

UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro (SP)

**CORPOS INTRUSIVOS BÁSICOS NA COLUNA
SEDIMENTAR PERMO-CARBONÍFERA NO VALE DO
RIO CORUMBATAÍ**

MAURO BARÊA RUIZ

Orientador: Joel Carneiro de Castro

“Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, campus de Rio Claro, como parte das exigências para o cumprimento da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso no ano letivo de 2012.”

Rio Claro-SP

2012

Dedico este trabalho a minha família que sempre me apoiou e esteve ao meu lado em todos os momentos e a todos aqueles que contribuíram para minha formação.

Agradecimentos

Agradeço a todos aqueles que estão no mundo para contribuir. Principalmente a minha família, ao professor Joel e aos professores que de certa forma contribuíram para minha formação.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Localização da área..... | 3 |
| Figura 2 – MDT da área de estudo..... | 4 |
| Figura 3 - Articulação das Folhas de Rio Claro e Piracicaba..... | 5 |
| Figura 4 – Articulação das Folhas de Rio Claro e Piracicaba..... | 5 |
| Figura 5 – Localização da Bacia do Paraná..... | 9 |
| Figura 6: Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná..... | 10 |
| Figura 7: Seção Geomorfológica..... | 22 |
| Figura 8: Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraná..... | 24 |
| Figura 9 – Lamito com clastos caídos do Grupo Itararé..... | 25 |
| Figura 10 – Diamictito do Grupo Itararé | 26 |
| Figura 11 – Lamito com clasto caído do Grupo Itararé..... | 27 |
| Figura 12 – Mapa da faixa aflorante do Grupo Guatá no leste do estado de São Paulo..... | 28 |
| Figura 13 – Correlação estratigráfica de poços no vale do Corumbataí..... | 29 |
| Figura 14 – Siltito com concreções da Formação Tatuí..... | 31 |
| Figura 15 – Folhelho preto da Formação Irati..... | 33 |
| Figura 16 – Sílex da Formação Irati..... | 33 |
| Figura 17 – Pedreira com folhelhos da Formação Corumbataí..... | 35 |
| Figura 18 – Dique de Diabásio da Formação Serra Geral..... | 36 |
| Figura 19 – Perfil PPC..... | 38 |
| Figura 20 – Perfil PNW..... | 40 |
| Figura 21 – Perfil PSI..... | 41 |
| Figura 22 – Perfil PUA..... | 42 |
| Figura 23 – Perfis relacionando as falhas na área de estudo..... | 43 |
| Figura 24 – Perfis relacionando as falhas na área de estudo | 44 |
| Figura 24: Mapa do contorno estrutural..... | 45 |

“Investir em recursos humanos e treinamento é a diferença de um país desenvolvido”.

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------------|----|
| LISTA DE FIGURAS..... | i |
| RESUMO..... | ii |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 4 |
| 3. GEOLOGIA REGIONAL..... | 8 |
| 4. GEOLOGIA LOCAL..... | 23 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 46 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 48 |

ANEXO I - MAPA DE PONTOS

ANEXO II - MAPA GEOLÓGICO

RESUMO

As rochas intrusivas básicas associadas a Formação Serra Geral na porção sul do município de Rio Claro e norte de Piracicaba configuram geometrias na forma de diques e soleiras. Estes corpos estão associados à uma parte da Bacia Sedimentar do Paraná que foi deformada por eventos tectônico que resultaram em trends preferências NW-SE, condicionando a estratigrafia, a intrusão e geometria dos corpos de diabásio e formação da estrutura domática do alto de Pitanga. Os corpos intrusivos tem em sua maioria a forma de soleiras e em menor quantidade a forma de diques. A compreensão destes corpos é importante para o entendimento da estratigrafia da área conhecida como domo de Pitanga na região de Rio e Piracicaba

1. INTRODUÇÃO

O vale do rio Corumbataí constitui uma “bacia-escola” que é utilizada para a disciplina Mapeamento de Áreas Sedimentares; nele afloram os Grupos Itararé, Guatá e Passa Dois e o Grupo São Bento (formações Piramboia, Botucatu e Serra Geral).

A Formação Serra Geral é representada por basálticos de platô e diabásios intrusivos representados por soleiras e diques; estes últimos, objeto desta pesquisa, intrudem no Grupo Itararé e no seu contato com o Grupo Guatá. Mas é na Formação Iratí que tais intrusivas se manifestam mais acentuadamente, pela natureza do material sedimentar encaixante: folhelho Taquaral e folhelho betuminoso/calcário Assistência.

A importância das intrusões deve-se a vários motivos:

1- O respectivo solo de alteração é vermelho escuro, rico em minerais pesados magnéticos e constitui a excelente “terra-roxa” que impulsionou a cultura do café em São Paulo.

2- A influência destes corpos intrusivos na estratigrafia local.

3 - A compreensão dos dois habitats favoritos para a sua colocação: nos vales do rio Corumbataí e de seus afluentes, rios da Cabeça e Passa-Cinco, e no relevo em rampa, com desnível da ordem de uma centena de metros, provavelmente relacionado a falhas.

1.1. Objetivos

Mapear os corpos intrusivos de diabásio e sua geometria na coluna estratigráfica Permo-Carbonífera a sul do município de Rio Claro e norte de Piracicaba, além de compreender a estratigrafia da área, do Grupo Itararé a Formação Serra Geral.

1.2. Área de estudo

A área estudada é alongada no sentido N-S com aproximadamente 24 km de comprimento por 14 km de largura, entre as coordenadas: 218.500 E a 233.000 E e

7.494.000N a 7.518.000N, que se estende desde o leste do município de Charqueada até o distrito de Assistência, na região sul da cidade de Rio Claro (figura 1). Os acessos principais são pelas rodovias SP-191, a oeste, e SP-127, no limite leste, e no interior da área pela estrada Paraisolândia-Ipeúna.

Essa área está inserida no domínio geomorfológico denominado Depressão Periférica, na Bacia do Paraná. A paisagem é dominada pelo relevo pouco acidentado e típico de colinas amplas, médias e morrotes alongados, conferindo a região desníveis pequenos (PIRES NETO, 1996).

Localizada próxima à zona rural, a vegetação nativa da área foi substituída pela prática da monocultura da cana-de-açúcar, e localmente de milho, que é facilitada pela topografia pouco acidentada e pelo seu clima tropical com duas estações bem definidas: chuvas de verão que variam entre os meses de dezembro a março, e o inverno, com suas grandes estiagens que vão do mês de junho até setembro (ZAINE, 2000).

A área se encontra inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí, e sua rede hidrográfica conta com os rios Passa-Cinco e Corumbataí, cuja confluência ocorre no limite central da área de estudo, o rio da Cabeça (norte da área), o Ribeirão Água Vermelha, Córregos Fazenda Covitinga, Faxinal e da Assistência e Ribeirões Água Vermelha, Paraíso, Fregadoli e da Charqueadinha.

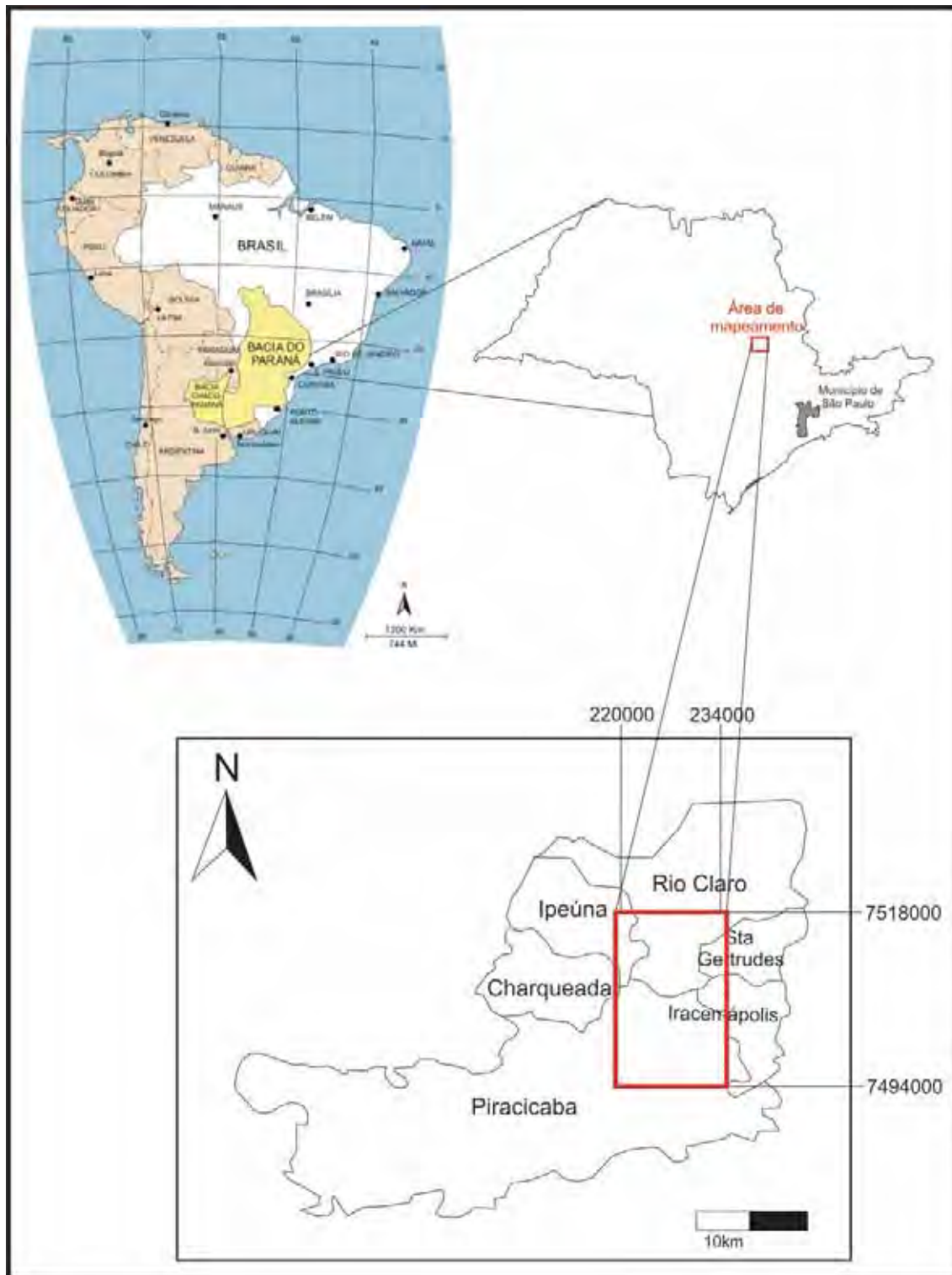


Figura 1 – Localização da área de estudo, entre os municípios de Rio Claro (norte) e Piracicaba (sul)

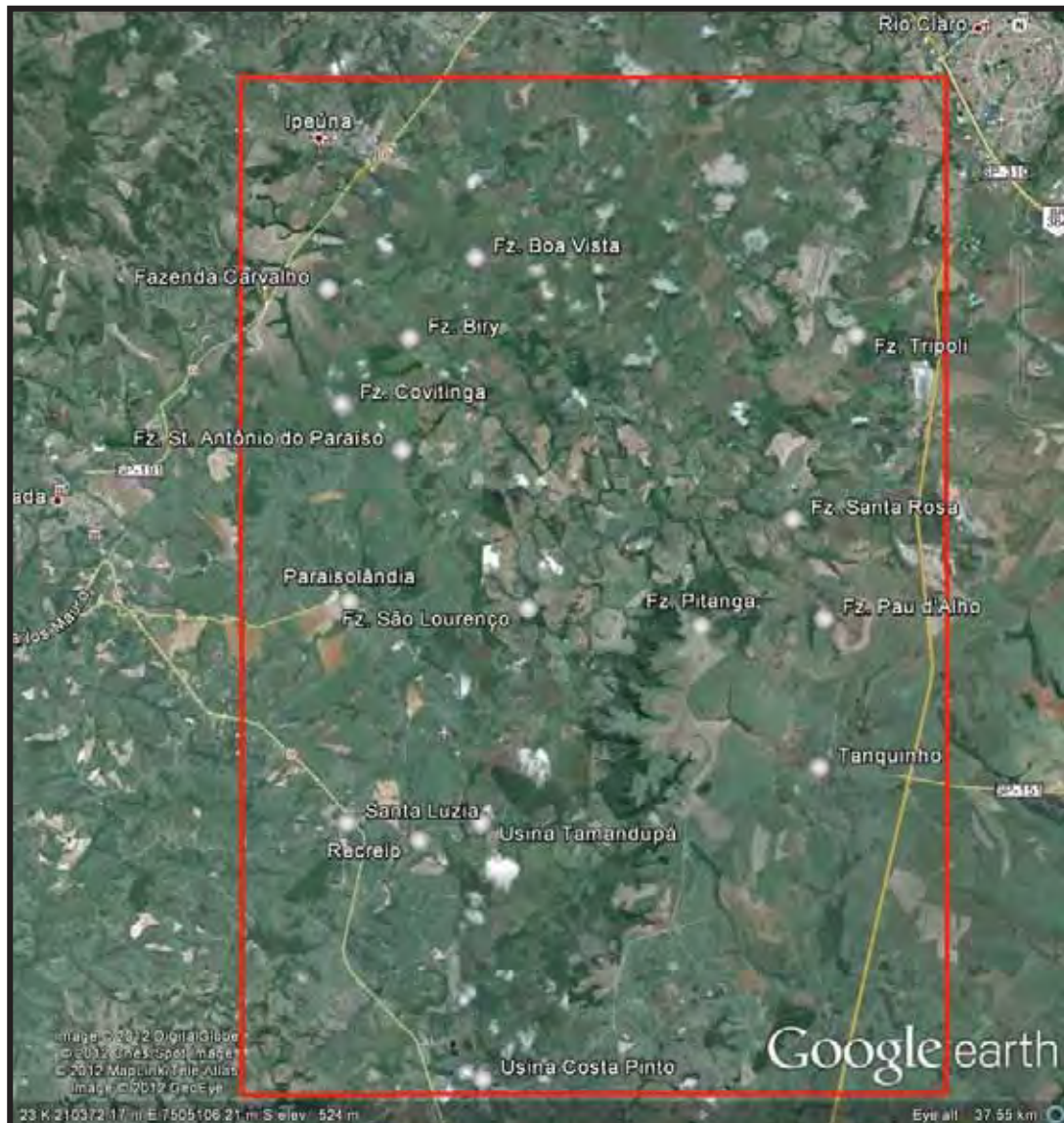


Figura 2 – Modelo Digital do Terreno da área de estudo, entre os municípios de Rio Claro (norte) e Piracicaba (sul)

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Dados e métodos

A principal base de dados é exatamente a excelente faixa aflorante do vale do rio Corumbataí, entre Ipeúna e Usina Costa Pinto. O uso de imagens de satélite (Google Earth), de fotografias panorâmicas (fotomontagens) e dos mapas topográficos disponível em escala 1:50.000, uso de bússolas, altímetro, clinômetro, etc. As folhas Rio Claro e Piracicaba foram utilizadas como mapa-base (ver figuras abaixo).

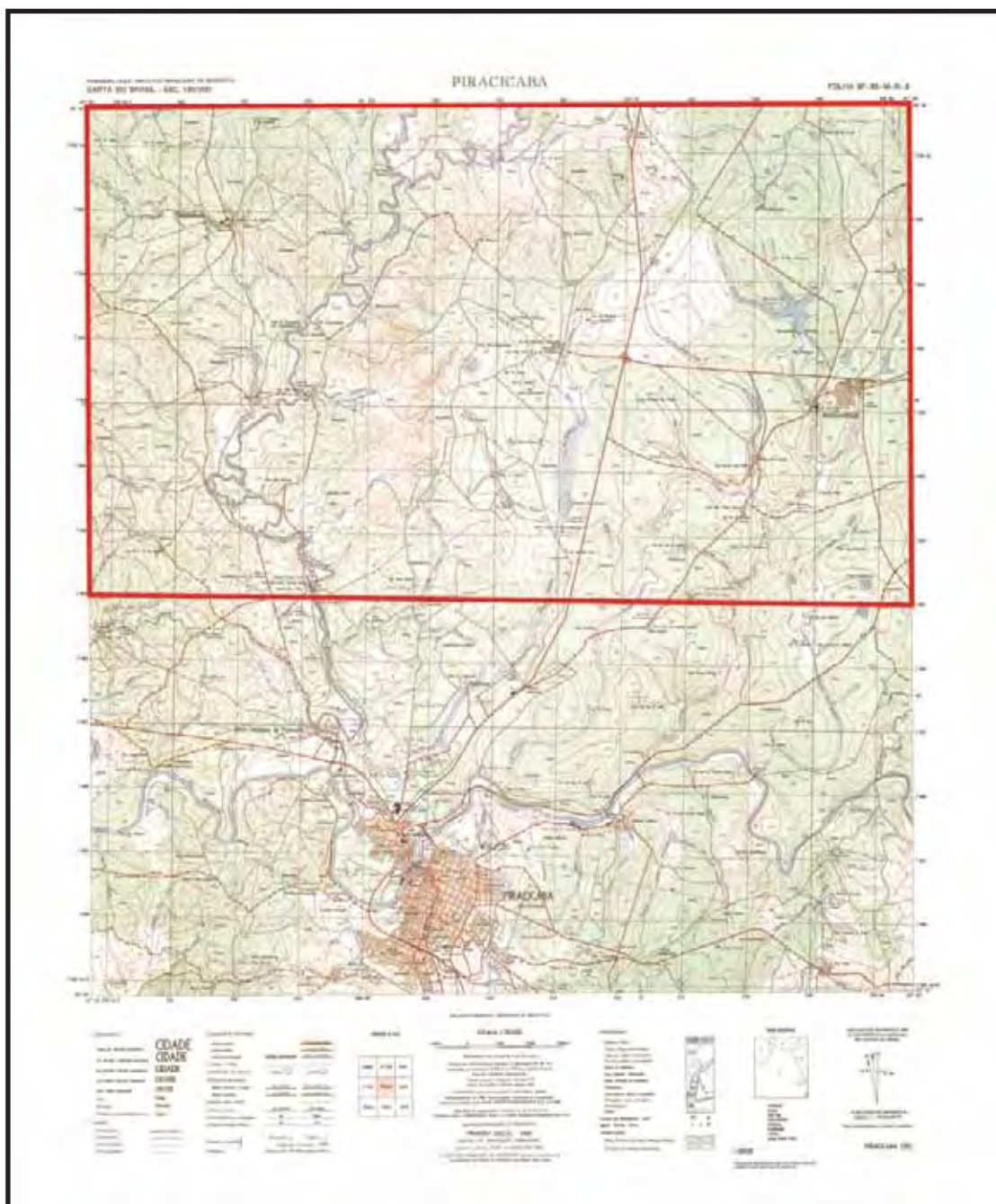


Figura 4 – Articulação das Folhas Rio Claro e Piracicaba

2.2. Etapas e cronograma de execução

O trabalho foi realizado durante os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho. No mês de janeiro foi feita a revisão da literatura. Em fevereiro, além da revisão da literatura foram feitos os mapeamentos iniciais. Este mapeamento juntamente com o mapeamento da estratigrafia foram realizados durante os meses de fevereiro, março, abril e maio. Em seguida foi feita a integração dos dados (maio e junho) . Por fim, o relatório em junho.

1. Leitura de trabalhos e recuperação da literatura;
2. Trabalhos de mapeamento de campo das intrusivas e da cunha permiana encaixante nos sentido N-S e O-E entre as localidades de Ipeúna (também nas rodovias Ipeúna-Rio Claro) e Usina Costa Pinto;
3. Integração dos dados e construção de seções geológicas.
4. Relatório de TCC

Abaixo segue uma tabela demonstrando as respectivas etapas de execução do trabalho.

| Etapa/mês | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Leitura Bibliográfica | X | X | | | | |
| Mapeamento dos corpos intrusivos | | X | X | X | X | |

| | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|---|
| Mapeamento das unidades estratigráficas | | X | X | X | X | |
| Integração de dados | | | | | X | |
| Relatório | | | | | | X |

Tabela 1 – Cronograma de execução do TCC

3. GEOLOGIA REGIONAL

3.1 Introdução

A Bacia Sedimentar do Paraná é uma bacia intracratônica localizada na porção centro-leste no continente Sul Americano (sudoeste do escudo Atlântico), desenvolvida sobre crosta continental, preenchida por rochas sedimentares e vulcânicas. Possui uma área de 1.700.000 km² atingindo os países do Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai. Dentro do território brasileiro, ocupa uma área de aproximadamente 1.100.000 quilômetros quadrados (Figura 2), e abrange os estados Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. Sua espessura chega a atingir 6.000m nos locais mais profundos da bacia (MILANI *et al.*, 1994).

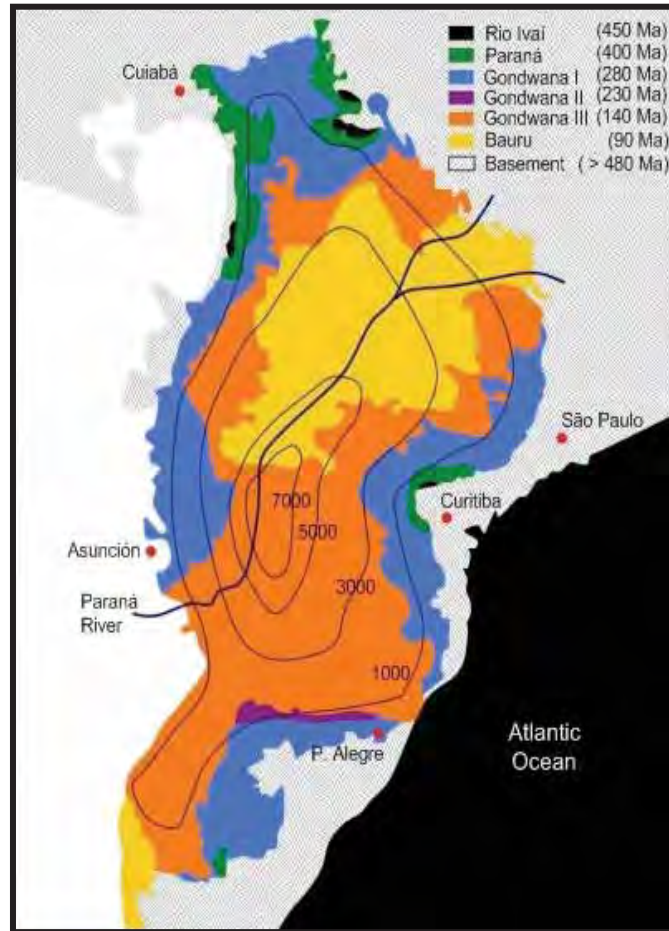


Figura 5 – Localização da Bacia Sedimentar do Paraná. Linhas indicando isoespessuras da Bacia (disponível em: <http://www.brazadv.com.br/brasil-geologia/bacia-do-parana.htm>. Visualizado em julho de 2012)

A gênese e evolução da Bacia ocorreram durante parte das Eras Paleozoica e Mesozoica, cujas idades nos registros sedimentares, variam do período Ordoviciano ao Cretáceo com intervalo de tempo de 480 a 65 milhões de anos (figura 6).

3.2 Estratigrafia

Regionalmente a área está localizada na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná. As rochas dessa região apresentam idades Permo-Carboníferas (Grupos Itararé, Guatá e Passa Dois) e Cretáceo (Grupo São Bento). Milani *et al.* (2007) propõem que o conjunto sedimentar que compõe o quadro litoestratigráfico da Bacia do Paraná pode ser dividido em seis grandes sequências deposicionais: ordovício-siluriana, devoniana, carbonífero-eotriássica, neotriássica, jurássica-eocretácica e neocretácica (480 Ma – 65 Ma), sendo que as principais características estratigráficas podem ser visualizadas na Figura 6.

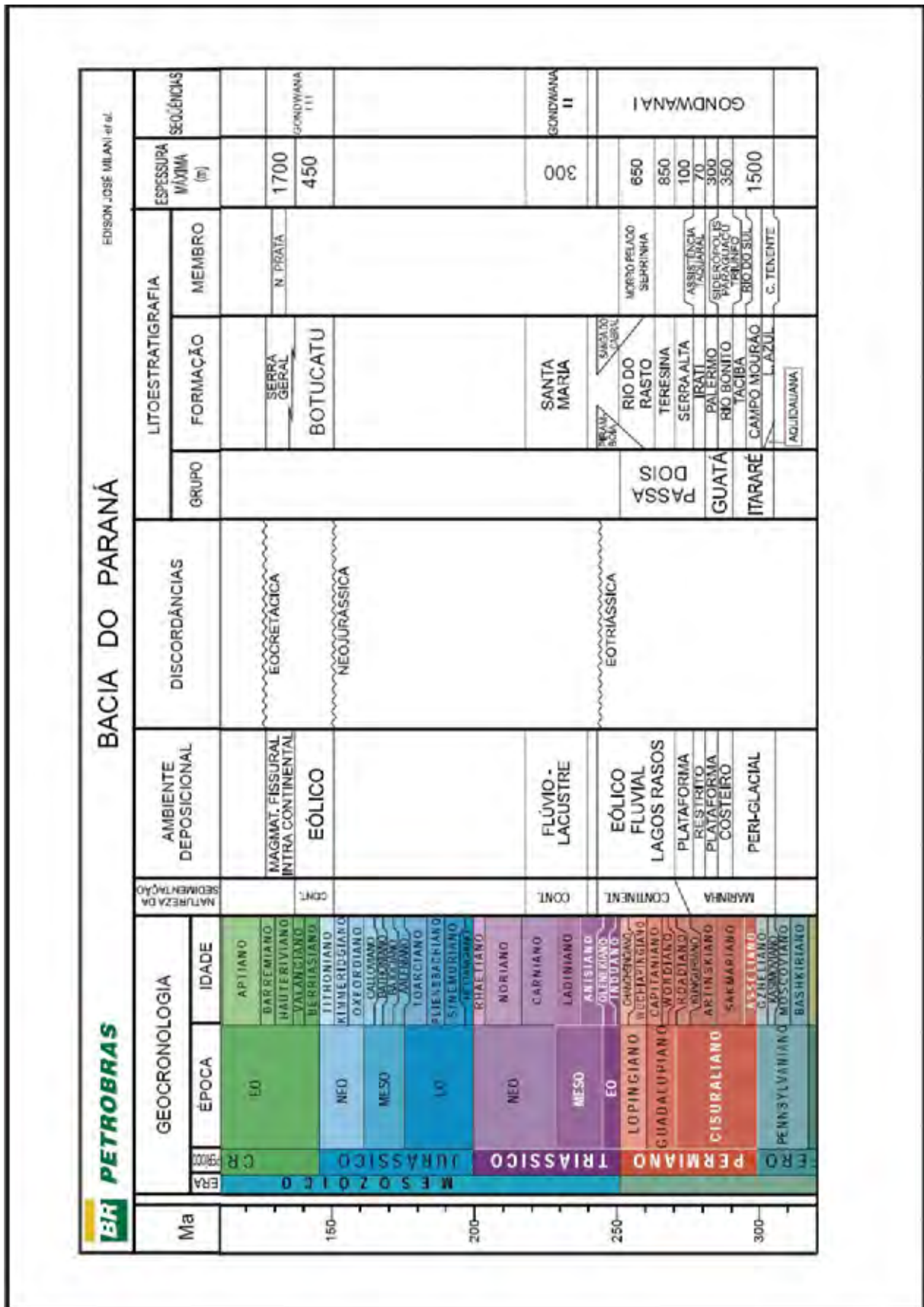


Figura 6 - Carta estratigráfica parcial (direcionada para área de estudo) da Bacia do Paraná (Modificado de Milani *et al.*, 2007)

3.2.1. Grupo Itararé

O Grupo Itararé é constituído por sedimentos pelíticos (siltitos, folhelhos e ritmitos), arenitos com granulação variando de muito fina a conglomerática e diamictitos (SCHNEIDER et al, 1974; FULFARO et al, 1980) agrupados nas Formações Lagoa Azul, Aquidauana, Campo Mourão e Taciba).

Segundo MILANI et al 1994, o paleoambiente deposicional do Grupo é continental transicional e marinho glacial. No estado de São Paulo, de acordo com SOARES et al (1973) e LANDIM et al (1980), o paleoambiente na região sul do estado é lacustre e flúvio-glaciais. Na região central e leste do estado, os autores consideram o paleoambiente marinho e deltaico.

Cronologicamente o Grupo Itararé está inserido no Permo-Carbonífero (Westphaliana a Artinskiana), após estudos bioestratigráficos CASTRO (1999).

Este Grupo apresenta grandes afloramentos que são considerados patrimônios geológicos, como exemplos são o Parque do Varvito em Itu-SP e os arenitos do Parque Estadual de Vila Velha-PR.

3.2.2. Grupo Guatá

O Grupo Guatá é constituído por siltitos e arenitos localizados próximos a cidade de Guatá-SC, na porção sul do estado. O termo foi proposto por Gordon Jr. (1947) para agrupar as Formações Rio Bonito e Palermo caracterizados por White (1908).

A Formação Rio Bonito foi proposta por White (1908), sendo constituída por um conjunto de rochas areníticas associadas a pelitos e camadas de carvão. Esta formação foi dividida nos Membros Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis por Schneider et al (1974). O Membro Triunfo é constituído por arenitos e conglomerados de coloração cinza claro da porção basal da Formação Rio Bonito. Suas estruturas principais são estratificações paralelas, cruzadas tabulares e acanaladas. As camadas de carvão (Camada Bonito) ocorrem secundariamente associadas à argilitos, siltitos (cinza-escuro a preto) e folhelhos.

A Formação Palermo foi proposta, também, por White (1908), que descreveu como uma sequência de siltitos bioturbados associada a lentes de arenitos finos a conglomeráticos que estão localizados na região sudeste do estado de Santa Catarina. De acordo com ABOARRAGE & LOPES (1986), em algumas partes da Bacia Sedimentar do Paraná, a porção basal da Formação Palermo é constituída de intercalações de silte e areia fina a muito fina, com estruturas associadas como laminação ondulada, hummockies e flaser, além de pequenas lentes de conglomerados. Segundo LAVINA et al (1986), a Formação Palermo é um produto de processos gerados em ambiente marinho transgressivo plataformar que sofreu influência de ondas e marés, sobrepondo o ambiente da Formação Rio Bonito, caracterizado como deltaico-lagunar.

3.2.3. Formação Tatuí

A Formação Tatuí corresponde estratigraficamente ao Grupo Guatá (formações Rio Bonito e Palermo) . Foi definida na faixa de afloramentos do leste de São Paulo. Esta formação representa o registro da sedimentação pós-glacial na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, de idade Permiana. É constituída por pelitos, com espessas camadas de siltitos argilosos e intercalações destes com arenitos, calcários, folhelhos e sílex (BARBOSA-GIMENEZ & CAETANO-CHANG, 2010).

3.2.4. Grupo Passa Dois

O Grupo Passa Dois é constituído de rochas carbonáticas, arenitos, argilitos, siltitos e folhelhos. O Grupo tem idade Neopermiana-Triássica e compreende as Formações Iratí, Serra Alta, Teresina e Rio do Rastro.

A Formação Iratí foi definida por WHITE (1908) como camadas de areia e calcário que afloram no rio Passa Dois dentro da Serra do Rio do Rastro. BARBOSA & GOMES (1958) dividiram a formação nos Membros Taquaral (basal) e Assistência (topo). O Membro Taquaral é constituído por pelitos (argilitos, folhelhos cinza escuros e claros e siltitos na base). O paleoambiente deste membro é considerado marinho de águas calmas e abaixo do nível das ondas (SCHNEIDER et al, 1974). O Membro Assistência consiste litologicamente de

folhelhos cinza escuros a preto betuminosos associados a camadas de calcário dolomíticos ou dolomitos e nódulos de sílex (“bonecas de sílex”). Este membro tem alta concentração de fósseis como répteis (*Mesossaurus Brasiliensis*), restos de vegetais, palinomorfos, e crustáceos e peixes (gêneros: *Clarkecaris*, *Liocaris* e *Paulocaris*). O paleoambiente deste membro foi definido com marinho de águas rasas por SCHNEIDER et al (1974).

A Formação Serra Alta, anteriormente considerada membro, foi elevada a esta categoria pela primeira vez por SANFORD & LANGE (1960). Compreende uma sequência de folhelhos e siltitos cinza-escuros a pretos, geralmente maciços ou com laminação plano-paralela, localmente, com lentes e concreções calcíferas, de formas elipsoidais que podem alcançar até 1,5 m de comprimento com 50 cm de largura. Esta formação apresenta contatos transicionais com as Formações Iratí e Teresina ; presença de fósseis como pelecípodes, fragmentos de peixes, palinomorfos e conchostráceos; e cronoestratigrafia do Permiano Superior (Kazaniano e base do Tatariano) de acordo com CASTRO et al. (1994).

A Formação Teresina recebeu sua denominação por MORAES REGO (1930), porém foi designada como Grupo, aos sedimentos identificados na seção-tipo, aflorantes na margem direita do rio Ivaí, próximo à cidade de Teresa Cristina-PR. A classificação de Formação foi dada por SCHNEIDER et al. (1974). É constituída por argilitos, folhelhos e siltitos cinza-escuros e esverdeados, intercalados ritmicamente com arenitos muito finos de coloração cinza-clara. Geralmente apresenta lentes e concreções carbonáticas, com formas elípticas e dimensões chegam a atingir 2 m de comprimento por 80 cm de largura. As principais estruturas sedimentares encontradas nesta sequência rochosa são a laminação tipo flaser, plano-paralela, ondulada e convoluta, hummocky, marcas onduladas além de gretas de contração. As características litológicas e estruturas sedimentares contidas nesta formação indicam paleoambiente marinho de águas rasas e agitadas, dominado por ondas e pela ação de marés, sendo estas infra mare a supra maré. Os contatos da Formação Teresina são transicionais com as formações Serra Alta e Rio do Rastro e seu conteúdo fóssilífero é representado por restos de plantas, lamelibrânquios e palinomorfos, indicando datação no Permiano Superior (Tatariano) de acordo com KREBS (2002).

A Formação Rio do Rastro foi descrita pela primeira vez por WHITE (1908)

para uma sucessão de camadas vermelhas, aflorantes nas cabeceiras do rio do Rastro, localizado ao longo da estrada Lauro Müller - São Joaquim-SC como a seção padrão desta formação. Entretanto, recebeu a classificação de formação por GORDON JUNIOR (1947), dividindo a mesma em dois membros: Serrinha (basal) e Morro Pelado (topo), classificação atualmente utilizada pela maioria dos autores. O Membro Serrinha é composto por arenitos finos, bem selecionados, intercalados com siltitos e argilitos cinza a marrons e avermelhados, podendo conter localmente lentes ou horizontes de calcário impuro (marga). Os arenitos e siltitos possuem estruturas de laminação cruzada, ondulada, climbing e flaser, às vezes, maciços. As camadas siltico-argilosas mostram estruturas de laminação plano-paralela, wavy e linsen. Os siltitos e argilitos apresentam desagregação esferoidal bastante desenvolvida característica principal para a identificação desta unidade. De acordo com SCHNEIDER et al. (1974) as litologias deste membro são produtos da progradação de clásticos de planícies de marés, caracterizando um paleoambiente de transição entre os depósitos de águas rasas da Formação Teresina e os continentais do Membro Pelado. Segundo ABOARRAGE & LOPES (1986) o paleoambiente é marinho transicional para a deposição deste membro. As cores progressivamente mais avermelhadas do Serrinha indicam, claramente, condições ambientais mais oxidantes da base para o topo da unidade. O Membro Morro Pelado é constituído por lentes de arenitos finos, de coloração avermelhada, intercalados com siltitos e argilitos de coloração arroxeadas. O conjunto mostra também cores verde, marrom, amarela e esbranquiçada. As principais estruturas sedimentares são a laminação plano-paralela, estratificação cruzada acanalada e de corte e preenchimento. As camadas estão dispostas geometricamente na forma sigmoidal ou tabular. O ambiente deposicional deste membro é considerado por SCHNEIDER et al. (1974) como estritamente continental, com sedimentos lacustres e planícies aluviais sendo sobrepostos por dunas de areia sob condições climáticas áridas. Porém, ABOARRAGE & LOPES (1986) consideram este membro como depositado em ambiente flúvio-deltáico. A Formação Rio do Rastro apresenta contato por discordância erosiva com as Formações Teresina e Botucatu, sendo que o contato entre os seus Membros Serrinha e Morro Pelado é concordante e gradacional de acordo com CASTRO et al. (1994). A presença de fósseis desta formação é representado, principalmente, por pelecípodes, conchostráceos, palinórfos, restos de plantas e pelo anfíbio Labirintodonte

(BORTOLUZZI, 1975; KLEPZIG, 1978; WHITE, 1908). Estes fósseis possibilitam datar esta formação entre o Permiano Superior (topo do Tatariano) e o Triássico Inferior (Anisiano).

3.2.5. GRUPO SÃO BENTO

Neste Grupo estão representadas as rochas de idade mesozoica da Bacia do Paraná. As duas unidades da porção inferior, formações Pirambóia e Botucatu, são constituídas de sedimentos continentais predominantemente arenosos, enquanto que a porção superior do Grupo é representada por rochas intrusivas básicas basálticas da Formação Serra Geral. As intrusivas básicas do Grupo São Bento, são as soleiras e diques de diabásio, bastante frequentes na área de estudo, correlatas à Formação Serra Geral, na área da Depressão Periférica Paulista.

3.2.5.1. Formação Piramboia

Os sedimentos da Formação Piramboia ocorrem ao longo de toda Depressão Periférica Paulista com espessura variável podendo atingir até 270m na região de São Pedro (CAETANO-CHANG & WU, 2003). Apresenta área de exposição bastante irregular e descontínua, recobertas por soleiras de diabásio e pelas formações Botucatu e Serra Geral, além de depósitos cenozoicos.

A porção basal desta unidade é constituída por arenitos médios e finos, moderado a bem selecionados, seus grãos são subarredondados, que compõem camadas de espessura métrica, com superfícies de truncamento que delimitam corpos de geometria cuneiforme (em corte), com estratificação cruzada do tipo tangencial na base (MATOS 1995), de médio a grande porte.

Ocorrem também nesta formação intercalações de camadas com espessura de até 3 m, de arenitos médios e finos com seleção moderada, mas com estratificação plano-paralela, finas camadas de argilitos e siltitos, além de raras lentes de arenitos conglomeráticos.

Os arenitos têm sua origem atribuída a ambiente predominantemente eólico (LAVINA, 1989; CAETANO-CHANG *et al.* 1991; WU & CHANG 1992; BRIGHETTI & CHANG 1992; MATOS 1995; MATOS & COIMBRA 1997), com os sedimentos pelíticos associados representando a acumulação de lamas (por suspensão), em lagoas temporárias, nas regiões baixas entre as dunas eólicas.

O contato inferior com a Formação Corumbataí é entendido como discordante/erosivo por diversos autores (SCHNEIDER *et al.* 1974; ALMEIDA 1980; IPT 1981b, Caetano-Chang e Wu, 1992), é também admitido como de passagem transicional (VIEIRA & MAINGUÉ 1973; RICCOMINI 1995). De acordo com MATOS (1995), estudando a passagem entre o topo do Grupo Passa Dois e a Formação Pirambóia no Estado de São Paulo, a Camada Porangaba no topo do Grupo Passa Dois, que mantém contato abrupto com a base da Formação Pirambóia, o qual marca uma passagem da deposição por marés para a regida por ventos, quando o corpo aquoso recuou, permitindo o avanço da deposição eólica mas sem provocar erosão e sem permitir exposição prolongada do mesmo.

O contato superior, com a Formação Botucatu é dado por uma superfície de brusca mudança textural, de estrutura e cor, definido por uma superfície regional como uma notável inconformidade (MILANI, 1997, DONATTI, 2002), havendo um hiato deposicional de cerca de 90 Ma entre as duas unidades (MILANI, 1997).

De acordo com LANDIM *et al.* (1980) a formação é de idade triássica, tendo por base relações de contato com uma superfície peneplanizada pré-Pirambóia, com provável deposição entre o Mesotriássico e o Eojurássico. MILANI (1997) sugere que a idade seja neopermiana a eocretácea.

3.2.5.2. Formação Botucatu

A Formação Botucatu é constituída por um pacote homogêneo de arenitos avermelhados, com areia média a grossa e muito fina a fina), predominando granulometria fina a média, com grãos arredondados a bem arredondados na fração grossa e subangulares a arredondados na fração fina, alta esfericidade e foscas, muito friáveis ou silicificados, destituídos de matriz.

Segundo CAETANO-CHANG e WU (1992) a Formação Botucatu possui termos classificados como quartzo-arenitos e subarcóseos, com grau de seleção bom a muito bom e maturidade textural variando de maturo a supermaturo. Localmente podem ocorrer arenitos argilosos, mas sempre com uma porcentagem de material síltico-argilosos inferior a 5%, e estratos lenticulares grosseiros (conglomerados e arenitos conglomeráticos), depositados por correntes torrenciais efêmeras e arenitos grosseiros, interpretados como lençóis de areia, na

base. A presença de magnetita e ilmenita pode ser devido à contribuição do magmatismo juro-cretácico na deposição da unidade. Nas partes mais profundas da unidade a calcita e a dolomita são os cimentos mais abundantes.

Os materiais da Formação Botucatu, bem como os da Formação Pirambóia, são derivados de áreas de relevo pouco acentuado, advindos de rochas cristalinas e sedimentares preexistentes, depositados em bacia estável, com transporte relativamente prolongado e fortemente retrabalhados por abrasão seletiva em clima semi-árido e árido de ambiente desértico, eventual e temporariamente cortado por rios.

Estruturas marcantes nesta unidade são estratificações cruzadas de médio e grande porte, atingindo até 15 m de altura, representando paleodunas de um ambiente essencialmente desértico, constantemente retrabalhadas pela sua instabilidade. Essa unidade possui espessuras variando de 40 a 100 m, exceto no extremo sudoeste, onde atinge a espessura de 700 m, sendo bastante variável devido ao relevo deposicional, erosão pré-basalto e tectônica sindeposicional ou erosional. A maior parte da Formação Botucatu foi formada pela acumulação de dunas crescentes simples e compostas e dunas lineares complexas, classificadas morfodinamicamente como acamamento oblíquo, consequência de variações periódicas da direção do vento. A ausência de água, umidade, superfície cimentada ou qualquer outra feição relacionada às condições de interduna úmida implica numa superfície potenciométrica abaixo da superfície e reforça a condição climática severamente árida.

Esta formação é limitada na base por uma inconformidade regional que se estende por toda a bacia, gerando uma vasta superfície de deflação eólica estabelecida com o climax de aridez do Gondwana ocidental (MILANI, 1997), e é sobreposto por rocha vulcânicas básicas e porções ácidas da Formação Serra Geral.

É atribuída idade juro-cretácea a esta unidade, com base no conteúdo fossilífero, admitindo-se uma contemporaneidade entre o topo da Formação Botucatu e o vulcanismo básico evidenciado por uma passagem transicional entre as duas unidades.

O paleo deserto Botucatu foi seguido pelo magmatismo eocretácico da Formação Serra Geral, manifestado como um extenso vulcanismo continental (de cerca de 2000 m de espessura, segundo Milani (1997)), relacionado aos processos extensionais que conduziram à

ruptura do Gondwana, definindo a maior manifestação ígnea não oceânica do Fanerozóico e gerando, muitas falhas e lineamentos na Formação Botucatu, além de algum dobramento.

Por sua alta porosidade, permeabilidade, homogeneidade, continuidade e dimensões, as formações Pirambóia e Botucatu constituem um dos maiores aquíferos do mundo, o Aquífero Guarani.

3.2.5.3. Formação Serra Geral e Intrusivas Básicas

A Formação Serra Geral, associada à ruptura do oeste do Gondwana, é composta essencialmente por basaltos, mas também por riódacitos e riólitos, (cerca de 4% da lava total e com espessura média de 400 m) sobrepondo-os. Composicionalmente associados às rochas efusivas são observados diques e soleiras (*sills*), estas intrudidas nos sedimentos da bacia. As soleiras mais espessas são encontradas em sedimentos do Grupo Itararé e Formação Irati, apesar de também serem encontradas em sedimentos do Botucatu e reconhecidos na própria Formação Serra Geral.

O magmatismo mesozóico da Bacia do Paraná apresenta características regionais relacionadas a anomalias químicas, indicando uma pluralidade de fontes e mecanismos na formação do magma. O derrame vulcânico continental é composto em mais de 90% do volume por basaltos toleíticos e andesito basáltico, geralmente exibindo vesículas e amígdalas no topo do derrame.

É a unidade que abrange maior parte da área, representada pelas rochas oriundas dos derrames de lavas basálticas e pelos diabásios, intrusivos tanto na forma de soleiras (*sills*) como de diques nas unidades sedimentares da Bacia do Paraná.

Os basaltos ocupam praticamente toda a porção central da área desde o Rio Grande ao norte até os limites da cidade de Araraquara, em parte das Bacia do Rio Pardo e do Mogi-Guaçu.

Os basaltos são toleíticos e apresentam espessura individual bastante variável, desde poucos metros a mais de 50 m e extensão individual que pode ultrapassar a dez. quilômetros. Neles, intercalam-se arenitos com as mesmas características dos arenitos da

Formação Botucatu, a maioria com estruturas típicas de dunas e outros indicando deposição subaquosa. Os diabásios são em geral de granulação fina, cinza escuro a negros, maciços, no qual se destacam ripas de plagioclásio.

A espessura máxima da Formação Serra Geral foi medida em sondagem em Cuiabá Paulista (Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo), indicando 1.700 m de derrames (ALMEIDA 1986). Tal pacote adelgaça-se para as bordas do Planalto Ocidental, onde as serras basálticas possivelmente não alcançam um terço desse valor (IPT 1981b).

Os derrames são constituídos por rochas de coloração cinza escura a negra, em geral afaníticas. Naqueles mais espessos, a zona central é maciça, microcristalina e apresenta-se fraturada por juntas de contração subverticais (disjunção colunar). Na parte superior dos derrames aparecem vesículas e amígdalas (estas parcial ou totalmente preenchidas por calcedônia, quartzo, calcita, zeólitas e nontronita), além de grandes geodos que podem ocorrer na sua parte mais profunda. A porção basal dos derrames também pode apresentar tais características, porém em espessura e abundância sensivelmente mais reduzidas.

Segundo diversos estudos geocronológicos atuais o evento magmático da Bacia do Paraná tem idades de 138-126 Ma, talvez com o clímax entre 133 e 131 Ma (Mantovani, et al, 2000). A duração total do magmatismo Paraná parece ser de 10 Ma, em contraste ao curto intervalo de tempo de erupção inferida para muitos derrames basálticos continentais e consistente com um modelo de magma produzido pela condução de calor de manto litosférico heterogêneo e com voláteis.

3.3. Contexto Tectônico

Regionalmente, na borda leste da Bacia do Paraná no estado de São Paulo, foram identificados quatro altos estruturais. São as estruturas de Pitanga, Artemis, Pau d'Alho e Jibóia. A distribuição das unidades litoestratigráficas ocorre na forma de blocos soerguidos ou abatidos, controlados por falhas estruturais que afloram sedimentos mais antigos em seu centro. De maneira geral, pode-se dizer que a bacia apresenta lineamentos segundo as direções NW/SE (principal) e NE/SW, havendo alguns lineamentos E-W, principalmente em

sua porção sul. Estes lineamentos possuem associação genética com o embasamento da bacia e são caracterizados por alguns autores como falhamentos e dobramentos, incluindo até conjugação entre estas estruturas (SOARES, 1974; FULFARO et al, 1982; RICCOMINI et al, 1991).

A estrutura de Pitanga foi mapeada em detalhe pela primeira vez por ANDRADE & SOARES (1971) em um levantamento geológico feito na região de Rio Claro e Piracicaba. Neste estudo, esta estrutura foi definida relacionando o alto (camadas mais antigas elevadas) com os sistemas de falhas Rio das Pedras-Piracicaba-Ipeúna (direção N10W) e Passa Cinco-Cabeça (direção N45W). Estas direções são principais no arcabouço estrutural regional.

Foram reconhecidos três eventos deformacionais que resultaram na formação das falhas regionais (SOUSA, 1997). O primeiro gerou falhas normais regionais devido a distensão E-W. O segundo foi caracterizado por falhas sindeposicionais da Formação Rio Claro com tectônica distensiva. O terceiro, por sua vez, gerou falhas inversas e transcorrentes que deformaram a Formação Rio Claro. A autora caracteriza a estrutura de Pitanga como uma feição geológica assimétrica onde o flanco leste é delimitado por camadas levemente inclinadas e o flanco oeste marcado por falhas.

A estrutura de Artemis também foi primariamente mapeada por ANDRADE & SOARES (1971), entretanto, desta vez, foi um mapeamento de semi-detalhe feito na Bacia do Paraná. Esta estrutura tem forma levemente arqueada com mergulhos divergentes na foz do Ribeirão Limoeiro, seu eixo maior é cortado pelo rio Piracicaba, e lembra uma dobra descontínua por ser isolada e não apresentar uma sinclinal correspondente (SOUSA, 2002).

Artemis apresenta sedimentos da Formação Corumbataí na região de afloramentos da Formação Piramboia, segundo BÓRIO (1973). Não apresenta variações de fácies nestas formações, indicando provável tectonismo não contínuo no tempo geológico evidenciando, possivelmente, ser sin ou pós-vulcanismo basáltico, sem nenhuma influência do levantamento causado por rochas intrusivas (SOARES, 1974).

A estrutura Pau d'Alho foi apresentada como anticlinal por WASHBURNE (1930) e como alto estrutural gerado por eventos deformacionais que resultaram em um sistema de falhas normais de orientação principal NW formando deslocamentos e basculamentos de blocos (Horst). Desta forma as rochas da Formação Corumbataí estão dispostas na mesma cota topográfica dos sedimentos da Formação Piramboia na região descrita. Seguindo esta

linha de raciocínio SOARES (1974) classifica a estrutura como um sistema de Horst e graben com falhas de direção N40W e N50W.

A estrutura de Jiboia é um alto (bloco soerguido) a sul e a norte de Monte Branco, que ocorre a sudeste do alto de Pau d'Alho e está relacionada a esta última (SOARES, 1974). Esta estrutura é formada por falhas normais (direção N45W) que a delimitam a sudoeste e nordeste, onde as rochas da Formação Corumbataí afloram na mesma cota topográfica das rochas Formação Piramboia (SOUSA, 2002).

3.4. Geomorfologia

A geomorfologia da região é definida pelo produto dos processos intempéricos que ficaram registrados nas litologias e drenagens gerando a atual estruturação da paisagem.

A compartimentação geomorfológica paulista apresenta-se dividida em cinco domínios, sendo eles: Província Costeira, Planalto Atlântico, Depressão Periférica, Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental (figura 7).

De acordo com ROSS (1990), a Depressão Periférica Paulista está situada quase que em sua totalidade nos sedimentos paleo-mesozóicos da bacia do Paraná. Suas altitudes variam de 600 a 750 metros, possuindo uma grande rede de drenagens onde seus principais rios são o Tietê, Paranapanema, todos deságuam no Rio Paraná.

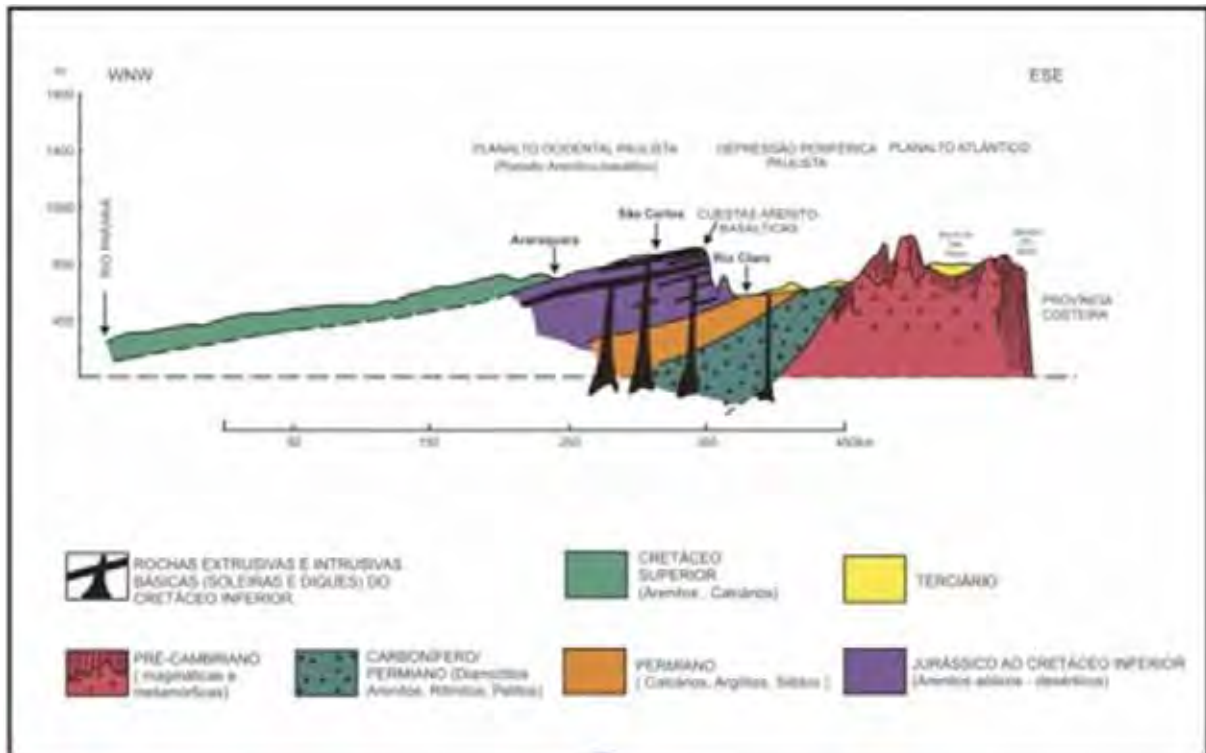


Figura 7: Seção Geomorfológica esquemática do estado de São Paulo. Modificada de Ab'Saber (1956).

A Depressão Periférica Paulista foi definida por ALMEIDA (1964) como altamente erodida e de relevo bastante diversificado. Constatou ainda que o relevo sofreu influências dos movimentos tectônicos, litologia e de processos morfodinâmicos de paleoambientes relacionados ao clima.

As Cuestas Basálticas estão dispostas em cotas topográficas elevadas, formando paredões verticais retilíneos como temos os exemplos das Serras de São Pedro e Itaqueri, provenientes da tectônica E-W que ocorreu na região (SOUSA, 2002).

Geomorfologicamente, no estado de São Paulo, a Bacia do Paraná foi definida por NETO (1996) como relevos colinosos associados de diversas dimensões que formam as províncias da Depressão Periférica Paulista e Cuestas Basálticas.

O relevo regional é constituído por Colinas Amplas, Colinas Médias, Morrotes Alongados e Espigões, estruturas estas encontradas entre as altitudes de 520 a 680m, além de formas residuais como Mesas Basálticas, escarpas festonadas e planícies aluviais (SOUSA, 2002). Constatou também que os relevos de morros colinosos, Morros e Morrotes são condicionados pelas rochas intrusivas (Diabásio) estudadas neste trabalho.

A rede de drenagem regional é constituída principalmente pelos rios Tietê e Piracicaba (de maior porte) e pelos rios Corumbataí, Passa Cinco e da Cabeça (de menor porte em relação aos primeiros). De acordo com Castro (1973) o rio Tietê tem sua nascente no Planalto Atlântico, adentrando a Depressão Periférica Paulista pelo norte da cidade de Itu através da Cachoeira de Salto com direção geral NW. O Rio Piracicaba, por sua vez, é um afluente do rio Tietê ramificando-se deste último próximo à Cuesta Basáltica, sendo que o principal acidente em seu curso é no salto de Piracicaba devido à um sill de Diabásio (SOUSA, 2002). O rio Corumbataí, afluente do Piracicaba, apresenta forte controle litoestrutural devido a presença da principal faixa de ocorrência de soleiras de Diabásio onde estão localizados os sistemas lineares do Alto de Pitanga (SOARES, 1974).

Regionalmente a rede de drenagem segue as orientações principais E-W (rios Piracicaba e Tietê), N-S (rios da Cabeça e partes do rio Corumbataí) e NW-SE (rio Passa Cinco).

4. GEOLOGIA LOCAL

O mapeamento da área permitiu a observação, descrição e análise da colocação dos corpos intrusivos básicos na coluna sedimentar Permo-carbonífera da Bacia do Paraná nos vales dos rios Corumbataí, Passa Cinco e da Cabeça. Na área estudada foram identificados o Grupo Itararé (Formação Taciba), Grupo Guatá (Formação Rio Bonito – Membros Paraguaçu e Siderópolis, Formação Palermo e localmente Formação Tatuí), Grupo Passa Dois (Formação Iratí – Membros Taquaral e Assistência e localmente Formação Corumbataí) e Grupo São Bento (Formação Serra Geral). O mapas anexos apresentam os pontos obtidos em campo e a localização das unidades estratigráficas e as falhas regionais. O mapa geológico foi modificado de SOUSA (2002) com a inserção dos pontos obtidos em campo.

4.1. Unidades Litoestratigráficas

A seguir é apresentada a coluna estratigráfica parcial da Bacia do Paraná direcionada à área de estudo.

| Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraná | | | | | |
|--|------------------|------------------------------|-----------------|----------------|--|
| (Juro-Cret.) | Grupo São Bento | Fm. Serra Geral | | | |
| | | Fm. Botucatu / Fm. Pirambóia | | | |
| Permo-carbonífero | Grupo Passa Dois | Fm. Rio do Rastro | | Fm. Corumbataí | |
| | | Fm. Teresina | | | |
| | | Fm. Serra Alta | | | |
| | Fm. Iratí | Mb. Assistência | | | |
| | | Mb. Taquaral | | | |
| | Grupo Guatá | Fm. Palermo | | Fm. Tatuí | |
| | | Fm. Rio Bonito | Mb. Siderópolis | | |
| | | | Mb. Paraguaçu | | |
| | | | Mb. Triunfo | | |
| | Grupo Itararé | Fm. Taciba | | | |
| Fm. Campo Mourão | | | | | |
| Fm. Lagoa Azul | | | | | |

Figura 8 - Coluna estratigráfica parcial da Bacia do Paraná, específica para a área de estudo.

4.1.1. Grupo Itararé

O Grupo Itararé foi mapeado na porção central da área estudada. Trata-se de uma unidade depositada durante o intervalo Neocarbonífero-Eopermiano, atingindo espessuras de até 1000m na porção sudoeste do Estado de São Paulo e adelgaçando-se nas bordas (FRANÇA & POTTER, 1988). Seu arcabouço estratigráfico é bastante complexo, principalmente no estado de São Paulo, onde não é divisível em Formações.

As litofácies predominantes neste estado são siliciclásticas, e de grande variação granulométrica, desde muito finas a conglomeráticas, em intercalações cíclicas relacionadas aos períodos de degelo e glaciação e a progradações deltaicas. Foi possível observar afloramentos da porção superior dessa unidade, e sua representação é feita por fácies geralmente arenosas a conglomeráticas, mal selecionadas, com granulometria grossa, com grãos sub-angulosos, e com estratificações e laminações cruzadas planares, acanaladas e clinoascendentes e clastos caídos, como podem ser observados na figura 11.



Figura 9 – Lamito com clastos caídos do Grupo Itararé.

Ocorrem também diamictitos matriz-suportados, de matriz argilo-siltosa clara, com grãos variando granulometricamente desde areia a matacões e clastos diversos, usualmente facetados, resultados de processos de abrasão por geleiras (figura 10)



Figura 10 – Diamictito do Grupo Itararé (setas indicando clastos facetados, produtos da abrasão por geleiras).

A área de ocorrência principal deste grupo no local de estudo é na porção centro-leste, com forma aproximadamente circular, alongada em seu eixo N-S. O relevo é pouco acidentado e de baixas altitudes, de colinas e vales amplos, devido à associação da erosão dos rios Corumbataí e Passa-Cinco, que cortam e denudam essa região, e da associação faciológica heterogênea e bastante alterada do Grupo Itararé, que facilita esses processos intempéricos locais.



Figura 11 – Lamito com clasto caído do Grupo Itararé.

Os afloramentos dessa unidade são delimitados pela Formação Tatuí, em contato abrupto marcado pela ocorrência de arenitos grossos mal ou pela presença de falhas.

4.1.2. Grupo Guatá

A seção estratigráfica com poços no entorno do vale do Corumbataí, revela a resposta grafo-elétrica de perfis, que permitem identificar e correlacionar as unidades do Permiano. O intervalo pós-Itararé contém o Grupo Guatá – formações Rio Bonito e Palermo; a Fm. Rio Bonito é subdividida nos membros Paraguaçu e Siderópolis, desde que o Membro Triunfo (basal) é restrito aos estados do sul.

O Membro Paraguaçu, assim como outra unidade marinha – Formação Palermo, estão bem representados em subsuperfície e no Vale do Corumbataí, mas neste têm sido agrupados como Formação Tatuí. O arenito Siderópolis, interposto entre aquelas unidades, está bem desenvolvido a oeste (Anhembi) e a leste (Rio de Pedras, onde é portador de gás). A

Formação Palermo, constituída de siltitos e siltitos arenosos marinhos, tem intercalações de arenito quartzoso em poços da área (Figura 13); em superfície, pode-se observar tal corpo métrico de arenito na Fazenda Ponte Nova (em afluente da margem esquerda do rio Passa Cinco).

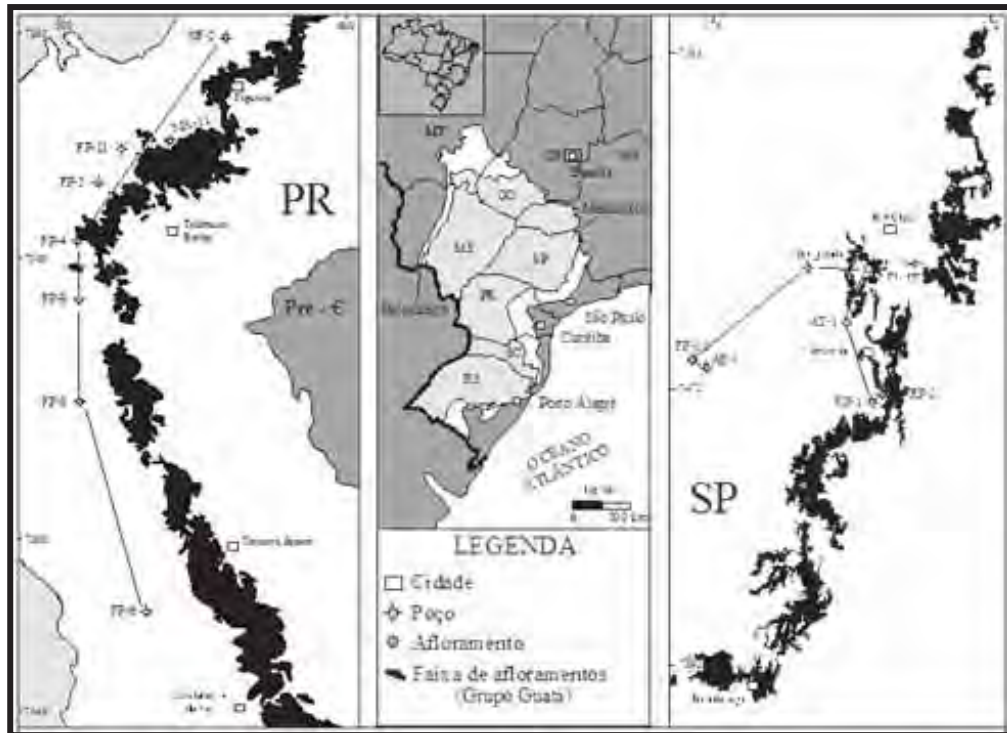
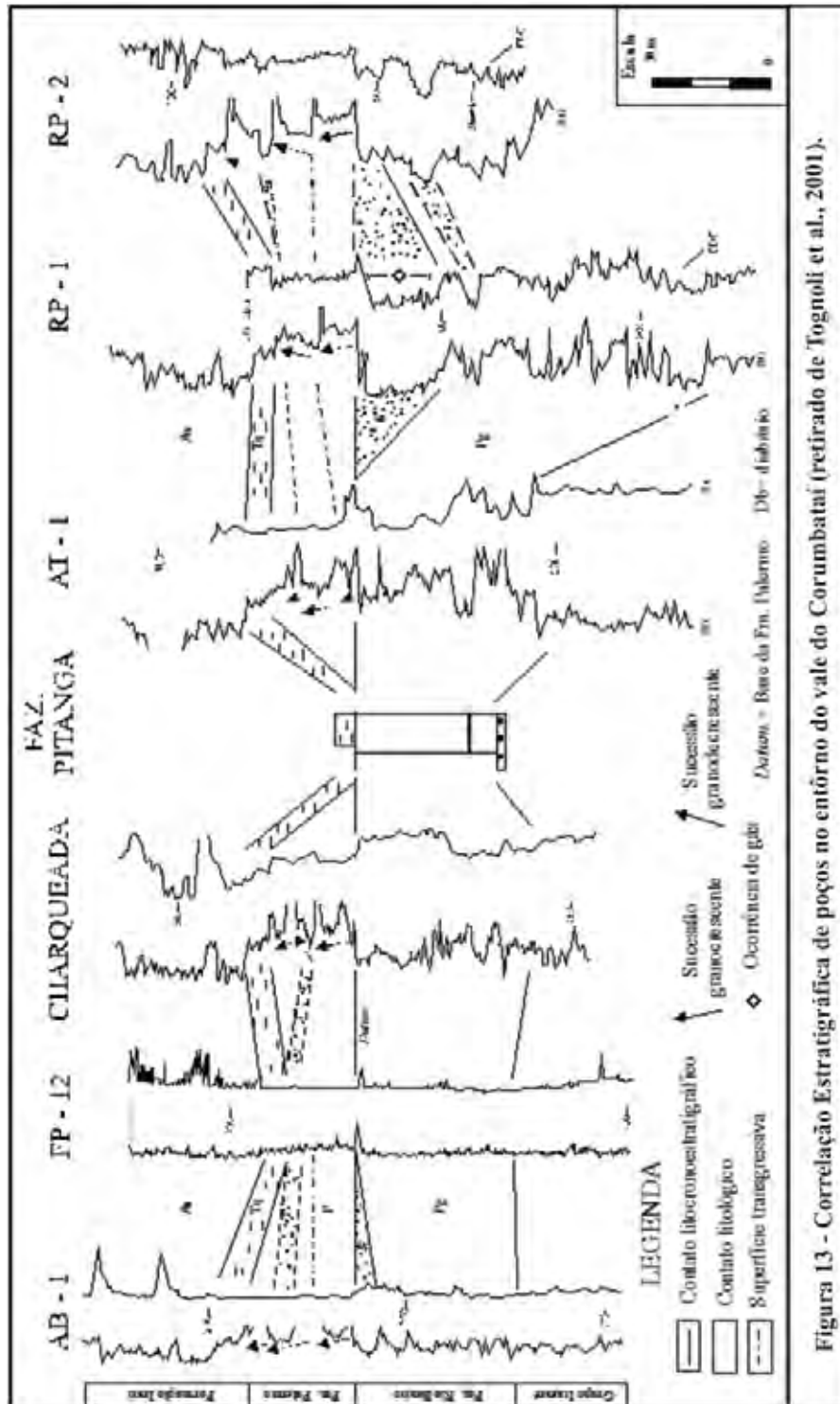


Figura 12 – Mapa da faixa aflorante do Grupo Guatá no leste do estado de São Paulo (retirado de Tognoli et al., 2001).

Na figura 13 observamos uma seção de poços no entorno do vale do Corumbataí, com a correlação do Grupo Passa Dois (pós-Irati). Nota-se a sensível diminuição de espessura preservada do grupo, de oeste (Anhembi) para leste e sudeste (Charqueada e Artemis, AT-1-SP). Tal fato está ligado a discordância pré-Pirambóia, causada pelo soerguimento pós-paleozóico do vale do Corumbataí, após a deformação sofrida pela seção permiana e consequente erosão do terreno durante o Mesozóico pré-Pirambóia.



4.1.3. Formação Tatuí

A Formação Tatuí é a unidade de idade Eopermiana da Bacia do Paraná. Ocorre sobre o Grupo Itararé, tendo sido encontrada na área de estudo em estreitas faixas ao redor dos afloramentos da unidade inferior. Trata-se de uma unidade reconhecidamente pós-glacial, com espessuras médias em torno de 50m (aproximadamente 20m na área desse mapeamento), e delimitada no topo e na base por descontinuidades. Na região mapeada ocorre em encostas relativamente íngremes, separando as regiões de menor altitude, onde afloram sedimentos do Grupo Itararé e litologias da Formação Irati e demais unidades superiores, de cotas geralmente mais elevadas. Isso se deve a seu material pelítico e homogêneo, bastante coeso, e a cobertura mais resistente criada pelos conglomerados de sílex e pela Fácies Ibicatu, em seu topo.

Seu contato basal é descrito como uma superfície erosiva, que separa o ciclo glacial (Gr. Itararé) do pós-glacial (Fm. Tatuí) (SOARES, 1972). As fácies dominantes são pelíticas, típicas de plataforma marinha dominada por marés, enquanto os níveis de arenitos grossos próximos do topo da unidade (Fácies Ibicatu) são registros da progradação de leques aluviais costeiros, pertencentes ao Trato de Sistemas de Mar Alto.

O contato com a Formação Irati é marcado por um nível de conglomerados de sílex, com matriz argilosa escura e fragmentos de escamas, ossos e dentes, representando um lag transgressivo, limite natural entre a seqüência deposicional da Fm. Tatuí e o Membro Taquaral da Fm. Irati (Trato de Sistemas Transgressivo) (ASSINE, 2003).

As características faciológicas observadas em campo corroboram essas interpretações, sendo principalmente lamitos e argilitos castanho-avermelhados, cinza-esverdeados, ou laranja-acastanhados, com níveis de descolorações amarelo-creme, laminações plano-paralelas e marcas de ondas, e pastilhamento distintos na base, que se suavizam e passam a maciços para o topo da unidade, freqüentemente apresentando níveis delgados de areias muito finas e siltes, intercalações de sílex esbranquiçados a amarelados de poucos centímetros e porções carbonáticas principalmente próximo do topo.

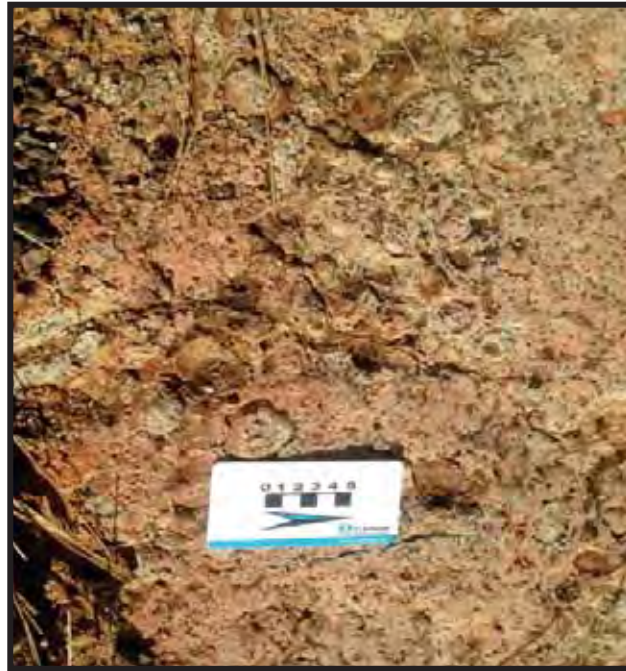


Figura 14 – Siltito com concreções da Formação Tatuí.

O topo da unidade é marcado pela ocorrência de corpos tabulares delgados (de cerca de 15-50cm de espessura) de arenitos finos a médios, de coloração castanho-amarelada e por vezes com estratificações cruzadas visíveis (Fácies Ibicatu).

4.1.4. Formação Irati

A Formação Irati tem em sua unidade basal – folhelho Taquaral - uma ampla distribuição na área, apesar de sua pequena espessura (aproximadamente 5m, no vale do Corumbataí). Mas é o Mb. Assistência que desperta maior interesse, pelo seu potencial gerador de petróleo e como abrigo para as intrusões de diabásio. Na área de Paraisolandia encontramos soleira em dois locais de mesma cota: acima do Assistência “inferior” (atrás do campo de futebol) e abaixo do Assistência “superior” (pedreira na entrada da cidade). O certo é que a soleira de diabásio está dentro do Membro Assistência. Em outro afloramento clássico, o do Clarkecaris na descida para o segundo cruzamento do rio Passa Cinco, uma soleira praticamente substitui o Assistência, já que quase não há vestígios do mesmo (Tognoli et al. 2001).

A Formação Irati ocorre sotoposta à Fm. Tatuí, em contato erosivo, descrito anteriormente. Datações Shrimp U–Pb recentes colocam essa unidade no andar Artinskiano,

no Permiano Inferior (SANTOS *et al.*, 2006). Pode ser dividida em quase toda a bacia em dois membros, o inferior, Taquaral, composto por rochas essencialmente pelíticas cinzentas, e o superior, Assistência, com intercalações de folhelhos negros, carbonatos e sílex. A Formação Irati representa a máxima transgressão marinha, e seu topo marca o início da seqüência regressiva (GAMA JR. *et al.*, 1982), em contato concordante e abrupto com a unidade superior. Apresenta-se com espessuras médias de 40m, sendo que na área de estudo varia de 10m a 20m.

A unidade aflora em cerca de 10% da área, no extremo leste e na região central, limitada a oeste por uma falha de direção geral NW-SE, que rebaixa o bloco a oeste, a partir de onde afloram apenas unidades superiores à Fm. Irati. O relevo onde ocorre essa unidade é o de topo de colinas aplainadas, onde sua preservação ocorre devido à sua litologia mais resistente e de granulometria fina, que a torna mais coesa.

As litofácies aflorantes variam desde siltitos cinzentos com níveis de sílex discretos na base até intercalações de folhelhos escuros com níveis de sílex e intercalações de calcário que se espessam para o topo. Em boa parte dos afloramentos fora de pedreiras, esse material da porção superior se encontra bastante alterado, sendo encontrado sob a forma de solo argiloso castanho-avermelhado com esferas e ovóides de sílex abundantes.

É nessa Formação que as rochas básicas da Formação Serra Geral encontraram maior facilidade no momento da intrusão. Na área de estudo ocorrem soleiras que forma a sua maior parte e um expressivo dique associado à falha NW que adentra a junção do rio da Cabeça com o rio Passa Cinco.



Figura 15 – Folhelho preto da Formação Irati



Figura 16 – Sílex em Solo vermelho (alteração do Diabásio) da Formação Irati

4.1.5. Formação Corumbataí

As rochas depositadas durante o Permiano Superior em contato concordante abrupto com a Formação. Irati, e que dão continuação à seqüência regressiva são identificadas como Formação Corumbataí. Essa unidade aflora na porção norte da Bacia do Paraná, dentro do estado de São Paulo, com espessuras variáveis, em torno de 100m, tornando-se menos espessa para norte devido ao contato erosivo com a unidade superior.

A porção inferior do pacote apresenta litofácies de ambientes marinhos de águas gradativamente mais rasas. A porção superior apresenta sedimentação em mares rasos, com freqüentes progradações litorâneas, por vezes com bancos calcários, estromatólitos e tapetes algálicos (SCHNEIDER, 1974).

Sua ocorrência na área mapeada se restringe a uma pequena área na parte leste e oeste, com um total em área de cerca de 15%. A forma de relevo predominante nessas áreas é de vales abertos e colinas suaves, com baixa amplitude de elevação e terrenos pouco acidentados.

As litofácies encontradas são essencialmente pelíticas, de siltitos arroxeados típicos e lamitos, com laminações plano-paralelas sub-horizontais, localmente apresentando dobras de arraste que verticalizam o acamamento, forte pastilhamento e níveis geralmente acompanhando esse acamamento ou ao redor de fraturas intraformacionais verticais de descoloração amarelo-claros. Lentes estreitas de carbonatos, com poucos milímetros de espessura, e níveis arenosos com matriz carbonática são bastante comuns no topo dessa unidade, onde também foram encontradas delgadas lentes de concentração de resíduos fósseis (escamas, dentes e ossos fragmentados).



Figura 17 – Pedreira próxima a Rio Claro de folhelhos da Formação Corumbataí

4.1.6. Rochas básicas intrusivas associadas à Formação Serra Geral

Os corpos intrusivos básicos da região são associados ao magmatismo responsável pela geração dos derrames básicos da Formação Serra Geral, e apresentam composição geralmente toleítica, textura afanítica e coloração tipicamente escura. Ocorrem sob a forma de diques e soleiras, geralmente intrudidos nas Formações Tatuí e Irati, devido à resistência menor de suas litologias, pouco consolidadas durante a época das intrusões.

A área mapeada mostra muitas ocorrências de rochas desse tipo, apresentando maior ocorrência de soleiras em toda área e um expesso dique na junção dos rio da Cabeça e Passa Cinco (ver Perfil Junção Passa Cinco-Cabeça e figura 18)



Figura 18 – Dique de Diabásio na junção dos rios da Cabeça e Passa Cinco (este último na foto), de dimensão quilométrica com traço vermelho indicando sua direção.

A seguir são apresentadas quatro seções geológicas esquemáticas, baseadas em MDT (Modelo Digital de Terreno) utilizando o Software Google Earth, representando a posição dos corpos intrusivos básicos em relação à estratigrafia. Nos mapas estão traçados seis perfis, porém estes quatro que serão apresentados são capazes de representar os corpos intrusivos da área de estudo. A primeira seção é a PPC (Perfil Passa Cinco-Cabeça) que demonstra a posição de um dique na região norte da área de estudo (ver mapa geológico na junção dos rios Passa Cinco e da Cabeça). A segunda seção é a PNW (Perfil Paraisolândia NW) apresentando a geometria dos corpos intrusivos na forma de soleiras. Está situado próximo à Paraisolândia (ver mapa geológico na região oeste da área). A terceira seção está situada abaixo da primeira (ver mapa geológico na região norte, próximo a Fazenda Santo Inácio), denominada PSI (Perfil Santo Inácio). É apresentado uma soleira associada a falhas. A quarta seção esquemática é a PUA (Perfil Usina de Açúcar). Esta seção está situada a nordeste de Paraisolândia ao lado direito da seção PNW. Apresenta as rochas intrusivas na forma de soleiras.

O perfil abaixo (figura 19) apresenta um dique de Diabásio na conjunção dos rios Passa Cinco e da Cabeça. O traço vermelho escuro mostra a posição do dique e o traço preto a falha normal NW por onde o magma intruiu e formou a rocha. Uma evidencia dessa falha é a presença do siltito Tatuí a esquerda em cota topográfica inferior a direita.

Na área próxima de Paraisolândia, a noroeste da mesma, foi possível identificar duas falhas normais que se cruzam (ver linhas tracejadas da figura 20). Essa porção é caracterizada por soleiras de diabásio sobrepostas no Membro Assistência e na Formação Corumbataí. O traço vermelho indica o perfil que está disposto em escala logo abaixo na figura.

Perfil Paraisolândia NW (PNW)



Figura 20 - Visada oblíqua no MDT do perfil apresentando soleiras de Diabásio com falha normal inferida.

Perfil Santo Inácio (PSI)

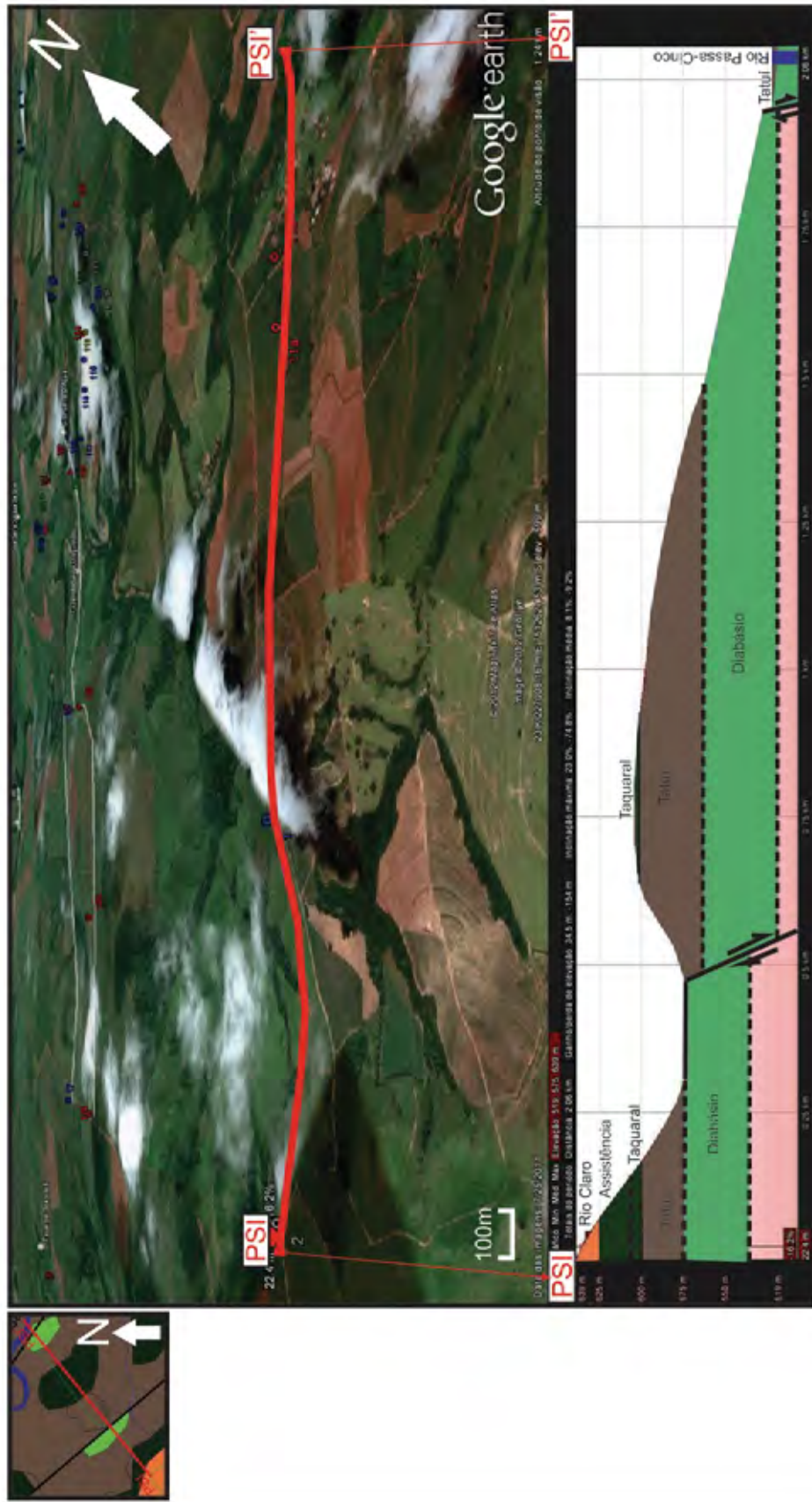
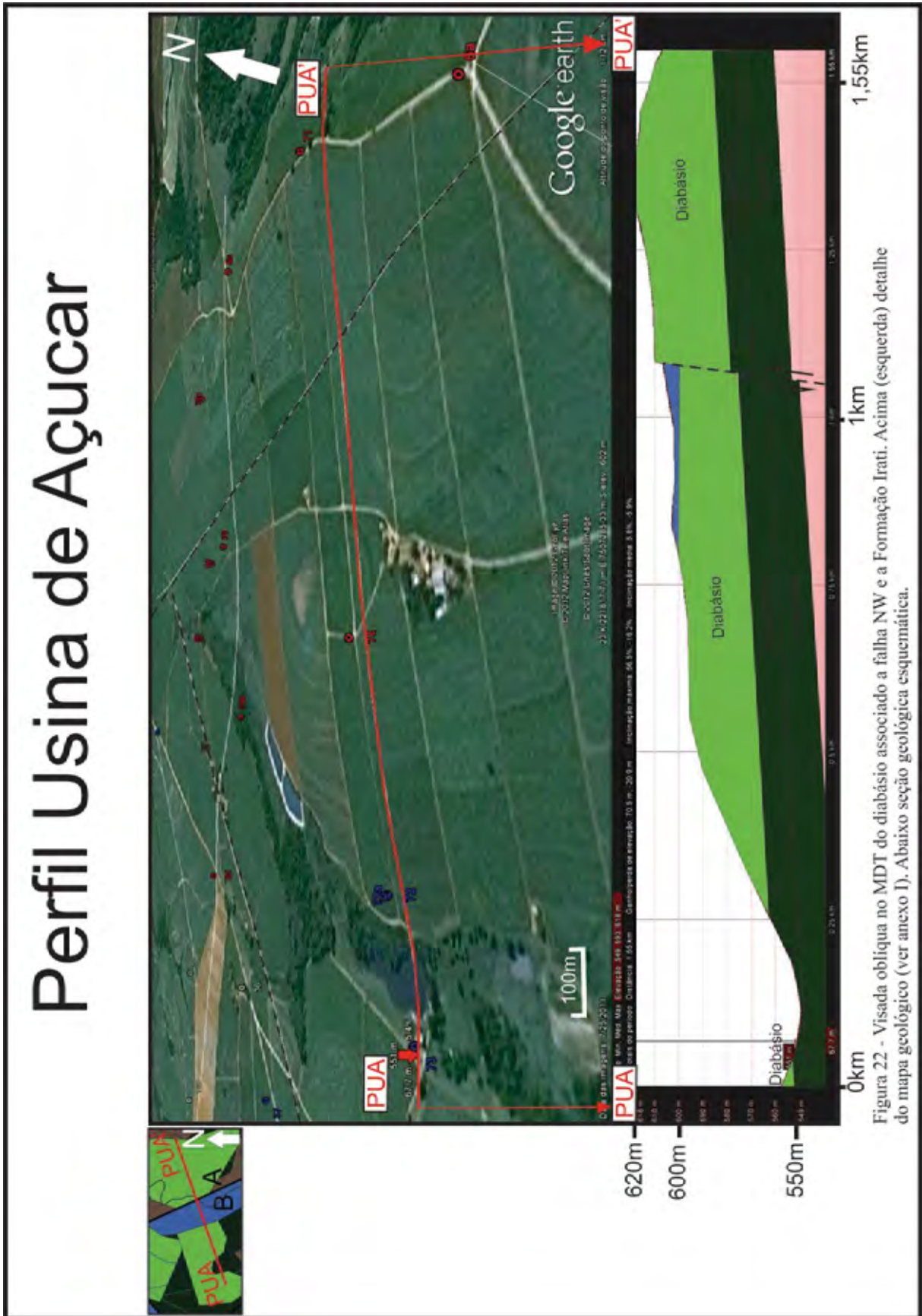


Figura 21 - Visada oblíqua no MDT do Perfil Santo Inácio apresentando falha normal com Diabásio associado. Acima (à esquerda), detalhe do mapa geológico (ver anexo I).



4.1.7. Coberturas Indiferenciadas Quaternárias

As coberturas quaternárias envolvem depósitos aluvionares, com arenitos finos com estratificações cruzadas bem marcadas, observadas em estreita faixa no vale dos ribeirões Vermelho e Paraíso, além de porções não mapeáveis na escala 1:100.000 destes nos vales dos rios de maior porte da área, e linhas e níveis de seixos gerados provavelmente por paleoterraços, observados próximos do leito dos rios de grande porte, especialmente em locais onde estes fazem mudanças de direção abruptas.

4.2. Geologia Estrutural local

Na área estudada foi possível a identificação de várias falhas principalmente ao longo das porções retilíneas mais evidentes nas drenagens, essencialmente nos Rios Corumbataí e Passa-Cinco possuindo orientações predominantemente NW.

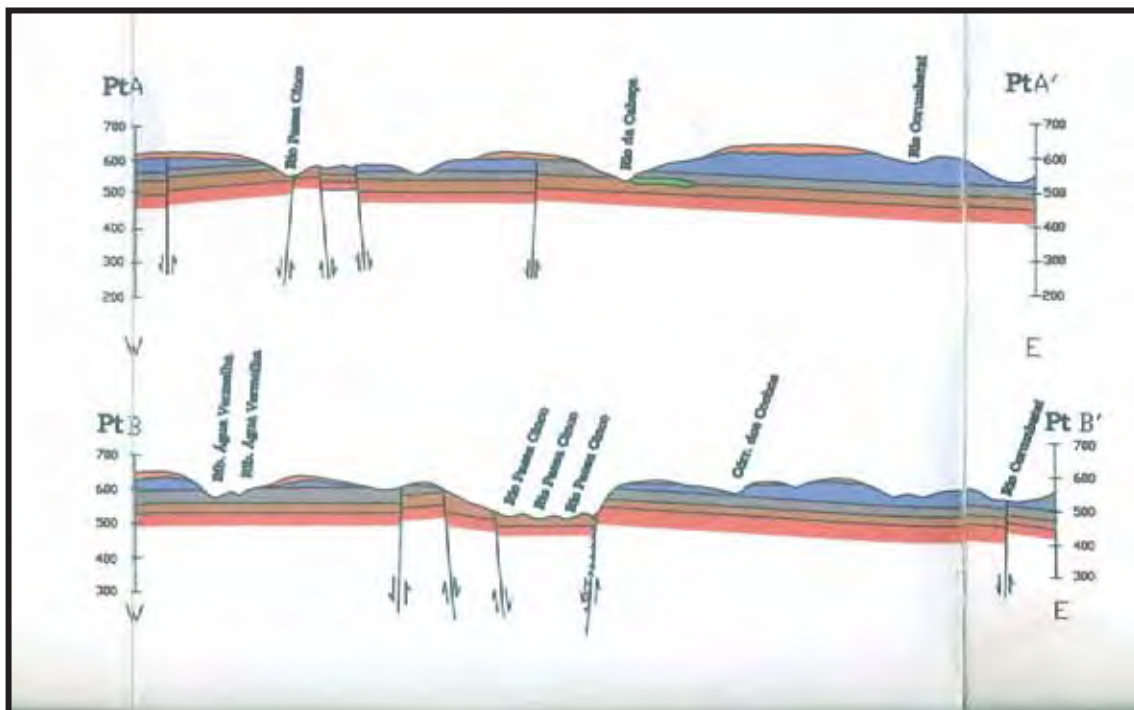


Figura 23 – Perfis relacionando as falhas no área de estudo (retirado de SOUSA, 2002).

Ver mapa da figura 8.

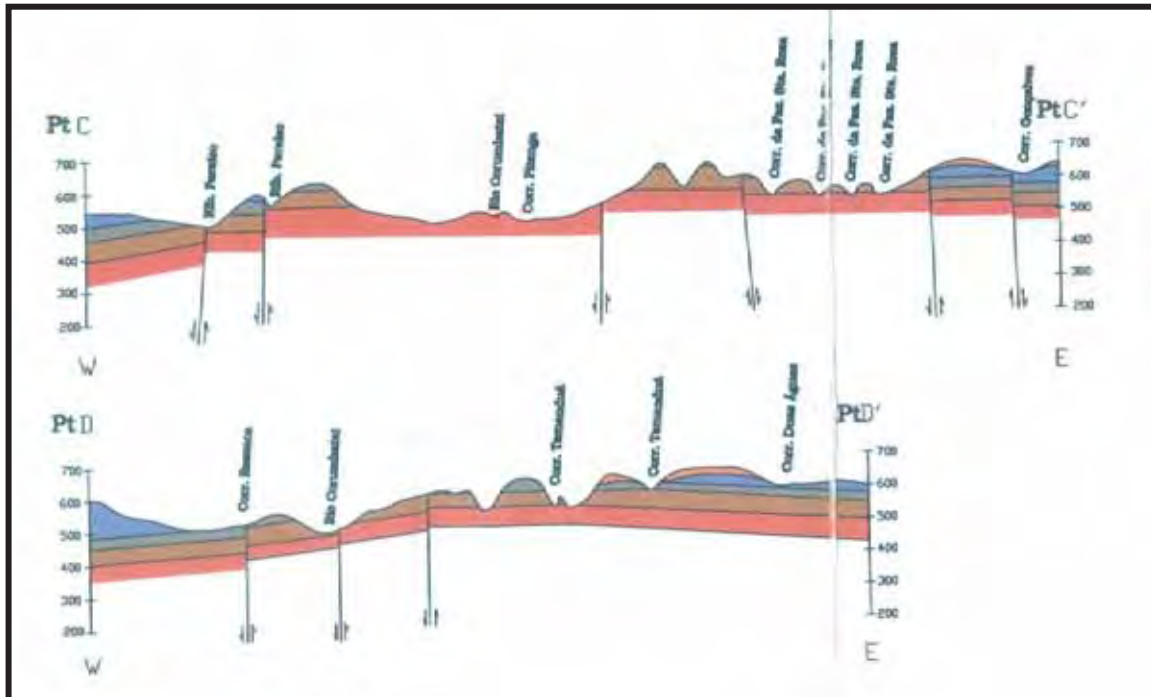


Figura 24 – Perfis relacionando as falhas no área de estudo (retirado de SOUSA, 2002).

Ver mapa geológico.

Foram reconhecidos nos perfis das figuras 23 e 24 um conjunto de falhas que colocou a Formação Corumbataí em uma posição altimétrica inferior ao Grupo Itararé, como também é observado pelos perfis EW, na porção centro-oeste, obtidos a partir do mapa geológico. No entanto, em estudo de campo, esse conjunto de falhas não foi observado e, portanto sua inferência é sustentada pelos perfis acima e pelas evidências de campo, identificando as cota topográficas anômalas das Formações Corumbataí e pelo Grupo Itararé. Ainda em campo, foram reconhecidas diversas famílias de fraturas sendo elas identificadas em todas as unidades. Foram distinguidas duas principais fraturas com *trends* preferenciais no sentido NW-SE e NE-SW com mergulhos verticais a subverticais.

4.2.1. Contorno Estrutural Local

O alto estrutural que afeta a área estudada entre as cidades de Rio Claro, Charqueada, Ipeúna e Piracicaba, é denominado Domo de Pitanga. Este é caracterizado como o próprio nome sugere, por uma estrutura dômica, tendo seu eixo NS mais alongado, é suavemente

assimétrico, tendo suas camadas mergulhando levemente para leste como é notado na figura 25 do presente relatório.

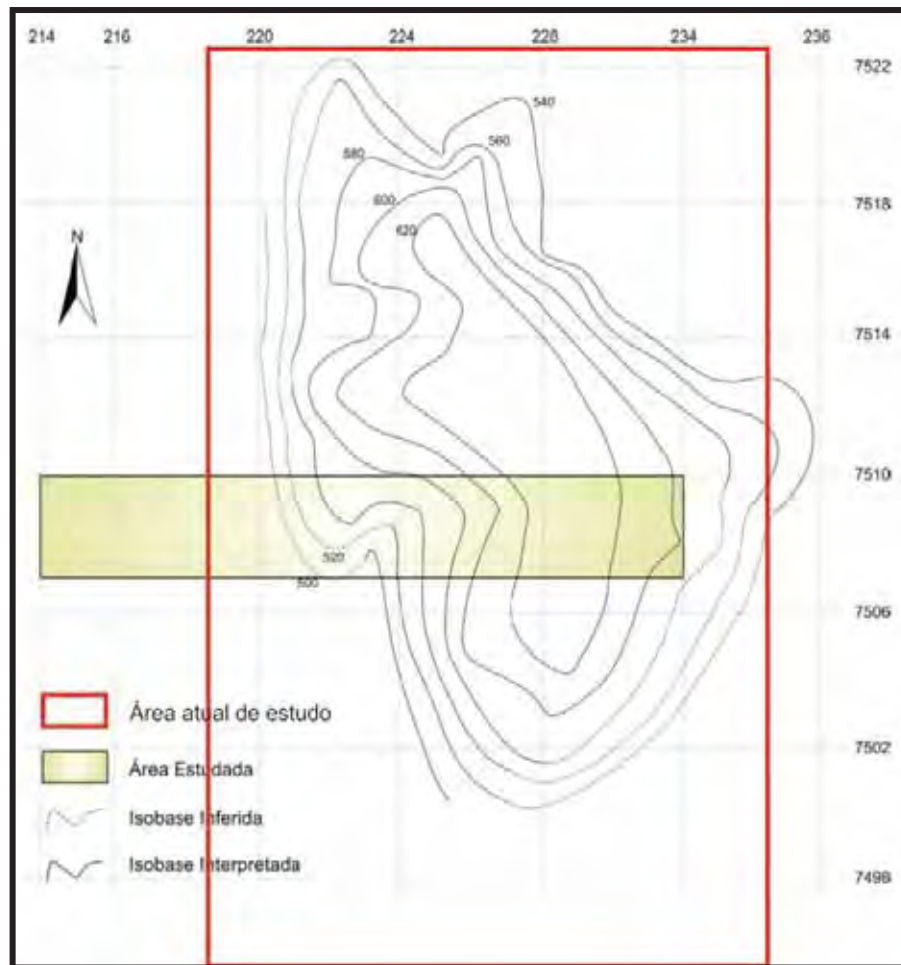


Figura 25: Mapa do contorno estrutural obtido através da integração das áreas em disciplina de mapeamento de áreas sedimentares (UNESP-RC 2011). Em amarelo área estudada pelo grupo de mapeamento e em vermelho área de estudo atual.

Através das observações do mapa geológico com as falhas mapeadas e inferidas, em conjunto com mapa de contorno estrutural com o adensamento das isobases, percebe-se pelo menos duas grandes falhas na estrutura do Domo, sendo uma no sentido NNW e a outra no sentido WNW.

4.3. Contexto geomorfológico local

O relevo local é constituído por Colinas Amplas, Colinas Médias, Morrotes Alongados e Espigões, além de formas residuais como Mesas Basálticas, escarpas festonadas e planícies

aluviais (SOUSA, 2002). Constatou também que os relevos de morros colinosos, Morros e Morrotes são condicionados pelas rochas intrusivas (Diabásio) estudadas neste trabalho. Este relevo tem relação direta com as intrusivas, assim como a rede de drenagem local. O rio Corumbataí, afluente do Piracicaba, apresenta forte controle litoestrutural devido a presença da principal faixa de ocorrência de soleiras de Diabásio onde estão localizados os sistemas lineares do Alto de Pitanga (SOARES, 1974). Localmente a rede de drenagem segue as orientações principais N-S (rios da Cabeça e partes do rio Corumbataí) e NW-SE (rio Passa Cinco).

Foram identificadas duas áreas geomofológicas principais na região de estudo: a norte do alinhamento Recreio-Tamandupá em ambos os lados do rio Corumbataí (promontório ou divisor de drenagem N-S com uma rampa para oeste deste no córrego cateto e a leste para o rio Corumbataí) e a nordeste de Paraisolândia (promontório ou divisor de drenagem saindo da fazenda de Santo Antonio do Paraíso para Sul). Essas construções naturais de Diabásio formam um emaranhado de rampas e promontórios na área de estudo resultantes das intrusões desta rocha que encontraram grande facilidade nas fraquezas da Formação Iratí, resultando em parte da geomorfologia atual da área.

5. CONCLUSÕES

A geometria dos corpos intrusivos associados a Formação Serra Geral foram identificados dentro da estratigrafia local na forma de diques e soleiras de Diabásio. O principal dique encontrado está localizado na região norte da área de estudo (junção dos rios Passa-Cinco e da Cabeça) e foi representado pela seção esquemática PPC. Está associado à uma falha normal com direção NW-SE, onde o bloco mais a NE está elevado em relação ao mais a SW. As soleiras estão representadas pelas outras três seções esquemáticas (PNW, PSI e PUA). Estão presentes na maior parte da área de estudo. Estão associadas principalmente à Formação Iratí e em algumas porções às Formações Tatuí e Corumbataí. Em todas estas podemos constatar a presença de falhas na estratigrafia local. Em PSI e PUA temos falhas com o trend regional principal (NW-SE).

De forma geral, os corpos intrusivos da área de estudo estão associados à falhas com trend preferencial NW-SE e à Formação Irati (e em seus contatos com outras unidades litoestratigráficas).

No contexto estrutural, a área de mapeamento é dominada por falhas normais, na forma de blocos soerguidos e abatidos, lineamentos orientados a NW, E-W e NE (SOUSA, 2002). Estas falhas, como já citado, possuem trend principal NW-SE e são caracterizadas por blocos basculados para NW-SE que condicionam a geometria do alto estrutural de Pitanga e das soleiras de Diabásio da área de estudo.

No contexto geomorfológico esta estrutura domática foi reconhecida através da observação em campo de camadas inclinadas suavemente em sentidos opostos, dando essa conformação, com morros e colinas de topos aplainados. O posicionamento do vale gerado pela incisão do Rio Corumbataí e seus afluentes foi responsável pela exposição das unidades inferiores na região central do domo, em alguns casos em cotas superiores àquelas de unidades estratigraficamente mais elevadas.

Estratigraficamente na área estudada afloram rochas do Grupo Itararé, Grupo Guatá (correspondente à Formação Tatuí), Formação Irati, Formação Corumbataí, e corpos intrusivos associados à Formação Serra Geral, Formação Rio Claro e Depósitos aluvionares.

Dessa forma, a associação de diversas áreas do conhecimento geológico, como estrutural, estratigrafia e geomorfologia para a execução desse trabalho permitiu a consolidação dos conhecimentos adquiridos no curso até então, além de propiciar a oportunidade de compreender os processos e etapas de trabalho de mapeamento, interpretações e conclusões competentes a um geólogo, além do trabalho em escritório com a utilização de softwares como CorelDraw, AutoCAD e Google Earth. Foi possível, assim compreender melhor como é a geometria dos corpos intrusivos associados à Formação Serra Geral na área de estudo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOARRAGE, A. M. & LOPES, R. da C. Projeto A Borda Leste da Bacia do Paraná: integração geológica e avaliação econômica. Porto Alegre : DNPM/CPRM, 1986. 18 v.

AB'SABER, A. N. Depressões periféricas e depressões semi-áridas no Nordeste Brasileiro. – Boletim Paulista de Geografia, no 22, março de 1956, pp. 3-16. São Paulo.

ALMEIDA, F.F.M. 1986. Alguns problemas das relações geológicas entre o Cráton Amazônico e as faixas de dobramentos marginais a leste. In: SIMP. GEOL. CENTRO-OESTE, 2. Goiânia, 1986. Aias... Goiânia, 1986. Goiânia, SBG. v. 1, p. 3-4.

ALMEIDA, F. F. M. 1964. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. In: Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, V.41: 169-263p.

ALMEIDA, F. F. M. Tectônica da Bacia do Paraná no Brasil. São Paulo, 1980. 187p. (Relatório da PAULIPETRO n. 14091).

ANDRADE, S. & SOARES, P.C. 1971. Geologia do Centro-Leste do Estado de São Paulo. Petrobrás/Desul. (Boletim 407).

ASSINE, M. L.; ZACHARIAS, A. A.; PERINOTTO, J. A. 2003. Paleocorrentes, paleogeografia e seqüências deposicionais na Formação Tatuí, centro-leste do Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Geociências, 33(1): 33-40

Barbosa-Gimenez, Nara Lúcia and Caetano-Chang, Maria Rita Diagenese de arenitos da Formação Tatuí no estado de São Paulo. Rev. bras. geociênc., Mar 2010, vol.40, no.1, p. 68-79. ISSN 0375-7536

BARBOSA, O. & GOMES, F. Pesquisa de Petróleo na Bacia do Rio Corumbataí. Estado de São Paulo. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, A. – 1958 –Rio de Janeiro. 171.

BARBOSA-GIMENEZ, N. L. & CAETANO-CHANG, M. R. Diagenese de arenitos da Formação Tatuí no estado de São Paulo. Rev. bras. geociênc. vol.40 no.1 São Paulo mar. 2010.

BRIGHETTI, J.M.P., CHANG, M.R.C. 1992. Feições características de depósitos de interdunas eólicas em sedimentos da Formação Pirambóia na região de Rio Claro (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. Boletim de resumos expandidos... São Paulo: SBG, p. 510-511.

BORTOLUZZI, CA. (1975) Étude de quelques empreintes de la flore gondwaniénne du Brésil. 95^{ème} Congr. Natl. Soc. Savantes, Reims, Bibliothèque Nationale, Comptes Rendus, p. 171-187.

BOSIO, N.J. 1973. Geologia da área de São Pedro, SP. Tese de Douto- ramento, Fac. Filos. Ciências e Letras de Rio Claro, Rio Claro-SP, 125p.

CAETANO-CHANG M.R & WU F.T. 1995. As Formações Pirambóia e Botucatu no Estado de São Paulo. In: SBG, SIMP. GEOL. SUDESTE, 4, Águas de São Pedro, Boletim Resumos, p. 64.

CAETANO-CHANG, M.R. & WU, F.F. Diagênese de arenitos da Formação Pirambóia no Centro Este Paulista. Geociências, v. 22, N. Especial, p. 33-47, 2003.

CAETANO-CHANG, M.R. & WU, F.T. Bacia do Paraná: formações Pirambóia e Botucatu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. Roteiro de Excursão... São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1992, v. 2, p. 1-19.

CAETANO-CHANG, M.R.; WU, F.T.; BRIGHETTI, J.M.P. Caracterização eólica de arenitos da Formação Pirambóia, proximidades de São Pedro (SP). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2, 1991, São Paulo. Atas... São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1991, v. 2, p. 53-58.

CASTRO, J. C. & MOCHIZUKI, A. H. A cunha de ciclo de fácies do permiano na margem leste paulista. In...Anais do XI Simpósio de Geologia do Sudeste, São Pedro p. 50, 2009.

CASTRO, J.C.; BORTOLUZZI, C.A.; CARUSO Jr., F.; KREBS, A. S. Coluna White: Estratigrafia da Bacia do Paraná no Sul do Estado de Santa Catarina - Brasil. Florianópolis: Secretaria de Estado de Tecnologia, Energia e Meio Ambiente, 1994. 1 v. (Série Textos Básicos de Geologia e Recursos Minerais de Santa Catarina, 4).

CASTRO. R.M.C. 1999. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. Pp. 139-155 In: E.P. Caramaschi, R. Mazzoni, C.R.S.F. Bizerril & P.R. Peres- Neto (Eds.). Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis, vol. 7, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, 260 pp.

CAZZULO-KLEPZIG, M. (1978) Estudo da tafoflórula do Membro Morro Pelado na sua localidade-tipo. Pesquisas, 11:225-303.

DONATTI, L.M. 2002. Faciologia, proveniência e paleogeografia das Formações Pirambóia e Botucatu no Estado do Paraná. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 135 p.

FRANÇA, A.B., POTTER, P.E. Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatório do Grupo Itararé (Permocarbonífero), bacia do Paraná (Parte 1). Boletim de Geociências da Petrobrás. v.2, n.2/4, p. 147-191, 1988.

FULFARO, V. J.; GAMA JUNIOR, E.; SOARES, P. C. 1980. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. São Paulo: Paulipetro, 167 p.

FÚLFARO, V.J.; SAAD, A.R.; SANTOS, M.V.; VIANNA, R.B. 1982. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 12(4): 590-610.

GAMA Jr, E.G.; BANDEIRA, I. A. I.; RIBEIRO, H.I. P. S. Distribuição espacial e temporal das unidades litoestratigráficas paleozóicas da parte central da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 12, n.4., p. 578-589., 1982.

GORDON Jr., M. Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. *Notas Preliminares e Estudos, DNPM/DGM*, Rio de Janeiro nº 38, p.1-20 , 1947.

IPT, INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT, 1981 b.

KREBS, A.S.J. Contribuição ao conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos da área correspondente à bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, SC. 2002. 1 v. proposta de Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis , 2002.

LANDIM, P.M.B.; SOARES, P.C.; GAMA JR., E.G. (1980) - Estratigrafia do Nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná - UNESP - Campus de Rio Claro - Curso de Especialização (Convênio UNESP/IPT).

LAVINA, E. L.; LOPES, R. C. A transgressão marinha do Permiano Inferior e a evolução paleogeográfica do Supergrupo Tubarão no Estado do Rio Grande do Sul. *Paula Coutiana*, Porto Alegre, n. 1, p. 51-103, 1986.

MANTOVANI, M. S. M. ; WILDNER, W. & JUNCHEN, P. L. Paraná Basin Magmatism, Stratigraphy and Mineralization (Southern Brazil). In : INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. Pre-Congress Field Trip... Rio de Janeiro, 2000. 63 p.

MATOS, S.L.F. O contato entre o Grupo Passa Dois e a Formação Pirambóia na borda leste da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo. São Paulo, 1995. 175 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

MATOS, S.L.F. & COIMBRA, A.M. 1997. Sucessão de fácies na Camada Porangaba, Grupo Passa Dois, Estado de São Paulo. In: SBG, *Revista Brasileira de Geociências*, 27:377-366.

MILANI, E.J. 1997. Evolução Tectono-Estratigráfica da Bacia do Paraná e Seu Relacionamento com a Geodinâmica Fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental. Tese de Doutorado. UFRGS. 254 p. + volume de anexos

MILANI, E.J.; FRANÇA, A.B.; SCHNEIDER, R.L. 1994. Bacia do Paraná. Boletim de Geociências, PETROBRÁS, v.8, pp. 69-82.

MILANI, E.J., MELO J.H.G., SOUZA P.A., FERNANDES L.A. & FRANÇA A.B. 2007. Bacia do Paraná. In: MILANI EJ, RANGEL HD, BUENO GV, STICA JM, WINTER WR, CAIXETA JM & PESSOA NETO OC (Eds.). Bacias Sedimentares Brasileiras - Cartas Estratigráficas. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, 15(2): 265-287.

MORAES REGO, L.F. 1930. A geologia do petróleo no Estado de São Paulo. Boi. Servo Geoz. Min., DNPM, 46:1-110.

PIRES NETO, A. G. Estudo morfotectônico das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá e áreas adjacentes no Planalto Atlântico e Depressão Periférica. Relatório de Pós-Doutoramento, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 70p. 1996.

RICCOMINI, C. Estilos estruturais da Região do Domo de Pitanga, Bacia do Paraná, SP. Boletim IG-USP, Publicação Especial, nº12., p. 93-94. 1992.

RICCOMINI, C. Tectonismo gerador e deformador dos depósitos Sedimentares Pós-Gondvânicos na Porção Centr-Oriental do Estado de São Paulo e áreas vizinhas, 1995. V. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

RICCOMINI, C.; Coimbra, A. M.; Suguio, K.; Minhály, P. Maturana, E. C. 1991. Nova unidade litoestratigráfica cenozóica da Bacia de Taubaté, SP: Formação Pindamonhangaba. Bol. IG- USP, 9:141-147.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia, Ambiente e Planejamento. São Paulo: Contexto, 1990. 88p.

SANFORD, R.M.; Lange, F.W. 1960 Basin study approach to oil evaluation of Paraná miogeosyncline, South Brasil. Bulletin of American Association of Petroleum Geologist, 44 (8): 1316-1370.

SANTOS, R. V.; SOUZA, P. A.; ALVARENGA, C. J. S.; DANTAS, E. L.; PIMENTEL, M. M.; OLIVEIRA, C. G.; ARAÚJO, L. M. Shrimp U-Pb Zircon dating and palinology of bentonitic layers from the Permian Irati Formation, Paraná Basin, Brazil. Gondwana Research, Osaka, v. 9, p. 456-463, 2006.

SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. 1974. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: SBG, XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, Anais, V.1: 41-65p.

SOARES, P.C. - 1972 - O limite glacial-pós glacial do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo. An. Acad. Bras. Ciênc. Rio de Janeiro, 44:333-341.Suplemento.

SOARES, P.C. 1974. "Elementos Estruturais da parte nordeste da Bacia do Paraná: Classificação e Gênese". SBG, Cong.Bras. Geol., 28, , Anais, Porto Alegre, SBG: 4: 121.

SOARES, P. C.; NELLI, O.; PENALVA, F.; WERNICK, E.; SOUZA, A.; CASTRO, P.R.M. 1973. Geologia do Nordeste do Estado de São Paulo. In: SBG, CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, Aracaju, Anais: 243-256.

SOARES, P. C.; SINELLI, O.; PENALVA, F.; WERNICK, E.; SOUZA, A.; CASTRO, P. R. M. Geologia do Nordeste do Estado de São Paulo,. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27., 1973, Aracaju. Anais... Aracaju: SBG, 1973. v. 1, p. 209-236.

SOUSA MOL. 1997. Caracterização estrutural do Domo de Pitanga - SP. Dissertação de Mestrado em Geociências - Instituto de Geociências e Ciências Exatas - UNESP, Rio Claro. 116f.

SOUSA M.O.L. 2002. Evolução tectônica dos Altos Estruturais de Pitanga, Artemis, Pau D'Alho e Jibóia, Centro do Estado de São Paulo. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 206 f.

TOGNOLI, F. M. W.; 1999 - Análise icno-estratigráfica e cronocorrelativa do Grupo Guatá em sondagens testemunhadas no centro leste paranaense. Trabalho de Formatura, UNESP - Campus de Rio Claro.

VIEIRA, A.J., MAINGUÉ, E. 1973. Geologia de semi-detulhe do centro e nordeste do Paraná e centro-sul de São Paulo. Ponta Grossa: PETROBRÁS/DESUL. 49p. (Relatório PETROBRÁS/DESUL n. 425).

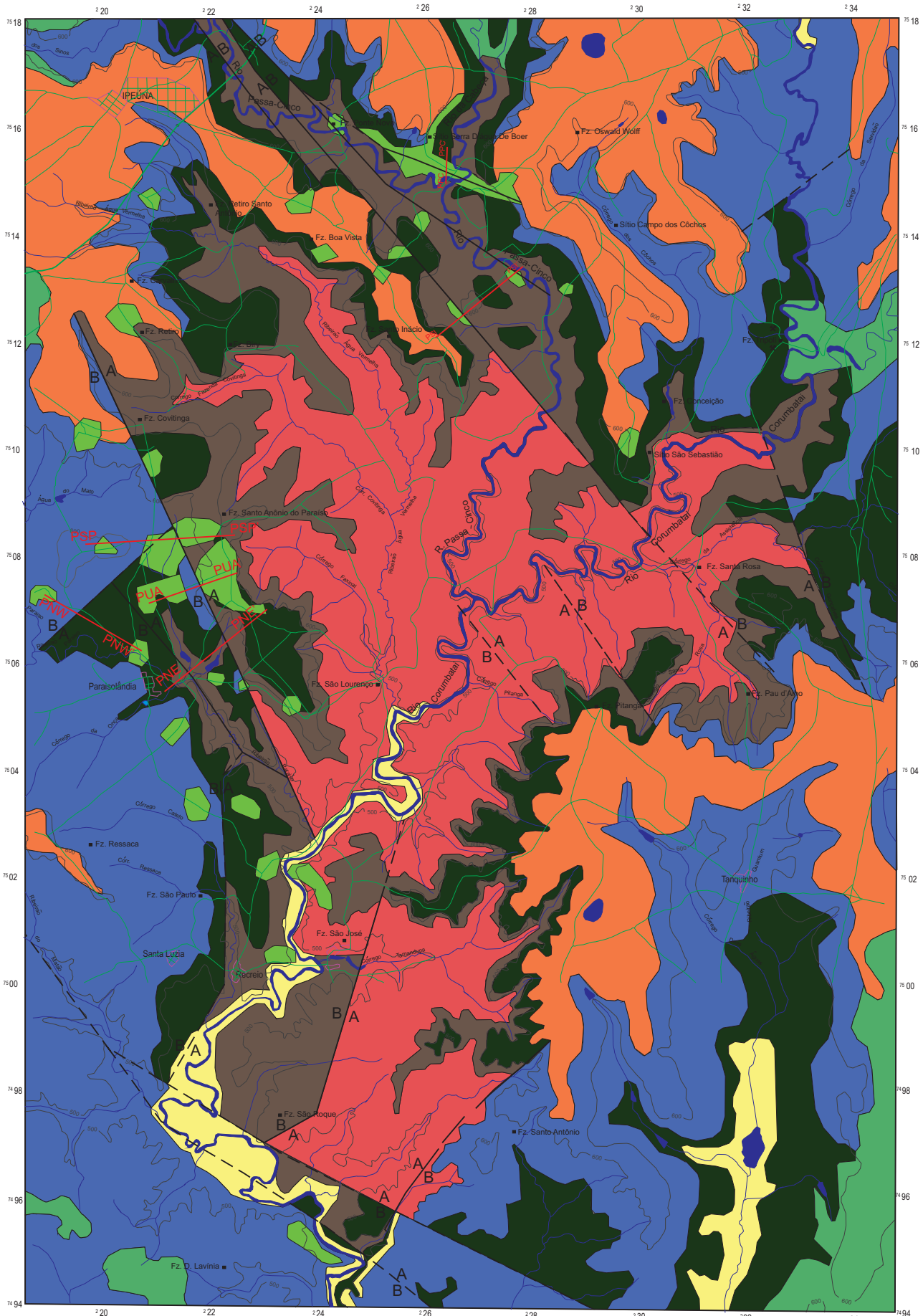
WASHBURNE, C. W. ' - 1930.Petroleum · geology.of the State of S. Paulo by Coriúnisã Geographicae G eológica. São 'Paulo, Instituto Geográfico e Geo- lógicO. 280 p. (Boletim, 22) .

WHITE, D.A. - 1980 - Assessing Oil and Gas Plays in Facies-Cycle Wedges. AAPG Bulletin, v. 64, n. 8, p. 1158-1178.

WHITE, I.C. (1908) Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil. Rio de Janeiro : DNPM , 1988. Parte I, p.1-300 ; Parte II, p. 301-617. (ed. Fac-similar)

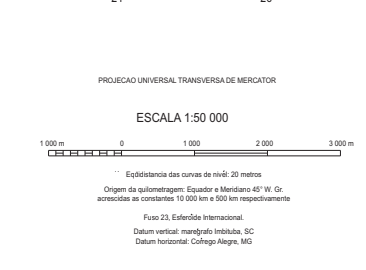
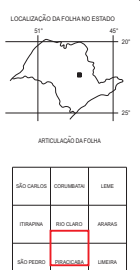
ZAINE, J.E. Mapeamento Geológico- Geotécnico por Meio do Método do Detalhamento Progressivo: Ensaio de Aplicação na Área Urbana do Município de Rio Claro (SP). 2000. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

MAPA GEOLÓGICO



- UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS**
- Cenozoico**
- Depósitos Aluvionais
 - Formação Rio Claro
- Mesozoico**
- Rochas básicas intrusivas associadas à Formação Serra Geral
- Paleozoico**
- Formação Corumbataí
 - Formação Irati
 - Formação Tatuí
 - Grupo Itararé

- Convenções Geológicas**
- Perfis
 - Falha definida
 - Falha inferida
 - Contato definido
 - A - Bloco alto
 - B - Bloco baixo



- Convenções Cartográficas**
- Curvas de nível
 - Estrada pavimentada
 - Estrada Não Pavimentada
 - Drenagens
 - Rios Principais
 - Minas

Trabalho de Conclusão de Curso

Mapa de Geológico (Anexo II)

Autor: Mauro Barba Ruiz
 Orientador: Joel Carneiro de Castro

Julho 2012