clima variando de semi-árido a úmido durante o Pleistoceno, depositados em discordância sobre o embasamento. Além disso, sobre estas duas unidades, foram acumulados depósitos de planície de inundações e os baixos terraços da planície atual do Rio Iguaçu.

Apesar da maior parte dos afloramentos desta região estarem descaracterizados devido à pavimentação e ao calçamento, são identificáveis três unidades geológicas presentes na área de influência direta do empreendimento: Embasamento Cristalino, Formação Guabirotuba e aluviões (Figura 08).

Figura 08: Contexto Geológico Local com destaque para AID e ADA do Empreendimento



A coluna estratigráfica, apresentada a seguir, corresponde ao contexto geológico local (AID e ADA) definido para o RAS referente à Implantação do empreendimento.

Tabela 05: Coluna estratigráfica da geologia local, compreendendo a área de influência direta (AID) e a área diretamente afetada (ADA) do empreendimento

| Era Geológica | Período Geológico | Unidade Geológica |
|----------------------------------|-------------------|------------------------|
| CENOZÓICO | QUATERNÁRIO | ALUVIÕES COLUVIÕES |
| | TERCIÁRIO | FORMAÇÃO GUABIROTUBA |
| PALEO-PROTEROZÓICO - ARQUEANO | -- | EMBASAMENTO CRISTALINO |

Complexo Gnáissico-Migmatítico (Embasamento Cristalino)

Localmente na área de estudo, as rochas do Embasamento Cristalino, apresentam pequenas ocorrências nas AID e ADA do empreendimento. Quando da sua ocorrência, é constituído, predominantemente, por migmatitos e gnaisses com pequenas intercalações de quartzitos e meta-máficas, podendo ocorrer localmente veios de quartzo e zonas de alteração hidrotermal.

Estas rochas apresentam geralmente bandamento centimétrico à métrico com alternância de bandas claras de composição granodiorítica a granítica com bandas cinza escura a rósea.

O Complexo Gnaíssico–Migmatítico caracteriza-se por relevo de colinas arredondadas e vertentes convexas quando constituem unidades morfológicas isoladas ou as meias encostas das feições que possuem ocorrência da Formação Guabirrotuba nas porções mais elevadas. Nas partes mais baixas, como em áreas de planície de inundação de rios, o embasamento pode ser alcançado a menos de 10 metros, não necessariamente ocorrendo como via de regra.

Os solos residuais são gerados pelo intemperismo das rochas migmatíticas e gnaíssicas possuindo texturas que variam tanto em profundidade como lateralmente devido à própria heterogeneidade da rocha matriz. Estes solos residuais são constituídos por argilas siltosas até siltes arenosos, coloração variada, amarela, cinza esverdeada escuro, por vezes com minerais micáceos. Quando próximos a superfície do terreno são mais porosos e com o aumento da profundidade podem guardar a estrutura da rocha original.

Estando o Embasamento Cristalino recoberto pelos sedimentos da Formação Guabirrotuba ou dos depósitos aluvionares, sua principal influência na obra refere-se ao posicionamento do topo rochoso.

Formação Guabirotuba

A Formação Guabirotuba é a unidade geológica mais expressiva nas AID e ADA do estudo em questão. É representada ao longo da AID e ADA pela ocorrência de argilitos e seus produtos de alteração.

A Formação Guabirotuba apresenta como seu principal conteúdo litológico os argilitos, subordinadamente, ocorrem areias arcossianas sob a forma de corpos tabulares e/ou lenticulares com acunhamento lateral inseridas na massa argilosa, e mais esporadicamente, margas que apresentam-se tanto sob a forma lenticular como em concreções e impregnações nos argilitos.

Os argilitos, quando são, apresentam cor cinza e são conhecidos localmente como “Sabão de Caboclo”, passando a amarelo, vermelho e cores variegadas em função do intemperismo. Gerados sob condições climáticas semi-áridas, que favorecem a formação de argilo minerais, as argilas ocorrentes na região de Curitiba são potencialmente expansivas com predomínio de montemorilonita nas argilas cinzas e de caolinita nas argilas vermelhas.

As areias arcossianas são imaturas e constituídas por quartzo e feldspatos, com grânulos subangulares a subarredondados. Na base da pacote sedimentar pode haver a ocorrência de depósitos rudaceos, formados por seixo de quartzo subangulosos.

O pacote de sedimentos da Formação Guabirotuba apresenta espessura média de trinta metros podendo chegar até oitenta metros na parte central da bacia. A Formação Guabirotuba encontra-se, via de regra, recoberta por solos coluviais e residuais, formados a partir de sua própria argila e arcósio.

A morfologia gerada é predominantemente constituída por colinas arredondadas de topo aplainado que atingem a cota 940 s.n.m.m.

Com relação ao potencial mineral dos sedimentos da Formação Guabirotuba não existem indícios diretos e indiretos de ocorrência minerais metálicas, sendo seu potencial metalogenético praticamente nulo. No que se refere ao potencial de minerais não metálicos, apresentam apenas algum potencial para exploração de argilas vermelhas, relacionado aos solos residuais, e para areias e, ocasionalmente, para turfas (Theodorovicz, 1999).

Depósitos Coluvionares

Os solos coluvionares representam o retrabalhamento e transporte por gravidade de solos residuais e são, via de regra, denotados pela presença de linhas de seixos. Podem apresentar-se laterizados ou hidromorfizados e enriquecidos com matéria orgânica quando em condições de superfície plana ou com pouca declividade e proximidade do lençol freático.

Depósitos Aluvionares

Os aluviões localizam-se nas porções de topografia plana associada às planícies de inundação recentes dos principais cursos d'água. Correspondem aos sedimentos inconsolidados, depositados sobre rochas das unidades geológicas mais antigas (Embasamento Cristalino e Formação Guabirotuba), compostos de frações granulométricas variando desde areia até argilas, ocorrendo, raramente, cascalhos. Via de regra apresentam elevados teores de matéria orgânica.

As principais ocorrências de depósitos aluvionares na AID e na ADA referem-se a pequenos depósitos relacionados às cabeceiras de pequenos córregos, afluentes dos rios Pequeno e Ressaca.

Os depósitos aluvionares são constituídos por sedimentos inconsolidados, argilas com teores variados de matéria orgânica e espessura de até 5,0 metros sobrepostos a níveis arenosos delgados. Geralmente são áreas mal drenadas com nível d'água pouco profundo, variando em média de 0,75 a 3,50 metros de profundidade, assentados sobre o topo rochoso alterado do embasamento cristalino e sobre os sedimentos alterados da Formação Guabirotuba.

Deve-se ainda considerar a possibilidade de serem detectados pequenos depósitos referentes a drenagens terciárias que atualmente não se observa no modelo topográfico devido à ação antrópica.

Cumprindo ainda salientar que não é incomum na Região Metropolitana de Curitiba a ocorrência de camadas de argilas hidromorfizadas, com matéria orgânica, em posições de altos topográficos. A presença de depósitos coluvionares também não é descartada tendo em vista as características morfológicas ocorrentes ao longo do eixo do metrô.

Referente ao potencial mineral, os depósitos aluvionares de várzeas dos rios são áreas de altíssimo potencial para exploração de areia, cascalho, turfa e argilas de diversos tipos de aplicações (Theodorovicz, 1999).

2.4 Caracterização Geomorfológica

No contexto da caracterização geomorfológica local, a Área de Influência Direta (AID) e a Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento, inserem-se integralmente na unidade morfoescultural do Primeiro Planalto Paranaense, abrangendo as unidades geomorfológicas: Planalto do Alto Iguaçu e Planícies Aluviais (MINEROPAR, 2007).

De forma geral, a morfologia local é caracterizada por colinas alongadas, paralelas aos grandes vales de rios localizados no domínio da Formação Guabirotuba e por colinas arredondadas onde o embasamento é aflorante. O alto rio Iguaçu e seus formadores dissecam a bacia, formando depósitos fluviais recentes com planícies de larguras variadas, constituindo o domínio geomorfológico das planícies de inundação, atualmente sujeitas a todo tipo de ação antrópica (Salamuni et al., 2004).

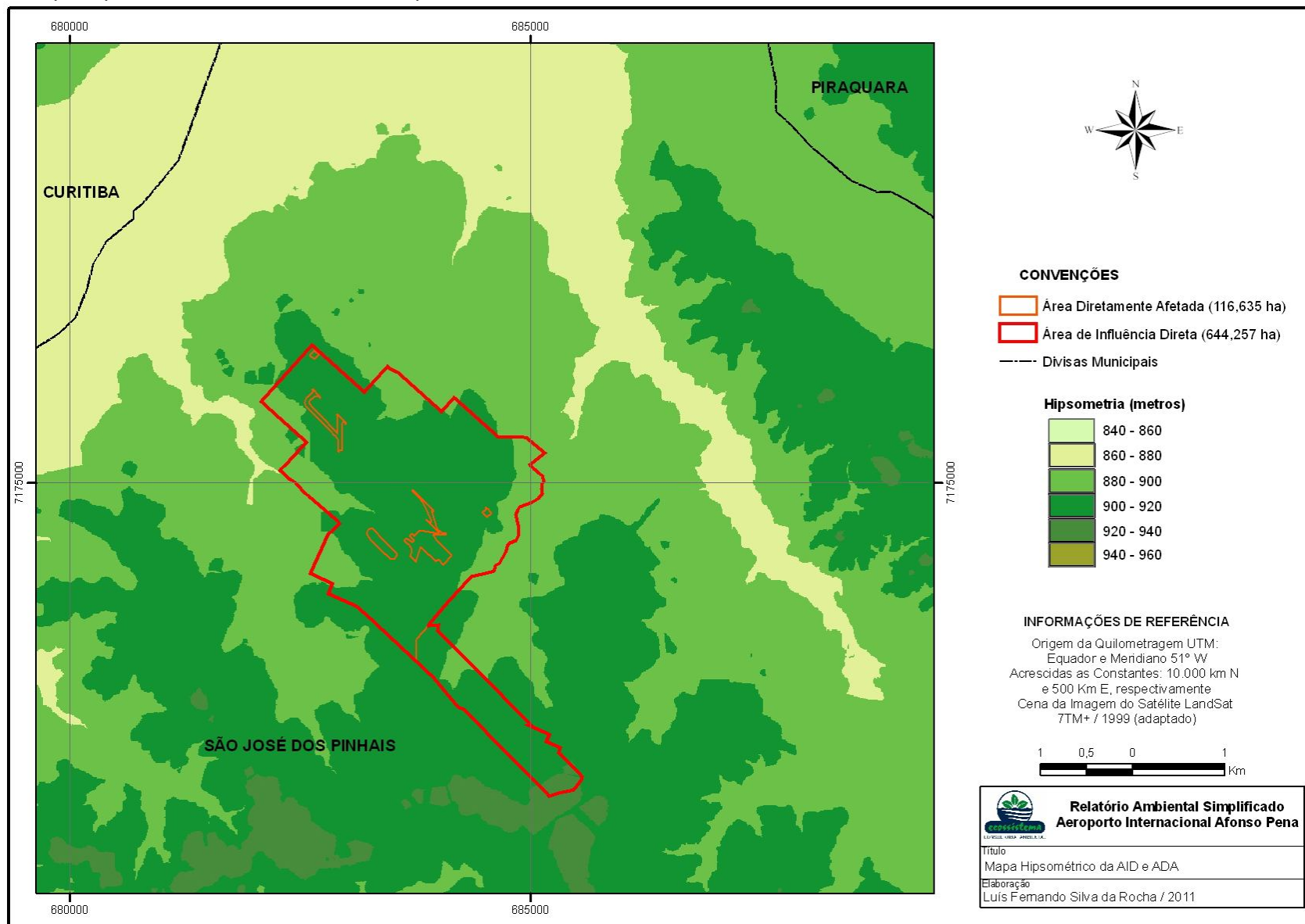
Segundo Salamuni et al. (2004), a Região Metropolitana de Curitiba pode ser enquadrada em cinco domínios morfológicos principais com características distintas: Sistema de planícies ou terrenos aluvionares; Sistemas de Colina (unidades de topo alongados); Sistema de Colinas (unidade de topo plano); Sistema de Montanha (porção leste de Curitiba) e Sistema de Morros (porção norte de Curitiba). No entanto, no contexto da morfogênese local, as áreas AID e ADA do empreendimento abrangem apenas dois destes domínios: o sistema de planícies ou terrenos aluvionares e sistema de colinas.

O sistema de planícies ou terrenos aluvionares abrange as áreas de planície de várzeas ou de inundação, com depósitos sedimentares pouco entalhados e freqüentes terrenos alagadiços. O sistema de colinas, por sua vez, abrange um relevo colinoso de vertentes suaves, convexas em geral, com entalhamento e dissecação pouco profunda devido a rede de drenagem local de densidade média (Salamuni et al., 2004).

2.4.1 Hipsometria

A partir da interpretação da superfície topográfica da AID e ADA do Sistema de Metro de Curitiba através do mapa hipsométrico pode-se identificar claramente que as altitudes variam desde 880 m a 940 m. De modo geral, a AID e ADA do empreendimento pode ser caracterizada por um relevo de baixa amplitude, associado a colinas e planícies ou terrenos aluvionares. A Figura 09 a seguir apresenta a hipsometria da área de estudo.

Figura 09: Mapa Hipsométrico da AID e ADA do empreendimento



2.5 Caracterização Hidrográfica Local

No contexto da caracterização hidrográfica local, a Área de Influência Direta (AID) e a Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento, inserem-se integralmente na bacia do Alto Iguaçu, uma bacia de cabeceiras, afetando diretamente as sub-bacias do rio Pequeno, e rio Ressaca, todos afluentes da margem esquerda do rio Iguaçu.

Estas bacias de drenagem cortadas pelas AID e ADA do empreendimento já se encontram plenamente urbanizadas. São providas de rede de drenagem de águas pluviais. Este sistema faz com que grande parte da água das precipitações escoe pelas sarjetas, guias e galerias, possibilitando que pouca água infiltre no solo antes de alcançar os cursos de água naturais.

Os padrões de drenagem destes cursos d' água na AID e na ADA variam, em geral, de subdendrítico a subretangular, refletindo o controle estrutural. A densidade de drenagem é mais alta em áreas dominadas pelas associações faciológicas argilosas da Formação Guabirotuba, ocorrendo o inverso nas áreas dominadas por aluviões, em função do caráter mais psamítico destas últimas.

Uma vez que, estas sub-bacias de ocorrência na AID e na ADA do empreendimento encontram-se inseridas no município de Curitiba, especificamente, na zona urbana da cidade, é de se esperar que os impactos diretos e indiretos sobre a disponibilidade quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos sejam sem dúvida, diretamente, influenciados pela densidade populacional de cada bacia.

Quanto maior a densidade populacional, maior também a demanda por abastecimento daquela população, maior o volume de resíduos e efluentes gerados, maior o impacto sobre a cobertura natural existente e maior a impermeabilização do solo, reduzindo a recarga local dos aquíferos subterrâneos e aumentando a intensidade das cheias (SUDERHSA, 2007). A partir de um dado limite podem levar a problemas de sustentabilidade ambiental.

Assim, na tabela abaixo, são apresentados os dados referentes à população e a densidade populacional de cada uma das sub-bacias de ocorrência na AID e ADA do Sistema de Metrô de Curitiba.

2.6 Vulnerabilidade Geoambiental Local

A partir de mapeamento da vulnerabilidade geoambiental realizados para o estado do Paraná (Santos et al., 2007), possibilitou-se uma caracterização geral da vulnerabilidade da AID e da ADA do empreendimento, através de cruzamento de informações locais da geologia, da geomorfologia e dos solos.

O estudo da vulnerabilidade geoambiental é essencial para garantir a eficiência no planejamento e na gestão ambiental do território frente a utilização antrópica destas áreas naturais. Os dados apresentados a seguir sobre vulnerabilidade ambiental servem como orientação geral para o planejamento ambiental da obra, tendo como finalidade a identificação e delimitação de áreas funcionais com base nas suas potencialidades e vulnerabilidades.

A AID e a ADA do empreendimento apresentam-se, em boa parcela, impermeabilizadas por pavimentação das ruas, o que acarreta no abrandamento ou até mesmo na suspensão dos processos de evolução da paisagem e consequente diminuição da vulnerabilidade ambiental. Apesar disso, serão apresentadas a seguir, a classificação da vulnerabilidade e os principais processos geoambientais identificados para a área de estudo, como forma de caracterizar os condicionantes físicos, visando a interpretação e a informação das suas características originais, durante a fase de execução da obra.

De forma geral, a AID e a ADA do empreendimento podem ser caracterizadas como uma área de vulnerabilidade baixa a erosão laminar e linear, devido às suas condicionantes geológicas e pedológicas, associadas ao relevo de baixa declividade (Santos et al., 2007).

Nas áreas de ocorrência da Formação Guabirotuba, em condições naturais com cobertura vegetal, os solos maduros originados desta formação, apresentam baixa susceptibilidade à erosão. Porém, quando retirada a cobertura vegetal e o capeamento de solos residuais maduros e/ou coluvionares, expondo as argilas cinzas e mosqueadas às intempéries, essas tornam-se vulneráveis à erosão laminar e ravinamento, passando a apresentar, devido à característica expansiva das mesmas (retração e expansão muito grande pela perda e absorção de água), maior susceptibilidade à erosão, colapsos por compactação e instabilização em taludes (Santos et al., 2007). O fenômeno do empastilhamento potencializa os processos erosivos, fazendo com que estas argilas sejam facilmente transportadas pelas águas superficiais.

Os solos das áreas de planícies e terrenos aluvionares apresentam áreas sujeitas a inundação periódicas, baixa capacidade de suporte com possibilidades de recalques em fundações e edificações e contaminação do lençol freático.

As áreas que mostram maior potencial para desencadear fenômenos de erosão são as que apresentam declividades maiores que 20% nos sedimentos da Formação Guabirotuba. No entanto, normalmente estas áreas quando implantadas as estruturas urbanas com cobertura vegetal e pavimentação das ruas, tem o problema das erosões contornado.

A seguir será apresentada uma tabela síntese da Vulnerabilidade Geoambiental das unidades existentes na AID e ADA do empreendimento.

Tabela 6: Síntese da vulnerabilidade geoambiental da AID e da ADA do empreendimento

| Unidade morfo-escultural | Compartimento morfológica | Geologia Dominante | Solos | Dissecação dominante | Vulnerabilidade e principais processos geomabientais |
|------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------|----------------------|--|
| Primeiro Planalto Paranaense | Sistema de Colinas | Complexo Gnáissico Migmatítico e Formação Guabirotuba | Argissolos e Latossolos | Média | Moderada vulnerabilidade a erosão laminar e linear; possibilidade de colapsos e instabilização de taludes. |
| | | Formação Guabirotuba | Cambissolos e Latossolos | Baixa | Baixa vulnerabilidade a erosão laminar e linear; possibilidade de colapsos e instabilização de taludes. |
| Planícies | Planícies e terrenos aluvionares | Sedimentos recentes | Organossolos | --- | Alta vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas. |

Fonte: Adaptado de Santos et al., 2007

3 BIBLIOGRAFIA

A ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; NEVES, B. B. B.; FUCK, R. A. **Províncias estruturais brasileiras**. In: Simp. Geol. Nordeste, 8, Campina Grande, Atas...Campina Grande, SBG, 1977. p. 363-391.

BHERING, S. B. **Mapa de solos do Estado do Paraná**. Escala 1:250.000. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

CANALI, N. C. e MURATORI, A. M. **Síntese da Evolução geomorfológica da Bacia Sedimentar de Curitiba**. 3º Simpósio Regional de Geologia. Curitiba- PR. 1981. Vol. 2, p 363-371.

CORDANI, U. G. ; NEVES, B. B. B. . The geologic evolution of South America during the Archean and Early Proterozoic. **Revista Brasileira de Geociências**, 1982, v. 12, n. 1/2/3, p. 78-88.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solo (Rio de Janeiro). **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412p.

FIORI, A. P. Tectônica e Estratigrafia do Grupo Açungui - PR. **Boletim IG-USP**. Série Científica, São Paulo, SP, v. 23, p. 55-74, 1992.

FIORI, A. P. Evolução geológica da Bacia Açungui. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, PR, v. 42, p. 7-27, 1994.

FOSTER, S.S.D. (1987) Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy, in W. van Duijvanbooden and H.G. van Waegeningh (eds.), **Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollution, Proceedings and Information No. 38 of the International Conference held in the Netherlands**, in 1987, TNO Committee on Hydrological Research, Delft, The Netherlands.

GUEDES, E., HEILBRON, M., VASCONCELOS, P.M., VALERIANO, C.M., ALMEIDA, J.C.H., TEIXEIRA, W., THOMAZ FILHO, A. 2005. K-Ar And 40Ar/39Ar Ages of dikes emplaced in the onshore basement of the Santos Basin, Resende Area, SE Brazil: implications for the South Atlantic Opening and Tertiary reactivation. **Apud** SALLUN, A.E.M.; SALLUN, W. Geologia no Plano de Manejo do Parque Estadual Intervalles (PEI) e sua Zona de Amortecimento, 2007. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: www.ffloresta.sp.gov.br/planodemanejo/. Acessado em janeiro de 2009.

HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; COIMBRA, A. M. The Ribeira folded belt. **Revista Brasileira de Geociências**, 1975, 5: 257-266.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M. C.; SILVA, L. C.; TROUW, R. A. J.; JANASI, V. A. Província Mantiqueira. In: (Orgs) MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. Geologia do Continente Sul-

Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. (Org.) Editora Beca, 2004, 673p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapas. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/. Acessado em Novembro de 2009.

IPPUC - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. Curitiba em Dados. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: http://ippucnet.ippuc.org.br/Bancodedados/Curitibaemdados/Curitiba_em_dados_Pesquisa.asp?ampliar=n%C3%A3o. Acessado em Novembro de 2009.

MAACK, R. 1981. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro, Livraria José Olympio Ed., 442p.

MARINI, O. J.; TREIN, E.; FUCK, R. A. O Grupo Açungui no estado do Paraná. In: Bigarella, J. J.; Salamuni, R.; Pinto, V. M. Geologia do Pré-Devoniano e Intrusivas Subseqüentes da porção oriental do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, 1967, **23-25**:43-104.

MINERAIS DO PARANÁ S.A. - MINEROPAR. **Mapa Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba, 2006. 1 mapa: color. Escala 1:650.000.

MINERAIS DO PARANÁ S.A. **Mapa Geomorfológico do Estado do Paraná**. Curitiba, 2006. 1 mapa: color. Escala 1:650.000.

SALAMUNI, E. **Tectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba (PR)**. Tese de Doutorado, Inst. Geoc. e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro (SP), 1998, 234 p.

SALAMUNI, E.; SALAMUNI, R.; EBERT, H. D. Contribuição à Geologia da Bacia Sedimentar de Curitiba (PR). **Boletim Paranaense de Geociências**, Editora UFPR, n.47, p. 123-142, 1999.

SALAMUNI, E.; EBERT, H. D.; HASUI, Y. Morfotectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba. **Revista Brasileira de Geociências**, **34(4)**: 469-478, dezembro de 2004.

SÁNCHEZ, L. H. Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos. 2006

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALLI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F. Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, **37(4)**: 812-820, dezembro de 2007.

SILVA, P. C. S. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Curitiba, Folha SG.22-X-D-I, Escala 1:100.000**. (Org.) SILVA, P. C. S.; YAMATO, A. A.; VASCONCELOS, C. S.; LOPES JR, I. Brasília: CPRM, 1999.

SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Plano da bacia do Alto Iguaçu e afluentes do Alto Ribeira - Relatório de**

Diagnóstico. Curitiba: SUDERHSA, 2007.

SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Recursos Hídricos. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.suderhsa.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=48>. Acessado em Setembro e Outubro de 2009.

THEODOROVICZ, A., M. G.; **Projeto Curitiba: Atlas Geoambiental da Região Metropolitana de Curitiba – Subsídios ao Planejamento Territorial**. São Paulo: CPRM, 48 p., 1999.