

Universidade de São Paulo

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas

Departamento de Geografia

Icaro de Sena Almeida

**A identificação de interferências antrópicas em bacias hidrográficas
com base em levantamentos cartográficos: o caso do Rio Verde –
município de São Paulo**

São Paulo,

2014

Universidade de São Paulo

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas

Departamento de Geografia

**A identificação de interferências antrópicas em bacias hidrográficas
com base em levantamentos cartográficos: o caso do Rio Verde –
município de São Paulo**

Trabalho de Graduação Individual

Icaro de Sena Almeida

Orientadora: Prof^a Dr^a Cleide Rodrigues

São Paulo,

2014

Agradecimentos

À Deus, por mais uma etapa importante completada em minha vida.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de Iniciação Científica que auxiliou nos estudos e elaboração dessa pesquisa.

À prof.^a Cleide, pelas orientações e conselhos preciosos e importantíssimos, pelo companheirismo nas horas difíceis e pela paciência e prestatividade de sempre tentar entender uma pessoa desorganizada como eu.

Aos meus grandes amigos de faculdade, Thais, Allan, André, Bruno, Rodrigo, Josimar, Gabriel, Patrick, Paulo Cesar, Matheus, Douglas, Tarcísio e tantos outros que puderam trocar suas experiências e amizade nesse período.

Aos engenheiros do Departamento de Drenagem de Águas Pluviais da Secretaria de Infra-Estrutura Urbana e Obras (SIURB) da Prefeitura de São Paulo, pelo acompanhamento e apoio na realização desta pesquisa e por fornecer bases e informações importantes do objeto de estudo desse trabalho, e ao arquiteto Marcos, pela elaboração dos perfis longitudinais das vertentes.

À Eng.^a cartógrafa Tatiana da Assessoria de Gabinete da SIURB pela ajuda nos *software* ArcGis na elaboração dos mapas.

Ao Engenheiro Leonardo da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, pelos apontamentos sobre as potencialidade da aplicação de mapas e bancos de dados para a gestão de políticas públicas.

Ao técnico Aroldo do IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, pela prestatividade e concessão de cópias do levantamento aerofotogramétrico de 2001 para bacia hidrográfica do Rio Verde.

E, principalmente, aos meus pais Nildo e Rosely, pelos ensinamentos para toda a vida e pela grande paciência em momentos de dificuldade.

Resumo

Este estudo apresenta a aplicação das propostas da Cartografia Gemorfológica Restrospectiva (Rodrigues, 1990; 1997; 2004; 2005) para a bacia hidrográfica do Rio Verde, localizada na Zona Leste de São Paulo. Essa metodologia é baseada nos princípios da “Antropogeomorfologia”. Visa por meio técnicas de mapeamento cartográfico o reconhecimento de morfologias de relevo em fases de ocupação para representar determinados períodos de intervenção antrópica. Para a bacia hidrográfica do Rio Verde, são representadas as fases identificadas como pré-intervenção e pós-intervenção nos sistemas hidrogeomorfológicos. Para a primeira fase, é elaborado o Mapa de Morfologia Original, indicando feições morfológicas cujas dimensões métricas e declividades foram pouco alteradas pelas intervenções. Para a segunda, é elaborado o mapa de Morfologia Antropogênica, representando tipologias de intervenção da ação humana no meio físico. Esse último mapeamento propõe graus de perturbação antrópica, que são representados no Mapa de Graus de Perturbação por tipologias de intervenção. Dessa forma, pretende-se indicar o conjunto de modificações para a bacia hidrográfica, de forma que apresente aplicações dos mapas morfológicos para instrumentos de gestão de políticas públicas.

Palavras-chave: Antropogeomorfologia – Cartografia Retrospectiva – Urbanização – Unidades Morfológicas

Sumário

1. Introdução	1
1.1 Objetivos	1
1.2 Justificativas	2
2. Caracterização da área de estudo	3
2.1 Breve histórico de ocupação na Zona Leste de São Paulo e na região de Itaquera	6
2.2 Contexto Geológico.....	9
2.3 - Contexto Geomorfológico	15
3. Metodologia	18
3.1 – Recursos Teórico-Metodológicos	18
3.1.1 – Bases conceituais e breve consideração histórica da Geomorfologia	18
3.2 – Recursos e procedimentos técnicos	25
4. Resultados e Análises	33
4.1 - Morfologia Original	33
4.2 – Morfologia Antropogênica	42
5 - Considerações Finais	59
6 – Referências Bibliográficas.....	62

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Verde, por Subprefeituras e Bacias Hidrográfica Principais	4
Figura 2 - Imagem do limite interfluvial da bacia hidrográfica do Rio Verde	5
Figura 3 - Planta base de Itaquera em 1943.....	7
Figura 4- Contexto geológico regional do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB) ..	10
Figura 5- Mapa Geológico da Região Metropolitana de São Paulo e arredores.....	13
Figura 6- Fragmentos da carta SARA BRAZIL representado a área de planície fluvial e canais fluviais demarcados	29
Figura 7 - fragmento da ortofoto do MDC com os vetores de rios dos arquivos do Plano de Manejode Águas Pluviais de São Paulo (em azul), curvas de nível (em marrom) e arruamento (em preto).....	31
Figura 8- Morfologia original da bacia do Rio Verde	35
Figura 9 - Planta e Perfil esquemáticos de topos de colinas e morros e elementos convexos e plano-convexos de alta vertente.....	37
Figura 10- Reconhecimento das mudanças de traçado em planta e perfil.....	38
Figura 11- Caracterização em planta dos nichos de nascente, com as delimitações de concavidade com o terço superior da vertente.....	39
Figura 12 - Perfil de representação das morfologias de embasamento cristalino.....	41
Figura 13 - Perfil de representação das morfologias de embasamento sedimentar.....	42
Figura 14 - Mapa de Fotoleitura de unidades homogêneas	44
Figura 15 - Mapa de ocupação e uso do solo da bacia hidrográfica do Rio Verde.....	47
Figura 16 - Mapa de Morfologia Antropogênica com as unidades de intervenção	50
Figura 17- Mapa de Graus de Perturbação dividido por tipologias de intervenção.	57

Lista de Quadros

Quadro 1- Dados cartográficos levantados por período.....	26
Quadro 2- Critérios de avaliação para as tipologias de intervenção.....	49
Quadro 3- Identificação das tipologias de intervenção para a bacia hidrográfica do Rio Verde..	51
Quadro 4 - Relação entre os atributos dos critérios de avaliação e graus de perturbação. .	55
Quadro 5- Relação entre as tipologias de intervenção identificadas no mapa de morfologia antropogênica e seus graus de perturbação.	58

1. Introdução

1.1 Objetivos

O presente estudo tem como objetivo central a identificação de padrões de intervenção antrópica em morfologias originais realizadas pela ocupação urbana física em sistemas hidromorfológicos na sub-bacia hidrográfica do Rio Verde. Essa está localizada no bairro de Itaquera, zona Leste do município de São Paulo. Nesse sentido, é proposta uma classificação para essas interferências por tipologias de intervenção, demonstrando-se diferenças dos graus de intensidade de perturbação antrópica.

Essa bacia hidrográfica tem suas nascentes localizadas na Área de Proteção Ambiental (A.P.A.) Fazenda do Carmo. De montante à jusante, a rede hidrográfica do Rio Verde drena áreas de urbanização consolidada, desaguando no curso canalizado do Rio Jacu, um dos tributários da margem esquerda do Rio Tietê na cidade de São Paulo.

Para a identificação das morfologias e das intervenções antrópicas foram utilizadas as escalas de 1:25.000 e 1:20.000, com base na proposta e procedimentos da “Cartografia Geomorfológica Retrospectiva e Evolutiva”. Essa abordagem cartográfica foi aplicada e desenvolvida nos estudos de Rodrigues (1990; 1997; 2004; 2005; 2010) para a região metropolitana de São Paulo e outros autores para locais do estado de São Paulo.

Essa autora propõe a “Cartografia Geomorfológica Retrospectiva e Evolutiva” para o reconhecimento das interferências antrópicas. Apoia-se na leitura cartográfica de situações pré-intervenção e comparada com a sequencia de situações de modificação em formas, materiais e processos superficiais.

Essa proposta está baseada nos princípios da *Antropogeomorfologia*, inicialmente proposta por Nir (1982). Esse autor define a Antropogeomorfologia como campo de pesquisa voltado ao dimensionamento do impacto da variável antrópica nas formas, processos e materiais superficiais. Essas intervenções podem ser típicas de áreas urbanas ou em outros locais, tais como áreas agrícolas.

Esse estudo tem como objetivos específicos a elaboração dos mapas de Morfologia Original, com identificação de mudanças e rupturas de declividade das unidades morfológicas, e o de Morfologia Antropogênica para identificar as tipologias de intervenção para a bacia hidrográfica do Rio Verde. Para ambos são explicados os procedimentos técnico-operacionais realizados.

Esses mapeamentos são baseados nas ideias gerais presentes em Lima (1990) e Rodrigues (1997; 2004; 2005; 2010), aplicadas em outros estudos (Moroz Caccia-Gouveia, 2010; Silva, 2005; Berges, 2013; Claro, 2013, dentre outros).

Os mapas do presente estudo representam os estágios de pré-perturbação e pós-perturbação de intervenções antrópicas nas morfologias da bacia hidrográfica do Rio Verde, nos períodos de 1930 e 2000.

1.2 Justificativas

O mapeamento do período de pré-perturbação antrópica permite o reconhecimento das morfologias na fase anterior à ocupação antrópica. Por conseguinte, o mapeamento do período pós-perturbação permite a identificação das morfologias antropogênicas criadas na fase de urbanização consolidada.

Por apresentarem condições da forma de apropriação do ambiente físico, esses mapeamentos podem apresentar importantes referenciais para políticas de planejamento urbano. Eles indicam, para o estudo histórico de ocupação, áreas destinadas a programas de conservação ambiental ou recuperação. Nesse sentido, são reconhecidas as morfologias que apresentam significativos índices de conservação ou de modificação pela ocupação urbana.

No caso da bacia hidrográfica do Rio Verde, pela observação em mapas e imagens recentes e antigas, é possível identificar, para essa bacia hidrográfica, áreas em que morfologias originais mantêm-se conservadas, ou que sofreram poucas modificações antrópicas. Em outras partes, são identificadas áreas profundamente modificadas pela ação humana. Essas áreas encontram-se, respectivamente, na área do Parque Municipal da Fazenda do Carmo, onde estão

localizadas as cabeceiras dos córregos formadores do Rio Verde, e as vias férreas que compõe o pátio do metrô e a antiga Pedreira Itaquera.

2. Caracterização da área de estudo

O Rio Verde possui 5,5 km de extensão, com a área da bacia de 10 km². Apresenta padrão de drenagem dendrítico de orientação S-N, e é definido como um rio de quarta ordem, de acordo com a classificação de Strahler (1969). Seus afluentes apresentam predominância de orientação L-W, sendo os principais são o córrego Itapeva e córrego Buracão.

A bacia hidrográfica do Rio Verde está localizada no bairro de Itaquera, na Zona Leste no Município de São Paulo (Figuras 1 e 2). É caracterizada pela ocupação predominantemente residencial, com duas áreas de equipamentos urbanos distintos: ao sul, à montante da bacia hidrográfica, está localizado o Parque Municipal da Fazenda do Carmo, instituído pela Lei Estadual nº 6409, de 5 de Abril de 1989; ao noroeste da bacia hidrográfica, aproximadamente na sua confluência com o Rio Jacu, está situado o pátio e a linha férrea do metrô. A área faz parte do sistema hidromorfológico da Bacia do Alto Tietê da Região Metropolitana de São Paulo.

Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Verde

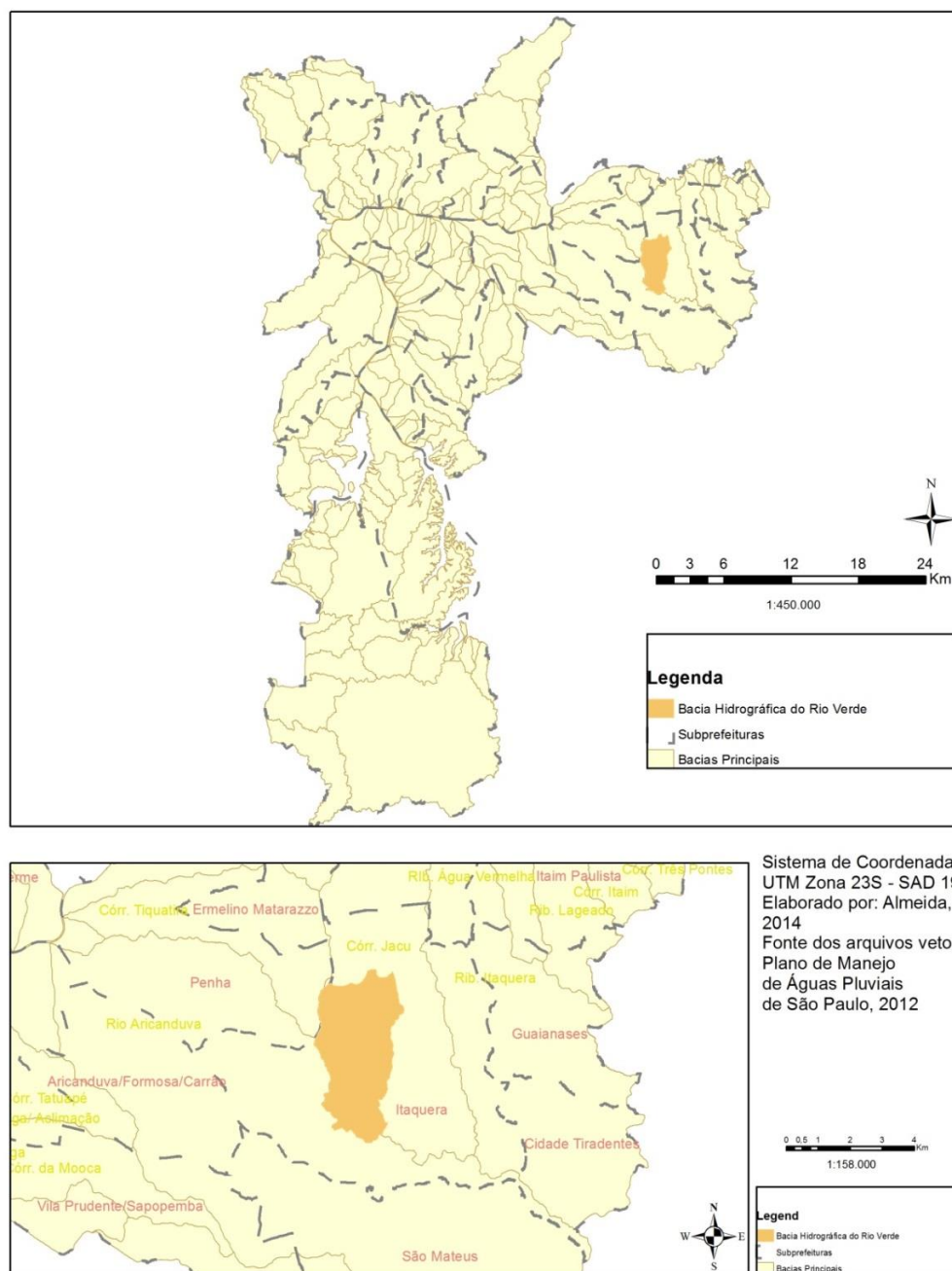


Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Verde, por Subprefeituras e Bacias Hidrográfica Principais

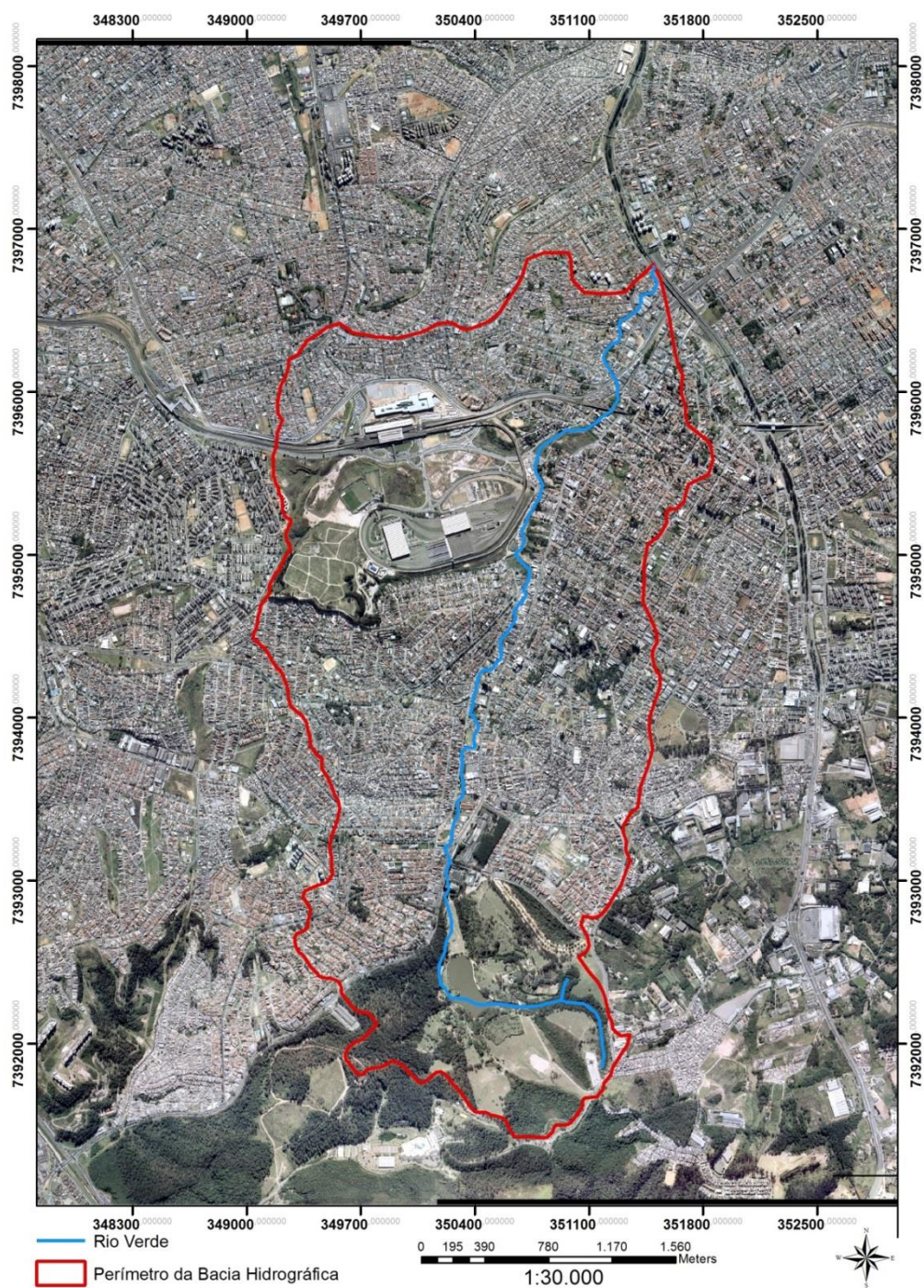


Figura 2 - Imagem do limite interfluvial da bacia hidrográfica do Rio Verde

2.1 Breve histórico de ocupação na Zona Leste de São Paulo e na região de Itaquera

Em meados do século XVII e XVIII, o bairro de Itaquera compunha a região do povoado de São Miguel, sendo que somente em 1920 tornou-se bairro autônomo pelo lei estadual nº 1756 (Pereira *et. al.*, 2012).

Conforme Pereira *et. al.* (2012), até 1837 haviam apenas duas fazendas formadoras do bairro de Itaquera: a Fazenda Caguassú, pertencente aos Carmelitas do Rio de Janeiro, e a Fazenda do Dr. Rodrigues Barreto. Estas foram vendidas e loteadas quatorze anos depois para a construção de casas, sendo que na antiga Fazenda do Dr. Rodrigues Barreto foi edificada a capela de Nossa Senhora de Santana, surgindo a Vila Santana, e a Fazenda Caguassú foi vendida a Companhia Carmozina, atualmente designada Vila Carmosina, núcleo que promoveu a expansão populacional do local (Figura 3).

Em 1919, foram instalados dois grandes loteamentos na região: o primeiro, urbano, atual Vila Carmosina, e outro que abrange sua parte rural, denominado “colônia” onde se instalou significativa população de imigrantes japoneses, assim ficando conhecida como “Colônia dos Japoneses”. Outras nacionalidades também chegaram a habitar a região, como espanhóis, húngaros, portugueses, romenos e italianos (Pereira *et. al.*, 2012).

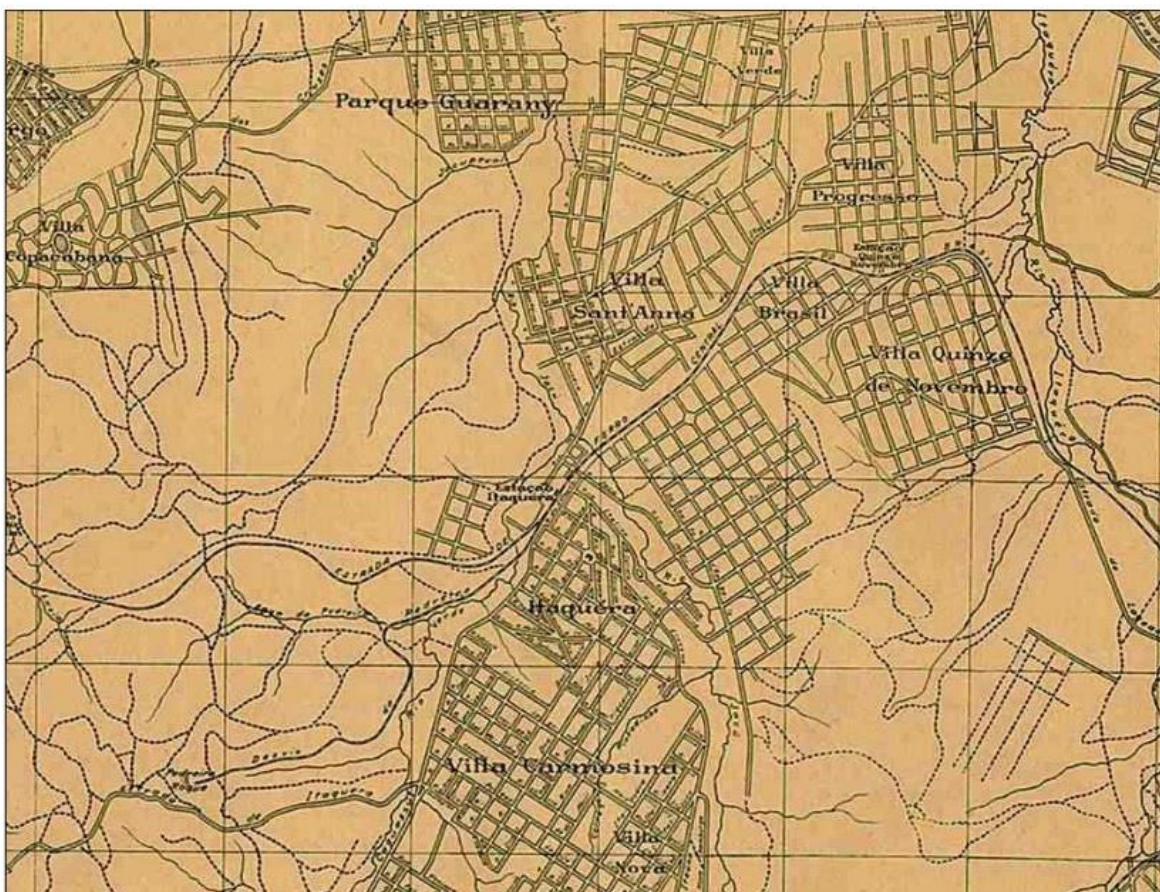


Figura 3 - Planta base de Itaquera em 1943. Retirado de Pereira et. al., 2012.

À época dos loteamentos da Vila de Santana e Vila Carmosina, o bairro era conhecido com “Itaquera de Cima” com sede na Igreja do Carmo, e “Itaquera de Baixo”, com sede na Igreja de Sant’Ana, na Vila Santana. Esta mesma divisão, definida pelo traçado da linha férrea da Central do Brasil, era verificada nos times de futebol existentes e na organização social e política da região (op. cit., pg. 74).

O processo de ocupação urbana no bairro de Itaquera e consequentemente na bacia hidrográfica do Rio Verde caracteriza-se pela expansão urbana para o zona leste da cidade de São Paulo. Conforme Rolnik & Frúgoli Jr. (2001, pg. 44), essa região da cidade estruturou-se como uma “unidade de posição” dos que viviam fora da cidade, afastados da área central e do eixo industrial da via férrea Santos-Jundiaí, entre os séculos XIX e XX. Ao longo deste último século,

sucedeu-se a ocupação periférica por loteamentos irregulares ou clandestinos e casas de autoconstrução. Dessa forma, essa parte do município constituiu-se como uma ampla área de “cidade-dormitório” (Rolnik & Frúgoli Jr., *op. cit.*, pg. 45), onde a população local se via obrigada a se locomover para o centro da cidade onde estavam os locais de trabalho.

Conforme Damiani (1994), o processo de ocupação urbana na Zona Leste da cidade de São Paulo teve sua intensificação pelas políticas de habitação adotadas a partir da década de 1960 e 1970. Essas políticas são representadas principalmente pelo Plano Nacional de Habitação (PNH) e criação do Banco Nacional de Habitação (BNH) no período militar. Foi o início de um período caracterizado por grande número de construções para a população de baixa renda com a criação das COHAB's (Conjuntos Habitacionais).

A autora aponta, para o período analisado, que a construção das unidades de moradia tinham a finalidade de suprir o crescimento populacional e ser a solução do problema habitacional, caracterizada pelo crescimento de favelas e cortiços, que a cidade de São Paulo enfrentava. Com a instituição do Planhap – Plano Nacional da Habitação Popular (1973), é reafirmada a política de habitação com a criação dos conjuntos habitacionais. De certa forma, e como aponta Damiani, já se fazia presente certa ocupação desde as décadas de 1930 e 1940. Contudo, são os planos de habitação que se tornaram propulsores da expansão urbana, ao mesmo tempo em que era uma política de “ordenar” o crescimento populacional da periferia (Damiani, *op cit.*, pg. 85).

No mesmo período, tem início a construção da via Radial Leste e, na década de 1970, a construção da linha férrea do metrô. Conforme Rolnik(*op. cit.*, pg. 45), essas duas vias de circulação também representaram um eixo estruturador da Zona Leste de São Paulo, de sentido Leste-Oeste, direcionando o adensamento populacional.

Dessa forma, a ocupação urbana na Zona Leste e especificamente no bairro de Itaquera foi caracterizada pelo fomento das políticas públicas de habitação e pelo adensamento de construções no entorno dos conjuntos habitacionais.

Atualmente, a bacia hidrográfica do Rio Verde, caracteriza-se como uma área de urbanização consolidada, apresentando um processo histórico de derivações antrópicas. Embora não possua nenhum conjunto habitacional dentro dos limites da bacia hidrográfica, a proximidade com as Cohab's Padre José de Anchieta e Padre Manuel da Nóbrega (no bairro de Artur Alvim) e José Bonifácio (entre os bairros de Itaquera e Guaianases) promoveu o adensamento populacional anteriormente incipiente das áreas circundantes dos conjuntos habitacionais.

Dessa forma, o reconhecimento das morfologias originais pretende apresentar a condição do ambiente físico anterior a esse processo de ocupação descrito acima. Consequentemente, o mapeamento da morfologia antropogênia busca expor o quadro atual dessas interferências, representadas por esse histórico de ocupação na bacia hidrográfica.

2.2 Contexto Geológico

A bacia hidrográfica do Rio Verde, localizada na Região Metropolitana de São Paulo, está inserida na Bacia Sedimentar de São Paulo, sendo está caracterizada por pacotes sedimentares Terciários e Quaternários e componente das bacias de sedimentação do denominado *Rift Continental do Sudeste Brasileiro - RCSB* (Riccomini, 1989).

O RCSB (Figura 4) está localizado no Cinturão de Dobramentos Ribeira (Hasui; Carneiro; Coimbra, 1975 *apud* Riccomini, 1989). É uma feição tectônica de idade cenozóica que engloba nove embaciamentos, alojados em uma estreita faixa alongada e deprimida, de orientação geral ENE, entre as cidades de Curitiba (PR) e Barra de São João (RJ), com cerca de 900 km de extensão (Riccomini & Coimbra, 1992, *apud* Riccomini *et. al.*, 1992; Riccomini *et. al.*, 2004).

Seu embasamento, conforme Riccomini *et. al.* (2004), compreende terrenos policíclicos desenvolvido sobre migmatitos e rochas metamórficas de baixo a médio graus de metamorfismo, do Cinturão Ribeira (Almeida *et. al.*, 1974) e rochas granitóides de idade neoproterozóica (Janasi & Ulbrich, 1991, *apud* Riccomini *et. al.*, 2004). Possui uma densa trama de zonas de cisalhamento dextrais subverticais e profundas (Sadowski, 1991, *apud* Riccomini *et. al.* 1992; Trouw *et. al.*, 2000 *apud* Riccomini *et. al.*, 2004), orientadas segundo ENE E-W (Sadoswki &

Montidome, 1987 *apud* Riccomini *et. al.*, 2004) e ativas até o final do Ciclo Brasileiro, no Cambro-Ordoviciano.

Esse conjunto está relacionado a Reativação Wealdeniana, resultando no retrabalhamento de rochas de ciclos mais antigos (Riccomini & Coimbra, 1992, *apud* Riccomini *et. al.*, 1992; Almeida, 1967 *apud* Riccomini *et. al.*, 2004), que evoluíram sucessivamente para a ruptura continental e abertura do Atlântico Sul. Esse processo foi denominado de *Evento Sul-Americano* (Schobbenhaus *et al.*, 1984 *apud* Riccomini *et. al.*, 2004).

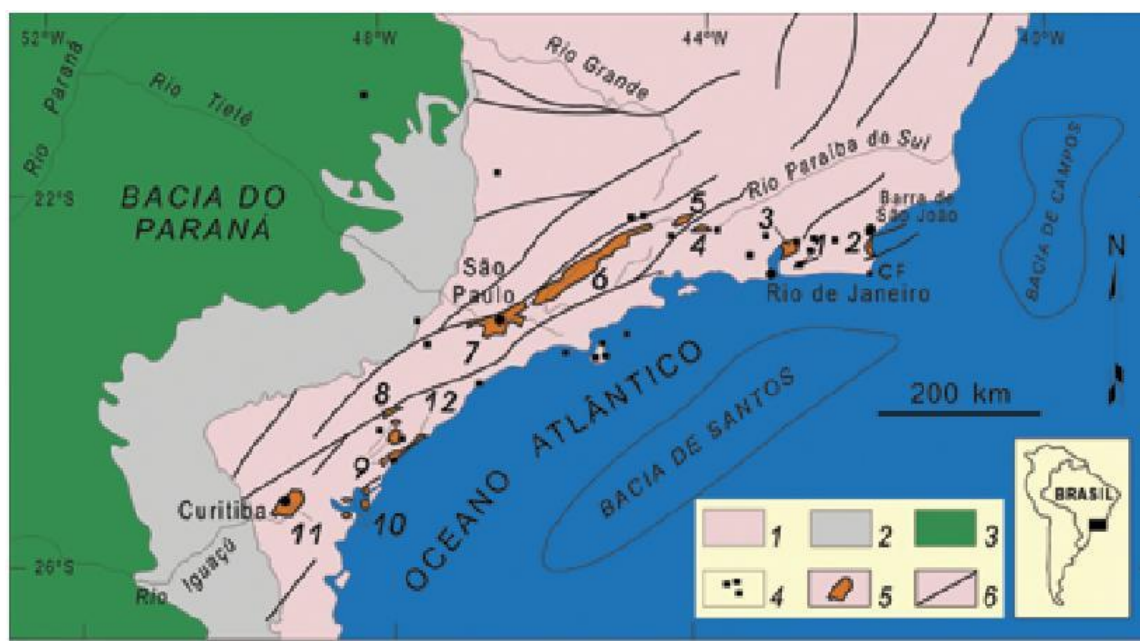


Figura 4- Contexto geológico regional do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB) – Fonte: Riccomini, Sant’anna e Ferrari, 2004, pg. 386. Legenda: 1) embasamento pré-cambriano; 2) rochas sedimentares paleozóicas da Bacia do Paraná; 3) rochas vulcânicas toleíticas eocretáceas da Formação Serra Geral; 4) rochas relacionadas ao magmatismo alcalino mesozóico-cenozóico; 5) bacias cenozóicas do rift (1- Bacia de Itaboraí, 2- Gráben de Barra de São João, 3- Bacia do Macacu, 4- Bacia de Volta Redonda, 5- Bacia de Resende, 6- Bacia de Taubaté, 7- Bacia de São Paulo, 8- Gráben de Sete Barras, 9- Formação Pariquêira-Açu, 10- Formação Alexandra e Gráben de Guaraqueçaba, 11- Bacia de Curitiba, 12- Gráben de Cananéia); 6) zonas de cisalhamento pré-cambrianas, em parte reativadas durante o Mesozóico e Cenozóico. Fontes: modificado de Melo *et al.* (1985a), Riccomini *et al.* (1996) e Ferrari & Silva (1997).

A Bacia Sedimentar de São Paulo é considerada um hemi-graben (Riccomini *et. al.*, 2004), com orientação NNW, localizada em parte devido ao embasamento pré-cambriano, e em parte devido ao jogo de blocos de falhas, onde se encontra deprimido a altitudes abaixo do entorno de rochas cristalinas (Hasui & Carneiro, 1980).

Dessa forma, Coutinho (1980) aponta para a formação dessa bacia sedimentar a relação entre a sedimentação cenozóica e reativação das falhas normais ou inversas antigas dos terrenos cristalinos, com o soerguimento e rebaixamento de blocos em movimentos basculantes (Figura 4).

A região da Bacia de São Paulo, de acordo com Hasui & Carneiro (1980), apresenta um conjunto de estruturas complexas de falhas menores e cinco grandes falhas principais: Taxaquara, Caucaia, Jaguari, Buquira e Alto da Fartura. Elas possuem grande extensão e são subverticais, com lineação de atrito sub-horizontal indicativa de deslocamentos transcorrentes. As mesmas se localizam na interface dos terrenos sedimentares e estruturas cristalinas do pré-cambriano.

A Bacia de São Paulo é dividida em dois conjuntos de deposição. O primeiro refere-se aos terrenos sedimentares do Terciário, separados em quatro unidades basais, cuja sedimentação preenche a bacia: a Formação Resende, Formação Tremembé, Formação São Paulo e Formação Itaquaquecetuba (figura 5). São reunidas no Grupo Taubaté, com composição e período de formação diferenciados (Riccomini, 1989 *apud* Riccomini *et al.*, 1992). Essas são apresentadas brevemente à seguir, de acordo com as descrições de Riccomini *et al.* (1992) :

- Formação Resende: Segundo Riccomini & Coimbra, 1992 (*apud* Riccomini *et al.*, 1992), “esta formação apresenta distribuição generalizada, compreendendo mais 80% do preenchimento sedimentar de cerca da Bacia Sedimentar de São Paulo.” Conforme os autores, essa formação possui duas litofácies. A primeira é representada por depósitos de leques aluviais proximais e conglomerados de seixos a blocos dispersos em matriz lamítica. A segunda é representada por depósitos relacionados à planície aluvial de rios entrelaçado, composta por lamitos esverdeados à esbranquiçados ou acinzentados. Essa seria a variação lateral da litofície de leques aluviais, direcionando-se para o interior da Bacia Sedimentar. É atribuída idade oligocênica, com espessura máxima estimada em 256 metros.
- Formação Tremembé: Conforme Riccomini *et al.* (1992), essa formação apresenta camadas tabulares de argilas verdes maciças de origem lacustre, ricas em matéria orgânica. Sua espessura supera 60 metros, sendo atribuída idade oligocênica.

- Formação São Paulo: É caracterizada por depósitos de sistema fluvial meandrante, apresentando duas litofácies (Riccomini, 1989; Riccomini & Coimbra, 1992 *apud* Riccomini *et al.*, 1992). A primeira apresenta o conjunto de arenitos, siltitos e argilitos. Essa corresponde a “depósitos de canais meandantes, com sedimentos finos laminados representando prováveis testemunhos de lagoas oriundas da migração e abandono de canais” (Riccomini *et al.*, *op cit.*, pg. 27). A segunda litofácies apresenta arenitos médios e grossos, siltitos e argilitos, relacionados “a depósitos de rompimento de diques marginais” e planícies de inundação (Riccomini *et al.*, *op cit.*, pg. 28).
- Formação Itaquaquecetuba: De acordo com Coimbra *et al.* (1983, *apud* Riccomini *et al.* 1992), essa formação “corresponde aos depósitos de sistema fluvial entrelaçado (*braided*) que ocorrem sob aluviões holocênicos dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí”. De acordo com Riccomini (1989, *apud* Riccomini *et al.*, 1992), apresenta cinco litofácies principais. A primeira litofácies apresenta arenitos de estratificação cruzada típica de depósitos de canais entrelaçados. A segunda apresenta conglomerados com seixos bem arredondados de quartzo e quartzito, correspondentes a depósitos aluviais detríticos. A terceira litofácies corresponde a arenitos maciços de granulação média a fina mal selecionados. A quarta litofácies apresenta lamitos maciços e siltico-arenosos, e a quinta litofácies é constituída por blocos do embasamento, megaclastos tabulares, folhelhos e arenitos e fragmentos de troncos vegetais fósseis carbonificados.

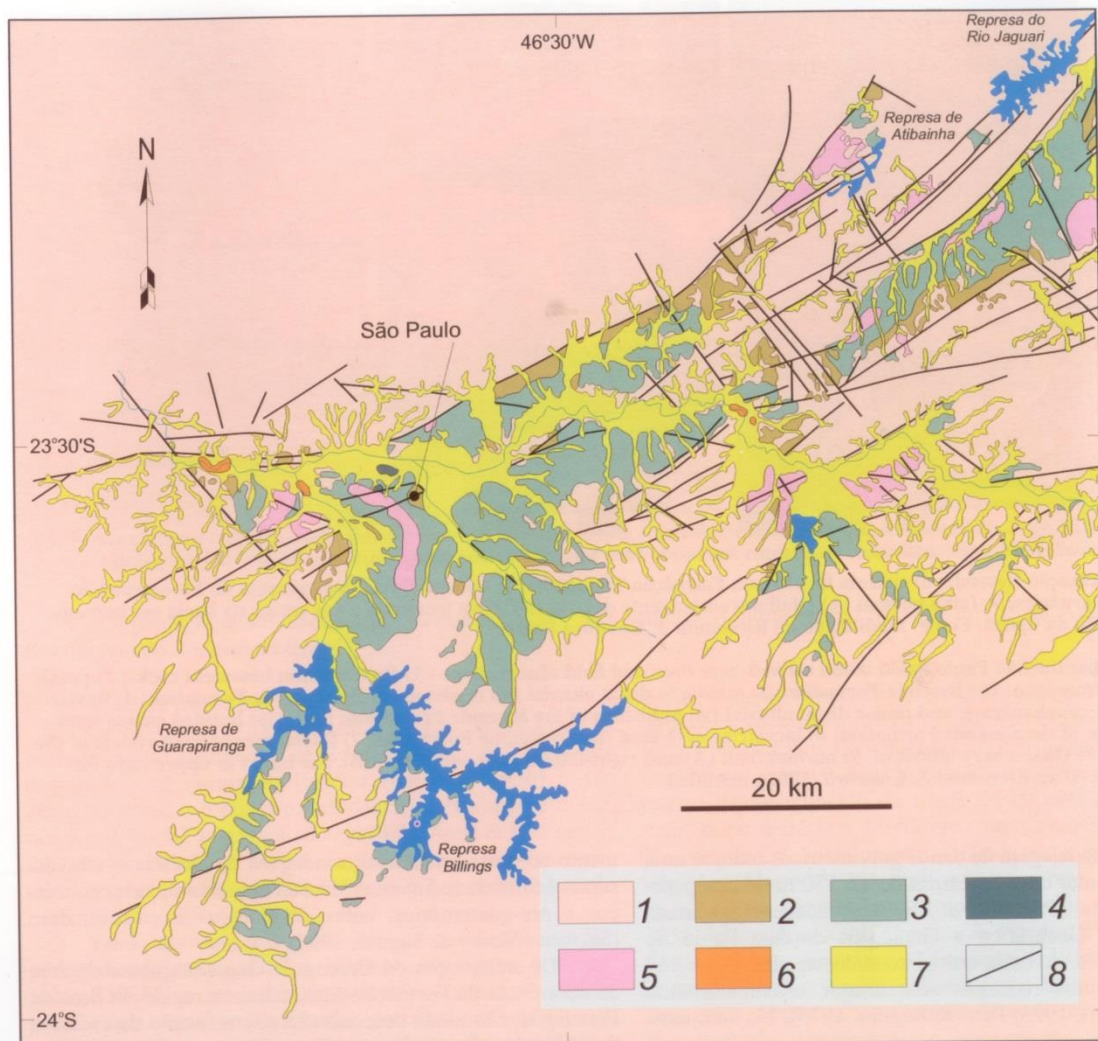


Figura 5- Mapa Geológico da Região Metropolitana de São Paulo e arredores. 1) embasamento pré-cambriano; 2) Formação Resende (sistemas de leques aluviais proximais); 3) Formação Resende (sistemas de leques aluviais medianos a distais associados a planícies aluviais de rios entrelaçados); 4) Formação Tremembé; 5) Formação São Paulo; 6) Formação Itaquaquecetuba; 7) sedimentos quaternários; 8) Falhas cenozóicas, em parte reativadas pelo embasamento pré-cambriano. Fonte: modificado de Riccomini & Coimbra, 1992 - Retirado de: Riccomini et. al., 2004.

Segundo Coimbra & Riccomini (1992, *apud* Riccomini et. al., 1992), os sedimentos continentais terciários desta bacia sedimentar apresentam área de distribuição muito irregular, com pouco mais de 1.000 km². A borda norte da Bacia é retilínea, controlada pelo eixo de cisalhamento das falhas Taxaquara e Jaguari, enquanto que o sul apresenta contatos irregulares com o embasamento cristalino.

O segundo conjunto de deposição é representado pelas coberturas neocenozóicas de depósitos colúvio-aluviais de pequena espessura do período Quaternário. Os mesmos estão localizados geralmente em áreas de várzea e baixos terraços fluviais. De acordo com Melo *et al.* (1987, *apud* Riccomini, *op cit.*), esses depósitos compreendem predominantemente colúvios argilo-arenosos e aluviões de várzeas e baixos terraços fluviais de distribuição descontínua e pequena espessura. Ocorrem linhas de cascalheiros com seixos de quartzo e quartzito separando esses depósitos coluviais das rochas do embasamento cristalino ou terciário.

Além dos terrenos sedimentares terciários e quaternários da Bacia Sedimentar de São Paulo, a Região Metropolitana de São Paulo abrange significativa área de terrenos pré-cambrianos, com variedade de granitos, gnaisses, xistos, anfibolitos, milonitos e rochas metassedimentares (Coutinho, 1980, *apud* Riccomini *et. al.*, 1992).

A bacia hidrográfica do presente estudo, com base nas observações no Mapa Geológico da Região Metropolitana de São Paulo (figura 5) e com as informações da bibliografia consultada, compreende em seu percurso as seguintes duas unidades litológicas:

- a) a primeira é referente ao conjunto de Suítes Graníticas Indiferenciadas. Essa reúne os trechos de nascentes, ao sul, e a área à oeste da margem esquerda até o trajeto do córrego Itapeva (próximo às imediações do pátio do Metrô) de composição granítica equigranular ou porfiróide,
- b) A segunda consiste no trecho norte da bacia, nas intermediações da foz no Rio Jacu, que apresenta composição de quartzitos e xistos relacionados ao complexo Embu.
- c) a terceira refere-se aos sedimentos da Bacia de São Paulo. Na parte leste da bacia, à direita do canal fluvial do Rio Verde, estão localizados os sedimentos terciários cenozóicos da Formação Resende, que consiste em um sistema de leques fluviais associados à planície aluvial de rios entrelaçados, com presença de lamitos, arenitos e conglomerados. E, restrita à grosso modo na planície fluvial do Rio Verde, são apresentados os depósitos aluviais quaternários.

2.3 - Contexto Geomorfológico

Localizada na Região Metropolitana de São Paulo, a bacia hidrográfica do Rio Verde está assentada sobre a unidade do Planalto Paulistano (Almeida, 1974), uma das áreas que compõe a morfoescultura do Planalto Atlântico, esse inserido na morfoestrutura do Cinturão Orogênico do Atlântico (Ross & Moroz, 1996).

Esse cinturão, conforme Loczy & Ladeira (1976, *apud* Ross & Moroz, 1996), abrange extensa área do continente sul-americano, iniciando-se no Uruguai até o norte da Bahia, passando pelos estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rios de Janeiro, leste de Minas Gerais e Espírito Santo. Conforme Ross (1990), a gênese do Cinturão está relacionada aos vários ciclos de atividade tectônica, que ocasionaram dobramentos, metamorfismos e áreas de intrusão vulcânica.

De acordo com a caracterização geológica do *Rift* Continental do Sudeste Brasileiro, a morfoescultura do Planalto Atlântico apresenta superfícies de topos convexos, com elevada densidade de rede hidrográfica e vales entalhados (Ross, 1985 *apud* Berges, 2013, pg. 49). De acordo com Ross & Moroz, (1996), um dos compartimentos relacionados constitui-se no Planalto Paulistano, onde está localizada a área do município de São Paulo e parte de sua região metropolitana (Ross, 1985, *apud* Ross & Moroz, 1996).

De acordo com Ross & Moroz (1997, *apud* Berges, 2013, p. 27) o Planalto Paulistano é constituído por relevos denudacionais com a presença de colinas e morros com topos convexos de altitudes entre 800 e 1.000 metros. Apresenta vales entalhados com média e alta densidade de drenagem de padrão dendrítico.

O Planalto Paulistano é caracterizado por unidades geomorfológicas (Rodrigues, 2004) em dois tipos de embasamento: o cristalino do pré-cambriano e o sedimentar do Terciário-Quaternário (Berges, 2013, pg. 27). A figura 6 na página à seguir apresenta o mapa das unidades morfológicas na região metropolitana de São Paulo, organizado por Batista (2003) e Rodrigues (2004, 2005).

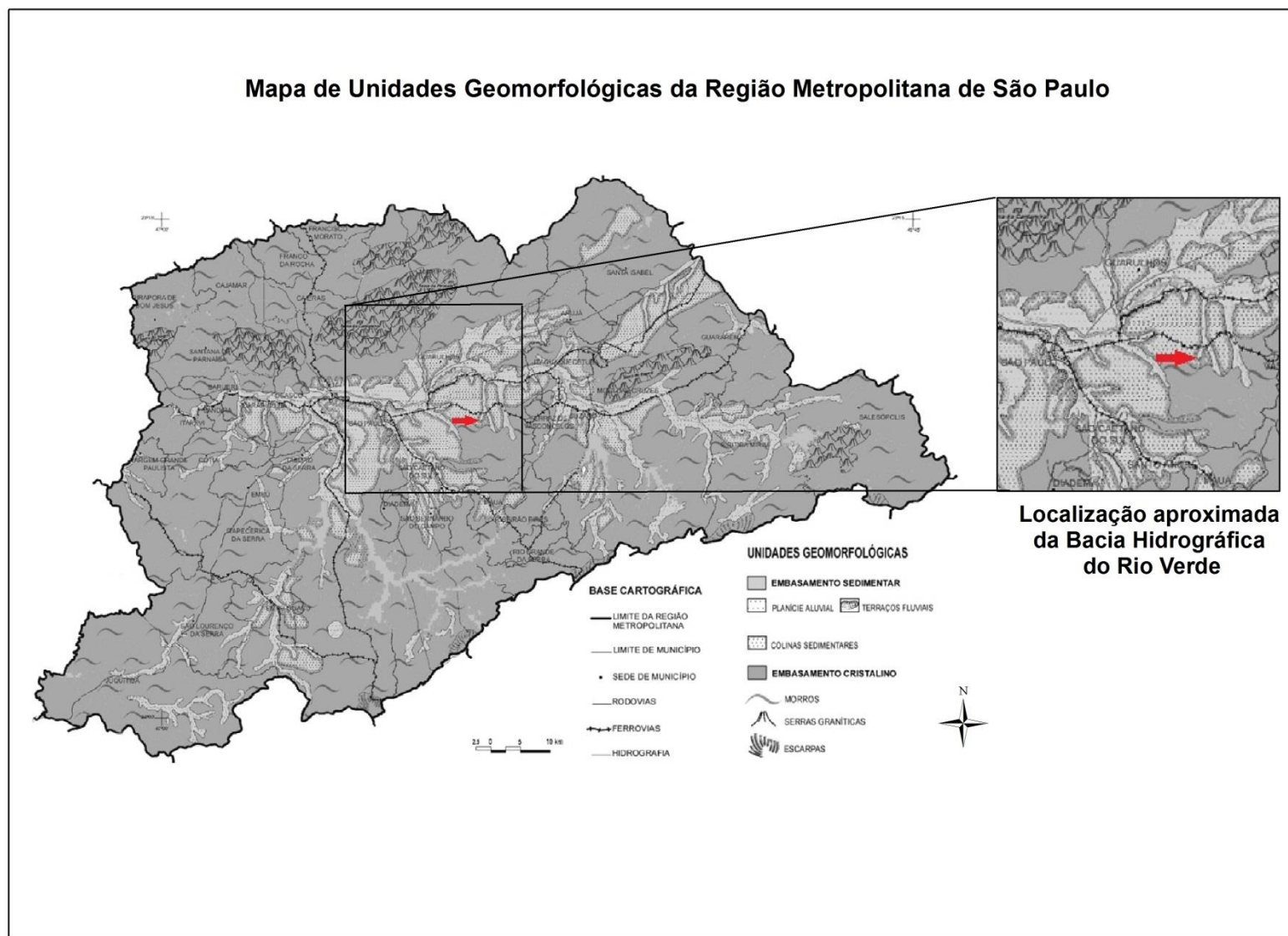


Figura 6 - Mapa de unidades geomorfológicas da RMSP. A seta vermelha indica a localização Bacia hidrográfica do Rio Verde pelo curso fluvial assentado nas camadas sedimentares do quaternário. Fonte: Rodrigues (2004) apud Rodrigues (2010). Organizado por: Icaro Almeida.

Nesse mapa, os terrenos cristalinos são representados pelo tom de cinza escuro e unidades morfológicas de morros, serras graníticas e escarpas, pertencendo à unidade morfoestrutural do Cinturão Orogênico do Atlântico e morfoescultural do Planalto Atlântico. Apresenta relevos denudacionais constituídos por morros médios e altos, de topos convexos e com altitudes entre 800m a 1000m (Ross & Moroz, 1997 *apud* Berges, 2013, p. 27).

Os terrenos sedimentares são representados pelo tom de cinza claro e duas unidades morfológicas: as planícies e terraços fluviais e as colinas e patamares sedimentares. As planícies e terraços, formados por processos agradacionais de origem fluvial no período Quaternário, são caracterizadas por terrenos planos, ou levemente inclinados no caso dos terraços, situando-se entre 720-730 metros. As colinas e patamares representam formas de relevo denudacionais, com altitude entre 700 e 800 metros (Ross & Moroz, 1997 *apud* Berges, 2013, p. 29).

Analisando as informações da área demarcada no mapa da figura 6, a bacia hidrográfica do Rio Verde apresenta três características morfológicas distintas.

A primeira está representada por colinas sedimentares na área à direita da planície fluvial do Rio Verde (área em cinza claro no mapa), com topos convexos e aplainados e vertentes de menor declividade.

A segunda abrange a planície fluvial do Rio Verde e planícies fluviais adjacentes de seus afluentes principais. À esquerda, a morfologia está representada por morros de embasamento cristalino (área de cor escura no mapa), com topos mais dissecados, planícies menos largas e vertentes de declividade relativamente maior que a face sedimentar.

Essa conformação está interligada ao quadro morfoestrutural da área de estudo, identificada no mapeamento geológico da Região Metropolitana de São Paulo (figura 5).

As áreas ao noroeste, oeste e sul da bacia fazem parte do conjunto de micaxistos e quartzitos dissecados do proterozóico e da formação geológica dos granitos indiferenciados, respectivamente. As áreas a leste e ao nordeste da bacia estão dentro da bacia sedimentar da Formação Resende, de idade cenozóica.

3. Metodologia

3.1 – Recursos Teórico-Metodológicos

A identificação e análise das interferências antrópicas em bacias hidrográficas constitui-se em ramo relativamente recente da ciência geomorfológica. Os recursos utilizados para o presente estudo são apresentados nas duas próximas seções: A primeira expõe de forma sucinta os principais pontos teórico-metodológicos da ciência geomorfológica e a segunda apresenta os procedimentos realizados para a elaboração dos mapas de morfologia original e morfologia antropogênica.

3.1.1 – Bases conceituais e breve consideração histórica da Geomorfologia

Joly (1977) apresenta uma consistente definição da Geomorfologia como campo científico que estuda “*as formas do relevo terrestre, sua gênese, sua evolução com o tempo e suas relações no espaço*”. Dessa forma, estuda as irregularidades da superfície terrestre, com seu objeto de estudo situando-se no contato entre a litosfera, a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera. Considera a variação escalar de espaço, com o estudo de conjuntos vastos e antigos a formas elementares e microscópicas, e de tempo, de acordo com a evolução dessas formas.

Para o autor, o campo da Geomorfologia possui estreita relação com outras Ciências da Terra, contudo, destaca-se sua originalidade pelas seguintes funções que desempenha (Joly, *op. cit.*):

- *descrição, classificação e localização das formas do terreno (morfografia);*
- *investigação sobre a origem das formas (morfogênese), sobre sua evolução no tempo (morfodiacronia e morfocronologia) e sobre as formações superficiais correlatas desta evolução (morfosedimentologia);*
- *Determinação dos processos responsáveis por transformações passadas e atuais do relevo, sucedido da medida e da explicação dos sentido, da velocidade e das consequências de suas ações (morfodinâmica);*

- *evolução das dimensões das formas do ponto de vista de seu entrave de seu rendimento entre o espaço (morfometria).*

Nessa mesma linha de pensamento, Tricart (1965, *apud* Rodrigues, 1997) desenvolve as concepções lógicas e relações entre a geomorfologia e as outras disciplinas que estudam o meio físico, destacando a transição do nível descritivo para o explicativo dos estudos geomorfológicos. Dessa forma, estabelece a progressiva complexidade e interdependência das funções descritas acima, quando coloca que a “geomorfologia, como outras ciências naturais, parte da descrição de uma categoria de fatos observáveis, apreendidos pelo senso comum, para lhes fornecer uma explicação racional” (Rodrigues, *op cit.*).

O caráter explicativo da ciência geomorfológica é demonstrado pelo desenvolvimento desse campo de estudo ao longo do século XX, período que ganha notoriedade como disciplina científica e expansão dos campos de abordagem, métodos e técnicas. De fato, isso é marcado pela interdisciplinariedade e acompanhado de progressos em outros campos científicos (Rodrigues, 1997).

Um breve resgate histórico se demonstra importante para a compreensão dessa passagem, amplamente abordado em outras obras (Joly, 1977; Hart, 1986; Gregory, 1992; Rodrigues, 1997).

Quanto ao surgimento da ciência geomorfológica, é atribuído a Willian Morris Davis a criação de um corpo doutrinas e princípios lógicos e simples relacionados ao estudo das formas de relevo. Com isso, obteve o mérito de desvincular a Geomorfologia da Geologia Clássica, grande influência teórica e número de adeptos (Joly, 1997). Seu modelo, denominado *ciclos de erosão*, recorria a uma noção evolucionista que, conforme Rodrigues (1997), representa a origem da abordagem histórica em geomorfologia.

Essa teoria, embora amplamente difundida, recebeu inúmeras críticas decorrentes de seu caráter catastrofista, princípios pouco ligados a realidade e vocabulário antropomórfico (Rodrigues, *op. cit.*).

O embate mais decisivo para essa teoria, e até mesmo propriamente para o campo da Geomorfologia, foi com o desenvolvimento da geomorfologia climática, da geomorfologia de

processos e desenvolvimento de novas técnicas de pesquisa, sobretudo após a Segunda Guerra Mundial. Esse debate amplia os horizontes de pesquisa e pluralidade de abordagens que se seguiram, devido aos princípios introduzidos pela escola alemã e reconhecimento das insuficiências da teoria davisiana (Joly, 1977; Rodrigues, 1997).

Foi a partir dessa época que também cresce a produção de estudos baseados na quantificação e no desenvolvimento de técnicas de análise, com a proposição de modelos (conceituais, morfológicos, etc) técnicas de levantamento cartográficas, sensoriamento remoto e de campo, técnicas para avaliação de dados estatísticos e dados de campo (Rodrigues, 1997).

Esse processo demarca a mudança de uma Geomorfologia discursiva para explicativa, onde os campos de abordagem se estendem da geomorfologia climática à geomorfologia de processos e experimental (de vertentes, costeira, fluvial), à geomorfologia teórica, à geomorfologia do quaternário, à geomorfologia aplicada, à cartografia geomorfológica e à geomorfologia estrutural, entre outras (Rodrigues, op. cit., pg. 48).

O crescimento da abordagem dos processos e da dinâmica de evolução do relevo acompanhada do desenvolvimento teórico-metodológico também foi incrementado pelo estudo de propriedades dos materiais (solo e rocha) e da relação entre pedogênese e morfogênese (Tricart, 1965, *apud* Rodrigues, 1997).

A partir da década de 1980 representa-se a consolidação da Geomorfologia como área que estuda as formas, processos e materiais da superfície terrestre, como é demonstrada em Hart (1986). Em sua obra, denominada *Geomorphology, Pure and Applied*, o autor destaca o quadro geral de atuação da pesquisa geomorfológica, tratada em conjunto como:

- o estudo das *formas*, concebido como *as dimensões físicas de uma superfície ou área do relevo*, ou seja, *seu tamanho e forma* (op. cit., pg. 81). O autor destaca ainda que o reconhecimento da forma é a essência do conhecimento geomorfológico, por suas dimensões possibilitarem a investigação de suas relações;

- o estudo dos *processos*, que possibilita à geomorfologia o caráter explicativo, englobando fatores de ordem climática, biológica e da pedogênese. É desse campo que surgem teorias

importantes como a do equilíbrio dinâmico de Hack (1960), e a consideração da magnitude e frequência nos processos geomorfológicos com Wolman e Miller (1960);

- e o estudo dos materiais superficiais e suas propriedades como composição, fases da matéria, papel da energia no comportamento dos materiais (Whalley, 1976 *apud* Rodrigues, *op cit.*, pg, 59), que interagem com outros temas como a relação das rochas com o relevo, o clima, as características da vertente, os processos superficiais, os solos e a geomorfologia aplicada.

3.1.2 – Considerações sobre o estudo das interferências antrópicas no meio físico urbano.

O desenvolvimento teórico-metodológico da Geomorfologia, conforme descrito acima, ampliou os campos de estudo relacionados à análise das morfologias e sua caracterização enquanto processos, formas e materiais. Contudo, como aponta Rodrigues (1997), a consideração do agente antrópico na Geomorfologia e na Geografia Física tem sido considerada como tardia.

Conforme Gregory (1992), até a década de 1960 o significado da atividade humana não despertava o interesse dos geógrafos físicos que, pelo contrário, optavam pelo estudo de mudanças ambientais antes do homem, para buscar conhecer processos não modificados por ele ou, quando muito incluir o homem como elemento secundário ou apêndice.

Contudo, o mesmo autor aponta que a crescente preocupação, a partir da década de 1960, com o agente antrópico repousou na necessidade de estudo da antropogeomorfologia para suprir a carência dos temas abordados:

- 1) relação entre as atividades humanas e os fenômenos naturais;
- 2) na crescente ênfase no estudo de processos de abordavam a magnitude e frequência da ação humana;
- 3) na consideração dos aspectos sócio-econômicos no impacto sobre recursos hídricos e;
- 4) na crescente preocupação com o meio ambiente.

Dessa forma, Rodrigues (1997) aponta que “a consideração do antrópico é essencialmente interdisciplinar e pode envolver os recursos da abordagem sistêmica. Envolve sobremaneira a

questão da escala temporal, a noção de magnitude e frequência, noção de limiares, assim como processos e sistemas geomorfológicos.”

Representa, de certa forma, a necessidade de evolução que tomou o pensamento geomorfológico ao longo do século XX, embora estudos anteriores já ressaltassem a influência do homem no meio físico (Gregory [1992] apresenta a obra de Marsh – *Man and Nature or Physical Geography as modified by human action* – de 1864 como o primeiro marco dessa abordagem, e o livro *Man as a Geological Agent*, publicada por Sherlock em 1922).

A abordagem do antrópico recebeu tratamento mais aprofundado com a obra de Nir (1982) – *Man, a geomorphological agent: a introduction to anthropic geomorfology* – onde estabelece um quadro de estudo ressaltando a importância da utilização da abordagem sistêmica, do equilíbrio dinâmico, da variação de escalas de análise com base nos aspectos morfoclimáticos.

Conforme Rodrigues (*op. cit.*, pg. 113), a obra de Nir traz um painel exemplar do que vinha sendo desenvolvido nessa linha e aborda as interferências antrópicas como “modalidades de intervenção”, sendo como modalidade básica o desmatamento.

Um dos tópicos mais discutidos foi o da Urbanização, onde apresenta os principais trabalhos que analisavam a erosão e sedimentação em ambientes urbanos, utilizando-se de recursos da hidrologia e da geomorfologia (Rodrigues, *op. cit.*, pg. 118). Aponta a necessidade de discriminar a sequência de estágios de intervenção antrópica nesses ambientes como também o reconhecimento do estágio pré-urbano.

Nessa linha, Lima (1990) aponta que a leitura geomorfológica do urbano não se limita a dimensionar e entender a intervenção urbana no que se refere aos processos, materiais e formas, mas também reconhecer várias modalidades de intervenção urbana e situações de instabilidade a elas associadas.

Um fator para essa abordagem seria utilização de grandes escalas, com o intuito de uma melhor discriminação dessas modalidades, referentes aos processos fluviais e de vertente representados pelo 8º e 9º táxon de Tricart e Cailleux (Rodrigues, *op. cit.*, pg. 117).

As considerações de Nir (1982) sobre uma ciência que reconheça as atividades humanas como intervenções no meio físico fizeram com que o mesmo denominasse “Antropogeomorfologia” essa abordagem.

Destaca-se no presente estudo a consideração do estudo de reconhecimento de interferências antrópicas nas morfologias dos sistemas hidrogeomorfológicos pela temporalidade dessas intervenções, ou *perturbações*, como são denominadas por Toy e Hadley (1987, *apud* Rodrigues, *op. cit.*). Os autores apresentam para isso as seguintes fases de intervenção principais e contínuas:

- Pré-perturbação, referente a um estágio de anterior ou menos incisivo da interferência;
- Perturbação Ativa, referente à maior atividade de intervenção;
- Pós-perturbação, referente ao estágio com processos variados sob alguma forma de controle, e ambiente modificado consolidado.

O reconhecimento das morfologias urbanas do período de perturbação ativa e pós-perturbação pelo efeito da ação antrópica no relevo são realizados conforme orientações descritas em Rodrigues (1999, 2004, *apud* Rodrigues, 2005, pg. 102):

- “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 escalas espaço-temporais diversas e complementares;*
- e) empregar e investigar as possibilidades 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.”

São empregados, dessa forma, elementos de representação gráfica e cartográfica, e a atribuição de terminologias, conceitos, taxonomia e categorias de análise que permitem a definição da ação humana como fenômeno físico. Nessa perspectiva analítica, considera-se o Homem como agente geomorfológico, compreendendo a urbanização como processo geomorfológico.

Para a representação cartográfica utilizam-se ferramentas provenientes da Cartografia Geomorfológica Retrospectiva e Evolutiva (Rodrigues, 1990, 1997, 2004), sistematizada e viabilizada pelas técnicas tradicionais da cartografia geomorfológica de detalhe, utilizando-se sequências temporais de aerolevantamentos e outros fontes, como materiais iconográficos e entrevistas com moradores antigos (Rodrigues, 2004, pg, 95).

Os procedimentos para essa cartografia retrospectiva propõem a reconstituição de situações *pré-intervenção* ou *pré-anthropogênica* e comparação com as sucessivas fases de interferências antrópicas. Nesse sentido, identificam-se os graduais estágios de derivação antrópica para proposição de tipologias de intervenção. Essa identificação permite o dimensionamento das modificações pela avaliação da magnitude dos impactos das interferências e seleção de variáveis importantes para a detonação de processos indesejáveis (Rodrigues, *op cit.*, pg. 95) apresentando graus de perturbação no meio físico.

A parte da metodologia que propõe a identificação de intervenções urbanas nos sistemas hidromorfológicos foi utilizada nessa pesquisa, em uma abordagem histórica e geomorfológica, para a bacia hidrográfica do Rio Verde, na zona Leste do município de São Paulo.

A unidade bacia hidrográfica é entendida como um sistema aberto, constituído por subsistemas (conjuntos interfluviais e vertentes, planícies e canais fluviais), onde o equilíbrio

dinâmico depende do ajuste entre materiais, formas e processos (Moroz-Caccia Gouveia, 2010, *apud*. Claro, 2013).

Ocorrem nesse tipo de superfície trocas contínuas de matérias e energia com sistemas adjacentes, podem ser subdivididas em ordens taxonômicas e são delimitada pela linha interfluvial, que acompanha os setores superiores da topografia (Zavoianu, 1985).

3.2 – Recursos e procedimentos técnicos

Os procedimentos técnicos nesse estudo consistem no levantamento e sistematização dos dados cartográficos referentes à área da bacia hidrográfica do Rio Verde para os períodos de intervenção da fase de pré-perturbação e pós-perturbação. Têm como finalidade abranger a proposta de identificação de graus de interferências e mudanças nessa bacia.

A leitura e interpretação de mapas, cartas topográficas, fotografias aéreas e imagens de satélite, permitiram a reconstituição da morfologia original para depois a sequência de mudanças. Dessa forma, foram adotados procedimentos cartográficos provenientes da cartografia geomorfológica de detalhe, que permitiram o reconhecimento de unidades geomorfológicas e suas mudanças na morfologia original, e dimensionamento dos padrões de interferência na morfologia antropogênica.

Foram obtidas e utilizadas as bases aerofotográficas, cartográficas e de sensoriamento remoto descritas no quadro 1 apresentado a seguir:

Levantamentos Cartográficos	Escala	Empresa	Ano	Local de Aquisição
SARA	1:5000	Sara Brazil S/A	1930	Prefeitura do Município de São Paulo
GEGRAN	1:10000	Emplasa	1982	Emplasa S/A
MDC - Mapa Digital da Cidade	1:1000	Prefeitura de São Paulo	2007	Prefeitura do Município de São Paulo
Fotografias Aéreas	Escala	Empresa	Ano	Local de Aquisição
Consórcio Vasp-	1:25000	Prefeitura de São	1962	AFA - Acervo de Fotografias Aéreas –

Cruzeiro do sul		Paulo		DG/FFLCH/USP
Multispectral	1:15000	Prefeitura de São Paulo	2001	IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas
Dados Digitais	Escala	Empresa	Ano	Local de Aquisição
Ortofotos MDC	1:25000	Prefeitura de São Paulo	2007	Prefeitura do Município de São Paulo
Arquivos em formato .SHP	1:25000	Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica	2012	http://www.aguaspluviais.inf.br/mapas.aspx?id=1

Quadro 1- Dados cartográficos levantados por período. Organizado por Icaro: Almeida.

Os levantamentos adquiridos permitem o recorte espaço-temporal da análise para as seguintes etapas:

- o tratamento para o reconhecimento das interferências e modificações nos diferentes estágios, com análise do padrão morfológico e tipos de intervenções;
- elaboração dos mapas de morfologia original e morfologia antropogênica para reconhecimento dos estágios de perturbação.

Foram utilizados procedimentos de estereoscopia para restituição cartográfica das fotografias aéreas obtidas. A restituição é feita por pares estereoscópicos das aerofotos pela união dos pontos conjugados nas mesmas. Esse procedimento permite a visualização da imagem em três dimensões, utilizada na demarcação das feições para os mapas de morfologia original e morfologia antropogênica.

O *software* utilizado para a confecção dos mapas foi o ArcGis 10.0. As bases cartográficas foram georreferenciadas na projeção UTM – *Universal Transversa de Mercator*, com Datum SAD 69, na Zona 23S.

3.2.1 - Procedimentos cartográficos

3.2.1.1 - *Identificando os setores de vertentes e feições fluviais da morfologia original*

De início, para a identificação da morfologia original representação da fase pré-intervenção, foram reunidos o mapeamento da cidade de São Paulo realizado pela empresa italiana SARA BRAZIL em 1930, das folhas 42, 56 e 70 que recobre a área da bacia hidrográfica do Rio Verde e o levantamento aerofotogramétrico do Consórcio VASP – Cruzeiro do Sul (1962), com as aerofotos 4318, 4319, 4320 e 4338.

Por meio destes documentos, foram representadas as mudanças e rupturas de declividade da morfologia original. Para isso, foi adotada a proposta de legenda de Savigear (1965), aprimorada em Lima (1990) e Rodrigues (1997).

De acordo com Aranha (2011, pg. 41), a proposta de Savigear é baseada “*na idéia de que a superfície é constituída por planos interseccionados em côncavos e convexos, angular ou curvo e discontinuidades*”. Dessa forma, “*uma discontinuidade angular foi definida como uma ruptura de vertente e uma discontinuidade curva como uma mudança de vertente*”.

De acordo com Cooke & Doornkamp (*apud* Aranha, *op cit.*, pg. 41), a importância dessa representação está na construção do mapa pelo registro dos “*tipos de junção entre tipos de vertentes de diferentes declividades e direção de inclinação*”.

A técnica é utilizada para mapeamentos de média e grande escala, possibilitando o levantamento de dados relacionados à declividade, correlação com dados geológicos e pedológicos e obter indicadores do comportamento hidrodinâmico (Coltrinari, 1992 *apud* Aranha, 2011, pg. 42).

Além disso, possibilita a criação de legendas simples e permite “a utilização de simbologias em função da necessidade de observadas durante o mapeamento (Soares, 2007 *apud* Aranha, 2011).

Com as cópias das plantas da SARA BRAZIL, utilizando-se a divisão por curvas de nível, foram demarcados os elementos da morfologia como topos de morro (figura 1), nichos de

nascente (figura 2), planície fluvial e a rede hidrográfica (figura 3), como também as superfícies de mudança e ruptura de declividade no reconhecimento dos setores da vertente (superior, médio e inferior).

No primeiro caso, são localizados os topos, áreas altas e colos pelas curvas de maior valor altimétrico, observando se a distribuição das curvas propõe uma mudança ou ruptura de declividade. Foram anotadas as que estão mais próximas do terço superior, indicando uma provável mudança ou ruptura. A partir dessa demarcação, vertente acima, são demarcadas todas as formas que se incluem na geometria plana, plano-convexa e retilínea.

Prosseguindo com o mesmo procedimento, são demarcados os nichos de nascente, representados na carta por curvas de nível côncavas próximas às áreas do terço superior, e traçando sua delimitação conforme a curvatura das curvas de nível, que ganham caráter de retilinidade ou convexidade. Para as áreas de planícies fluviais foi considerada a primeira curva de nível depois do traçado do canal fluvial e hachurando sua área no mapa.



Figura 7 - Fragmentoda Carta SARA BRAZIL representandos os nichos de nascente



Figura 8- Fragmento da Carta SARA BRAZIL representados os topos de morro

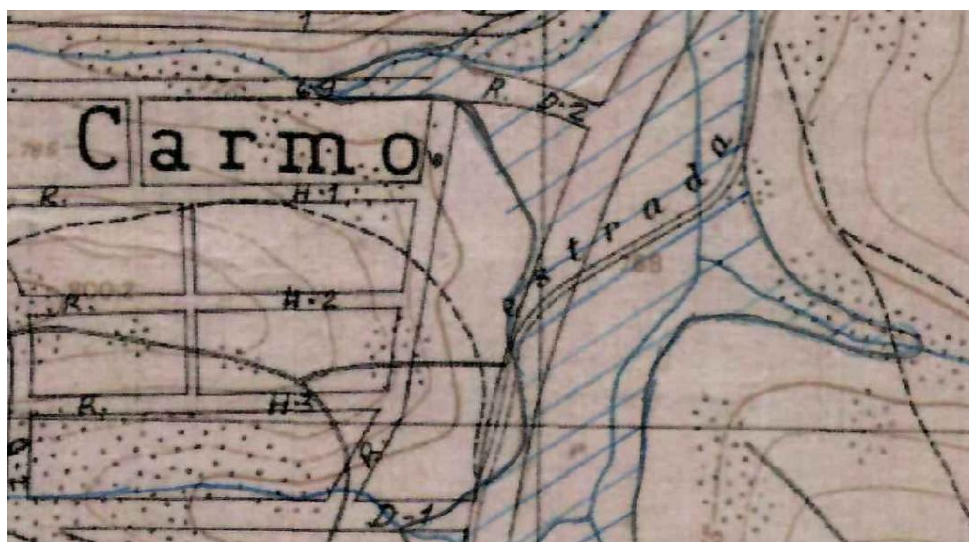


Figura 6- Fragmentos da carta SARA BRAZIL representado a área de planície fluvial e canais fluviais demarcados

As fotografias aéreas de 1962 foram utilizadas como “corretores” para a delimitação mais precisa das feições morfológicas e mudanças ou rupturas de declividade observadas neste mapeamento antigo. As aerofotos não permitiram reconhecimento completo das morfologias pois o levantamento aerofotográfico obtido não recobria toda a área da bacia hidrográfica do Rio Verde e algumas áreas nas aerofotos não permitiam uma visualização precisa das morfologias.

Foi utilizada a técnica de estereoscopia e demarcação em *overlay* de elementos da morfologia e setores da vertente. Nesse sentido, foi realizado o processo de restituição

cartográfica, utilizando o equipamento estereoscópio de bolso, que proporciona o exagero das proporções verticais e visualização da imagem em três dimensões na sequência de pares estereoscópicos.

Após esse procedimento, nos mapas da Carta SARA BRASIL (fragmentos apresentados nas figuras 4, 5, e 6), foram anotados os limites interfluviais da bacia hidrográfica, as morfologias reconhecidas pela demarcação das curvas de nível e a rede hidrográfica. As cartas foram digitalizadas e georreferenciadas na escala de 1:25000, recobrando a área total da bacia, servindo como *overlay* para a elaboração do mapa de morfologia original. A redução foi aspecto importante, pois possibilitou ensaios mais precisos entre os mapas da SARA BRASIL e as aerofotos de 1962, estas em escala de 1:25000.

3.2.1.2 – Procedimentos para a identificação de intervenções na morfologia antropogênica

Para os procedimentos para a elaboração do mapa de morfologia antropogênica foram primeiramente utilizados os dados georreferenciados em formato *shape* do Plano de Manejo de Águas Pluviais de São Paulo (PMAPSP, 2012), na projeção UTM e Datum SAD 69. Os dados mais utilizados foram: curvas de nível, com equidistância de 5 metros, áreas das bacias hidrográficas principais e canais fluviais.

Conforme o PMAPSP, a elaboração dos dados foi baseada nas ortofotos do Mapa Digital da Cidade (MDC), desenvolvido pela Prefeitura do Município São Paulo, por restituição cartográfica.

O arquivo é formado por uma mosaico de imagens georreferenciadas na escala de 1:25000 recobrando todo o município de São Paulo. Foram selecionadas as imagens que recobrem a bacia hidrográfica do Rio Verde.

As aerofotos do levantamento realizado pela empresa Multispectral, em 2001, a serviço da Prefeitura de São Paulo, serviram como base de correção dos ensaios da restituição da morfologia antropogênica. Estas foram utilizadas para definir a fotoleitura e identificação de unidades espaciais homogêneas, elementos para o mapeamento do uso e ocupação do solo urbano e os padrões de intervenção identificados. Os documentos aerofotográficos estão na escala de

1:15000, o que também facilitou a identificação dos elementos da morfologia urbana, sendo reduzidos e demarcados nos arquivos digitais do MDC e do PMAPSP.



Figura 7 - fragmento da ortofoto do MDC com os vetores de rios dos arquivos do Plano de Manejo de Águas Pluviais de São Paulo (em azul), curvas de nível (em marrom) e arruamento (em preto)

O primeiro procedimento realizado para o reconhecimento da morfologia antropogênica consiste na fotoleitura e identificação das aerofotos do levantamento de 2001. Com os procedimentos de estereoscopia, são delimitadas áreas que apresentam características visuais semelhantes nas aerofotos. Essas características são definidas pelos atributos de cor, textura e estrutura dos elementos das aerofotos.

Esse procedimento agrupou os elementos definidos pelos atributos da seguinte forma:

- Cor:
 - para áreas de densa concentração de construções médias e pequenas, foram utilizadas cores quentes. Grandes construções foram diferenciadas das demais pela verificação na estereoscopia. Áreas expostas foram diferenciadas por cores claras, e áreas verdes por tonalidades de verde.
- Textura:

- Para cada cor, foi atribuída as denominações “lisa” ou “rugosa” para identificar a disposição dos elementos da imagem. Áreas consideradas lisas representam padrão uniforme dos elementos, e áreas rugosas apresentam objetos diferenciados em suas estruturas.

O segundo procedimento refere-se a identificação dos tipos de uso e ocupação do solo urbano, com características do uso funcional e físico. É novamente realizado a técnica de estereoscopia e interpretados os elementos da imagem.

Os tipos de de uso foram apresentados em dois aspectos. O primeiro é relacionado ao uso físico, correspondendo aos padrões de construções ou áreas sem construções. O segundo aspecto consiste no uso funcional da ocupação urbana, definindo os tipos de uso, ou seja, o padrão de ocupação. Corresponde ao tipo clássico de representação dos tipos de ocupação, com a interpretação dos elementos apresentados nas imagens.

Esses aspectos foram relacionados conforme a interpretação dos elementos representados na aerofotos. Nesse sentido, é interpretada a definição desses elementos, ou seja, o que eles são em superfície, e o porte ou dimensão dos objetos de áreas construídas e áreas não construídas.

Dessa forma, foram representados da seguinte maneira:

- Uso físico:
 - Porte e dimensão das edificações;
 - Áreas sem edificações ou áreas com vegetação significativa;
- Uso funcional:
 - Tipos de edificações: residencial, galpões e prédios, indústrias.
 - Equipamentos urbanos: parque, estacionamento, escola, via férrea, estradas.
 - Áreas não construídas ou com presença de vegetação significativa.
 - Áreas de solo exposto ou remoção da camada superficial do solo.

Por último, baseado nas informações dos mapeamentos sobre a leitura e identificação das aerofotos, e a interpretação desses elementos no mapa de uso e ocupação física e funcional do solo, é elaborado o mapa sobre as tipologias de intervenção. Essas tipologias consideram os padrões físicos de ocupação e seus impactos sobre o equilíbrio dos processos dinâmicos na superfície.

A identificação das tipologias de intervenção permitem a definição de graus de perturbação antrópicas, e suas caracterizações serão discutidas na sessão de resultados e análises.

4. Resultados e Análises

4.1 - Morfologia Original

De acordo com Rodrigues (2005), morfologia original compreende as morfologias cujos atributos como extensão, declividades, rupturas e mudanças de declividade não sofreram modificações significativas por intervenção antrópica. Para isso, as dimensões métricas e distribuição dos materiais nesse contexto são pouco alteradas. Os parâmetros utilizados para identificação das morfologias foram: declividade, geometria dos setores de vertentes, rupturas e mudanças originais.

A técnica utilizada para a identificação de mudanças e rupturas de declividade da cartografia geomorfológica foi baseada na proposta desenvolvida em Savigear (1965), adaptada e aprimorada por Rodrigues (1990, 1997, 2004, 2005, 2010).

Nessa separação entre as mudanças localizadas no subsistema vertente e planície fluvial foram feitas por cores. Adotando a proposta apresentada em Rodrigues (1990, 2005), as áreas de mudança ou rupturas em vertentes possuem tonalidades de laranja e marrom, e as mesmas em planícies fluviais possuem tonalidades de verde. As unidades geomorfológicas de nichos de nascentes, topos e patamares superiores e a planície fluvial são apresentadas em área, correspondendo às feições identificadas pela restituição das fotografias aéreas e leitura das cartas do SARA BRAZIL. As unidades são apresentadas da seguinte maneira:

- polígonos são hachurados para demarcarem uma feição morfológica;
- linhas com flechas abertas indicam planos de mudança côncava de declividade;

- linhas com flechas fechadas indicam planos de mudança convexa. Tanto estas quanto as de flechas abertas indicam as divisões de setores das vertentes;
- tracejado com pequenas linhas paralelas representam uma provável mudança entre o subsistema vertente e o de planície fluvial;
- traço cheio com pequenas linhas paralelas representa uma definida mudança entre o subsistema vertente e o de planície fluvial.

Com esses procedimentos, é apresentado o mapa de morfologia original com as feições morfológicas reconhecidas do mapeamento de 1930 e testadas nas fotografias aéreas de 1962:

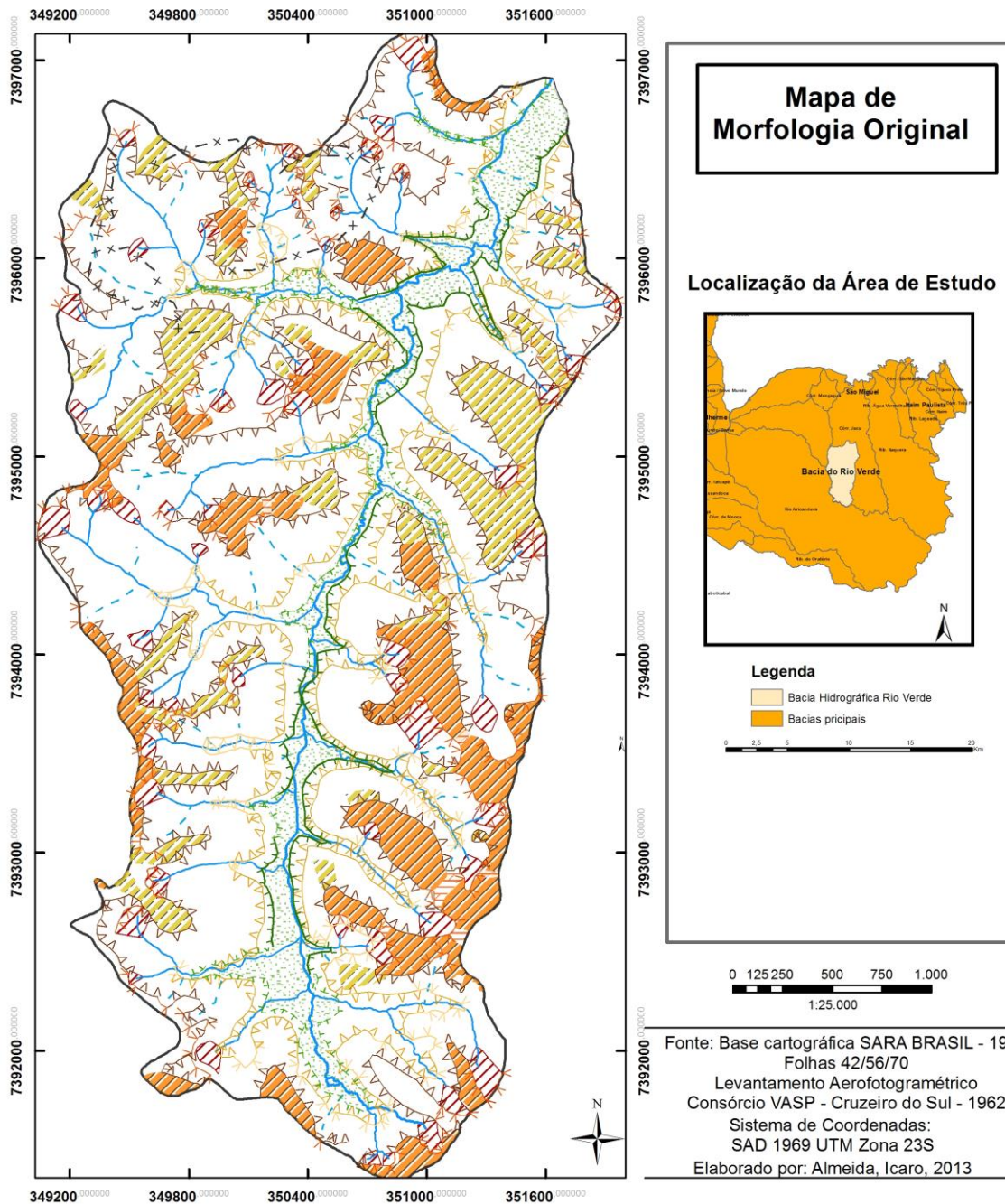


Figura 8- Morfologia original da bacia do Rio Verde

4.1.1 - Caracterização da Morfologia Original da Bacia Hidrográfica do Rio Verde

4.1.2 – Descrição das morfologias originais identificadas

Subsistema Vertente

Setor Superior

- Topos e setores convexos e plano-convexos de alta vertente

A caracterização dessa unidade morfológica foi dividida da seguinte maneira:

- a) Na área a leste da bacia hidrográfica, à direita da planície fluvial do Rio Verde verifica-se o predomínio de topos amplos e aplainados, com níveis altimétricos entre 760 e 805 metros (Figura 11). Analisando o conjunto de topos, representam cerca de 80% desse tipo de feição e apresentam moderada a baixa declividade.

Os limites dessa morfologia são caracterizados pelo predomínio de mudanças convexas com o terço médio-inferior e mudanças côncavas de declividade com os nichos de nascente. Estão localizadas em áreas de embasamento sedimentar, nas quais os processos denudacionais elaboram topos maiores e menos dissecados.

Essa morfologia permite equilíbrio entre a infiltração e escoamento superficial, tendência à infiltração do fluxo hídrico em características originais e, conseqüentemente, tendência aos processos de pedogênese.

- b) Na área ao sul e a oeste da bacia até sua foz no Rio Jacu, são apresentados topos mais estreitos (Figura 12) e de declividades maiores, com altimetrias entre 790 e 840 metros. Sua divisão com os setores médios-inferiores da vertente é representado por mudanças convexas e, com nichos de nascente, mudanças côncavas. Apresenta em alguns trechos planos de ruptura de declividade devido a intervenções antrópicas.

Esses topos estão localizados nas áreas de embasamento Pré-Cambriano, de topos mais dissecados e estreitos de maior declividade. Possibilita a tendência ao escoamento superficial difuso e concentrado, prevalecendo os processos de morfogênese.

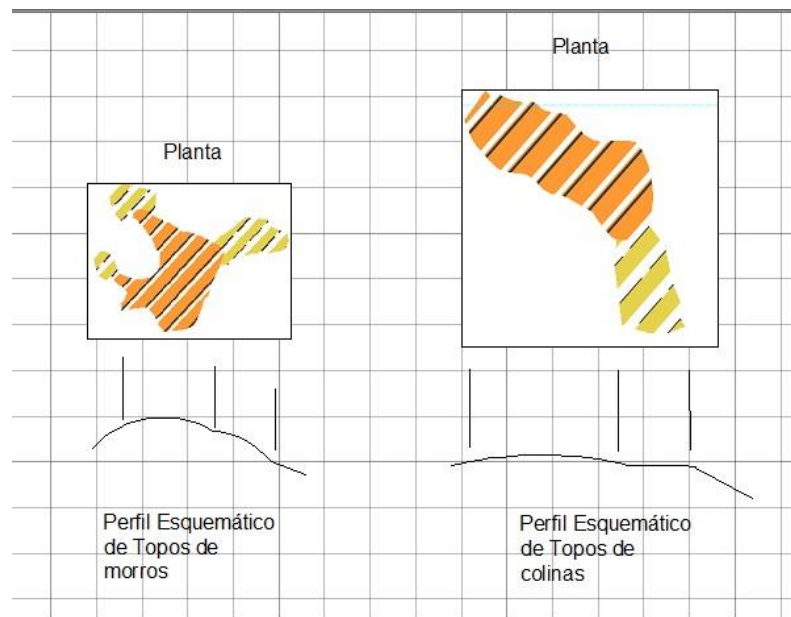


Figura 9 - Planta e Perfil esquemáticos de topos de colinas e morros e elementos convexos e plano-convexos de alta vertente.

- Mudanças Côncavas e Convexas

Adotadas de acordo com a metodologia proposta por Savigear (1965), e adaptada e aprimorada por Rodrigues (1990, 1997), representam planos de mudança de declividade identificadas em planta.

As concavidades são localizadas na divisão entre topos e elementos convexos com os nichos de nascente, no setor superior da vertente, e entre a média e baixa vertente. São demarcadas por traçado laranja com setas abertas. As convexidades são identificadas na divisão entre o terço superior e o médio inferior das vertentes e em alguns casos, entre a média e baixa vertente. Essas são demarcadas por traço marrom com flexas fechadas (figura 14).

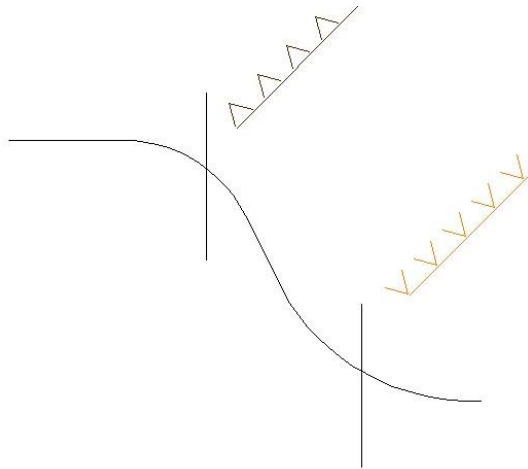


Figura 10- Reconhecimento das mudanças de traçado em planta e perfil

- Nichos de Nascente

Representam feições côncavas relacionadas dos anfiteatros de nascente da rede de drenagem, com distribuição generalizada na bacia hidrográfica do Rio Verde (Figura 15). São delimitadas por planos de mudança côncava de declividade com os topos e elementos convexos de alta vertente. Apresentam-se menos entalhados nas áreas de embasamento sedimentar (área a leste da bacia hidrográfica), e mais estritos e entalhados quando o embasamento é Pré-Cambriano. Apresentam tendência a convergência e escoamento do fluxo hídrico concentrado e processos relacionados à morfogênese, como o entalhe de vertentes.

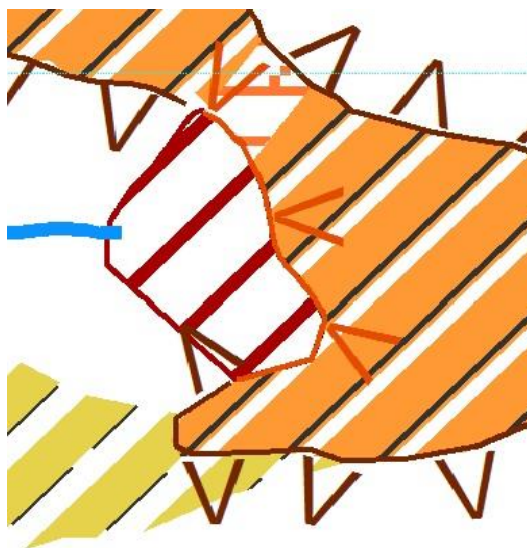


Figura 11- Caracterização em planta dos nichos de nascente, com as delimitações de concavidade com o terço superior da vertente

Setor Médio-Inferior

Essa unidade consiste no intervalo entre as feições que representam mudanças de declividade do terço superior da vertente e a divisão do subsistema vertente e planície (Figura 13).

De maneira geral, apresentam tendência ao escoamento superficial difuso e concentrado em direção às planícies fluviais e são áreas com predomínio de processos de morfogênese, como enxurradas, deslizamentos e entalhe fluvial, que condicionam suas extensões e declividades.

Subsistema Planície Fluvial

Esta unidade morfológica representa os leitos maiores dos canais fluviais em períodos de transbordamento das margens e vazão máxima. São áreas onde os processos fluviais são predominantes, com a sedimentação de material erodido das vertentes em áreas planas pelo escoamento fluvial. Contudo, em certos trechos, há a possibilidade de ocorrência de erosão das margens dos rios.

Esse subsistema abrange praticamente todo o curso fluvial do Rio Verde, com interligação com as planícies fluviais de seus principais tributários. Possui áreas de traçado irregular e

larguras distintas, com baixo desenvolvimento da planície fluvial, inexistência de terraços fluviais e entalhe moderado realizado pelo Rio Verde e seus afluentes, indicando o significativo controle estrutural da litologia.

As maiores larguras estão localizadas em duas áreas: próximo à foz do Rio Verde com o Rio Jacu, entre as cotas 750 e 745 à jusante, e entre as cotas 775 e 800 à montante da bacia e apresenta pontos de estrangulamento da planície fluvial.

Caracterização pela estrutura geológica e dinâmica de processos

Em meados da década de 1930 tinha-se o início de ocupação da bacia com base na verificação das fotografias aéreas e cartas topográficas do levantamento cartográfico realizado para esta pesquisa.

Contudo, esse processo de ocupação se encontrava circunscrito a alguns setores de morros e colinas da bacia, com arruamento incipiente e poucas construções. Nesse sentido, havia baixa interferência antrópica nas morfologias, permitindo o reconhecimento de suas características originais ou bem próximas a essa condição.

Retomando a caracterização geológico-geomorfológica, a bacia hidrográfica do Rio Verde é assentada no conjunto dos embasamentos cristalino do Proterozóico e sedimentar do Cenozóico (Figura X).

O embasamento cristalino é constituído por dois tipos de litologia. O primeiro é representado por morros de rochas graníticas, localizados na área à montante da bacia, prolongando-se por toda parte a oeste da bacia e com limite norte na planície fluvial do córrego Itapeva, afluente da margem esquerda do Rio Verde. Apresenta morros dissecados, com topos estreitos de altitude entre 800 e 830 metros, vertentes de declividade média a acentuada e predomínio de vales entalhados (figura 9).

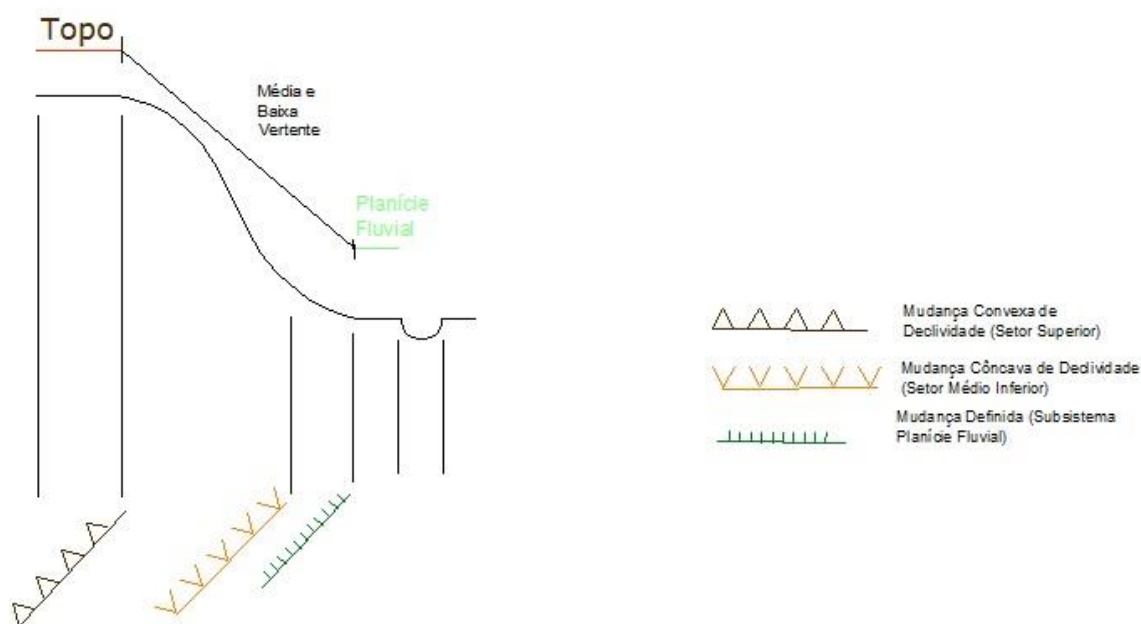


Figura 12 - Perfil de representação das morfologias de embasamento cristalino

O segundo tipo de litologia está no limite norte da bacia, à margem esquerda da planície do Rio Verde. É constituída predominantemente por morros de quartitos e xistos, possuindo morfologias semelhantes das áreas de embasamento granítico. Portanto, apresenta vertentes de maior declividade, predomínio de topos estreitos e vales ecaixados.

O embasamento sedimentar apresenta outros dois tipos de conjunto de litologias. O primeiro é representado por sedimentos aluvionares das planícies aluviais do quaternário, localizadas dessa forma pelo trabalho fluvial erosivo de entalhe das vertentes.

A segunda litologia representa o conjunto de colinas das áreas de sedimentação terciária, localizadas na parte leste da bacia, à direita da planície fluvial do Rio Jacu. Esse embasamento sustenta colinas de declividade média e baixa, topos retilíneos com altimetria entre 760 e 805 metros e baixo entalhe fluvial (Figura 10).

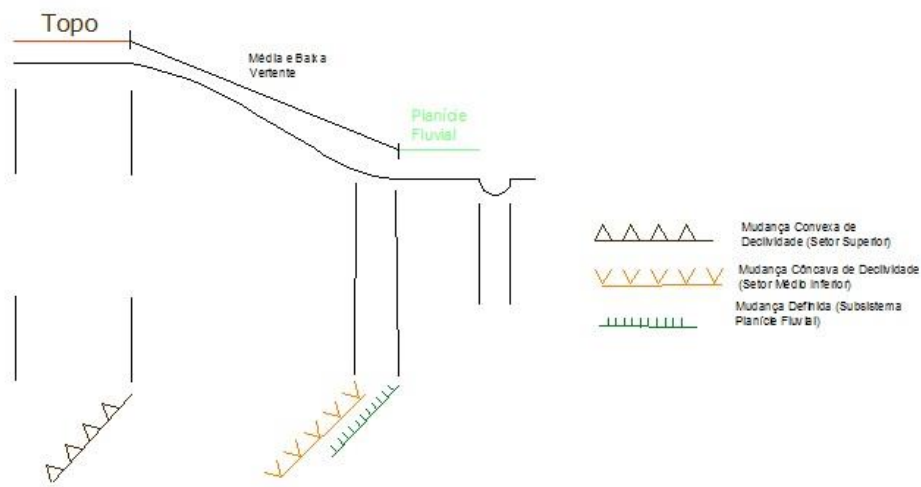


Figura 13 - Perfil de representação das morfologias de embasamento sedimentar

Nota-se que a divisão interfluvial da bacia hidrográfica do Rio Verde com a bacia hidrográfica do Rio Jacu acompanha *grossa modo* os limites do embasamento sedimentar (área da bacia do Rio Verde) e o embasamento cristalino (bacia do Rio Jacu).

Condicionada pela estrutura litológica, o reconhecimento das unidades morfológicas da bacia hidrográfica do Rio Verde permite a análise hidrodinâmica da área.

O conjunto de colinas e morros na bacia indicam o predomínio do escoamento superficial difuso e concentrado, em relação à infiltração, propícios aos processos de morfogênese. A infiltração é predominante em topos e setores superiores aplainados de colinas sedimentares e morros cristalinos e nas áreas de planície fluvial da rede hidrográfica, onde pode ocorrer o equilíbrio entre a morfogênese e a pedogênese ou predomínio desta última.

4.2 – Morfologia Antropogênica

4.2.1 - Mapa de Foto-Leitura e Identificação

De início, de acordo com a metodologia utilizada, a identificação dos graus de perturbação antrópica é realizada com a foto-leitura e identificação de áreas apresentam visualmente características físicas semelhantes nas aerofotos. Essas características representam os atributos cor/tonalidade e textura.

Com base nesses atributos, as divisões reconhecidas permitem as primeiras distinções dos padrões dos objetos pelas características da imagem. Esse procedimento tem a importância de ser a primeira etapa de reconhecimento das intervenções antrópicas. Nesse sentido, para áreas com predomínio de edificações foram utilizadas cores quentes escuras; para áreas verdes e lagos, cores frias; e áreas sem vegetação ou construção, cores claras. A identificação de grandes construções, diferenciadas das demais se deve pela fácil distinção desses tipos pela foto-leitura, demarcadas em cinza.

O atributo textura é utilizado para diferenciar a forma e o arranjo dos objetos na imagem. Dessa forma, áreas com objetos homogêneos foram considerados “lisos”, enquanto áreas onde os objetos possuem padrão de forma e arranjo discerníveis foram considerados “rugosos”.

O mapa de foto-leitura e identificação (figura 16) apresenta o predomínio de áreas construídas na bacia com aproximadamente 85%, onde cerca de 83% apresentam textura “rugosa” e 17% textura lisa.

As áreas verdes representam 15% da bacia hidrográfica, concentradas principalmente à montante do Rio Verde. Desse valor, 7% são áreas verdes lisas, localizadas predominantemente próximas a grandes construções e 8% são rugosas, localizadas à montante da bacia.

Mapa de FotoLeitura e Identificação de unidades homogêneas

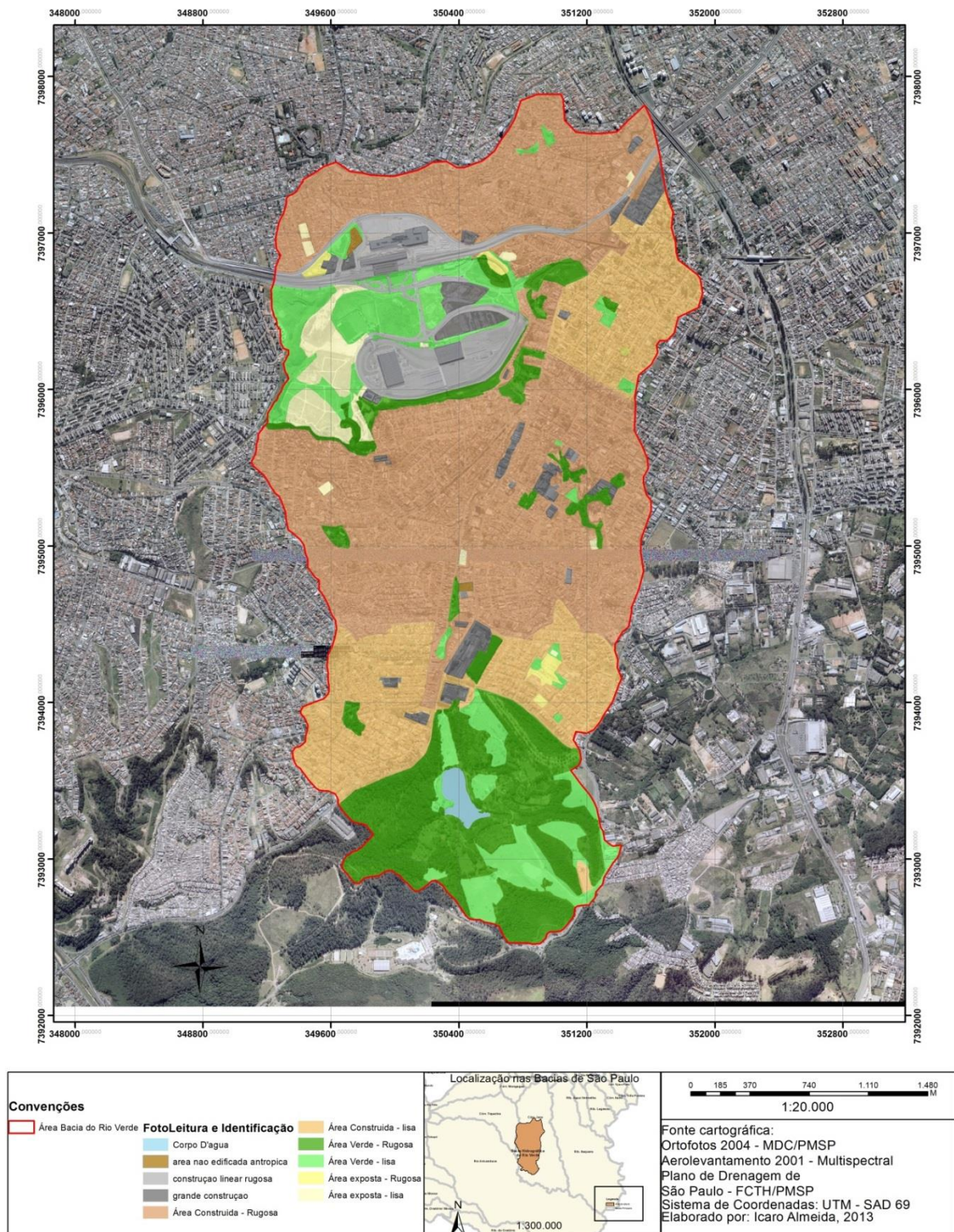


Figura 14 - Mapa de Fotoleitura de unidades homogêneas

4.2.2 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo Físico e Funcional

Com base nas informações do mapeamento de foto-leitura e identificação e procedimentos de restituição cartográfica, é elaborado o mapa de Uso e Ocupação do Solo (Figura 17) para a bacia hidrográfica do Rio Verde no estágio mais atual de ocupação.

Esse mapa apresenta a interpretação das áreas e dos objetos verificados e divididos no processo de foto-leitura. Dessa forma, representa o que são, de fato, essas áreas e objetos, utilizando também os demais atributos de leitura das aerofotos (tamanho, gradação, forma, sombra, localização e padrão), informações retiradas de observações de campo e fotografias do local.

Nesse sentido, a bacia hidrográfica do Rio Verde apresenta forte artificialização, com cerca de 85% de área urbanizada. Os aspectos de uso e ocupação físico e funcional consirados pelo mapeamento foram desenvolvidos da seguinte maneira:

- Uso e Ocupação funcional
 - a) padrão de ocupação predominantemente residencial de alta densidade, identificadas como de médio e baixo padrão de construção. Englobam casas de alvenaria, sobrados e autoconstrução.
 - b) locais de prédios e galpões distribuídos irregularmente na área de estudo, próximos aos fundos de vale e áreas verdes ou não construídas.
 - c) equipamentos urbanos. Destacam-se dois tipos principais: o primeiro é o parque municipal localizado à montante do Rio Verde, concentrando a maior parte das áreas verdes da bacia hidrográfica. O segundo é a área do Metrô e sua linha férrea, localizada a noroeste da bacia, com alta taxa de impermeabilização.
 - d) demais fragmentos de áreas verdes denominadas “mata ciliar/remanescente” de distribuição irregular e campos antrópicos localizados principalmente nas imediações do Metrô.
 - e) áreas de solo exposto, também próximas ao metrô, indicando intensa mobilização de terra.

- Uso e Ocupação física:
 - a) Áreas construídas: englobam pequenas, médias e grandes edificações e equipamentos urbanos de transporte, como estacionamentos, estradas e linhas férreas.
 - b) Áreas sem construções: Consideram áreas de solo exposto, áreas com presença significativa de vegetação, campos e terrenos baldios antrópicos.

O usos e tipos de ocupação são um dos de indicadores das intervenções antrópicas nos períodos de perturbação. Eles permitem a caracterização física dos tipos de intervenção e das morfologias antropogênicas, assim como o comportamento hidrodinâmico por essas intervenções.

Esse comportamento pode indicar dois tipos de alteração: a) o direcionamento dos fluxos hídricos, criando novos pontos de convergência e divergência de fluxo, “com capacidade de potencialização e atenuação dos mesmos” (Claro, 2013) e b) a variação da taxa de impermeabilização realizada pela ocupação.

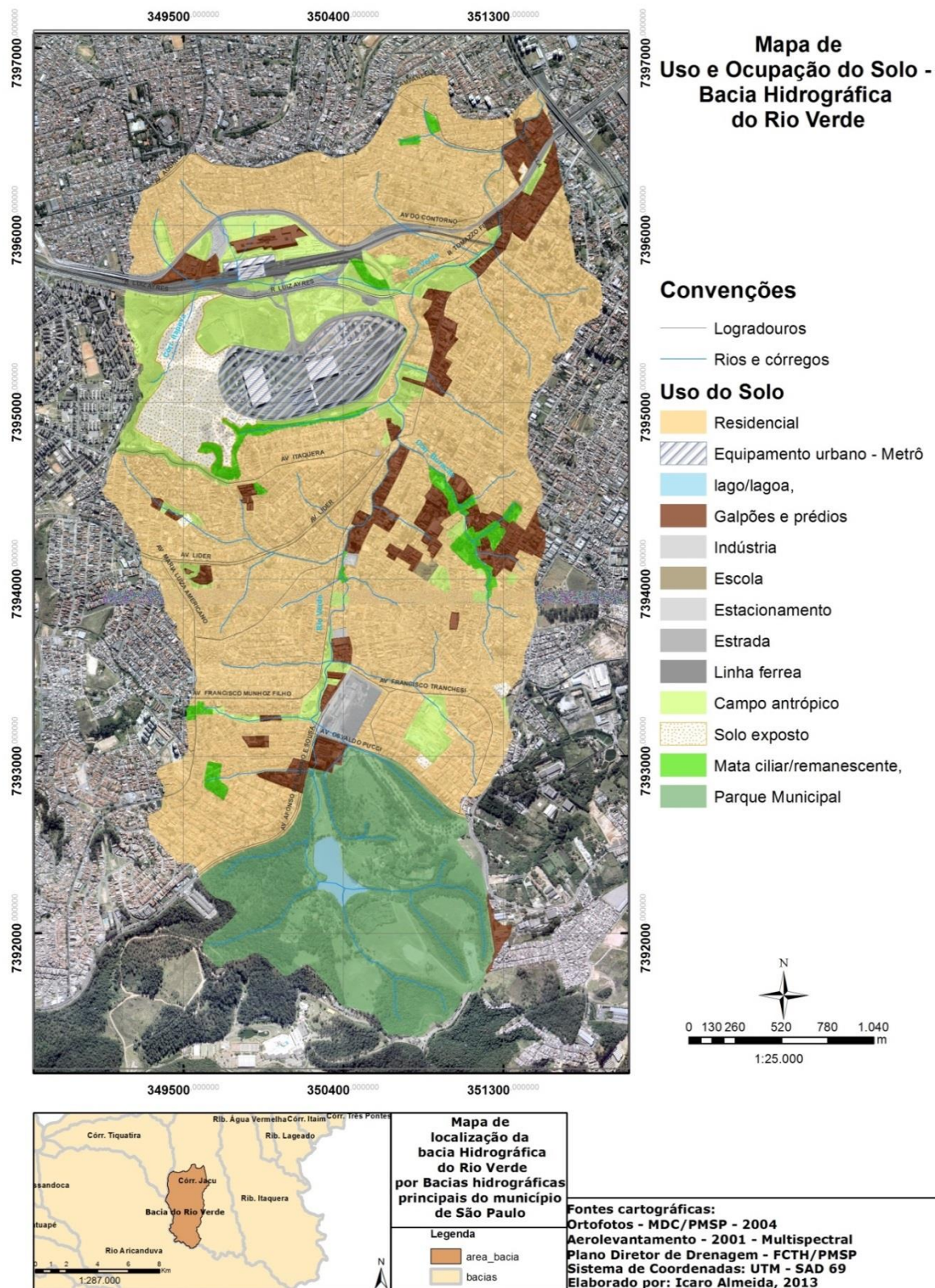


Figura 15 - Mapa de ocupação e uso do solo da bacia hidrográfica do Rio Verde

3.2.3 - Mapa de Morfologia Antropogênica

A elaboração do Mapa de Morfologia Antropogênica (figura 18) seguiu algumas das orientações metodológicas descritas em Rodrigues (1997) e Claro (2013), apresentadas na seção de referenciais teórico-metodológicos deste estudo.

Dessa forma, os procedimentos para a identificação das intervenções urbanas consistiram no conjunto de informações retiradas do mapeamento de uso e ocupação do solo e restituição estereoscópica das aerofotos do sobrevôo de 2001 para a definição de tipologias de intervenção.

Essas tipologias, por sua vez, representam as unidades espaciais de intervenção antrópica e foram definidas conforme os critérios de avaliação e seus respectivos atributos apresentados à seguir:

<i>Crêterios de Avaliação</i>	<i>Atributos</i>
Porte e Densidade de edificações	Médias e grandes
	Médias e pequenas
Padrão e densidade de arruamento	Paralelo
	Diagonal
	Transversal
	Irregular de baixa densidade
Densidade de áreas de verdes	Presença significativa
	Pouca presença ou nenhuma presença
Graus de Perturbação	Baixo
	Moderado
	Elevado
	Muito Elevado

Quadro 2- Crêterios de avaliação para as tipologias de intervenção. Organizado por Icaro Almeida.

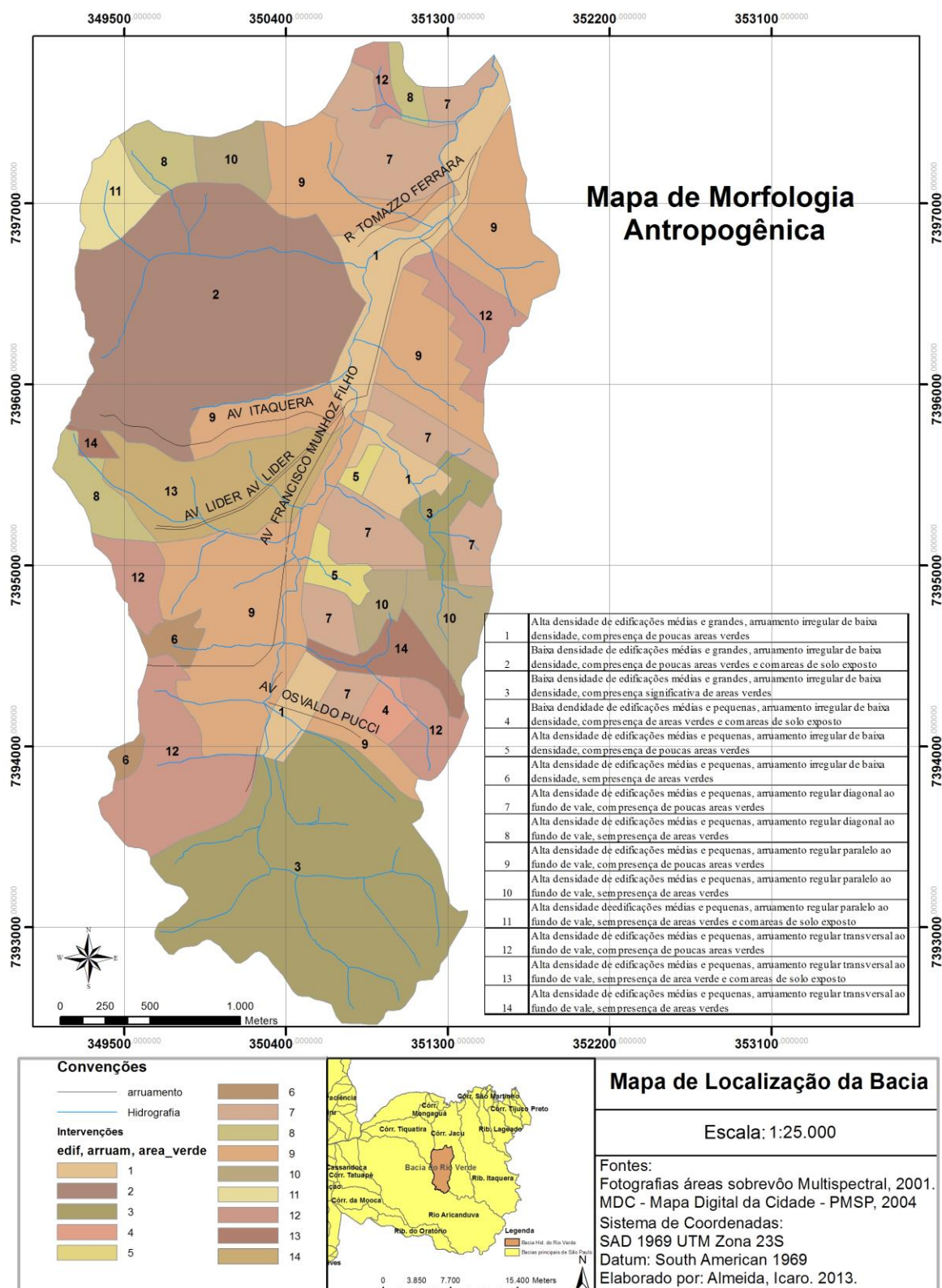


Figura 16 - Mapa de Morfologia Antropogênica com as unidades de intervenção

Adotada a simbologia adaptada de Claro (2013) para a criação da legenda, e com os procedimentos acima descritos, foram identificadas 14 unidades morfológicas de intervenção antrópica apresentadas a seguir (conforme quadro ao lado do mapa):

Número de identificação	Tipologias de Intervenção
1	Alta densidade de edificações médias e grandes, arruamento irregular de baixa densidade, com presença de poucas áreas verdes
2	Baixa densidade de edificações médias e grandes, arruamento irregular de baixa densidade, com presença de poucas áreas verdes e com áreas de solo exposto
3	Baixa densidade de edificações médias e grandes, arruamento irregular de baixa densidade, com presença significativa de áreas verdes
4	Baixa densidade de edificações médias e pequenas, arruamento irregular de baixa densidade, com presença de áreas verdes e com áreas de solo exposto
5	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento irregular de baixa densidade, com presença de poucas áreas verdes
6	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento irregular de baixa densidade, sem presença de áreas verdes
7	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular diagonal ao fundo de vale, com presença de poucas áreas verdes
8	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular diagonal ao fundo de vale, sem presença de áreas verdes
9	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular paralelo ao fundo de vale, com presença de poucas áreas verdes
10	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular paralelo ao fundo de vale, sem presença de áreas verdes
11	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular paralelo ao fundo de vale, sem presença de áreas verdes e com áreas de solo exposto
12	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular transversal ao fundo de vale, com presença de poucas áreas verdes
13	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular transversal ao fundo de vale, sem presença de área verde e com áreas de solo exposto
14	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular transversal ao fundo de vale, sem presença de áreas verdes

Quadro 3- Identificação das tipologias de intervenção para a bacia hidrográfica do Rio Verde. Organizado por Icaro Almeida.

Esse quadro representa a descrição das tipologias de intervenção considerando os critérios de avaliação e seus respectivos atributos apresentados anteriormente. Indicam que para determinada área da bacia hidrográfica apresentada no mapa, tem-se a respectiva tipologia de intervenção.

4.2.3.1 - Análise da Bacia Hidrográfica do Rio Verde pelos critérios de avaliação das tipologias de intervenção.

Conforme apresentados no quadro 2 da página 33, os critérios de avaliação para as tipologias de intervenção são descritos e distribuídos de acordo com a caracterização de seus atributos.

A verificação dos critérios porte e densidade de edificações indicaram o predomínio de alta densidade de construções médias e pequenas na bacia hidrográfica do Rio Verde. Essa está distribuída de maneira uniforme entre os setores da vertente, indicando grande interferência nos processos hidrodinâmicos devido a alta taxa de impermeabilização do solo.

Em contrapartida, o porte de grandes construções acompanha a presença de áreas verdes ou campos antrópicos de dimensões variadas. O mapa mostra a concentração desse tipo à jusante da bacia hidrográfica do Rio Verde, às margens de um dos afluentes, o córrego Buracão, e próximo ao Parque Municipal da Fazenda do Carmo. Nesse sentido, estão predominantemente localizadas em fundos de vale e com baixa densidade de arruamento.

Para os padrões de arruamento, verifica-se que não possuem um condicionamento preferencial em relação aos setores das vertentes e planícies fluviais. Dessa forma, excluindo-se a área do Parque Fazenda do Carmo e do Metrô, é predominante a alta densidade de arruamento distribuída de maneira uniforme pela bacia hidrográfica do Rio Verde

Áreas verdes e campos antrópicos possuem distribuição irregular na bacia hidrográfica. As primeiras estão especialmente localizadas no Parque Municipal e em trechos de mata ciliar remanescentes. Os segundo estão concentrados nas proximidades do Metrô e em menores dimensões, distribuídos entre construções por toda a bacia hidrográfica.

Apresentados dessa forma, calcula-se que cerca de 85% da bacia hidrográfica é fortemente urbanizada. Dessa porcentagem, 95% são áreas residenciais e comerciais com porte médio e pequeno de edificações e os 5% restantes abrangem médias e grandes construções.

As áreas verdes e não construídas representam cerca de 15% da área da bacia, sendo que 8% são áreas com vegetação preservada e os outros 7% são campos e áreas não construídas.

3.2.3.2 - Análise das tipologias de intervenção

As tipologias de intervenção identificadas no mapa da figura 18 e no quadro 3 apresentam uma diversidade de formas de ocupação em relação aos setores das vertentes. Contudo, verifica-se a predominância de áreas com loteamentos médios e pequenos, com alta densidade de arruamento de padrão diagonal, paralelo e transversal ao fundo de vale e poucas áreas verdes (representadas pela numeração 7, 9 e 12 das tipologias de intervenção).

Algumas morfologias apresentam-se circunscritas a determinados setores da vertente. As tipologias identificadas com a numeração 6, 8 e 14 estão localizadas em setores médio-superiores, e as tipologias de numeração 1 e 5 estão representadas em setores médio-inferiores e planícies fluviais.

Verifica-se ainda duas tipologias de intervenção distintas em ocupação e interferência.

A primeira refere-se a tipologia número 3, delimitada pelo Parque Municipal da Fazenda do Carmo, à montante da bacia hidrográfica do Rio Verde. Ela abrangem as unidades morfológicas de setores da vertente e canais fluviais mais conservados em relação ao resto da bacia hidrográfica. Dessa forma, indica baixa taxa de mudança no materiais e processos superficiais e no comportamento hidrodinâmico para a área.

A segunda é representada pela numeração 2 circunscrita à área do Metrô, campos antrópicos adjacentes e antiga área da Pedreira Roque. Embora apresente baixa densidade de arruamento e edificações, as obras para a instalação do Metrô e as atividades de mineração próxima à nascente do córrego Itapeva foram responsáveis por expressiva interferência antrópica, com retirada da camada superficial do solo, cortes no setor médio-superior da vertente e canalização de parte do córrego Itapeva.

Analisando-se a morfologia de ambas as áreas, pode-se afirmar que representam, respectivamente, a área mais conservada e a menos conservada.

As demais tipologias (4, 10 e 11) de intervenção encontram-se distribuídas irregularmente nos setores de vertente da bacia hidrográfica.

As tipologias de intervenção da bacia hidrográfica do Rio Verde apresentam alta taxa de impermeabilização do solo, representadas pela forte urbanização dessa bacia hidrográfica. Indica a tendência geral ao escoamento superficial concentrado para o fundo de vale e pequenas áreas com relativo equilíbrio entre escoamento e infiltração em campos e áreas verdes.

Dessa forma, as tipologias identificadas com alta densidade de edificações apresentam forte tendência ao escoamento superficial, direcionadas sobretudo pela direção e padrão de arruamento em relação ao fundo de vale. Essas mesmas tipologias indicam altas taxas de remoção de matéria superficial e conseqüentemente, dimensões métricas das vertentes. São representadas pelas tipologias de intervenção 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.

As tipologias de intervenção 2 e 4, apresentando baixa densidade de edificações, podem representar áreas com tendência a um relativo equilíbrio entre a infiltração e o escoamento superficial. As áreas de infiltração estariam distribuídas em trechos de áreas verdes, e as áreas com predomínio de escoamento trechos de solo exposto.

Das tipologias identificadas, a número 2 é a única que pode apresentar feições morfológicas próximas às condições originais. Abrange significativa área de vegetação, com tendência ao equilíbrio ou infiltração em relação ao escoamento superficial. Apresenta também baixa taxa de remoção da camada superficial do solo, deixando pouco alteradas as morfologias originais.

4.2.3.3 - Representação dos Graus de Perturbação indicados pelas unidades morfológicas de intervenção

A identificação das interferências antrópicas para o Rio Verde e sua bacia hidrográfica indica grande taxa de ocupação e impermeabilização, o que representa o estágio de intervenção mais avançado pelo processo de ocupação antrópica. Essa consideração está de acordo com as fases de interferência antrópica descritas por Rodrigues (1990, 1997, 2005).

Nesse sentido, o critério de avaliação *graus de perturbação* apresentado na Tabela 2 é considerado como índice de relação entre os demais critérios de avaliação, que consequentemente permitem a classificação das tipologias de maior e menor nível de perturbação. Essa relação é baseada em uma matriz de interação que compreende os quatro tipos de graus de perturbação: Baixo, Moderado, Elevado e Muito Elevado.

A tabela a seguir aponta para cada atributo uma definição dos graus de perturbação:

<i>Critérios de Avaliação</i>	<i>Atributos</i>		<i>Graus de Perturbação</i>
Porte e Densidade de edificações	Baixa Densidade	Médias e Grandes	Baixo/Moderado
		Médias e Pequenas	Baixo/ Moderado
	Alta Densidade	Médias e Grandes	Muito Elevado
		Média e Pequenas	Muito Elevado
Padrão e densidade de arruamento	Paralelo	_____	Moderado
	Diagonal	_____	Elevado
	Transversal	_____	Muito Elevado
	Irregular de baixa densidade	_____	Levemente Moderado
Densidade de áreas de verdes	Presença significativa	_____	Levemente Moderado
	Pouca presença ou nenhuma presença	_____	Elevado

Quadro 4 - Relação entre os atributos dos critérios de avaliação e graus de perturbação. Organizado por Icaro Almeida

Para a definição dos graus de perturbação são estimadas as taxas de interferência que as intervenções provocam nas unidades morfológicas. Dessa forma, os critérios recebem a caracterização por essa estimativa da interferência, conforme é apresentada a seguir:

- Porte e densidade de edificações - atuam na mobilização da camada superior do solo com aterros e cortes, mudanças nas dimensões de unidades morfológicas do relevo e na taxa de impermeabilização. Dessa forma, quanto maior a edificação ou a densidade de construções, maior poderá ser a alteração, com a taxa de mobilização do solo e impermeabilização.
- Padrão e densidade de Arruamento – Acompanha a lógica do padrão e densidade de construções, com impermeabilização e mobilização do solo. O arruamento é considerado conforme sua disposição com o fundo de vale. Dependendo do tipo, causa impactos diretos nos canais fluviais, além de alterar o comportamento hidrodinâmico do local, concentrando e potencializando o fluxo hídrico.
- Densidade de áreas verdes – É considerada como indicador de áreas onde a infiltração está em equilíbrio ou sobrepõe o escoamento superficial, podendo apresentar morfologias conservadas e reduzida taxa de impermeabilização.

Essa caracterização permite a classificação das tipologias de intervenção conforme os graus de perturbação antrópica nos materiais, formas e taxas de processos superficiais. Esses graus são apresentados espacialmente no mapa de graus de perturbação por tipologias urbanas (figura 19). Nesse mapa, é utilizada a escala de cores quentes, representando a intensidade do nível de perturbação. Áreas com tonalidade mais escura apresentam níveis mais elevados, e áreas com tonalidades mais claras, níveis mais baixos.

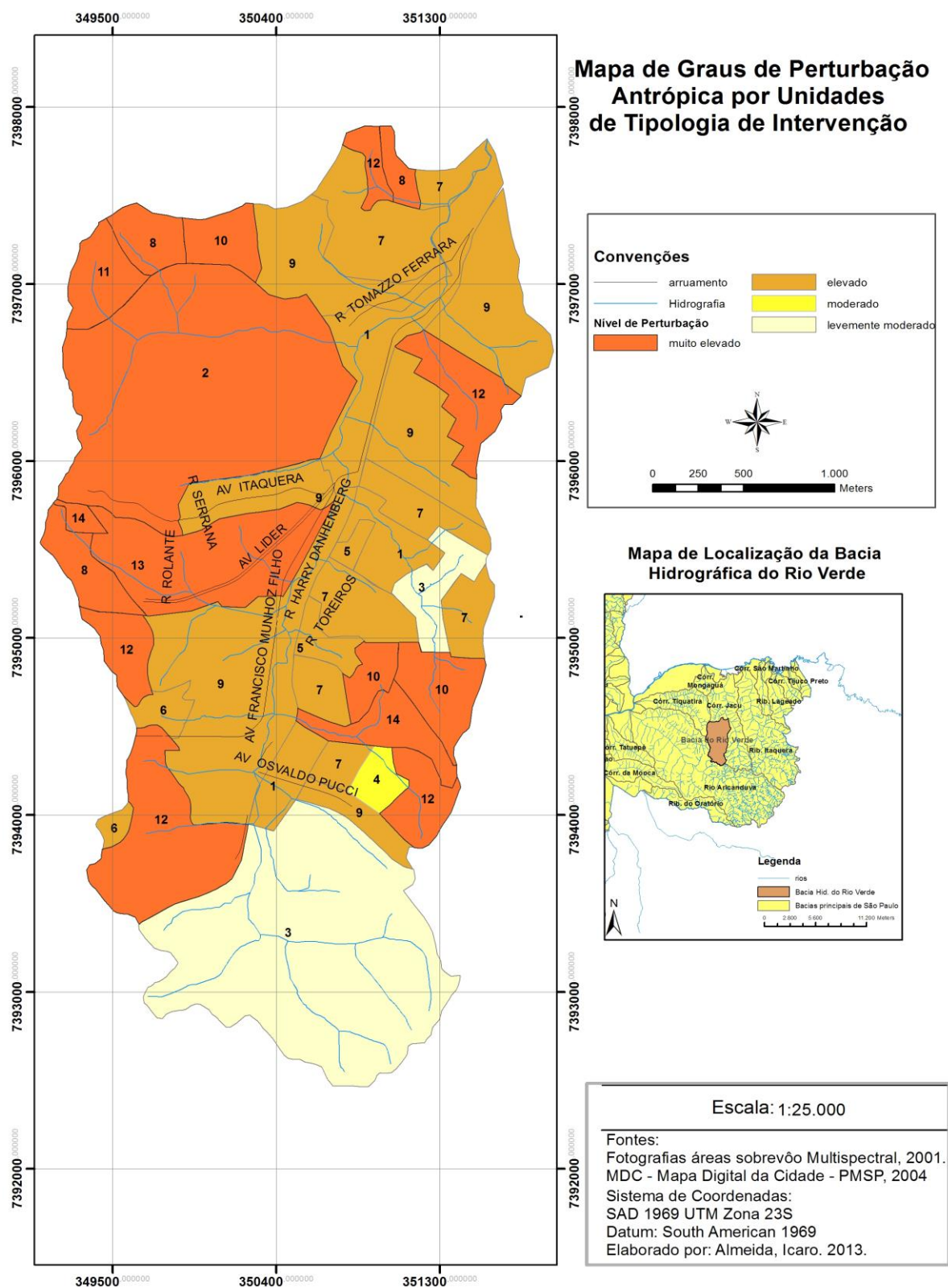


Figura 17- Mapa de Graus de Perturbação dividido por tipologias de intervenção.

A tabela 4 é o resumo do cruzamento dos critérios de avaliação e os graus de perturbação, atribuindo para cada tipologia de intervenção o grau de perturbação nas unidades da morfologia.

Número de identificação	Tipologias de Intervenção	Graus de Perturbação
1	Alta densidade de edificações médias e grandes, arruamento irregular de baixa densidade, com presença de poucas áreas verdes	Elevado
2	Baixa densidade de edificações médias e grandes, arruamento irregular de baixa densidade, com presença de poucas áreas verdes e com áreas de solo exposto	Muito Elevado
3	Baixa densidade de edificações médias e grandes, arruamento irregular de baixa densidade, com presença significativa de áreas verdes	Baixo
4	Baixa densidade de edificações médias e pequenas, arruamento irregular de baixa densidade, com presença de áreas verdes e com áreas de solo exposto	Moderado
5	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento irregular de baixa densidade, com presença de poucas áreas verdes	Moderado
6	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento irregular de baixa densidade, sem presença de áreas verdes	Elevado
7	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular diagonal ao fundo de vale, com presença de poucas áreas verdes	Elevado
8	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular diagonal ao fundo de vale, sem presença de áreas verdes	Muito Elevado
9	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular paralelo ao fundo de vale, com presença de poucas áreas verdes	Elevado
10	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular paralelo ao fundo de vale, sem presença de áreas verdes	Muito Elevado
11	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular paralelo ao fundo de vale, sem presença de áreas verdes e com áreas de solo exposto	Muito Elevado
12	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular transversal ao fundo de vale, com presença de poucas áreas verdes	Muito Elevado
13	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular transversal ao fundo de vale, sem presença de área verde e com áreas de solo exposto	Muito Elevado
14	Alta densidade de edificações médias e pequenas, arruamento regular transversal ao fundo de vale, sem presença de áreas verdes	Muito Elevado

Quadro 5- Relação entre as tipologias de intervenção identificadas no mapa de morfologia antropogênica e seus graus de perturbação.

As informações das tipologias de intervenção e a identificação respectivos graus de perturbação permitem as seguintes considerações:

- De maneira geral, a ocupação urbana é distribuída em todas unidades morfológicas (topos, vertentes e planícies). Com isso, as áreas onde ocorreu o processo de ocupação foram intensamente modificadas em comparação com suas morfologias originais;
- As tipologias de intervenção apresentam forte interferência antrópica na bacia hidrográfica do Rio Verde, o que é verificado pelo predomínio de grau elevado de perturbação.
- Essa interferência corresponde na modificação do comportamento hidrodinâmico da bacia, com alteração do direcionamento concentrado e potencializado do fluxo hídrico. Nesse sentido, prevalece o escoamento superficial sobre a infiltração nos 85% da área da bacia urbanizada.
- O aumento da capacidade de escoamento pode acelerar processos de erosão como enxurradas e inundações nas planícies fluviais do Rio Verde e seus afluentes.
- Ao mesmo tempo em que apresenta forte interferência antrópica e artificialização, é possível identificar feições conservadas da morfologia anterior à ocupação. Essas se localizam à montante da bacia hidrográfica do Rio Verde, nas áreas de nascente desse rio, delimitadas pela área do Parque Municipal. Podem ser considerados testemunhos de uma morfologia original para essa bacia.

5 - Considerações Finais

O presente estudo teve como principal objetivo a identificação de interferências antrópicas em sistemas hidromorfológicos em ambientes urbanos e a classificação de graus de perturbação pelas tipologias de intervenção identificadas.

Para isso, considerou a proposta de análise da Antropogeomorfologia (Nir, 1982) para a escala urbana, e técnicas de mapeamento da cartografia geomorfológica de detalhe no reconhecimento das morfologias originais e antropogênicas.

Nesse sentido, baseado nas idéias da Geomorfologia Urbana Histórica (Rodrigues, 2004) e da Cartografia Geomorfológica Evolutiva (Rodrigues, 1997) foram elaborados os seguinte produtos cartográficos:

- Mapa de Morfologia Original, para o reconhecimento das unidades morfológicas anteriores ao processo de ocupação urbana. Essas unidades representam a divisão de setores da vertente e planícies fluviais. Para esse mapeamento, são utilizadas técnicas da cartografia geomorfológica de detalhe para representação de planos de mudança e ruptura de declividade. Para isso, é utilizada simbologia proposta por Savigear (1965), adaptada por Lima (1990) e outros autores.
- Mapas de Foto-Leitura e Identificação e Mapa de Uso e Ocupação do Solo, para o reconhecimento inicial do processo de ocupação antrópica nas unidades morfologias. São mapeamentos necessários para a identificação de tipos de ocupação antrópica para o reconhecimento das tipologias de intervenção.
- Mapa de Morfologia Antropogênica, com a identificação das tipologias de intervenção verificadas na restituição cartográfica em aerofotos, utilizando-se também as informações do Mapa de Foto-Leitura e Identificação e Mapa de Uso e Ocupação do Solo.
- Mapa de Graus de Perturbação, elaborado para classificar as tipologias de intervenção conforme a intensidade da interferência antrópica nos sistemas hidromorfológicos.

Esse processo permitiu identificar o conjunto de interferências e classificar a bacia hidrográfica do Rio Verde como unidade geomorfológica de densa ocupação antrópica, com cerca de 80% de sua área transformada pelo conjunto de intervenções antrópicas. Essas interferências modificam os materiais, processos e formas superficiais, criando novas morfologias.

Ao mesmo tempo, à montante da área da bacia e próxima às nascentes, apresenta morfologias conservadas e que podem apresentar características hidrodinâmicas e materiais originais, ou próximos a essa condição.

Os mapeamentos que permitem a caracterização morfológica de bacias hidrográfica são importantes instrumentos técnicos de reconhecimento do meio físico.

A caracterização morfológica, apresentada nesse estudo pelos mapas de morfologia original e morfologia antropogênica, podem constituir importante referencial para instrumentos de planejamento urbano. Apresenta-se, no caso da morfologia original, características das unidades morfológicas anteriores à ocupação, indicando taxas e distribuição de processos superficiais originais.

No caso da morfologia antropogênica, o reconhecimento das fases de intervenção antrópica indicam momentos nos quais determinados processos indesejáveis, como a erosão e o assoreamentos de rios, tiveram seu início. Indicam a forma e densidade de ocupação em vertentes e planície fluviais e taxas de retirada de materiais superficiais.

Considerando esses fatores, podem indicar áreas de fragilidade ambiental e necessidade de estabelecimento de planos de manejo e conservação da morfologias. Podem considerar também áreas intensamente degradadas que e incorporadas a programas de recuperação ambiental.

6 – Referências Bibliográficas

- AB' SABER, A. *Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo*. Ed. Fac-Simile 50 anos, Ateliê, São Paulo, 2005;
- ALMEIDA, F.F.M. *Fundamentos Geológico do relevo paulista*. São Paulo. IGEOG, nº 14, 1974;
- ARANHA, R. D. *Estudo morfológico da bacia do Ribeirão do Baú – São Bento do Sapucaí – SP*. Departamento de Geografia – FFLCH – USP, Dissertação de Mestrado, 149 fls., São Paulo, 2011;
- BERGES, B. *Geomorfologia Urbana Histórica aplicada à análise das inundações na bacia hidrográfica do Córrego da Mooca – São Paulo/SP*. Departamento de Geografia – FFLCH – USP, Dissertação de Mestrado, 184 fls, São Paulo, 2013;
- CLARO, M. *Unidades morfológicas complexas na bacia hidrográfica do Córrego da Tapera, São Paulo, SP: contribuições ao planejamento urbano e ambiental*. Departamento de Geografia – FFLCH – USP, Dissertação de Mestrado, 164 fls., São Paulo, 2013;
- COLANGELO, A. C. *O modelo das feições mínimas, ou das unidades elementares de relevo: um suporte cartográfico para mapeamentos geoecológicos*. Revista do Departamento de Geografia, V. 10, DG/ FFLCH – USP, 1996;
- COUTINHO, J. M. V. *Relações litológicas e estruturais da Bacia de São Paulo com o Pré-Cambriano Vizinho*. In: Mesa Redonda ABGE e Sociedade Brasileira de Geologia, 1980, São Paulo. Publicação Especial. São Paulo, 1980. p. 15-23;
- DAMIANI, A. L., *A cidade (des)organizada: concepção e cotidiano do conjunto habitacional Itaquera I*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, São Paulo, 1993;
- DEMEK, J. *Generalização de mapas geomorfológicos*. In.: DEMEK, J. (org.) *Progress made in geomorphological mapping*. Brno, Proceedings of the IGU Commission on Applied Geomorphology, Sub-comm. Geomorph. Mapping. P-36-72);
- GREGORY, K. J. *A natureza da Geografia Física*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1992;

HART, M. G. *Geomorphology, pure and applied*. London, George Allen & Unwin, 1986;

HASUI, Y., CARNEIRO, C. D. R. *Origem e evolução da Bacia Sedimentar da Bacia Sedimentar de São Paulo*. In.: Mesa Redonda sobre aspectos geológicos e geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo, SBG/ABGE, Publ. Esp., 1980, 5-13;

JOLY, F. *Ponto de vista sobre a Geomorfologia*. In: Annales de Geographie, 86, Armand Colin, 1977. Tradução preliminar: Rodrigues, C., Cremm, A. B., Candlez, M. C. – DG – FFLCH- USP , 1994;

JULIANI, C. *O embasamento pré-cambriano da Bacia de São Paulo*. Seminário problemas geológicos e geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo. Anais ABAS/ ABGE/SBG-SP. São Paulo, 1992;

LIMA, C. R. (1990) *Urbanização e intervenções no meio físico na borda da bacia sedimentar de São Paulo, uma abordagem geomorfológica*. São Paulo, Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado;

PEREIRA, M. A. S., PEREIRA, A. P., PEREIRA, V. S. C. *História estórias do povoamento e gentes de Vila Sant'Ana e Itaquera*. Ed. M.A.S.P., São Paulo, 2012;

PREFEITURA DE SÃO PAULO. *Operação Consorciada Rio Verde Jacu*. 2012 Disponível em:
http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/apresentacao_cades_leste.pdf;

NIR, D. (1983) *Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology*. Jerusalem, Ketem Pub. House;

RICCOMINI, C. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, São Paulo, 1989;

RICCOMINI, C., COIMBRA, A. M., TAKIYA, H. *Tectônica e sedimentação na Bacia de São Paulo*. Seminário: Problemas geológicos e Geotécnicos da Região Metropolitana de São Paulo. Anais. ABAS/ABGE/SBG-SP. São Paulo, 1992;

RICCOMINI, C., SANT'ANNA, L. G., FERRARI, A. L. *Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil*. In.: Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo, Deca, 2004, 383-405;

RODRIGUES, C. *A urbanização da metrópole sob a perspectiva da geomorfologia: tributo a leituras geográficas*. In.: CARLOS, A. F. A. & OLIVEIRA, A. U. (orgs.), *Geografias de São Paulo, representação e crise da metrópole*, Ed. Contexto, São Paulo, 2004, pg. 89-114;

RODRIGUES, C. *Avaliação do impacto da urbanização sistemas hidrogeomorfológicos: desenvolvimento e aplicação de metodologia na Grande São Paulo*. In.: Revista do Departamento de Geografia nº20, 2010;

RODRIGUES, C. *Morfologia Original e Morfologia na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo da metrópole paulista*. Revista do do Departamento de Geografia, nº17, São Paulo, 2005, P. 101-111;

RODRIGUES, C. *Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros*. Tese de Doutorado, Departamento de Geografia – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997;

ROLNIK, R. & FRÚGOLI JR., H. Reestruturação urbana da metrópole paulistana: a Zona Leste como território de rupturas e permanências. Cadernos Metrópole n. 6, pp. 43-66, 2º sem. 2001;

ROSS, J. L. S., *Geomorfologia, Ambiente e Planejamento*, Ed. Contexto, São Paulo, 1990;

ROSS, J. L. S. e MOROZ, I. C. *Mapa geomorfológico do estado de São Paulo*. São Paulo, DG-FFLCH-USP, IPT, FAPESP, 1996;

SAVIGEAR, R.A.G. A technique of morphological mapping. Annals Ass. American Geographers, 55, 1965;

ZAVOIANU, I. *Morphometry of drainage basins*. Developments in water science: 20. Ed. Academiei, Bucharest, 1985.