

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA INDUSTRIAL

Pöyry Tecnologia Ltda.
Rua Alexandre Dumas, 1901
Edifício Paramount - 2º andar
04717-004 São Paulo - SP
BRAZIL
Tel. +55 11 3472 6955
Fax +55 11 3472 6980
E-mail: forest.br@poyry.com

Data 27.4.2012

Nº Referência 20614.10-M-1000-1501
Página 1 (130)

VOLUME II **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL - MEIO FÍSICO**



KLABIN - PAPEL E CELULOSE **PROJETO PUMA - PR**

Conteúdo	2.2	ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO
	2.3	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL
	2.3.1	MEIO FÍSICO
Anexos		

Distribuição	
KLABIN	E
PÖYRY	RHi

Orig.	27/04/12 – jle	27/04/12 - KHF	27/04/12 - RHi	27/04/12 - NRN	Para informação
Rev.	Data/Autor	Data/Verificado	Data/Aprovado	Data/Autorizado	Observações

2.2 **ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO**

A delimitação das áreas de influência de um determinado projeto é um dos requisitos legais (Resolução CONAMA 01/86) para a avaliação de impactos ambientais e se constitui de grande importância para o direcionamento da coleta de dados, voltada para o diagnóstico ambiental.

As áreas de influência direta e indireta foram definidas e delimitadas levando-se em consideração os impactos resultantes das atividades do empreendimento sobre os recursos naturais (vegetação, fauna, recursos hídricos) e sobre os aspectos socioeconômicos (população atingida, vias de acesso, transporte, infraestrutura urbana social, mão de obra etc.), conforme orienta a Resolução CONAMA nº 01/86. Neste caso, a delimitação dessa área, leva em consideração o alcance e a intensidade dos impactos inerentes das atividades de implantação e operação do empreendimento de industrial da Klabin. A área de influência do empreendimento foi dividida em Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII), que representa os espaços territoriais relativos, respectivamente, aos impactos diretos e indiretos do empreendimento.

Como consequência, o conjunto dos estudos envolvidos neste trabalho estará limitado à área diretamente afetada, à área de influência direta e área de influência indireta.

2.2.1 **Área Diretamente Afetada (ADA)**

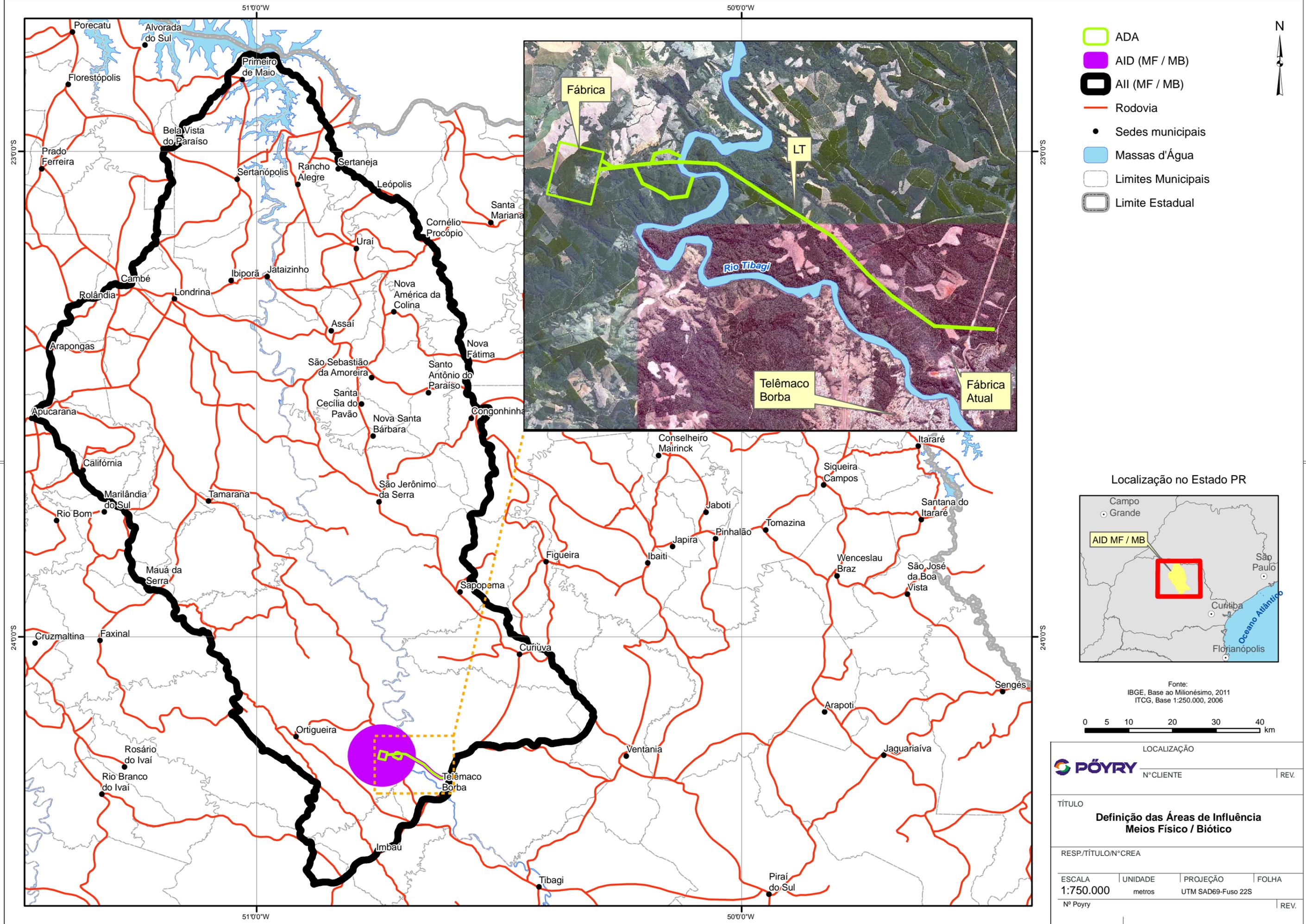
A Área Diretamente Afetada (ADA) será constituída pela área onde será realizada a implantação da fábrica e sua infraestrutura necessária (linha de transmissão, captação, adutora e emissário).

2.2.2 **Área de Influência do Meio Físico e Biótico**

A Área de Influência Direta (AID) será delimitada para os meios físico e biótico, em função do Estudo de Dispersão Atmosférica, que estimamos em um raio aproximado de 7,0 km e para obras lineares 400 m de cada lado da obra, incluindo eventuais servidões e suas interferências.

A Área de Influência Indireta (AII) será composta para o Meio Físico e Biótico pelas bacias hidrográficas onde se insere o empreendimento, sendo definido como o médio e baixo Tibagi.

Figura 2.2.2-1: Área de Influência Direta e Indireta do Meio Físico e Biótico



- ADA
- AID (MF / MB)
- AII (MF / MB)
- Rodovia
- Sedes municipais
- Massas d'Água
- Limites Municipais
- Limite Estadual



Fonte:
 IBGE, Base ao Milionésimo, 2011
 ITCG, Base 1:250.000, 2006

0 5 10 20 30 40 km

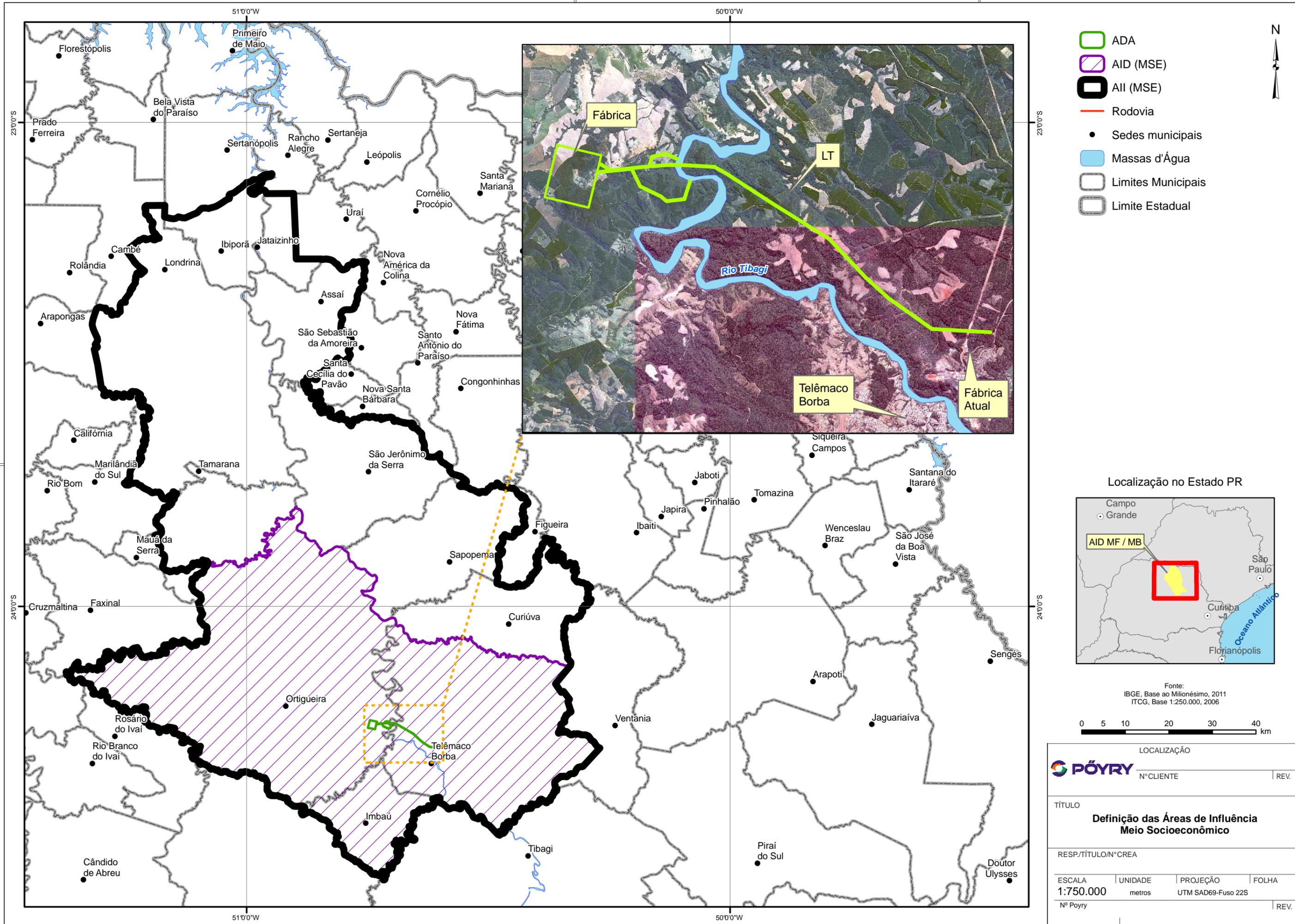
LOCALIZAÇÃO			
		Nº CLIENTE _____ REV. _____	
TÍTULO			
Definição das Áreas de Influência Meios Físico / Biótico			
RESP./TÍTULO/Nº CREA _____			
ESCALA	UNIDADE	PROJEÇÃO	FOLHA
1:750.000	metros	UTM SAD69-Fuso 22S	_____
Nº Póry _____			REV. _____

2.2.3 Área de Influência do Meio Socioeconômico

No meio socioeconômico, a área de influência direta engloba os 3 municípios mais próximos: Ortigueira, Telêmaco Borba e Imbaú.

A Área de Influência Indireta (AII) para o meio antrópico é composta dos 11 municípios seguintes: Ortigueira, Telêmaco Borba, Imbaú, Ibiporã, Jataizinho, Assaí, Londrina, São Jerônimo da Serra, Tamarana, Sapopema, e Curiúva.

Figura 2.2.3-1: Área de Influência Direta e Indireta para Meio Socioeconômico.



- ADA
- AID (MSE)
- AII (MSE)
- Rodovia
- Sedes municipais
- Massas d'Água
- Limites Municipais
- Limite Estadual



Fonte:
IBGE, Base ao Milionésimo, 2011
ITCG, Base 1:250.000, 2006

0 5 10 20 30 40 km

LOCALIZAÇÃO			
		Nº CLIENTE	REV.
TÍTULO			
Definição das Áreas de Influência Meio Socioeconômico			
RESP./TÍTULO/Nº CREA			
ESCALA 1:750.000	UNIDADE metros	PROJEÇÃO UTM SAD69-Fuso 22S	FOLHA
Nº Poyry			REV.

2.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

2.3.1 Diagnóstico do Meio Físico

Metodologia

A metodologia adotada para a delimitação biofísica das áreas de influência do projeto (fábrica e linha de transmissão) foram descritas no item 2.2.

Com a delimitação das três áreas de influência (ADA, AID e AII), partiu-se para a análise de imagens coloridas disponíveis na *Internet/Google* e na bibliografia disponível mais atualizada possível, considerando também informações básicas e conceituais importantes em publicações técnicas mais antigas.

A seguir são apresentados os métodos aplicados para a criação dos temas utilizados no presente EIA/RIMA. É importante destacar que todo o trabalho foi desenvolvido com a utilização dos *softwares* ArcGis (ESRI) para o trabalho vetorial e ENVI (RSI) para o tratamento de imagens de satélite e interpretação do uso da terra. O material cartográfico foi reprojetoado, segundo técnicas adequadas, para um Sistema de Coordenadas *Universal Transverso de Mercator* - UTM, com *datum* SAD 69 (*South American Datum 1969*).

De forma geral, os trabalhos envolveram os seguintes passos:

Rasterização de cartas

Como parte do material disponível nas Áreas de Influência do empreendimento estava impresso ou no formato digital “*read only*” (pdf), foram necessárias as digitalizações de mapas impressos em scanner de rolo e a geração de arquivos *rasters* (formato jpg ou tiff), com resolução de 300 ou 400 DPI. O material em pdf foi convertido para o formato *raster* através de ferramentas do próprio *Adobe Acrobat* (*software* que utiliza os arquivos pdf).

Georreferenciamento

O Georreferenciamento foi realizado nos arquivos *raster* utilizando a projeção original do dado, admitindo um erro máximo de 10 m para cada lado dos pontos de controle. Após o georreferenciamento, os mapas foram convertidos para a Projeção UTM com o *Datum* SAD-69.

Vetorização

A vetorização foi elaborada de forma automática (através de ferramentas de análise espacial), semiautomática (através de digitalizadores assistidos) e manual (com apontamento em tela), e submetida a um controle de qualidade antes de passar às etapas seguintes.

Correções de Topologia

A Topologia é um conceito fundamental no geoprocessamento, pois é a partir deste que são elaborados controles adequados dos vetores que representam o mundo real. Trata-se de um conjunto de ferramentas que visa evitar, por exemplo, que rios sejam erroneamente interrompidos, ou para garantir que não ocorram “buracos” em polígonos (ausência de informação). As ferramentas de correção topológica

apresentam grande avanço na questão do controle automático de qualidade dentro de um banco de dados geoespacial.

Foram elaboradas correções topológicas de forma a se evitar problemas, sobretudo com relação a buracos e sobreposição de feições na base, conforme apresentado na Figura 2.3.1-1, a seguir.

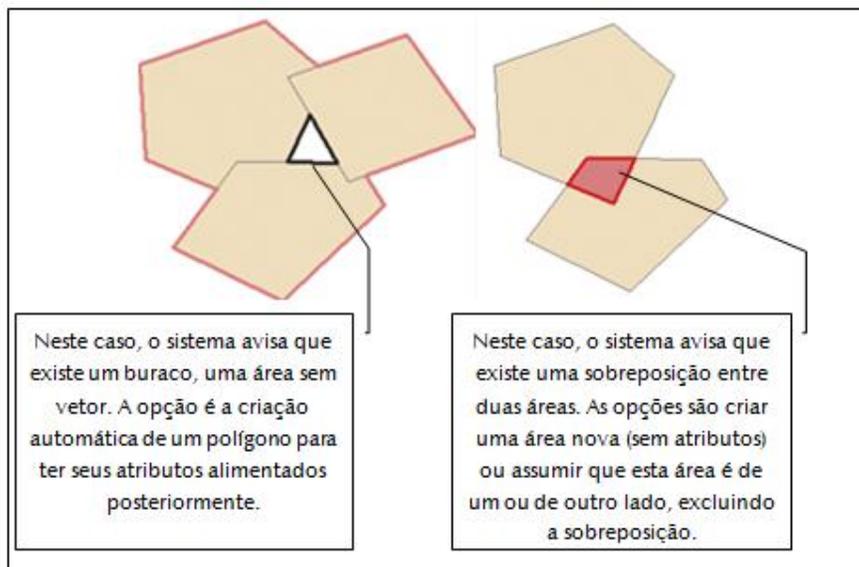


Figura 2.3.1-1: Amostra de conceitos de topologia aplicados em banco de dados espacial

Inserção e/ou Adequação de Atributos

Após a digitalização e verificação dos vetores, foram inseridos os atributos oriundos das cartas ou de documentação de apoio. Neste ponto, em algumas bases houve uma releitura de dados, com atualização e adaptação dos mesmos, com a finalidade de padronizar as informações e obtenção de uma base contínua para toda a extensão da área de estudo.

Edição de Simbologia e de Layout de Cartas

A edição de simbologia e de *layout* de cartas obedeceu aos padrões cartográficos instituídos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. A simbologia é um ponto muito importante da cartografia, visto que propicia a interface com os usuários de mapas.

Ao final dos trabalhos, as cartas receberam tratamentos gráficos e uma base sistemática para auxiliar o entendimento do tema e mostrar a localização da área.

As instituições mais importantes consultadas foram a MINEROPAR – Minerais do Estado do Paraná e IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná.

Com as delimitações das áreas de influência indicadas nas imagens de satélite procurou-se correlacionar as informações dos mapas temáticos com as informações contidas nessas imagens.

De posse desses dados de escritório foi realizado o reconhecimento de campo. Desta forma aprimoraram-se os conhecimentos das áreas de estudo, complementados com a obtenção de fotos ilustrativas de pontos interessantes observados em campo.

Após a integração de todos esses dados e informações elaborou-se os textos técnicos relativos ao diagnóstico do Meio Físico, de maneira mais sucinta possível, objetivando subsidiar as decisões de caráter técnico, relativas à melhor localização das edificações e infraestrutura associada e sua futura operação e monitoramento.

2.3.1.1 Geologia

As unidades geológicas presentes na AII são as descritas a seguir. Como, evidentemente, estão presentes na AID, neste subitem serão apenas relacionadas, evitando, assim, repetição de informações.

Segundo o Atlas Geológico do Estado do Paraná (MINEROPAR, 2001), a evolução geológica do estado iniciou há mais de 2.800 milhões de anos. Os registros geológicos, anteriores a 570 milhões de anos são essencialmente rochas magmáticas e metamórficas, que constituem o embasamento da Plataforma Sul-Americana, que posteriormente foi o embasamento, denominado Escudo, das unidades sedimentares e vulcânicas. Apresenta-se aflorante na parte leste do Estado, compondo o Primeiro Planalto e o Litoral, mas totalmente recoberto pelos sedimentos/rochas sedimentares e pelos derrames basálticos a oeste, compondo o Segundo e Terceiro Planaltos (Ver 2.3.1.2 – Geomorfologia na AII), constituindo a Bacia Sedimentar do Paraná, de idade Paleo-mesozóica.

Conforme ilustra o Mapa Litológico do Estado do Paraná (Figura 2.3.1.1-3), a litologia (rochas e sedimentos), a seguir, é extremamente variada, apresentando desde rochas intrusivas ácidas a básicas, de idades ao redor de 2,8 bilhões de anos até sedimentos inconsolidados costeiros, flúvio-lacustres e colúviais de idades recentes.

Sedimentos de origem marinha e continental recentes recobrem rochas ígneas e metamórficas muito antigas no litoral, transpassadas por intrusivas bem mais jovens.

A seguir também é apresentado o Mapa Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi (Medri *et al.*, MINEROPAR, 1989) (Figura 2.3.1.1. -6.), que ilustra, simplificadamente, a distribuição das unidades geológicas.

A seguir são apresentadas a figura 2.3.1.1- 1 - Escala do Tempo Geológico, modificada e simplificada de *International Commission on Stratigraphy*, 2009), objetivando melhor compreensão dos termos e tempos envolvidos nos grandes eventos geológicos (Ver Mapa Geológico do Estado do Paraná) e Arcabouço Estrutural do Estado do Paraná Figura 2.3.1.1-5, citados no texto, e a figura 2.3.1.1.-4., quadro que detalha a Coluna Estratigráfica da Geologia do Paraná (Atlas Geológico do Estado do Paraná), diretamente relacionada ao Mapa Litológico (Figura 2.3.1.1-3) E AO Mapa Geocronológico do Estado do Paraná (Figura 2.3.1.1-6).

Eon.	Era	Período	Período	Temo Decorrido (milhões de anos)
Fanerozóico	Cenozóico	Quaternário	Holoceno (ou Recente)	0,01 a atualidade
			Pleistoceno	2,5 a 0,01
		Neogeno	Plioceno	5,3 a 2,5
			Mioceno	24 a 5,3
			Oligoceno	33 a 24
		Paleogeno	Eoceno	54 a 33
			Paleoceno	54 a 65
	Mesozóico		Cretáceo	65 a 142
			Jurássico	142 a 206
		Triássico	206 a 248	
	Paleozóico	Permiano		248 a 290
			Carbonífero	290 a 354
		Devoniano		354 a 417
			Siluriano	417 a 443
Ordoviciano			443 a 495	
		Cambriano	495 a 545	
Proterozóico				545 a 2.500
Arqueano				2.500 a 4.560

Figura 2.3.1.1-1 (Modificado de *International Commission on Stratigraphy, 2009, Conf. ABGE- Associação Brasileira de Geologia de Engenharia/2012*)

COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA GEOLOGIA DO PARANÁ

Era	Período	Grupo	Formação	Rochas e fósseis principais		
Atual	Cenozóico	Quaternário	Alexandra	Aluviões e sedimentos marinhos inconsolidados		
			Guabirotuba	Arcósiolos, areia grossa, média e fina, seixos e cascalhos		
65 M.a	Cretáceo	Bauru	Adamantina	Arenitos, siltytos e lamitos marrons		
			Santo Anastácio	Arenitos e lamitos		
			Caluá	Arenitos amoxeados (Therapoda)		
				Diques basálticos e plutões sieníticos, fonolíticos e carbonatíticos.		
230 M.a	Jurássico- Triássico	São Bento	Serra Geral	Derrames e sills de basalto e "andesitos"		
			Pirambóia e Botucatu	Arenitos e siltytos com raros conglomerados (Colurosauria e Therapsida)		
230 M.a	Permiano	S. U. p. M. e. o. I. n. f.	Passa Dois	Rio do Rasto	Siltytos e arenitos verdes ou vermelhos e calcarenitos (Endothidon, Leinzia, Terralopsis, Phylotea e Calamites)	
				Terezina	Siltytos e calcários (Pinzonella neotrópica)	
			Grupo Guatá	Serra Alta	Lamitos e folhelhos (Maackia, tholonotus, Acantholepta)	
				Iraí	Argilitos e folhelhos, folhelhos pirobetuminosos (Mesosaurus brasiliensis)	
				Palermo	Siltytos cinzentos (Cardiocarpus e Dadoxylon)	
				Rio Bonito	Arenitos, siltytos, folhelhos, calcários e camadas de carvão (Plicoplasia, Sanguinolite brasiliensis, Glossopteris e Gangamopteris)	
			Itararé	Rio do Sul	Folhelhos e siltytos cinzentos, arenitos e diamictitos (Chonetes sp Langeta limbituvenses, Wathia sp; Heteropectem catharina)	
				Matza	Arenitos, siltytos e ritmitos (Eionictithys gondwanus)	
			Campo do Tenente	Arenitos grosseiros, siltytos, diamictitos		
			Devoniano	Paraná	Ponta Grossa	Folhelhos e siltytos cinzentos (Australocoelis Tourtelot e Metacryphaus Australis)
					Fumas	Arenitos e siltytos (Ronaultia fumal)
			Ordoviciano	Castro		Siltytos, arenitos, arcósiolos, conglomerados, riolitos, tufo e brechas riolíticas.
Guaratubinha	Riolitos, andesitos, siltytos arenitos e conglomerados.					
Camarinha	Siltytos, argilitos, conglomerados e arenitos arcóstanos					
Cambriano	Granitóides		Granitos alcalinos, sienitos e alaskíticos.			
			Granodioritos, monzonitos e granitos com homblenda, homblenda + biotita. Cores cinzentas.			
570 M.a			Batólitos graníticos com rochas de cores creme avermelhadas com macrocristais de feldspato potássico.			
500 M.a	570 M.a	S. U. p. M. e. o. I. n. f.	Seqüência Antinha	Apungui	Metassiltytos, metarenitos e metacalcários. Raros metaconglomerados.	
				Italaçoca	Metassiltytos, metarritmitos, mármores, dolomíticos, metarenitos, quartzitos e micaxistos.	
				Capiru	Metassiltytos, metargilitos, filitos, mármores dolomíticos e dolomitos, metarenitos.	
				Votuverava	Metassiltytos, metargilitos, metarritmitos, ardósias, metarenitos, micaxistos e calcários	
						Migmatitos bandados, micaxistos e quartzitos.
						Granada sillimanita xistos, actinolita-biotita xistos, xistos calcossilicáticos, mármores dolomíticos e calcossilicáticos
			Setuva	Água Clara	Calcoxistos, mármores, micaxistos, metatufos básicos. Rochas manganíferas	
				Perau	Calcoxistos, micaxistos, metabasitos, anfibolitos e quartzitos. Metavulcânicas ácidas localmente.	
			2.500 M.a	2.500 M.a	Complexo pré-Setuva	Migmatitos bandados gnáissos fitados, gnáissos ocolares, quartzitos a magnetita. Anfibolitos, metabásicas, serpentinitos e talcoxistos
			Arqueano	> 2.500 M.a	Complexo Serra Negra	Charnockitos, granulitos, xistos magnesianos, anfibolitos, micaxistos e quartzitos.

Figura 2.3.1.1-2-Ref. ATLAS Geológico do Estado do Paraná, 2001, pág. 15

A Serra do Mar, limite nítido com o Primeiro Planalto, devido às suas características litológicas e estruturais, representa não só o degrau entre aquele e o litoral, mas constitui uma serra marginal bem marcada que se eleva de 500 a 1000 m sobre o nível geral do Primeiro Planalto. Ela é repartida, por conjuntos de blocos altos e baixos, em maciços diversos, os quais receberam denominações regionais especiais (Maack, R. 1947/2001).

Depois da Serra do Mar, deslocando-se para oeste, inicia-se o Primeiro Planalto, também representado por rochas ígneas e metamórficas muito antigas, recobertas parcialmente por sedimentos recentes de origem marinha e continental, mas que também foi palco de intrusões basálticas (diabásio) mesozóicas.

Continuando o deslocamento para oeste, iniciam-se os sedimentos/rochas sedimentares paleozóicas aflorantes da Bacia Sedimentar do Paraná, limites do Segundo Planalto.

O quadro (Figura 2.3.1.1-8) resume a coluna cronoestratigráfica da Bacia Sedimentar do Paraná, onde se insere a região de interesse ao presente diagnóstico. Constitui uma síntese das proposições de quatro autores, sendo a mais aceita atualmente.

Ainda para oeste, sobrepostas a estes sedimentos/rochas sedimentares, ocorrem as rochas vulcânicas de idade mesozóica do Grupo Serra Geral, formando o Terceiro Planalto, recobertas por sedimentos cretáceos no noroeste do Estado.

Sedimentos recentes, coluviais e aluviais, ocorrem em todo o Estado, os aluviais principalmente margeando os rios e/ou em seus leitos.

O Mapa das Principais Unidades Geológicas do Estado do Paraná (Figura 2.3.1.1-4), com o Perfil geológico-simplificado, ilustra, com bastante clareza, a distribuição vertical das unidades, apoiando a compreensão do Mapa Litológico.

Geologia na AII

As unidades geológicas presentes na AII, conforme indicado na coluna estratigráfica, são representadas desde as atividades magmáticas básicas e alcalinas, mais jovens, até a formação dos sedimentos/rochas sedimentares mais antigos, variando, assim, desde as idades cretáceas (Mesozóico) a devonianas (Paleozóicas), descritas resumidamente a seguir, em ordem crescente de idade.

- *Formação Serra Geral* – Jurássico-Cretáceo
- *Formação Pirambóia/Botucatu* – Triássico-Jurássico
- Grupo Passa Dois – Permiano Superior:
 - *Formação Rio do Rastro*
 - *Formação Teresina*
 - *Formações Serra Alta*
 - *Formação Irati*
- Grupo Guatá – Permiano Médio
 - *Formação Palermo*
 - *Formação Rio Bonito*

A seguir são descritas as unidades com as suas principais características litológicas e estruturais.

Grupo Itararé/Formação Aquidauana – Carbonífero-Permiano

- *Formação Serra Geral* – Jurássico-Cretáceo:

A Formação Serra Geral é de grande extensão, aflorando nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais.

É constituída por extensos derrames magmáticos de basaltos, de idades jurássico-cretácea. Cabe salientar que as atividades tectono-magmáticas ocorridas durante o Mesozóico, afetaram os demais compartimentos geológicos, ocasionando, inclusive, a reativação da importante megaestrutura do Arco de Ponta Grossa, surgindo “enxames de fraturas” e a sequência intrusiva dos diques de diabásio, diorito, diorito pórfiro e quartzo diorito

Esses eventos foram concomitantes as intrusões magmáticas básicas mesozoicas ocorridas no Escudo, conforme retrorreferidas.

Segundo Leinz *et al.* (1966; 1968), as rochas dessa formação constituem, predominantemente, um conjunto de derrames de basaltos toleíticos. Segundo a MINEROPAR (1989), os derrames de riolitos, dacitos e riodacitos (Melfi *et al.*, 1988), formam uma subunidade estratigráfica designada Membro Nova Prata, denominada como “Ácidas Tipo Chapecó” (ATC) por Melfi *et al.* (1988), Pinese (1989), Piccirillo *et al.* (1990) e Nardy (1996), entre outros. Camadas de arenitos de origem predominantemente eólica, com estratificação cruzada se intercalam com esses derrames, além de se encaixarem nos mesmo, corpos intrusivos de mesma composição, discordantemente como diques ou, concordantemente, como sills.

Na região da bacia hidrográfica do rio Tibagi é muito comum a ocorrência desses corpos intrusivos, descritos por inúmeros pesquisadores como Pinese (1989) e Piccirillo *et al.* (1990), com direções predominantes N 45o W, os quais encontram-se alojados tanto nos basaltos como nos sedimentos/rochas sedimentares da Bacia do Paraná. Ressalta-se o aspecto interessante que é o fato desses diques, tanto os de composição básica como ácida, cortarem todas as litologias descritas, inclusive aquelas do embasamento cristalino, como granitóides e rochas do Grupo Açungui, de idade proterozóica (Pinese, 1989).

Os derrames de basalto são formados por rochas de coloração cinza-escura a negra, em geral afaníticas, isto é, de granulação extremamente fina, cujos minerais não são identificáveis a olho nu.

Trabalhos de campo e análises de fotos aéreas e imagens constataram derrames com espessuras individuais variando desde poucos metros até 100 m. Sua extensão pode ultrapassar 10 km, observadas na exposição nas escarpas das serras regionais, como no Vale do Rio Grande. Nos derrames mais espessos a zona central é maciça, microcristalina, fraturada por juntas subverticais de contração, provocadas pelo resfriamento da lava, dividindo a rocha em colunas (basalto colunar).

A parte superior dos derrames, numa espessura que pode alcançar 20 m, ou mesmo na parte inferior, com espessura que raramente ultrapassa 3 metros, toma aspecto vesículo- amigdaloidal. Essas amígdalas são parcial ou inteiramente preenchidas por

calcedônia e zeólitas. Inclusive, conforme seu aspecto mineralógico são exploradas economicamente.

Os pesquisadores concluíram que, devido aos aspectos da uniformidade ao longo de cada derrame, sua vasta extensão, sua associação com diques contemporâneos, à preservação local de morfologia das dunas intertrapeanas e a raridade de produtos piroclásticos, os basaltos da Formação Serra Geral se originaram do extravasamento rápido de lava muito fluída através de geoclastes e falhas menores. Ainda, entre os eventos (derrames) o clima predominante era desértico, conforme indicado pelos arenitos com granulometrias e suas estruturas típicas eólicas.

Formação Pirambóia/Botucatu – Triássico-Jurássico:

Constituída, simplificadamente, por uma sequência de sedimentos/rochas sedimentares de origem continental, formada nos períodos Triássico e Jurássico.

Alguns autores (Petri & Fúlfaro, 1983) dividem esses sedimentos/rochas sedimentares em duas unidades distintas, quais sejam: *Formação Pirambóia* e *Formação Botucatu*, e são assim tratadas no presente texto.

A Formação Pirambóia, de idade triássica, aflora nos estados de São Paulo e Paraná, atingindo espessura máxima de 270 m. Constitui-se de uma sequência de camadas arenosas, comumente vermelhas. Quanto a sua textura essas camadas são, geralmente, de granulação média a fina, possuindo maior proporção da fração argilosa na parte inferior da camada, onde localmente podem ocorrer frações mais grossas e até conglomeráticas.

Seu conteúdo fossilífero se resume em conchostráceos e ostracódios (Almeida, 1950; Mendes, 1954; Souza *et al.*, 1971), escamas de peixes e raros restos vegetais (Pró-Minério, 1981).

Predomina a estratificação plano-paralela típica, destacada pela alternância de lâminas mais ou menos ricas em argila e silte ou, ainda, pode exibir localmente estratificação cruzada de dimensão média a grande, do tipo tangencial.

Segundo Petri & Fúlfaro (1983) as variações litológicas que são observadas na Formação Pirambóia, são devidas à deposição em canal e ao transbordamento na planície de inundação (Pró-Minério, 1981), em ambiente oxidante, majoritariamente fluvial em canais meandantes e planícies de inundação, com pequenas lagoas esparsas.

Formação Botucatu:

A Formação Botucatu, de idade jurássico-triássica segundo alguns autores, ou jurássico-cretácea, segundo outros, aflora nos estados de São Paulo e Paraná, raramente ultrapassando 100 m de espessura.

Segundo Petri & Fúlfaro (1983), essa formação constitui-se quase que inteiramente de arenitos de granulação fina a média, homogêneos, com boa seleção de grãos foscos com alta esfericidade, avermelhados e estratificação cruzada tangencial de médio a grande porte, característica de duna caminhante. Em algumas partes desse pacote de sedimentos, encontram-se arenitos de deposição subaquosa, onde se observam ciclos com acamamento gradado, denotando outros tantos episódios de invasão da área das dunas por torrentes fluviais (Petri & Fúlfaro, 1983; Pró-Minério, 1981).

A Formação Botucatu representa os diversos subambientes de um grande deserto de aridez crescente, cuja existência se prolonga até a ocasião do vulcanismo basáltico, conforme já descrito na Formação Serra Geral. O empilhamento de grandes dunas em vasta área, constituindo *ergs* (campos de dunas), foi a característica dominante desse deserto. Os sedimentos que formaram esse grande deserto eram oriundos das grandes regiões cristalinas periféricas e daquelas em que os sedimentos da bacia sedimentar do Paraná da época se achavam expostos, sob a ação da deflação, isto é, do rebaixamento da superfície do terreno pela retirada das areias e siltes por ação dos ventos (deflação eólica) e também da abrasão provocada pelos mesmos. Pequenas e raras lagoas periódicas acumulavam sedimentos clásticos finos que, quando secas também sofriam a deflação.

São apresentadas, a seguir, as características litológicas principais, que diferenciam essas unidades. Algumas vezes essa diferenciação entre as mesmas se torna relativamente difícil, principalmente devido à ocorrência de *fácies* muito semelhantes nos contatos entre elas.

Grupo Passa Dois – Permiano Superior

. Formação Rio do Rastro

Segundo Schneider *et al.* (1974), essa Formação compreende os membros Morro Pelado e Serrinha.

Resumidamente os sedimentos do Membro Morro Pelado são de origem fluvial, ocorrendo no topo da Formação, em geral, sedimentos inconsolidados ou pouco consolidados de planície deltáica, quais sejam, siltitos e argilitos avermelhados e arenitos finos intercalados.

Os sedimentos do Membro Serrinha, quais sejam, siltitos e arenitos esverdeados muito finos, micríticos e calcarenitos, foram depositados em ambiente de frente deltáica e planície de marés.

A Formação, de idade neo-permianatriássica, aflora nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná. Apresenta a sua maior espessura, de até 400 m, nos afloramentos da borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná. A formação é constituída de arenitos, siltitos e, secundariamente, argilitos. Os arenitos formam lentes relativamente curtas, em geral com menos de 3 m de espessura, podendo chegar a 10 m. Nos afloramentos há predomínio das cores vermelhas, podendo ocorrer tonalidades de chocolate, púrpura e verde. A estratificação é predominantemente horizontal, ocorrendo, também, estratificações cruzadas (Petri & Fúlfaro, 1983).

Formação Teresina

A Formação é constituída por siltitos acinzentados, depositados em ambiente de planície de marés e plataforma epinerítica, apresentando intercalações de calcário micrítico e estromatolítico, em laminação paralela,

Segundo Schneider *et al.*, 1974 e Petri & Fúlfaro, 1983, a Formação é constituída essencialmente por ritmitos alternados de argilitos e folhelhos cinza-escuros, com siltitos e arenitos muito finos. Na parte superior ocorrem calcários, geralmente silicificados, oolíticos, e leitos de coquina.

As estruturas sedimentares comumente presentes na seção superior da unidade são as laminações do tipo *flaser*, marcas ondulares (*ripple marks*), microlaminações

cruzadas, juntas de contração e diques de arenitos. Nas camadas calcíferas ocorrem estruturas oolíticas e estromatolíticas. Nos siltitos e arenitos é comum a laminação plano-paralela, que também é observada nos calcários do pacote sedimentar.

Suas relações de contato na base ocorrem de modo gradual ou interdigitado com a Formação Serra Alta, descrita a seguir.

A presença de calcários oolíticos e laminações algáticas sugerem ambientes de inframaré, entremaré e até supramaré.

O conteúdo fossilífero é predominantemente constituído por restos de peixes, conchostráceos, ostracódios, plantas e palinomorfos, que indicam o Neopermiano como idade de deposição para a Formação Teresina.

Ocorrem, atravessando o pacote dessas formações, diques pós-paleozóicos de diabásio, de cor preta ou cinza escura, com espessuras geralmente não ultrapassando 150 m, atitude subvertical e direção predominante NW.

Formação Serra Alta

É de idade neopermiana, aflorando nos estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, sendo que no estado do Paraná sua espessura não ultrapassa 50 m.

Sua litologia é representada por folhelhos pirobetuminosos no topo, além de siltitos cinza-escuros com fratura concóide acima da Formação. Nódulos de calcários cinzentos e eclipsoidais ocorrem ocasionalmente, com o eixo mais longo coincidindo com os planos de estratificação.

Sua origem parece ser em ambiente de sedimentação marinho de águas pouco profundas, porém com acumulação abaixo do nível de ação das ondas (Pró-Minério, S.P., 1981).

Formação Irati

No estado do Paraná aflora em faixas descontínuas, em zonas de falhamentos e de intrusões de grandes *sills* de diabásio.

Segundo Petri & Fúlfaro (1983), a formação caracteriza-se por folhelhos pretos, geralmente betuminosos (pirobetuminosos), quando não intemperizados exalam sempre odor de petróleo. Esses folhelhos são interestratificados com leitos irregulares de dolomitos e calcários, geralmente lenticulares, exibindo concreções de sílex de dimensões centimétricas, chamadas de “bonecas de sílex”.

As “bonecas de sílex” são muito características, tanto que, em lugares onde o Irati está decomposto, aparecem em solo normalmente vermelho, por serem muito mais resistentes ao intemperismo.

O ambiente de sedimentação dessa formação parece representar ambiente marinho de águas rasas (Schneider *et al.*, 1974), em bacias ou bacias grandemente confinadas, em clima adequado à precipitação de calcários e condições físico-químicas favoráveis à sua dolomitização e à acumulação de matéria orgânica geradora de pirobetumes (Petri & Fúlfaro, 1983; Pró-Minério, 1981).

Compreende, segundo Barbosa & Gomes (1958), os membros Taquaral e Assistência. O Membro Taquaral, de espessura máxima de 20 m, mas geralmente não ultrapassa

10m, é constituído por argilitos e folhelhos cinzentos, com laminação paralela, depositados em plataforma rasa. O Membro Assistência é formado por folhelhos pretos, pirobetuminosos, com intercalações de calcário, com laminação paralela, provavelmente formada em bacia restrita.

O Membro Assistência tem espessura variável entre 30 e 50 m e litologia bastante variada, predominando os dolomitos e calcários parcialmente dolomitizados e de folhelhos pirobetuminosos e com a presença de pirita. Sua estratificação é plano-paralela, muito regular, às vezes rítmica, com alternância de carbonatos e folhelhos. Nos leitos de dolomito e calcário pode se ocorrer marcas onduladas, estruturas convolutas, oólitos, brecha intraformacional local e dobramentos penecontemporâneos devidos a deslizamentos.

Formação Palermo

De idade neopermiana, essa formação é constituída de siltitos cinza-amarelados e cinza-esverdeados, com laminação paralela, *flaser* e bioturbação, formada em ambiente de águas rasas, de plataforma epinerítica e planície litorânea. Aflora também nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Sua maior espessura é de 281 m. Localmente podem ocorrer arenitos finos a médios no topo do pacote, com concreções e nódulos de sílex na base.

Segundo Perinotto (1992), esta Formação, juntamente com o membro Taquaral da Formação Irati, marcam um afogamento materializado na transição entre o Super Grupo Tubarão e o Grupo Passa Dois, identificada na sequência sedimentar permo-carbonífera da Bacia do Paraná.

Segundo Barros *et al.* (2010), esta Formação é o registro da maior transgressão marinha ocorrida na Bacia do Paraná no Permiano.

As rochas/sedimentos da Formação, devido à ação intempérica dão origem a um relevo mais plano na região do município de Imbituva, com espesso solo residual, formando latossolos argilosos bem desenvolvidos, cultiváveis, além de depósitos argilosos, denominados localmente de *taguá*, muito empregado em cerâmica pelas olarias locais. Esta formação apresenta altos índices de porosidade e permeabilidade, o que a distingue das demais unidades sedimentares da região pela menor densidade da rede de drenagem natural, devido à maior facilidade de infiltração das águas pluviais.

Formação Rio Bonito

A Formação Rio Bonito, de idade neopermiana, aflora também no Estado de Santa Catarina. Possui espessura máxima de 269 m.

Resumidamente, é formada pelos três membros, formando o pacote: Siderópolis, na porção inferior, Paraguaçu, na porção mediana e Triunfo, na porção superior, cujos sedimentos têm granulometria, constituição e estrutura muito variadas, tais como arenitos, siltitos, folhelhos e calcários, e estratificação plano-paralela ou cruzada, marcas onduladas, às vezes com intercalações de camadas de carvão sem expressão econômica.

Os arenitos geralmente aparecem nos terços inferior e superior. Já no seu terço médio predominam siltitos e folhelhos contendo camadas de carvão e calcários, com eventuais intercalações de arenitos. Os leitos arenosos apresentam na sua parte inferior, frequentemente, sucessões de ritmicos com estruturas de sobrecarga.

Alguns arenitos podem apresentar acamamento irregular. Segundo Petri & Fúlfaro (1983), o pacote pode apresentar também outras estruturas, como microlaminações cruzadas, pequenas estruturas de sobrecarga de diversos tipos, pelotas e bolsões de areia, estruturas do tipo chama, estruturas de injeção e estruturas tubiformes e mosqueadas.

Resumidos por Schneider *et al.* (1974), os três membros se apresentam como:

- a) Membro Triunfo (porção basal), constituído essencialmente por arenitos e, subordinadamente, por folhelhos carbonosos com leitos de carvão, pertencentes ao Permiano Médio;
- b) Membro Paraguaçu (porção média), constituído de folhelhos e siltitos cinza intercalados com arenitos e rochas carbonáticas, pertencentes ao Permiano Médio;
- c) Membro Siderópolis (porção superior), constituído predominantemente por arenitos finos de cor cinza-escura e, subordinadamente, por argilitos e folhelhos carbonosos com camadas locais de carvão, pertencentes ao Permiano Médio-Superior.

É comum a Formação apresentar sucessões de ritmitos com estruturas de sobrecarga e marcas de sola na parte inferior de leitos arenosos e acamamento irregular em alguns arenitos. Segundo Fúlfaro & Petri (1983), observam-se também outras estruturas, como microlaminações cruzadas, pequenas estruturas de sobrecarga de diversos tipos, pelotas e bolsões de areia, estruturas do tipo chama, estruturas de injeção e estruturas tubiformes e mosqueadas.

Segundo Schneider *et al.*, 1974; Milani *et al.*, 1994, as associações entre a litologia e as estruturas observadas são típicas de um ambiente de deposição flúvio-deltaica na base da Formação, que posteriormente evolui para um ambiente marinho transgressivo na porção média e culmina com um ambiente marinho litorâneo na sua porção superior.

Grupo Itararé

O Grupo Itararé (Schneider *et al.*, 1974) tem espessura máxima em torno de 1.300 m, assinalada no centro-oeste do Estado de São Paulo, segundo Pró-Minério, 1981. Apresenta-se aflorante em vasta extensão da Bacia do Tibagi. Os sedimentos predominantes são os argilitos, arenitos, diamictitos, siltitos e folhelhos (Schneider *et al.*, 1974; Petri & Fúlfaro, 1983).

A ocorrência da glaciação permo-carbonífer é bem evidenciada pela presença de rocha *moutonnée* e de pavimentos estriados sobre o embasamento cristalino da Bacia do Paraná, bem como a ocorrência de tilitos com seixos e blocos marcados pela abrasão glacial.

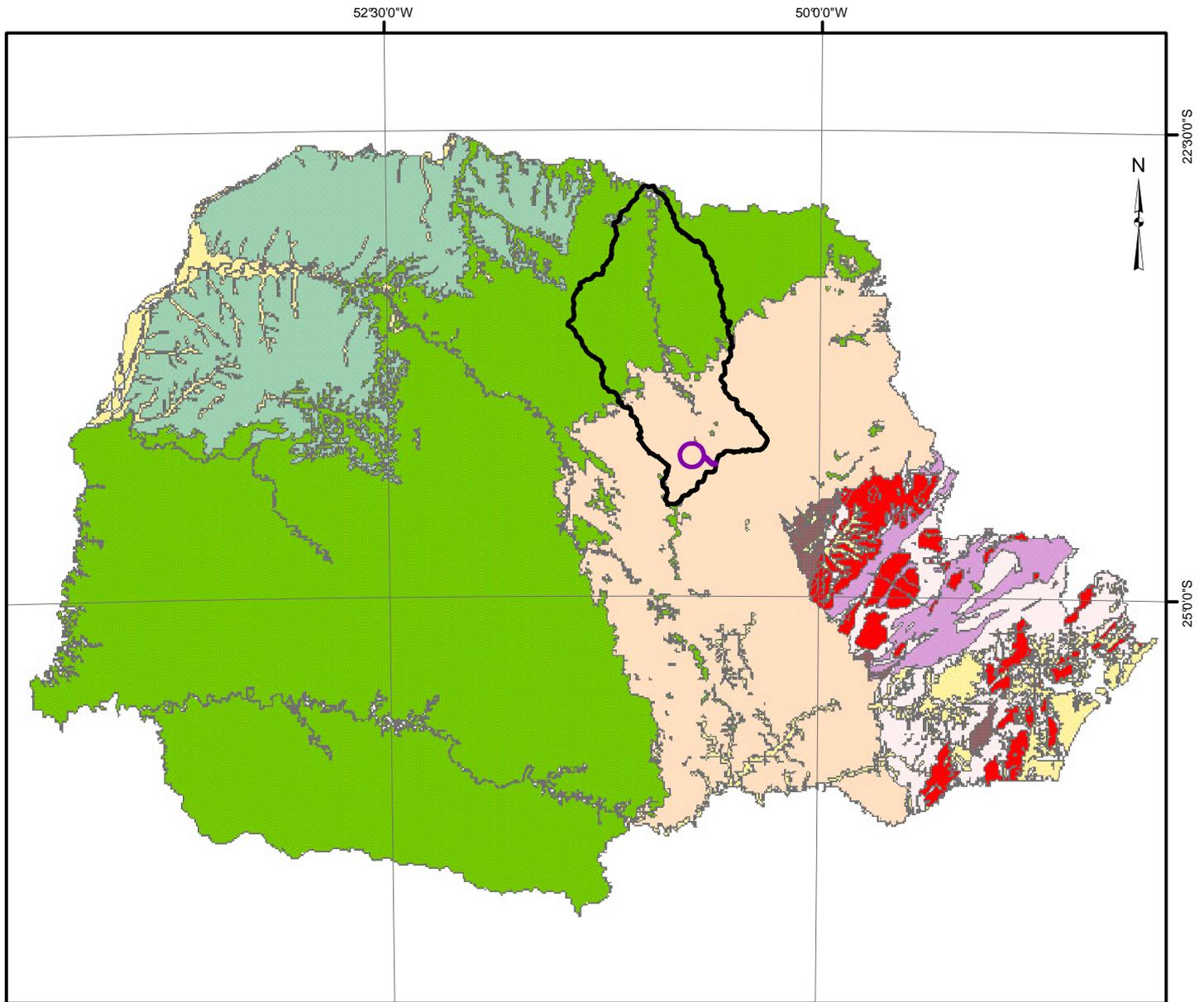
Ainda segundo Schneider *et al.* (1974), o Grupo é subdividido em quatro formações: Campo do Tenente, Mafra, Rio do Sul e Aquidauana, esta sem interesse ao presente estudo, pois não ocorre no Estado do Paraná.

Mega estrutura geológica importante na região, onde se insere a área de interesse, é o Arco de Ponta Grossa, caracterizada pela enorme quantidade de diques de diabásio de idade mesozóica, cortando o pacote das rochas sedimentares paleozóicas.

Esse “enxame de diques”, como é mais conhecido no meio técnico, orientado na direção geral NW, é o responsável pela existência de uma formidável compartimentação do relevo, compartimentos esses em muitos casos deslocados verticalmente em relação aos compartimentos vizinhos.

O próprio traçado do Tibagi na região é fortemente influenciado pela distribuição espacial desses diques mesozóicos, mais novos e de resistência mecânica superior à das sedimentares encaixantes, daí sobressaírem no relevo. A propósito, as britas (“cascalhos”) utilizadas como revestimento das estradas de acesso e algumas principais da região, são procedentes de pedreiras implantadas nesses diques (Figuras 2.3.1.1-9 a 2.3.1.1-17). Em algumas dessas pedreiras, em operação intermitente, a KLABIN possui os direitos minerários (Figuras 2.3.1.1-11 e 2.3.1.1-13).

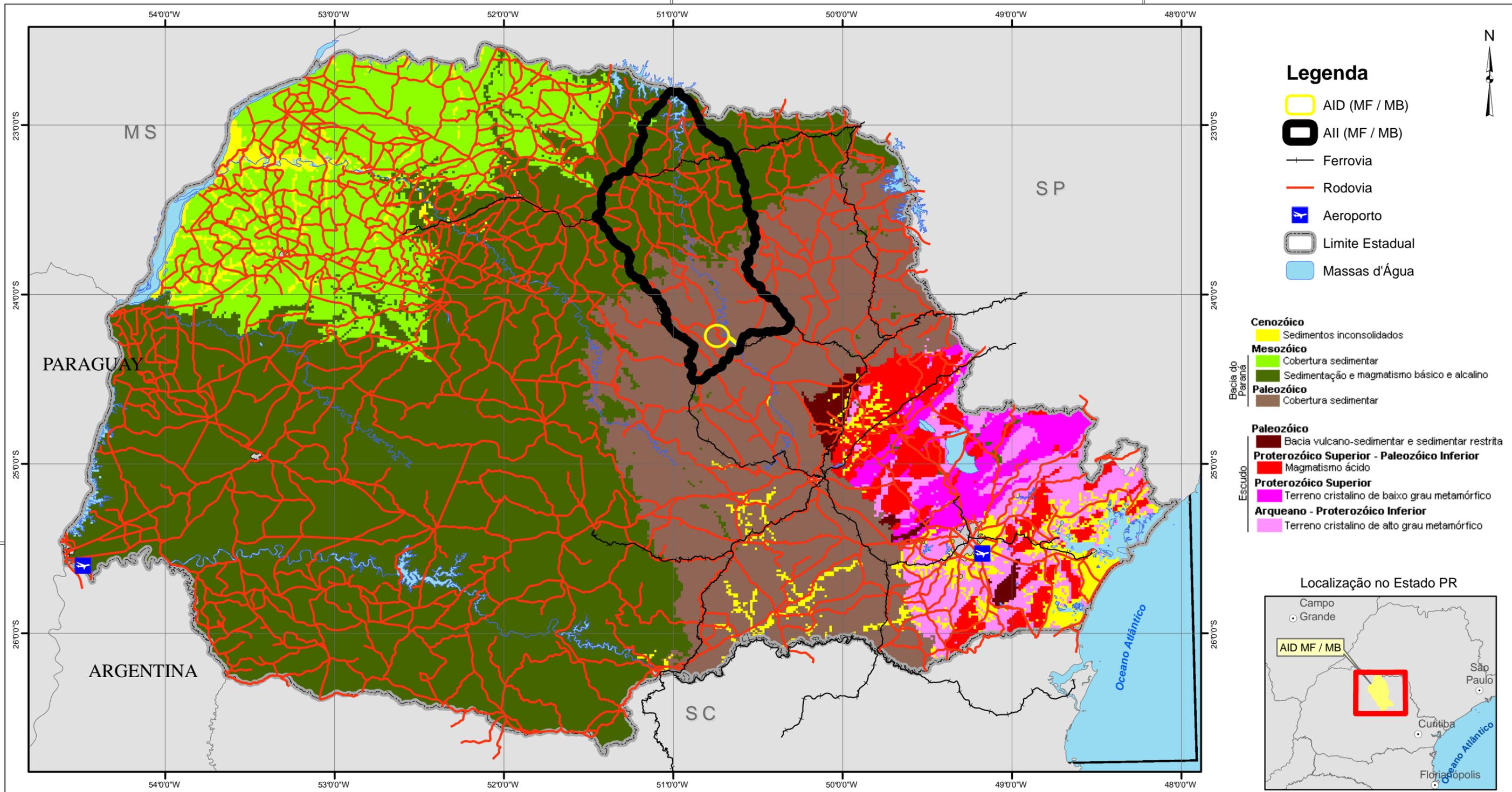
Figura 2.3.1.1-3: Mapa Litológico do Estado do Paraná



- | | |
|--|--|
| Cenozóico | Proterozóico Superior - Paleozóico Inferior |
| Sedimentos inconsolidados | Magmatismo ácido |
| Mesozóico | Proterozóico Superior |
| Cobertura sedimentar | Terrenos cristalinos de baixo grau metamórfico |
| Magmatismo básico e alcalino | Arqueano - Proterozóico Inferior |
| Paleozóico | Terrenos cristalinos de alto grau metamórfico |
| Cobertura sedimentar | |
| Bacia vulcano-sedimentar/sedimentar restrita | |

Legenda Sistemática AID (MF/MB) AII (MF/MB)					
	Klabin SA				
	Título Mapa Litológico do Estado do Paraná				
	Data Mar/2012	Escala 1:3.700.000	Documento nº Fig. 2.3.1.1-1	Folha nº 1/1	Revisão 0
	Fonte: Mineropar, Mapa Geológico do Paraná, 2001.			Projeção UTM Fuso 22S Datum SAD69	

Figura 2.3.1.1-4: Mapa Geológico do Estado do Paraná



- ### Legenda
- AID (MF / MB)
 - AII (MF / MB)
 - Ferrovia
 - Rodovia
 - Aeroporto
 - Limite Estadual
 - Massas d'Água

- Cenozóico**
 Sedimentos inconsolidados
- Mesozóico**
 Cobertura sedimentar
 Sedimentação e magmatismo básico e alcalino
- Paleozóico**
 Cobertura sedimentar
- Paleozóico**
 Bacia vulcano-sedimentar e sedimentar restrita
- Proterozóico Superior - Paleozóico Inferior**
 Magmatismo ácido
- Proterozóico Superior**
 Terreno cristalino de baixo grau metamórfico
- Arqueano - Proterozóico Inferior**
 Terreno cristalino de alto grau metamórfico



Fonte:
 IBGE, Base ao Milionésimo, 2011
 ITCG, Base 1:250.000, 2006
 Mineropar, 2002



- Cobertura sedimentar mesozóica
- Magmatismo mesozóico
- Cobertura sedimentar paleozóica
- Escudo do Paraná
- Sedimentos cenozóicos

Perfil geológico simplificado, com exagero vertical

LOCALIZAÇÃO			
		Nº CLIENTE	REV.
TÍTULO			
Mapa Geológico do Estado do Paraná			
RESP./TÍTULO/Nº CREA			
ESCALA	UNIDADE	PROJEÇÃO	FOLHA
1:2.500.000	metros	UTM SAD69-Fuso 22S	
Nº Póry			REV.