



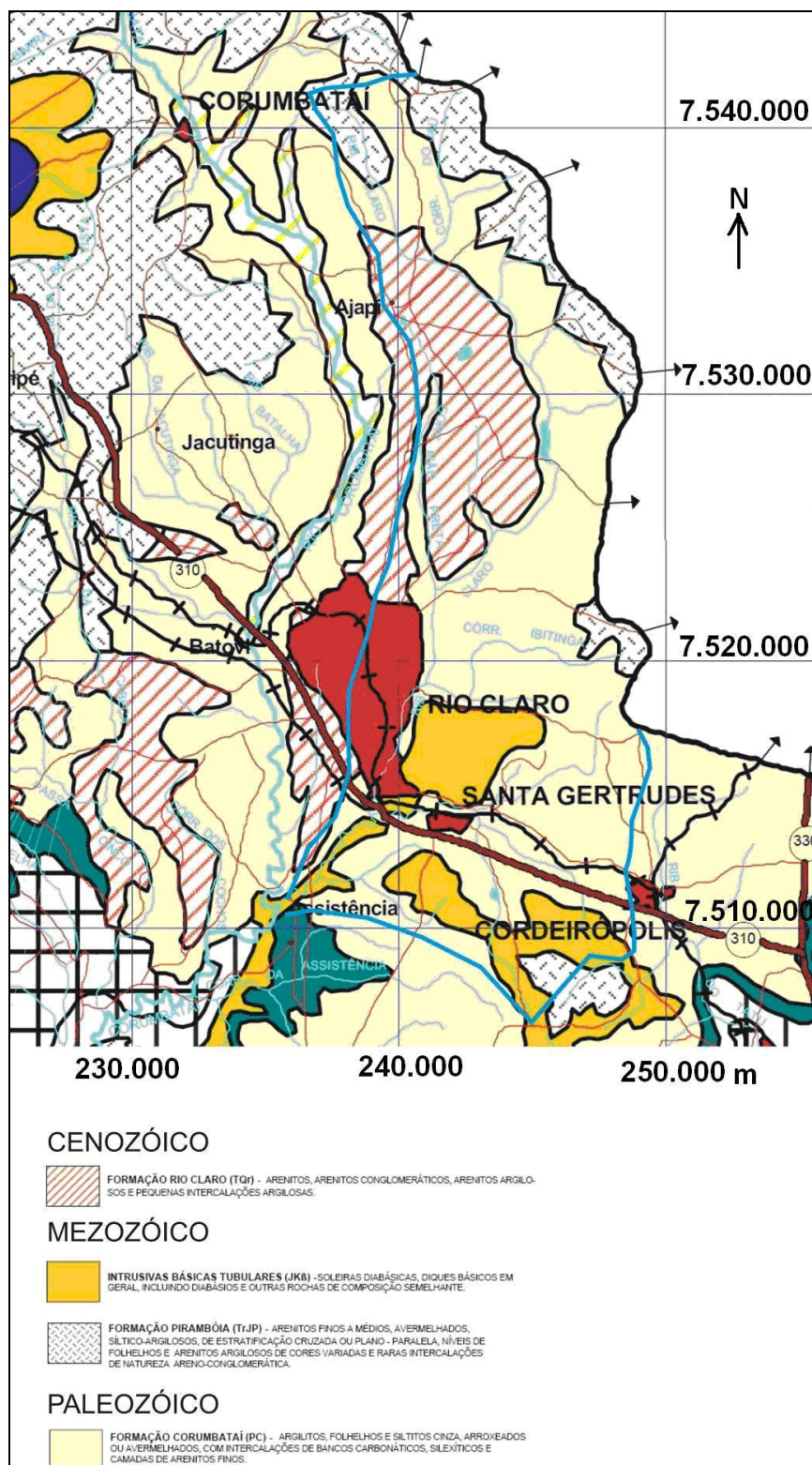
## 7.1.4 - Geologia

### 7.1.4.1 Geologia da All

O ribeirão Rio Claro e seus afluentes situam-se em uma região onde predominam no subsolo as formações sedimentares da Bacia Sedimentar do Paraná. A caracterização geológica desta bacia será feita através da análise dos dados secundários obtidos de publicações e sites disponibilizados na WEB.

A evolução desta bacia pode ser entendida em quatro grandes episódios, cada um sendo característico de um ciclo tectono-sedimentar completo. Os dois primeiros ciclos estão relacionados à sedimentação em uma bacia sinforme subsidente (Paleozóico), e os dois últimos correspondendo às fases de soerguimento e extrusão de grande quantidade de lavas toleíticas relacionadas ao intumescimento da crosta ocorrido ao redor de 135 - 120 Ma (Mezozóico).

A **Figura 7.1.4.1-1** mostra o mapa geológico da All.



**Figura 7.1.4.1-1 – Mapa geológico da AII**



A descrição do panorama geológico será feita a partir das unidades mais antigas para as mais recentes.

Relacionada ao primeiro ciclo citado acima aparecem os sedimentos da Formação Corumbataí. E que constituem a base das demais formações geológicas que ocorrem na bacia.

A Formação Corumbataí apresenta relações estratigráficas concordantes com a unidade Irati em seu contato basal, sendo constituída por siltitos maciços e laminados de coloração cinza-escuro ou arroxeada-acinzentada, por vezes avermelhada e, mais raramente, por lentes de arenitos finos e camadas de calcários, silicificados ou não, com a presença de fratura conchoidal.

Esta formação, como pode ser observada no Mapa Geológico da AII (**Figura 7.1.4.1-1**), aparece diretamente abaixo do manto de alteração e de solos em quase todos os setores da bacia excetuando-se apenas nos trechos mais altos das cabeceiras das principais drenagens e principalmente nos limites norte e nordeste da bacia hidrográfica, onde esta formação é recoberta, também, por sedimentos da formação Pirambóia. Nas partes centrais e sul da Bacia, mais duas formações também recobrem de forma isolada os sedimentos da formação Corumbataí.

Esta formação tem sua importância por conter as camadas de siltitos arroxeados e objetos dos empreendimentos de mineração em questão.

A camada de solo que se estende sobre a formação, conforme as observações efetuadas em campo é caracterizada por apresentar uma constituição argilosa e proveniente da alteração intempérica dos sedimentos desta formação, cuja espessura local, é da ordem de 2 metros.

Na bacia do ribeirão Rio Claro a camada estratigraficamente situada acima da Formação Corumbataí, são os sedimentos da Formação Pirambóia (Triássico).

Esta unidade (Fm. Pirambóia) é identificada pelos arenitos finos a médios, com níveis de conglomerados, de cores avermelhadas e amareladas, com estratificações cruzadas, geradas por vento e correntes aquosas. Aparecem também níveis de sedimentos mais argilosos, incluindo folhelhos cinzas e arenitos argilosos maciços de forma mais isolada.

Pela litologia e estruturas sedimentares interpreta-se que estas rochas foram originadas em situação flúvio-desérticas, com migração de dunas de areia e regiões interdunas mais úmidas.

No trecho da bacia, situado na parte sudeste da cidade de Rio Claro aparecem manchas das rochas Intrusivas Básicas Tabulares e correlacionadas à Formação Serra Geral. Nesta região os corpos intrusivos estão associados à Formação Corumbataí constituindo, sobretudo diques e sills. Esses corpos intrusivos têm composição típica dos diabásios e apresentam granulações levemente maiores que os basaltos da Formação Serra Geral. Esta unidade está constituída predominantemente por basaltos e basaltos andesitos de filiação toleítica os quais contrastam com riólitos e riodacitos.



Nos eventos geológicos mais recentes (Cenozóico) foram estabelecidas as camadas sedimentares (arenitos e arenitos argilosos) e mapeadas como Formação Rio Claro.

Esta unidade pode estar repousando sobre diferentes unidades anteriores, mas na bacia hidrográfica em questão ela aparece apenas sobre as camadas da formação Corumbataí.

Uma grande mancha se localiza no sítio urbano de Rio Claro e em porções situadas a norte da cidade. Esta formação é constituída por arenitos mal selecionados, amarelos e avermelhados, friáveis, com intercalações pouco espessas de argilitos e na base um nível de conglomerados.

As características desta unidade levam a interpretá-la como depósitos formados em condições continentais, fluviais (com pequenos lagos) em clima semi-árido.

No mapa apresentado na **Figura 7.1.4.1-1**, devido à escala adotada, não foram representados os sedimentos aluvionares, que se correlacionam com as planícies aluvionares atuais (várzeas) das principais drenagens da região.

Esta unidade de mapeamento, bem mais recente que as demais, se desenvolve ao longo das principais drenagens naturais, através de processos de deposição de sedimentos que são previamente remobilizados das litologias descritas nos itens anteriores. Os sedimentos aluvionares têm características predominantes onde prevalecem as argilas e siltes com pouca ou quase nenhuma fração arenosa em decorrência da constituição das áreas fontes.

A existência de soleiras nas drenagens estabelecidas condiciona o processo de sedimentação atual e que foram correlacionadas ao Quaternário.

Sobre as camadas aluvionares típicas também se desenvolvem bancos de assoreamentos decorrentes das atividades econômicas estabelecidas na região.

#### **7.1.4.2 Geologia da AID e ADA**

Neste item são apresentadas as características geológicas da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Gertrudes.

Os dados obtidos de publicações foram analisados e, juntamente com os dados coletados em campo, permitiram estabelecer o Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do ribeirão Santa Gertrudes, apresentado na **Figura 7.1.4.2-1**. As informações coletadas também permitiram estabelecer as características do subsolo e que constam neste mapa.

A descrição do panorama geológico apresentada a seguir, é feita a partir das unidades mais antigas para as mais recentes.



### **Figura 7.1.4.2-1 – Mapa Geológico**



- **Formação Corumbataí**

Na área da bacia as litologias mais antigas e que constituem o embasamento e sustentação das demais unidades geológicas, são as rochas sedimentares e classificadas na Formação Corumbataí da Bacia do Paraná.

Na **Figura 7.1.4.2-1** pode ser vista a distribuição desta unidade dentro da bacia hidrográfica em questão. A formação Corumbataí ocupa a maior parte da área da bacia predominando desde o sul da bacia, passando pela parte central e atingindo as proximidades do seu limite norte, onde uma faixa que acompanha este limite apresenta em subsolo as rochas intrusivas básicas que serão apresentadas a seguir.

A Formação Corumbataí apresenta relações estratigráficas concordantes com a unidade Irati em seu contato basal, sendo constituída por siltitos maciços e laminados de coloração cinza-escuro ou arroxeada-acinzentada, por vezes avermelhada e, mais raramente, por lentes de arenitos finos e camadas de calcários, silicificados ou não, com a presença de fratura conchoidal. As estruturas sedimentares mais comuns são laminações plano-paralelas, camadas maciças, marcas onduladas, hummockys, flasers, diques clásticos e gretas de contração.

A espessura da Formação Corumbataí é variável, podendo atingir cerca de 200 metros. Na área da bacia não ocorrem afloramentos dos sedimentos da formação Irati que estabelece o embasamento da unidade em questão.

O paleoambiente vem sendo discutido por muitos autores, que através da identificação de estruturas sedimentares, como gretas de contração e laminações cruzadas, caracterizaram o ambiente gerador da Formação Corumbataí como de planícies de inundação ou de maré. Outros autores, a partir do hábito dos xenacantódios, e sua associação com peixes pulmonados (dipnóicos), inferiram um sistema deposicional lacustre, com grande carga de material detrítico em suspensão, suprido por sistemas de drenagens de rios com baixa declividade.

Em trabalhos mais recentes, os sistemas deposicionais da Formação Corumbataí devem ser interpretados como marinhos, com depósitos de alto-mar (offshore), da zona de transição entre praia (shoreface) e mar pouco mais profundo, de planície de maré progradante, de barras e lagunares, estes dois últimos de ocorrência restrita.

A cronologia também é outro aspecto bastante estudado. Alguns autores consideram sua idade como Permiano Superior (Kazaniano e Tatariano inferior), outros Triássico Superior, devido à presença de *Xenacanthus moorei*.

Em trabalhos mais recentes, a existência de petalodontes na Formação Corumbataí auxilia na definição cronológica desta unidade, por terem sido um grupo de peixes cartilaginosos que não ultrapassou o limite Permiano/Triássico.

Principalmente os argilitos e siltitos de coloração arroxeada são os alvos das minerações que produzem a matéria prima da indústria ceramista que se instalou nesta região do Estado. Nas áreas de mineração elencadas neste estudo, esta litologia,

devido suas características físicas, constitui o principal minério e tem sua extração elaborada nos moldes descritos no item 5.

As **Fotos 7.1.4.2-1** e **7.1.4.2-2** mostram aspectos desta unidade de mapeamento em afloramentos existentes nas áreas recém mineradas.



**Foto 7.1.4.2-1** – As camadas horizontalizadas dos sedimentos argilosos da Formação Corumbataí predominam na maior parte dos pontos de afloramento.





**Foto 7.1.4.2-2** – As cores arroxeadas são predominantes, no entanto outras tonalidades (esverdeadas e cinzas) também ocorrem nesses sedimentos.

Localmente, as características geológicas do subsolo foram destacadas e a Formação Corumbataí representa a unidade geológica de maior representatividade na referida bacia, seja do ponto de vista de sua distribuição geográfica ou do ponto de vista econômico.

Segundo LANDIN (1.967) o termo Corumbataí teria sido usado para denominar sedimentos essencialmente argilosos de coloração arroxeada ou avermelhada com intercalações de lentes de arenitos muito finos aflorantes no vale do Rio Corumbataí. Segundo o autor, a Formação Corumbataí pode ser subdividida em duas seqüências: uma inferior constituída por siltitos, argilitos e folhelhos cinza escuro a roxo acinzentado, exibindo fratura conchóide e podendo possuir cimentação calcária; a outra superior apresenta uma coloração vermelho-arroxeada e é caracterizada por argilitos, siltitos e arenitos finos. Podem-se observar estratificações plano paralelas, cruzadas de baixo ângulo, estrutura do tipo flaser, estratificação rítmica e marcas onduladas.

MASSON (1.998) individualiza três níveis estratigráficos na Formação Corumbataí que coincide com os níveis explorados pelos mineradores, os quais misturados em proporções pré-definidas compõem a matéria-prima cerâmica a ser usada na indústria de pisos e revestimentos. Esses níveis são conhecidos no jargão dos mineradores como: nível duro (basal mais profundo), nível médio (intermediário) e nível mole (no topo), logo abaixo do solo.

Recobrimdo esta Formação, observa-se na área a presença de um solo argiloso, proveniente da alteração intempérica desta Formação, cuja espessura local, é da ordem de 2 metros.



CHRISTOFOLETTI (1.999) realizou estudo mineralógico, químico e textural das rochas da Formação Corumbataí numa jazida de argila da região, a sudoeste de Rio Claro. O autor observou variação vertical de composição mineralógica e da textura das argilas das frentes de lavra da jazida, individualizando-as em níveis. Segundo o autor, as argilas da jazida estudada caracterizam-se como fundentes por apresentarem teores de óxido de ferro superior a 5% e teores de álcalis próximos a 6%. Os principais minerais identificados foram o quartzo, feldspato (albita), calcita e hematita. Entre os argilo-minerais destacaram-se: illita, caulinita e montmorilonita.

- **Intrusivas Básicas Tabulares**

Esta unidade de mapeamento se refere às rochas estabelecidas pelos eventos eruptivos (intrusivos) e que são correlacionadas à Formação Serra Geral em decorrência da contemporaneidade e constituição litológicas.

Nesta região os corpos intrusivos estão associados à Formação Corumbataí constituindo, sobretudo diques e sills. Os diques são geralmente simples, mas exemplos de diques múltiplos existem. Preenchem fendas de tração, sendo paralelas suas paredes. São aproximadamente verticais. Sills existem em grande quantidade nas rochas paleozóicas da Depressão Periférica e nos próprios arenitos mesozóicos. É de supor que também existam no interior do pacote de derrames. Têm espessuras variáveis, de centímetros a 150-180 metros. Os mais espessos podem ocupar áreas de até cerca de 900 km<sup>2</sup>, aflorando ao longo de 15 km ou mais, como no nordeste do Estado. São geralmente concordantes com as rochas encaixantes, mas podem ser oblíquos às suas camadas.

Esses corpos intrusivos têm composição típica dos diabásios e apresentam granulações levemente maiores que os basaltos da Formação Serra Geral. Esta unidade está constituída predominantemente por basaltos e basaltos andesitos de filiação toleítica os quais contrastam com riólitos e riodacitos. As rochas, desta unidade de mapeamento são constituídas essencialmente por plagioclásio, augita, minerais opacos e pigeonita, caracterizando diabásio com texturas predominantemente intergranular, subofítica e ofítica.

Na área estudada esta unidade situa-se na porção norte da bacia hidrográfica acompanhando uma faixa de aproximadamente 1 km de largura.

Esta litologia, tanto na sua forma original ou dos componentes residuais derivados da sua alteração, devido suas características físicas não é objeto da exploração por parte das mineradoras que operam nesta região.

Na área da bacia não ocorrem afloramentos significativos desta unidade de mapeamento. Nos taludes de cortes (terraplanagens) rodoviários ou em bancadas de pedreiras situadas na região, os detalhes desta litologia podem ser encontrados. A **Foto 7.1.4.2-3** mostra aspectos desta unidade de mapeamento.



**Foto 7.1.4.2-3** – Aspectos das rochas intrusivas básicas e que ocorrem na região.

- **Aluviões**

Esta unidade de mapeamento, bem mais recente que as duas anteriores, se desenvolve ao longo das principais drenagens naturais, através de processos de deposição de sedimentos que são previamente remobilizados das litologias descritas nos itens anteriores.

Nesta região os sedimentos aluvionares têm características predominantes onde prevalecem as argilas e siltes com pouca ou quase nenhuma fração arenosa em decorrência da constituição das áreas fontes.

Estes corpos atingem em geral poucos metros de espessura e seu desenvolvimento é frequentemente controlado por soleiras litológicas. A maior parte dessas ocorrências pode ser correlacionada ao Quaternário.

Na área da bacia, os aluviões com dimensões expressivas à escala do mapeamento adotado, estão situados ao longo do ribeirão Santa Gertrudes no seu trecho localizado logo a jusante das áreas de interesse à mineração, como pode ser visto na **Figura 7.1.4.2-1**.

Tais depósitos se mostram na forma de planícies que acompanham as margens das drenagens naturais configurando o leito maior desses cursos d'água. O ambiente estabelecido condiciona o processo de deposição de sedimentos, incluindo aqueles gerados atualmente pelas atividades econômicas. Assim é possível observar, sobre os sedimentos de origem naturais e típicos dos depósitos aluviais, camadas mais recentes e que podem ser caracterizados como depósitos de assoreamento. Estes depósitos de assoreamento, no entanto, se mostram de pequenas dimensões.

Estes materiais também não são objetos da exploração econômica estabelecida pelas mineradoras que atuam nesta região.

Na bacia hidrográfica os aluviões compõem partes significativas das Áreas de Preservação Permanente e atualmente se encontram com cobertura vegetal natural em diferentes estágios de regeneração, por vezes cultivada através de planos de recuperação de áreas degradadas, assim, os afloramentos desta unidade se restringem às margens de cursos d'água.

As **Fotos 7.1.4.2-4 e 7.1.4.2-5** mostram aspectos desta unidade de mapeamento.



**Foto 7.1.4.2-4** – Os depósitos aluvionares se desenvolvem ao longo das drenagens estabelecendo planícies alongadas que acompanham as suas margens



**Foto 7.1.4.2-5:** O material depositado nos aluviões são predominantemente argilosos refletindo as condições originais das suas áreas fontes de sedimentos.

### 7.1.5 Paleontologia

Os estudos de paleontologia foram realizados pela FUNEP – Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, que elaborou um laudo técnico referente à presença de fósseis na Formação Corumbataí, unidade litoestratigráfica do Neopermiano da Bacia Sedimentar do Paraná, onde se encontra o Complexo Argileiro de Santa Gertrudes-SP.

Para o desenvolvimento dos trabalhos, as atividades foram divididas em quatro etapas, a saber:

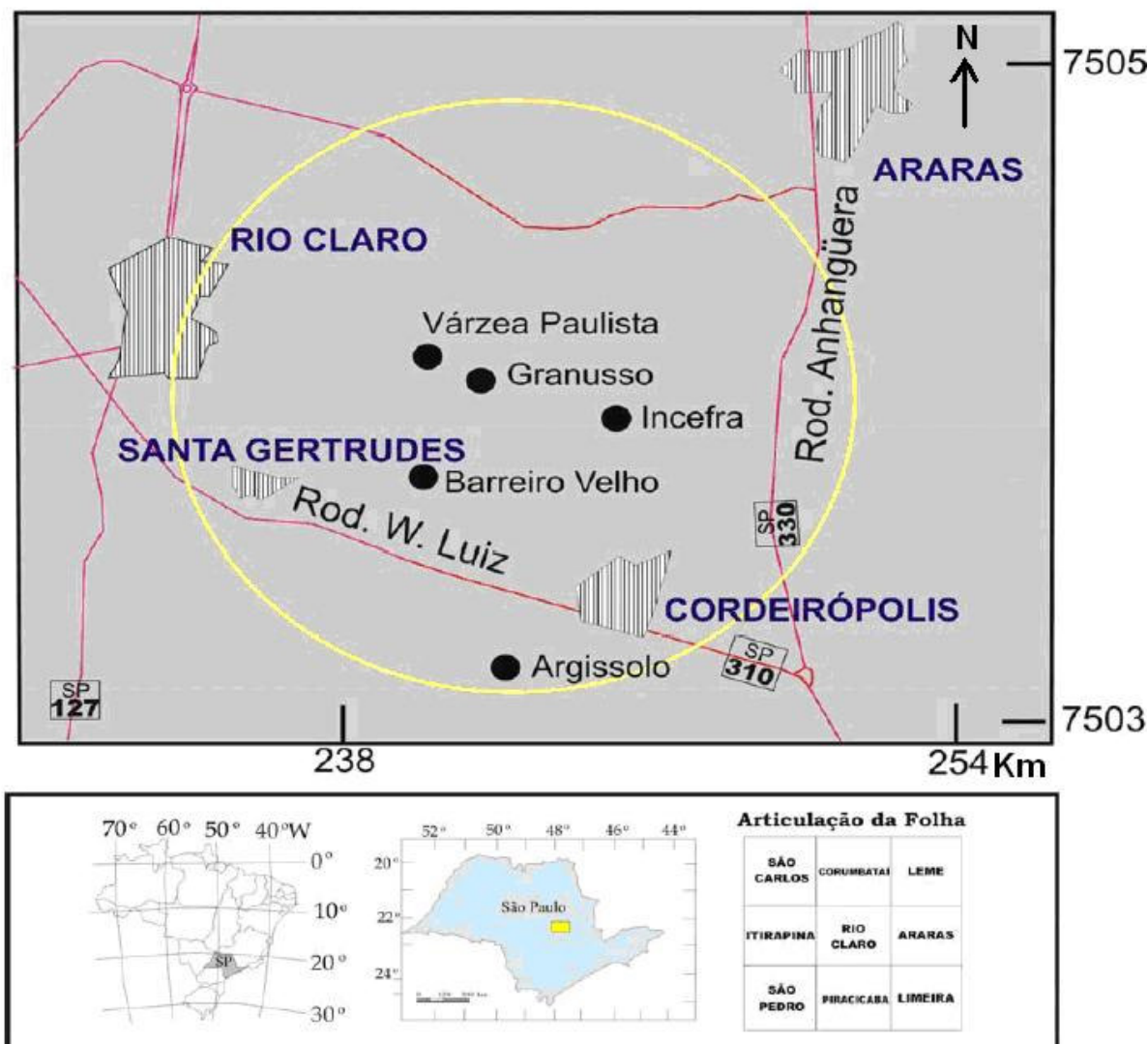
- 1) levantamento bibliográfico (artigos científicos, dissertações e teses e relatórios técnicos; documentos cartográficos e fotográficos);
- 2) coleta de dados de campo em 26 de maio de 2007;
- 3) compilação, cotejamento, integração, síntese e arranjo dos dados;
- 4) elaboração do texto, com emissão de laudo.

O laudo, o qual é apresentado na íntegra no **Anexo VIII**, apresenta inicialmente, a caracterização geral da Formação Corumbataí e o seu conteúdo fóssil, baseados em dados secundários. Em seguida são apresentadas as atividades realizadas nos trabalhos de campo e os resultados destes, quando foram visitadas áreas de extração de matéria-prima na região previamente delimitada (dentro de um raio de 7 km a partir do centro do complexo argileiro). A região de estudo envolveu partes dos municípios de Rio Claro, Santa Gertrudes, Cordeirópolis e Araras, onde foram visitadas 5 áreas de extração de argila, sendo elas denominadas de: 1 – Granusso, 2 – Várzea Paulista, 3 –



Barreiro Velho, 4 – Argissolo e 5 - Incefra. A localização destas áreas pode ser vista na **Figura 7.1.5-1**.

Nessas áreas foram analisadas, macroscopicamente, as sucessões e relações verticais e laterais das rochas aflorantes, caracterização litológica, ciclicidade e, com ênfase, a presença de macrofósseis (procurando-se posicionar as ocorrências na sucessão vertical).



**Figura 7.1.5-1 – Localização da área analisada nos estudos de paleontologia**

A partir da pesquisa bibliográfica, dos trabalhos de campo e do levantamento da legislação no que tange aos depósitos fossilíferos, o estudo realizado chegou às seguintes considerações:

- A região analisada encontra-se no terço inferior a médio da Formação Corumbataí em termos de seu empilhamento estratigráfico (salvo quando alçada por falhas normais), sendo a área 4 (Argissolo) a mais basal. Muito embora, na literatura, tenha sido noticiada a ocorrência de macrofósseis tipo malacofauna – conchas ou mesmo coquinas – nas proximidades da área analisada, não foi constatada, no tempo disponível para a análise, ocorrência de outros fósseis além de fragmentos de paleonisciformes.
- Todos os fósseis encontrados e registrados na referida área e no tempo disponibilizado para a análise, constituem-se de fragmentos de peixes paleonisciformes (principalmente escamas e dentes – ora mais, ora menos completos e preservados), com preservação parcial e dispersos em matriz argilo-siltosa (fundamentalmente associados à Litofácies 2 – Lf2), ou, mais raramente, em nódulos de constituição, provavelmente, fosfática, ou ainda, em fragmentos menores em nível de acumulação por processos de maior energia (Litofácies 4 – Lf4). Muito embora, possam as ocorrências estar associadas a níveis, estes não possuem, na área sob análise, uma previsão segura de ocorrência quando da abertura e/ou avanço de frentes de lavra.

## 7.1.6 Geomorfologia

### 7.1.6.1 Geomorfologia da All

A bacia em estudo, conforme pode ser visto na **Figura 7.1.6.1-1** que apresenta a Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo (IPT-1981), está inserida na Zona do Médio Tiete que é configurada na Depressão Periférica.

O relevo da bacia hidrográfica do ribeirão Claro é caracterizado pela suavidade das colinas na parte central da bacia e que se mostra circundado pelas formas pouco mais acentuadas dos relevos de morrotes que predominam nos limites norte e nordeste da bacia e que são associados com o subsolo composto por arenitos da Formação Pirambóia.

As planícies aluvionares da bacia se limitam aos eixos das principais drenagens e se mostram de forma descontínua, associando-se a soleiras que estabelecem sítios de deposição de sedimentos.

A **Figura 7.1.6.1-2** mostra os tipos de relevos que ocorrem na bacia hidrográfica do ribeirão Rio Claro.

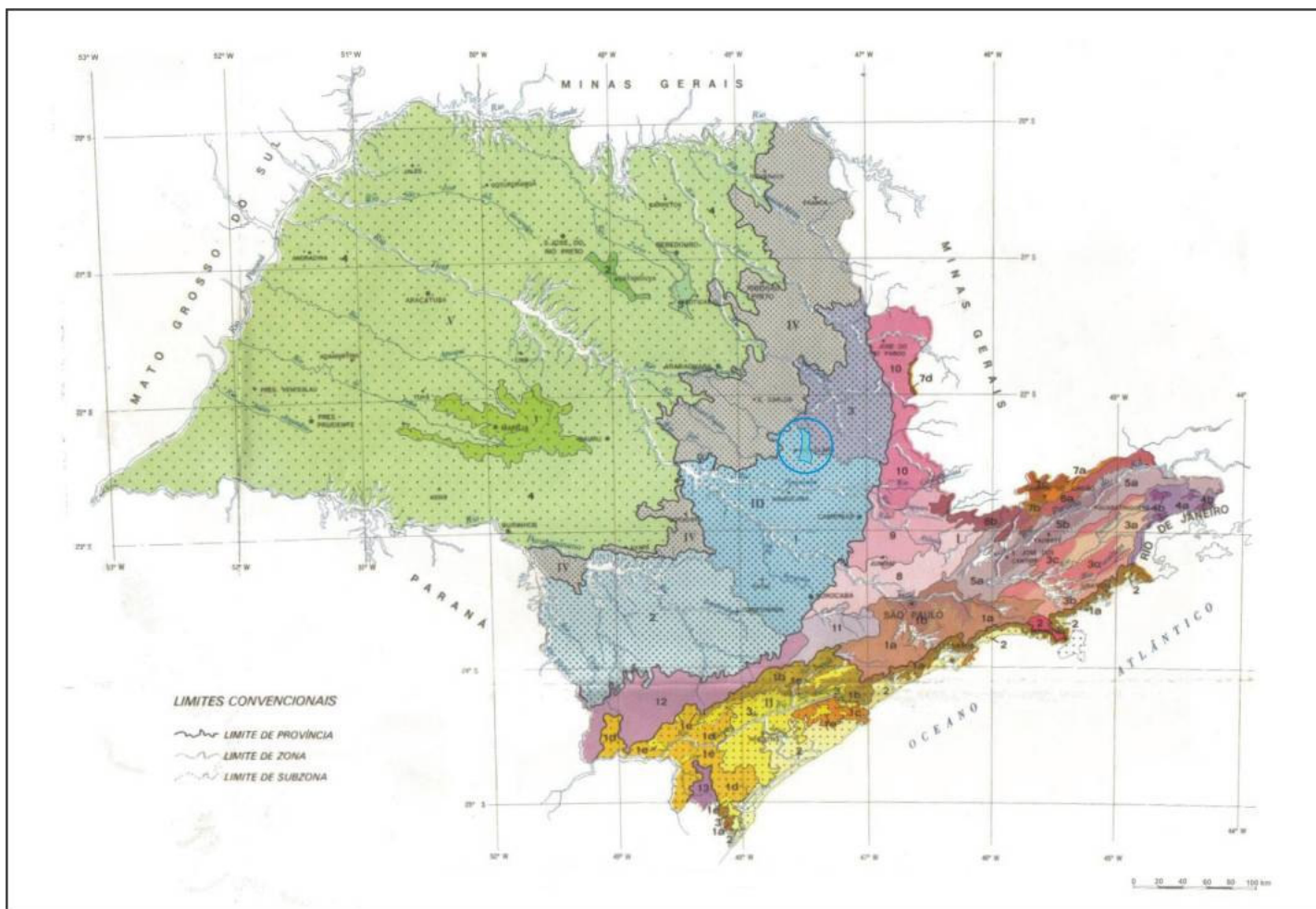


Figura 7.1.6.1-1 – Inserção da Bacia Hidrográfica do ribeirão Rio Claro na Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo.

7.1 - MEIO FÍSICO

EIA/RIMA Complexo Argileiro de Santa Gertrudes

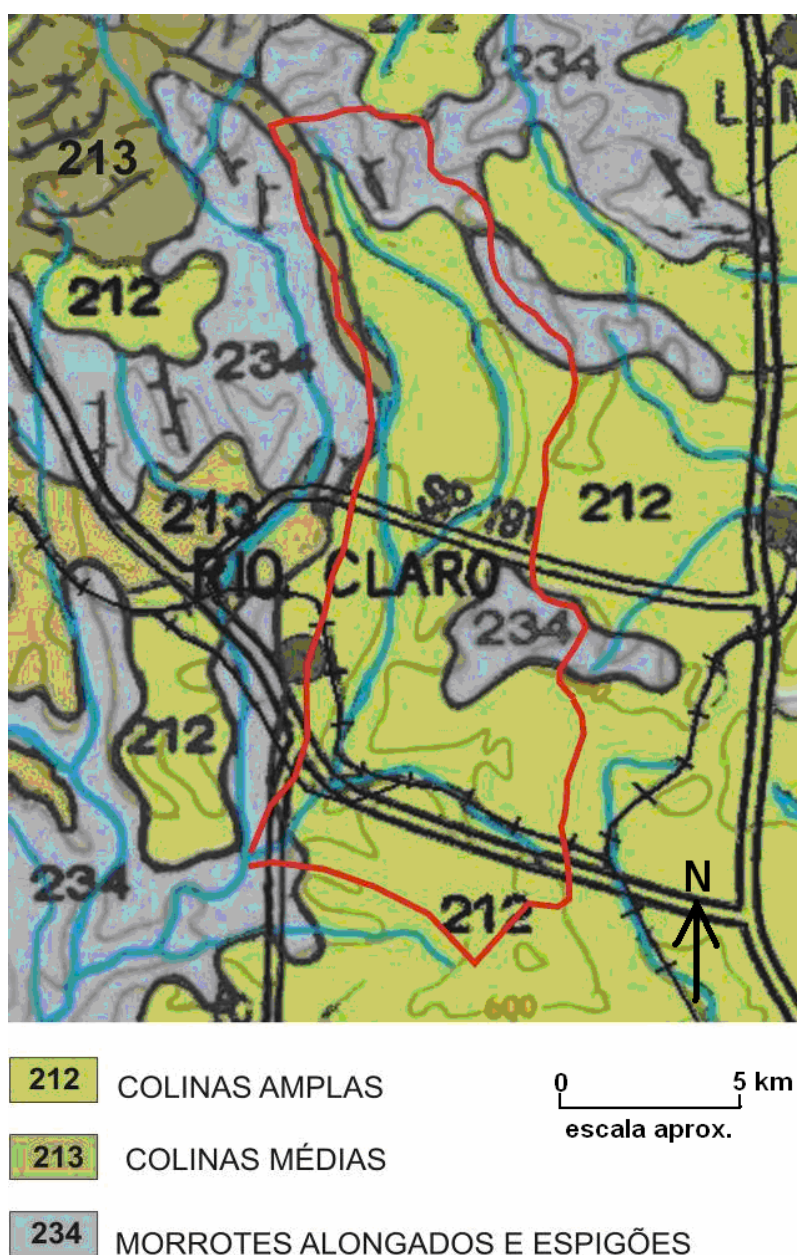


7.1-80

AR 327/08

11/06/2008





**Figura 7.1.6.1-2 – Tipos de relevos que ocorrem na bacia hidrográfica do ribeirão Rio Claro.**



### 7.1.6.2 Geomorfologia da AID e ADA

As características do relevo bem como dos processos da dinâmica superficial que predominam nas diversas unidades de mapeamento serão apresentadas neste item.

A **Figura 7.1.6.2-1** mostra o Mapa Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do ribeirão Santa Gertrudes.

As unidades de mapeamento foram estabelecidas conforme metodologia apresentada no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981) destacando se as formas de relevo que predominam nesta região.

Foram identificados três tipos de relevos e que apresentam correlações com o material do subsolo (geologia) conforme pode se verificar numa análise comparativa entre os mapas apresentados. As unidades de mapeamento são apresentadas a seguir numa seqüência que vai dos relevos mais movimentados para os mais planos.



**Figura 7.1.6.2-1 – Mapa Geomorfológico**

- **Relevo de Morrotes**

Este tipo de relevo é associado às rochas intrusivas que ocorrem nesta região. A resistência natural desta litologia frente aos processos de pediplanação confere uma superfície pouco mais acidentada aos terrenos onde essas rochas aparecem em subsolo. No entanto, como se viu nos levantamentos de campo, nesta região os relevos de morrotes também se apresentam, de uma forma geral, bastante suavizados. As declividades das vertentes, e que conferem parâmetros para a caracterização deste tipo de relevo, situam-se na faixa dos 15% que consiste no valor de limitação. Nos relevos de morrotes típicos estes valores são sempre superiores a este índice.

A análise dos levantamentos topográficos disponíveis para esta região indica que as amplitudes dos morrotes ficam em torno de 150 metros, com topos situados a 750 metros de altitude em relação ao nível do mar.

A cobertura de solos é pouco espessa, predominando valores da ordem de 2 metros, nos trechos medianos das vertentes. São solos argilosos, bem estruturados e de boa coerência, assim os processos erosivos naturais, principalmente em decorrência das baixas declividades, são de baixa intensidade, restringindo às erosões de pequenas dimensões e rastejos superficiais, pouco acelerados, das coberturas de solo.

Nas áreas de exposição dos solos por praticas econômicas ou estabelecimento de infra-estruturas, os processos erosivos também se mostram de pequenas intensidades.

A **foto 7.1.6.2-1** mostra uma vista panorâmica da região de morrotes que situa-se mais afastada das áreas destinadas à mineração.



**Foto 7.1.6.2-1:** Ao fundo, junto à linha do horizonte aparecem áreas de domínio dos morrotes, com um relevo pouco mais acentuado que aquele que aparece em primeiro plano (relevo de colinas), onde se localizam as áreas mineradas.

- **Relevo de Colinas Amplas**

Este tipo de relevo, nesta região está associado às rochas sedimentares da Formação Corumbataí. O modelado do terreno é bastante suavizado, com declividades inferiores a 15 %. Nesta área a declividade média é da ordem de 3%, correspondendo a valores significativamente baixos.

Conforme a análise das cartas topográficas e as observações de campo as colinas apresentam interflúvios com pouco mais de 4 km<sup>2</sup> conferindo extensas áreas de topos que situam-se em cotas entre 650 e 670m, permanecendo em valores pouco inferiores que a região dos morrotes.

As amplitudes dessas colinas situam-se na faixa de 100 metros. A cobertura de solos também se mostra pouco espessa permanecendo em valores de 1 metro. São solos argilosos, coerentes e bem estruturados, conferindo resistência aos processos erosivos naturais.

Nas áreas utilizadas por atividades econômicas (mineração, agricultura) os processos erosivos também se mostram pouco desenvolvidos. Os sedimentos gerados são argilosos e conferem às águas superficiais, principalmente nos períodos chuvosos uma coloração mais acentuada. No entanto não se observam grandes cicatrizes de processos erosivos e nem mesmo bancos de assoreamento significativos nos leitos das drenagens naturais.

A **Foto 7.1.6.2-2** mostra uma vista geral das áreas de domínio de colinas amplas.



**Foto 7.1.6.2-2** – No primeiro plano e ao fundo aparecem áreas de colinas amplas, destacando a baixa declividade das vertentes, com valores da ordem de 3%.



- **Relevo de Planícies Aluviais**

Este relevo é o mais plano que ocorre na área de estudos. As planícies aluviais estão associadas com os depósitos de sedimentos homônimos e tem seu desenvolvimento com os processos de aggradação, inversamente do que ocorre nos outros dois relevos descritos anteriormente, onde os processos de degradação são predominantes.

As planícies aluviais situam-se ao longo das principais drenagens naturais que se distribuem nesta região, especialmente ao longo das margens do ribeirão Santa Gertrudes.

O mapa da **Figura 7.1.6.2-1** mostra a distribuição das principais áreas de planícies aluviais situadas a jusante das glebas destinadas à mineração.

Nesta região elas apresentam pequenas dimensões de largura máximas, da ordem de 250 metros.

Como já citado, os processos predominantes são de deposição de sedimentos que são gerados à montante. Esta deposição de sedimentos através do regime natural dos cursos d'água estabelecem camadas planas que se localizam às margens dessas drenagens.

Grandes partes das áreas das planícies aluviais compõem, conforme estabelecido pela legislação ambiental (Lei nº 7.803/89) Áreas de Preservação Permanente, As atividades econômicas vem respeitando estas áreas, ao contrário do ocorrido no passado, e conseqüentemente a vegetação natural tem se mostrado de forma cada vez mais desenvolvida ou naturalmente adensada.

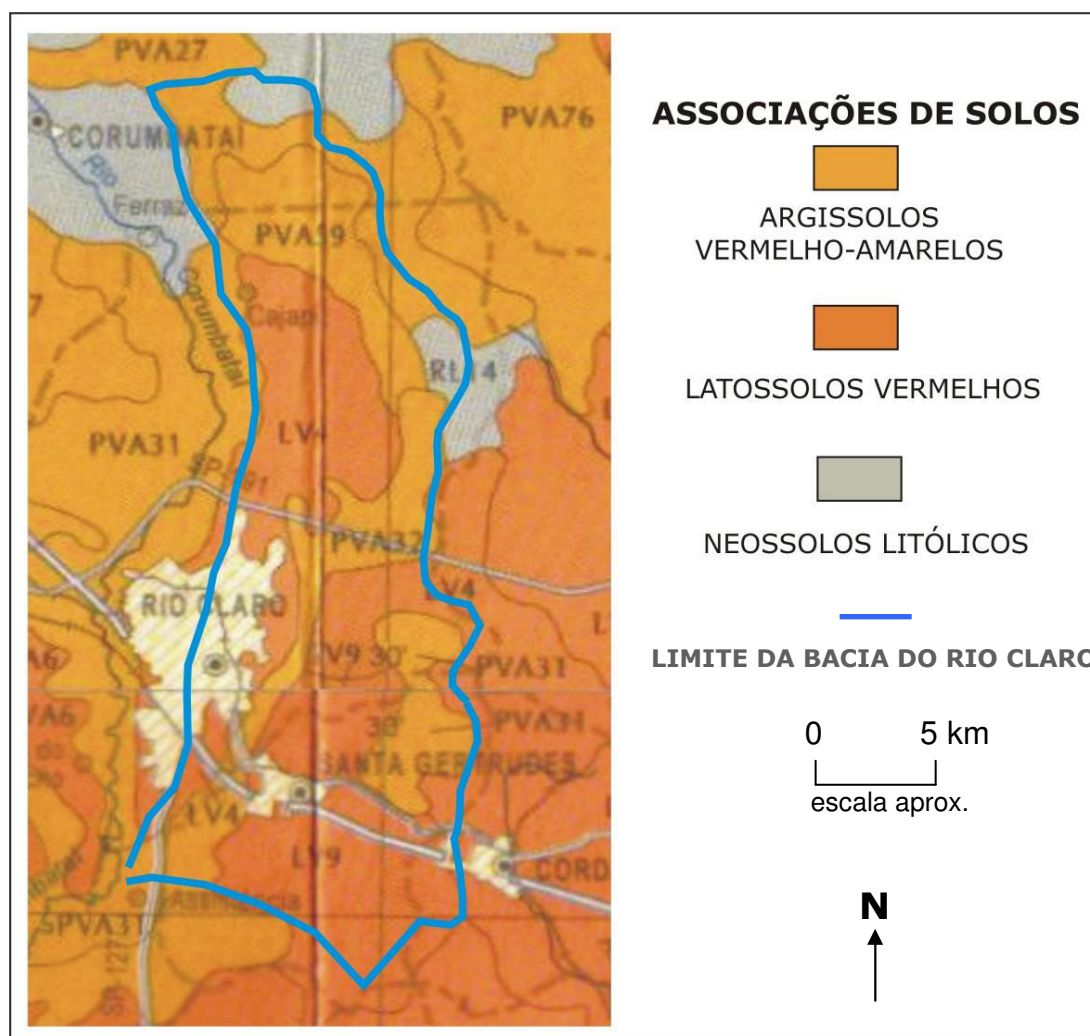


## 7.1.7 Pedologia

### 7.1.7.1 Pedologia All

Neste item são apresentadas as características da cobertura de solo superficial que se desenvolve na área de Influência Indireta.

A **Figura 7.1.7.1-1** mostra o Mapa Pedológico da Bacia Hidrográfica do ribeirão Rio Claro. As unidades de mapeamento apresentadas neste mapa se referem às associações de solos e que foram identificados no levantamento de solos do Estado de São Paulo.



**Figura 7.1.7.1-1 – Distribuição das associações de solos na All.**

Conforme pode ser visto na **Figura 7.1.7.1-1**, os Latossolos são mais freqüentes na parte sul da bacia e predominam nas áreas dos topos dos interflúvios. As





associações de argissolos são mais comuns na parte norte da bacia e predominam nos trechos dos sopés das vertentes e próximos dos eixos das drenagens naturais.

Na escala deste mapa não foram distinguidos os solos hidromorfizados que predominam sobre as camadas de sedimentos aluvionares.

Nos limites norte e nordeste da bacia hidrográfica e associados às rochas da Formação Pirambóia aparecem os Neossolos Litólicos que se mostram sempre com perfis pouco desenvolvidos e com presença do substrato rochoso quase na superfície do terreno.

#### **7.1.7.2 Pedologia da AID e ADA**

Neste item são apresentadas as características da cobertura de solo superficial que se desenvolve sobre as litologias acima apresentadas.

A **Figura 7.1.7.2-1** mostra o Mapa Pedológico da Bacia Hidrográfica do ribeirão Santa Gertrudes.



**Figura 7.1.7.2-1 – Mapa Pedológico**



- **Argissolos Vermelho-Amarelos**

Estes solos são de constituição mineral com argila de atividade baixa e horizonte B textural situado imediatamente abaixo do horizonte A, apresentando por vezes horizonte plântico, não coincidente com a parte superficial do horizonte B textural.

Nestes solos a matiz é classificada como 5YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5 YR, na maior parte do horizonte B.

Os argissolos desta região apresentam espessuras máximas da ordem de 2 metros nos pontos mais desenvolvidos e em média este valor situa-se na faixa de 1 metro.

A textura é predominantemente argilosa em decorrência das características do subsolo garantindo boas condições para a prática da agricultura e outros usos. Este solo se mostra relativamente seguro contra processos erosivos, facilitando a sua utilização para o estabelecimento de vias de acesso e outras solicitações das atividades econômicas que se desenvolvem nesta região.

Conforme pode ser visto na **Figura 7.1.7.2-1** a mancha de argissolo situa-se na parte central da bacia hidrográfica, sobre os sedimentos argilosos da formação Corumbataí. Este tipo de solo aparece em todas as áreas destinadas à mineração recobrando as camadas de sedimentos destinadas à extração.

- **Latossolos Vermelhos**

Os latossolos são de constituição mineral, apresentando horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A podendo apresentar perfis espessos nos relevos mais suavizados.

São solos com boas propriedades físicas incluindo boa porosidade, permitindo uma boa drenagem interna, facilitando os usos agrícolas ou outros usos. Nos solos de textura argilosa, como os que ocorrem nesta região, a resistência aos processos erosivos é considerada boa, limitando a ocorrência de grandes processos erosivos.

A coloração dos argissolos situa-se no matiz 2,5YR ou mais vermelho nas suas camadas e horizontes superiores.

Conforme pode ser visto na **Figura 7.1.7.2-1** este tipo de solo recobre as rochas intrusivas e parte das rochas sedimentares da parte sul da bacia. Não aparecem nas áreas destinadas à mineração.

- **Gleissolos**

São solos de constituição mineral, com horizonte glei dentro dos primeiros 50 cm da superfície, imediatamente abaixo do horizonte A, e com horizonte B incipiente ou mesmo ausente em grande parte dos casos.



Nestes solos o nível d'água do lençol freático se encontra bastante raso, dificultando a aeração e consumindo rapidamente o oxigênio do solo pelos microorganismos, dificultando ou inibindo o crescimento das raízes da plantas.

Devido à formação em sedimentos aluviais, os Gleissolos apresentam geralmente texturas erráticas, mas nesta região eles são predominantemente argilosos em decorrência dos depósitos aluviais que aqui ocorrem.

As estruturas e outras propriedades deste solo são prejudicadas pela constante presença da água superficial, principalmente nos períodos chuvosos quando os cursos d'água transbordam e ocupam mais espaços na várzea, onde predominam estes solos.

Como já comentado as APPs que acompanham os eixos das drenagens e o seu leito maior apresentam gleissolos como predominantes. São áreas que, devido às suas características pedológicas, já possuíam limitações ao uso, atualmente se apresentam sem atividades econômicas e em alguns casos atendem programas de recuperação ambiental estabelecendo uma vantajosa cobertura vegetal.

O Mapa da **figura 7.1.7.2-1** mostra a distribuição dos Gleissolos na bacia hidrográfica em estudo.

### 7.1.8 Geotecnia

Neste item são descritas as características geotécnicas das unidades de mapeamento estabelecidas para a bacia hidrográfica em estudo.

Para o estabelecimento das unidades de mapeamento foi adotado como objetivo a delimitação de áreas com comportamentos similares frente aos processos da dinâmica superficial (erosão e assoreamento) e decorrentes das solicitações que os diversos usos já estabelecidos pelas atividades econômicas impõem na configuração do meio físico da bacia.

O mapa apresentado na **Figura 7.1.8-1** mostra os compartimentos geotécnicos definidos para a bacia hidrográfica do ribeirão Santa Gertrudes.

Como se vê, neste mapa foram delimitadas as áreas onde predominam processos de degradação (alteração e erosão), as áreas de processos de aggradação (deposição e assoreamento) e as áreas construídas, onde estes processos ficam totalmente confinados ou fortemente controlados.



**Figura 7.1.8-1 – Mapa Geotécnico**



- **Processos de Degradação**

Em decorrência das características do meio físico, em destaque relevos e coberturas de solo, os processos de alteração e erosão são predominantes e tem a sua intensidade alterada pelas atividades econômicas e respectivas coberturas vegetais que se estabelecem.

Foram distintas as áreas conforme o potencial erosivo que se estabelece, foram indicados três níveis:

- Alto potencial erosivo;
- Médio potencial erosivo;
- Baixo potencial erosivo.

Nas áreas de alto potencial erosivo o relevo apresenta vertentes (morrotes ou colinas), incluindo as de baixas ou médias declividades, o solo se apresenta exposto (sem cobertura vegetal), remobilizado ou mesmo totalmente removido, por longos períodos de tempo (intervalos superiores a 1 ou mais anos). Nessas condições ocorrem áreas de concentração do escoamento das águas pluviais, que tem assim seu potencial erosivo aumentado.

Conforme observado em campo os processos erosivos se encontram ativos, embora, na maior parte dos locais eles se mostram de pequenas dimensões (sulcos ou pequenas ravinas) com larguras métricas e comprimentos de poucas dezenas de metros. Não foram encontrados os processos erosivos de grandes dimensões e que podem atingir do lençol freático e são reconhecidas como boçorocas.

Nesta unidade de mapeamento foram incluídas todas as áreas mineradas e também aquelas que foram usadas no apoio a esta atividade tais como os pátios de secagem do minério, pátios de manobras dos equipamentos, áreas de depósitos de argila, áreas de depósitos de estêreis e outras áreas que sofreram algum tipo de terraplanagem através de cortes ou aterros.

Registra-se que na maioria das áreas de mineração foram implantados equipamentos de controle do escoamento da água pluvial. Este procedimento garantiu que a intensidade dos processos erosivos, embora presentes, não tomasse proporções avantajadas, mantendo-se em estágios passíveis de controle e de fácil remediação, quando necessário.

As áreas de médio potencial erosivo são caracterizadas pelas vertentes (colinas e morrotes) onde se desenvolvem atividades agrícolas. Nessas áreas o solo é parcial e periodicamente remobilizado, ficando a sua superfície exposta por curtos períodos de tempo (meses ou semanas), restringindo-se ao intervalo entre a colheita e o novo cultivo. Práticas conservacionistas foram observadas em todas as áreas de cultivo, aumentando a proteção contra processos erosivos.



Foram identificadas apenas as erosões de caráter laminar, e que não estabelecem sulcos decorrentes da concentração do escoamento pluvial.

As áreas de baixo potencial erosivo correspondem às vertentes que apresentam cobertura vegetal adensada (matas naturais ou cultivadas), aos sopés de vertentes e que também possuem algum tipo de cobertura vegetal permanente, e aos trechos dos fundos dos vales, com coberturas vegetais variadas (gramíneas arbustivas ou arbóreas). Nestas áreas os processos erosivos são praticamente inexistentes e os processos de sedimentação ou deposição de assoreamento são pouco significativos.

### • **Processos de Agradação**

Nesta unidade de mapeamento foram incluídas apenas as áreas dos depósitos aluvionares e que constituem as planícies aluviais. Nestas áreas os processos erosivos são mínimos e se restringem às poucas remobilizações que os cursos d'água mais significativos promovem em parte das suas margens devido ao regime pluvial.

Os processos de sedimentação ou deposição de assoreamento são predominantes, embora de pequenas intensidades como foi constatado nos levantamentos de campo.

As planícies aluviais são relativamente pequenas, não ocorrendo locais onde a largura dessas planícies ultrapassa de forma significativa os 250 m.

Não foram encontrados e mapeados corpos significativos de assoreamento e que refletem os processos erosivos atuais.

Os leitos dos cursos d'água se mostram desobstruídos e as águas fluviais correm sobre fundos naturais, não aparecendo feições anastomosadas típicas das áreas intensamente assoreadas.

Nessas áreas o processo de adensamento da vegetação (matas ciliares) está ocorrendo naturalmente ou através da implantação de programas de recuperação das APPs.

### • **Áreas Construídas**

Nesta unidade foram incluídas as áreas urbanas e as áreas de uso industrial, onde a infra-estrutura e os equipamentos implantados estabelecem total cobertura da superfície do terreno, através de coberturas, calçamentos, pavimentos, e outras superfícies artificiais, que garantem uma grande proteção do solo quanto à ocorrência de processos erosivos.

Entretanto, no entorno dessas áreas construídas é comum o aparecimento de significativos processos erosivos devido à concentração do escoamento das águas pluviais. No caso específico dos empreendimentos em avaliação, devido às medidas adotadas pelos administradores dessas áreas e ao estágio de consolidação em que





se encontra a maior parte dos equipamentos e instalações, não foram identificados processos erosivos significativos decorrentes da implantação das áreas construídas nesta região.