

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
*Campus de Rio Claro*

LETÍCIA GIULIANA PASCHOAL

**DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA EM ÁREA DE  
MINERAÇÃO DE ARGILA: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
RIBEIRÃO SANTA GERTRUDES/SP**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geologia Regional.

Rio Claro (SP)  
2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
*Campus de Rio Claro*

LETÍCIA GIULIANA PASCHOAL

DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA EM ÁREA DE MINERAÇÃO DE  
ARGILA: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA  
GERTRUDES/SP

Orientador: Fabiano Tomazini da Conceição

Co-orientadora: Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geologia Regional.

Rio Claro (SP)  
2010

Comissão examinadora

Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição  
Orientador (IGCE/UNESP/Rio Claro)

Prof. Dr. Norberto Morales  
(IGCE/UNESP/Rio Claro)

Prof. Dr. Archimedes Perez Filho  
(IGE/UNICAMP)

Resultado final: APROVADO

Rio Claro, 17 de Dezembro de 2010.

## DEDICATÓRIA

*Dedico à minha família, motivação da minha vida. Aos meus pais, Zenaide e Osvaldo, pelos intensos ensinamentos ao longo da vida; aos meus irmãos Enzo e Laís, pelo carinho e amizade; à minha avó Mercedes, pela preocupação e pelo incentivo.*

## AGRADECIMENTOS

Muitos foram os que fizeram parte desta etapa da minha vida. Alguns me acompanham desde outras jornadas e outros surgiram e se fizeram indispensáveis durante esta caminhada.

Assim, inicialmente gostaria de agradecer a Deus, esta força maior na qual creio sem a necessidade de garantias palpáveis. Que me guia diante de todas as adversidades da vida e me dá forças para levantar e recomeçar em todos os momentos.

À minha família, que me ensinou e continua a ensinar princípios que me direcionam e dão força e disposição para seguir em frente. Pai, mãe, Enzo e Laís, vocês são o meu porto seguro! Carrego mais de vocês em mim do que possam imaginar e eu mesma possa supor.

Ao Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição, pela orientação, amizade, voto de confiança e pela oportunidade de desenvolver este trabalho junto ao Programa de Pós-Graduação em Geologia.

À Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha, a quem admiro pela postura profissional e orientação sempre rigorosa e precisa, que propicia discussões sempre profícuas.

Ao Prof. Dr. Norberto Morales e Profa. Dra. Maria Isabel Castreghini de Freitas pelas valiosas contribuições cedidas durante a qualificação. E ao Prof. Dr. Norberto Morales e Prof. Dr. Archimedes Perez Filho por aceitarem o convite para participar da banca de defesa desta dissertação e pelas considerações realizadas.

Ao Adriano Luís Heck Simon, sempre muito crítico e sagaz, e à Tissiana de Almeida de Souza, competente e dedicada, pela autenticidade desta amizade que excede os limites físicos do Laboratório de Geomorfologia e as discussões de cunho científico. Agradeço aos momentos de desabafos, conselhos, caminhadas, aulas de *jump*, jargões, muitos risos e distrações, que tornaram este período mais brando. A amizade de vocês fez e faz toda a diferença.

À todos que frequentam o Laboratório de Geomorfologia, por tornarem o ambiente agradável e sempre propício a discussões saudáveis.

Aos amigos conquistados durante a Graduação: Danúbia Caporusso Bargas, Giovanna Gueller, José Theodoro da Silva Neto e Kátia Nones Herédia, simplesmente por fazerem parte de minha vida e me permitirem desfrutar de suas companhias. Por juntos vencermos as distâncias geográficas, a correria do dia-a-dia e mantermos os laços de amizade como outrora.

À Marcia Pereira Cabral pela amizade e incessantes conversas sobre os mais variados e imagináveis assuntos.

Ao Paulo Giovany Quadros do Amaral, pela empatia e amizade desde o primeiro dia do Mestrado na Geologia, e por propiciar almoços da mais tradicional cozinha capixaba e seus cupins, que ficarão marcados na memória e no paladar!

Às amigas Thaís Arruda Ferreira, Priscila Bueno, Tamara Mendes e toda a turma da Escola Técnica Estadual “Bayeux”, pela presença constante há mais de uma década, e por tornarem meus finais de semana sempre divertidos. Esses momentos me deram ânimo para enfrentar as semanas repletas de mapeamentos, revisões bibliográficas e análises.

Ao Sérgio Luis Antonello, que desde o início deste trabalho me ajudou com todas as dúvidas referentes ao uso do programa ArcGis, e que junto aos funcionários do CEAPLA sempre estiveram prontos a ajudar, agradeço o clima amigável e positivo.

Aos bibliotecários da Unesp/*Campus Rio Claro* e funcionários do DEPLAN que sempre me auxiliaram quando necessário.

À CAPES e à FAPESP (Processo nº. 2009/01761-0), pelo financiamento e valioso compromisso social, no primeiro e segundo anos do mestrado, respectivamente.

E a todos que de alguma maneira contribuíram para com a realização desta pesquisa.

Os meus mais sinceros agradecimentos!

## RESUMO

Atividades de mineração estão diretamente relacionadas à alteração das paisagens naturais. Assim, foi selecionada como área de estudo a bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes, localizada no estado de São Paulo, área intensamente alterada pela exploração da argila e destinada a culturas agrícolas. Esta pesquisa se desenvolveu por meio da perspectiva da geomorfologia antropogênica amparada pela teoria geral dos sistemas, com o objetivo de identificar e analisar as alterações ocorridas no uso e ocupação da terra, provenientes principalmente da atividade de exploração da argila, e suas implicações nas características hidro-geomorfológicas desta bacia. Para isso, foram realizados mapas de uso e ocupação da terra e geomorfológicos de três cenários, ou seja, 1962, 1988 e 2006, os quais permitiram a identificação das alterações causadas pelas ações antrópicas sobre as formas de relevo da área. Também se elaborou uma carta de restrições legais ao uso e ocupação da terra com base em parâmetros geomórficos-ambientais, a qual forneceu subsídios para uma posterior reflexão sobre o estado ambiental desta área. Os resultados indicam que as principais feições representativas da alteração humana no relevo são representadas pela abertura de grandes cavas de mineração de argila e as atividades agrícolas, as quais intensificaram os processos denudativos e de sedimentação na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. Assim, os resultados obtidos neste trabalho devem ser utilizados em conjunto com outras informações sobre os recursos naturais disponíveis, fato que permitiria a elaboração de práticas adequadas referentes ao planejamento e gestão ambiental desta bacia hidrográfica.

***Palavras-chave:*** Geomorfologia Antropogênica, Uso da terra, Cartografia Geomorfológica, Ribeirão Santa Gertrudes, Planejamento Ambiental.

## ABSTRACT

Mining activities are directly related to changes in natural landscapes. Thus, it was selected as a study area the Santa Gertrudes Stream watershed, located in the state of São Paulo, being an area intensely altered by exploitation of clay and destined to agricultural crops. From the perspective of anthropogenic geomorphology supported by general systems theory, this research has developed, in order to identify and analyze changes in the land use, mainly from the activity of exploitation of the clay, and its implications in the hydro-geomorphological characteristics of this basin. For this purpose, we made land use and geomorphology maps of three scenarios, i.e. 1962, 1988 and 2006, which allowed the identification of changes caused by human activities on the landforms of the area. It also produced a map of legal restrictions on land use based on geomorphic-environmental parameters, which provided subsidies for further reflection on the environmental status of this area. The results indicate that the main features of representative of human changes in relief are represented for opening of large clay mining pits and agricultural activities, which intensified the denudation and sedimentation processes in the Santa Gertrudes Stream watershed. Thus, the present results must be used in conjunction with other available information about the natural resources, fact that would allow the establishment of programs relating to environmental planning and management of this watershed.

**Keywords:** Anthropogenic geomorphology; Land use; Geomorphological mapping, Santa Gertrudes Stream; Environmental planning.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP.....	8
Figura 2.2 – Mapa geológico da bacia do Ribeirão Santa Gertrudes. ....	9
Figura 2.3 – Divisão Geomorfológica do estado de São Paulo. ....	12
Figura 2.4 – Classificação dos solos na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP..	16
Figura 3.1 – Estruturação da legenda que compõem o mapa geomorfológico da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. ....	38
Figura 4.1 – Destaque para a classe de ocupação da terra destinada à Cobertura herbácea em antigas áreas de mineração na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. ....	47
Figura 4.2 – Imagem representativa da classe de ocupação da terra destinada aos reservatórios artificiais na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. ....	47
Figura 4.3 - Mata ciliar na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes.....	48
Figura 4.4 – Área destinada ao cultivo do feijão na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. ....	48
Figura 4.5 – Área mapeada como sendo de alagamento sazonal sobre uma antiga cava de mineração inativa.....	50
Figura 4.6 – Obras de engenharia que drenam água da antiga cava de mineração para um curso de água localizado vertente abaixo, evitando um aumento nos processos de erosão linear. ....	50
Figura 5.1 – Setores selecionados para análise da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. ....	56
Figura 5.2 – Setor de área de mineração de argila na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. ....	58
Figura 5.3 – Setor de acumulação sedimentar na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. ....	61
Figura 5.4 – Setor de alterações morfo-hidrográficas na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. ....	63
Figura 5.5 – Setor de alteração de vertentes na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. ....	67
Figura 5.6 – Setor de processos erosivos na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes.	71
Figura 5.7 – Setor com indícios de erosão remontante na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. ....	74

## LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 4.1 – Área com restrições legais ao uso e ocupação da terra a partir de parâmetros geomórficos-ambientais na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. ....	54
---	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Limite das classes de declividade sugeridos para susceptibilidade à erosão e suas características de acordo com Ramalho Filho et al. (1978).....	32
Quadro 3.2 – Níveis de detalhamento dos produtos de sensores remotos de acordo com ANDERSON et al. (1979).....	34
Quadro 3.3 – Classes de uso e ocupação da terra e revestimento do solo aplicado à bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP.....	35
Quadro 3.4 – Identificação das restrições legais ao uso e ocupação da terra a partir de parâmetros geomórficos-ambientais aplicadas a bacia do Ribeirão Santa Gertrudes/SP.....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Ranking dos principais produtores, consumidores e exportadores mundiais de revestimentos cerâmicos.....	20
Tabela 2.2 - Distribuição das indústrias brasileiras de revestimento cerâmico em território brasileiro. ....	20
Tabela 2.3 – Classificação do tamanho das empresas de revestimento cerâmico por escala de produção. ....	21
Tabela 2.4 – Valores em milhões de m <sup>2</sup> de produção do setor de revestimentos cerâmicos. ..	21
Tabela 2.5 – Valores em milhões de m <sup>2</sup> de vendas do setor de revestimentos cerâmicos para o mercado interno. ....	22
Tabela 2.6 – Valores em milhões de m <sup>2</sup> de exportações do setor de revestimentos cerâmicos para o mercado externo.....	22

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO .....	1
1.1 - OBJETIVO .....	5
2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	6
2.1 – SISTEMAS AMBIENTAIS FÍSICOS E SOCIOECONÔMICOS DA BACIA DO RIBEIRÃO SANTA GERTRUDES.....	7
2.2 – DADOS ESTATÍSTICOS DO SETOR CERÂMICO.....	19
3 – MÉTODO E TÉCNICAS .....	24
3.1 - MÉTODO .....	24
3.2 – TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS.....	29
3.2.1 – <i>Elaboração da base cartográfica e carta de declividade</i> .....	30
3.2.2 – <i>Elaboração das cartas de uso e ocupação da terra</i> .....	33
3.2.3 – <i>Elaboração das cartas geomorfológicas</i> .....	36
3.2.2 – <i>Elaboração da carta de restrições legais ao uso e ocupação da terra com base em parâmetros geomórficos ambientais físicos</i> .....	40
4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	43
5 – ANÁLISE SETORIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA GERTRUDES.....	55
5.1 – ÁREA DE MINERAÇÃO DE ARGILA.....	56
5.2 – ÁREA DE ACUMULAÇÃO FLUVIAL .....	60
5.3 – ALTERAÇÕES HIDRO-GEOMORFOLÓGICAS.....	62
5.4 – ALTERAÇÃO DE VERTENTES E PROCESSOS EROSIVOS.....	65
5.5 – ALTERAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS .....	68
5.6 – INDÍCIOS DE EROÇÃO REMONTANTE .....	72
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	75
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	79
ANEXO 1 .....	87
ANEXO 2 .....	88
ANEXO 3 .....	89
ANEXO 4 .....	90

## **1 - INTRODUÇÃO**

A utilização dos recursos minerais pelo homem encontra-se relacionada ao seu desenvolvimento econômico e sócio-cultural, sempre em busca do seu bem-estar. No passado, o desejo por uma nova estrutura social culminou, na segunda metade do século XVIII, na Revolução Industrial. Com esta surgiram diversos modelos econômicos e sociais que visavam atender, sobretudo, as necessidades materiais da humanidade e que nortearam a sociedade até o seu estágio de desenvolvimento atual.

É na natureza que a humanidade encontra os recursos de que necessita para se desenvolver de acordo com os padrões atuais, porém, o consumo destes tornou-se exacerbado, e com frequência extrapola o poder de resiliência dos sistemas ambientais, desencadeando desequilíbrios. A conquista destas transformações materiais, fez com que o homem descobrisse lentamente que, sua maior fonte de força e poder, a natureza, é também o seu ponto de maior fragilidade, e que é preciso estar em equilíbrio com ela para poder sobreviver (BATALHA, 1986).

Como decorrência deste consumo desenfreado, o homem tem causado inúmeras transformações nas camadas (sub) superficiais da crosta terrestre e, conseqüentemente, na paisagem.

Diante desta situação, tornou-se “consenso entre os pesquisadores que se dedicam à questão ambiental de que a bacia hidrográfica constitui-se na unidade fundamental para o

planejamento da paisagem” (CUNHA, 1997, p. 2). Cunha (1995, p. 237) salienta que “Nos últimos três séculos, as atividades humanas têm aumentado a sua influência sobre as bacias de drenagem e, por conseguinte, sobre os canais constituintes”. Desta forma, as atividades realizadas pelo homem sobre as vertentes de uma bacia, seja a mineração, agricultura, urbanização, entre outros, interferem na quantidade de sedimentos relocados dentro de um sistema, alterando a quantidade de erosão, transporte de sedimentos e sua deposição sendo que, este último está intimamente atrelado ao sistema fluvial da bacia hidrográfica, e acaba por modificar seu curso e qualidade.

Conforme enfatizam Guerra e Marçal (2006, p. 47), “quase todas as atividades humanas, na superfície terrestre, causam algum tipo de modificação, sendo que a mineração talvez seja uma das que mais altera o relevo”. Diante disto, optou-se pela escolha de uma bacia hidrográfica altamente impactada pela exploração da argila, matéria-prima destinada ao fabrico de pisos e revestimentos das indústrias cerâmicas do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, como unidade de estudo, ou seja, o Ribeirão Santa Gertrudes.

A área relativa a este ribeirão contribuiu ativamente para que o Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, composto por 45 empresas do setor (BNDES, 2006), seja responsável por 56% da produção brasileira, o que equivale a uma produção de cerca de 423 milhões de m<sup>2</sup> de revestimento cerâmico por ano (ASPACER, 2010). Além disso, esse pólo atingiu a marca de maior e mais importante pólo cerâmico das Américas, consagrando-se em um centro de referência internacional em pavimentos cerâmicos, o que torna sua relevância indiscutível para o desenvolvimento socioeconômico da região.

A atividade ceramista se concentra nesta área devido à presença da Formação Corumbataí, que fornece a matéria-prima (argilas plásticas) para as indústrias cerâmicas (CHRISTOFOLETTI, 1999b). Com relação à situação de exploração nas minas que abastecem o Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, Gaspar Júnior (2003) afirmou que estas deveriam ser melhor gerenciadas, para se evitar o esgotamento precoce desse recurso mineral, estimando-se um tempo de vida útil de 14 anos para as minas em atuação no ano de 2003.

Desde o ano de 2004, a bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes, que já foi amplamente explorada e ainda possui um grande potencial para a extração de argila, possui parte de sua lavra paralisada devido a problemas com questões ambientais. É na bacia do Ribeirão de Santa Gertrudes que se localiza o Complexo Argileiro de Santa Gertrudes, que soma oito empreendimentos com dezesseis processos junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Esse complexo conta com 36,5 hectares de área e busca, a partir

da aprovação de um EIA/RIMA, o qual vem sendo avaliado pelos órgãos competentes, um parecer favorável à continuação e expansão das áreas a serem lavradas (REIS, 2009).

A extração desordenada da argila por um longo período de tempo causou impactos nos meios físicos, bióticos e socioeconômicos. Christofolletti (1999b, p. 2), salienta que a lavra da argila era realizada geralmente “[...] sem qualquer planejamento, o que provoca a degradação de importantes depósitos e, conseqüente, desconfiguração da paisagem, que às vezes, termina em verdadeiras formações lacustres”. Outras conseqüências relacionadas às alterações em áreas de atividade ceramista vinculada ao Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes compreendem: dinamização dos processos erosivos no solo, processos de assoreamento dos cursos d’água, aumento da turbidez das águas superficiais, alteração das propriedades do solo e da qualidade das águas subterrâneas e superficiais, redução da disponibilidade hídrica subterrânea com redução da vazão dos corpos hídricos superficiais, diminuição da riqueza de espécies e perda da variabilidade genética, perda de habitat para a fauna terrestre, proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica, alteração na qualidade do ar devido ao aumento da emissão de poeira, entre outros.

Relacionado aos aspectos socioeconômicos, é possível afirmar que a atividade de mineração da argila provoca impactos tanto negativos quanto positivos. A população, principalmente a que reside muito próxima aos pátios de beneficiamento e às indústrias cerâmicas, sofre com a emissão de poeiras e com a turbidez das águas, que nem sempre está própria para o consumo e em alguns períodos do ano chega a faltar (LEVIGHIN, 2005, p. 4). Porém é inegável que tal atividade econômica tenha dinamizado a economia regional, aumentado a receita do município e gerado emprego e renda para as famílias da região de formas direta e indireta.

Com isso, esta pesquisa se desenvolve por meio da perspectiva da geomorfologia antropogênica, a qual defende que a atividade do homem, integrada a fatores naturais, é responsável pelo esculpimento da paisagem (NIR, 1983), estando ela amparada pela teoria geral dos sistemas. A proposta desse trabalho se fundamenta na concepção de que o homem tem interferido de forma cada vez mais rápida e agressiva na dinâmica dos processos que ocorrem dentro do campo geomorfológico, o que leva a defender a idéia, segundo Vicente e Perez Filho (2003), de que a humanidade vivencia uma nova realidade ambiental. Desta maneira, o homem passa da condição de agente dinamizador do relevo para a de agente geomorfológico independente, que cria novas formas de relevo e interfere nos processos anteriormente estabelecidos, guiado, sobretudo por necessidades intrínsecas ao sistema socioeconômico em vigência.

Para tanto, o desenvolvimento desse trabalho recorre à técnicas da cartografia temática e da cartografia geomorfológica evolutiva, por meio das quais, produziram-se mapeamentos referentes a três cenários, que datam de 1962, 1988 e 2006, na escala de detalhe 1:10.000, que permitem uma averiguação detalhada da evolução das alterações causadas pela ação antrópica sobre a morfologia original, o curso dos canais fluviais e no uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes.

A realização destes mapeamentos possibilitou a comparação entre as características do relevo mais próximas da morfologia original, cenário de 1962, e da morfologia antropogênica, cenários de 1988 e 2006, o que permite realizar considerações sobre os processos vinculados direta e indiretamente à ação antrópica e ao diagnóstico de tendências. Desta maneira, o presente trabalho apontou áreas prioritárias para a realização de programas de conservação dos recursos naturais respeitando os limites físicos da área de estudo, bem como identificou e sugeriu algumas formas de intervenção e de mitigação de impactos adequadas à situação.

Torna-se importante salientar o amplo universo de estudos vinculado a esta temática e a carência de trabalhos científicos, na perspectiva da geomorfologia antropogênica, aplicados à área de mineração de argila; e que as medidas a serem sugeridas por esta pesquisa serão passíveis de serem aplicadas a outras áreas que compõem o Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, onde a argila se apresenta como matéria-prima e fonte de grande movimentação econômica, dada à similaridade geológica, geomorfológica e climática destes locais.

A exposição dessa pesquisa estrutura-se em seis capítulos: O **Capítulo 1** apresenta a introdução ao tema proposto, na qual se levantam as prerrogativas sob as quais se desenvolve o trabalho. O **Capítulo 2** discorre sobre a caracterização da área de estudo pautada no segmento da Geomorfologia Antropogênica, que para tanto levanta aspectos do sistema ambiental físico e socioeconômico da região em que se insere a bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. O **Capítulo 3** visa discorrer sobre os métodos e técnicas que embasam esta dissertação, ou seja, a Geomorfologia Antropogênica amparada pela Teoria Geral dos Sistemas. Os **Capítulos 4 e 5** apresentam os resultados e discussões, respectivamente, alcançados a partir do emprego destas técnicas e a análise dos dados concernidos por tais. Por fim, o **Capítulo 6** apresenta as considerações finais relacionadas à temática e à fundamentação teórico-metodológica adotada.

## **1.1 - OBJETIVO**

Este estudo baseou-se na hipótese central de que a dinâmica do uso e ocupação das terras na área em estudo, a bacia do Ribeirão Santa Gertrudes (SP), desencadeou significativas transformações na geomorfologia e na rede de drenagem original da área, fazendo com que grande parte desses elementos tivesse sua dinâmica acelerada e condicionada pela ação antrópica. Essa situação teria promovido alterações não apenas superficiais na paisagem como também em camadas mais profundas do relevo e levou a uma readequação do sistema, outrora natural, às novas interações responsáveis pelo funcionamento do mesmo na atualidade.

Assim, o objetivo geral dessa pesquisa é o de identificar e analisar as alterações ocorridas no uso e ocupação da terra, provenientes principalmente da atividade de exploração da argila, e sua influência na geomorfologia da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP, com a finalidade de analisar tendências, dando enfoque para a situação atual. A partir desta premissa, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a dinâmica do uso da terra e as alterações ocorridas na paisagem do Ribeirão Santa Gertrudes por meio de referencial bibliográfico e mapeamentos temporais datados de 1962, 1988 e 2006;
- Identificar e comparar qualitativa e quantitativamente as alterações hidrogeomorfológicas promovidas pelas ações antrópicas na área, com ênfase àquelas vinculadas à atividade de mineração, por meio de mapeamento geomorfológico dos anos de 1962, 1988 e 2006;
- Espacializar os limites de proteção ao ambiente instituído pela Legislação e órgãos competentes a partir do mapeamento das restrições legais ao uso e ocupação da terra, com base em parâmetros geomórficos-ambientais;



## **2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A proposta de estruturação da caracterização da área de estudo busca se basear na perspectiva sistêmica (CHRISTOFOLETTI, 1999a), a qual fundamenta o trabalho. Desta maneira, os elementos que compõem os sistemas ambientais físicos e socioeconômicos, que se inter-relacionam e operam na bacia do Ribeirão Santa Gertrudes serão apresentados de forma integrada.

Inicialmente será apresentada sua localização e estrutura geológica regional, por ser considerado o componente condicionante e que potencializa as características topográficas e dos solos. Em seguida serão abarcados os mecanismos da circulação atmosférica com o intuito de fornecer subsídios para a compreensão do fator climático, que se configura em fonte de energia e age como controlador dos processos e da dinâmica dos demais sistemas ambientais físicos.

Logo após, serão apresentadas as características do sistema geomorfológico, resultantes da interação entre os sistemas geológico e climático, sobre o qual se desenvolvem diferentes tipos de solos, estabelece-se a cobertura vegetal, organizam-se os sistemas de drenagem e ocorrem as atividades humanas, guiadas por suas necessidades socioeconômicas. Finalmente, uma atenção especial será dada ao cenário cerâmico devido à sua importância regional.

## ***2.1 – SISTEMAS AMBIENTAIS FÍSICOS E SOCIOECONÔMICOS DA BACIA DO RIBEIRÃO SANTA GERTRUDES***

O Ribeirão Santa Gertrudes situa-se entre as coordenadas geográficas 22°24'36'' e 22°28'23'' de Latitude S e 47°31'29'' e 47°27'16'' de Longitude W, totalizando 27,87 km<sup>2</sup> de área inseridos dentro dos limites do município de Santa Gertrudes, estado de São Paulo (Figura 2.1). Possui como principal via de acesso a Rodovia SP - 316, conhecida também como Rodovia Constantine Peruchi.

A topografia do Ribeirão Santa Gertrudes, bacia hidrográfica em questão apresenta altitudes que oscilam entre 575 e 780 metros e é considerada como pouco acidentada; porém mesmo diante de um relevo pouco movimentado, a (re)mobilização de sedimentos dentro da bacia é intensa, devido, sobretudo à atividade mineradora e agrícola.

Este ribeirão encontra-se inserido na bacia do Córrego Santa Gertrudes, a qual se trata de um afluente da margem esquerda do Ribeirão Claro, que por sua vez, insere-se na bacia do Rio Corumbataí, que deságua no Rio Piracicaba, importante afluente do Rio Tietê. O Rio Corumbataí possui padrão meandrante e fundo de vale relativamente plano, sendo no alto curso encachoeirado, onde ocorrem vales estreitos e profundos. Segundo Conceição (2000), o Rio Corumbataí possui uma extensão de aproximadamente 120 km, tendo suas nascentes na Serra de Santana, a cerca de 800 m de altitude e desaguando no Rio Piracicaba, na cidade de Piracicaba, na cota 470 m. A vazão média mensal é de 26,45 m<sup>3</sup>/s com a vazão média mensal máxima de 168,36 m<sup>3</sup>/s registrada no mês Fevereiro de 1995 e vazão média mensal mínima de 5,96 m<sup>3</sup>/s registrada no mês de Setembro de 1994. A média mensal da vazão do Rio Corumbataí indica a menor vazão mensal no mês de Agosto e a maior no mês de Março.

A **geologia** da região de estudo é exclusivamente formada por rochas sedimentares e ígneas da Bacia Sedimentar do Paraná, sendo esta uma extensa depressão deposicional, também conhecida como sinéclise do Paraná, que ocupa a parte central do continente Sul-Americano (FÚLFARO et al., 1982; SCHOBENHAUS et al., 1984).

Do ponto de vista estratigráfico, a bacia sedimentar do Paraná é preenchida predominantemente por sedimentos paleozóicos e mesozóicos. Na área de estudo, as únicas unidades geológicas que afloram tratam-se das formações Corumbataí e Serra Geral (Figura 2.2).

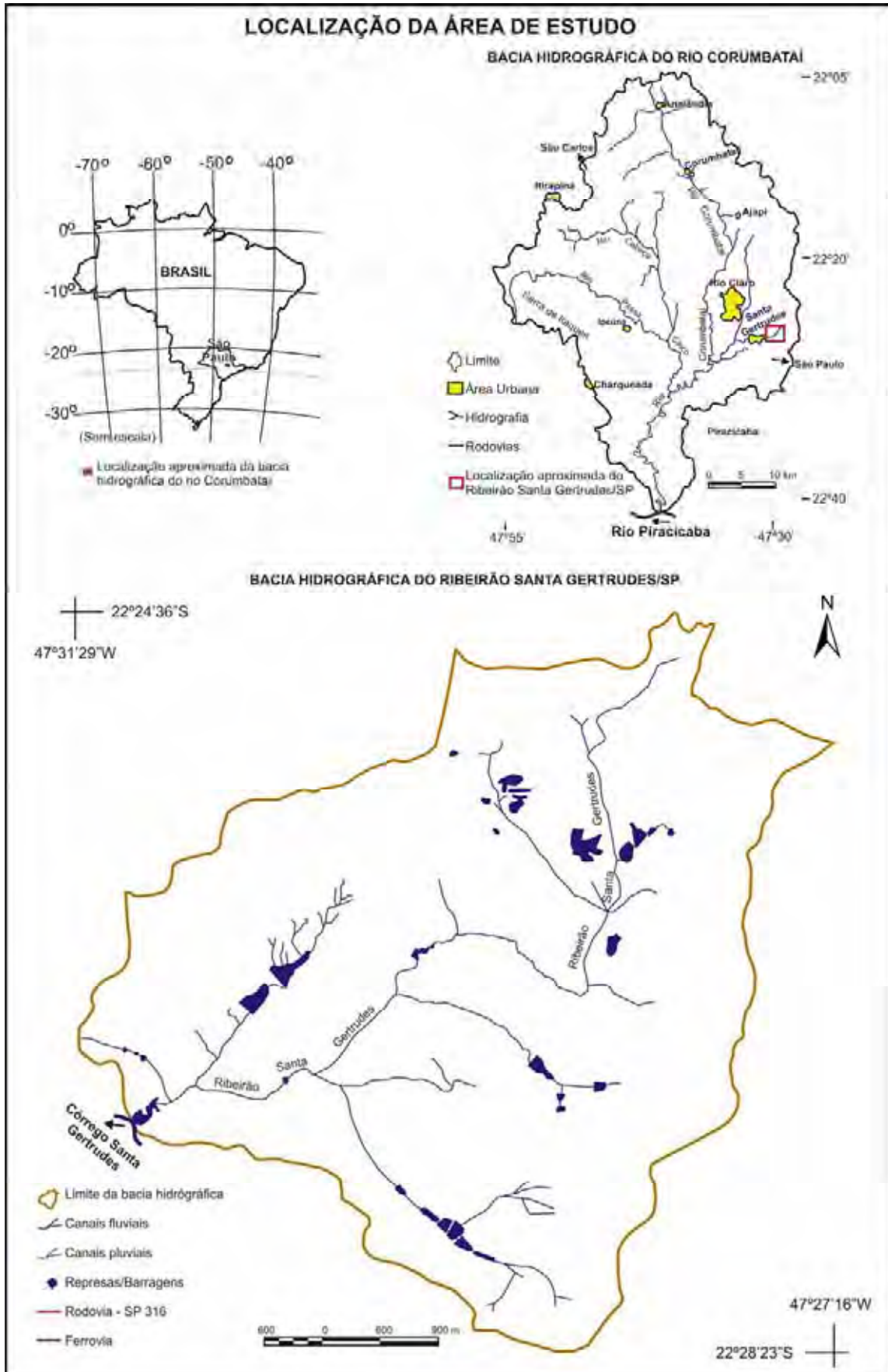


Figura 2.1 – Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP. Org. Paschoal, L. G. (2010).

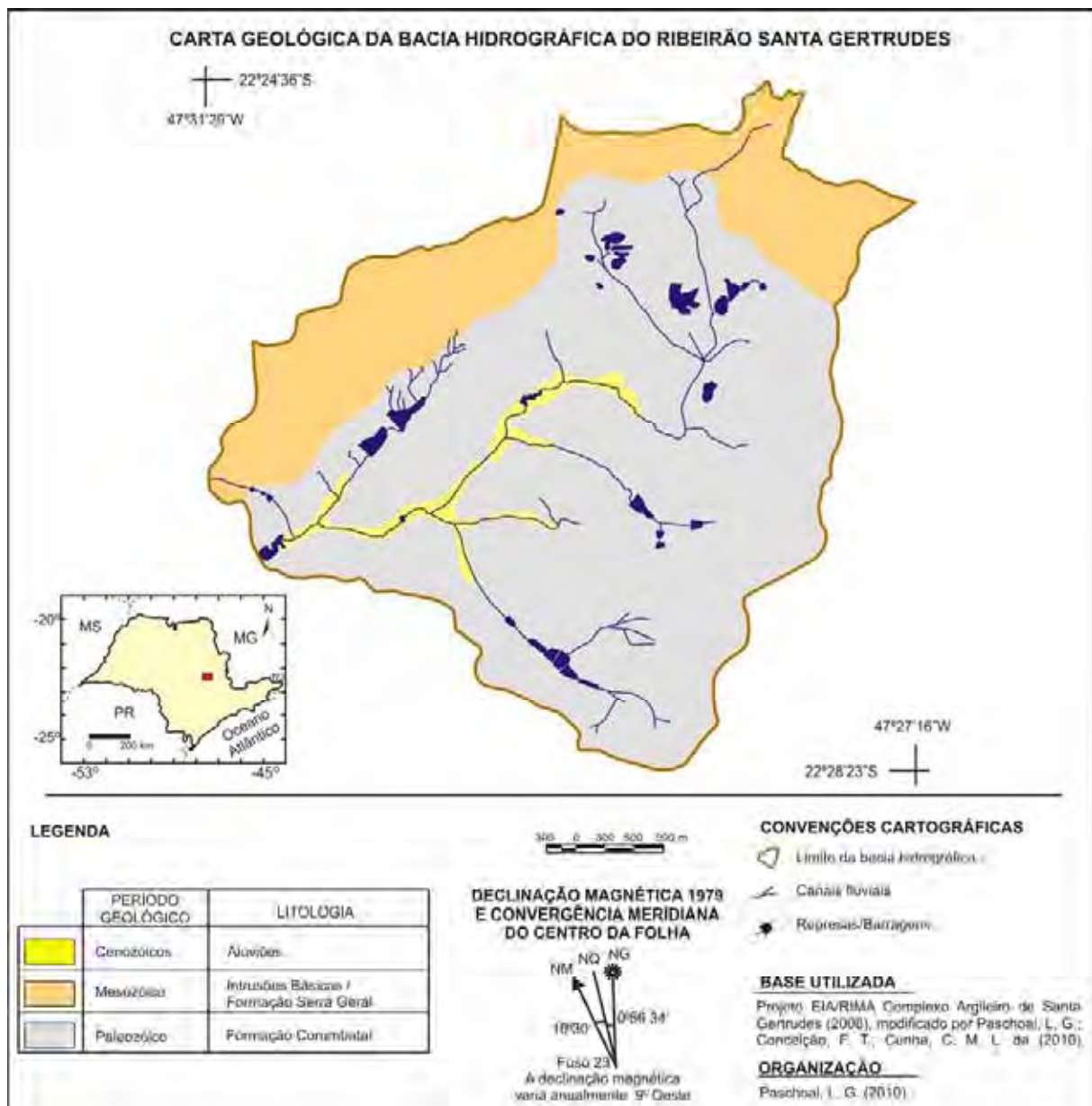


Figura 2.2 – Mapa geológico da bacia do Ribeirão Santa Gertrudes.

Fonte: EIA/RIMA Complexo Argileiro de Santa Gertrudes (2008).

Modificado por Paschoal, L. G., Conceição, F. T. e Cunha, C. M. L da. (2010). Org. Paschoal (2010).

A Formação Serra Geral situa-se por todo o rebordo Leste, Noroeste, Norte e Nordeste da área de estudo e corresponde também aos trechos de maiores cotas e desníveis altimétricos da bacia. A Formação Corumbataí preenche toda a área restante da bacia, sendo recoberta por aluviões em alguns trechos que margeiam principalmente o baixo curso do Ribeirão Santa Gertrudes.

Conforme evidenciado por Pacheco (1927 apud SCHNEIDER et al., 1974), Zaine (1994) e Toledo (2001), a Formação Corumbataí se constitui na unidade superior do Grupo Passa Dois, considerada como pertencente ao período do Permiano Superior e se situa na

porção Centro-Oeste do estado de São Paulo. Tal unidade se assenta de forma concordante sobre a Formação Irati e possui contato discordante com a Formação Pirambóia (SOUSA, 2002) e propicia a exploração da matéria-prima utilizada pelas indústrias cerâmicas do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes. Segundo Levighin (2005), na área de estudo, as explorações de argila ocorrem preferencialmente nas porções estratigráficas intermediárias e basais da Formação Corumbataí devido à excelente qualidade da matéria-prima situada nestes locais.

Segundo Mezzalira (1964), o termo “Corumbataí” foi utilizado pela primeira vez no relatório da Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo, no ano de 1916 ao se referir aos xistos argilosos e xistos betuminosos fossilíferos. Com a mesma finalidade, o termo “Formação Corumbataí” foi utilizado por Pacheco em 1927, que relatou a exposição de rochas com tais características ao longo do vale do Rio Corumbataí, mais especificamente no município de Piracicaba. Landim (1970) utilizou o mesmo termo ao se referir às rochas sedimentares de essência argilosa e coloração arroxeadada ou avermelhada, com intercalações de lentes de arenito muito finas que afloram no mesmo local.

Milani et al. (1994) ressaltam que, a grosso modo, a Formação Corumbataí nos estados de Santa Catarina, Paraná e sudeste de São Paulo corresponde a três outras unidades geológicas: Formação Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto. Segundo Gama Jr. (1979 apud ZAINÉ, 1994) e Cabral Jr. (1991), as formações Serra Alta e Teresina afloram na área situada entre a região Sul do estado de São Paulo e as proximidades do município de Piracicaba/SP, e se interdigitam ao Norte aos sedimentos da Formação Corumbataí. Neste sentido, Conceição (2000), relata que a Formação Corumbataí no estado de São Paulo aflora de forma contínua no divisor de águas dos rios Tietê e Piracicaba em direção ao Norte, próximo ao limite do estado de Minas Gerais. Maranhão (1986) descreve que esta formação possui espessura variável e chega a atingir 200 m em sub-superfície e Schneider et al. (1974) complementam que sua espessura em superfície, no estado de São Paulo, atinge cerca de 130 m.

Gama Jr (1979) e Cabral Jr (1991) salientam que, embora o Grupo Passa Dois possua uma sequência sedimentar bastante investigada, ainda existem controvérsias quanto ao seu provável ambiente de sedimentação. Cabral Jr. (1991) expõe que de um lado há os que defendem uma ambientação de domínio marinho, que considera a existência de uma plataforma, planície de maré, laguna e praia, como é o caso de Salamuni (1963), Petri e Fúlfaro (1983), Souza (1995), Toledo et al. (1997), entre outros. Por outro lado, há os que defendem a idéia da existência de um ambiente de sedimentação continental, que abrange um sistema fluvial e lacustre, bem como planícies de inundação, podendo-se citar como exemplo deste, autores como Petri e Coimbra (1982) e Ragonha (1984, 1989).

Landim (1967) sistematiza as informações sobre a Formação Corumbataí, propondo o reconhecimento de duas sequências: a *inferior* composta por siltitos cinza-escuro a preto, folhelhos cinza-escuro a roxo e argilitos, que apresentam estrutura maciça e fraturas do tipo conchoidal; e a *superior* que apresenta uma coloração vermelho-arroxeadado, caracterizada pela intercalação de leitos carbonáticos, coquinas e principalmente por argilitos, siltitos e arenitos finos. Toledo (2001) salienta que esta unidade é composta por materiais de granulometria fina, depositados e/ou retrabalhados em sistemas aquosos de pouca profundidade.

De acordo com Scheneider et al. (1974), a Formação Serra Geral resulta de um intenso vulcanismo. Na área de estudo, há a ocorrência de rochas intrusivas básicas correlacionadas a esta Formação, constituídas predominantemente por basaltos e basaltos andesitos de filiação toleítica (EIA, 2008).

Os depósitos cenozóicos encontrados na área de estudo, de acordo com o EIA/RIMA do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes/SP (2008), tratam-se de areias e argilas inconsolidadas e de granulações variáveis, e que se depositam no fundo de vale dos principais canais de fluviais.

Devido à sua inserção no compartimento geomorfológico da Depressão Periférica Paulista, que se trata de um patamar deprimido entre o Planalto Atlântico e o Planalto Ocidental Paulista (Figura 2.3), a área serve como zona de passagem e encontro entre massas de ar com diferentes características da circulação atmosférica regional, o que lhe confere o caráter de zona climática transicional (PENTEADO, 1966). De acordo com a autora op cit (1966), a zona central da depressão periférica, que corresponde a Zona do Médio Tietê, segundo Ross e Moroz (1997), trata-se de um ponto crítico, no qual sistemas tropicais e extra-tropicais se inter-seccionam, o que leva ao predomínio de chuvas do tipo frontal.

Penteado (1966) considera que o principal **sistema atmosférico** atuante nesta zona se trata de ondas de Leste ou de Nordeste vinculadas à Massa Tropical Atlântica, que no verão provoca tempos chuvosos devido à instabilidade basal e no outono e inverno, tempo seco devido às condições de estabilidade por resfriamento basal. Correntes de Noroeste, como as massas Equatorial Continental e Continental Tropical, atuam predominante durante o verão na área e caracterizam-se por prover aumento de calor e precipitação. Por último ocorre também a atuação de sistemas subtropicais controlados pela Massa de Ar Polar, responsável por massas de ar frio e precipitações, de inverno, outono e primavera (PENTEADO, 1966).

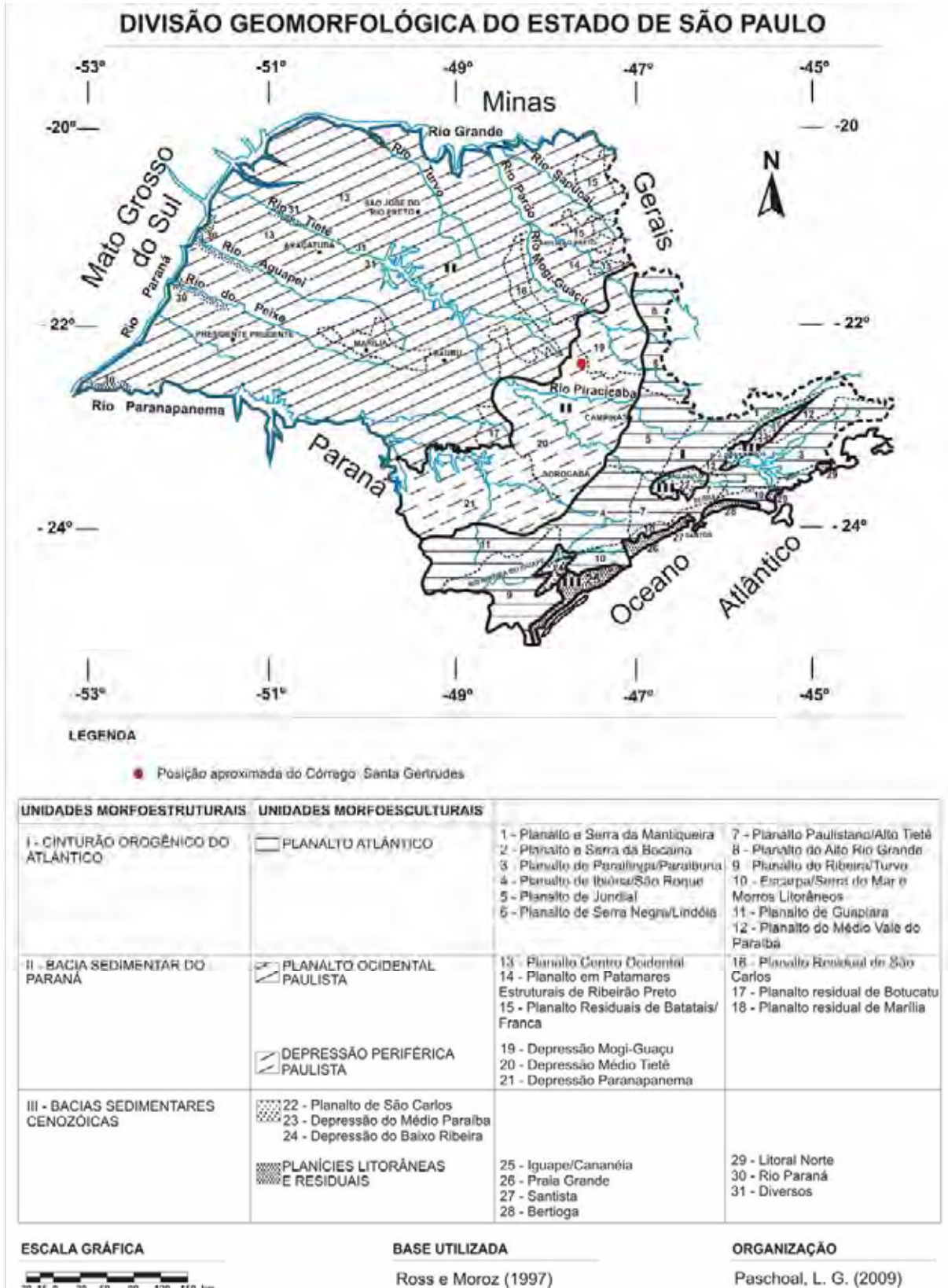


Figura 2.3 – Divisão Geomorfológica do estado de São Paulo.  
Fonte: Ross e Moroz (1997). Org. por Paschoal, L. G. (2009).

Segundo Penteadó (1966), mesmo diante do fato da área se localizar em uma zona de transição, é possível notar dois períodos distintos, ou seja, de outono-inverno que se apresenta

seco e possui grau de resfriamento e precipitação ligado à atuação da Massa Polar e primavera-verão marcada por fortes aguaceiros e temperatura mais elevada. Ainda segundo Penteadó (1966, p. 35 - 36) são estes

[...] primeiros aguaceiros, que ocorrem entre o final da primavera e início do verão os principais responsáveis pela intensidade da erosão superficial, porque encontram o solo ressequido pelo longo período seco de maio a agosto ou setembro, coincidindo ainda com o final do ciclo agrícola, quando os campos de cultura estão desprotegidos, apenas com restos da última colheita, ou arados, à espera das primeiras chuvas.

Conforme o Atlas Ambiental da Bacia do Corumbataí (2010), baseado nos estudos de Brino (1973) e em Koffler e Moretti (1991), o **clima** da bacia do Corumbataí, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, clima subtropical, seco no inverno e chuvoso no verão, sendo que a média da temperatura do mês mais quente ultrapassa os 22°C. Segundo Koffler e Moretti (1991), a temperatura média mensal anual é de 20,5°C, com mínima média de 15,6 °C e máxima média de 29,5°C. Segundo dados compilados por Conceição e Bonotto (2002a, b) a precipitação média anual na bacia do rio Corumbataí entre o período de 1973 e 1999 foi da ordem de 1.505 mm, sendo que de outubro a março, ocorre o período úmido, com índice pluviométrico típico de 1.200 mm, o que corresponde a mais de 80% da precipitação anual, com 55 a 65 dias de chuva. De abril a setembro ocorre o período seco com índices pluviométricos típicos de 180 a 200 mm, com 15 a 20 dias de chuva.

A interação entre os aspectos dos sistemas geológicos e climáticos origina as **características geomorfológicas** da área em questão. A bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes encontra-se inserida, segundo a divisão geomorfológica do estado de São Paulo proposta por Ross e Moroz (1997), na unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, mais especificamente na unidade morfoescultural da Depressão Periférica Paulista (Figura 2.5). A Depressão Periférica é caracterizada por Almeida (1964, p. 228; 1974, p. 63) como uma “[...] área sensivelmente rebaixada pela erosão, entre as terras altas do Planalto Atlântico e as cristas, igualmente elevadas, das Cuestas Basálticas”. Ross (1990 apud ROSS; MOROZ, 1997, p. 45) salienta que esta depressão, situada na borda Leste da Bacia do Paraná, encontra-se quase totalmente esculpida nos sedimentos páleo-mesozóico da bacia e apresenta características diversas de modelado “em função da influência tectônica, variação litológica e dos graus de atuação dos processos morfodinâmicos dos mais variados ambientes paleoclimáticos”.

De modo geral, Almeida (1974, p. 63) expõe que a topografia da Depressão Periférica é pouco acidentada, com desníveis locais que raramente ultrapassam 200 metros, no qual “[...]”



predominam colinas baixas, de formas suavizadas, separadas por vales jovens, sem planícies aluviais importantes, determinados pela interseção dos perfis convexos das vertentes”. Ross (1990 apud ROSS; MOROZ, 1997, p. 45) complementa esta informação ao citar que “No trecho que compreende o território paulista esta unidade apresenta altitudes que oscilam entre 600 a 750 metros, sendo que as altitudes maiores margeiam as escarpas da frente da Cuesta sustentada principalmente por derrames basálticos”.

A Depressão Periférica Paulista conta com uma **rede de drenagem** bastante densa, na qual se destacam os cursos d’água consequentes: Tietê, Paranapanema, Mogi-Guaçu e o Pardo. Estes mantiveram o traçado de seu curso original para NW, em direção à bacia do Rio Paraná. Conforme relata Penteado (1976, apud ROSS e MOROZ, 1997, p. 45 - 46), estes rios “a partir de uma superfície de aplainamento antiga (final do Cretáceo e início do Terciário) superimpuseram-se às estruturas paleozóicas e mesozóicas para romper a cuesta basáltica em boqueirões”, e complementa:

Esses rios como artérias principais de maior capacidade erosiva e provavelmente com interferências tectônicas teriam provocado capturas através de seus afluentes, de primitivos consequentes, que adaptando-se às estruturas, passaram a percorrer as cuestas com nítido desvio em seu traçado, a exemplo do Piracicaba, Sorocaba, o Capivari, o Itararé, o Apiaí, o Taquari, etc (PENTEADO, 1976, apud ROSS; MOROZ, 1997, p 46).

Devido às características intrínsecas a cada grande bacia hidrográfica que corta a Depressão Periférica Paulista, esta unidade foi subdividida em três zonas por Deffontaines (1935, apud ALMEIDA, 1974): a do Médio Tietê, do Paranapanema e do Mogi-Guaçu, as quais foram mantidas por Almeida (1964), IPT (1981) e Ross e Moroz (1997)

O Córrego de Santa Gertrudes encontra-se inserido na Bacia do Rio Corumbataí, na Zona do Médio Tietê. O Rio Tietê possui como seus principais afluentes, os rios Piracicaba e Sorocaba, sendo que todos possuem suas origens nas terras elevadas do planalto cristalino (ALMEIDA, 1974). Ainda de acordo com o autor op cit (1974, p. 64), “Nessa rede hidrográfica, de caráter geral dendrítico, fazem sentir-se localmente, claras injunções litológicas”.

Com relação à Depressão do Médio Tietê, o IPT (1981, p. 58), cita ser esta a “[...] área da Depressão Periférica drenada para o Rio Tietê, segundo os divisores d’água desta bacia com as dos rios Moji-Guaçu e Paranapanema”. Almeida (1974) salienta que de modo geral, a bacia do Rio Tietê na Depressão Periférica possui um relevo muito mais diversificado que as zonas vizinhas a esta, pois, esta área foi sujeita a um ciclo erosivo muito intenso que acabou

por arrasar seu relevo, no qual se destacam apenas pequenas áreas de corpos basálticos que dão origem a claros ressaltos topográficos.

A interação entre os contextos geológicos, climáticos e geomorfológicos originam os **solos** da área. De acordo com o levantamento pedológico realizado pelo EIA Complexo Argileiro de Santa Gertrudes (2008) (Figura 2.4), desenvolvem-se na área de estudo:

- Argissolos Vermelho-Amarelos, que nessa região apresentam espessuras médias de um metro e máxima de dois metros nos pontos mais desenvolvidos (EIA, 2008). A textura dos argissolos na área é predominantemente argilosa em decorrência das características do subsolo, o que garante boas condições para a prática da agricultura e outros usos (EIA, 2009).

- Latossolos Vermelhos, de constituição mineral apresentam horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A e pode apresentar perfis espessos nas parcelas do relevo mais suavizados (EIA, 2009). São solos que apresentam grande porosidade, o que permite uma boa drenagem interna, facilitando os usos agrícolas ou outros usos (EIA, 2009).

- Gleissolos, de constituição mineral com horizonte glei inserido nos primeiros 50 cm da superfície, imediatamente abaixo do horizonte A, e com horizonte B incipiente ou ausente (EIA, 2009). Diante do fato do nível do lençol freático encontrar-se próximo da superfície nestes solos, há pouca aeração e o oxigênio é consumido rapidamente pelos microorganismos, fato este que dificulta ou inibe o crescimento das raízes das plantas (EIA, 2009). Na área da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes a textura desses solos são predominantemente argilosos em consequência dos depósitos aluviais que ali ocorrem (EIA, 2009).

Oliveira e Prado (1984), Troppmair (1969) e Camargo et al. (1971) relatam ser escassas as revisões de literatura que descrevem o tipo de **cobertura vegetal** primitiva da bacia do Rio Corumbataí, na qual se insere a área de estudo. Troppmair (1969) diante disto, propõe um método relativo de caráter toponímico, com base no qual consegue distinguir diferentes áreas e faixas de vegetação no estado de São Paulo.

Troppmair (1970) apud Camargo et al. (1971), estabelecem uma relação entre a predominância climática do estado de São Paulo e a cobertura vegetal original. O pesquisador considera a inserção de grande parte do estado no clima tropical com dois períodos bem definidos, o que o leva a considerar que no passado 80% deste estado era recoberto pela mata tropical latifoliada, incluindo a área de estudo.

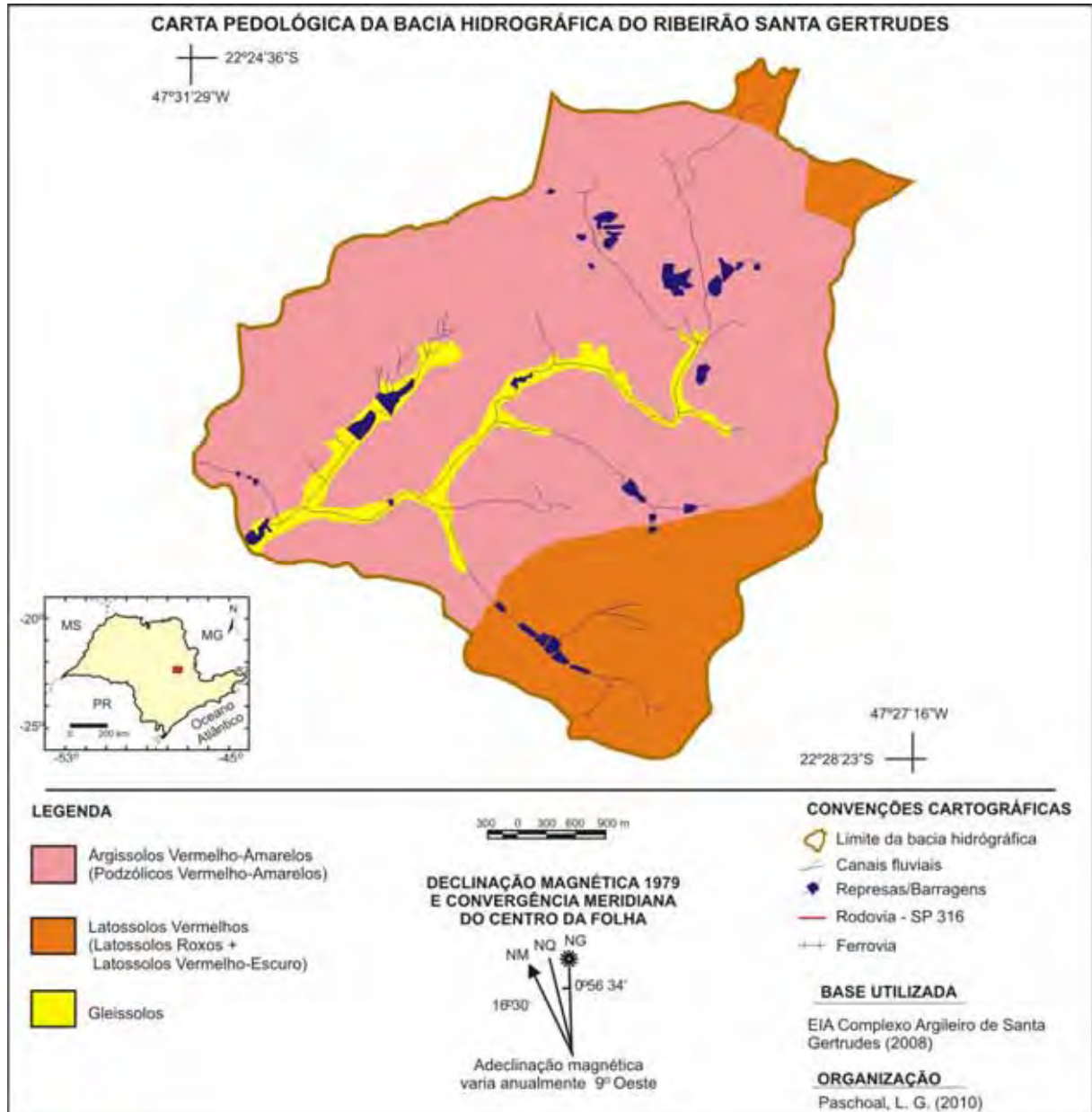


Figura 2.4 – Classificação dos solos na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP.  
Fonte: EIA (2008). Org. por Paschoal, L. G. (2009).

Conforme relata Viadana (1985, p. 33) constata-se a ausência das madeiras de lei na área da bacia do Rio Corumbataí, “evidenciando serem as matas ciliares e as reservas florestais na região, uma formação secundária conseqüente à ação antrópica”. Outra formação vegetal destacada pelo autor *op cit* (1985) e presente neste cenário, é a presença de campos sujos e cerrados, que são sustentados por solos pobres em nutrientes minerais e orgânicos, além de degradados por queimadas.

Na região da área de estudo, os primeiros **avanços econômicos** encontram-se vinculados à introdução do cultivo da cana-de-açúcar nas primeiras décadas do século XIX, fato este que conferiu as primeiras grandes modificações na paisagem. O ápice desta atividade

se deu no ano de 1851, a partir de quando ocorreu um rápido declínio da cultura da cana-de-açúcar, e se abre espaço ao cultivo do café (GARCIA, 2003). Os motivos que levaram a produção da cana-de-açúcar na região relacionam-se às condições geográficas favoráveis, como condições climáticas, relevo, solos férteis, além da proximidade a dois grandes centros produtores da cultura canavieira na época, ou seja, Campinas e Piracicaba. Mas estes fatores não foram suficientes para garantir o sucesso das produções, face às precárias condições de transportes e primitivas técnicas de cultivo empregadas (SECATTI et al., 2005).

Camargo et al. (1971) salientam que a cobertura vegetal original foi devastada, sobretudo diante do avanço da cultura cafeeira e da implantação de estradas de ferro, que alcançou o interior paulista e a bacia do Rio Corumbataí, por volta da segunda metade do século XIX e dinamizou as atividades vinculadas a este setor por permitir o fácil escoamento da produção ao Porto de Santos, restando apenas pequenas reservas da vegetação original espalhadas pelo território paulista. Os autores op cit (1971) destacam que a produtividade destas terras esgotou-se rapidamente, com exceção das áreas de várzea, que foram aproveitadas para a rizicultura, o que contribuiu com a destruição de grandes extensões das matas galerias, vegetação predominante ao longo dos cursos d'água. Outro fator que colaborou com a derrubada da mata nativa foi a instalação de numerosas olarias na área da bacia, que se utilizavam da matéria-prima da Formação Corumbataí e de lenha advinda das últimas reservas da mata tropical latifoliada para alimentar os fornos de fabricação de telhas e tijolos (CAMARGO et al., 1971).

De acordo com a Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimentos – Aspacer (2009), o setor cerâmico na região de Santa Gertrudes teve início entre os anos de 1918 e 1930, quando o número de famílias a se fixar no local começou a aumentar e as primeiras indústrias cerâmicas surgiram. Isto se deve principalmente ao fato de que a produção cafeeira, atividade anteriormente desenvolvida na área, teve sua importância reduzida diante da crise capitalista de 1929, o que impulsionou o desenvolvimento econômico da região fundamentada na exploração da argila e no estabelecimento de indústrias cerâmicas.

O desenvolvimento agrícola na região, após o declínio da produção cafeeira, passou por uma diversificação, tendo tornado a se voltar para o cultivo da cana-de-açúcar, conforme ocorria até a metade do século XIX, e a introduzir a plantação do eucalipto “Citriodora” para a extração do óleo de suas folhas e produção de gorduras vegetais (GARCIA, 2003). A atividade agropecuária também contribuiu para com a economia local, destacando-se a presença do gado leiteiro e a criação de cavalos puro sangue (GARCIA, 2003).

O cultivo da cana-de-açúcar foi estimulado após a crise do petróleo em 1973, e foi fomentada pela campanha do Governo Federal, conhecida como Pró-álcool ou Programa Nacional do Álcool, instituído pelo Decreto n.76.593 em 14 de Novembro de 1975.

O Pró-álcool visava a intensificação do uso do etanol combustível no território brasileiro, como medida de redução à dependência do uso de combustíveis derivados do petróleo. No ano de 1975, de acordo com Nogueira (2007), o Brasil importava 77% de sua demanda por combustíveis e o Pró-álcool atuou no sentido de conceder suporte aos investimentos dados às destilarias, que passaram a contar com uma maior demanda diante do estabelecimento obrigatório de um teor mínimo de etanol, que passou a ser adicionado à gasolina, e ao definir um preço de compensação para os produtores. Fatores estes que estimularam o aumento de áreas destinadas ao plantio canavieiro.

Porém, mesmo diante da expansão do cultivo da cana-de-açúcar na área, a exploração da argila e as indústrias cerâmicas passaram a ser o sustentáculo do desenvolvimento da economia local.

Garcia (2003) salienta o fato de que o capital inicial investido na indústria cerâmica é fruto de uma acumulação dos imigrantes italianos que vieram ao Brasil para trabalhar nas lavouras de café, e que ao se fixar na vila de Santa Gertrudes, começaram a fundar pequenos comércios, fábricas de fundo de quintal e olarias que produziam vasos e telhas paulistas e francesas. Nas décadas de 40 e 50 as indústrias passaram produzir manilhas e lajotões coloniais, sendo este o enfoque destas indústrias até ano de 1987 (CHRISTOFOLETTI, 1999b; COLTURATO, 2002 e 2007; ASPACER, 2009). Para abastecer estas indústrias, a escolha do local para a retirada da matéria-prima foi, por um longo período de tempo, realizada por meio de tentativa e erro, o que acarretou “em lavras rudimentares, sem registro, ou acompanhamento algum” (MORENO, 2008, p. 234).

Vinculado à fixação de indústrias cerâmicas na área, houve um crescimento populacional, que fez surgir um pequeno comércio que buscava atender suas necessidades, culminando em uma promoção do desenvolvimento econômico e social da área. Tal situação fez com que Santa Gertrudes ficasse conhecida como “capital da telha” ou “Manchester Rioclarense” e na década de 40 ganhou o *status* de Distrito do Município de Rio Claro, onde já se encontravam instaladas 16 indústrias cerâmicas na área, sendo que as que mais se destacavam eram as cerâmicas Rocha, Santa Gertrudes, Buschinelli, Almeida e São João. Dia 24 de Dezembro de 1.948, este distrito foi promovido a Município, adquirindo sua autonomia administrativa e política (GARCIA, 2003).

Na década de 1980, as atividades voltadas para a extração de minerais não-metálicos, como calcários dolomíticos, argilas e barros próprios para as olarias absorvia 80% dos trabalhadores do município (GARCIA, 2003), o que denota a importância da estrutura industrial da região. No cenário rural, nesta mesma década e na seguinte, foi introduzida no setor rural a cultura da laranja, porém o cultivo da cana-de-açúcar continuou sendo predominante, e grande parte das terras do município foram arrendadas às usinas açucareiras.

Conforme citam Garcia (2003) e Colturato (2007), na década de 1990 o setor cerâmico passou por grandes transformações, os métodos artesanais foram substituídos por modernos sistemas industriais de monoqueima, o que permitiu fazer com que as cerâmicas da região pudessem passar a competir com as demais existentes, não apenas em território nacional como também no mercado externo. Este salto produtivo atraiu novas indústrias do setor para a região, em especial indústrias de pisos e revestimentos, o que impulsionou uma desenfreada competitividade entre estas empresas, no que diz respeito à aquisição dos direitos à extração mineral da argila. Colturato (2002, p. 1), salienta que tal aglomeração da atividade minerária da argila “tem transformado, substancialmente, algumas áreas, modificando, sobretudo, os processos dinâmicos da superfície e desencadeando desequilíbrios que resultam em impactos ambientais negativos”.

Assim, fica claro que no município de Santa Gertrudes, a base inicial do processo de ocupação e desenvolvimento gerado pela produção agrícola passa a ter importância secundária frente ao crescimento das indústrias cerâmicas, que juntamente aos municípios de Araras, Charqueada, Cordeirópolis, Corumbataí, Ipeúna, Limeira, Piracicaba e Rio Claro, compõem o maior e mais importante Arranjo Produtivo Local (APL), baseado no potencial mineral argileiro da região. Atualmente, após intensa ação antrópica que modificou quase toda a vegetação natural da região, a monocultura de cana-de-açúcar, pastagens, e áreas vinculadas à atividade da mineração de argila definem a paisagem da região (PASCHOAL et al. 2010a).

## ***2.2 – DADOS ESTATÍSTICOS DO SETOR CERÂMICO***

Com base em dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos - Anfacer (2009), no ano de 2008, a China caracterizou-se como principal produtor, consumidor e exportador mundial de revestimentos cerâmicos (Tabela 2.1). O Brasil

destaca-se como segundo maior produtor e consumidor mundial de revestimentos cerâmicos e é o quinto maior exportador deste produto. Os dados da Tabela 2.1 permitem evidenciar a importância da participação brasileira nos mais diversos campos do setor cerâmico. Os dez principais destinos das exportações brasileiras são em ordem de importância: EUA, Argentina, Paraguai, Chile, República Dominicana, Costa Rica, Uruguai, Honduras, Reino Unido e Jamaica (ANFACER, 2009).

Segundo a Anfacer (apud BNDES, 2006), no ano de 2004, a indústria brasileira de revestimento cerâmico era composta por 94 empresas ativas, que geravam 25 mil empregos diretos e cerca de 250 mil empregos indiretos. A ASPACER (2010) ressalta que no estado de São Paulo, o setor gera mais de 200 mil empregos diretos e indiretos, sendo que tais empresas são constituídas, em quase sua totalidade, de capital nacional e são de pequeno e médio porte, distribuídos pelo território brasileiro (Tabelas 2.2 e 2.3).

Tabela 2.1 – Ranking dos principais produtores, consumidores e exportadores mundiais de revestimentos cerâmicos.

PRINCIPAIS PRODUTORES MUNDIAIS		PRINCIPAIS CONSUMIDORES MUNDIAIS		MAIORES EXPORTADORES MUNDIAIS	
<i>País</i>	<i>Produção (milhões de m<sup>2</sup>)</i>	<i>País</i>	<i>Consumo (milhões de m<sup>2</sup>)</i>	<i>País</i>	<i>Exportação (milhões de m<sup>2</sup>)</i>
China	3360	China	2835	China	504
Brasil	713,4	Brasil	605,4	Itália	355
Itália	527	Índia	416	Espanha	305,3
Espanha	495,2	Espanha	243,4	Turquia	84,4
Índia	404	EUA	197,1	Brasil	81,4

**Fonte:** Dados fornecidos pela Anfacer (2009). Org. Paschoal (2009).

Tabela 2.2 - Distribuição das indústrias brasileiras de revestimento cerâmico em território brasileiro.

<b>Estado</b>	<b>Nº. de empresas</b>
São Paulo	56
Santa Catarina	17
Mato Grosso do Sul	4
Pernambuco	3
Ceará	2
Espírito Santo	2
Paraná	2
Rio Grande do Sul	2
Sergipe	2
Alagoas	1
Bahia	1
Paraíba	1
Rio de Janeiro	1
<b>Total</b>	<b>94</b>

**Fonte:** Anfacer (2005 apud BNDES, 2006)

Tabela 2.3 – Classificação do tamanho das empresas de revestimento cerâmico por escala de produção.

<b>Tamanho de Empresa</b>	<b>Escala de produção</b>
Grande	Mais de 500 mil m <sup>2</sup> /mês
Média	Entre 300 mil e 500 mil m <sup>2</sup> /mês
Pequena	Menos de 300 mil m <sup>2</sup> /mês

Fonte: IPT (2001)

Os principais pólos cerâmicos estão localizados nas regiões Sul (Criciúma, no estado de Santa Catarina) e Sudeste (Mogi Guaçu e Santa Gertrudes, ambos no Estado de São Paulo). O pólo de Criciúma conta com a participação dos municípios de Tubarão, Urussanga, Imbituba, Tijucas e Morro da Fumaça, possui 17 empresas que são responsáveis por aproximadamente 23% da produção brasileira de revestimento cerâmico através do processo de via úmida. O pólo de Mogi Guaçu, do qual participam os municípios de Diadema, São Caetano do Sul e Suzano, com extensão até Jundiá e Estiva Gerbi, abriga um total de 11 empresas responsáveis por 6,5% da produção de revestimentos cerâmicos brasileiros, também por meio do processo de via úmida. Já o pólo produtor de Santa Gertrudes<sup>1</sup> conta com 45 empresas (BNDES, 2006) que juntas são responsáveis por aproximadamente 56% da produção brasileira (ASPACER, 2010), utiliza o processo de produção via seca, emprega o uso de matéria prima local e possui sua competitividade baseada em custos baixos com produtos de menor valor agregado (BNDES, 2006).

O Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes configura-se no maior pólo deste segmento do continente Americano, tendo fabricado 402 milhões de m<sup>2</sup> de placas cerâmicas para revestimento no ano de 2009, tendo uma estimativa de produção de 423 milhões de m<sup>2</sup> para o ano de 2010. De acordo com os dados da Tabela 2.4, é possível constatar um aumento de 21,84% na produção brasileira de revestimentos cerâmicos do ano de 2006 para os valores estimados de 2010, sendo que a quantidade de produção do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes segue esta tendência, com um aumento na ordem de 22,7% neste mesmo período.

Tabela 2.4 – Valores em milhões de m<sup>2</sup> de produção do setor de revestimentos cerâmicos.

<b>PRODUÇÃO</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>Estimativa 2010</b>
<b>Brasil</b>	594	637	713	715	760
<b>São Paulo</b>	388	431	485	483	510
<b>Pólo de Santa Gertrudes</b>	327	367	400	402	423

Fonte: ASPACER (2010). Org. Paschoal (2010).

Segundo dados do BNDES (2006), as maiores vendas de revestimentos cerâmicos, no ano de 2005, pertencem ao Estado de São Paulo, responsável por 59% das vendas totais do

<sup>1</sup> O Estudo do BNDES considera fazer parte do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes os municípios de Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Corumbataí, Rio Claro e Limeira.



país, seguidos pelas regiões Sul (29%), Nordeste (9%) e demais (3%). Em 2009, a porcentagem de vendas de revestimentos cerâmicos do estado de São Paulo para o mercado interno brasileiro (Tabela 2.5) atingiu o índice de 68% com perspectiva de manutenção destes valores para o ano de 2009. Dentro deste índice, o Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes é responsável por 82,5% das vendas do estado de São Paulo para o mercado interno do país. Segundo Christofolletti (1999b), a produção do estado de São Paulo é suficiente para suprir as necessidades do mercado interno nacional da construção civil e também de parte das necessidades de outros países do continente Americano e da Europa.

Tabela 2.5 – Valores em milhões de m<sup>2</sup> de vendas do setor de revestimentos cerâmicos para o mercado interno.

<b>VENDAS</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>Estimativa 2010</b>
<b>Brasil</b>	484	535	605	645	699
<b>São Paulo</b>	337	377	412	439	476
<b>Pólo de Santa Gertrudes</b>	283	318	356	362	392

Fonte: ASPACER (2010). Org. Paschoal (2010).

Em contrapartida, enquanto as vendas dentro do próprio território nacional aumentaram, as taxas de exportação, tanto em macro quanto em micro escala, diminuíram consideravelmente nos últimos 5 anos. O Brasil reduziu suas exportações em 46,5% do ano de 2006 para 2010, e neste mesmo período, o Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes reduziu em 33,3% suas taxas de exportações, conforme é possível inferir a partir da análise da Tabela 2.6, fato este que se deve, sobretudo, a qualidade superior do produto cerâmico produzido por outros países e que estão disponíveis no mercado externo.

Tabela 2.6 – Valores em milhões de m<sup>2</sup> de exportações do setor de revestimentos cerâmicos para o mercado externo.

<b>EXPORTAÇÃO</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>Estimativa 2010</b>
<b>Brasil</b>	114	102	81	61	61
<b>São Paulo</b>	53	54	45	34	34
<b>Pólo de Santa Gertrudes</b>	45	45	38	30	30

Fonte: ASPACER (2010). Org. Paschoal (2010).

Segundo Moreno et al. (2008) no ano de 2004, aproximadamente 20 minas abasteciam o Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, totalizando 270.000 toneladas/mês de argila explorada oficialmente, e dados do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) registravam que a média mensal de produção de argila de todo estado de São Paulo era da ordem de 388.500 toneladas. Contudo, os autores op cit. (2008, p. 234) salientam que no abastecimento da “produção mensal de revestimento do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes são consumidos mais de 400.000 toneladas de argila, sem contar, que parte do material extraído da Formação

Corumbataí abastece outras indústrias não pertencentes a este pólo”. A partir destes dados, obtidos por meio da revisão bibliográfica, conclui-se que parte da quantidade de matéria-prima tem sido extraída extra-oficialmente.

### **3 – MÉTODO E TÉCNICAS**

#### ***3.1 - MÉTODO***

A pesquisa se desenvolve sob o respaldo metodológico da Geomorfologia Antropogênica amparada pela Teoria Geral dos Sistemas. Diversos são os trabalhos publicados relacionados à Teoria Geral dos Sistemas com ênfase nos aspectos geomorfológicos. Dentre estes, o referencial teórico-metodológico que fundamenta o desenvolvimento desta pesquisa, baseia-se em concepções de pesquisadores como Howard (1973), Christofolletti (1971, 1974, 1979, 1986/1987, 1990, 1999a), Tavares e Soares (1978), Drew (1989), Gregory (1992), Rodrigues (2001) e Mattos e Perez Filho (2004).

Alicerçado na perspectiva sistêmica, Christofolletti (1999a) cita que, relacionado ao estudo das organizações espaciais, deve-se abordar dois componentes básicos que permitam entender a estrutura e o funcionamento destas, ou seja, as características do sistema ambiental físico e as do sistema socioeconômico. Este tipo de abordagem possibilita, de acordo com Rodrigues (2001), entender as influências antropogênicas sobre os “fenômenos naturais”, que resultam em um estado derivado do sistema original, configurando-se tais influências, focos de análise desta pesquisa.

Desenvolvida e aplicada inicialmente por Ludwig Von Bertalanffy (1901), no campo das Ciências Biológicas, a Teoria Geral dos Sistemas ganhou destaque entre outras áreas do conhecimento (GREGORY, 1992; RODRIGUES, 2001) devido à possibilidade interdisciplinar de sua aplicação. De acordo com Christofolletti (1974) e Gregory (1992), a abordagem sistêmica associada à Geomorfologia, aparece inicialmente atrelada às obras de Arthur N. Strahler, 1950 e 1952, a partir do qual ganha ampla aceitação e passa a ser considerada adequada às análises deste segmento por diversos pesquisadores.

De acordo com Miller (1965, p. 200 apud CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 1), sistema pode ser definido como “[...] um conjunto de unidades com relações entre si. A palavra ‘conjunto’ implica que as unidades possuem propriedades comuns. O estado de cada unidade é controlada, condicionada ou dependente do estado das outras unidades. Christofolletti (1979, p. 1), complementa a definição dizendo que “Desta maneira, o conjunto encontra-se organizado em virtude das inter-relações entre as unidades e o seu grau de organização permite que assuma a função de um todo que é maior que a soma das partes”.

Howard (1973, p. 4), com base em Cowan (1963), relata que além de um sistema ser composto por elementos, estado instantâneo e interrelações, este se encontra sujeito a modificações através do tempo. Drew (1989, p. 26, grifo do autor) acrescenta que os sistemas naturais quando analisados de acordo com a escala de tempo humana, “parecem estáticos já que na realidade os sistemas oscilam em torno de uma situação média – estado conhecido como *equilíbrio dinâmico*”, porém, sofrem alterações perceptíveis quando visualizados na escala de tempo geológico.

Conforme relata Howard (1973, p. 7), o conceito de equilíbrio encontra-se profundamente vinculado a teoria dos sistemas e é considerado como “um ajustamento completo das variáveis internas às condições externas”. Diante do aperfeiçoamento de técnicas, das múltiplas ocupações e usos da terra, seja no meio rural ou urbano, e da intensidade cada vez maior com que as atividades humanas ocorrem, o sistema antrópico tem desencadeado grandes desequilíbrios sobre os sistemas naturais. Esses, com frequência extrapolam sua capacidade de resiliência, o que resulta em significativas alterações e os levam a se (re) organizarem em busca por um novo equilíbrio dinâmico. Drew (1989, p. 27), relata que a intensidade destas alterações “[...] depende em primeiro lugar do esforço (ou tensão) aplicado ao sistema pelo homem e em segundo lugar, do grau de susceptibilidade à mudança (sensibilidade) do próprio sistema”, e acrescenta que os sistemas naturais possuem sempre um elo mais vulnerável, sobre o qual a intervenção humana ocorre e um mínimo de esforço culmina em um máximo de resultados.

Conforme expõe Christofolletti (1999a), o estabelecimento de limites a um sistema é necessário para que possa ser estudados sua estrutura e comportamento, o que possibilita sua identificação e a diferenciação entre os elementos que o compõem e os elementos de outros sistemas. Desta maneira, com base na Teoria Geral dos Sistemas, a pesquisa adota a bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes como unidade de estudo.

Conforme expõe Mattos e Perez Filho (2004), a bacia hidrográfica configura-se em um sistema geomorfológico complexo, formada por subsistemas que se inter-relacionam e resultam na organização do sistema como um todo integrado, sendo que os elementos que o compõem estabelecem uma relação não-linear, comportando-se como sistemas dinâmicos e caóticos. A manutenção e controle deste sistema implicam necessariamente em laços de retroalimentação, podendo esta ser positiva, a qual possibilita a ampliação dos efeitos provocados por determinada perturbação, ou negativa, quando o contrário ocorre (MATTOS; PEREZ FILHO, 2004).

De acordo com Christofolletti (1974), os sistemas em Geomorfologia podem ser classificados de acordo com a complexidade estrutural ou com base em critérios funcionais. De acordo com essa óptica, a pesquisa compreende a bacia hidrográfica como um sistema controlado, não-isolado e aberto. A complexidade estrutural em sistemas controlados é definida por Gregory (1992, p. 226) como “aqueles em que a inteligência pode intervir para produzir mudanças operacionais na distribuição da energia e da massa”, definição esta que pode ser complementada por Christofolletti (1999a, p. 7), que ressalta que estes tipos de sistemas são controlados pela “atuação do homem sobre o os sistemas de processos e respostas”. Estas duas definições foram sintetizadas de forma eficiente por Simon (2007, p. 64), que conclui que diante desta classificação “a inteligência, controlada por forças antrópicas, pode intervir para produzir mudanças operacionais na distribuição da energia e massa”.

Assim, uma bacia hidrográfica pode ser considerada como um sistema não-isolado e aberto e, refere-se ao fato de que este mantém relações com os demais sistemas do universo no qual se inserem constantes trocas de energia e matéria, ou seja, este sistema recebe (*input*) ou perde (*output*) energia e massa (CHRISTOFOLETTI, 1979). O *input* deriva de fatores externos que regulam o seu funcionamento, como tectônica, precipitações, sedimentos provenientes de outras vertentes trazidas pelo vento ou pela ação antrópica, entre outros. Enquanto o *output* ocorre por meio de fatores internos, como o transporte de sedimentos pelo fluxo da água, evaporação e evapotranspiração, que liberam vapor e energia para a atmosfera, ou ainda por meio da própria ação antrópica, sobretudo ao mobilizar grandes quantidades de

recursos naturais, utilizados para o abastecimento e suprimento das necessidades de organizações humanas externas a este sistema.

De acordo com Rodrigues (2005, p. 101) as ações humanas “reforçam a necessidade de superação de abordagens com ênfase nos elementos exclusivamente definidos pela natureza e apontam para a importância de tratamento simultâneo e sistemático das interferências antrópicas”. Christofolletti (1999a, p. 37 -38) complementa essa abordagem ao citar que “para avaliar a intensidade da ação humana na modificação do meio ambiente, ao longo dos séculos, penetra-se no estudo dos impactos antropogênicos, que tem origem e são causados pelas atividades sócio-econômicas”. Esta concepção vai de encontro aos ditames da antropogeomorfologia (NIR, 1983; GOUDIE, 1993), também disseminada como geomorfologia antropogênica no Brasil (RODRIGUES, 2005).

Essa nova ênfase na abordagem geomorfológica concebe o homem como agente geomorfológico independente capaz de mobilizar matéria, dinamizar e intensificar e/ou retardar processos, interferir nos sistemas naturais e, conseqüentemente, gerar novas formas de relevo. Segundo Goudie (1993, p. 39), os primeiros e escassos trabalhos que servem de alicerce à antropogeomorfologia surgem em meados da segunda metade do século XIX, a partir da obra de Marsh (1864) “*Man and Nature*”. De acordo com Brown (1971) e Goudie (1993), por muito tempo a obra de R. L. Sherlock, intitulada “O homem como agente geológico”, publicada em 1922, permaneceu como um esforço solitário na tentativa de admitir as influências da atividade humana sobre as formas da terra, pois conforme enfatiza Brown (1971), o interesse da geomorfologia pautava-se no entendimento das estruturas do relevo.

É apenas a partir da segunda metade do século XX que vários trabalhos, que concebem o homem e suas atividades como agente geomorfológico, começam a ser publicados (GOUDIE, 1993) e ganham ampla aceitação da comunidade científica. É nestes trabalhos que se buscou respaldo metodológico, podendo-se citar as obras de Brown (1971), Nir (1983), Goudie (1986, 1993), Drew (1989), Haff (2001) e Rodrigues (2005). Neste contexto, Rodrigues (2005, p. 102 e 103) sistematiza orientações para o estudo das implicações das ações humanas sobre o meio físico, a saber:

- a) Observar as ações humanas como ações geomorfológicas na superfície terrestre;
- b) Investigar nas ações humanas padrões significativos para a morfodinâmica;
- c) Investigar a dinâmica e a história cumulativa das intervenções humanas, iniciando com os estágios pré-perturbação;
- d) Empregar diversas e complementares escalas espaço-temporais;
- e) Empregar e explorar as capacidades da cartografia geomorfológica de detalhe;

- f) Explorar a abordagem sistêmica;
- g) Usar a noção de limiar geomorfológico e a análise de magnitude e frequência;
- h) Dar ênfase à análise integrada em sistemas geomorfológicos;
- i) Levar em consideração as particularidades dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais;
- j) Ampliar o monitoramento de balanços, taxas e geografia dos processos derivados e não derivados de ações antrópicas.

A geomorfologia antropogênica se utiliza da adequação de instrumentos clássicos da geomorfologia para a identificação das alterações causadas pelas ações antrópicas ao longo do tempo e do espaço (RODRIGUES, 2005). Diante desta perspectiva, Rodrigues (2005, p. 101), recomenda que se deva partir “[...] do reconhecimento cartográfico das unidades morfológicas originais para posteriormente considerar a seqüência de intervenções antrópicas nas formas e na distribuição de materiais superficiais”, os quais podem ser denominados de quadro de perturbação ativa ou de pós-perturbação. Esta cartografia é denominada de “geocartografia geomorfológica retrospectiva” ou “evolutiva” e apóia-se no estudo sistemático morfológico, composto pelo tripé: materiais, forma e processos (HART, 1986, apud RODRIGUES, 2005).

A morfologia original também é conhecida como de pré-intervenção e respalda-se na concepção de Rodrigues (2005, p. 103), que relata que esta é uma “[...] morfologia cujos atributos como extensão, declividades, rupturas e mudanças de declives, dentre outros, não sofreram alterações significativas por intervenção antrópica direta ou indireta”. Esta concepção difere da proposta por NIR (1983, p. 7), que considera que “A intervenção do homem na paisagem natural começou com os primeiros passos, como todas as criaturas, sua mera existência constitui uma parte integrante no processo de modelar o ambiente”. Porém, o entendimento de geomorfologia original proposta por Rodrigues (2005) atende as necessidades da pesquisa, diante da ausência de material cartográfico que retrate o período anterior a qualquer tipo de intervenção antrópica sobre o meio físico em questão.

Já a fase de perturbação ativa ou de pós-perturbação retrata um cenário contrário ao anterior citado, no qual o homem ao desenvolver novas técnicas, intensifica sua intervenção sobre os aspectos físicos e promove modificações expressivas, que implicam em alteração nas dimensões de elementos passíveis de serem mensurados.

Assim, a pesquisa pretende contribuir com as discussões sobre a influência do comportamento do homem, sobre os processos geomorfológicos, considerando os procedimentos teórico-metodológicos expostos. Contudo, alguns aspectos receberam maior ênfase diante dos materiais e recursos disponíveis para trabalho. Desta forma, a abordagem sistêmica, produtos cartográficos temáticos, como cartas de uso e ocupação da terra temporais

e cartas geomorfológicas evolutivas, além de análises derivadas destes mapeamentos realizados em escala de detalhe foram privilegiados em detrimento de outros.

Os resultados obtidos encontram respaldo diante de análises quantitativas e qualitativas. O emprego de técnicas quantitativas possibilita maior precisão e objetividade na análise (GERARDI, 1981), o que, conseqüentemente, permitiu embasar a discussão qualitativa de forma mais direta.

### **3.2 – TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS**

A seleção do material cartográfico norteou-se a partir dos objetivos propostos que destacam as alterações que a dinâmica de uso da terra, provenientes da atividade agrícola e principalmente as vinculadas à exploração da argila, desencadearam no sistema geomorfológico e hidrográfico da paisagem do Ribeirão de Santa Gertrudes (SP).

Desta maneira, tornou-se necessária a aquisição de cartas topográficas, na escala de detalhe 1:10.000, e pares estereoscópicos de fotografias aéreas da área de estudo, datadas de 1962, 1988 e 2006, que forneceram apoio para a elaboração das cartas temáticas propostas e subsídios para realização de trabalhos de campo.

O intervalo de tempo díspare entre os cenários mapeados, justifica-se diante da escassez de material disponível, e constitui-se em uma limitação metodológica. Porém, esta limitação não interferiu no alcance dos objetivos propostos. Os aerolevantamentos utilizados possuem as seguintes especificações:

- ✓ 1962 – 8 fotografias pancromáticas disponíveis para consulta nos arquivos do Laboratório de Sensoriamento Remoto - USP/SP, na escala aproximada 1:25.000;
- ✓ 1988 - 6 fotografias pancromáticas aéreas executadas por TERRAFOTO S.A. Atividades de Aerolevantamento, disponíveis nos arquivos do Laboratório de Geomorfologia da UNESP/Rio Claro, na escala aproximada de 1:40.000;
- ✓ 2006 - 4 fotografias aéreas pancromáticas executadas pela BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A., na escala aproximada 1:30.000.

Durante a confecção do material cartográfico, foram realizados dois trabalhos de campo na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. Devido à extensão reduzida desta bacia (27,87 km<sup>2</sup>), ambos tiveram a duração de um dia.



O primeiro ocorreu no mês de fevereiro de 2009 e teve como finalidade o reconhecimento prévio das problemáticas da área, possibilitando a apreensão geral dos aspectos da paisagem.

O segundo trabalho de campo realizado em maio de 2010 ocorreu após a geração de todas as cartas propostas e foi orientado pelas informações obtidas durante a realização de fotointerpretação para a elaboração das cartas geomorfológicas e de uso e ocupação da terra. Neste, foram contempladas atividades de observação e descrição de formas, processos e diferenciados usos da terra, bem como para a aquisição de imagens fotográficas que pudessem ilustrar algumas das feições e uso da terra existentes na paisagem, além de permitir uma atualização da carta de uso e ocupação da terra, que havia sido gerada com base em pares estereoscópicos de fotografias aéreas do ano de 2006.

### **3.2.1 – Elaboração da base cartográfica e carta de declividade**

O primeiro passo para se obter a carta de declividade da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes foi a geração da base cartográfica (Figura 4.1), sendo esta obtida a partir das cartas topográficas em formato digital *raster* e executadas pelo “Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Economia e Planejamento - Coordenadoria de Ação Regional, Divisão de Geografia – Plano Cartográfico do Estado de São Paulo”, na escala 1:10.000, datadas do ano de 1979, projeção UTM, Datum horizontal Córrego Alegre/MG e Datum vertical marégrafo de Imbituba/SC.

A base cartográfica foi vetorizada e georreferenciada no programa ArcGis 9.3 a partir da delimitação da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes que ocupa uma área distribuída entre cinco Folhas: Fazenda Sant’Ana; Santa Gertrudes I; Santa Gertrudes II, Bairro do Barro Preto e Cordeirópolis. As informações extraídas da base cartográfica referentes às curvas de nível, pontos cotados, rede hidrográfica, rodovia, estradas sem pavimentação e ferrovia serviram de apoio aos demais mapas elaborados, visto que fornece informações espaciais e permite georreferenciar dados de uso e ocupação da terra e geomorfológicos que se encontram no interior dos limites da bacia.

Após a confecção da base topográfica, gerou-se a carta de declividade, a qual tem como objetivo fornecer dados quantitativos referentes à inclinação do relevo. Sendo assim, as informações oriundas dessa carta se constituem em dados morfométricos e, portanto, caracterizam-se como elementos complementares a diversos tipos de representações espaciais,

como o mapa geomorfológico e a carta de restrições legais ao uso e ocupação da terra a partir de parâmetros geomórficos-ambientais.

De acordo com Cunha (2001) e Simon e Cunha (2009), a carta de declividade é um importante documento auxiliar em ações de gestão ambiental, seja aplicado ao meio rural ou urbano, pois permite representar as classes de declividade do relevo, e a partir disso, determinar os usos e ocupações da terra.

Esta representação cartográfica permite também identificar os locais com maior ou menor susceptibilidade potencial a processos como os de erosão linear, que remobilizam as formações superficiais e corpos rochosos; ou ainda onde a ação da gravidade é maior e pode promover a ocorrência de movimentos de massa lentos, como rastejamento, ou movimentos rápidos, como no caso de fluxos de terra e lama ou desmoronamento, deslizamentos, avalanches, entre outros (PENTEADO, 1974; CUNHA, 2001).

Conforme cita De Biasi (1970; 1992), para o desenvolvimento da carta de declividade, é necessário a definição dos objetivos do trabalho, que influenciaram no estabelecimento das classes de declividade a serem utilizadas, que podem estar relacionados aos mais diversos fins de uso e ocupação no meio urbano ou agrícola, bem como deve se utilizar de uma carta topográfica precisa, que servirá de base para a sua construção.

A área da bacia do Ribeirão Santa Gertrudes configura-se em zona rural, que de acordo com o Artigo 9º da Lei Complementar 1883, de 05 de Julho de 2002 que “Dispõe sobre o Plano Diretor do município de Santa Gertrudes e dá outras providências”, é classificada como “aquela constituída por área destinada às atividades primárias e de produção de alimentos, bem como as de atividades de reflorestamento e mineração” (SANTA GERTRUDES, 2002). Desta maneira, optou-se por utilizar as classes de declividade estabelecidas por Ramalho Filho et al. (1978), que se destinam a estabelecer as porcentagens de limitação de susceptibilidade à erosão, em seu trabalho vinculado à SUPLAN e EMBRAPA aplicadas a avaliação da aptidão agrícola das terras (Quadro 3.1).

Para cada classe estabelecida foi adotada uma cor representativa com base nas convenções cartográficas (Quadro 3.1). Assim, as classes mapeadas foram representadas por cores que variaram das mais claras às mais escuras, à medida que as declividades aumentam.

A carta de declividade foi elaborada através do programa ArcGis 9.3, utilizando-se da ferramenta “*3D Analysty*” e “*Slope*”, por meio das quais são gerados o modelo TIN, que corresponde ao modelo tri-dimensional do relevo, e a carta de declividade, respectivamente. O arquivo TIN, criado a partir da ferramenta *3D Analysty – Creat/Modify TIN – Create TIN from features*, utiliza-se de dados advindos da base cartográfica, que deve estar vetorizada e

georreferenciada; além de possuir atribuídos os valores relacionados a curvas de nível e pontos cotados internos e externos à área a ser mapeada. A identificação de pontos cotados externos à área de estudo auxiliam na precisão dos dados a serem gerados pelo modelo TIN próximo ao limite da área de estudo.

Quadro 3.1 – Limite das classes de declividade sugeridos para susceptibilidade à erosão e suas características de acordo com Ramalho Filho et al. (1978).

Classe de declividade	Graus de limitação por susceptibilidade a erosão	Cor representativa da classe na carta	Descrição da classe de declividade de acordo com Ramalho Filho et al. (1978)
≤ 3%	Nulo	Verde	Terras não susceptíveis à erosão. Geralmente ocorrem em relevo plano ou quase plano, com boa permeabilidade. Quando cultivadas por 10 a 20 anos podem apresentar erosão ligeira, que podem ser controladas com práticas simples de manejo.
3%   8%	Ligeiro	Amarelo	Terras que apresentam pouca susceptibilidade à erosão. Normalmente possuem boas propriedades físicas, variando os declives de 3 a 8%. Quando utilizadas como lavoura, por um período de 10 a 20 anos, mostram normalmente uma perda de 25% ou mais de horizonte superficial. Práticas conservacionistas simples podem prevenir contra esse tipo de erosão.
8%   20%	Moderado	Laranja	Terras que apresentam moderada susceptibilidade à erosão. Seu relevo é normalmente ondulado, com declives de 8 a 20%. Esses desníveis de declive podem variar para mais, quando as condições físicas forem muito favoráveis, ou para menos de 8% quando muito desfavoráveis, como é o caso de solos com o horizonte A arenoso e mudança textural abrupta para o horizonte B. Se utilizadas sem adoção de princípios conservacionistas, essas terras podem apresentar sulcos e voçorocas, requerendo, pois, práticas intensivas de controle à erosão, desde o início de sua utilização agrícola.
20%   45%	Forte	Vermelho	Terras que apresentam grande susceptibilidade à erosão. Ocorrem em relevo forte ondulado, com declives normalmente de 20 a 45%, os quais podem ser maiores ou menores, dependendo de suas condições físicas. Na maioria dos casos a prevenção à erosão é difícil e dispendiosa, podendo ser antieconômica.
≥ 45%	Muito Forte	Marrom	Terras que apresentam severa susceptibilidade à erosão. Não são recomendáveis para uso agrícola, sob pena de serem totalmente erodidas, em poucos anos. Trata-se de terras ou paisagens com declives superiores a 45%, nas quais deve ser estabelecida uma cobertura vegetal que evite seu arrasamento.

Org. Paschoal (2010).

Foram utilizados para a criação do modelo TIN os *layers* de hidrografia, ponto cotado (internos e externos à área), limite da área de estudo e curvas de nível. Após o arquivo TIN ter sido gerado, suas classes foram reclassificadas manualmente com o intervalo de 5 metros através da opção *Properties – Symbology – Elevation*, o que resultou em um modelo tri-dimensional do relevo com 42 classes altimétricas que variam entre a cota mínima (575 metros) e máxima (780 metros) existentes na área.

Com base no modelo TIN criado anteriormente, foi gerada a carta de declividade. Para tanto, utilizou-se a ferramenta *3D analysty – Surface Analysty – Slope*. Para a criação do arquivo *Slope*, que resulta na carta de declividade, selecionou-se a opção *Percent*, norteadada pela escolha das classes previamente selecionadas; a opção *Z factor*, que permite escolher o

exagero vertical e realçar a elevação do relevo, foi mantida no valor um; à opção *output cell size* foi atribuído o valor 2, o que resulta em uma resolução dos pixels da imagem na ordem de 4 m<sup>2</sup>, valor este considerado satisfatório diante dos objetivos do trabalho.

O mapa clinográfico, gerado automaticamente pela ferramenta *Slope*, possuía nove classes de declividade. Diante disto, foi realizada uma reclassificação, de maneira manual, na qual foram estipuladas as cinco classes de declividade que atendem aos objetivos da pesquisa:  $\leq 3$ ; 3  $\mid$  8; 8  $\mid$  20; 20  $\mid$  45; e  $> 45$ .

### 3.2.2 – *Elaboração das cartas de uso e ocupação da terra*

A elaboração deste documento cartográfico fez-se necessário por ir de encontro à proposta de análise da evolução ao longo do tempo das modificações ocorridas no uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes, principalmente no que diz respeito às alterações provenientes da atividade mineradora da argila na rede de drenagem fluvial e na vegetação original.

Neste sentido, Anderson et al. (1979, p. 13) confirmam que “Um dos pré-requisitos básicos para um melhor uso da terra é a informação sobre os modelos existentes do uso do solo e as mudanças no uso da terra havidas ao longo do tempo”, e Rodrigues (2005, p. 110) complementa que “O fato de ser possível espacializar ou cartografar, coloca a metodologia num plano ainda mais adequado à produção de instrumentos de planejamento físico-territorial urbano”. Acrescenta-se a esta colocação, a importância dos dados referentes ao uso da terra no meio rural, visto que estas informações também contribuem para melhores políticas de uso da terra, como planejamentos, identificação de pontos considerados críticos, estabelecimento de medidas paliativas e corretivas, análise de tendências, entre outros, sempre com o intuito de promover o desenvolvimento regional.

Conforme esclarece o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), os produtos de sensoriamento remoto, como as imagens de satélite e fotografias aéreas, podem ser utilizados com a finalidade de mapeamento do uso e ocupação da terra. Contudo, os sensores remotos não registram as atividades que ocorrem sobre a superfície terrestre, mas sim as características desta e que retratam o revestimento do solo.

Em acordo com estas considerações, identificou-se o uso e ocupação da terra dos cenários de 1962, 1988 e 2006 com base nas fotografias aéreas dos respectivos anos. Inicialmente, utilizou-se o *scanner* para passar as fotografias aéreas do formato analógico para o meio digital. Posteriormente as fotografias aéreas foram georreferenciadas no programa

ArcGis 9.3, com base na carta topográfica de escala 1:10.000, gerando-se o mosaico da área de estudo.

A interpretação das fotografias aéreas ocorreu de acordo com o trabalho realizado por Ceron e Diniz (1966), que se utilizam da identificação de elementos de interpretação, tais como: cor, textura, forma da parcela, dimensão da área cultivada, dimensão dos campos de cultivo, altura, espaçamento, restos de colheita e arranjo espacial. Desta maneira, a agregação destes elementos na chave de interpretação de classes de uso e ocupação da terra é capaz de caracterizar culturas diferenciadas. Similarmente, elementos de interpretação da paisagem também são sugeridos pelo IBGE (2006), que recomenda que o uso da terra seja realizado a partir da interpretação de modelos, tonalidades, formas, texturas, arranjo espacial das atividades e localização no terreno.

As classes de uso e ocupação da terra foram estabelecidas de acordo com a proposta de Anderson et al. (1979), que propõem uma estrutura de sistema de classificação do uso da terra baseada em produtos de sensoriamento remoto: imagens de satélite e fotografias aéreas. Esta proposta adapta-se às necessidades da pesquisa por se apresentar flexível e permitir, sobretudo para dados de sensoriamento remoto tomados de altitudes médias e baixas (Quadro 3.2), a inserção de novas categorias de uso e ocupação da terra em sua estrutura, além da exclusão de categorias pré-definidas, de acordo com as necessidades específicas do usuário (ANDERSON, et al. 1979).

Quadro 3.2 – Níveis de detalhamento dos produtos de sensores remotos de acordo com ANDERSON et al. (1979).

NÍVEL DE CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DOS DADOS
I	Tipo de dados Landsat (anteriormente ERTS)
II	Dados de grande altitude, a 12.400m ou mais (escala menor que 1:80.000)
III	Dados de altitude média tomados entre 3.100 e 12.400m (escala 1:20.000 a 1:80.000)
IV	Dados de baixa altitude tomados a menos de 3.100m (escala mais que 1:20.000)

Org. Paschoal (2010).

O mapeamento das classes de uso e ocupação da terra foi realizado utilizando-se o ArcGis 9.3. O procedimento operacional adotado nesta classificação dividiu-se em três etapas: identificar diretamente na tela do computador as classes passíveis de ser assinaladas sem erro; pares estereoscópicos de fotografias aéreas para sanar eventuais dúvidas e; por último, realização de trabalho de campo para averiguação *in loco* das dúvidas atreladas à fotointerpretação e consultas ao Google Earth<sup>®</sup> referente ao cenário mais recente.

Quadro 3.3 – Classes de uso e ocupação da terra e revestimento do solo aplicado à bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP.

CLASSE DE USO DA TERRA	DESCRIÇÃO / FRAGMENTO REPRESENTATIVO (FOTOGRAFIA AÉREA)	
<b>Residências rurais e áreas industriais</b>	Compreende áreas que possuem parte da terra coberta por estruturas destinadas ao uso residencial ou relacionadas com as operações agrárias e/ou de mineração, como a edificação de galpões de armazenagem, instalações para processamento da matéria-prima, entre outros. São identificados na fotografia aérea principalmente através da textura, forma e localização no terreno.	
<b>Cultura anual</b>	Identificaram-se na área plantações de culturas de ciclo anual com a finalidade de produção de alimentos, na qual se destacam plantações de feijão e milho. Os elementos de interpretação utilizados para sua interpretação, constitui-se no padrão quadriculado que este cultivo apresenta sobre o relevo, além da identificação da textura, que se distingue dos demais tipos de plantações encontradas na área.	
<b>Cana-de-açúcar</b>	É notório na área o intenso cultivo da cana-de-açúcar. Seu cultivo, pode ser inserido na classe de terras agrícolas de acordo com Anderson et al. (1979), por se tratar da produção de um gênero que pode ter finalidade alimentar porém, diante do contexto do Pró-álcool e de incentivos governamentais existentes na atualidade, a cana-de-açúcar cultivada na área tem como objetivo fornecer matéria-prima renovável para a produção de energia limpa, e que possa substituir o uso de combustíveis derivados do petróleo. Esta cultura é identificada por meio do arranjo espacial da plantação, que constitui-se em parcelas lineares homogeneamente plantadas, separadas geralmente por curvas de nível ou terraços agrícolas diferentes.	
<b>Citrus</b>	Identificaram-se na área plantações de pomares de laranja, por meio do arranjo quadriculado formando entre as mudas plantadas, que são plantados a uma mesma distância entre si, e em formato linear.	
<b>Silvicultura</b>	A silvicultura consiste no cultivo de espécies arbóreas de rápido crescimento, sendo as principais espécies cultivadas exóticas, como o eucalipto e o pinus. Foi identificado na área o cultivo do eucalipto; motivado, sobretudo, por fatores econômicos e com o objetivo principal de suprir com matéria-prima indústrias de papel e celulose, lenha, compensados, entre outros. A silvicultura apresenta textura rugosa devido ao arranjo espacial do dossel das árvores de eucalipto. Sua plantação ocorre de forma linear e paralela; nas áreas em que ocorre sua extração, a paisagem é marcada por diferentes tonalidades que se distribuem de forma paralela e equidistante.	
<b>Pasto Limpo</b>	A vegetação classificada como pasto nesta pesquisa possui característica predominantemente gramínea e/ou gramínea intercalada com gêneros arbustivos. No geral estas áreas não apresentam características de vegetação de pastagem natural, tendo sido introduzido pela intervenção antrópica. Esta categoria foi subdividida em duas sub-categorias: pasto limpo, caracterizado por vegetação predominantemente de porte rasteiro; e pasto sujo, o qual apresenta junto à vegetação gramínea, alguns gêneros arbustivos que se estabeleceram de forma espaçada no terreno, e pode estar relacionado à falta de manutenção das áreas por parte de seus proprietários. A divisão entre estas duas sub-categorias é tênue e baseou-se em aspectos visíveis da vegetação que recobre a terra.	
<b>Pasto Sujo</b>		
<b>Cobertura herbácea em antigas áreas de mineração</b>	Observa-se que sobre tais áreas desenvolveram-se e se estabilizaram uma vegetação, no geral de porte rasteiro, sendo possível notar que o solo apresenta características de que passou por uma grande remobilização. Desta maneira, os principais elementos de interpretação desta classe de uso da terra constitui-se na rugosidade apresentada pelo solo e na tonalidade da vegetação que se estabeleceu sobre ele.	
<b>Minas a céu aberto</b>	Esta categoria caracteriza-se pela ausência de cobertura vegetal e apresenta o material de recobrimento removido a fim de expor os depósitos a que se desejam explorar. As minerações são incluídas "nesta categoria até que se estabeleça outra cobertura ou utilização, após o que a terra seria classificada de acordo com o uso ou cobertura resultante" (ANDERSON, et al., 1979, p. 61). Os elementos de interpretação aplicados à sua identificação, constituem-se na tonalidade apresentada pelo solo, que se encontra exposto e muitas vezes estruturado em patamares que se assemelham às curvas de nível.	
<b>Matas ciliares e florestas de encostas</b>	Matas ciliares e florestas de encosta foram mapeadas em conjunto. No geral se tratam de matas vinculadas a fundo de vale e poucos resquícios de mata em encostas e topos. Desta maneira, esta classe é identificada diante de sua localização, textura rugosa formada pela disposição do dossel da mata que a constitui, e através da tonalidade e organização espacial, que difere das classes de seu entorno.	
<b>Cursos d'água</b>	Esta categoria contempla todos os cursos d'água, que são representados por formatos lineares, e encontram-se inseridos entre os interflúvios da área.	
<b>Reservatórios artificiais</b>	Os reservatórios existentes na área são todos artificiais e apresentam característica de extensas lagoas, que são formadas pelo afloramento do lençol freático em cavas de mineração de argila. Os elementos desta categoria apresentam formatos poligonais e nem sempre estão vinculados a canais fluviais.	
<b>Área de alagamento sazonal</b>	Compreende uma parcela da terra que se apresenta constantemente alagada devido ao afloramento do lençol freático, que oscila de nível de acordo com as estações do ano e a intensidade das chuvas. Sobre essas terras alagadiças se estabelece uma vegetação rasteira. Os elementos de interpretação utilizados em sua identificação relacionam-se à textura e o padrão disforme da vegetação rasteira que ali se estabelece.	

Org. Paschoal (2010).

Após a averiguação da área de estudo, identificaram-se as seguintes classes de uso e ocupação da terra que atendem as especificidades da área: residências rurais e áreas industriais, citrus, cana-de-açúcar, silvicultura, cultura anual, pasto limpo, pasto sujo, matas ciliares e florestas de encosta, cobertura herbácea em área de mineração, cursos d'água, reservatórios artificiais, área de alagamento sazonal e minas a céu aberto (Quadro 3.3).

### **3.2.3 – *Elaboração das cartas geomorfológicas***

A elaboração do mapeamento geomorfológico requer o domínio da Cartografia Temática, que possui como finalidade informar com a maior clareza e eficiência possível o fenômeno que se pretende representar. Porém, este tipo de mapeamento não se constitui em um mapa para ver e sim em um mapa para ler, diante da grande quantidade de informações neste contida.

As cartas geomorfológicas de detalhe fornecem subsídios para uma análise minuciosa de todos os elementos que compõem o relevo, sejam eles naturais ou derivados da ação antrópica, que são expressos em formas de símbolos e cores que se sobrepõem, os quais lhe conferem grande complexidade (CUNHA, 2001; PASCHOAL et al., 2010b).

Segundo Tricart (1965, apud CUNHA, 2001), a cartografia geomorfológica não deve indicar apenas as formas de relevo, ela deve permitir interpretar essas formas de acordo com sua constituição litológica e com os processos que atuam sobre estas litologias. Assim, os dados relacionados às formações geológicas são fundamentais. Porém, os dados geológicos que constam em uma carta geomorfológica não devem se tratar apenas de uma compilação de dados da carta geológica, mas o geomorfólogo deve interpretá-los de acordo com as “condições de resistência da litologia à atuação dos processos geomórficos” (TRICART, 1965, apud CUNHA, 2001, p. 104).

Tricart (1965) distingue de forma geral algumas etapas para a confecção de um mapa geomorfológico de detalhe, como a definição da legenda, a utilização de uma base cartográfica, procedimento de fotointerpretação e trabalhos de campo, destinados a interpretação e a análise dos mapas. A elaboração do mapeamento geomorfológico seguiu a proposta de Tricart (1965 p. 187-189), a qual afirma que este deve comportar quatro tipos de informações de naturezas diferentes, a saber, morfometria, morfografia, morfogênese e cronologia. Além destes, o autor considera essencial que conste nesta carta, dados referentes ao arcabouço estrutural a ser mapeado em dois níveis: feições estruturais e dados litológicos.

Os dados morfométricos representam valores quantitativos e foram compilados da base cartográfica e representados por meio das curvas de nível e cotas altimétricas. Outros

dados referentes à morfometria não foram representados no mapa geomorfológico, porém foram apresentados na carta de declividade.

As informações morfográficas foram obtidas a partir da interpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas e possuem a finalidade de representar diferentes feições topográficas. Para tanto, utilizou-se símbolos desenvolvidos principalmente por Tricart (1965) e Vestapen e Zuidam (1975). Os elementos relacionados à morfogênese encontram-se associados aos símbolos utilizados na morfografia, que além das formas indicam o agente responsável por sua origem.

Informações referentes à cronologia foram representadas por meio dos dados que compõem a carta geológica e se remetem ao período em que se formaram as rochas que dão sustentação ao relevo, sendo estes dados dispostos em área correspondente e utiliza cores em sua diferenciação.

Encontra-se na área apenas uma feição estrutural, uma falha inferida, que foi mapeada através de seu símbolo representativo. Ainda inserido no arcabouço estrutural, os dados litológicos, advindos da interpretação do mapa geológico, foram representados por diferentes níveis de cinza de acordo com o grau de resistência ao intemperismo do tipo de rocha predominante dentro de cada formação, diferentemente do proposto por Tricart (1965), o qual sugere que a área de determinada litologia seja mapeada com hachuras verticais dispostas com maior ou menor proximidade entre si de acordo com a resistência da rocha ao intemperismo.

A estrutura da legenda (Figura 3.1) baseou-se principalmente em Tricart (1965), que de acordo com Cunha (2001, p. 107), enfatiza “a interpretação das formas e dos processos responsáveis por sua esculturação”, assim, o autor agrupa a maior parte dos símbolos de acordo com os tipos de formas.

As simbologias que compõem a legenda se pautaram principalmente na adaptação das propostas de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975). Com relação à utilização de símbolos adequados à representação das feições antrópicas na área, recorreu-se a outras fontes como CNRS (1971) e Simon (2007), por não constarem nas obras de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975). Outras formas derivadas da ação antrópica na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes foram identificadas e diante da ausência de simbologias que as representassem, criaram-se novos símbolos para atender às necessidades da pesquisa (PASCHOAL, et al., 2010b).

A seleção de simbologias utilizadas por diferentes pesquisadores encontra respaldo nas considerações sobre o mapeamento geomorfológico de Cunha (2001), e possui o propósito de



facilitar a legibilidade das feições geomorfológicas mapeadas e contribuir com a análise ambiental.

<b>DADOS LITOLÓGICOS</b>	Cenozóicos	Aluviões		Convenção Cartográfica	
	Mesozóico	Intrusões básicas		Convenção Cartográfica	
	Paleozóicos	Formação Corumbatai		Convenção Cartográfica	
<b>DADOS ESTRUTURAIS</b>	Falha inflexa			Tricart (1965)	
<b>FORMAS DE VERTENTES E INTERFLÚVIOS</b>	Vertente	Côncava		Verstappen, Zuidam (1975)	
		Convexa		Verstappen, Zuidam (1975)	
		Retilínea		Verstappen, Zuidam (1975)	
	Linha de cumeeada	Suave		Tricart (1965)	
		Íngreme		Verstappen, Zuidam (1975)	
	Formas localizadas	Colo topográfico		Tricart (1965)	
		Sulco		Verstappen, Zuidam (1975)	
		Ravina		Tricart (1965)	
		Voçoroca		Tricart (1965)	
		Caimento topográfico		Tricart (1965)	
	Feições topográficas e morfométricas	Curva de nível		Convenção Cartográfica	
Ponto cotado			Convenção Cartográfica		
<b>AÇÃO DAS ÁGUAS CORRENTES</b>	Feições hidrográficas	Canal Fluvial		Convenção Cartográfica / Tricart (1965)	
		Canal Pluvial		Convenção Cartográfica / Tricart (1965)	
		Área de alagamento sazonal		Convenção Cartográfica	
	Formas de acumulação	Área de acumulação fluvial			Adaptado de Tricart (1965) / Paschoal et al. (2010)
		Modelado de entalhe	Ruptura topográfica	Suave	
	Íngreme				Verstappen, Zuidam (1975)
	Fundo de vale		Em V		Verstappen, Zuidam (1975)
			Fundo plano		Verstappen, Zuidam (1975)
	<b>MODELADO ANTRÓPICO</b>	Mineração	Ativa		Convenção Cartográfica
			Desativa		Convenção Cartográfica
Colina residual derivada de atividade minerária		Suave		Paschoal et al (2010)	
		Abrupta		Paschoal et al (2010)	
Patamares em cava de mineração		Suave		CNRS (1971)	
		Abrupto		Paschoal et al (2010)	
Terraço agrícola / Curvas de nível					Tricart (1965)
Aterro para vias de circulação					Tricart (1965)
Corte para vias de circulação					Tricart (1965)
Conduto					Verstappen, Zuidam (1975)
Cavas de mineração abaixo do nível do lençol freático				Paschoal et al (2010)	
Canal Fluvial sob interferência antrópica				Simon (2007)	

Figura 3. 1 – Estruturação da legenda que compõem o mapa geomorfológico da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes.

Org. Paschoal, L. G. (2010).

A realização do mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes foi organizada de acordo com cinco grupos sugeridos por Tricart (1965), referentes à: dados litológicos; dados estruturais; formas de vertente e interflúvio; ação das águas correntes; e modelado antrópico.

Porém a subdivisão desses grupos, em alguns momentos foi adaptada, a fim de explorar mais elementos e formas. Esse é o caso da inserção das formas de vertentes (côncava, convexa e retilínea) e linha de cumeeada íngreme extraídas de Verstapen e Zuidam (1975), além da inserção de alguns elementos advindos das Convenções Cartográficas no grupo que compõe as “formas de vertentes e interflúvios” e “ação das águas correntes”.

Torna-se importante salientar que o símbolo denominado “terraço agrícola” abrange também feições relacionadas às curvas de nível, que não foram mapeados em separado devido à dificuldade em distingui-los com precisão durante a fotointerpretação. Porém, foi possível observar em campo, o predomínio dos terraços agrícolas nos locais em que a declividade do terreno se mostrava mais pronunciada.

De posse da base cartográfica, da carta geológica e após a definição da legenda a ser utilizada, partiu-se para a realização da fotointerpretação dos pares de fotografia aérea. Diante da perspectiva da Geomorfologia Antropogênica, Rodrigues (2005, p. 101), recomenda que se deva inicialmente realizar o “[...] reconhecimento cartográfico das unidades morfológicas originais para posteriormente considerar a seqüência de intervenções antrópicas nas formas e na distribuição de materiais superficiais”. Desta maneira, foram utilizados pares estereoscópicos que apreendem a área de estudo, datadas de 1962, 1988 e 2006.

A adoção do uso de fotografias aéreas para a interpretação dos diferentes cenários encontra justificativa nas concepções de Novo (1989, p. 70), que destaca que estas ainda se constituem no melhor sistema de informação espacial sobre a superfície terrestre, as quais permitem a produção de mapas em escala de detalhes. Simon (2007, p 78) complementa que as fotografias aéreas, “[...] enquanto representação do momento ou do fato geográfico, possibilitam a constatação dos mecanismos de controle impostos aos elementos do sistema ambiental derivados de intervenções antrópicas diretas e indiretas”, concepções estas que estão em consonância com o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

Em um primeiro momento os dados de estereoscopia foram retirados em papel poliéster, que compuseram *overlays*, nos quais foram extraídos todos os elementos que constam na legenda geomorfológica. Este papel possui opacidade semelhante ao do papel vegetal, porém não sofre dilatações diante da variação de temperatura, umidade e de seu manuseio, o que lhe confere boa operacionalidade e manutenção dos dados nele compilados.

Após a etapa de fotointerpretação, estes *overlays* foram escaneados e georreferenciados com precisão sobre a base cartográfica, utilizando o programa ArcGis 9.3. O processo de vetorização das informações contidas nos *overlays* também se utilizou deste mesmo software e seguiu as orientações técnicas de Paschoal et al. (2010b). Com base nestas orientações, criaram-se novos símbolos, que passaram a compor o banco de dados de simbologias do ArcGis 9.3 e foram aplicados na construção da carta geomorfológica.

A utilização do *software* ArcGis 9.3 aplicado à elaboração de cartas geomorfológicas demonstrou-se eficiente para a representação das feições existente na paisagem. O programa permite organizar as camadas (*shapefiles*), visualizadas no *display*, de acordo com a ordem de

importância que eles apresentam, para que o resultado final do mapeamento apresente-se de maneira harmônica. Assim, com base na técnica de mapeamento proposta por Tricart (1965), os dados que compõem a geologia (áreas), foram dispostos em último plano, seguidos pelas informações morfométricas (linhas e pontos), até que as informações derivadas da ação das águas correntes e antrópicas se apresentassem em primeiro plano.

As cartas geomorfológicas foram editadas de acordo com o proposto por Paschoal et al. (2010b), sendo que uma carta preliminar do ano de 2006 foi levada à campo para reambulações e constatações empíricas nos casos de dúvidas atreladas à estereoscopia referente a este cenário.

### ***3.2.2 – Elaboração da carta de restrições legais ao uso e ocupação da terra com base em parâmetros geomórficos ambientais físicos***

As restrições ao uso e ocupação da terra variam de acordo com as particularidades de cada local e possuem como finalidade delimitar espacialmente aspectos voltados ao planejamento ambiental, respaldados em aparatos instituídos pela legislação brasileira.

A construção da carta é guiada pelas orientações técnicas de Oliveira (1997), que elenca os principais temas da legislação ambiental brasileira relacionado ao planejamento. Desta maneira, com base nas peculiaridades apresentadas pela bacia do Ribeirão Santa Gertrudes, buscou-se junto às legislações específicas os limites impostos a este ambiente, que visam garantir sua conservação, tendo-se identificado reservatórios artificiais, áreas com declividade superior a 45%, várias nascentes e canais de drenagem (Quadro 3.4).

As restrições legais ao uso e ocupação da terra, aplicadas à área de estudo (Quadro 3.4), e que se constituem em Áreas de Preservação Permanente (APP), de acordo com a Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006, encontram-se sujeitas à intervenção ou supressão da vegetação, quando constatada utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental.

Porém, a atividade de exploração da argila, foco de análise desta pesquisa, constitui-se em um interesse social, e conforme consta na resolução CONAMA 369/2006, Artigo 2º, parágrafo II-d, as atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho poderão ser outorgadas pela autoridade competente, tornando-se passíveis de exploração. Para tanto, deve seguir as orientações dispostas no Artigo 3º, e ser comprovado:

- I - a inexistência de alternativa técnica e locacional às obras, planos, atividades ou projetos propostos;
- II - atendimento às condições e padrões aplicáveis aos corpos de água;

- III - averbação da Área de Reserva Legal;  
 IV - a inexistência de risco de agravamento de processos como enchentes, erosão ou movimentos acidentais de massa rochosa.

Quadro 3.4 – Identificação das restrições legais ao uso e ocupação da terra a partir de parâmetros geomórficos-ambientais aplicadas a bacia do Ribeirão Santa Gertrudes/SP.

LEGISLAÇÃO	CONTEÚDO
*CONAMA 302 de 13/05/2002 “Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno”.	“Art 3º - Constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de: III - quinze metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural”
*CONAMA 303 de 13/05/2002 “Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente”.  Possui Leis equivalentes respectivamente em: * Código florestal Lei n. 4.771 de 15/09/1965 – Artigo 2, a, 1. – Artigo 2, c. – Artigo 2, e.	CONAMA: - “Art. 3o Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:  I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de: a) trinta metros, para o curso d’água com menos de dez metros de largura;  II - ao redor de nascente ou olho d’água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;  VII - em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive”;
* Código florestal Lei n. 4.771 de 15/09/1965	“Art. 10. Não é permitida a derrubada de florestas, situadas em áreas de inclinação entre 25 a 45 graus, só sendo nelas tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes”.

Org. Paschoal (2010).

Esta carta foi elaborada utilizando-se o programa ArcGis 9.3 que permite a criação de vários *Buffer*, que delimitam espacialmente as unidades métricas sugeridas como APP. Assim, basta deixar ativa a seleção do atributo da paisagem ao qual se necessita atribuir à área envolvente de APP e, por meio do *Buffer*, disponível na ferramenta Editor, atribuir o valor da metragem de restrição.

Diante das necessidades apresentadas pela área, selecionou-se inicialmente o atributo “drenagem”, especificado como linha no programa ArcGis 9.3, para gerar a faixa marginal de 30 metros no entorno dos cursos d’água que apresentam menos de 10 metros de largura. A mesma operação repetiu-se para gerar a faixa marginal em volta das nascentes e dos reservatórios artificiais, especificados como ponto e polígono respectivamente dentro do programa.

Os dados relativos à declividade superior a 45% foram extraídos do mapa clinográfico. Sendo assim, as feições do relevo retratadas remetem às características aproximadas do cenário atual, tendo em vista que a base cartográfica data de 1979. A rede hidrográfica e os reservatórios artificiais foram extraídos da carta geomorfológica de 2006 e, portanto, retratam um cenário muito próximo do observado atualmente na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes.

#### **4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos a partir da carta de declividade (Anexo 1), dos distintos usos e ocupações da terra (Anexo 2), mapeamento geomorfológico evolutivo (Anexo 3) e da carta de restrições legais ao uso e ocupação da terra a partir de parâmetros geomórficos-ambientais físicos (Anexo 4). Além disso, busca-se realizar uma análise quantitativa e qualitativa desses dados.

A quantificação da área ocupada pelas diferentes classes de uso da terra e das dimensões espaciais de alguns dos aspectos geomorfológicos mais relevantes nos diversos cenários permitiu inferir e compreender a dinâmica do uso da terra nas últimas décadas e as consequentes alterações impostas ao modelado terrestre, como a (re) mobilização de materiais de superfície e sub-superfície, evolução dos processos denudativos, áreas de acúmulo de sedimentos, entre outros, que se destacam na área da bacia em questão. Os dados quantitativos forneceram subsídios para a realização de uma análise geral da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes e permitiram o embasamento da análise qualitativa.

A análise qualitativa se realiza a partir do confronto entre fragmentos espaciais das cartas de uso da terra e geomorfológicas dos anos de 1962, 1988 e 2006, e a carta de declividade. As análises referentes ao cenário do ano de 2006 foram confrontadas também com a carta das restrições legais ao uso e ocupação da terra a partir de parâmetros geomórficos-ambientais, fato que permitiu analisar se as Áreas de Preservação Permanente

estão de fato sendo respeitadas e apontar as áreas prioritárias para a conservação dos recursos naturais.

Os dados quantitativos provenientes da carta de declividade (Anexo 1) são interpretados com base na obra de Ramalho Filho et al. (1978) e permitem diagnosticar que a área da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes possui uma parcela considerável em área, na qual a susceptibilidade à erosão é considerada nula (21,17%) devido aos declives inferiores ou iguais a 3% (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Área ocupada por cada classe de declividade na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes.

CLASSES DE DECLIVIDADE	Km <sup>2</sup>	%
≤ 3%	5,90	21,17
3%   8%	12,70	45,57
8%   20%	8,60	30,86
20%   45%	0,44	1,58
> 45%	0,23	0,82

Org.: Paschoal, L. G. (2010).

A classe que apresenta ligeira susceptibilidade à erosão é a mais expressiva (45,57%) de acordo com a carta de declividade. Estas terras, quando utilizadas para cultivos, num período entre 10 e 20 anos, podem perder aproximadamente 25% do seu horizonte superficial (RAMALHO FILHO et al., 1978). Porém, este tipo de erosão pode ser prevenido com práticas conservacionistas simples.

A parcela do relevo que possui susceptibilidade à erosão moderada também é elevada (30,86%). A utilização destas áreas para lavoura requer, desde o início de sua utilização para estes fins, a adoção de práticas intensivas de controle à erosão, caso contrário, podem apresentar extensos sulcos, ravinamentos e voçorocas (RAMALHO FILHO et al., 1978).

A extensão das terras que apresentam forte susceptibilidade à erosão é pouco expressiva na área da bacia estudada (1,58%). Segundo Ramalho Filho et al. (1978), a prevenção à erosão nesta classe de declividade torna-se difícil e dispendiosa e requer o uso de maquinários especiais ou de tração animal. Por último, a classe que apresenta declividade superior a 45%, corresponde a 0,85% da área da bacia em estudo e caracteriza-se por severa susceptibilidade à erosão, constituindo-se em Área de Preservação Permanente (APP) de acordo com a resolução CONAMA 303 de 13/05/2002 e o Código Florestal (Lei n. 4.771 de 15/09/1965).

É sobre este relevo de característica pouco movimentada, com baixas amplitudes altimétricas e extensas vertentes, predominantemente convexas, que ocorre o uso e ocupação da terra na área de estudo.

O mapeamento de uso e ocupação da terra, gerado para os anos de 1962, 1988 e 2006 (Anexo 2), forneceu os dados que compõem a Tabela 4.2. De maneira geral, estes permitem inferir a evolução da dinâmica de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes.

As informações do ano de 1962 referem-se ao uso e ocupação da terra em uma fase anterior às grandes transformações no relevo advindas da atividade de exploração da argila, assim, este cenário foi vinculado à geomorfologia mais próxima da original possível.

Tabela 4.2 – Área ocupada por cada classe de uso e ocupação e uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes no período de 1962, 1988 e 2006.

CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA	1962		1988		2006	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
<b>Residências rurais e áreas industriais</b>	0,14	0,5	0,04	0,14	0,13	0,47
<b>Cultura anual</b>	-	-	-	-	1,16	4,16
<b>Cana-de-açúcar</b>	9,53	34,19	16,23	58,23	16,91	60,67
<b>Citrus</b>	1,65	5,93	0,08	0,29	-	-
<b>Silvicultura</b>	9,3	33,37	5,94	21,31	0,94	3,37
<b>Pasto Limpo</b>	3,43	12,31	1,51	5,42	1,01	3,62
<b>Pasto Sujo</b>	2,53	9,08	2,51	9,00	1,50	5,38
<b>Cobertura herbácea em antigas áreas de mineração</b>	0,46	1,65	0,60	2,15	3,07	11,02
<b>Minas a céu aberto</b>	0,32	1,15	0,13	0,47	1,81	6,5
<b>Matas ciliares e florestas de encostas</b>	0,38	1,36	0,60	2,15	0,86	3,09
<b>Cursos d'água e Reservatórios artificiais</b>	0,09	0,32	0,18	0,66	0,41	1,47
<b>Área de alagamento sazonal</b>	0,04	0,14	0,05	0,18	0,07	0,25
<b>Total</b>	<b>27,87</b>	<b>100</b>	<b>27,87</b>	<b>100</b>	<b>27,87</b>	<b>100</b>

Org.: Paschoal, L. G. (2010).

Os dados do ano de 1988, de acordo com os valores obtidos na quantificação das classes de uso e ocupação da terra, embora demonstrem um recuo em relação aos de 1962 nas áreas de mineração ativa a céu aberto, referem-se a um estágio de perturbação ativa, no qual é possível verificar considerável aumento em número e área ocupada por reservatórios artificiais provindos de cavas de mineração abaixo do nível do lençol freático, na extensão da cobertura herbácea em antigas áreas de mineração, além de considerável aumento na área de acumulação de planície e terraço fluvial.

Outro fato que contribui para que em 1988 ainda não tenham sido registradas amplas áreas de mineração em funcionamento, possivelmente refere-se ao investimento e consequente aumento na dimensão de áreas que passaram a ter o uso da terra vinculado ao cultivo da cana-de-açúcar. Este cultivo foi estimulado pela campanha Pró-álcool do Governo Federal, instituída pelo Decreto nº 76593 em 14 de Novembro de 1975, após a crise do



petróleo em 1973, o qual visava à substituição em grande escala do uso de combustíveis derivados do petróleo pelo álcool.

O Pró-álcool começa a deixar de ser um programa do Governo Federal em 1990, que retira progressivamente os mecanismos de suporte e subsídios concedidos ao setor, até que no ano de 2002, esse atinge plena liberdade na fixação dos preços e consagra-se como um programa energético consolidado. Porém, o mesmo continua a contar com uma política tributária favorável se comparado à gasolina (NOGUEIRA, 2007), e desta forma, a cultura canavieira continua expressiva, inclusive no cenário atual.

A ampliação de áreas de mineração na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes é notória a partir da década de 1990, quando o setor cerâmico se moderniza, atinge níveis de excelência e passa a competir no mercado internacional. No interior da área de estudo se estabelece o Complexo Argileiro de Santa Gertrudes, que contribuiu ativamente com o fornecimento da matéria-prima que alimenta o Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes. A lavra do Complexo Argileiro encontra-se oficialmente paralisada pela CETESB desde outubro do ano de 2005, devido a estudos relacionados à potencialidade hídrica e incoerências quanto ao Plano de Controle Ambiental (PCA), que não viabiliza a recuperação da área conforme estabelecem as diretrizes (REIS, 2008).

Assim, nos cenários anteriores a esse tipo de exploração, como em 1962, constata-se que o uso e ocupação da terra predominante era constituído pelo cultivo da cana-de-açúcar (34,19%), a silvicultura (33,37%) e dois tipos de pastagens, limpo e sujo, que juntos totalizam 21,39% da área. Em 1988, estas mesmas classes de uso e ocupação da terra continuaram em evidência, sendo que houve um aumento na cultura da cana-de-açúcar (58,23%), uma diminuição na área de silvicultura (21,31%) e dos pastos (limpo e sujo), os quais totalizaram 14,42% da ocupação da área.

Os dados extraídos do cenário de 2006 revelam uma alteração no perfil da área, embora a cultura da cana-de-açúcar continue a ser a classe hegemônica de uso da terra, ocupando 60,67% da área. As classes vinculadas à mineração mostram-se proeminentes, e ao agrupar as classes de cobertura herbácea em antigas áreas de mineração (11,02%), minas a céu aberto (6,5%) e reservatórios artificiais (1,47%), têm-se 18,99% da ocupação da área comprometida com este setor.

Além do cultivo da cana-de-açúcar, outras parcelas de uso e ocupação da terra que apresentaram uma ascensão nos três cenários analisados e são representados pelas classes de:

- Cobertura herbácea em antigas áreas de mineração (Figura 4.1), que em 1962 ocupava 1,65% da área, passou a ocupar 2,15% em 1988 e no ano de 2006 passou a ser característica comum a 11,02% da área de estudo;

- Reservatórios artificiais (Figura 4.2), que apresentaram um aumento de aproximadamente 100% na área ocupada se comparado com o cenário de 1962 (0,34%) com o de 1988 (0,66%), e mais uma vez cresce mais de 100% entre o ano de 1988 (0,66%) e 2006 (1,47%);



Figura 4.1 – Destaque para a classe de ocupação da terra destinada à Cobertura herbácea em antigas áreas de mineração na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes.

Fonte: Paschoal, L. G. (2010).

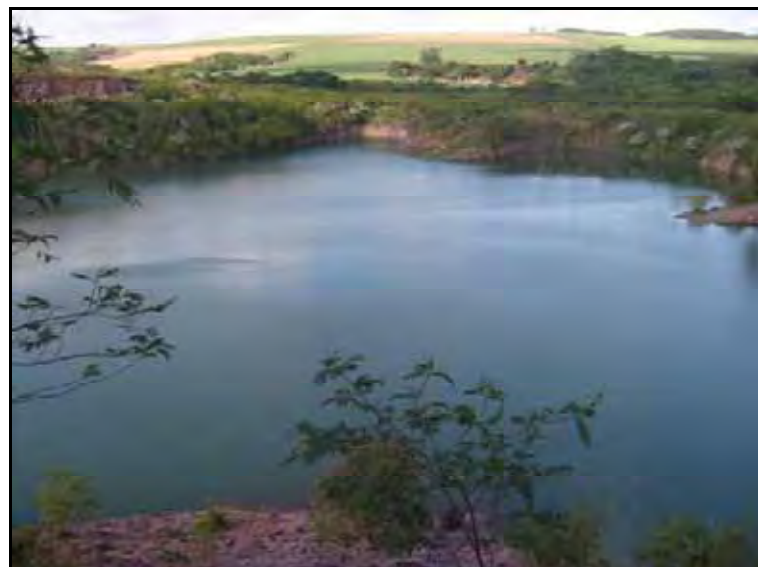


Figura 4.2 – Imagem representativa da classe de ocupação da terra destinada aos reservatórios artificiais na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes.

Fonte: Paschoal, L. G. (2010).

- Matas ciliares e florestas de encostas (Figura 4.3) também apresentaram aumento nas taxas de uso e ocupação, deixando o patamar de 1,36% no cenário de 1962, passando a ocupar 2,15% do cenário de 1988 e atingindo 3,09% de ocupação da terra em 2006.

- Cultura anual (Figura 4.4), passível de registro apenas no cenário de 2006, destacando-se a produção do feijão e do milho, responsáveis por ocupar 4,16% da área.



Figura 4.3 - Mata ciliar na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes.  
Fonte: Paschoal, L. G. (2010).



Figura 4.4 – Área destinada ao cultivo do feijão na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes.  
Fonte: Paschoal, L. G. (2010).

Face ao crescimento das classes de uso e ocupação da terra supracitadas na área de estudo, outras quatro registraram um declínio ao longo do tempo:

- Citricultura, que no ano de 1962 ocupava 5,93% da área, passou para 0,29% em 1988, e deixou de ser cultivada entre os anos de 1988 e 2006;

- Silvicultura, que deixou de ocupar 33,37% da área em 1962, para ocupar 21,31% em 1988 e teve sua área de cultivo drasticamente reduzida para 3,37% em 2006. No geral a silvicultura foi substituída pela cultura da cana-de-açúcar e, no cenário de 2006, ocorre sobre essa área também a introdução de culturas anuais;

- Pasto Limpo e Pasto Sujo, a somatória dos valores de área ocupada por ambos (21,39%) mostrava-se significativa no cenário de 1962, sendo o pasto sujo responsável por 9,08% e o pasto limpo por 12,31% do uso da terra na bacia do Ribeirão Santa Gertrudes. Estas classes foram um pouco reduzidas no cenário de 1988, quando o pasto limpo passou a ocupar 5,42% e o pasto sujo 9% do uso da terra nesta área. Já em 2006, a somatória destas áreas tornou-se menos expressiva ainda, totalizando 9% do uso da terra nesta bacia, sendo destes 3,62% ocupados por campos limpos e 5,38% por pastos sujos.

Outras classes ainda sofreram oscilação em sua ocupação ao longo do tempo, tais como as destinadas às residências rurais e áreas industriais, minas a céu aberto e alagamento sazonal.

Os dados do cenário de 1988 apontam uma diminuição da área ocupada por minas a céu aberto se comparada ao cenário de 1962, que deixou de ocupar 1,15% da área e passou para 0,47%. Este fato influenciou também na área ocupada por residências rurais e áreas industriais que caiu de 0,5% em 1962 para 0,14% em 1988. Esta diminuição de áreas construídas relaciona-se no geral às estruturas montadas ao lado de minerações durante seu período de funcionamento e que são removidas após sua desativação. O cenário de 2006, influenciado pelas transformações e modernizações do setor cerâmico, sobretudo a partir da década de 1990, mostra um elevado crescimento das áreas de mineração a céu aberto, que passou a ocupar 6,5% do uso da terra da bacia do Ribeirão Santa Gertrudes, valor este que também é acompanhado pela recuperação no índice de áreas construídas, que atinge 0,47% da área.

A classe de ocupação da terra relacionada à área de alagamento sazonal sofreu uma oscilação de até 0,03 km<sup>2</sup>, pois passou de 0,04 km<sup>2</sup> que ocupava em 1962, para 0,05 km<sup>2</sup> em 1988, chegando a ocupar 0,07 km<sup>2</sup> no cenário de 2006. Esta área fica sujeita as inundações esporádicas de acordo com as estações mais chuvosas do ano e elevação do nível do lençol freático, o que certamente influenciou no tamanho da área mapeada. Até o período do

mapeamento (2006), constatou-se que a área permanecia isenta de qualquer tipo de atividade agrícola ou minerária sobre ela. Porém em trabalho de campo realizado na área, no ano de 2010, foi possível notar o alagamento de algumas pequenas cavas de mineração de argila inativas (Figura 4.9). Neste mesmo local pode-se observar uma obra de drenagem para canalização das águas desta antiga cava para um curso de água localizado vertente abaixo (Figura 4.10), a fim de se evitar um aumento nos processos erosivos lineares neste local.



Figura 4.5 – Área mapeada como sendo de alagamento sazonal sobre a qual há uma cava de mineração abandonada.

Fonte: Paschoal, L. G. (2010).



Figura 4.6 – Obras de engenharia que drenam água da antiga cava de mineração para um curso de água localizado vertente abaixo, evitando um aumento nos processos de erosão linear.

Fonte: Paschoal, L. G. (2010).

As condições de uso e ocupação da terra, expostas anteriormente, influenciaram na dinâmica dos processos erosivos, de transporte e sedimentação dentro do sistema em questão e resultaram em alterações hidro-geomorfológicas.

As informações geradas pelo mapeamento geomorfológico do ano de 1962 (Anexo 3) referem-se a um quadro com pouca intervenção em relação às atividades de mineração, no qual é possível identificar a geomorfologia mais próxima à original da área. Desta maneira, este cenário apresenta alterações em sua geomorfologia anterior ao mapeamento de 1962, fruto do uso da terra vinculado, sobretudo, às atividades agrícolas até então realizadas na área (Tabela 4.2).

Os cenários de 1988 e 2006 (Anexo 3) apresentam muitos setores em que o relevo foi nitidamente alterado pela ação antrópica, principalmente os vinculados às áreas de mineração de argila. Estas alterações podem ser constatadas a partir de dados mensuráveis de diversas feições do relevo e que diferem do cenário tido como representante da geomorfologia original, o que permite configurá-los como representativos da geomorfologia antropogênica (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 - Elementos geomorfológicos representativos de um cenário de pouca intervenção em relação às atividades de mineração (1962) e perturbação ativa (1988 e 2006).

<b>ELEMENTOS</b>	<b>1962</b>	<b>1988</b>	<b>2006</b>
<b>Ruptura Abrupta</b>	34,79 km	21,35 km	12,14 km
<b>Ruptura Suave</b>	22,46 km	32,63 km	44,77 km
<b>Sulco</b>	15,48 km	15,59 km	6,05 km
<b>Patamares em cava de mineração – suave</b>	-	-	12,09 km
<b>Patamares em cava de mineração – abrupto</b>	-	-	5,89 km
<b>Ravina</b>	0,01 km <sup>2</sup>	0,02 km <sup>2</sup>	0,01 km <sup>2</sup>
<b>Represa</b>	0,09 km <sup>2</sup>	0,18 km <sup>2</sup>	0,41 km <sup>2</sup>
<b>Área de acumulação fluvial</b>	0,09 km <sup>2</sup>	0,48 km <sup>2</sup>	0,79 km <sup>2</sup>

Org.: Paschoal, L. G. (2010).

As rupturas topográficas marcam a evolução da vertente, ou seja, evidenciam que ao longo desta há um processo erosivo diferenciado. Estas rupturas são feições que podem ter sua origem em fatores naturais, tais como em diferentes materiais que compõe a litologia ou então podem estar atrelados ao tipo de uso da terra empregada pelo homem, que as dinamizam, aceleram sua evolução, bem como podem fazer surgir novas rupturas ou fazer com que antigas rupturas desapareçam.

É possível constatar que a somatória das extensões lineares dos tipos de rupturas, abruptas e suaves, manteve-se praticamente constante entre os anos de 1962 (57,25 km), 1988 (53,98 km) e 2006 (56,91 km). O diferencial entre estes valores está na evolução da extensão das rupturas suaves e recuo nas rupturas abruptas que se deram de forma progressiva.

No cenário de 1962, a maior parte das rupturas era abrupta (34,79 km) e uma extensão menor era tomada por rupturas suaves (22,46 km). No cenário de 2006, esta situação se inverte, sendo que 44,77 km demonstram-se suaves e apenas 12,14 km abruptas. O cenário de 1988 é representativo de uma fase intermediária entre os valores de 1962 e 2006, no qual as rupturas abruptas são da ordem de 21,35 km, e as rupturas suaves somam a extensão de 32,63 km.

Este fato evidencia que a morfologia das vertentes tem se alterado de acordo com o tipo de uso e ocupação da terra e de técnicas de manejo aplicadas às mesmas. No ano de 1962, as rupturas abruptas ocorriam com grande frequência entre os locais de contato da silvicultura ou cana de açúcar com os pastos. No ano de 2006, as rupturas apresentam-se mais suavizadas e provavelmente este fato encontra-se atrelado ao emprego de técnicas agrícolas como a de plantações em curva de nível e terraceamentos.

A terceira forma indicativa de processos erosivos a ser considerada constitui-se na extensão dos sulcos erosivos. Os cenários de 1962 e 1988 apresentam pouca variação na extensão das áreas ocupadas por esta feição, na ordem de 15,48 km e 15,59 km respectivamente.

Os sulcos erosivos no cenário de 2006 por sua vez apresentam 6,05 km de extensão. Essa diminuição de valor na extensão dos sulcos, possivelmente se relaciona ao emprego de técnicas de manejo ao uso da terra, como é o caso da implantação de terraços e curvas de nível para o cultivo da cana-de-açúcar, que mascaram grande parte dos processos erosivos lineares sobre as vertentes, mas que não o exime de sua atuação.

Outro fator que auxilia na contenção dos processos erosivos lineares, relaciona-se ao surgimento e aplicação de leis que visam à manutenção de parte dos sistemas ambientais físicos, a partir dos quais foi possível constatar um aumento na área de matas ciliares e florestas de encostas de 1962 (1,36%), para 1988 (2,15%) e 2006 (3,09%).

Os patamares em cavas de mineração aparecem apenas no cenário da carta geomorfológica de 2006, fruto da ação antrópica que explotou grandes quantidades de matéria-prima e que descaracterizou um extenso interflúvio existente no setor norte da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. Neste caso é importante salientar a predominância dos símbolos geomorfológicos sobre os valores das curvas de nível e pontos cotados, para uma leitura correta da carta em questão, bem como se comprova que as alterações já atingiram o nível de desenvolvimento de uma geomorfologia antropogênica na área.

A análise da carta geomorfológica de 2006 permite constatar que os patamares gerados nas cava de mineração e que possuem ruptura suave (12,09 km) foram realizados de acordo

com a orientação das curvas de nível, enquanto os patamares em cava de mineração classificados como abruptos (5,89 km) ocorrem no geral no entorno das grandes cavas de mineração que atingiram e aprofundaram a exploração abaixo do nível do lençol freático.

O aumento de área ocupada por cavas de mineração nesta situação é notório e saltou de 0,09 km<sup>2</sup> de área no ano de 1962, para 0,18 km<sup>2</sup> no ano de 1988 e 0,41 km<sup>2</sup> em 2006. Por um longo período de tempo, os locais selecionados para explorações da argila foram selecionados sem estudos prévios, predominando o método experimental, de tentativa e erro, sem fiscalização alguma. Assim, é possível comprovar por meio dos mapeamentos geomorfológicos e de uso e ocupação da terra, o fato da atividade minerária ter ocorrido predominantemente junto às nascentes e próximos aos leitos dos rios.

Este tipo de exploração da argila causou mudanças morfo-hidrográficas na bacia do Córrego Ribeirão Santa Gertrudes, afetando inclusive o curso dos canais fluviais em áreas que não possuem contato direto com as minerações, devido aos novos limites impostos aos sistemas ambientais físicos que provocam uma reação em cadeia.

Por último, foi possível identificar uma área de acumulação de sedimentos fluviais, identificadas nas cartas geomorfológicas como área de acumulação e planície fluvial (Aptf). No ano de 1962, esta área equivalia a 0,09 km<sup>2</sup> e foi adotada como característica da morfologia original. Este acúmulo de sedimentos nos fundos de vale possivelmente relaciona-se a um fenômeno natural que ocorre em áreas restritas e em escala de tempo geológico, vinculando-se à busca pelo perfil de equilíbrio da drenagem.

Porém, constatou-se na área, uma grande quantidade de deposição de sedimentos no decorrer dos últimos 48 anos, que passou a ocupar uma área de 0,48 km<sup>2</sup> no ano de 1988 e 0,79 km<sup>2</sup> em 2006. Sendo assim, esta feição foi denominada de área de acumulação de planície e terraço fluvial sob interferência antrópica. Este fato evidencia uma brusca interferência de ações realizadas pelo homem no sistema em questão e que tem dado origem a novas formas no relevo e realocado grande quantidade de matéria.

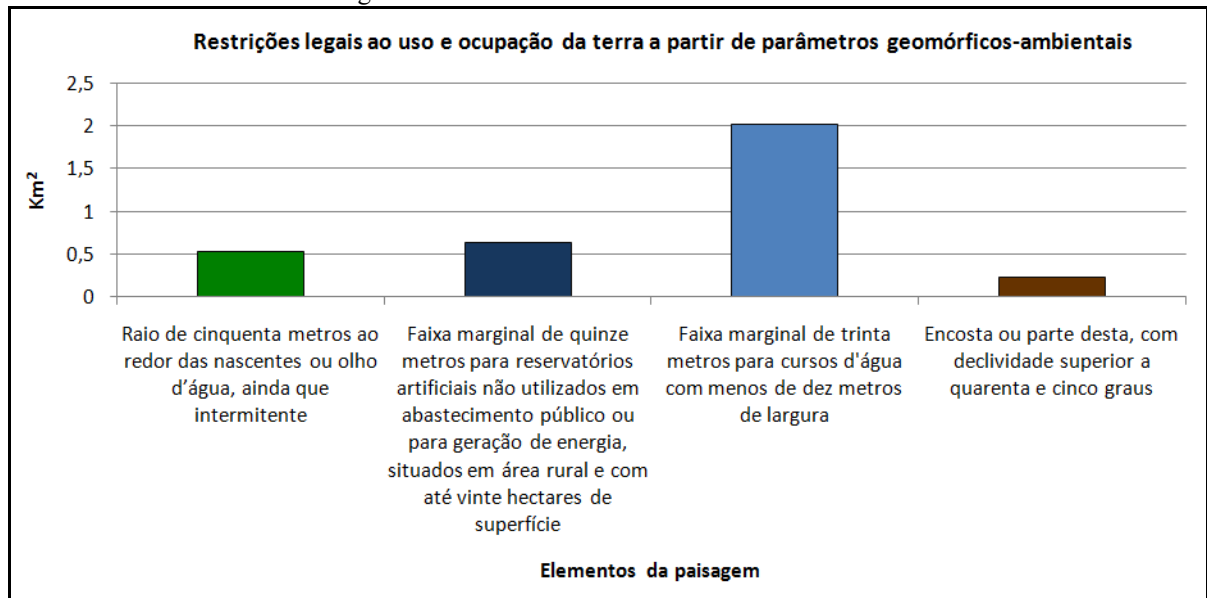
Diante das características de declividade, de uso e ocupação da terra e geomorfológicas, foi elaborada a carta de restrições legais ao uso e ocupação da terra a partir de parâmetros geomórficos-ambientais (Anexo 4), com a finalidade de delimitar espacialmente os aspectos voltados ao planejamento ambiental, respaldados em aparatos instituídos pela legislação e averiguar se infrações vem ocorrendo na área em estudo.

Os dados fornecidos por esta carta retratam que dos 27,87 km<sup>2</sup> de área ocupada pela bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes, 2,63 km<sup>2</sup> são considerados como Área de Preservação Permanente (APP). É necessário atentar-se para o fato de que a somatória das



áreas dos diferentes atributos do relevo, que possuem tipos de restrições diversas em seu uso e ocupação da terra, apresenta um valor mais elevado, na ordem de 3,42 km<sup>2</sup>. A diferença positiva de 0,79 km<sup>2</sup> advém da sobreposição entre as áreas destinadas a preservação de diferentes atributos do relevo. Essas áreas de APP são distribuídas de acordo com elementos específicos da paisagem (Figura 4.11), da seguinte maneira:

Gráfico 4.1 – Área com restrições legais ao uso e ocupação da terra a partir de parâmetros geomórficos ambientais físicos na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes.



Org.: Paschoal, L. G. (2010).

- Nascentes: os 50 metros de proteção no entorno das nascentes, estabelecido pelo CONAMA 303 de 13/05/2002, resultam em 0,53 km<sup>2</sup> de APP dentro da área de estudo;

- Reservatórios artificiais: diante do fato de todos os reservatórios artificiais da área de estudo possuírem área inferior a vinte hectares de superfície, localizarem-se em área rural e não serem utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, aplica-se a estes a resolução do CONAMA 302 de 13/05/2002 a qual reserva uma margem de 15 metros no entorno destes elementos, o que resulta em 0,64 km<sup>2</sup> de APP;

- Canais fluviais: os cursos de água na área de estudo apresentam-se todos com largura inferior a 10 m. Sendo assim, a resolução CONAMA 303 de 13/05/2002 considera como APP uma faixa marginal de 30 metros para este elemento, o que implica em 2,02 km<sup>2</sup> de área de APP;

- Declividade > 45%: a área da bacia que apresenta declividade superior a 45%, e que se constitui em APP de acordo com a resolução CONAMA 303 de 13/05/2002, resulta em 0,23 km<sup>2</sup> da área da bacia.

## **5 – ANÁLISE SETORIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA GERTRUDES**

Diante das análises apresentadas para a bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes, expostas no capítulo anterior, tornou-se possível selecionar setores desta bacia, que foram representados separadamente, que ilustram as principais situações de alterações que o uso e ocupação da terra causaram sobre os aspectos hidro-geomorfológicos da área. Esta análise setorial permitiu também o confronto entre setores correspondentes às classes de declividade do relevo e às restrições legais ao uso e ocupação da terra nesta bacia.

Foram selecionados seis setores de análise para a bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes (Figura 5.1), sendo estes representativos de: 1 - área de mineração de argila, 2 - área de acumulação fluvial, 3 - alterações hidro-geomorfológicas, 4 - Alterações de vertentes, 5 - processos erosivos e 6 - indícios de erosão regressiva.

Em alguns momentos as áreas selecionadas para análise se sobrepõem, porém, o enfoque dado a cada seleção de fragmentos é diferenciado. Diante da funcionalidade analítica que este procedimento proporciona, tornou-se possível evidenciar o controle antrópico sobre os sistemas ambientais físicos que compõem a bacia do Ribeirão Santa Gertrudes.

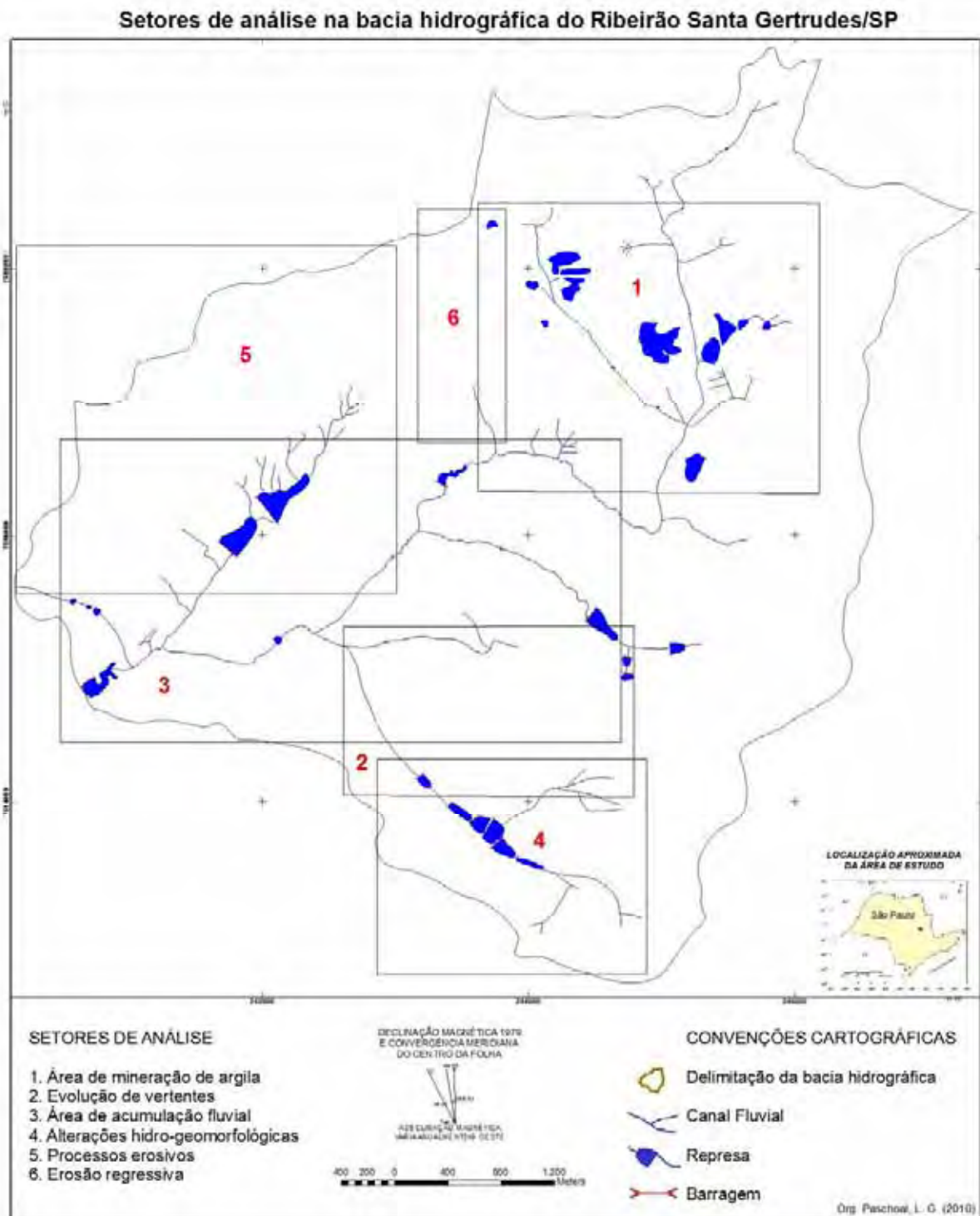


Figura 5.1 – Setores seleccionados para análise da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes.  
Org.: Paschoal, L. G. (2010).

### 5.1 – *ÁREA DE MINERAÇÃO DE ARGILA*

Destacou-se como área representativa das alterações que a mineração de argila causa sobre as feições hidro-geomorfológicas um setor localizado ao norte da bacia, o qual apresenta a descaracterização total de um interflúvio (Figura 5.2).

Nota-se por meio da análise do fragmento espacial de 1962, que cultura da cana-de-açúcar, silvicultura, pastos limpo e sujo e pequenas parcelas de citrus constituíam a parcela predominante em relação ao uso da terra na área. Diante deste uso da terra a provável morfologia considerada como original apresenta a ocorrência de processos erosivos lineares, na forma de sulcos e ravinas, que se concentram sobre a classe de declividade moderada (8% ┆ 20%), e forte (20% ┆ 45%), distribuídos pelas diversas classes de uso e ocupação da terra que compreendem este setor da bacia e que não contavam com medidas de manejo aplicadas ao seu uso e ocupação, como por exemplo, a existência de curvas de nível, conforme foi possível constatar a partir da fotointerpretação.

O cenário de 1988 retrata o avanço da cultura canavieira sobre os demais tipos de uso e ocupação da terra. Sendo assim, os setores ocupados pela silvicultura, pasto limpo e pasto sujo tiveram sua área reduzida. As classes de pasto sujo e limpo mantiveram-se predominantemente próximas aos canais fluviais, sendo nesta área também constatado o aumento da área de matas ciliares e florestas de encostas.

As parcelas da terra que concentram seu uso e ocupação destinado aos pastos limpo e sujo, e matas ciliares e florestas de encostas, apresentam declividades mais acentuadas na baixa vertente, classificadas como moderada (8% ┆ 20%) e forte (20% ┆ 45%), e fundo de vale relativamente plano em algumas áreas, com declividades pertencentes à classe nula ( $\leq$  3%).

O cenário de 1988 demonstra uma diminuição na extensão ocupada pelos sulcos, se comparado com o cenário de 1962. Estes passam a se localizar predominantemente sobre as áreas de cultivo da cana-de-açúcar, uso da terra que provavelmente dinamizou o processo erosivo em um trecho próximo a um setor de nascentes e culminou em um voçorocamento.

Nota-se também a existência de cortes e aterros neste setor, realizados para a implantação de estradas. Esses cortes fazem com que parte dos sedimentos que compõe o relevo seja removida. Na área de aterro, sedimentos advindos de outras áreas são depositados para dar sustentação ao estabelecimento da estrada. Estas alterações na topografia resultam em mudanças na dinâmica de escoamento das águas superficiais, dos processos erosivos, e conseqüentemente, no esculpimento do relevo que o sucede.

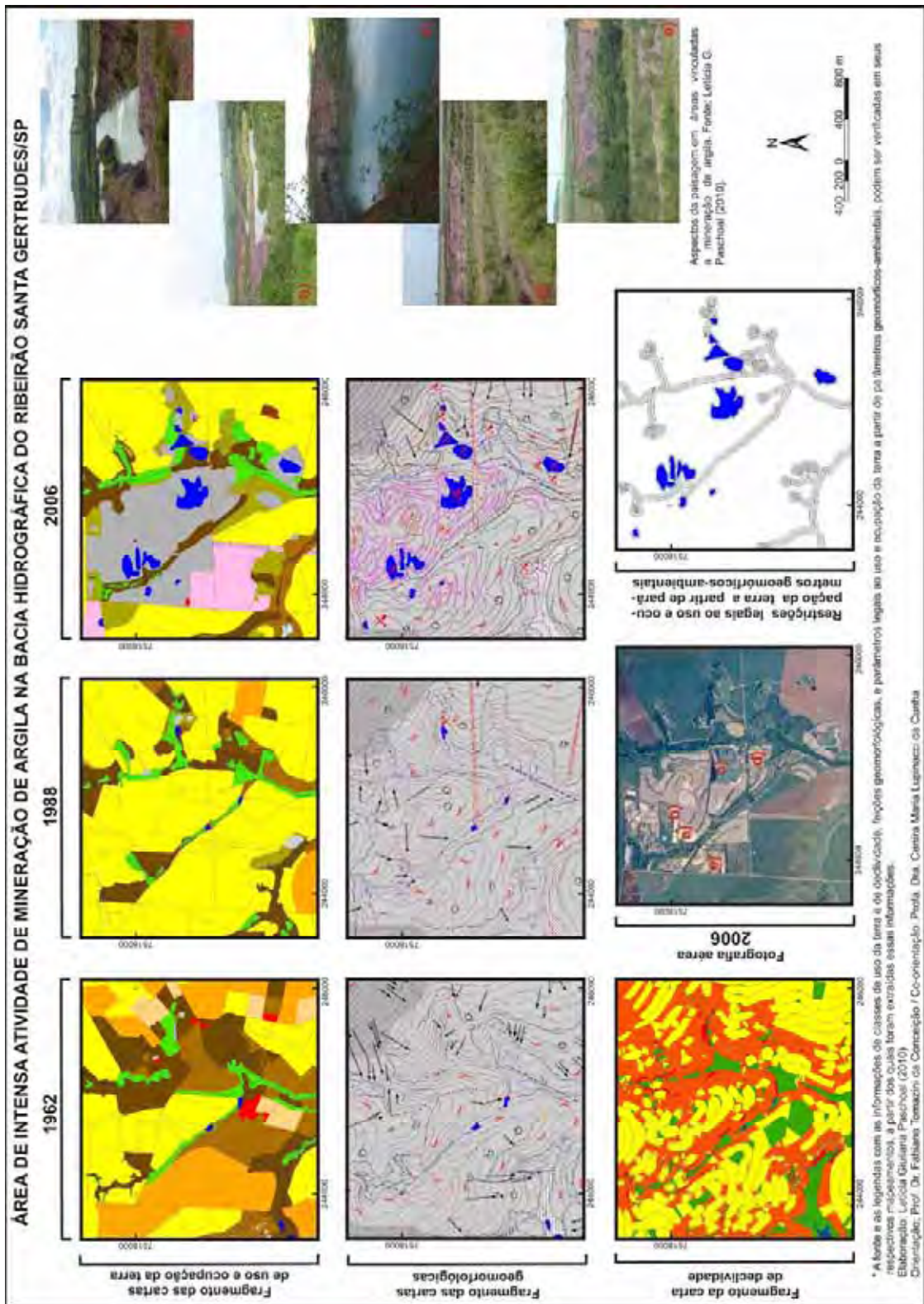


Figura 5.2 - Setor de área de mineração de argila na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP. Fonte: Our. Paschoal, L. G. (2010).

Figura 5.2 – Setor de área de mineração de argila na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. Org.: Paschoal, L. G. (2010).

Mais uma vez este setor de análise apresenta grandes alterações se comparado os dados de uso e ocupação da terra e geomorfológicos do ano de 2006 em relação ao de 1988. Amplas parcelas de terras ocupadas anteriormente pelo cultivo da cana-de-açúcar passaram a ser destinadas a atividades vinculadas a mineração da argila e, em algumas áreas em que as minerações foram desativas, as terras foram destinadas a cultivos anuais, tais como o feijão e milho. Nota-se também neste cenário, que o uso destinado ao pasto limpo aumentou face ao anterior.

No estado de São Paulo a legislação permite que as lavras atinjam e ocorram abaixo do nível do lençol freático. Diante disto, o setor em questão apresenta sérias alterações hidrogeomorfológicas. As áreas mineradas para argila na bacia do Ribeirão Santa Gertrudes frequentemente atingem e ultrapassam este nível, fato este que, após a fase de desativação destas áreas, acarreta na formação de vários lagos.

Ainda vinculado à mineração da argila, novas feições do relevo se originam e encontram-se relacionadas aos patamares gerados em suas cavas, que se constituem em verdadeiros vertentes horizontalizadas ou sub-horizontais, além de locais onde há deposição de argila ou material estéril, os quais acabam por promover fortes alterações nas cotas topográficas da área. Conseqüentemente, o direcionamento de escoamento das águas superficiais é alterado, promovendo uma modificação no comportamento de determinados setores do relevo que podem apresentar domínio da ação erosiva ao invés da ação sedimentar e vice-versa.

É possível notar, neste setor no ano de 2006, que os processos erosivos lineares (sulcos) passam a se concentrar na parte leste da área, sobre as classes de declividade identificadas como moderada (8% | 20%), forte (20% | 45%) e muito forte (>45%), nas quais o uso da terra é predominantemente destinado ao cultivo da cana-de-açúcar. Assim, este setor se caracteriza pela grande quantidade de material (re) mobilizado e por ser fornecedor de sedimentos que irão ser transportados e depositados nas áreas de fundo de vale no baixo curso do canal fluvial<sup>2</sup>.

Ao comparar o uso e ocupação da terra de 2006 com o mapa que delimita as restrições legais, constata-se que a faixa marginal de 30 m ao longo dos canais fluviais, contam com a presença de matas ciliares e florestas de encostas, pastos limpos, pastos sujos e, em algumas situações, com a presença de áreas destinadas à mineração, constituindo-se estas áreas merecedoras de maior atenção.

---

<sup>2</sup> Esta situação será detalhada diante da exposição da Figura 5.3.

Ao redor das nascentes, o raio de 50 m que se constitui em APP também se encontra comprometido com diversos tipos de uso e ocupação da terra, sobretudo diante da atividade de exploração da argila realizada junto a estas cabeceiras de drenagens.

Ao redor dos reservatórios artificiais, os 15 m marginais destinados a ser APP, no geral, não são respeitados. Por se situarem em meio à área de mineração, este é o uso corrente em seu entorno, e diante do fato do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes estar solicitando a ampliação das áreas a serem lavradas, certamente estes limites virão a sofrer novas modificações.

## ***5.2 – ÁREA DE ACUMULAÇÃO FLUVIAL***

O setor a ser discutido nesta seção refere-se à evolução da extensão da área de acumulação fluvial na bacia do Ribeirão Santa Gertrudes (Figura 5.3). A dinâmica do uso e ocupação da terra demonstra um gradativo avanço da cultura canavieira em detrimento da silvicultura. Além disso, permite também evidenciar que no entorno de extensos trechos dos canais fluviais e reservatórios, o uso e ocupação da terra deixou de ser predominantemente caracterizado pela presença de pastos limpos e sujos, sendo gradativamente tomado pela atividade minerária e pela cobertura herbácea em antigas áreas de mineração.

O fundo de vale, situado no baixo curso do canal fluvial, apresenta declividades pouco acentuadas e um grande crescimento na área de acumulação de planície e terraço fluvial. Além de receber diretamente os sedimentos das vertentes voltadas para o canal fluvial, esta área se configura como receptora de sedimentos transportados da montante em direção à jusante por meio do canal fluvial.

O cenário de 1962 permite identificar uma pequena área de acúmulo de sedimentos, situados a montante de um reservatório artificial, que agiu como barreira para o transporte destes sedimentos até a foz do rio.

Em 1988, nota-se um aumento considerável desta área de acúmulo de sedimentos em área fluvial, sobretudo próximo ao exutório, o que denota que os processos denutativos dentro da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes foram dinamizados de maneira considerável, principalmente pela atividade mineradora ocorridas nas margens do curso fluvial e à sua montante. Já o cenário 2006 possibilita averiguar que a dinamização dos processos erosivos e de transporte de sedimentos da montante em direção à jusante continuaram a ocorrer de maneira expressiva, o que resultou em alterações no curso dos canais fluviais e no assoreamento de parte dos reservatórios artificiais.

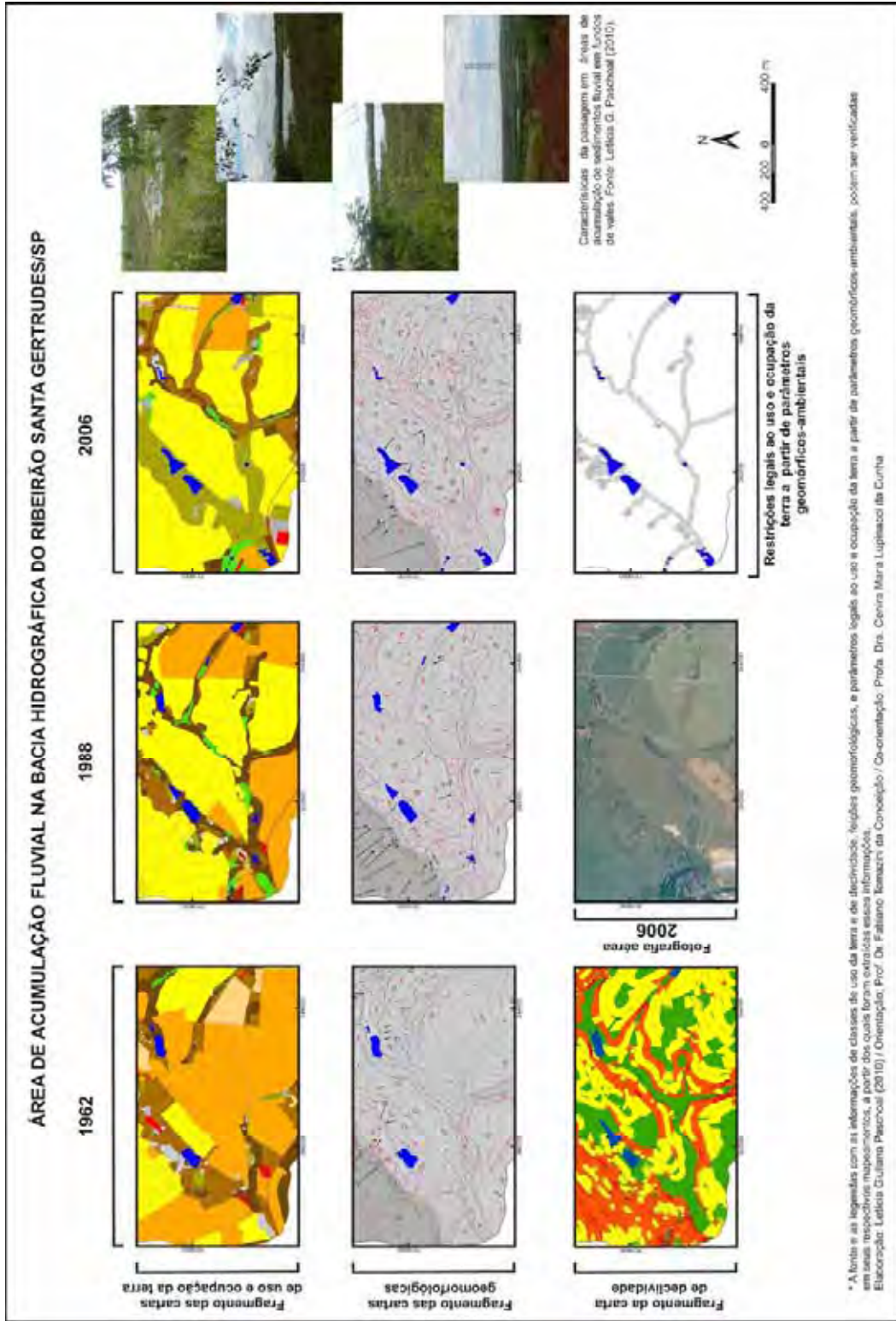


Figura 5.3 – Setor de acumulação sedimentar na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. Org.: Paschoal, L. G. (2010).



O aumento na área de acumulação fluvial em toda a área da bacia e retratado neste setor pode ser comprovado com base nos valores explicitados na Tabela 4.2. A montante deste setor situa-se o Complexo Argileiro de Santa Gertrudes, responsável pela (re) mobilização de grandes quantidades de sedimentos durante a fase de exploração da argila, fato que dinamizou o processo de assoreamento e acúmulo de sedimentos no baixo curso dos canais fluviais da área de estudo.

O mapa de restrições legais permite evidenciar que o uso e ocupação no entorno dos canais fluviais e que se configuram como área de APP, são ocupados em quase sua totalidade por pastos limpos e sujos, cobertura herbácea, que se instalou e se desenvolveu em antigas áreas de mineração, e pequenas parcelas de matas ciliares e florestas de encostas.

As nascentes deste setor também se apresentam inseridas no mesmo contexto de uso e ocupação da terra em área de APP. Porém a partir da análise dos fragmentos de 1962 e 1988, constata-se que estas áreas já estiveram envoltas pela cultura da cana-de-açúcar, silvicultura e atividades de mineração, o que lhes confere características atuais menos impactantes que sua condição original em 1962.

### **5.3 – ALTERAÇÕES HIDRO-GEOMORFOLÓGICAS**

Com a finalidade de explorar as alterações hidro-geomorfológicas, principalmente as vinculadas à atividade de mineração da argila e de cortes e aterros para a implantação de estradas, selecionou-se o setor de análise exposto na Figura 5.4. Pequenas parcelas de pastos limpos e sujos, cana-de-açúcar, silvicultura, citrus, mata ciliar e florestas de encostas, além de minerações de argila instaladas junto às cabeceiras de drenagens formavam o uso e ocupação da terra deste setor em 1962.

A instalação de uma rodovia e uma ferrovia na parte sul desta área, promoveu uma reorganização na dinâmica dos sistemas de escoamento superficial. Para a implantação destas, foi necessário realizar um corte no setor de média vertente. Este corte foi efetuado em uma zona de transição entre a classe de declividade considerada como ligeira (3 | 8%), situada na média vertente, e moderada (8 | 20 %), em direção ao fundo de vale, o que naturalmente denota ser esta, uma área propícia ao aceleração da velocidade do escoamento das águas superficiais, fato que pode dinamizar os processos erosivos na área.

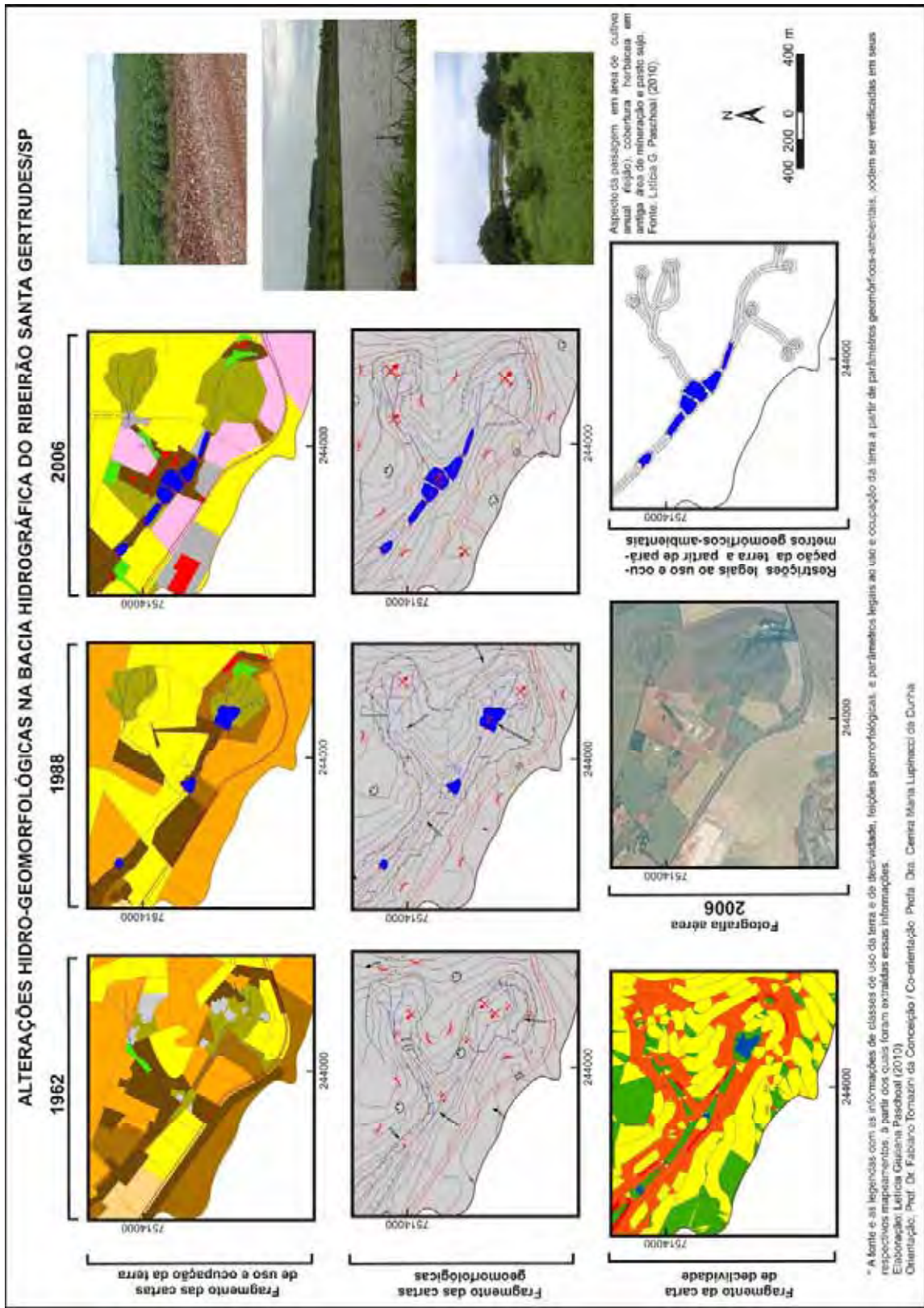


Figura 5.4 – Setor de alterações morfo-hidrográficas na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes-SP. Fonte: Org.: Paschoal, L. G. (2010).

Figura 5.4 – Setor de alterações morfo-hidrográficas na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. Org.: Paschoal, L. G. (2010).

O mapeamento geomorfológico de 1962 revela uma concentração de sulcos em áreas nas quais predominam as classes de declividade moderada (8% ┆ 20 %) e forte (20% ┆ 45%), que se localizam no entorno dos fundos de vales e possuem o uso e ocupação da terra vinculada predominantemente aos pastos limpos e sujos e à cultura da cana-de-açúcar. É também próximo aos canais fluviais que ocorre o predomínio das atividades de mineração, promovendo uma alteração nos cursos dos canais, que se tornam cada vez mais retinizados no cenário de 1988, o qual permite observar o surgimento de reservatórios artificiais em áreas próximas à nascente e ao longo do curso fluvial principal.

O uso e ocupação da terra deste setor em 1988 revela a expansão da silvicultura, cana-de-açúcar, mineração e cobertura herbácea em antigas áreas de mineração de argila, em detrimento de outras classes como as de pasto limpo e sujo.

A expansão das atividades minerárias no fundo de vale deste setor possivelmente é o fator responsável pelo recuo e suavização das rupturas existentes no local. Nota-se também a dinamização dos processos erosivos na área, com o surgimento de uma ravina, localizada entre o contato da silvicultura e uma área de cobertura herbácea em antiga área de mineração.

Com relação às alterações na hidrografia, este setor de análise retrata uma intensificação da retinização dos canais fluviais, se comparado com o ano de 1962, além de permitir observar o surgimento de reservatórios artificiais em áreas próximas à nascente e ao longo do curso fluvial principal.

O uso e ocupação da terra do ano de 2006 mostra-se mais uma vez bastante alterado diante de sua comparação com o cenário anterior. A partir de sua análise, constata-se que as áreas ocupadas pelo cultivo da cana-de-açúcar e de coberturas herbáceas em antigas áreas de mineração são predominantes e plantações de gêneros alimentícios de ciclo anual, milho e feijão, surgem e passam a se destacar na paisagem. Além disso, é possível notar a manutenção de rupturas suaves no entorno das cabeceiras de drenagens, que se constituem em área de contato entre a cobertura herbácea em antigas áreas de mineração e demais usos da terra destinados à plantação das culturas anuais e de cana-de-açúcar.

Os processos erosivos encontram-se controlados devido às medidas de manejo e de correção aplicadas ao uso e ocupação da terra, principalmente ao cultivo de cana-de-açúcar. O controle antrópico sobre os sistemas de drenagem configuram-se ainda mais relevantes se comparados com o cenário de 1988. Maiores extensões dos canais fluviais encontram-se

retilinizados, sendo possível notar o aumento considerável de lagoas ao longo do curso do canal fluvial vinculadas às áreas de mineração de argila.

A partir desta análise é possível constatar que o uso e ocupação da terra ocorre de modo bastante variado nos três cenários apresentados, e em consequência disto, alterações hidro-geomorfológicas tornam-se expressivas na área.

O mapa de restrições legais permite inferir que o entorno de 10 m nas áreas consideradas como APP ao longo dos canais fluviais são ocupadas por diversas ocupações e usos da terra, como cobertura herbácea em antigas áreas de mineração, áreas de mineração abandonada, pasto limpo e sujo e pequenas parcelas de mata ciliar e florestas de encostas. O raio de 50 m no entorno das nascentes e que também se constitui em APP, nem sempre é respeitado, sendo comum o fato de cultivos agrícolas avançarem sobre este limite, diminuindo o raio destinado a sua proteção, constituindo em área que merece atenção dos órgãos legisladores. No entorno dos reservatórios artificiais, também é possível constatar que a margem destinada a sua proteção não são efetivamente respeitadas, sendo encontradas áreas ocupadas por minerações recentemente desativadas e o avanço do cultivo da cana-de-açúcar em direção aos canais fluviais.

#### ***5.4 – ALTERAÇÃO DE VERTENTES E PROCESSOS EROSIVOS***

De acordo com a definição de Jan Dylík (1968, apud Christofoletti e Tavares, 1977, p. 65), “a vertente é uma forma tridimensional que foi modelada pelos processos de denudação, atuantes no presente ou no passado e que representam uma conexão dinâmica entre o interflúvio e o fundo de vale”. Sendo assim, os processos erosivos encontram-se intrinsecamente relacionados à sua evolução. Os processos denudativos que ocorrem sobre as vertentes estão ligados às características naturais inerentes ao sistema em que se insere, como a ação da gravidade associada às precipitações, declividade do terreno, formas de vertentes, entre outras, e podem ser dinamizados a partir da ação antrópica, ao alterar a cobertura natural da terra por usos agrícolas, pecuária, estabelecimento de cidades, atividades minerárias, entre outros. Neste contexto, selecionou-se um setor da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes, sendo ele retratado na Figura 5.5.

No ano de 1962, o uso e ocupação da terra apresenta-se vinculado predominantemente a silvicultura, sendo as áreas marginais próximas aos canais fluviais ocupadas por pastos limpos e sujos, citricultura e atividades vinculadas à mineração de argila. Neste cenário,

rupturas topográficas abruptas e suaves acompanham com grande proximidade o curso dos rios.

O cenário de 1988 configura-se como transitório entre os anos de 1962 e de 2006. Sendo assim, destaca-se o cultivo da cultura canavieira e da silvicultura neste cenário. Em segundo plano, é identificada nas áreas marginais a existência de pastos limpos e sujos, minerações, cobertura herbácea em área de mineração e citrus.

A expansão da cultura da cana-de-açúcar onde anteriormente a terra era ocupada pela silvicultura provocou algumas alterações no estabelecimento das rupturas, que aumentaram em extensão no entorno do curso dos canais fluviais e tiveram, em alguns casos, suas características alteradas, deixando algumas de se caracterizar como abruptas e passando a se configurar como suaves em virtude da alteração no uso da terra e vice-versa. Nota-se também a dinamização dos processos erosivos lineares, como sulcos e ravinas que surgiram principalmente na área de contato entre diferentes usos da terra.

Verifica-se também um aumento na extensão do canal fluvial situado ao norte do terreno, resultante de uma possível erosão remontante, favorecida pelas alterações de uso da terra. A partir do ano de 2006, identifica-se como uso da terra predominante, a monocultura da cana-de-açúcar sendo os cursos da água e reservatórios artificiais margeados predominantemente por pastos limpos e sujos e coberturas herbáceas em antigas áreas de mineração.

O uso da terra destinado ao cultivo canavieiro demonstra que a partir do emprego de técnicas de manejo adequadas, torna-se possível o controle de processos erosivos lineares, sobretudo diante da implantação de curvas de nível. Porém, ao utilizar maquinários para implantar curvas de nível e terraços agrícolas, são promovidas alterações nas rupturas naturais existentes na área, sendo todo o relevo destinado ao plantio é (re)modelado, e, conseqüentemente, as formas das vertentes são alteradas.

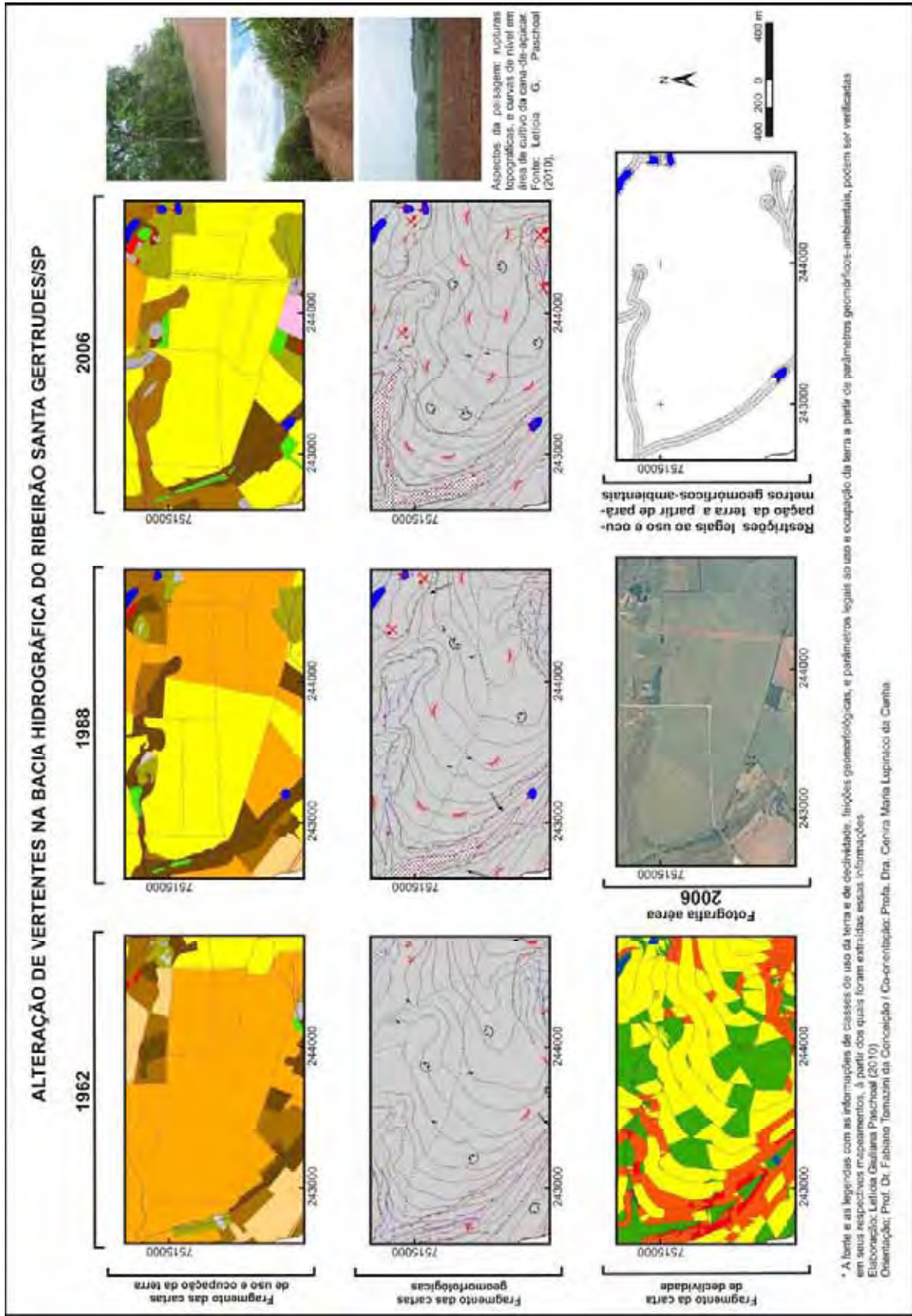


Figura 5.5 - Setor de alteração de vertentes na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP. Fonte: Org. Paschoal, L. G. (2010).

Figura 5.5 – Setor de alteração de vertentes na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. Org.: Paschoal, L. G. (2010).

Nota-se que além das rupturas que se situavam próximas aos fundos de vale e acompanhavam os canais fluviais, há o surgimento e estabelecimento de uma extensa ruptura suave no setor de média vertente, indicando intensificação de processos que podem dinamizar a evolução desta vertente. Como consequência, os materiais gerados pelos processos atuantes sobre a vertente, configuram-se em *input* para a rede de drenagem e terão grande relevância no condicionamento dos aspectos do talvegue (TAVARES E SOARES, 1978, p. 83). Desta maneira, torna-se possível visualizar o aumento gradativo da área de acumulação fluvial no setor em destaque, que possui como *input* os sedimentos carregados pelo escoamento das águas pluviais, pela ação gravitacional, ou ainda por meio da ação antrópica diante do uso imposto a terra, não apenas neste setor, mas de todo o trecho à montante.

O confronto entre a carta de restrições legais e de uso da terra atual permite concluir que a APP no entorno dos canais fluviais possuem seu uso vinculado principalmente aos pastos limpos e sujos, matas ciliares e florestas, sendo possível notar em alguns trechos, a existência de minerações desativadas e do estabelecimento de cobertura herbácea sobre essas áreas. O raio de 50 m que se constitui em APP no entorno das nascentes, nem sempre é respeitado, sendo possível detectar o cultivo da cana-de-açúcar dentro deste limite. Nos demais casos relacionados às nascentes, a APP possui seu uso da terra vinculado ao pasto limpo e à cobertura herbácea em antigas áreas de mineração. A APP de 15 m no entorno dos reservatórios artificiais encontra-se constituída por pastos limpos e sujos, cobertura herbácea em antigas áreas de mineração, e em um pequeno trecho, detecta-se a presença do plantio da cana-de-açúcar até a margem do reservatório, constituindo-se esta uma área que requer maiores fiscalizações.

### **5.5 – ALTERAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS**

A análise do setor retratado na Figura 5.6 tem como objetivo permitir avaliar a dinâmica do uso e ocupação da terra sobre uma das vertentes da área de estudo, e realizar considerações a respeito das alterações ocorridas nos processos erosivos.

A partir do fragmento espacial de 1962, constata-se que o uso e ocupação da terra predominante na vertente é o da cultura da cana-de-açúcar e da silvicultura, sendo o fundo de vale caracterizado pela presença de pastos limpo e sujo, além de uma intensa atividade minerária e cobertura herbácea em antigas áreas de mineração.

Os processos erosivos existentes neste cenário são expressos por sulcos que ocorrem predominantemente nas áreas de contato entre as vias de acesso e as parcelas da terra destinadas ao plantio da cana-de-açúcar. As rupturas topográficas existentes na área se estabelecem prioritariamente nos setores de média e baixa vertente e se caracterizam na maior parte de sua extensão como abruptas, o que revela a existência de consideráveis desníveis topográficos, que permitem fazer com que o escoamento das águas pluviais, associado à ação da gravidade, ganhem velocidade e aumentem o seu poder de erosão e de transporte de sedimentos.

No ano de 1988, fica evidente o avanço da cultura canavieira sobre a silvicultura, pasto limpo e sujo, mata ciliar e floresta de encosta, bem como áreas ligadas à atividade minerária próximas ao fundo de vale, que resultaram em inúmeras alterações na rede de drenagem da área. Os sulcos existentes na vertente seguem o sentido de orientação já instaurado no ano de 1962, não coincidindo com a nova distribuição espacial das vias de acesso internas aos canaviais. Há também uma concentração de sulcos nas áreas marcadas pela existência de rupturas topográficas abruptas e próximas à áreas de mineração. A quantidade elevada desta feição erosiva denota a ineficiência das medidas de manejo aplicadas ao uso da terra, sobretudo para a existência de classes de declividade consideradas como moderada (8 | 20%) e forte (20 | 45%).

No ano de 2006, há predomínio da monocultura canavieira e coberturas herbáceas que se estabeleceram em antigas áreas de mineração sobre as vertentes e fundos de vales, respectivamente. É notória que a implantação de medidas de mitigação e de manejo aplicadas ao uso e ocupação da terra resultou em uma diminuição considerável da frequência de feições que denotam a atuação dos processos erosivos sobre suas vertentes. Essas medidas constituem-se prioritariamente na implantação de curvas de nível e terraceamentos, os quais ajudam a diminuir a velocidade das águas pluviais que escoam pela vertente e, conseqüentemente, podem reduzir o nível de erosão linear sobre esta.

Mesmo diante da diminuição da extensão ocupada pelos sulcos erosivos, constata-se que esses continuam a existir, sobretudo em áreas vinculadas ao cultivo da cana-de-açúcar, sendo possível notar inclusive a existência de uma ravina.

Foi possível notar a partir da comparação entre os setores geomorfológicos, uma dinamização das rupturas existentes. Grande parte das extensões das rupturas no cenário de 2006 passaram a acompanhar a área de contato entre a cultura de cana-de-açúcar e a área de fundo de vale, que possui seu uso atribuído a uma vegetação herbácea que se estabeleceu sobre antigas áreas de mineração de argila. Essa ruptura possui característica suave em grande



parte de sua extensão, fato este que pode estar relacionado à implantação de curvas de nível que se estendem até esta área. Também é possível notar uma reorganização do modelado da vertente, diante da alteração da localização de rupturas anteriormente situadas próximas a baixa vertente, e que no cenário de 2006, encontram-se situadas no setor de média vertente, fato este que provavelmente se relaciona às técnicas de manejo aplicadas à área.

A partir da análise e confronto entre o mapa de restrições legais e de uso e ocupação da terra do ano de 2006 do setor, conclui-se que as áreas de APP relacionadas aos canais fluviais e reservatórios artificiais possuem seu uso e ocupação terra vinculadas à cobertura herbácea em antigas áreas de mineração. Grande parte da área de APP dos setores de nascentes também se encontram relacionadas a este uso e ocupação da terra. Porém, em alguns casos o diâmetro de 50 m em seu entorno não é respeitado, sendo possível detectar o cultivo canavieiro dentro desta área, sendo também esta região merecedora de atenção da fiscalização.

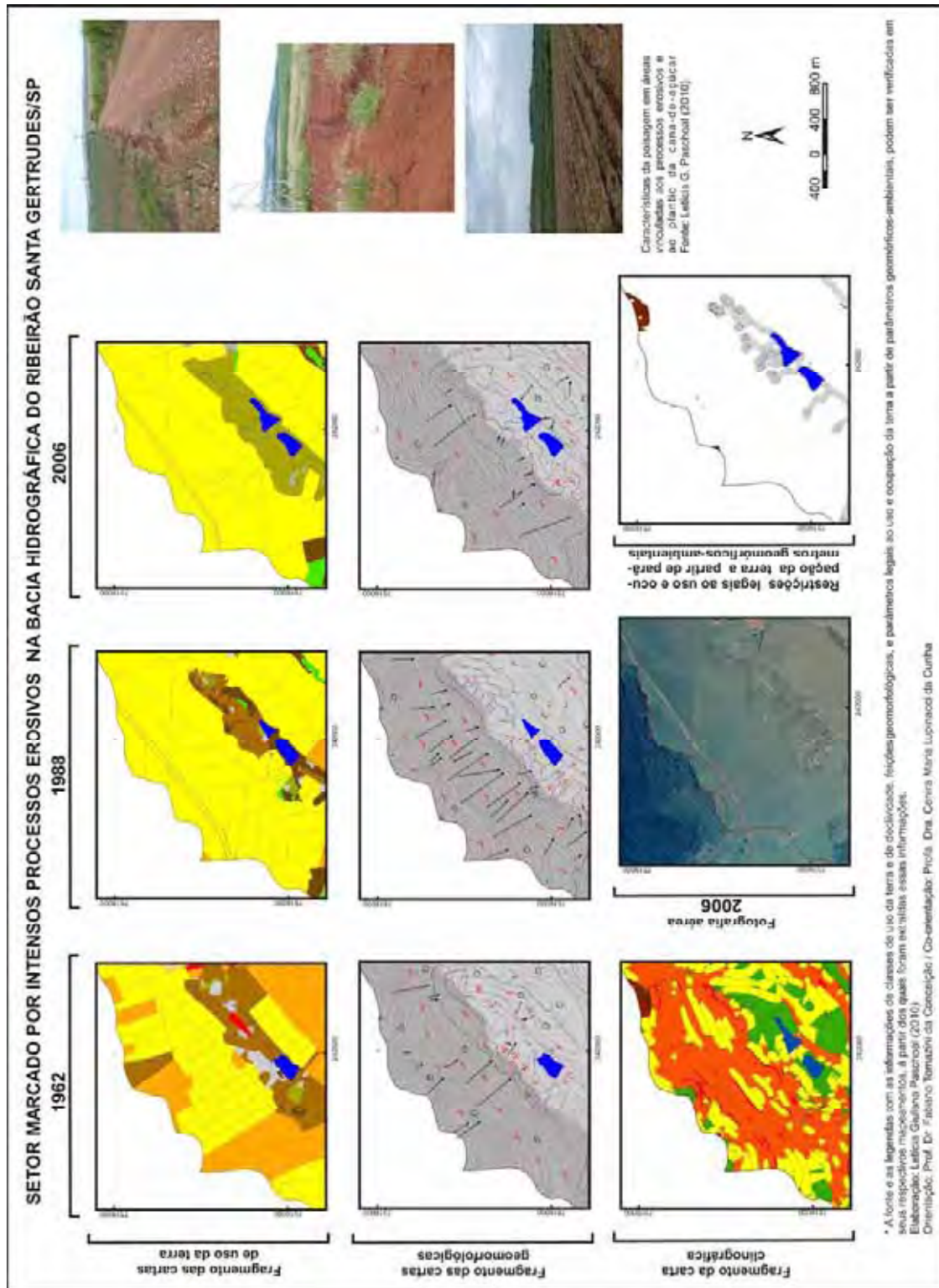


Figura 5.6 – Setor de processos erosivos na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. Org.: Paschoal, L. G. (2010).

## **5.6 – INDÍCIOS DE EROÇÃO REMONTANTE**

Considerado como o agente mais importante do transporte de materiais intemperizados das áreas de altitudes mais elevadas para as mais baixas, é conferido aos canais fluviais grande importância na esculturação do modelado terrestre (CHRISTOFOLETTI, 1977). Diante desta afirmação, selecionou-se um setor da área de estudo (Figura 5.7) que retrata indícios da existência de erosão remontante na área, evidenciando as alterações que o uso e ocupação da terra podem vir a gerar sobre o relevo.

No cenário de 1962, o canal fluvial em destaque situa-se em meio a um processo de erosão acelerada, apresentando sulcos, ravina e um extenso voçorocamento que engloba a cabeceira de drenagem e uma extensão considerável do canal fluvial.

Estas formas no relevo podem ter sido provocadas pelo tipo de uso e ocupação da terra nesta área que se encontra atrelada ao pasto limpo, que por sua vez apresenta-se envolto pela expansão da monocultura da cana-de-açúcar e pela citricultura. Estes provavelmente não utilizavam nenhuma técnica de manejo que viesse a prevenir a ocorrência de tais problemas ambientais ou de mitigação para que atendessem às necessidades apresentadas pela área. Uma das causas da falta de manejo destas terras agrícolas configura-se na inexistência até então, de políticas públicas que instituíssem normas e limites a sua preservação, sendo o Código Florestal, a primeira lei neste sentido, sendo ele instituído no ano de 1965.

O fragmento espacial de 1988 demonstra uma alteração nesse cenário. Neste, os processos erosivos apresentam-se controlados e embora o canal fluvial continue envolto pela presença da pastagem, é notória a expansão da cultura da cana-de-açúcar sobre esta área. Outras características hidro-geomorfológicas apresentadas configuram-se na diminuição notória da extensão da ruptura suave existente à montante da cabeceira de drenagem e na instauração de rupturas suaves que acompanham o curso do canal fluvial e as concavidades de vertente. Fato este que se deve, sobretudo, à instauração de curvas de nível para a plantação canavieira. Ao observar o mapa clinográfico, essas rupturas se alocam preferencialmente nas áreas transicionais entre as classes de declividade consideradas como ligeira (3% | 8%) e moderada (8 | 20%).

O cenário de 2006 permite averiguar claramente a alteração na localização da linha de cumeada, que se constitui no interflúvio que separa as águas a serem drenadas para este trecho do rio. Este fato deu-se preferencialmente diante das alterações causadas pelo uso e ocupação

da terra, que continuou a se constituir no cultivo da cana-de-açúcar e na introdução da atividade minerária da área. O mapeamento geomorfológico e de uso e ocupação da terra demonstra que a mineração da argila ocorreu sobre a nascente deste trecho do rio e ao longo do curso fluvial, originando uma ruptura topográfica entre o contato do uso destinado à mineração da argila e da ocorrência de pasto sujo com a monocultura canavieira. Neste setor em específico é possível notar que, diante da atividade de mineração sobre a nascente, não houve recuo da cabeceira de drenagem, mas sim dos canais pluviais, que entalharam em uma trajetória preferencial estabelecida em direção ao colo topográfico, o qual se situa sobre a linha de cumeada que separa a bacia do Ribeirão Santa Gertrudes da bacia adjacente.

A partir da análise e observação dos três cenários é possível constatar que as feições do relevo sofreram alterações, e que tais remetem a indícios da ocorrência de erosão remontante na área.

Diante do mapeamento de restrições legais ao uso e ocupação da terra e de trabalhos de campo nota-se um aparente desrespeito às legislações restritivas ao uso no entorno dos canais fluviais. Esta área de APP possui seu uso vinculado aos pastos limpos e sujos e a ocorrência de cobertura herbácea em antigas áreas de mineração. Um fator que também justifica esta situação refere-se à impossibilidade do cultivo da cana-de-açúcar na área existente entre a ruptura topográfica e o canal fluvial, pois ela possui declividades mais acentuadas. A nascente da área foi afetada pela atividade minerária realizada sobre ela, porém, diante do mapeamento, é possível notar o abandono desta atividade e a ocorrência de cobertura herbácea nesta área de APP. O entorno do reservatório artificial também deve ser foco de atenção da fiscalização, pois apresenta grande parte de seu uso vinculado a culturas anuais e uma pequena parte relacionada ao estabelecimento de cobertura herbácea em área de mineração. Nota-se também que a área de declividade superior a 45% não se encontra devidamente protegida, desenvolvendo-se sobre esta o uso destinado a pastos sujos.

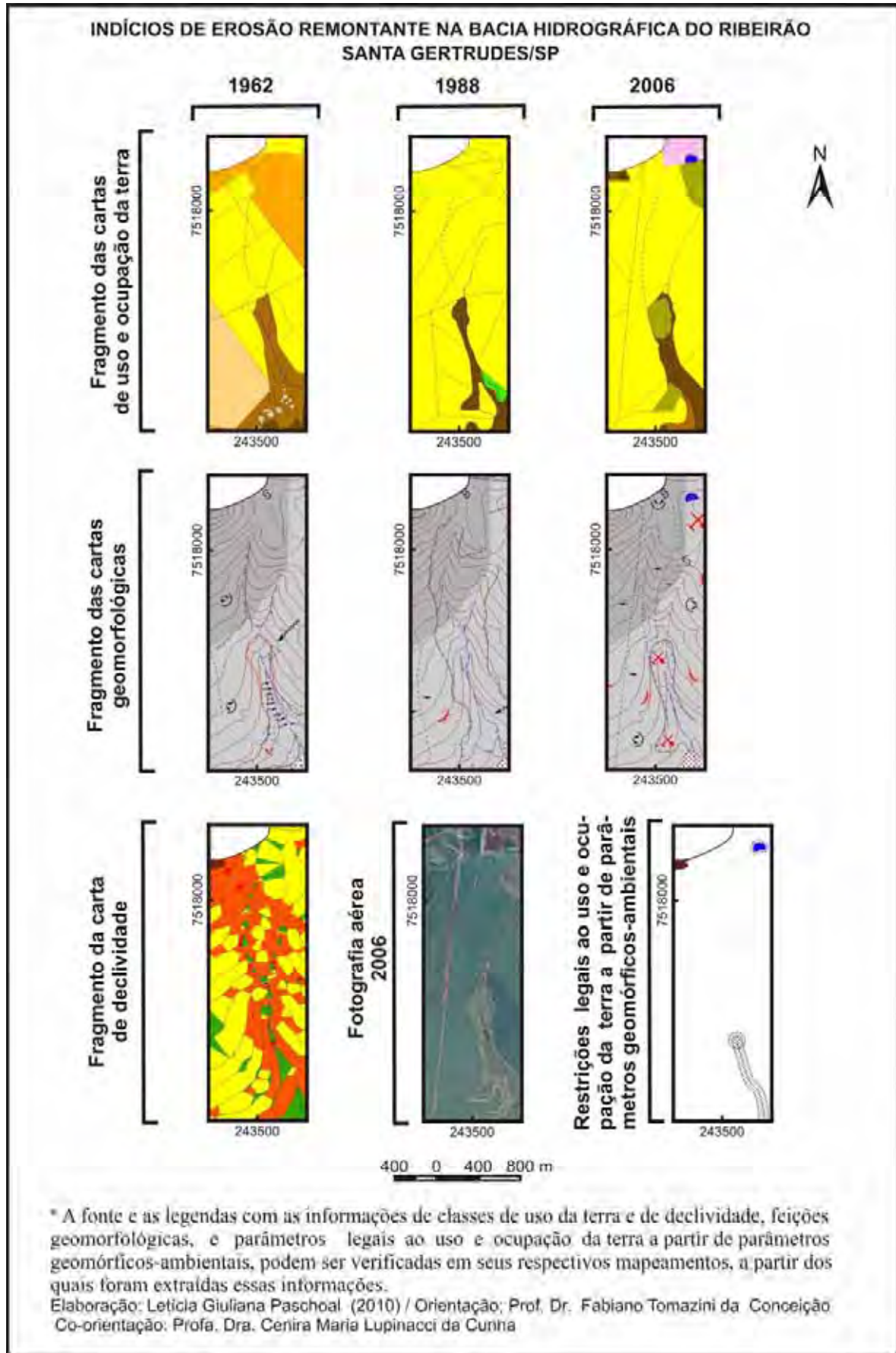


Figura 5.7 – Setor com indícios de erosão remontante na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes. Org.: Paschoal, L. G. (2010).

## **6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Desde os primórdios, as relações existentes entre os recursos ambientais e suas funções foram facilmente percebidas pela humanidade. Os minerais não-metálicos foram os primeiros a serem utilizados pelo homem e desde então, quantidades cada vez maiores destes recursos são mobilizados a fim de atender suas necessidades, assumindo uma ampla função social.

Desta maneira, ao explorar a matéria-prima, o homem muitas vezes ultrapassa o poder de resiliência dos sistemas ambientais, promovendo alterações nas camadas de superfície e sub-superfície da crosta terrestre.

Esta situação foi passível de análise a partir do estudo de caso da bacia hidrográfica do Ribeirão de Santa Gertrudes, interior do estado de São Paulo, na qual o sistema antrópico, por meio da exploração de amplas quantidades de argila, impôs novos mecanismos de controle aos sistemas ambientais.

O método da teoria geral dos sistemas com ênfase em geomorfologia antropogênica, em conjunto com diversas técnicas da cartografia temática e geomorfológica, permitiram averiguar de maneira integrada e eficiente os elementos envolvidos nas transformações ocorridas na área de estudo. Ressalva é feita ao fato desta metodologia propiciar uma discussão mais aprofundada dos aspectos dos sistemas ambientais físicos face aos aspectos do

sistema socioeconômico. Desta maneira, as discussões sobre o uso e ocupação da terra e sua dinâmica pautam-se, principalmente, na análise das características observáveis da paisagem, a partir do qual foi inferida a dinâmica do sistema socioeconômico.

A escolha da bacia hidrográfica como unidade de estudo, com a finalidade de realizar avaliações físicas de ambientes altamente impactados por minerações de argila, mostrou-se satisfatória. Desequilíbrios nas taxas de processos denudacionais, de sedimentação e de toda a lógica de circulação d'água superficial e de sub-superfície repercutem em escalas mais amplas, podendo assim ser avaliada de forma sistêmica através do estudo da bacia hidrográfica.

Assim, a pesquisa procurou identificar e analisar as alterações ocorridas na dinâmica do uso e ocupação da terra e as conseqüentes modificações provocadas sobre os aspectos geomorfológicos na área da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes, localizada no interior do estado de São Paulo. Esta análise foi realizada com base em mapeamentos de uso e ocupação da terra e geomorfológico dos cenários relacionados aos anos de 1962, 1988 e 2006.

A adaptação das classes de uso e ocupação da terra de acordo com a proposta de Anderson et al. (1979), demonstrou-se plausível de aplicação por permitir grande flexibilidade ao estabelecer as classes utilizadas no mapeamento de detalhe. Este fato possibilitou buscar respaldo na literatura e aplicá-las a algumas classes de uso e ocupação da terra identificadas, e nos demais casos, essas foram estabelecidas de acordo com as especificidades encontradas na área.

Ao pautar-se nas considerações de Cunha (2001) referentes à elaboração do mapeamento geomorfológico, optou-se por seguir a estrutura da legenda sugerida por Tricart (1965), pela escolha de símbolos postulados por diferentes autores, principalmente por Tricart (1965) e Verstappen e Zuidan (1975), e no desenvolvimento de novas simbologias representativas de feições antrópicas que atendessem às necessidades da pesquisa. A adoção desta técnica híbrida permitiu de maneira satisfatória destacar as formas e inferir sobre os processos mais expressivos que atuam sobre o relevo.

A partir do aporte teórico que sustenta a antropogeomorfologia e da técnica adotada na elaboração das cartas geomorfológicas, por meio da análise do cenário de 1962, foi possível identificar as características da geomorfologia mais próximas possíveis da original nesta área, representativa de um cenário de pouca intervenção das minerações de argila. Os cenários de 1988 e 2006 permitiram uma análise da geomorfologia antropogênica em seus estados de perturbação ativa. Com isso, foi possível identificar na área elementos que derivam claramente das ações antrópicas. As alterações quantitativas mais significativas e observadas

na área tratam-se das extensões ocupadas pelas rupturas abruptas e suaves, sulcos, surgimento de patamares em cava de mineração, na área ocupada por reservatórios artificiais e de acumulação fluvial.

Os resultados com base em análises qualitativas permitiram constatar que as alterações no uso e ocupação da terra promoveram grandes transformações na paisagem, e que estas se concentram em alguns setores do relevo, sobretudo diante das áreas de cavas de mineração a céu aberto. As áreas de mineração propiciaram alterações hidro-geomorfológicas, por meio de cortes na vertente, instauração de patamares em cavas de mineração, que com frequência atingem e ultrapassam o nível de afloramento do lençol freático e que resultam na formação de reservatórios artificiais.

Foi possível verificar também, com base nas análises qualitativas, que a ação antrópica é responsável pela imposição de novos limites aos sistemas ambientais físicos, e que por meio dos mecanismos de retroalimentação intrínsecos a estes sistemas, modificações nas feições do relevo em áreas que não possuem contato direto com as minerações ocorreram. Essa situação pode ser observada a partir de alterações no curso dos canais fluviais, em áreas que não possuem contato direto com minerações, e em áreas de fundo de vale afetadas pelo recebimento e depósito de sedimentos, advindos de processos denudativos ocorridos sobre as vertentes e da ação minerária à montante.

A elaboração da carta de restrições legais ao uso e ocupação da terra com base em parâmetros geomórficos-ambientais possibilitou com êxito uma reflexão sobre o estado ambiental da área. Esta permitiu, por meio de uma análise comparativa com a de uso e ocupação da terra do ano de 2006, diagnosticar que as áreas de proteção instituídas pela legislação no entorno dos elementos da paisagem, tais como rios, reservatórios e nascentes, são destinadas predominantemente à existência de pastos limpos e sujos, cobertura herbácea em antigas minerações de argila e cultivo da cana-de-açúcar. Assim, essas se constituem em áreas merecedoras de atenção da fiscalização dos órgãos competentes.

Outra questão a ser destacada, corresponde ao fato de que a área de proteção de 15 metros, instituída pelo CONAMA 302, e que deve ser aplicada ao entorno dos reservatórios artificiais da área, constitui-se em uma medida de baixa eficácia, já que as empresas minerárias que compõem o Complexo Argileiro de Santa Gertrudes/SP solicitam e esperam por meio da aprovação do EIA/RIMA da área, a ampliação das áreas a serem lavradas, o que pode vir a ampliar ainda mais a área ocupada pelos reservatórios artificiais e alterar a área de entorno a ser considerada como APP.



Como consequência das análises da dinâmica do uso e ocupação da terra e suas implicações sobre a geomorfologia tornou-se possível apontar algumas medidas de redução aos impactos ambientais, tais como a adoção de rotatividade de culturas, manutenção das medidas de manejo como a implantação de curvas de nível e terraceamento, recuperação das áreas de APP, entre outros.

Vinculado às áreas de mineração de argila, é possível citar a necessidade de implantação de canais e sistemas de drenagem, enriquecimento da cobertura vegetal, construção de barreiras com elementos filtrantes para sedimentos, implantação de programas de gestão de resíduos e de treinamento ambiental dos trabalhadores e de melhoria das vias de tráfego, implantação de obras específicas de estabilização de taludes, programas de monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas e de monitoramento hidrológico

Assim, este trabalho possibilitou o fornecimento de parâmetros para uma análise geral da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes, o qual deve ser utilizado durante a elaboração de programas referentes ao planejamento e gestão ambiental não apenas relacionados aos recursos minerais, mas de sua integração com os demais recursos naturais da região.

## 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: Instituto Geográfico e Geológico, 1974, 99 p.

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, v. 41, ex. 2, p. 167 - 263, 1964.

ANDERSON, J. R. et al. **Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados e sensores remotos**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

ASPACER (Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento). **Histórico**. Disponível em <<http://www.aspacer.com.br/historicosincer.html>> Acesso em: 29 Mar. 2009.

\_\_\_\_\_. **Estatísticas**. Disponível em <[http://www.aspacer.com.br/estatisticas/est\\_2009\\_1.html](http://www.aspacer.com.br/estatisticas/est_2009_1.html)> Acesso em: 18 Jun. 2010.

ANFACER (Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento). **Mundo**. Disponível em <<http://www.anfacer.org.br/>> Acesso em: 05 Maio 2009.

Atlas Ambiental da Bacia do rio Corumbataí. **Temperatura**. Garcia.G. (Coord.). UNESP, CEAPLA, FAPESP. Disponível em <<http://ceapla.rc.unesp.br/atlas/atlas.html>>. Acesso em: 01 Julho 2010.

BATALHA, B. H. L. Dispersão ambiental das substâncias químicas. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Brasil**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral – Curso de controle da poluição na mineração: alguns aspectos, 1986, p. 9 – 36.

BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social). **Panorama do setor de revestimentos cerâmicos** - Área Industrial. Departamento de bens de consumo, 2006. Disponível em <[http://www.bndes.gov.br/conhecimento/relato/rs\\_rev\\_ceramicos.pdf](http://www.bndes.gov.br/conhecimento/relato/rs_rev_ceramicos.pdf)>. Acesso em: 01 maio 2009.

BRASIL. **Institui o Novo Código Florestal**. LEI N° 4.771, de 15 de setembro de 1965. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm)>. Acesso em: 04 Ago. 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do Conama**: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008. 2. ed. Brasília: CONAMA, 2008, 928 p. Disponível em: <[http://www.ciesp.com.br/ciesp/conteudo/resolucoes\\_conama.pdf](http://www.ciesp.com.br/ciesp/conteudo/resolucoes_conama.pdf)> Acesso em: 15 de Jan. 2009.

BRINO, W.C. Contribuição à **definição climática da bacia do Corumbataí e adjacências (SP), dando ênfase à caracterização dos tipos de tempo**. 1973. Tese (Doutorado em Geografia) - FAFI – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Rio Claro – SP, 1973.

BROWN, E. H. O Homem modela a terra. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, v. 30, n. 222, p. 3 – 18, Maio/Jun. 1971.

CABRAL JR. M. **Avaliação do potencial metalogenético da Bacia do Paraná no estado de São Paulo para depósitos sedimentares fosfáticos, evaporíticos e de metais base**. 1991. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1991.

CAMARGO, J. C. G.; CESAR, A. L.; GENTIL, J. P.; PINTO, S. A. F.; TROPMAIR, H. Estudo fitogeográfico da vegetação ciliar do rio Corumbataí. **Biogeografia**. São Paulo, v. 3, p. 1 – 14, 1971.

CERON, A. O.; DINIZ, J. A. F. O uso das fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 161–173, 1966.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: HUCITEC, Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

\_\_\_\_\_. A aplicação da abordagem em sistemas na geografia física. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v.52, n. 2, abr/jun. 1990, p. 21 – 35.

\_\_\_\_\_. A Teoria dos sistemas. **Boletim de Geografia Teórica**. Rio Claro, n. 2, 1971.

\_\_\_\_\_. Considerações sobre o nível de base, rupturas de declive, capturas fluviais e morfogênese do perfil longitudinal. **Geografia**. Rio Claro, v. 2, n.4, Out. 1977, p.81 – 102.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Bucher, 2. ed, 1974a, 188p.

\_\_\_\_\_. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999a.

\_\_\_\_\_. Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física. **Boletim de Geografia Teórica**. Rio Claro, v. 16 – 17, n. 31-34, 1986/1987, p. 119 – 128.

CHRISTOFOLETTI, A.; TAVARES, A. C. Análise de vertentes: caracterização e correlação de atributos do sistema. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, v. 17, n. 34, 1977, p. 65 – 83.

\_\_\_\_\_. Estudo mineralógico, químico e textural das rochas sedimentares da **Formação Corumbataí “Jazida Cruzeiro”, e suas implicações nos processos e produtos cerâmicos**. 1999. 120 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999b.

CNRS. **Legende pour la carte geomorphologique de la France au 1:50.000**, 1971. França: Centre National de la Recherche Scientifique, 66 p. Traduzido e adaptado para o espanhol por Seratt, et al. 1976.

COLTURATO, S. C. O. **Aspectos e impactos ambientais da mineração de argila na região de Rio Claro e Santa Gertrudes, SP**: Proposta metodológica para ponderação de impactos negativos. 2002, 137 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002, 137 p.

COLTURATO, S. C. O. **Avaliação da recuperação das áreas degradadas pela mineração de argila na região do arranjo produtivo local de Santa Gertrudes, SP**. 2007, Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

CONCEIÇÃO, F. T. **O método do desequilíbrio isotópico do urânio aplicado no estudo do intemperismo na Bacia do Rio Corumbataí (SP)**. 2000, 142 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000, 142 p.

CONCEIÇÃO, F. T.; BONOTTO, D. M. Relações hidroquímicas aplicadas na avaliação da qualidade da água e diagnóstico ambiental na bacia do Rio Corumbataí (SP). **Geochimica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 1-21, 2002a.

CONCEIÇÃO, F. T.; BONOTTO, D. M. Parâmetros hidrológicos e estatísticos para estimativa de vazão nos rios da bacia do Rio Corumbataí (SP). **Geociências**, São Paulo, v. 21, n. 1/2, p. 147-157, 2002b.

CUNHA, C. M. L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001. 128 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

CUNHA, C.M.L. **Quantificação e mapeamento das perdas de solo por erosão com base na malha fundiária**. Dissertação (Mestrado em Organização do Espaço) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

DE BIASI, M. A carta clinográfica: Os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, n.6, USP-FFLCH, 1992.

\_\_\_\_\_. Cartas de declividade: Confeção e utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 21, 1970, p. 8 – 21.

DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. Trad. SANTOS, J. A. do. Rio de Janeiro: Bertrand, 2. ed. 1989.

EIA/RIMA Complexo Argileiro de Santa Gertrudes. ASPACER – Associação Paulista das cerâmicas de revestimento, 2008.

FÚLFARO, V. J.; SAAD, A. R.; SANTOS, M. V. dos.; VIANNA, R. B. Compartimentação e evolução Tectônica da Bacia do Paraná. In: **Geologia da Bacia do Paraná** – Reavaliação da potencialidade e prospectividade em hidrocarbonetos. São Paulo: PauliPetro / Consórcio CESP-IPT, 1982, p.75 -115.

GAMA JR, E. A Sedimentação do Grupo Passa Dois (exclusive Formação Irati): Um modelo geomórfico. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, v.9, nº.1 p. 1 – 16, 1979.

GARCIA, L. B. R. **O passado e o presente**: Santa Gertrudes – seu povo e sua história. Rio Claro: Prefeitura Municipal de Santa Gertrudes, 2003, 215 p.

GASPAR JUNIOR, L. A. **Adição experimental de novos materiais às argilas da região do pólo cerâmico de Santa Gertrudes (SP)**. 2003. 170 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

GERARDI, L. H. de O. **Quantificação em geografia**. São Paulo: Difel, 1981, 161 p.

GOUDIE, A. Human influence in geomorphology. **Geomorphology**, v. 7, 1993, p. 37 – 59.

GOUDIE, A. **The human impact on the natural environment**. Cambridge: The MIT Press, 1986, 338 p.

GREGORY, K. J. **A natureza da geografia física**. Tradução de Eduardo de Almeida Navarro. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992, 367 p.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

HAFF , P. K. **Neogeomorphology, prediction, and the anthropic landscape**. Durham: Division of Earth and Ocean Sciences, Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Duke University, 2001, p. 1 – 22. Disponível em:  
<[http://www.duke.edu/~haff/geomorph\\_abs/neogeomorph%20paper/neogeomorphology.pdf](http://www.duke.edu/~haff/geomorph_abs/neogeomorph%20paper/neogeomorphology.pdf)>. Acesso em: 03 Jun. 2010.

HOWARD, A. D. Equilíbrio e Dinâmica dos sistemas geomorfológicos. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, v. 13, n.26, p. 3 – 20, Dez. 1973.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento; Orçamento e Gestão; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; Diretoria de Geociências; Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2. ed., 2006, 91 p.

IPT - Instituto de Pesquisa Tecnológica do estado de São Paulo. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981.

IPT - Relatório Técnico nº 54.184 - **Programa de Competitividade das Cadeias Produtivas Paulistas**: Caso 1: O “Cluster” de Cerâmica de Rio Claro - Setembro de 2001.

KOFFLER, N. F.; MORETTI, E. Diagnóstico do uso agrícola das terras do município de Rio Claro – SP. **Geografia**, Rio Claro, 16 (2):1-76, out. 1991.

KOFFLER, N. F. (Org.). **Solos da bacia do rio Corumbataí – SP**. Mapa na escala 1:50.000. UNESP – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Departamento de Cartografia e Análise da Informação Geográfica – Campus de Rio Claro, 1992.

LANDIM, P.M.B. O Grupo Passa Dois na Bacia do Rio Corumbataí (SP). **Boletim Divisão Geologia e Mineralogia/DNPM**, nº. 252, 1970, 103p.

LEVIGHIN, S. C. **Problemas ambientais e impactos sociais provocados pela atividade ceramista nos municípios de Santa Gertrudes e Cordeirópolis (SP)**. 2005. 150 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

MARANHÃO, M. S. A. S. **Contribuição ao conhecimento da malacofauna das camadas basais da Formação Corumbataí (Permiano), Estado de São Paulo**. 1986, 88 p. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

MATTOS, S. H. V. L. de; PEREZ FILHO, A. Complexidade e estabilidade em Sistemas geomorfológicos: Uma introdução ao tema. **Revista brasileira de Geomorfologia**. Ano 5, n. 1, 2004, p 11 – 18.

MEZZALIRA, S. Grupo Estrada Nova. **Boletim do Instituto de Geografia e Geologia**, São Paulo, v. 41, 1964, p. 63-84.

MILANI, É. J.; FRANÇA, A. B.; SCHENEIDER, R. L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 8, 1994, p. 69 – 82.

MORENO, M. M. T.; ROVERI, C. D.; ZANARDO, A.; MOTTA, J. F. M.; ROCHA, R. R. O pólo cerâmico de Santa Gertrudes – SP. **44º Congresso Brasileiro de Geologia – O Planeta Terra em nossas mãos**, Anais. Curitiba: 2008, p. 234.

NIR, D. **Man, a geomorphological agent**. Jerusalém: Keter Publishing House, 1983.

NOGUEIRA, L. A. H. **Biocombustíveis na América Latina**: situação atual e perspectivas. São Paulo: Fundação Memorial da América Latina, 2007, 77p.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 308 p.

OLIVEIRA, A. B. **A análise geomorfológica e sócio econômica como instrumentos de ação no planejamento urbano.** 1997. 204 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

OLIVEIRA, J. B.; PRADO, H do. **Levantamento pedológico semi-detalhado do estado de São Paulo:** quadrícula de São Carlos. II. Memorial descritivo. Campinas: Instituto Agrônômico, Boletim técnico n. 98, 1984, 188 p.

PACHECO, J. A. de A. Relatório elucidativo do esboço geológico da região compreendida entre o meridiano 4, Rio Itararé e os paralelos 23°34' e 24°38'. In: Exploração da região compreendida pelas folhas de Sorocaba, Itapetininga, Bury, Sete Barras, Capão Bonito, Ribeirão Branco e Itararé, São Paulo, **Comissão Geográfica e Geológica**, 1927, p. 9 – 12.

PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, C. M. L. Alterações na topografia e na rede hidrográfica em área de intensa atividade de mineração: O caso do ribeirão Santa Gertrudes, interior de São Paulo, Brasil. In: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO, 6.; SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA 2., 2010a, Coimbra/Portugal. **Anais...** Coimbra/Portugal. Disponível em: <<http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/leticia>>. Acesso em: 08 julho 2010a.

PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, C. M. L. Utilização do ArcGis 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: Uma aplicação na área do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes/SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 8., 2010b, Recife. **Anais...** Recife: 2010b, 13 p.

PENTEADO, M. M. Contribuição ao estudo do clima do estado de São Paulo: Caracterização climática da área de Rio Claro. **Notícia Geomorfológica.** Campinas: v. 6, n. 11, p. 33-39, 1966.

\_\_\_\_\_. **Fundamentos de geomorfologia.** Rio de Janeiro: IBGE, 1974.

PETRI, S.; A. M. COIMBRA, A. M. Estruturas sedimentares da Formação Irati e Estrada Nova (permiano) e sua contribuição para elucidação dos seus paleoambientes geradores. **V Congresso Latino Americano de Geologia**, Porto Alegre: 1982, v. 2, p. 353 – 371.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J.; **Geologia do Brasil** (Fanerozóico). São Paulo: T.A. Queiroz: Ed. da USP, 1983, 631 p.

PERINOTTO, J. A. J.; ZAINÉ J. E. **Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná na região de Rio Claro, Limeira e Piracicaba/SP.** 2008. No prelo.

RAGONHA, E. W. **Taxionomia de dentes e espinhos isolados de Xenacanthodii (Chondrichthyes, Elasmobranchii) da Formação Corumbataí.** Considerações cronológicas e paleoambientais. São Paulo: 1984, 166 p. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

RAGONHA, E. W. Placas dentárias de Dipnoi no Grupo Passa Dois (P – Tr) da Bacia do Paraná. Apreciações ambientais, climáticas, cronológicas e estratigráficas. **XI Congresso Brasileiro Paleontologia**, Anais. Curitiba: v. 1, 1989, p. 195 – 206

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E. G.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Brasília/DF: Ministério da Agricultura; Secretaria Geral; secretaria Nacional de Planejamento Agrícola, 1978, 70 p.

REIS, L. V. de S., **Mananciais de abastecimento público**: Algumas experiências. CETESB – Palestra conferida, 2009. Disponível em <[http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/palestra\\_dra.\\_lucia.pdf](http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/palestra_dra._lucia.pdf)> Acesso em: 10 de Jun, 2010.

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos Geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, FFLCH, USP, São Paulo, n. 14, 2001, p. 69 – 77.

ROSS, J. L. S., MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. Escala 1:500.000, vol. I e II. São Paulo: Geografia FFLCH/USP – IPT – FAPESP, 1997a, 61 p.

SALAMUNI, R. Estruturas sedimentares singenéticas e sua significação na Série Passa Dois. **Boletim Geologia Universidade Federal do Paraná**: v. 12, 1963, p. 349 – 364.

SANTA GERTRUDES. Lei complementar 1883 de 05 de Julho de 2002. Dispõe sobre o Plano Diretor do município de Santa Gertrudes e dá outras providencias, 2002.

SCHOBENHAUS, C. et al. (Coord.). **Geologia do Brasil** – Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos Minerais – Escala 1:2.500.000. Brasília: Ministério das Minas e Energia – Departamento Nacional da Produção Mineral, 1984.

SCHNEIDER, R. L.; MÜHLMANN, H. E.; TOMASSI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. **Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná**. In: Porto Alegre, 1974. Porto Alegre, SBG, v. 1, 1974, p. 41 – 65.

SECATTI, A. C.; TREVISAN, J.; BUENO, N. H. **A poluição atmosférica e a espacialização das doenças respiratórias na cidade de Santa Gertrudes – SP**. Iniciação Científica (Curso de Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2005.

SIMON, A. L. H. **A dinâmica de uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara - Pelotas (RS)**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

SIMON, A. L. H.; CUNHA, C. M. L. **Elaboração do ábaco digital para a identificação de classes de declividade: Aplicações na baixa bacia do rio Piracicaba – SP**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa. A Geografia Física Aplicada e as Dinâmicas de Apropriação da Natureza. Viçosa: EDUFV, 2009.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. **Métodos em questão**. São Paulo, v.16, 1977, p. 1 – 50.

SOUSA, M. O. L. **Evolução tectônica dos altos estruturais de Pitanga, Artemis, Pau D'Alho e Jibóia - Centro do estado de São Paulo**. 2002, 206 p. Tese (Doutorado em



Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

SOUZA, S. H. M. **Fácies sedimentares das formações Estrada Nova e Corumbataí no estado de São Paulo**. São Paulo: 1985, 142 p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

TAVARES, A. C.; SOARES, C. A. A perspectiva do equilíbrio dinâmico. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, v. 18, n. 36, p. 79 – 94, dez. 1978.

TOLEDO, C. E. V. **Análise Paleoictiológica da Formação Corumbataí na Região de Rio Claro, Estado de São Paulo**. 2001, 146 p. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

TOLEDO, C. E. V.; MASSON, M. R.; BERTINI, R.J. Litho-sedimentological analysis of petalodonts (*Holocephali incertae sedis*) in the Corumbataí Formation (Upper Permian) near Rio Claro City, State of São Paulo (Brazil). **Boletim Resumos 15º Congresso Brasileiro Paleontologia**, São Pedro: 1997, p. 159.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson, 1965.

TROPPEMAIR, H. A cobertura primitiva do Estado de São Paulo. **Biogeografia**, n.1, IG, USP, São Paulo, 1969, p. 1 – 11.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAN, R. A. van. **ITC System of geomorphological survey**. Manual ITC Textbook, Netherlands: Enschede, 1975, v. 1.

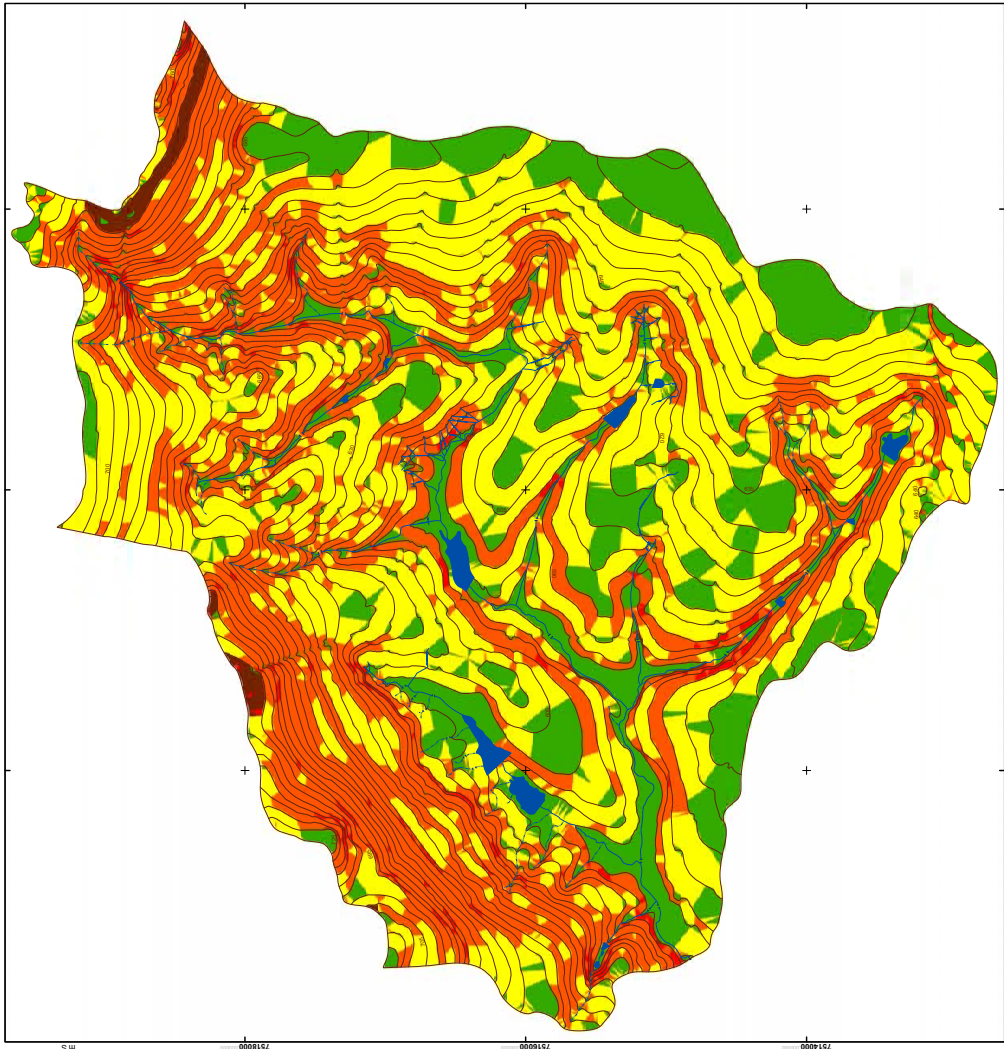
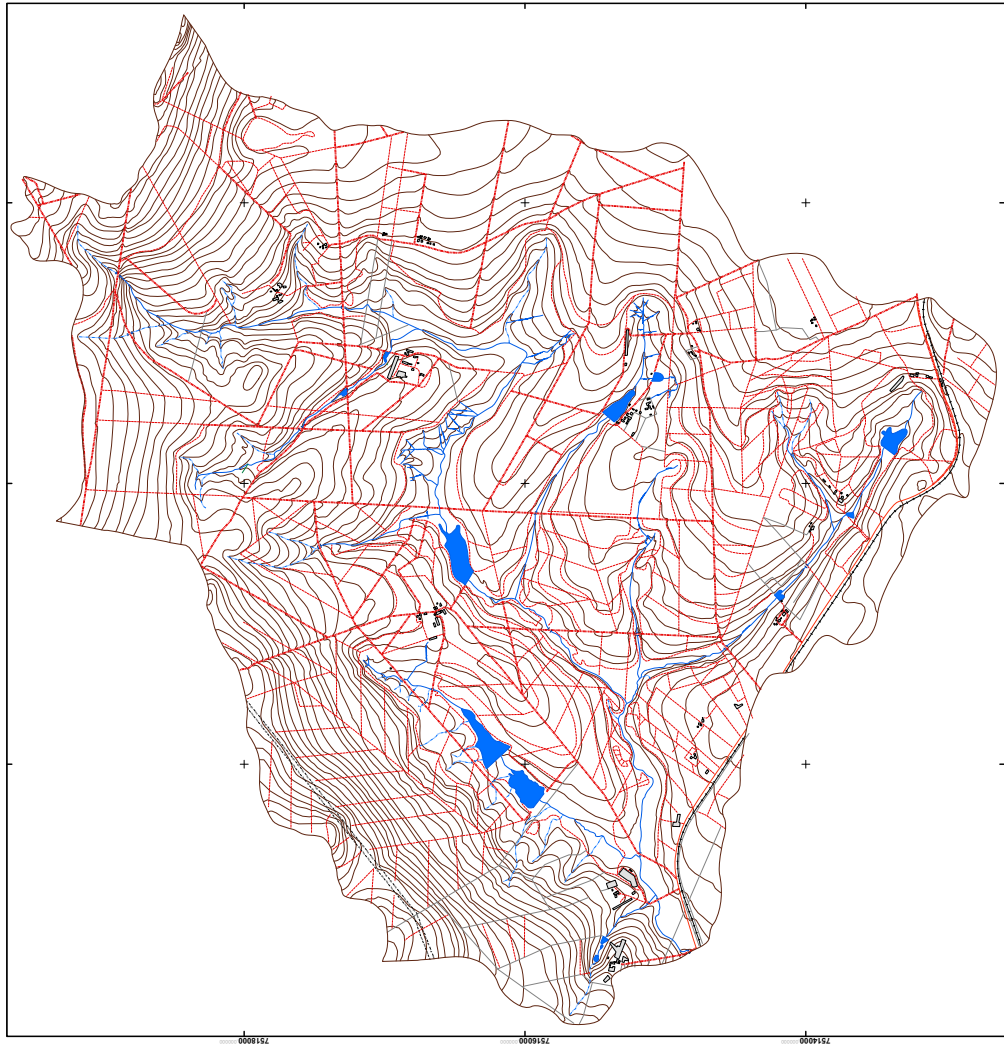
VIADANA, A. G. **Análise da qualidade hídrica do alto e médio Corumbataí (SP) pela aplicação de bio-indicadores**. 1985, 109 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1985.

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem sistêmica e geografia. **Geografia**, Rio Claro, v. 28, n. 8, p. 323-344, 2003.

ZAINE, J. E. **Geologia da Formação Rio Claro na Folha Rio Claro (SP)**. 1994, 90 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1994.

**ANEXO 1**

Base cartográfica e carta de declividade da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

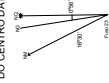
- Canal fluvial
- Canal pluvial
- Represa
- Trecho de rio canalizado
- Curva de nível
- Ponto cotado
- Edificações
- Estrada sem pavimentação
- Rodovia
- Ferrovia
- Linha transmissora de energia
- Delimitação da bacia hidrográfica

CLASSES DE DECLIVIDADE

- < 3%
- 3% - 8%
- 8% - 20%
- 20% - 45%
- > 45%

4,00 200 0 400 800 1,200 2,000 Metres

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1979  
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA  
DO CENTRO DA FOLHA



A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA  
VARIA ANUALMENTE 0,05 ESTE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - 2010

DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA EM ÁREA DE MINERAÇÃO DE ARGILA:  
O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA GERTRUDES/SP

Elaboração: Lelicia Juliana Paschoal  
Orientação: Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição  
Co-orientação: Profa. Dra. Cíntia Lipinacci Cunha

FONTE: Cartas topográficas - Governo do estado de São Paulo, Secretaria de Economia e Planejamento;  
Escala 1:10.000; Ano 1979; Equidistância entre as curvas de nível: 5 m; Projeção UTM; Datum horizontal  
Córrego Alegre/IMG e Datum Vertical Maretrato de Imbituba/SC.

**ANEXO 2**

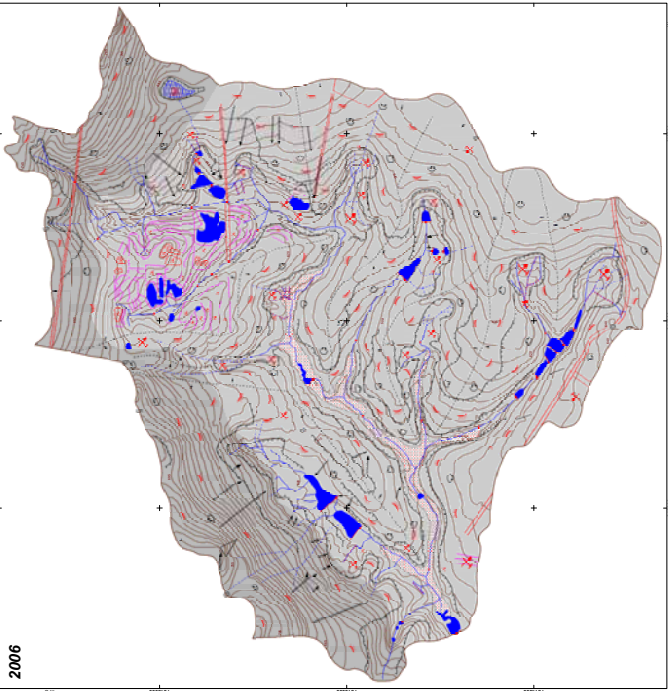
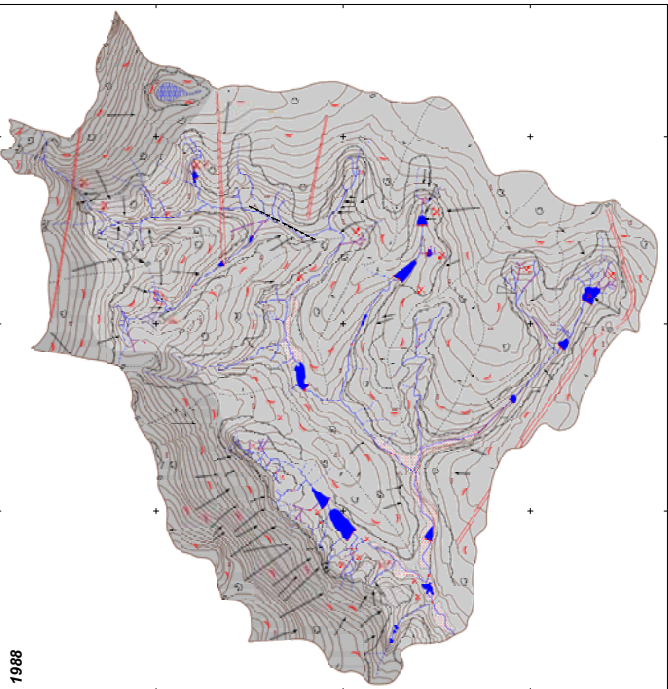
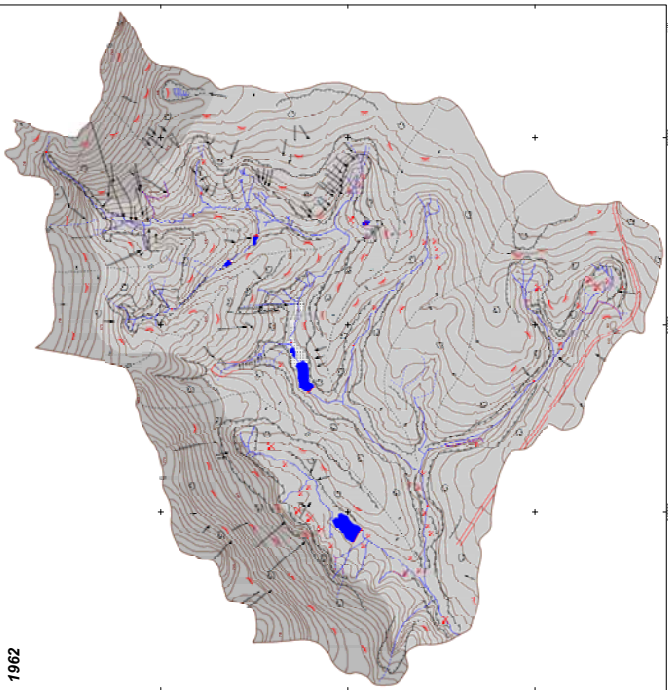
Cartas de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP.



**ANEXO 3**

Cartas geomorfológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP.

Cartas geomorfológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP



LEGENDA

DADOS GERAIS	ÍNDICE	PROJEÇÃO	ESCALA	COORDENADAS
Nome: Bacia do Ribeirão Santa Gertrudes/SP	1:25000	U.T.M.	1:50000	15°S 51°W
Projeto: Bacia do Ribeirão Santa Gertrudes/SP				
Autores: UNESP - FAFESP				
Elaborado por: UNESP - FAFESP				
Revisado por: UNESP - FAFESP				
Atualizado por: UNESP - FAFESP				
Atualização: UNESP - FAFESP				

ABRANGÊNCIA	DELIMITAÇÃO	DELIMITAÇÃO	DELIMITAÇÃO	DELIMITAÇÃO	DELIMITAÇÃO
1	2	3	4	5	6

ELEMENTOS DA BASE CARTOGRÁFICA

Fonte: UNESP - FAFESP
Projeto: Bacia do Ribeirão Santa Gertrudes/SP
Autores: UNESP - FAFESP
Elaborado por: UNESP - FAFESP
Revisado por: UNESP - FAFESP
Atualizado por: UNESP - FAFESP
Atualização: UNESP - FAFESP

PROJEÇÃO: UTM - ZONA 18S  
 ESCALA: 1:50.000



**INSTITUIÇÃO DE PESQUISA 2015**  
**O CANTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA GERTRUDES/SP**

Elaborado: Lucílio, Guiliano, Patrícia  
 Consultoria: Patrícia, Daniela, Luana, Conrado  
 Autoria: UNESP - FAFESP

Este trabalho é uma reprodução de uma obra de arte de domínio público (Obras de Arte em Domínio Público) criada por artistas desconhecidos e pertencente ao acervo da Biblioteca Nacional do Brasil.

UNESP - FAFESP - Av. Trabalhador São-Carlense, 305 - Jd. Santa Gertrudes - São Carlos - SP - CEP: 13506-900.  
 Fone: (19) 3302-3100. Fax: (19) 3302-3101.  
 E-mail: unesp@fafesp.br  
 Site: www.fafesp.unesp.br

**ANEXO 4**

Carta de restrições legais ao uso e ocupação da terra a partir de parâmetros geomórficos ambientais físicos da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP.



# Carta de restrições legais ao uso e ocupação da terra a partir de parâmetros geomórficos ambientais físicos da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP

## LEGENDA

APP - Faixa marginal de 30 metros ao longo dos canais d'água com menos de 10 metros de largura. Código Florestal Lei n.º 4.771 de 15/09/1965; Resolução CONAMA 303 de 20/03/2002

APP - Ao redor de nascentes num raio de 50 metros. Código Florestal Lei n.º 4.771 de 15/09/1965; Resolução CONAMA 303 de 20/03/2002

APP - Ao redor de reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até 20 hectares de superfície localizados em área rural, num raio de 15 metros. Resolução CONAMA 302 de 20/03/2002

Área com inclinação superior a 25 graus, na qual não é permitida a derrubada de florestas, sendo apenas tolerada a extração de torçes, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes. Art. 10 do Código Florestal Lei n.º 4.771 de 15/09/1965

## CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Canal fluvial

Represa

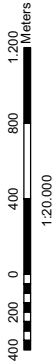
Barragem

Estrada sem pavimentação

Ferrovia

Rodovia

Delimitação da bacia hidrográfica



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1979  
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA  
DO CENTRO DA FOLHA

19° 34' 30" W  
10' 32"

A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA  
VARIA ANUALMENTE OESTE

LOCALIZAÇÃO APROXIMADA  
DA ÁREA DE ESTUDO



## DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - 2010

### DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA EM ÁREA DE MINERAÇÃO DE ARGILA: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA GERTRUDES/SP

Elaboração: Letícia Juliana Paschoal

Orientação: Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição

Co-orientação: Profa. Dra. Ceníra Lipinacci Cunha

FONTE: Cartas topográficas - Governo do estado de São Paulo, Secretaria de Economia e Planejamento; Escala original 1:10.000; Ano 1979; Equidistância entre as curvas de nível: 5 m; projeção UTM; Datum horizontal Córrego Alegre/MG e Datum Vertical Marégrafo de Imbituba/SC.

FOTOGRAFIAS AÉREAS: 2006 - BASE Aerofotogrametria e projetos S.A.; 04/2006; 4 fotografias aéreas; Escala 1:30.000; Fx:134/6038, 6039, 6040 e 4041

Apoio:

