
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**ANÁLISE DA DINÂMICA DE OCUPAÇÃO E USO DAS
TERRAS E SUAS IMPLICAÇÕES NO SISTEMA
MORFOHIDROGRÁFICO DA BACIA DO RIBEIRÃO
BONITO – SP**

FERNANDO ZANATTA DE AGUIRRE

Trabalho de Conclusão de Curso –
TCC - apresentado ao Instituto de
Geociências e Ciências Exatas da
Universidade Estadual Paulista -
Campus de Rio Claro, como parte
dos requisitos para obtenção do grau
de Bacharel em Geografia.

MAIO - 2011

**ANÁLISE DA DINÂMICA DE OCUPAÇÃO E USO DAS TERRAS E
SUAS IMPLICAÇÕES NO SISTEMA MORFOHIDROGRÁFICO DA
BACIA DO RIBEIRÃO BONITO – SP**

FERNANDO ZANATTA DE AGUIRRE

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” - Campus de Rio Claro, para
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Rio Claro

Estado de São Paulo – Brasil

Maio/2011

Dedico aos meus pais, Odair e Marilene, por tudo que representam em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, pois sem eles nada teria sentido.

Ao meu pai, por sua sabedoria, por seus conselhos e valores, sua calma, serenidade e presença;

A minha mãe, que por muito pouco não presenciou a conclusão dessa etapa de minha vida, mas que sempre esteve presente e continuará com certeza, por toda eternidade. Obrigado por tanto carinho, amor e dedicação. A saudade é muito grande.

A minha irmã Giovana, pela paciência; todo meu carinho e respeito.

A Tatiana, muito mais que namorada pela importância que adquiriu em minha vida, todo meu agradecimento pelo apoio, compreensão e respeito ao meu trabalho. Obrigado por ser essa pessoa maravilhosa e por estar sempre ao meu lado.

A Prof.^a Cenira Maria Lupinacci da Cunha, por toda a paciência e pela orientação nesse começo de caminhada, meus agradecimentos pela confiança e solicitude. Obrigado por acreditar em meu trabalho, mesmo durante as piores turbulências de minha vida.

Ao amigo Prof. Adriano Luís Heck Simon, por sua confiança, paciência e conselhos junto aos mapeamentos;

Aos amigos-irmãos, com quem pude conviver durante os anos da graduação, dividindo alegrias e angústias: Amanda, Casão, Chris, Érica, Mascherano, Tati, Thaís e Vitão. Somando-se a esses, um agradecimento à parte para a Livi, amiga de todas as horas e todos os trabalhos, e ao Tambaú, a quem as palavras amizade e sinceridade se enquadram perfeitamente.

*“Que você cresça para ser justo,
Que você cresça para ser verdadeiro,
Que você sempre saiba a verdade
E veja as luzes ao seu redor.
Que você seja sempre corajoso,
Fique em pé e seja forte,
Que você fique jovem para sempre.”*

Trecho da canção “Forever Young” – Joan Baez

RESUMO

Os sistemas ambientais são compostos por elementos e atributos que atuam em sua dinâmica, os quais, ao longo de um dado período de tempo, podem responder às condições naturais ou às imposições antrópicas, sendo que estas últimas podem desencadear modificações no seu equilíbrio natural. Neste contexto, o objetivo principal do trabalho proposto foi identificar e analisar as alterações na dinâmica de ocupação e uso das terras e sua interferência nas características naturais da bacia do Ribeirão Bonito – SP, com ênfase à geomorfologia e hidrografia. A área em questão situa-se junto à baixa bacia do Rio Piracicaba, no Estado de São Paulo, numa área de transição entre a Depressão Periférica Paulista e as Cuestas Basálticas. Para a consolidação do objetivo proposto foram utilizados os seguintes procedimentos metodológicos: revisão de literatura referente à temática adotada; caracterização do meio físico e do processo de ocupação da área em estudo; elaboração de mapas geomorfológicos de dois cenários (1962 e 2007) de acordo com as metodologias de Tricart (1965) e Verstappen; Zuidan (1975), adaptados por Cunha (2001); elaboração de mapas de ocupação e uso das terras dos dois períodos (1962 e 2007) utilizando o sistema de classificação do IBGE (2006b) e trabalhos de campo. Para manuseio dos dados e posterior análise dos mesmos, foi utilizada a idéia de sistema ambiental, que se fundamenta na teoria dos sistemas gerais, aplicada a Geografia. Findados os levantamentos, observou-se que o aumento do nível de base local com conseqüente retomada erosiva, assim como a intensa ocupação das terras pela cultura da cana-de-açúcar, foram fatores que condicionaram as alterações geomorfológicas locais, expressas principalmente pela dinâmica erosiva e processos de denudação.

Palavras-chave: Alterações Morfohidrográficas; Cartografia geomorfológica; Ocupação e uso das terras;

SUMÁRIO

1. Introdução.....	01
2. Caracterização da área.....	05
3. Aspectos teóricos sobre a interação homem-natureza.....	12
4. Método e Técnicas.....	17
4.1 - O método.....	17
4.2 - As técnicas.....	18
4.2.1 - Revisão das literaturas pertinentes.....	18
4.2.2 - Técnicas Cartográficas.....	18
4.2.2.1 - Base Cartográfica.....	18
4.2.2.2 - Mapas Geomorfológicos.....	19
4.2.2.3 - Mapas de ocupação e uso das terras.....	22
4.2.3 - Trabalho de Campo.....	25
5. Análise dos Resultados.....	26
5.1 – Análise da dinâmica de ocupação e uso das terras.....	26
5.2 – Análise da morfologia local.....	32
6. Considerações Finais.....	48
7. Referências Bibliográficas.....	50

Índice de Figuras

Figura 01 – Base cartográfica da bacia do Ribeirão Bonito/SP.....	06
Figura 02 – Simbologia adotada para a confecção dos mapas geomorfológicos.....	21
Figura 03 – Carta de Uso e Ocupação das Terras – 1962.....	27
Figura 04 – Carta de Uso e Ocupação das Terras – 2007.....	28
Figura 05 – Carta Geomorfológica – 1962.....	33
Figura 06 – Carta Geomorfológica – 2007.....	34
Figura 07 – Subdivisão da Bacia do Ribeirão Bonito - SP.....	35
Figura 08 – Alteração em fundo de vale de canal.....	38
Figura 09 – Significativa alteração em área de depósito aluvial.....	39
Figura 10 – Feições indicativas de processos de denudação atuantes no setor e aumento significativo da área de deposição aluvial.....	41
Figura 11 – Elevação do nível de base na foz da bacia e maior concentração de depósito aluvial.....	45

Índice de Gráficos

Gráfico 01 – Pluviograma acumulado – 1970 à 2000.....	09
Gráfico 02 – Resultado da quantificação das classes de uso da terra – 1962 e 2007.....	31

Índice de Tabelas

Tabela 01 – Classes e subclasses de uso e cobertura dos solos.....	23
Tabela 02 – Ocupação e uso das terras 1962 e 2007.....	26

Índice de Fotos

Foto 01 – Avanço da silvicultura em área de depósito de tálus.....	30
Foto 02 – Feições erosivas lineares provocadas pela movimentação do gado.....	37
Foto 03 – Feições erosivas lineares provocadas pela movimentação do gado.....	37
Foto 04 – Presença de terraços fluviais, indício de reativação do processo de entalhe do canal fluvial.....	40
Foto 05 – Estágio atual de voçoroca situada na porção central da bacia do Ribeirão Bonito - SP.....	42
Foto 06 – Pequena área dedicada à cultura da mandioca.....	43
Foto 07 – Exemplos de ação antrópica: corte e aterro respectivamente.....	44
Foto 08 – Exemplos de ação antrópica: corte e aterro respectivamente.....	44

Foto 09 – Construções muito próximas da margem esquerda do Ribeirão Bonito na entrada da cidade de Santa Maria da Serra – SP.....	44
Foto 10 – Solo exposto em área de cultura de cana-de-açúcar.....	46
Foto 11 – Incidência de área de vegetação natural junto ao Ribeirão Bonito – SP.....	47

1. Introdução

As formas da superfície terrestre estão sempre em constante transformação, logo, o relevo também está inserido numa constante dinâmica, manifestada no tempo e no espaço de maneira diferenciada devido às interferências de diversos elementos do estrato geográfico, constituintes de um sistema ambiental.

Os sistemas ambientais são compostos por elementos atuantes em sua dinâmica, os quais, ao longo de um dado período de tempo, podem responder às condições naturais ou às imposições antrópicas, sendo que estas últimas podem vir a desencadear modificações no seu equilíbrio natural quando não mensuradas e planejadas corretamente.

Em se tratando de uma análise de cunho geográfico, e mais especificamente geomorfológico, o recorte espacial no qual a concepção de sistema se enquadra mais perfeitamente é o da bacia hidrográfica, visto que se caracteriza por ser uma área natural, devidamente delimitada, de captação das águas das chuvas em determinado local, havendo o escoamento para um canal principal e alguns tributários; assim sendo, a mesma pode ser entendida como um sistema aberto, onde há adição de matérias por meio das precipitações, assim como perda dessa mesma matéria com o deflúvio, mas sempre em constante interconexão com outras bacias através de sistemas hídricos.

Christofolletti (1980) entende que em tal sistema as formas e processos se encontram em estado de equilíbrio, proporcionado pela ação de forças opostas com influências proporcionais para a manutenção do fluxo de energia e matéria; logo, é dedutível que qualquer alteração em algum desses fluxos induz a um ajustamento por parte dos elementos da morfologia.

Ainda sob a ótica sistêmica, o elemento antrópico foi devidamente incorporado, pois condiciona fluxos de energia e matéria, alterando sensivelmente a dinâmica natural dos mesmos, visto que a sociedade moderna é tida como um agente desencadeador de mudanças ambientais, oriundas da degradação gerada por seu crescimento e desenvolvimento desordenado.

De acordo com Simon (2007), a interferência antrópica se manifesta pela alteração da morfodinâmica, por meio dos processos que atuam na morfogênese. O autor ainda esclarece que os diferentes usos da terra atuam diretamente nessa direção, pois conduzem a apropriações diversas, tanto adequadas quanto inadequadas, se forem consideradas as características do relevo em questão, assim como sua cobertura vegetal original e conseqüente exposição a eventos climáticos mais severos.

Partindo do pressuposto que muitos são os fatores que condicionam a apropriação do espaço pelo homem, deve-se considerar também a dinâmica socioeconômica vigente, a qual inevitavelmente influenciará e direcionará todas as atividades que serão desenvolvidas, assim como sua localização.

Essas atividades se relacionam intrinsecamente a uma dinâmica social e econômica, e por consequência ficam “registradas” também no meio natural ao longo de um dado período histórico, ficando impressa principalmente nas formas do relevo, fato presente também na área selecionada para este estudo, onde se encontram muitos traços de atividades antrópicas, tanto pretéritas quanto presentes.

Neste contexto, o presente trabalho versará sobre como tais alterações foram sendo impressas na bacia do Ribeirão Bonito – SP, por meio de sua dinâmica de ocupação e consequente uso das terras, assim como observar uma efetiva interferência no que se refere às suas características naturais, mais especificamente em sua morfohidrografia.

A área de estudos em questão se localiza no Estado de São Paulo, e mais especificamente na baixa bacia do Rio Piracicaba, seu nível de base regional; fica compreendida entre a Depressão Periférica Paulista e as Cuestas basálticas, numa área entendida como sendo de “transição”, com a presença de feições de relevo muito peculiares, as quais possuem um alto nível de dissecação.

Essa área também se caracteriza por apresentar relativa escassez de cobertura vegetal original, em função principalmente das intensas atividades agropastoris desenvolvidas, tanto em escala local como regional (criação de gado e cultivo de culturas tais como cana-de-açúcar, café e laranja), atividades essas que remetem a uma significativa atividade antrópica, a qual também pode ser facilmente identificada com a presença da estrutura urbana do município de Santa Maria da Serra.

Ao longo dos últimos cinquenta anos, e mais especificamente entre os anos de 1962 e 2007, ocorreram muitas mudanças econômicas, o que, provavelmente, também alterou as maneiras como o homem se apropriou e usou as terras da área em questão para finalidades diversas, e o presente trabalho visa contribuir para a compreensão dessas mudanças, principalmente as que ficaram impressas na morfohidrografia da área em questão.

Assim sendo, o objetivo principal consiste em identificar e analisar as alterações na dinâmica de ocupação e uso das terras, e sua interferência nas características naturais da Bacia do Ribeirão Bonito – SP, com ênfase na geomorfologia e hidrografia da área.

Tendo como referência esse objetivo, alguns outros são propostos, como forma de nortear e caracterizar tal pesquisa:

- identificar as principais formas de relevo da área, a partir de mapeamentos geomorfológicos em duas situações temporais distintas: 1962 e 2007. Tais mapeamentos conduzirão a interpretação da morfohidrografia da área bem como sua alteração ao longo do período compreendido pelos dois cenários a serem analisados;
- obter dados sobre a dinâmica de ocupação e uso das terras, a partir da elaboração de mapas dos cenários de 1962 e 2007, visando detalhar não somente a utilização da área, mas principalmente suas implicações nas possíveis alterações morfohidrográficas;

Ante o exposto, ao se trabalhar com a dinâmica de ocupação e uso de terras da área em questão, devem-se considerar alguns pontos importantes para análise, sendo estes:

- que essa dinâmica se deu por meio de forças oriundas de muitas fontes, e não necessariamente do local de estudo, sendo utilizada para tal uma forma de análise histórica e que consiga englobar não apenas os fatos motivadores, mas também as consequências espaciais dessa ocupação, e conseqüentemente da apropriação e uso dessas terras;

- essa dinâmica de ocupação perpetua a influência que o fator antrópico tem sobre a área e seu desenvolvimento, com alterações não apenas de caráter sócio-espacial, mas também no meio natural (constatável principalmente nos processos de fluxo de matéria e energia), no que poderíamos denominar, de acordo com Ross (1997), de efeitos contrários, oriundos da relação desenvolvimento *versus* meio ambiente;

- havendo certo desequilíbrio, o relevo, que pode ser entendido como resultante da interação de diversos elementos (naturais e atualmente sociais), acaba por refletir toda essa dinâmica principalmente nas formas do modelado.

Em muitos trabalhos realizados na área ambiental, utiliza-se o recorte espacial da bacia hidrográfica pelo fato do mesmo embutir uma idéia de integração de vários processos naturais, inclusive as interferências humanas, as quais devem ser analisadas, para uma efetiva mensuração de suas influências e conseqüências.

Como o objeto de estudo do presente trabalho são as alterações que a ocupação e o uso dessas terras vêm desencadeando ao longo do período compreendido entre os anos de 1962 e 2007, se faz necessário também entender essa dinâmica de ocupação, assim como o referido processo resultou em possíveis alterações nas feições morfohidrográficas da área em questão.

Pode-se enfatizar ainda a importância de tal temática em consonância com Ross (1997), que afirma que toda ação humana no ambiente natural ou alterado causa algum impacto em diferentes níveis, gerando alterações com graus diversos de agressão, levando às vezes as condições ambientais a processos até mesmo irreversíveis.

Finalmente, buscando compreender de forma detalhada a dinâmica morfohidrográfica local e suas possíveis alterações no período acima citado, almeja-se inclusive contribuir para futuras ações no que se refere à reparação de possíveis desequilíbrios ambientais que possam estar evidentes (ou não) na área em questão.

2. Caracterização da Área

A bacia hidrográfica do Ribeirão Bonito está localizada na região central do Estado de São Paulo, politicamente abrangendo cerca de 1/3 da área do município de Santa Maria da Serra (sendo esse também o único núcleo urbano inserido na bacia), assim como uma pequena porção da área do município de Torrinha, estando presente mais especificamente no Fuso 23, entre as coordenadas 7.495.000 e 7.510.000 metros de Latitude Sul, assim como entre 175.000 e 180.000 metros de Longitude Oeste. (Figura 01)

Essa área se encontra mais especificamente no baixo curso do Rio Piracicaba, na chamada Zona do Médio Tietê (DEFFONTAINES, 1935, apud ALMEIDA, 1974, p. 22), numa área de contato entre as províncias geomorfológicas da Depressão Periférica Paulista e das Cuestas Arenito Basálticas. Almeida¹ (1964, apud PENTEADO, 1976, p.15) caracteriza essa porção espacial do Médio Tietê como sendo de relevo muito mais diversificado se comparado com a erosão ocorrida em suas áreas vizinhas, logo, “com suas estruturas resistentes postas em claros ressaltos topográficos”.

A Depressão Periférica foi inicialmente caracterizada por Pierre Denis² como sendo uma área deprimida entre as Escarpas e o Planalto Atlântico. (1927, apud PENTEADO, 1976, p.13). Penteado (1976) a define como uma área deprimida de origem paleozóica, localizada entre as escarpas mais avançadas da zona das cuestas, que delimitam a borda oriental dos derrames basálticos e o Planalto Cristalino Atlântico, sendo também, na concepção de Ab'Saber (1969) o compartimento topográfico de origem denudacional mais característico do Estado de São Paulo.

A Depressão também se caracteriza pela presença de uma densa rede de drenagem, com alguns rios principais de curso conseqüente em direção NW (para a calha do Rio Paraná), os quais superimpuseram-se sobre a Cuesta Basáltica, vencendo sua antiga limitação natural. (ALMEIDA, 1974; PENTEADO, 1976; FACINCANI, 2000).

Já as Cuestas são formas de relevo com certa dissimetria (PENTEADO, 1978), as quais, no presente caso, se constituíram mediante atuação erosiva sobre a periferia (borda) da bacia sedimentar do Rio Paraná, apresentando características próprias, tais como a elevação topográfica, a presença de paredões verticais de traçado retilíneo e de patamares.

¹ ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista, in Geologia do Estado de São Paulo – Boletim 41, pp. 169/263, São Paulo, 1964

² DENIS, P. *Amérique du Sud – (Tome XV, Lére, partie) de “La Géographie Universelle” – La Blache et Gallois*, Paris, 1927

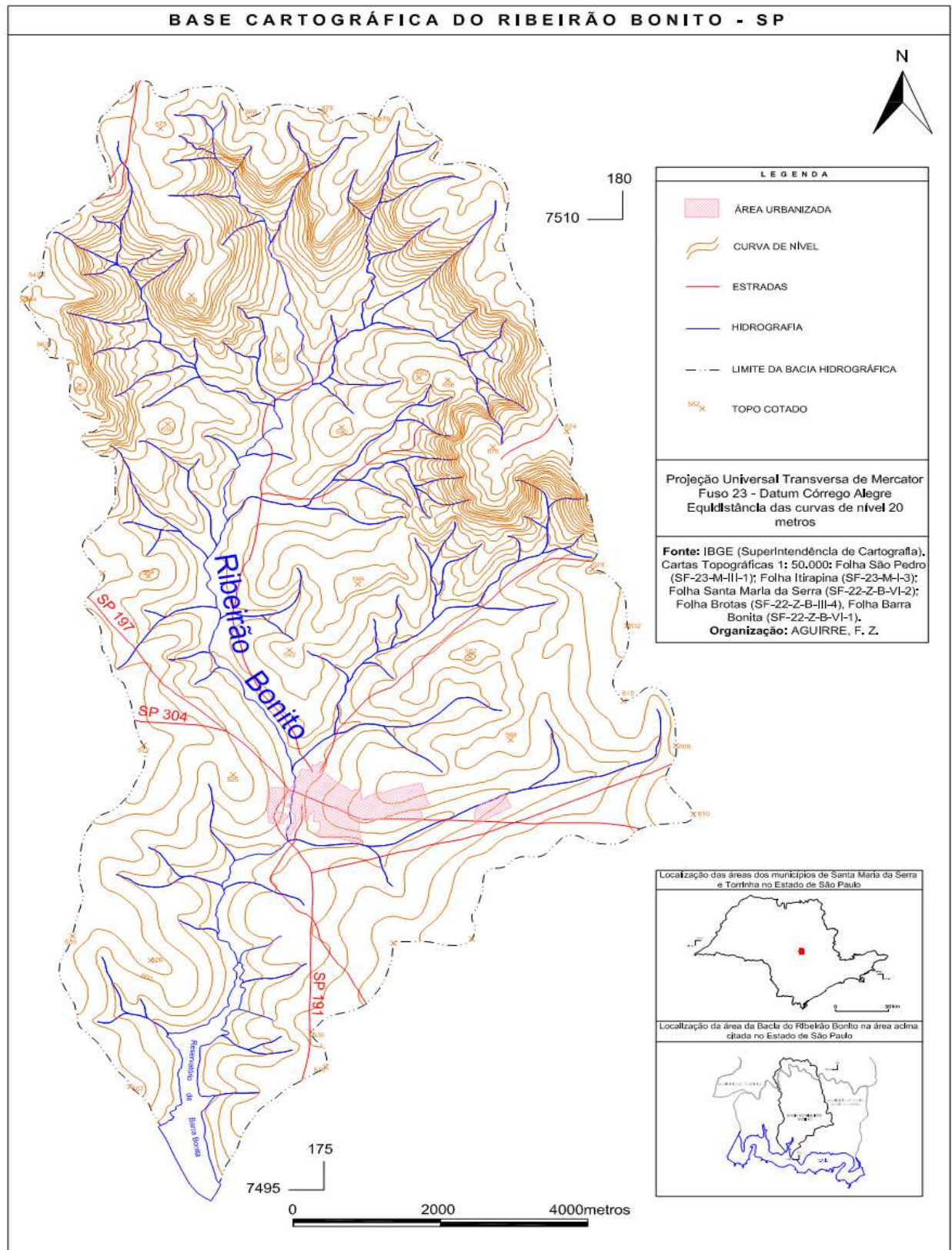


Figura 01 – Base cartográfica da bacia do Ribeirão Bonito - SP

De tal modo, esta se apresenta como “uma faixa montanhosa separando a Depressão Periférica da região, igualmente deprimida, do chamado Planalto Ocidental”. (ALMEIDA, 1974, p. 77).

Num enfoque mais específico, tomando-se a área de estudos da Bacia do Ribeirão Bonito em sentido Norte-Sul, identifica-se primeiramente uma porção da borda da bacia localizada no reverso da Cuesta, se estendendo em direção Leste-Oeste da área, com relevo colinoso médio e apresentando vertentes com formatos retilíneos a convexos. (IPT, 1981a)

Em seguida, localiza-se também no mesmo sentido Leste-Oeste, uma faixa com relevo de transição, sendo o relevo de Cuesta propriamente dito, com a presença de “escarpas festonadas com mesas basálticas e morros testemunhos, de relevo fortemente ondulado” (TROPPMAIR, 2000, p.62), assim como vertentes retilíneas e drenagem por consequência muito densa, devido ao grande nível de dissecação do relevo.

Já na área transicional e de contato direto com a área de Cuesta, ocupando grande parte da bacia no sentido centro-sul, encontra-se uma considerável porção com colinas amplas, ou seja, topos extensos e aplainados, com vertentes retilíneas a convexas, e a presença de vales abertos, que se configuram paralelamente à região de fundo de vale do Piracicaba. (IPT, 1981a)

No que se refere à Geologia local, a quase totalidade da presente área se encontra sobre litologias sedimentares do Grupo São Bento, datadas do período Triássico-Cretáceo, caracterizado pela presença de arenitos predominantemente vermelhos e rochas eruptivas. (FACINCANI, 2000)

No Grupo São Bento, e consequentemente na área de estudos, são encontrados três tipos de formações, abaixo descritas:

- a primeira conhecida como Formação Pirambóia, se constitui de arenitos diversos, de esbranquiçados a avermelhados, com granulometria média a muito fina, sendo que esta ocupa grande área da Bacia do Ribeirão Bonito, mais especificamente a porção centro-sul;

- a segunda é a Formação Botucatu, composta por arenitos de granulação fina a média, presente na área de contato com as Cuestas, em direção mais ao norte da bacia, no sentido leste-oeste;

- a terceira formação recebe o nome de Serra Geral, a qual se constitui de rochas basálticas com variações químicas, que se apresentam de forma tabular superpostas a arenitos, sendo oriunda de derrames de lavas datados do Cretáceo Inferior, resultantes das maiores atividades vulcânicas conhecidas no mundo (LEINZ & AMARAL, 1972). Essa formação está presente nas áreas de Cuesta, também localizada mais ao norte da bacia, e assim como a

formação anterior, também se distribui no sentido leste-oeste, acompanhando o relevo em questão.

No reverso da Cuesta, ocupando pequena porção da bacia, pode-se encontrar depósitos de cimeira, com presença de conglomerados e arenitos imaturos, originados entre o Oligoceno e o Mioceno. (IPT, 1981b)

A formação geológica se traduz num fator determinante para a dinâmica do relevo local, a qual também é influenciada pelos elementos do clima (tais como a quantidade de radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar) que operam por meio de ações intempéricas ao longo do tempo.

Toda a área da bacia está inserida em porção espacial que, de acordo com a classificação de Köppen, está sob influência de clima “Cwa”, ou mais especificamente designado como Temperado úmido, cuja característica marcante se dá pelo fato de possuir ao longo do ano duas fases distintas, sendo uma quente e úmida, e a outra fria e com estiagem.

Tal clima também se caracteriza por ter uma temperatura média anual de 21° C, sendo que no mês mais quente a temperatura fica acima de 22° C e no mês mais frio abaixo de 18° C. Tais condições propiciam, conforme Monteiro (1976), “grande espectro de condições não-restritivas ao povoamento e ocupação do solo”, ou seja, as resistências naturais existentes na área se devem em grande parte ao seu relevo, estando o clima praticamente excluído de tal suposição.

A umidade do ar pode variar de acordo com a época do ano conjuntamente com a ação das massas de ar, sendo as mesmas de origem distintas (tropical ou polar), fato esse muito peculiar e evidente na Depressão Periférica, pois suas características de rebaixamento do relevo perante o entorno “permite o fácil deslocamento de massas polares no inverno, originando inclusive geadas” (TROPPMAIR, 2000, p.62)

As precipitações, conforme já citado, variam consideravelmente quando comparados os períodos seco e úmido. Enquanto no úmido as médias podem chegar a 200 mm/mês (no mês de janeiro), no período de estiagem essas médias podem ficar abaixo dos 30 mm/mês (julho), o que acarreta graves déficits de umidade no ar, que podem ficar abaixo de 30%, fato esse indicado por Troppmair (2000, p. 59) como sendo um “testemunho do efeito da continentalidade”. (Gráfico 01)

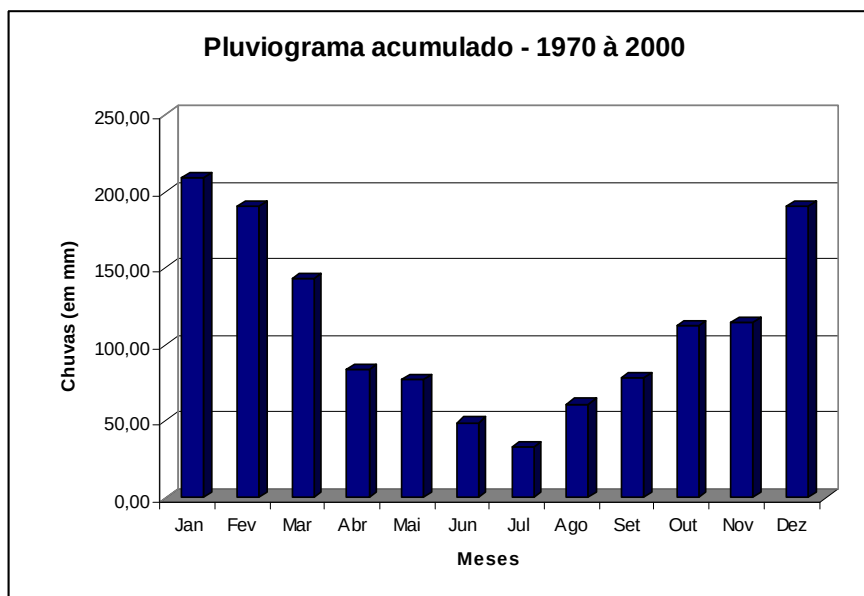


Gráfico 01 – Pluviograma acumulado – 1970 à 2000

Fonte: SIGRH/SP – Banco de dados pluviométricos do Estado de São Paulo –
Município de Santa Maria da Serra, prefixo D5-062. Disponível em:

<http://www.sigrh.sp.gov.br>

Considerando-se uma escala de tempo geológico, os elementos do clima agem de forma contínua sobre as rochas constituintes dessas formações, que vão sofrendo um contínuo processo de desgaste, resultando numa evidente desagregação e conseqüente formação de diferentes tipos de solos. De acordo com o IAC (1981), na área de estudos foi observada a presença de vários solos, dentre os quais se destaca a predominância de:

- Argissolos Vermelho-Amarelos, na porção central da bacia e em grande parte da mesma no sentido norte-sul, desde o alto até o baixo curso do Ribeirão Bonito; e
- Latossolos Vermelho-Amarelos, encontrados nas porções periféricas da bacia, tanto a leste como a oeste, além também de sua predominância na porção espacial do reverso da Cuesta.

Também foram observadas as presenças de gleissolos junto às margens do Ribeirão Bonito em seu médio e baixo curso, assim como de Neossolo Quartzarênico em algumas áreas da baixa bacia, mais especificamente em sua porção leste.

Já na área próxima ao *front* das Cuestas, são encontrados Neossolos Litólicos, produtos do processo de acumulação de material derivado da ação intempérica sofrida pelas Cuestas, formando a área de tálus, com características pedregosas e arenosas.

Possuindo intrínseca relação com os solos, destaca-se a presença de uma antiga vegetação original na área da Bacia. De acordo com Setzer (1966), a porção da mesma situada no reverso da Cuesta foi originalmente coberta por campos-cerrados, “cobertura vegetal característica do arenito Botucatu, que necessita de alguns fatores para sua ocorrência, tais como o já citado clima relativamente úmido, rocha pobre e profundamente decomposta, topografia plana, solo facilmente drenado e o fogo” (SETZER, 1966, p.52), sendo complementado por Troppmair (2000), que caracteriza esse tipo de cobertura vegetal como sendo um vestígio de um paleoclima mais seco.

Na área de relevo escarpado da Bacia, Troppmair (2000) enfatiza a importância da cobertura original das encostas das Cuestas, como um reflexo direto da topografia, pois predominam mesmo contra a ação antrópica, ou seja, seu relevo com fortes declives não permite a apropriação e uso desses solos para finalidades econômicas. Essa cobertura se caracteriza pela presença de mata latifoliada tropical de encosta, de porte médio e com sistema radicular pouco profundo, graças à abundância de água do solo.

Já na porção mais rebaixada da bacia, localizada na Depressão Periférica, Troppmair (2000) esclarece que as coberturas vegetais originais foram praticamente destruídas pelo ciclo do café, no século XIX, em conformidade com Monteiro (1976), que esclarece que os espaços agrários do estado de São Paulo foram gerados pela monocultura do café, que foi comumente substituída pela pecuária em muitos dos espaços disponíveis para tal finalidade.

De acordo com Monbeig (1984), a cultura do café é provinda do estado do Rio de Janeiro e foi avançando pelo vale do Rio Paraíba do Sul, abrangendo áreas da Depressão Periférica na segunda metade do século XIX, alcançando logo após os planaltos ocidentais.

O autor ainda enfatiza que, nos idos de 1870, já havia populações significativas no centro da Depressão, fato esse que, somado à presença de estradas originárias do movimento Bandeirante do século anterior e a chegada do café, culminaram no desenvolvimento de fazendas isoladas e aglomerações satélites, que logo foram promovidos à categoria de centros regionais.

A história do município de Santa Maria da Serra remonta a esse período, visto que a cidade surgiu de forma espontânea, aproximadamente na década de 1860, de um ponto de repouso de migrantes que por ela passavam em direção ao oeste paulista, visando o trabalho nas lavouras do café. Posteriormente receberia o nome de Capela de Santa Maria do Ribeirão Bonito, tendo entre seus primeiros habitantes as famílias que viriam a explorar as terras mediante atividades agrícolas. (LEKITSCH, 2009)

Num primeiro momento pertenceu ao município de Piracicaba e algum tempo depois passou a pertencer ao de São Pedro (do qual se tornou Distrito), até o ano de 1959, quando foi elevada à categoria de município. (IBGE)

Mesmo emancipado, o município de Santa Maria da Serra ainda se encontra em evidente estágio de dependência da cidade de Piracicaba, cidade de destaque dessa região do Estado de São Paulo, centralizadora das decisões e determinante como provedora de produtos e principalmente de serviços.

No aspecto econômico, apesar do forte apelo turístico³, a atividade que predomina como principal fonte geradora de renda é a agricultura, e mais especificamente o cultivo da cana-de-açúcar, que vem aumentando nos últimos quarenta anos e que, de acordo com o IBGE (2006a), representa aproximadamente 84% do total dos itens agrícolas produzidos, evidenciando um forte vínculo de sua economia com o setor sucroalcooleiro, atividade provinda da histórica tradição canavieira da cidade de Piracicaba, atualmente um pólo tecnológico no que tange a produção de açúcar e biocombustíveis.

Devido ao fato de estar inserida espacialmente de forma significativa na área da bacia, não há como desvincular a história do município de Santa Maria da Serra com o processo de ocupação e utilização das terras da bacia hidrográfica em questão, como será observado na seqüência, quando da ênfase nos estudos de ocupação e uso das terras ao longo do período estudado.

³ Prefeitura do Município de Santa Maria da Serra. Disponível em <http://www.santamariadaserra.sp.gov.br>
Acesso em 20 ago. 2010

3. Aspectos teóricos sobre a interação Homem-Natureza

O homem, e mais especificamente a sociedade moderna, vem atuando de forma massiva no ambiente natural, visando possíveis retornos a um curto prazo, como por exemplo a obtenção dos recursos que a natureza oferece, os quais poderão ser empregados na geração de maior conforto e segurança à sociedade, assim como na obtenção de lucros e conseqüente acumulação de capital.

A interação entre o sistema dito ambiental e o sócio-econômico se dá de maneira primaz pela exploração e utilização dos recursos naturais disponíveis. De acordo com Christofolletti (1999, p. 158), os recursos naturais ganham relevância “pelo conhecimento de sua existência, pelo conhecimento de como pode ser tecnicamente utilizado e pela sua integração a determinadas necessidades da sociedade”.

A intensidade de apropriação da natureza e de seus recursos pela humanidade, assim como suas conseqüências, vem evoluindo ao longo da história, visto que a capacidade do homem para modificar a natureza é limitada pelo nível de tecnologia e dos recursos econômicos que dispõe (DREW, 1994). Logo, se deduz que com os diversos avanços obtidos pela sociedade moderna, o seu comportamento no que se refere à natureza acaba se tornando imprevisível, gerando uma idêntica dificuldade de mensuração quanto à suas possíveis conseqüências.

Ao tratar dessas conseqüências geradas ao ambiente, Christofolletti (1999) expõe a importância da visão do ambiente natural como sendo um sistema buscando seu constante equilíbrio, e enfatiza a idéia de dois conceitos-chave para análise do mesmo, sendo o primeiro de resistência e o segundo de resiliência. Enquanto a resistência do sistema é dada pela sua capacidade em não ser afetado pelos possíveis distúrbios, sua resiliência reflete a capacidade de retorno às suas condições originais após ser afetado pelos distúrbios externos.

No que se refere à resiliência, Ross (1997) também afirma que a natureza possui seus mecanismos de defesa ou auto-regeneração, que visa sua manutenção e equilíbrio, sendo que, para o autor, os distúrbios são tratados como sendo impactos, ou seja, modificações propostas ao meio, oriundas de ações antrópicas, as quais geram alterações ambientais com diversos graus de agressão, podendo até mesmo se tornar irreversíveis dependendo de sua intensidade.

O autor ainda expõe a dificuldade de mensuração desses impactos, visto que até o presente momento, os métodos científicos não contemplam uma minuciosa análise do possível “grau de agressão” do meio.

Tricart (1977) propõe um efetivo estudo dessas agressões por meio da análise da dinâmica da paisagem, ou seja, um estudo que exige o prévio conhecimento das formas do relevo (morfologia) e sua conseqüente sistemática natural, identificando as unidades da paisagem, ou, conforme proposto pelo autor, unidades ecodinâmicas.

O autor ainda destaca a importância de conhecer minuciosamente os fluxos de energia que compõem o meio, enfatizando a idéia de ecossistema, sistema esse em que o homem vem tendo um papel não apenas de participação, mas de modificação do meio.

Essas alterações se dão de diversas maneiras, transitando entre a harmoniosa e a catastrófica, em diferentes escalas de tempo, tais como a implantação de atividades agrícolas, pastoris, urbanização, industrialização, mineração, etc; por consequência, essas atividades econômicas e sociais realizadas ocasionam mudanças significativas na morfologia e nos sistemas ambientais. (CRISTOFOLETTI, 1999)

No sentido de avaliação dessa interação do homem com o ambiente, Hartshorne (1978) destaca o papel de importância da Geografia, ciência que abarca em sua epistemologia certa dualidade dos atributos a serem estudados, os ditos “físicos” e “humanos”, ou seja, aqueles oriundos da dinâmica natural e em contrapartida também os de origem antrópica, os quais por muitas vezes são tratados de forma equivocada, de maneira apartada, como sendo distintos e sem afinidades.

O autor ainda enfatiza que esses atributos “físicos” e “humanos” são coerentemente analisados e trabalhados em conjunto na Geomorfologia, pois esse ramo da ciência considera o papel do homem como sendo de fundamental importância para a modificação dos processos e feições do relevo.

Nesse sentido, Nir (1983) sugere o estudo da Geomorfologia Antrópica ou Antropogeomorfologia, devido ao fato do homem impedir ou condicionar os processos morfodinâmicos, em conformidade com Cunha (2001, p. 107), que ressalta o fato da interferência antrópica nas feições geomorfológicas ser cada vez maior nos dias atuais, cabendo a Geomorfologia um papel de destaque nos estudos dessa interação homem-ambiente, e seus conseqüentes impactos.

Dentre as várias ferramentas que possibilitam o estudo das feições do relevo, deve ser enfatizado o papel da cartografia geomorfológica, como forma de representação e espacialização de diferentes cenários de épocas diversas, o que permite um levantamento de dados sobre a gênese das formas do relevo, assim como uma análise precisa de sua relação com a estrutura dominante e a dinâmica dos processos.

Há um evidente consenso entre os autores a respeito da cartografia geomorfológica, sendo a mesma considerada como um importante instrumento de representação do relevo, não se tratando de um fim, mas de um meio de obtenção de informações (TRICART, 1965; ROSS, 1997; CUNHA, 2001; FLORENZANO, 2008). Essa mesma técnica pode ser utilizada para a representação das informações e conclusões obtidas, se tornando efetivamente, nas palavras de Florenzano (2008, p.105), “um instrumento de análise e síntese”.

A análise das feições pode contemplar a atuação de duas forças: a da natureza e a antrópica. A influência antrópica atualmente vem sendo significativa, produzindo alterações na morfologia das feições. Essas alterações são passíveis de representação imediata, visto que não transcorre uma grande escala de tempo, se tornando perceptível num curto prazo. Logo, a imediata representação possibilita a constatação da real influência da sociedade atual no que se refere às alterações das feições em questão.

Dentre suas principais aplicações, os mapas geomorfológicos fornecem suporte para análise e identificação das agressões do homem ao meio, assim como a possibilidade de estudo da morfodinâmica local, quando influenciada por interferências humanas (tais como construção de estradas, barragens, pontes, dutos, aterros, cortes, etc) que alteram os processos erosivos, em muitos casos os induzindo.

Mesmo sendo uma ferramenta de muita valia para a representação gráfica, Ross (1991) e Cunha (2001) consideram o mapa geomorfológico como sendo complexo, visto que a representação da gênese e evolução das formas do relevo é de certo modo abstrata:

Interpretar o relevo não é simplesmente saber identificar padrões de formas ou tipo de vertentes e vales, não é simplesmente saber descrever o comportamento geométrico das formas, mas saber identificá-las e correlacioná-las com os processos atuais e pretéritos, responsáveis por tais modelados, e com isso estabelecer não só a gênese, mas também sua cronologia, ainda que relativa. (ROSS, 1991, apud CUNHA *et al.*, 2003, p. 02)

Devido a isso, não há uma padronização quanto à confecção dos mapas geomorfológicos produzidos, o que induz a uma busca por embasamento metodológico para os mesmos (ocorrida também no presente estudo), visando uma maior coerência e aplicabilidade para tais representações.

Visando a questão funcional, Simon (2007) constata que as possibilidades oriundas da aplicação desses mapeamentos são significativas, pois permitem a identificação de particularidades locais, no que tange a identificação das feições geomorfológicas sob o

controle de determinado padrão socioeconômico, assim como a avaliação da evolução das formas decorrentes da interferência antrópica durante o período histórico em questão, especificando com maior nitidez as feições geomorfológicas artificiais, estando de acordo com Cunha (2001), já citada anteriormente.

Conforme se constata atualmente, as atividades humanas foram crescendo em magnitude devido ao desenvolvimento das técnicas (DREW, 1994), e com isso também sua influência sobre os rios e mais especificamente sobre as bacias hidrográficas.

Ao longo da história da humanidade, sempre foi observada a importância dada aos recursos hídricos, devido ao fato das sociedades sempre se instalarem às margens de algum rio para garantir sua existência, se utilizando da água principalmente para a agricultura. Logo, a água sempre se destacou como um condicionante da existência humana e principalmente de sua localização.

Assim, de certa maneira, destaca-se não apenas a influência do fator antrópico nas bacias hidrográficas, mas também a dos canais que a constituem, na formação e alteração do relevo, pois o reconhecimento, localização e quantificação dos fluxos são de fundamental importância para o entendimento dos processos geomorfológicos.

Nas palavras de Coelho Netto (1998, p.97), que se utiliza da expressão “bacia de drenagem”, essa última é descrita como sendo uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial.

Esses processos funcionais de drenagem e transporte de materiais ocorridos em uma bacia interagem mediante uma forma de auto-ajustamento, com evidente grau de complexidade e desenvolvimento evolutivo, de acordo com Christofolletti (1978), que destaca também que o funcionamento da bacia está estreitamente relacionado com sua morfologia, se tornando possível, em partes, predizer seu comportamento hidrológico a partir de uma análise morfológica.

Possuindo as formas importância tão grande no processo de análise comportamental de uma bacia, deve-se destacar então a íntima relação dessas com sua configuração de ocupação atual, que é caracterizada e direcionada de acordo com os interesses da sociedade, atribuindo à ação antrópica, por consequência, um papel de destaque por influir de maneira enfática nos processos morfohidrográficos.

Nesse sentido, Simon (2007) esclarece que as diferentes formas de ocupação e uso das terras influem diretamente na morfodinâmica, pois conduzem a apropriações diversas,

variando entre adequadas e inadequadas ao meio, quando considerados aspectos diversos como o relevo, a vegetação ou até mesmo o clima.

Logo, se torna necessária a aplicação da cartografia geomorfológica como ferramenta imprescindível, pois permite a identificação das agressões do fator antrópico ao meio ambiente, em consonância com Christofolletti (1999), que destaca a importância do estudo da intensidade dos impactos antropogênicos, os quais têm origem e são causados pelas atividades sócio-econômicas.

Finalmente, espera-se que tal estudo venha possibilitar ações que visem à recuperação de áreas degradadas, ou até mesmo o devido planejamento para áreas que ainda não sofreram influência efetiva da ocupação humana ou do desenvolvimento de suas atividades.

4. Método e Técnicas

4.1. O método

Visto que o presente Trabalho trata de questões ocorridas espacialmente numa bacia hidrográfica, deve-se inicialmente considerar a mesma como sendo uma forma de organização espacial, na qual fica expressa a existência de uma ordem entre os elementos componentes, os quais interagem através da ação dos processos, numa constante dinâmica. (CHRISTOFOLETTI, 1999)

De forma analítica, uma bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema, visto que possui elementos distintos, que podem ser caracterizados e possuem intrínsecas relações entre si, que derivam de um fluxo contínuo de energia recebida (input), que será encaminhada posteriormente como forma de produto final (output), atingindo então um objetivo ou finalidade, a qual, segundo Christofolletti (1979), é escoar a quantidade de água e detritos fornecidos para sua área de drenagem.

Estando uma bacia hidrográfica em constante troca de energia e matéria com outros sistemas naturais, a mesma caracteriza-se como um sistema aberto, e mais especificamente, sistema de processos-respostas, distinção proposta por Chorley e Kennedy (1971, apud CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 15), a qual abarca a importância do estudo dos processos e suas interações com as formas, ou morfologia local.

A partir do momento em que o homem atua de maneira mais efetiva nesse ambiente, o presente sistema torna-se de maior complexidade, e a partir de então controlado, devido ao fato de possuir algumas “variáveis chaves” que, modificadas, podem alterar a distribuição de energia e matéria, e alterar por consequência as relações entre os processos e as formas. (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 07)

Nesse sentido, Tricart (1977) aponta a abordagem sistêmica como sendo de grande flexibilidade, pois permite a integração de elementos diversos ao modelo (entre eles o fator antrópico), correlacionando-os em relações de causa e efeito.

Logo, a Teoria geral dos sistemas aplicada à Geografia é um referencial teórico-metodológico conciso e de grande valia, e se torna importante pela necessidade de interação entre as formas, processos e fluxos, possibilitando a análise das feições do relevo sob a ótica dos processos atuantes em sua formação, estabelecendo inter-relações entre os fatores que compõem o sistema em questão. (CUNHA, 2001)

4.2. As técnicas

Tendo em vista os objetivos propostos anteriormente, foram organizados os seguintes procedimentos técnicos:

4.2.1. Revisão das literaturas pertinentes: como forma de conhecer e embasar a pesquisa, desde sua projeção até sua finalização, ou obtenção de resultados, através das análises teóricas e empíricas realizadas;

Insere-se também nessa etapa a obtenção de dados sobre as características físicas da área (geomorfologia, geologia, clima, pedologia e vegetação), as quais estão em contínua interação, inclusive com o homem, que constantemente se apropria de diversas áreas, gerando perturbações (impactos) que resultam em variações nos ambientes naturais.

A caracterização do meio físico e social foi obtida por intermédio da utilização de dados bibliográficos e também da compilação de dados cartográficos provenientes de pesquisas de referência, tais como do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Instituto Geológico, Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre outras.

4.2.2. Técnicas cartográficas: foi elaborada uma base cartográfica e de um conjunto de mapas geomorfológicos e também de uso e ocupação das terras dos períodos de 1962 e 2007.

4.2.2.1. Base cartográfica

A base cartográfica que seria utilizada inicialmente era a proveniente do Projeto Piracena (ESALQ/USP, 1997) em escala 1:50.000, a qual os dados foram importados para o software AutoCAD MAP 2004.

Como foi constatada uma deficiência nestes dados, as quais poderiam induzir a possíveis erros, a base foi novamente vetorizada de acordo com as cartas topográficas de Santa Maria da Serra e Brotas/SP, que abrangiam totalmente a área de estudos, eliminando tal possibilidade.

Essa nova base revisada serviu de apoio para a confecção dos demais mapas, tanto os geomorfológicos como os de uso e ocupação das terras, que foram ajustados de acordo com a área de estudo em questão

4.2.2.2. Mapas geomorfológicos

Os mapas geomorfológicos foram elaborados a partir da interpretação de produtos de sensores remotos dos cenários dos anos de 1962 e 2007.

A elaboração do mapa geomorfológico do ano de 1962 ocorreu a partir de atividades de fotointerpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas em escala aproximada de 1:25.000. As feições hidrográficas e geomorfológicas foram interpretadas sobre overlays que posteriormente foram digitalizados, georreferenciados e vetorizados no ambiente do software AutoCAD Map 2004.

O mapa geomorfológico do cenário de 2007 foi elaborado a partir da interpretação das feições hidrográficas e geomorfológicas em meio digital, tendo como fonte de informação a imagem PRISM, componente do sistema de imageamento ALOS, com resolução espacial de 2,6m. As características de resolução espacial e definição dos objetos imageados concederam possibilidade de interpretação de feições elementares e específicas do relevo, que posteriormente também foram digitalizadas no ambiente do AutoCAD Map 2004.

Ross (1997) afirma que em geral os mapas geomorfológicos devem informar sobre os tipos de formas de relevo, gênese e idade, e tais informações trabalhadas sob diferentes óticas e critérios, de acordo com Christofolletti (1980), não superaram o problema da classificação dos fatos geomorfológicos, dificultando a representação desses mesmos fatos e a confecção de mapas concisos e funcionais.

Considerando essas questões apontadas pela bibliografia, o presente mapeamento das feições do relevo foi realizado a partir das orientações de Cunha (2001), que adapta as propostas de Tricart (1965) e Verstappen & Zuidam (1975), selecionando símbolos adequados para a representação do relevo em uma legenda unificada, considerando os princípios da gestão ambiental, os quais enfatizam a morfografia, com destaque para o estudo de dinâmicas erosivas e as oriundas da presença antrópica. (Figura 02)

Em sua metodologia, Tricart (1965) enfatiza o mapeamento superficial e o estudo do grau de resistência das litologias; já Verstappen & Zuidam (1975) destacam a importância da simbologia linear de identificação das formas, ficando a litologia caracterizada pela rocha predominante.

1. LITOLOGIA		
TQi	(OLIGOCENO-MIOCENO) Depósitos de cimeira, conglomerados, arenitos imaturos, cimento ferruginoso	Grupo São Bento
JKsg	(JURÁSSICO-CRETÁCEO) Formação Serra Geral	
TrJb	(TRIÁSSICO-CRETÁCEO) Formação Botucatu	
TrJp	(TRIÁSSICO-CRETÁCEO) Formação Pirambóia	
2. FEIÇÕES ESTRUTURAIS		
	Patamar Estrutural	
	Crista Estrutural	
	Cuesta	
3. FORMAS DE ORIGEM DENUDATIVA		
	Erosão em Sulcos	
	Ravinas	
	Voçorocas	
	Colo	
	Ruptura Topográfica Suave	
	Ruptura Topográfica Abrupta	
4. AÇÃO DAS ÁGUAS CORRENTES E FORMAS DE ORIGEM FLUVIAL		
A. Feições Hidrográficas		
	Canal Fluvial	
	Canal Pluvial	
	Lago	
B. Formas de Acumulação		
	Leque Aluvial	
	Depósitos Aluviais	
	Terraço Fluvial	
C. Modelado de Entalhe		
Fundo de vale	em " V "	
	plano	
5. MORFOMETRIA		
A. Precisões Topográficas e Morfométricas		
	Pontos Cotados	
	Curvas de nível	
Linhas de cumeada	suaves	
	agudas	
	Direção do Escoamento Superficial	
B. Forma das Vertentes		
	Vertente Convexa	
	Vertente Côncava	
	Vertente Retilínea	
	Vertente Irregular	
6. MODELADO ANTRÓPICO E ALTERAÇÕES NA TOPOGRAFIA		
A. Formas de Ablação		
	Poço de Mina/pedreira Ativa	
	Poço de Mina/pedreira Desativada	
	Corte decorrente de rotas, canais e vias férreas	
B. Formas de Acumulação		
	Aterro decorrente de rotas, canais e vias férreas	
C. Formas Mistas		
	Terraços para Cultivo Agrícola	
	Curso de água retificado	
7. CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS		
	Limites da bacia hidrográfica	
	Áreas urbanizadas	

Figura 02 – Simbologia adotada para a confecção dos mapas geomorfológicos

Cunha *et al.* (2003, p. 09) esclarecem que, na proposta de Tricart (1965), é dada ênfase à interpretação das formas e dos processos responsáveis por sua esculturação, mas “verifica-se que muitos símbolos são agrupados por tipos de formas, sendo os grandes grupos estruturados em feições estruturais, formas de vertentes e interflúvios, ação das águas correntes e modelado antrópico”.

A quase totalidade da simbologia adotada nos mapeamentos do presente trabalho se enquadra nos parâmetros da proposta de Tricart (1965). Ainda sim, nota-se na mesma a não-presença de simbologia própria para as formas de vertentes, lacuna essa suprida da proposta de Verstappen & Zuidam (1975), visto que, de acordo com Cunha *et al.* (2003), o tipo de escoamento está intimamente ligado com a forma da vertente, e com seu possível uso e ocupação, tornando complexo, nos ambientes quentes e úmidos, definir e mapear tal escoamento.

Ainda de acordo com Cunha (2001), em conformidade com Ross (1997), a proposta de Tricart (1965) determina a presença de quatro tipos de informações imprescindíveis para um mapeamento geomorfológico: morfometria, morfografia, morfogênese e cronologia.

A morfometria é obtida por meio de uma carta topográfica; a morfografia (forma) baseia-se na utilização de símbolos que indiquem não só o fenômeno, mas também o seu processo originador; a morfogênese será caracterizada pelo fato dos símbolos trazerem consigo a descrição da origem e a gênese, possibilitando distinguir os processos morfogenéticos atuantes; a cronologia expressaria em qual momento morfogenético se desenvolveu a forma em questão, informação essa que o autor afirma ser a de “mais difícil obtenção, de maior complexidade e de difícil precisão cartográfica” (TRICART, 1965, apud CUNHA *et al.*, 2003, p. 03)

A proposta publicada por Verstappen & Zuidam (1975) se baseia em orientações propostas pelo International Institute for Aerial Survey and Earth Sciencies (ITC, Holanda). De acordo com essa proposta, o procedimento metodológico utilizado é o da fotointerpretação; sendo usadas como informações básicas as unidades geomorfológicas, destacando para cada uma delas o processo morfogenético dominante.

Florenzano (2008) salienta ainda que, na proposta citada, “as formas de relevo são classificadas de acordo com os processos que lhes deram origem”, sendo indicadas de acordo com respectivas cores para a representação cartográfica, como forma de classificação visual, visando facilitar o trato dos dados de acordo com sua finalidade.

Ainda de acordo com Verstappen & Zuidam (1975), os mapas geomorfológicos podem ser de três tipos: mapas preliminares, mapas com fins gerais e mapas com fins especiais (CUNHA, 2001, p. 68). Os mapas preliminares “são elaborados antes do trabalho de campo, com base somente na interpretação de pares estereoscópicos de fotografias aéreas”; os mapas com fins gerais “são resultados de investigações geomorfológicas puras, sem fins específicos”; e por último os mapas com finalidades especiais, que podem ser “de morfoconservação ou hidromorfológicos e visam a orientar ou resolver problemas específicos”.

Visto o desenvolvimento do presente trabalho e seus objetivos anteriormente propostos, os mapas geomorfológicos em questão (dos cenários de 1962 e 2007) se enquadram como sendo “de finalidades gerais”, em conformidade com seu caráter não-específico.

4.2.2.3 *Mapas de ocupação e uso das terras*

Os mapas de ocupação e uso das terras dos períodos em questão foram elaborados com o auxílio de técnicas de interpretação, sendo que, para o mapa do cenário de 1962 utilizaram-se fotografias aéreas, e o do ano de 2007 foi realizado a partir de interpretação em meio digital da imagem PRISM, componente do sistema ALOS, anteriormente citado.

Os mapas de ocupação e uso das terras foram confeccionados com base nas orientações do sistema de classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006b), um sistema de classificação de cobertura e uso das terras no Brasil, que visa uma harmonização cartográfica por compilar sistemas de classificações distintos e lacunares. (Tabela 01).

Conforme destacado pelo IBGE (2006b), o levantamento sobre o uso e a cobertura da terra comporta análises e mapeamentos de grande utilidade para o conhecimento atual das formas de uso e de ocupação do espaço, se tornando uma ferramenta essencial para o planejamento.

Logo, foram tomados dois cenários distintos, pois dada periodização se caracteriza por diferentes formas de uso, marcadas por manifestações particulares interligadas, que evoluem juntas e obedecem a princípios gerais. Logo, considera-se a evolução dos contextos,

com base em variáveis escolhidas e trabalhadas internamente a uma situação sempre datada. (Santos & Silveira, 2004⁴, apud IBGE, 2006b)

Tabela 01 – Classes e subclasses de uso e cobertura dos solos

NÍVEL I	NÍVEL II	
1. Áreas antrópicas não agrícolas	1.1	Área Urbanizada
	1.2	Área de Mineração
2. Áreas antrópicas agrícolas	2.1	Culturas temporárias
	2.2	Culturas perenes
	2.3	Pastagem
	2.4	Silvicultura
3. Áreas de vegetação natural	3.1	Florestal
	3.2	Campestre
4. Água	4.1	Corpos de água continentais
	4.2	Corpos de água costeiros

Fonte: IBGE (2006b)

As classes, presentes no “Nível I”, indicam as principais categorias da cobertura terrestre no planeta, sendo sua verificação simplificada por meio de interpretação dos produtos dos sensores remotos.

As subclasses, constantes do “Nível II”, indicam as formas de cobertura e uso em escala mais regional, sendo necessária para tal identificação, além dos produtos dos sensores remotos, a verificação de dados auxiliares, assim como os provenientes de levantamento em campo.

Por meio da concatenação das classes e suas subclasses, observa-se a necessidade da presença de um próximo nível, o qual o próprio IBGE define como “Unidade”. Essas unidades representam de forma precisa o real uso da terra em escala local, que pode variar em áreas muito próximas geograficamente, necessitando de muitas outras fontes de dados e informações para sua classificação.

Paralelamente, esses níveis de classificação (classes, subclasses e unidades) foram assinalados nas imagens obtidas dos sensores de acordo com os princípios de fotointerpretação propostos por Ceron e Diniz (1966), sendo identificadas por meio de atributos, tais como cor, textura, dimensão da área cultivada, altura, espaçamento e arranjo espacial, o que possibilitou uma análise mais detalhada e precisa da área de estudos.

⁴ SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. O Brasil: território e sociedade no início do século XXI, 6.ed, Rio de Janeiro: Record, 2004

Estando de acordo com os princípios acima citados, nos dois períodos analisados da área em questão foram identificadas as seguintes características de usos e coberturas dos solos:

Classe: 1. Áreas antrópicas não agrícolas

Subclasse - 1.1 Área urbanizada

Subclasse - 1.2 Área de mineração

Classe: 2. Áreas antrópicas agrícolas

Subclasse - 2.1 Cultura Temporária

- Área de culturas alimentares
- Área de cultura da cana-de-açúcar (*mesmo a cana-de-açúcar sendo considerada uma cultura temporária, foi dada ênfase no presente trabalho devido à sua representatividade no contexto da área de estudos*);

Subclasse - 2.3 Pastagem

- Pasto sujo
- Pasto limpo

Subclasse - 2.4 Silvicultura

Subclasse - 2.5 Instalações Agrícolas

Classe: 3. Áreas de vegetação natural

Subclasse - 3.1 Florestal

Subclasse - 3.2 Campo úmido

Classe: 4. Água

Subclasse - 4.1 Corpos de águas continentais

Posteriormente, essas classificações foram segmentadas e individualizadas, passando por edição final no programa AutoCAD Map 2004, o que permitiu também a quantificação das mesmas.

Ao retratar as formas e a dinâmica de ocupação das terras, esses estudos visam representar instrumento valioso para a construção de indicadores ambientais e posterior

avaliação de capacidade de suporte ambiental, contribuindo para a identificação de alternativas que visem a sustentabilidade do desenvolvimento.

4.2.3. Trabalho de Campo: possibilitou o levantamento de informações sobre as alterações morfohidrográficas constatadas nos mapeamentos geomorfológicos, bem como sobre as características da ocupação e uso das terras processada na área em questão, com ênfase ao período atual. Para tal, foi utilizada também a obtenção de fotografias *in loco*, que visaram ilustrar as alterações ocorridas, assim como apresentar as características atuais da área.

5. Análise dos resultados

5.1. Análise da dinâmica de ocupação e uso das terras

Para a efetivação desse estudo, foram elaboradas e analisadas duas cartas de ocupação e uso das terras da Bacia do Ribeirão Bonito – SP, nos cenários de 1962 (Figura 03) e 2007 (Figura 04). Posteriormente, as classes de ocupação e uso constantes das duas cartas foram segmentadas e quantificadas (Tabela 02):

Tabela 02 – Ocupação e uso das terras - 1962 e 2007

Nível I		Nível II		Nível III		1962	2007
1	Áreas antrópicas não agrícolas	1.1 - Área urbanizada				0,48%	1,51%
		1.2 - Área de mineração				0,03%	-
2	Áreas antrópicas agrícolas	2.1 - Cultura temporária	2.1.1 - Culturas alimentares			14,37%	0,79%
			2.1.2 - Cana-de-açúcar			0,04%	45,80%
		2.3 - Pastagem	2.3.1 - Pasto sujo			22,55%	11,99%
			2.3.2 - Pasto limpo			45,07%	9,52%
		2.4 - Silvicultura				0,89%	9,47%
		2.5 - Instalações agrícolas				0,30%	1,45%
3	Áreas de vegetação natural	3.1 - Florestal				13,53%	16,39%
		3.2 - Campo úmido				2,70%	3,06%
4	Água	4.1 - Corpos de águas continentais				0,04%	0,02%
Total						100,00%	100,00%

Organização: AGUIRRE, F. Z. (2010)

De acordo com a análise da carta do cenário de 1962, nota-se uma predominância das áreas de pastagem, com o pasto limpo ocupando pouco menos da metade da área da bacia, e o pasto sujo com pouco mais de 1/5 da área da bacia, sendo os mesmos seguidos pelas culturas alimentares e área florestal. Com menor representatividade encontra-se também campo úmido, silvicultura, área urbanizada, instalações agrícola, corpos de água continentais, cana-de-açúcar, assim como áreas de mineração.

Em contrapartida, de acordo com a carta do cenário de 2007, há uma predominância do cultivo de cana-de-açúcar, já ocupando área pouco menor do que a metade da área total da bacia, seguida de área florestal, pasto sujo, pasto limpo e silvicultura.

Novamente, com pouca representação na área da bacia, encontra-se campo úmido, área urbanizada, instalações agrícolas, culturas alimentares e corpos de águas continentais. No cenário de 2007 já não há mais áreas de prática de mineração.

De acordo com os dados acima citados, no período compreendido entre os dois cenários, devem ser destacados alguns pontos interessantes, tais como a diminuição da incidência de algumas classes:

- pastagem: as áreas de pastagem sofreram grande retração, visto que os pastos limpos foram utilizados em sua quase totalidade para outras finalidades, enquanto os pastos sujos foram mantidos em maior quantidade em relação aos primeiros, perdendo em torno de metade de sua área presente no primeiro cenário (1962), devido principalmente ao seu local de incidência (em áreas de depósito de tálus), caracterizadas pelo difícil acesso, grande declividade e proximidade com a Cuesta;

- culturas alimentares: seguindo o mesmo processo acima, as áreas inicialmente destinadas às culturas alimentares gradativamente foram sendo incorporadas para outras culturas de maior rentabilidade na atualidade (cana e silvicultura).

Em contrapartida, nota-se o aumento da incidência de algumas classes de ocupação e uso:

- florestal: paralelamente a essa dinâmica de uso e ocupação, no período em questão (de 1962 a 2007) há uma grande mobilização por parte do Poder Público quanto à legislação ambiental, com o incremento de novos aparatos legais, o que inevitavelmente refletiu não apenas na conservação, mas também no aumento de áreas com algum tipo de proteção, o que se confirma na área de estudos.

- silvicultura: cultura em constante crescimento devido principalmente à grande procura da madeira para diversas finalidades, tais como produção de papel e celulose, carvão vegetal, móveis, molduras, pisos, portas, lenha, etc. Essa cultura foi encontrada inclusive em algumas áreas de depósito de tálus, com maior declividade e localizadas ao sopé da Cuesta. (Foto 01)

- evidentemente deve ser destacado o significativo crescimento da cultura da cana-de-açúcar, percebido de forma nítida na carta de uso das terras do cenário de 2007, ocupando atualmente em torno de 46% da área da bacia, sendo que no ano de 1962 ocupava uma área inferior a 0,05%.



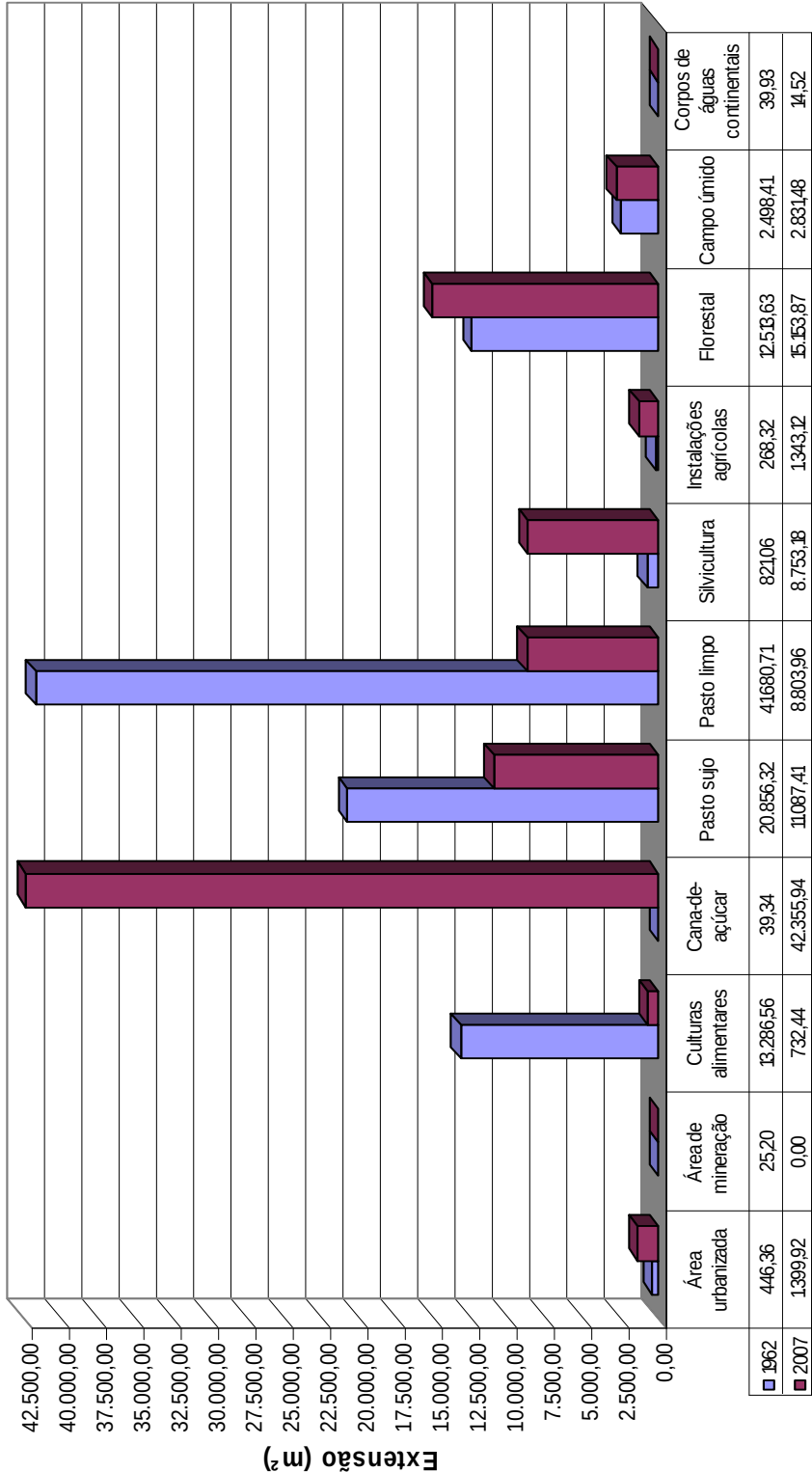
Foto 01 – Avanço da silvicultura em área de depósito de tálus
Fonte: AGUIRRE, F. Z. (2010)

Esse processo pode ser explicado pela inter-relação de algumas variáveis, como, por exemplo, as física-ambientais da região na qual a bacia se insere, assim como as sócio-econômicas, representadas principalmente pela tradição histórica do pólo sucroalcooleiro da cidade de Piracicaba, e a valorização do álcool combustível nas últimas quatro décadas.

Essas variáveis, aliadas a incentivos concedidos pelo Governo Federal na década de 1970 com o PROÁLCOOL (Programa Nacional do Álcool), resultou numa completa transformação na forma de uso das terras da bacia, fato evidenciado nas discrepâncias entre as classes de uso. (Gráfico 02)

A presença da cana-de-açúcar se torna sensível em todos os setores da bacia, nos seus mais diferentes compartimentos geomorfológicos, os quais sofrem alterações em diversas magnitudes, oriundas não apenas de fatores naturais, mas também dessa dinâmica de ocupação e uso.

Bacia do Ribeirão Bonito - Classes de Uso da Terra (1962 e 2007)



Classes

Gráfico 02 – Resultado da quantificação das classes de ocupação e uso da terra – 1962 e 2007
Organização: AGUIRRE, F. Z. (2010)

5.2 – Análise da Morfologia local

Tendo em vista o estudo das alterações na morfologia, foram elaboradas duas cartas geomorfológicas, em cenários compatíveis com as cartas de ocupação e uso das terras, sendo a primeira do cenário de 1962 (Figura 05) e a segunda do cenário de 2007 (Figura 06), as quais foram analisadas e comparadas, juntamente com as duas primeiras, na expectativa da obtenção de dados relevantes do “cruzamento” das mesmas, ou seja, observar as principais mudanças na morfologia original da área e como a dinâmica de ocupação e uso das terras pode ter influenciado nesses processos.

Com a finalidade única de facilitar a exposição dos resultados, a área total da bacia foi dividida em compartimentos, visando um maior detalhamento dos estudos (Figura 07). Para isso foi utilizada, inicialmente, a compartimentação natural do relevo da área, ou seja, sua classificação geomorfológica, o que resultou em três setores para análise, tomados no sentido norte-sul:

- **A - Setor do Reverso da Cuesta**: localizada na porção norte da bacia, ocupando uma faixa horizontal em forma de arco no sentido leste-oeste, logo acima do front da Cuesta;
- **B - Setor da Cuesta**: também localizada na porção norte da bacia, ocupando uma estreita faixa no sentido leste-oeste, onde naturalmente predomina o front cuestiforme, esculpido a partir do contato de estruturas geológicas com diferentes resistências à erosão;
- **C - Setor da Depressão Periférica**: ocupando a maior parte da área da bacia, se estendendo da área de Cuesta (mais ao norte), até o extremo sul da bacia. Devido ao fato desse último compartimento representar uma extensa área na bacia, se tornou necessário subdividi-lo, utilizando-se principalmente dos critérios de topografia e incidência/volume de drenagem, resultando em três sub-setores:
 - “C-1”: localizado logo abaixo da região da Cuesta, compreendendo uma área de contato, relativamente mais alta, de relevo mais acidentado e com maior incidência de canais de drenagem;
 - “C-2”: localizado imediatamente ao sul do setor C-1. Destaca-se pela forte presença de ação antrópica, assim como pela presença do único núcleo urbano da área de estudos em sua porção centro-sul, ou seja, a área urbana de Santa Maria da Serra;
 - “C-3”: localizado na porção mais ao sul da bacia, compreendendo a área da jusante do Ribeirão Bonito junto ao Rio Piracicaba, seu nível de base local.

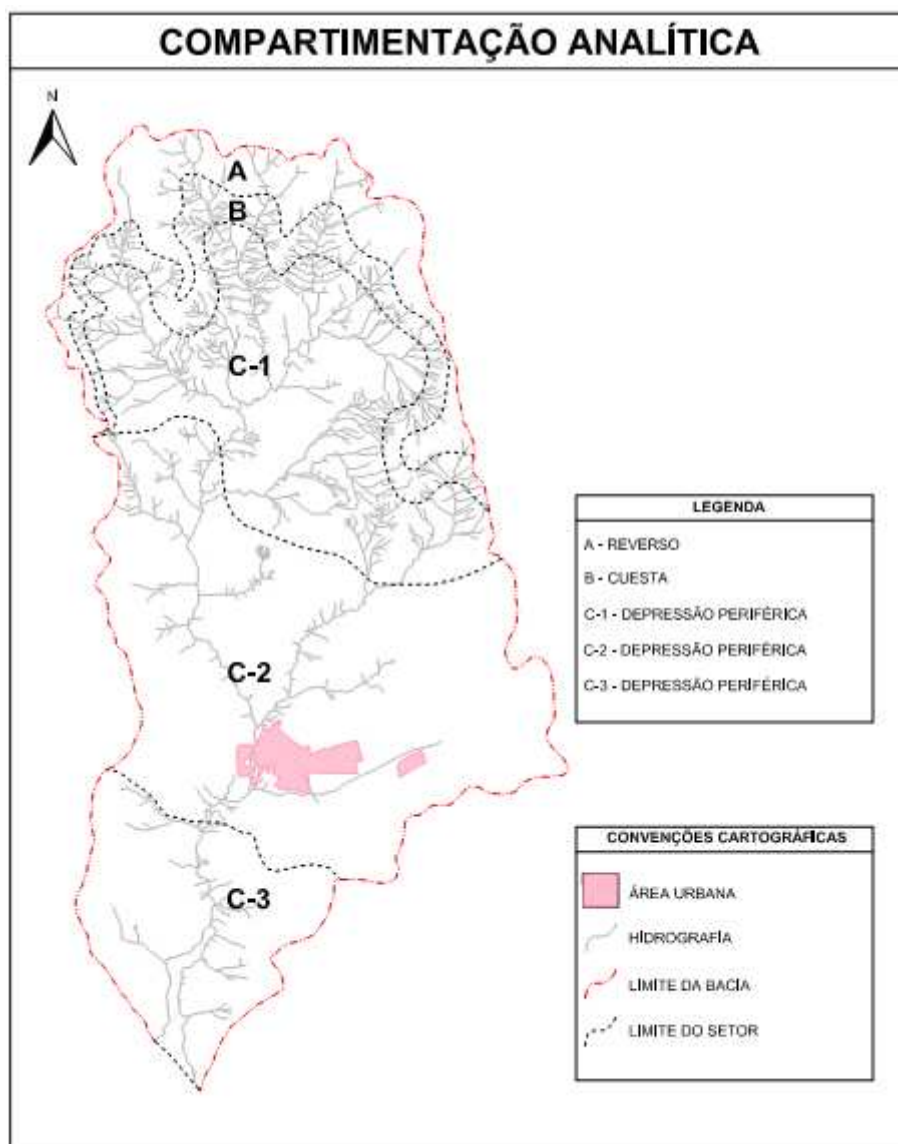


Figura 07 – Subdivisão da Bacia do Ribeirão Bonito - SP
Organização: AGUIRRE, F.. Z. (2010)

No setor “A”, ou de Reverso da Cuesta, algumas características se tornam relevantes quando analisadas as alterações na morfologia observadas no período compreendido entre 1962 e 2007. (Figuras 05 e 06)

Constata-se uma evidente diminuição no número de canais de primeira ordem, assim como a intensificação do número de rupturas de vertentes, até então em menor número no primeiro cenário. Essas características observadas denotam claramente alterações na drenagem da alta bacia, assim como indicam um dinamismo nos processos denudativos do setor, que podem ter sido induzidos por fatores naturais ou de ação antrópica.

No primeiro cenário a forma de ocupação do setor de reverso se caracterizava principalmente pela presença de pasto limpo e conseqüente criação de gado, assim como pela

presença de culturas anuais em áreas esparsas. Mesmo que em ínfima significância, esse setor já apresentava a presença da cultura da cana, que no segundo cenário vem a ocupar a maior área do setor, seguida em menor quantidade pela silvicultura.

Não há como desvincular a cultura da cana-de-açúcar com certas alterações na morfologia, visto que a mesma se utiliza de formas peculiares de manejo dos solos, caracterizado pela presença de terraços agrícolas e curvas de nível. Essa técnica acaba por aterrar materiais de fundo de vale e soterrar canais fluviais de primeira ordem, o que poderia ter contribuído para a alteração da dinâmica de escoamento do setor.

Paralelamente, o terraceamento pode ter contribuído para o desaparecimento de alguns sulcos erosivos que se mantinham presentes na porção central do setor no primeiro cenário, mas que já não estavam presentes no cenário de 2007. Isso se torna possível pelo fato dos sulcos erosivos se caracterizarem como um estágio inicial de processo erosivo linear, assinalando um estado de fragilidade e logo passível também de alterações a curto intervalo de tempo, a depender do manejo agrícola dos solos.

Inversamente ao setor de Reverso, o setor de front da Cuesta possui limitações naturais para sua efetiva ocupação, devido principalmente à grande declividade e presença de vegetação nativa e abundante, o que restringe muito seu acesso. Essas características influíram e continuam influenciando no processo de ocupação dessas áreas.

No primeiro cenário, o setor de front da Cuesta se caracterizava pela presença de floresta nativa, assim como de pasto sujo, fator indutivo para a atividade de criação de gado próxima ao local (Figura 03). Ainda hoje essa atividade é observada, pois as características naturais se mantiveram de forma considerável no setor, com a incidência de muitas áreas de pasto limpo junto ao sopé da Cuesta.

No cenário de 2007 (Figura 06), foram observadas algumas características importantes, tais como a presença de ravinamentos na porção central do setor. Por não se tratar de uma feição erosiva em estágio inicial, considera-se que a mesma vem sofrendo um processo gradual e com a decorrência de certo período de tempo, podendo ter sido influenciada por diversos fatores, tanto naturais, quanto de ocupação.

Fica evidente certa influência da presença do gado, tanto pelo pisoteamento em terrenos de maior declive (Foto 02), quanto pela abertura de caminhos preferenciais em busca de água em áreas de fundo de vale, o que poderia ter induzido à origem de alguns sulcos erosivos que evoluíram para ravinas, e alterado a partir de então a dinâmica erosiva local. (Foto 03)



Fotos 02 e 03 – Feições erosivas lineares provocadas pela movimentação do gado
Fonte: SIMON, A. L. H. e AGUIRRE, F. Z. (2010)

No referido setor, foi observada também uma maior presença de canais de primeira ordem originados já na área de declive, em contraposição à área de reverso já citada, onde houve uma significativa diminuição. A isso se soma a presença de novos colos erosivos junto ao topo da Cuesta e também de rupturas de vertente, confirmando o dinamismo do processo denudativo já observado no setor do Reverso.

Essa dinâmica se evidencia também pela observação de um dos canais principais da região central do sopé da Cuesta, no qual, no cenário de 1962 em um de seus afluentes da margem esquerda, próximo ao reverso, notava-se a presença de um barramento rodeado por três sulcos erosivos. Tais feições erosivas também forneciam materiais que se depositavam logo à jusante no canal principal, mas, no cenário de 2007 esse canal principal já apresenta um entalhamento do talvegue, assim como a presença de um ravinamento à jusante dessa área de drenagem modificada, sendo que a montante os sulcos erosivos já não existem.

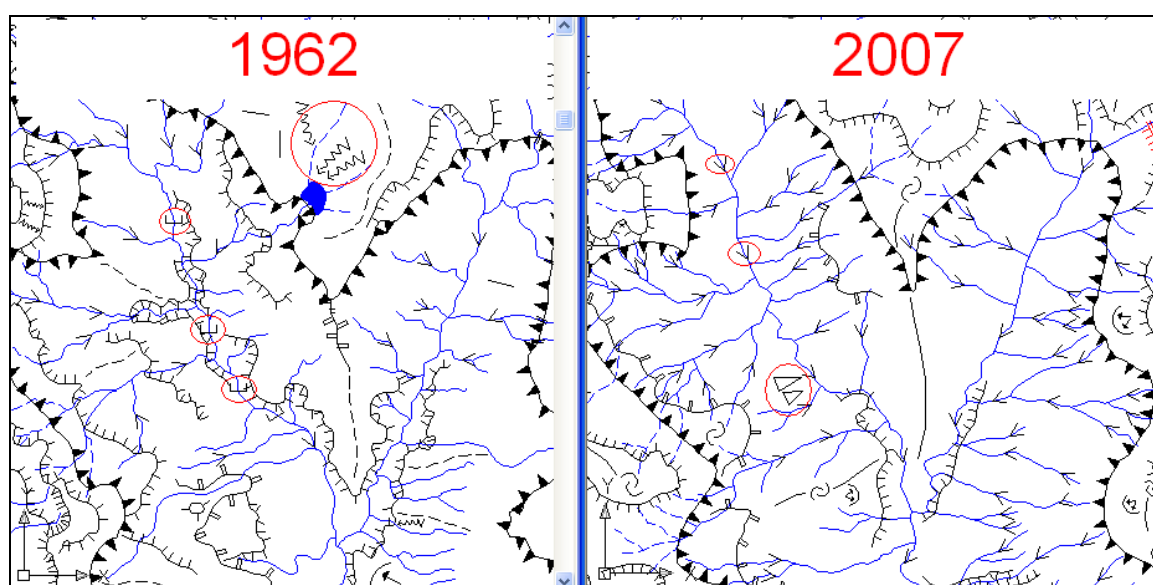


Figura 08 – Alteração em fundo de vale de canal
Fontes: Cartas Geomorfológicas – 1962 e 2007

Até o momento, na análise realizada nos dois primeiros setores, pode-se observar a influência exercida pela estrutura, ou pelo contato das estruturas, representada pela linha de Cuesta, a qual se perpetua principalmente pela diferença topográfica em relação à jusante da bacia. Seguindo pela área de contato, ao sul do front cuestiforme, se encontra o compartimento da Depressão Periférica, o qual, por motivos já citados anteriormente, foi subdividido em três porções, sendo que a primeira porção, a qual foi designada de “C-1”, localiza-se imediatamente abaixo do referido front.

Num contexto geral, o que se nota nessa porção da bacia é uma forte manifestação da dinâmica morfohidrográfica, sendo observadas muitas alterações nas formas de fundo de vale, diminuição de canais de primeira ordem e aumento do número de rupturas de vertentes. Torna-se perceptível também uma sensível diminuição de área de depósito aluvial, antes localizada junto ao canal principal da porção da bacia. (Figura 09)

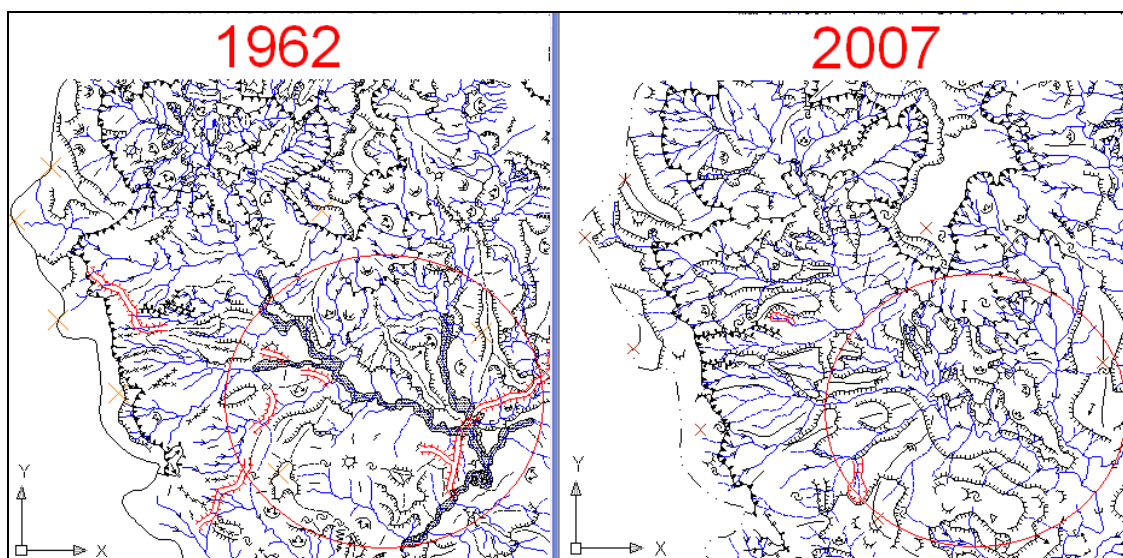


Figura 09 – Significativa alteração em área de depósito aluvial
Fontes: Cartas Geomorfológicas – 1962 e 2007

Nesse contexto, enquanto no cenário de 1962 os principais canais fluviais afluentes estavam em processo deposicional (Figura 05), no cenário de 2007 pode-se notar que os mesmos já estão em trabalho de entalhamento do talvegue (Figura 06). Tais alterações podem estar relacionadas também à diminuição dos canais de primeira ordem, levando a uma sobrecarga dos canais existentes como forma de ajustamento da drenagem (Foto 04).

Assim como ocorrido no setor de Reverso, também nesse setor foi observada uma diminuição de canais de primeira ordem, o que pode estar relacionado à dinâmica de ocupação e uso dos solos. No cenário de 1962 havia o predomínio principalmente de pasto limpo, com incidência de pasto sujo em áreas de maior declividade junto à Cuesta e a presença de culturas alimentares em sua porção central. (Figura 03)

Atualmente, o que se verifica é a predominância da cana-de-açúcar em toda a porção central, em substituição das culturas alimentares de outrora. A ocorrência de pasto limpo se limita apenas a áreas próximas a Cuesta, e a de pasto sujo a pequenas manchas esparsas pela porção sul do setor. (Figura 04)



Foto 04 – Presença de Terraços fluviais, indício de reativação do processo de entalhe do canal fluvial
Fonte: SIMON, A. L. H. (2010)

Conforme citado anteriormente, a cultura da cana modifica completamente a dinâmica de manejo dos solos, alterando por consequência a hidrografia e agindo de maneira indireta nos processos erosivos.

Essas perturbações ficam evidentes quando analisados os processos erosivos em curso. No cenário de 1962, notava-se apenas alguns sulcos erosivos profundos, localizados principalmente na porção centro-norte, com incidência de outros poucos distribuídos pelo setor sudeste, mas de menor magnitude. (Figura 05)

Os processos de ravinamento, até então inexistentes nesse setor no cenário de 1962, em 2007 são encontrados nas porções: central com duas incidências, norte com quatro incidências e sudeste com apenas uma incidência, em diversos estágios de desenvolvimento. (Figura 06)

Destaca-se a presença de uma única voçoroca no cenário de 1962, na porção sudeste do setor, em contraposição a 2007, onde foram observadas três dessas feições que denotam um estágio mais avançado de erosão, sendo que essa mesma voçoroca citada já não se encontra mais presente, havendo a presença de outra em um entroncamento de canais logo à

montante. Além dessa, no último cenário foram observadas mais duas, localizadas no lado oposto do setor, ou seja, em sua porção oeste, na margem direita do canal principal.

No que se refere ao estudo das feições erosivas no cenário de 2007, é também a porção oeste que merece maior destaque no setor “C-2”, inserido logo à jusante da bacia. Assim como no setor anterior, nessa porção, e principalmente na margem direita do canal principal, é que houve a maior incidência de ravinas, totalizando seis, enquanto que na margem esquerda foi observada apenas uma, e posicionada mais para a região central do setor. Já na porção leste, foram observados apenas dois ravinamentos, sendo que um deles muito possivelmente sofreu influência da desativação de uma área de mineração no local.

Deve ser destacado que no cenário de 1962, esse setor da bacia não possuía nenhum ravinamento, mas podia ser observada a presença de muitas feições erosivas em estágio inicial, como os sulcos, que totalizavam sessenta e cinco ocorrências, com diferentes tamanhos e distribuídos por todo o setor, mas com ênfase na porção oeste, a qual concentrava pelo menos 2/3 das incidências. Em 2007, o setor já não apresentava incidência de sulcos erosivos.

Em congruência com as ravinas, foi observado um significativo aumento no número de colos erosivos e rupturas de vertentes no mesmo local, denotando uma forte ação dos processos denudativos, os quais podem ser constatados também pela ampliação da área de deposição de sedimentos junto ao canal principal (Figura 10), contrariamente à montante do mesmo canal, mostrado anteriormente. (Figura 09)

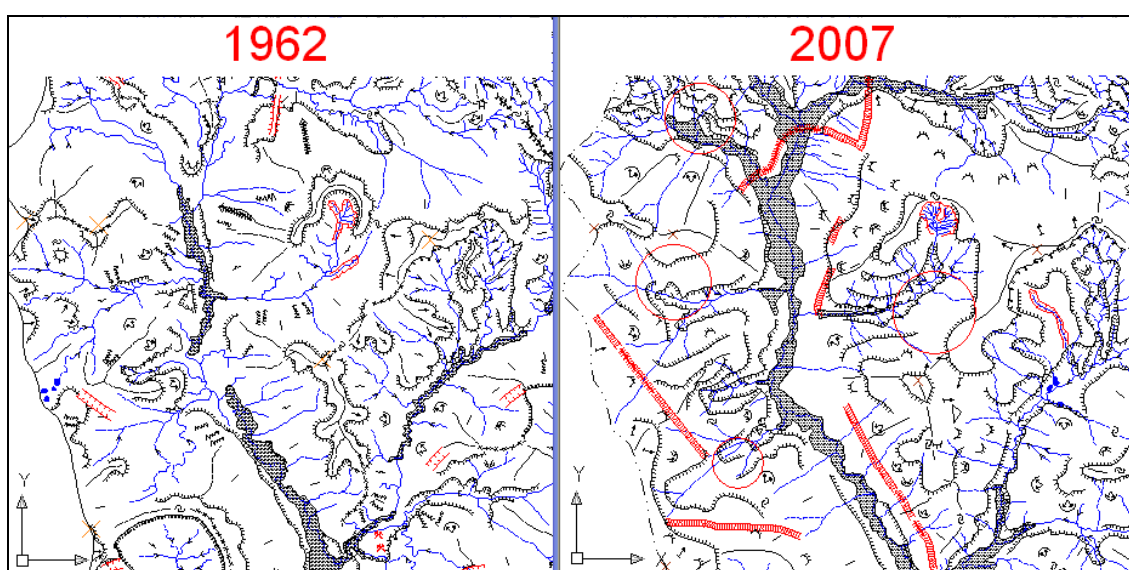


Figura 10 – Feições indicativas de processos de denudação atuantes no setor e o aumento significativo da área de deposição aluvial

Fonte: Cartas Geomorfológicas – 1962 e 2007

Na contramão dos itens anteriores, o número de voçorocas se manteve igual no período compreendido entre 1962 e 2007, com duas incidências, sendo que em uma delas, situada na porção central do setor, o quadro se agravou, ampliando seu tamanho com a concentração de um número maior de pequenos canais fluviais. (Foto 05)

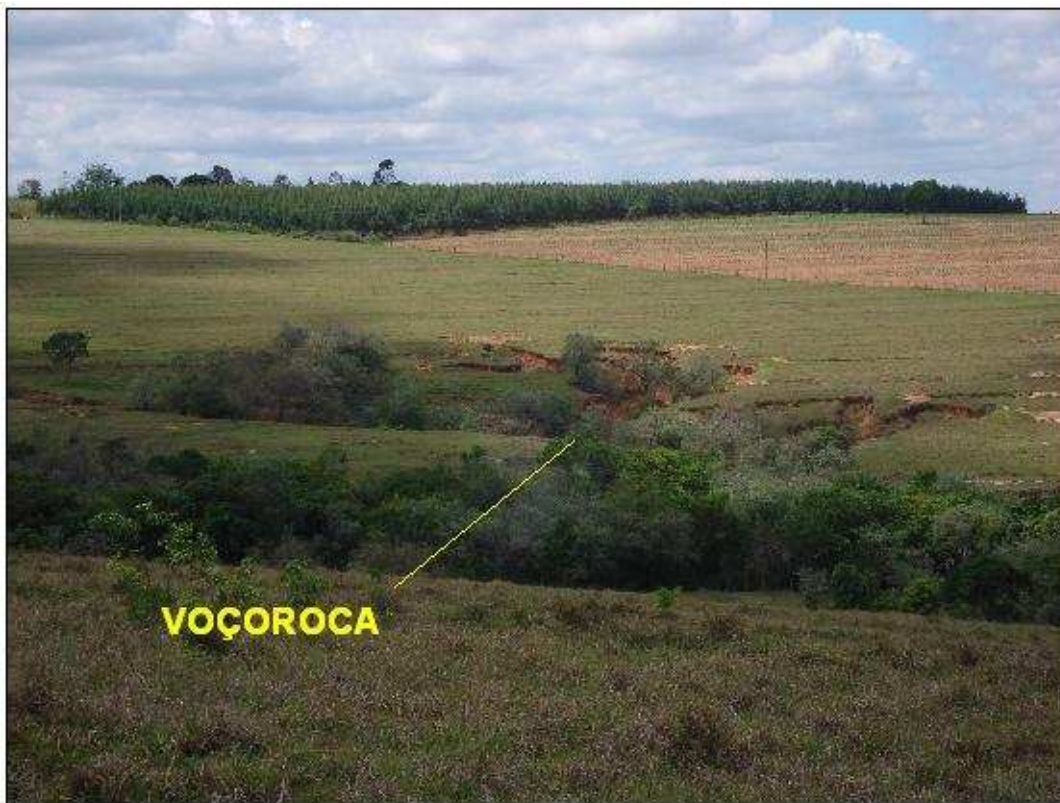


Foto 05 – Estágio atual de voçoroca situada na porção central da bacia do Ribeirão Bonito - SP
Fonte: AGUIRRE, F. Z. (2010)

Essa pequena concentração de canais foi observada unicamente nesta porção do setor, devido ao estágio erosivo, visto que no restante do setor foi constatado o movimento contrário, ou seja, uma diminuição de canais de primeira ordem, assim como ocorrido nos setores de “A” (Reverso) e “C-1” (Depressão Periférica). (Figura 06)

Assim como nos setores citados acima, no setor “C-2” também houve muitas mudanças quanto à ocupação e uso das terras. Num primeiro momento, em 1962, nesse setor da bacia, havia o predomínio de pasto sujo na porção oeste, principalmente na margem direita do canal principal. Tanto a porção central como a oriental apresentavam o mesmo panorama, com predominância de pasto limpo, mas com grandes áreas de culturas alimentares diversas. A grande incidência de áreas de pastagens pode se correlacionar diretamente com a grande incidência de sulcos erosivos constatados, havendo influência direta da movimentação do gado pelo setor, favorecida também pela topografia mais regular do setor.

No cenário de 2007, o que se observa é o predomínio da cultura da cana-de-açúcar nas porções oeste e central, enquanto que na porção leste essa cultura divide espaço com uma grande área dedicada à silvicultura, a mais extensa e contínua da bacia dedicada à atividade. Das diversas áreas de culturas alimentares constantes do primeiro cenário, sobraram apenas algumas e com pequenas extensões, muito próximas à cidade de Santa Maria da Serra - SP. (Foto 06)



Foto 06 – Pequena área dedicada à cultura da mandioca
Fonte: AGUIRRE, F. Z. (2010)

O setor “C-2” oferece um grande diferencial em relação aos outros setores, que é a massiva presença do fator antrópico, tanto por sua real presença, no núcleo urbano de Santa Maria da Serra, como pela intensificação das obras realizadas em seu entorno, tendo como exemplo os aterramentos e cortes visando à construção de estradas e rodovias (Fotos 07 e 08), ou mesmo a ativação/desativação de duas áreas de mineração ao longo do período observado.

Muitas dessas intervenções antrópicas, ao longo do tempo, podem vir a gerar consequências indesejáveis, provenientes da falta de estudos preliminares, assim como a não-utilização de técnicas adequadas, como fica expressa junto à entrada da cidade de Santa Maria da Serra. (Foto 09).



Fotos 07 e 08 – Exemplos de ação antrópica: corte e aterro respectivamente
Fonte: AGUIRRE, F. Z. (2010)



Foto 09 – Construções muito próximas da margem esquerda do Ribeirão Bonito na entrada da cidade de Santa Maria da Serra - SP
Fonte: AGUIRRE, F. Z. (2010)

Mas a principal intervenção antrópica é observada no próximo setor de análise, denominado de “C-3”. Esse setor fica localizado na porção jusante da bacia, compreendendo também a foz do Ribeirão Bonito junto ao Rio Piracicaba, item que apresentou uma significativa elevação do nível de base local. (Figura 06)

Esse “alagamento” da foz do Ribeirão Bonito tem relação direta com o barramento das águas dos rios Tietê e Piracicaba, ocorrido ainda na primeira metade da década de 1960, formando o reservatório de Barra Bonita - SP, localizado a menos de 75 quilômetros da Bacia do Ribeirão Bonito, com a finalidade de geração de energia elétrica. Com o represamento, houve um grande aumento no volume das águas na porção final (foz) do Rio Piracicaba e seu afluente estudado, o Ribeirão Bonito.

Paralelamente a elevação do nível de base da foz, houve também uma significativa concentração de depósito aluvial em suas áreas próximas, a qual provavelmente relaciona-se com o primeiro evento (Figura 11). Tal idéia se ampara nos fatos observados ao longo de toda bacia, como a diminuição de canais de primeira ordem, um maior entalhamento dos canais nas áreas à montante e um conseqüente movimento de deposição à jusante, assim como a presença de rupturas de vertente ao longo de toda área, sugerindo uma movimentação devido à presença de erosão regressiva, desencadeada principalmente pelo aumento do nível de base local, no caso o Rio Piracicaba.

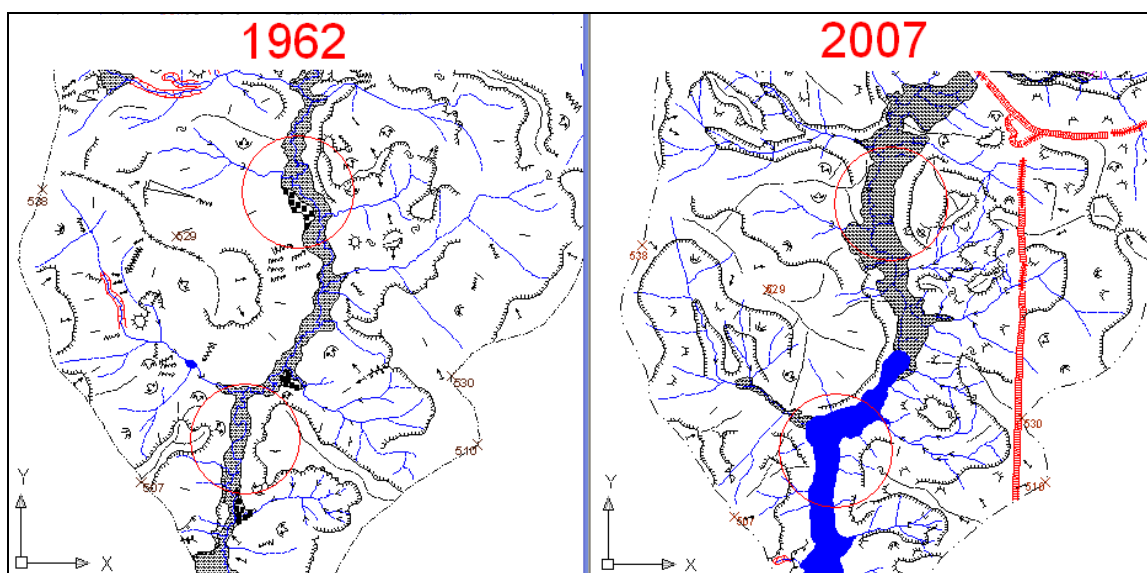


Figura 11 – Elevação do nível de base na foz da bacia e maior concentração de depósito aluvial
Fonte: Cartas Geomorfológicas – 1962 e 2007

Tais movimentações são perceptíveis também pela dinâmica erosiva local, visto que no cenário de 1962, o setor possuía três voçorocas, todas na margem direita do Ribeirão

(Figura 05), enquanto que no cenário de 2007 havia uma única feição desse tipo, localizada na porção mais ao sul da mesma margem, a qual concentrou ainda, nos dois períodos observados, duas ravinas cada, mas distribuídas em locais diferentes. (Figura 06)

Já com os sulcos erosivos, a dinâmica observada nos setores “C-1” e “C-2” se manteve, com o total desaparecimento dos mesmos, sendo que o primeiro cenário apresentava trinta e quatro ocorrências na margem direita e treze na margem esquerda.

Há muitas semelhanças observadas na forma de ocupação e uso do setor quando comparado aos setores “C-1” e “C-2”, ambos localizados na Depressão Periférica. Em 1962 havia o predomínio de áreas de pastagens, em sua grande maioria pasto limpo, com incidência de pasto sujo na região central, próxima ao Ribeirão Bonito, prática favorecida principalmente pela topografia regular do setor.

Essa vantagem topográfica também favoreceu o total predomínio da cana-de-açúcar no segundo cenário, em detrimento das áreas de pastagens e silvicultura, o que pode ser observado de maneira enfática no mapeamento geomorfológico de 2007 pela inclusão dos terraços agrícolas, os quais estão dispostos de maneira aleatória, não representando com fidelidade as linhas de terraços existentes, mas que dão a idéia da tamanha intervenção da cana sobre as vertentes do setor. (Foto 10)



Foto 10 – Solo exposto em área de cultivo da cana-de-açúcar
Fonte: AGUIRRE, F. Z. (2010)

Foi observado também um relativo aumento da incidência de vegetação natural no setor (Figura 04), tanto dos campos úmidos, influenciados diretamente pelo aumento do nível de base da foz do ribeirão, assim como o aumento das áreas de florestas juntamente às margens de alguns canais, em acordo com a legislação ambiental vigente a respeito das matas ciliares. (Foto 11)



Foto 11 – Incidência de área de vegetação natural junto ao Ribeirão Bonito - SP
Fonte: AGUIRRE, F. Z. (2010)

6. Considerações Finais

Em consonância com os mapeamentos geomorfológicos dos cenários de 1962 e 2007 (Figuras 05 e 06), foram observadas evidentes alterações na morfologia local, presentes nos topos, vertentes e também nos fundos de vale. Alguns fatores foram desencadeantes de tais alterações, devendo ser destacado os dois principais: a elevação do nível de base local com o represamento em Barra Bonita - SP e a dinâmica de ocupação e uso das terras da bacia.

O que se notou pelos mapeamentos geomorfológicos é que toda bacia vem sofrendo influência direta do aumento do nível de base do reservatório, o que ocasionou o “alagamento” da foz do Ribeirão Bonito, alterando por consequência toda a dinâmica hidrográfica mediante retomada da erosão regressiva, alterando muito os trabalhos de entalhe ou deposição dos canais envolvidos. Paralelamente a isso, pode-se constatar em toda área da bacia uma sensível diminuição do número de canais de primeira ordem, a qual se relaciona diretamente com a dinâmica de ocupação e uso das terras.

De acordo com as Cartas de Ocupação e Uso das terras dos cenários de 1962 e 2007, a alteração mais evidente no período em questão foi uma significativa intensificação da cultura da cana-de-açúcar. No cenário de 1962 (Figura 03), as classes de ocupação e uso predominantes eram as pastagens, com a presença de áreas de dimensões consideráveis com culturas alimentares anuais. Já no cenário de 2007 (Figura 04), há um predomínio intenso da cultura da cana-de-açúcar em todas as áreas da bacia, com exceção da área de front da Cuesta, devido às suas limitações topográficas naturais.

Essa cultura utiliza-se de formas peculiares de manejo dos solos, no caso a formação de terraços agrícolas, os quais podem condicionar muitas mudanças morfológicas, que são notadas na dinâmica erosiva local. Na área observada, houve uma eliminação das feições erosivas mais brandas, ou seja, os sulcos erosivos, que se distribuíam por toda a área da bacia no cenário de 1962 e já não se encontravam em 2007.

Com outros tipos de feições erosivas pode-se constatar dinâmicas diferenciadas, visto que os ravinamentos aumentaram consideravelmente entre 1962 e 2007, principalmente na porção central da bacia. Nessa mesma porção, no cenário de 2007, observou-se a presença de maior número de voçorocas, que se mantiveram numericamente ao longo da bacia entre os dois cenários, destacando-se ainda na porção central a presença do maior voçorocamento, que se ampliou muito entre os dois cenários estudados. (Figuras 05 e 06)

Por meio do material cartográfico elaborado, ou seja, das cartas geomorfológicas (Figuras 05 e 06) e de ocupação e uso das terras (Figuras 03 e 04), foi possível uma análise locacional das alterações ocorridas entre os anos de 1962 e 2007 e suas possíveis causas. Ainda sim, deve ser observado o fato da não-experimentação, ou seja, a não utilização de técnicas laboratoriais, as quais podem contribuir para a efetivação de estudos futuros que venham a ser realizados na bacia do Ribeirão Bonito, com a possibilidade de resultados precisos.

Deve ser ressaltada ainda a importância de tais estudos futuros, pois, de acordo com as observações realizadas *in loco*, a área da Bacia do Ribeirão Bonito vem sofrendo intensa influência do fator antrópico, seja na condução da ocupação e uso das terras, assim como nas obras e construções que alteram a dinâmica natural do sistema. Tais estudos poderiam, a médio e longo prazo, contribuir para a melhoria do funcionamento do sistema local, assim como a contenção de possíveis problemas ambientais futuros.

7. Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A. N. A Depressão Periférica Paulista: um setor das áreas de circumsdenudação pós-cretácea na Bacia do Paraná. **Geomorfologia**, n. 15, p.1-15. São Paulo: Instituto de Geografia. Universidade de São Paulo. 1969
- ALMEIDA, F. F. M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: IGEOG, 1974
- CERON, A. O.; DINIZ, J. A. F. O uso das fotografias aéreas na identificação agrícola da terra. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p. 161-173, abr./jun. 1966.
- CHRISTOFOLETTI, A. Morfologia das bacias de drenagem. **Notícia Geomorfológica**, n. 18 (36), Campinas, p.130-132, dez.1978
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In. GUERRA, A. T. **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, p. 93-148
- CUNHA, C. M. L. **A Cartografia do Relevo no Contexto da Gestão Ambiental**. 2001. 128 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. A Cartografia do Relevo: uma análise comparativa de técnicas para a Gestão Ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 4, nº 1 (2003) 01-09
- DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1994
- FACINCANI, E. M. **Morfotectônica da depressão periférica paulista e cuesta basáltica: regiões de São Carlos, Rio Claro e Piracicaba, SP** – 2000. 222f (Doutorado em Geociências e Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.
- FLORENZANO, T. G. (org.). Cartografia. In._____, **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, p. 105-128
- HARTSHORNE, R. A divisão da Geografia em campos tópicos: o dualismo entre a geografia física e a geografia humana. In._____, **Propósitos e natureza da Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1978, p. 70-86
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Levantamento pedológico semi-detalhado do Estado de São Paulo: Quadricula Piracicaba**. 1:100.000. Campinas: IAC, 1981

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cartas topográficas:** Folha Santa Maria da Serra (SF-22-Z-B-VI-2) e Folha Brotas (SF-22-Z-B-III-4), escala 1:50.000. Superintendência de Cartografia, 1988

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo agropecuário de 2006.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>, Acesso em 06 set. 2010. 2006a

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra.** 2 ed. Manuais Técnicos em Geociências, n.7. Brasília: IBGE, 2006b

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo.** 1:1.000.000. São Paulo: IPT, v. 2 (Monografias 5), 1981a

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo.** 1:500.000. São Paulo: IPT, v. 2 (Monografias 6), 1981b

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. **Geologia Geral.** São Paulo: Editora Nacional, 5ª Ed., cap. XI, 1972

LEKITSCH, S. Santa Maria da Serra completa 49 anos de emancipação política. Folha de São Pedro, São Pedro, 24 out. 2009. Disponível em: <http://www.folhadesaopedro.com.br/pg_noticias_det.php?id_noticia=6711,5>. Acesso em: 22 ago. 2010

MARQUES NETO, R. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. **Geografia** – v.17, n. 2, jul./dez. 2008 – Universidade Estadual de Londrina – Departamento de Geociências. Disponível em <http://www.uel.br/revistas/geografia>. Acesso em 16 fev. de 2010

MONBEIG, P. **Pioneiros e fazendeiros de São Paulo.** São Paulo: Hucitec-Polis, 1984

MONTEIRO, C. A. F. **O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas.** São Paulo: 1976. 54p. Tese (Doutorado). Instituto de Geografia – Universidade de São Paulo. (Série Teses e Monografias nº 28)

NIR, D. **Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology.** Jerusalém: Ketem Pub. House, 1983

PENTEADO, M. M. **Geomorfologia do Setor Centro-Ocidental da Depressão Periférica Paulista.** São Paulo: 1976. 86p. Tese (Doutorado). Instituto de Geografia – Universidade de São Paulo. (Série Teses e Monografias nº 22)

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia.** 2. ed. Rio de Janeiro: FIBGE, 1978

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento.** São Paulo: Contexto, 1997

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do estado de São Paulo**. São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, 1966

SIMON, A. L. H. **A dinâmica do uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS)**. 2007,. 185 p. Dissertação (Mestrado em Geografia), IGCE/UNESP, Rio Claro, 2007.

TRICART, J. **Principles y Méthodes de la Geomorphologie**. Paris: Maisson, 1965.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/Supren, 1977

TROPPMAIR, H. **Geossistemas e geossistemas paulistas**. Rio Claro: Helmut Troppmair, 2000

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAN, R. A. van. ITC System of geomorphological survey. **Manual ITC Textbook**, Netherlands: Enschede, v. 1, chapter. 8, 1975

Endereços eletrônicos consultados:

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em 20 ago. 2010

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA DA SERRA. Disponível em: <http://www.santamariadaserra.sp.gov.br>. Acesso em 22 ago. 2010

SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO - SIGRH/SP. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br>. Acesso em 20 ago. 2010