



A ABORDAGEM GEOSISTÊMICA NA COMPREENSÃO DA DINÂMICA AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPANEMA, REGIÃO DE SOROCABA-SP

Edson Prates de Souza ^(a), Emerson Martins Arruda ^(b)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus Sorocaba, São Paulo. edson_mogi@yahoo.com.br

^(b) Departamento de Geografia, Turismo, e Humanidades (DGTH). Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus Sorocaba. São Paulo. emersongeo@ufscar.br

EIXO: BACIAS HIDROGRÁFICAS E RECURSOS HÍDRICOS: ANÁLISE, PLANEJAMENTO E GESTÃO

Resumo

O trabalho buscou compreender a dinâmica ambiental da bacia hidrográfica do rio Ipanema a partir de uma abordagem geossistêmica. A área está localizada na região metropolitana de Sorocaba-SP. Metodologicamente foram elaborados documentos cartográficos como declividade, hipsométrico, morfoestrutural, uso e ocupação do solo, e de classificação das paisagens com a utilização de software de geoprocessamento e imagens de satélites. As informações obtidas foram integradas com as observações de campo. A pesquisa contribuiu na análise e integração dos elementos socioambientais da bacia, correlacionando os fatores litológicos, climáticos, pedológicos e vegetação, com as transformações antrópicas processadas na paisagem, em seus diversos usos e impactos, reestruturando assim as características do relevo e da paisagem. Foram constatadas as principais zonas de fornecimento, dispersão e zonas de acúmulo de materiais, constituindo base para entender a dinâmica da paisagem local e propor a distribuição das formações naturais na bacia e suas características de apropriação e desequilíbrios ambientais.

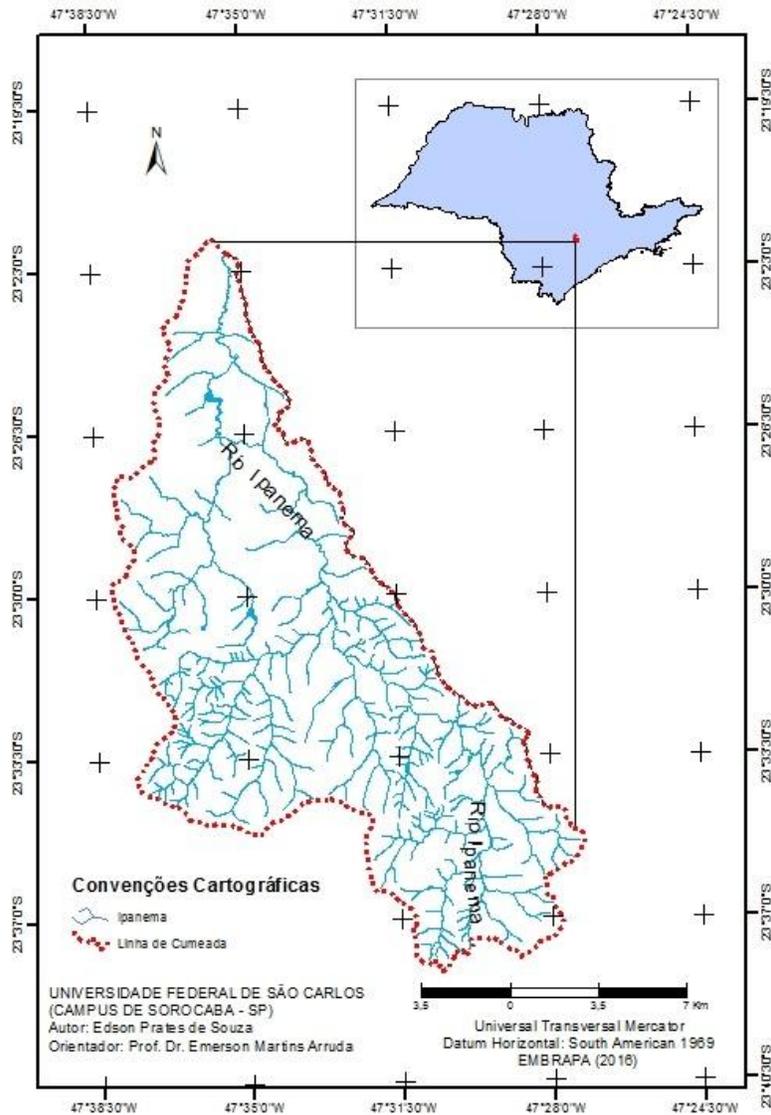
Palavra-chave: Análise Ambiental, Paisagem, Geossistema, Bacia Hidrográfica

1. Introdução

A abordagem ambiental, constitui-se em temática relevante aos estudos acadêmicos, sobretudo apresentando novas perspectivas conceituais bem como propondo diferentes metodologias científicas, influenciados pelos avanços técnicos, relacionadas à necessidade de olhares cada vez mais integrados, permitindo a interpretação dos diversos elementos da paisagem e como os mesmos se inter-relacionam na dinâmica ambiental de uma determinada área. No âmbito do trabalho, buscou-se a integração do tema análise ambiental ao recorte espacial bacia hidrográfica, por se tratar de uma importante unidade espacial de análise que mais se adéqua aos estudos ambientais, que apresenta uma dinâmica e complexidade única, inte-relacionando e integrando elementos naturais, que são modificados pela interferência antrópica que, por sua vez, reorganizam completamente a dinâmica da área. Foi possível relacionar diversos atributos



importantes na estruturação e transformação da paisagem natural que possibilitou compreender a gênese da área em questão e suas constantes modificações. As observações enfatizadas, Magalhães, et. al. (2010 p.12) explica que a sucessão temporal é produto dos mecanismos de interrelações que traduz a dinâmica do Geossistemas, e permite que a análise do mesmo ocorra em três tempos distintos (O presente, passado e futuro). Assim, “o dinamismo geossistêmico é fruto do trabalho realizado pelo sistema através da absorção de energia externa. A sucessão temporal ocorre devido ao balanço de energia e matéria que entram e saem do Geossistema.” O presente trabalho objetivou compreender a dinâmica ambiental da Bacia hidrográfica do Rio Ipanema a partir de uma abordagem Geossistêmica, analisando assim as conexões entre os aspectos físicos e a complexidade socioeconômica que ocorrem na área. Localiza-se entre as coordenadas 23°22’S 47°26’W e 23°29’S 47°38’W, e se estende pelos municípios: Votorantim, Salto de Pirapora, Sorocaba, Araçoiaba da Serra e Iperó. A bacia compreende uma área de 232 km², sendo seu curso principal obtendo uma extensão de 40,64 km (Mapa 1).



Mapa 1 – Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Ipanema, Região de Sorocaba – SP

2. Metodologia

O trabalho foi estruturado a partir da abordagem sistêmica que buscou compreender as inter-relações dos elementos naturais da paisagem de forma integrada e espacial e, juntamente, com as ações antrópicas, que por sua vez, reordenando e transformando o meio num todo complexo. Das bases teóricas para a elaboração do trabalho, apoiou-se ainda nas reflexões conceituais de Sotchava (1977), na abordagem de escala espacial proposta por Bertrand (1971) e na metodologia cartográfica proposta Rodriguez (et. al, 2004). Nesse sentido, a pesquisa constituiu-se de etapas e procedimentos técnicos como revisão bibliográfica para auxiliar nos levantamentos de dados necessários à compreensão da dinâmica da área,



elaboração de mapas temáticos e trabalho de campo. Com relação à metodologia e procedimentos técnicos houve a elaboração de mapas temático utilizando-se software ArcGIS, com dados extraídos da imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Foram produzidos os mapas: Hipsométrico; Declividade, com classes propostas por De Biase, (1992 p.47); Morfoestrutural; Mapa de Uso e Ocupação do Solo foi elaborado a partir da imagem de Satélite Landsat-8, sendo possível estabelecer 7 classes de uso como corpo d'água, cultivos, fragmentos florestais, pastagem, silvicultura, solo exposto e área urbana; Mapa de Classificação das Paisagens, baseando-se na proposta de Rodriguez, et. al. (2004), que classifica a paisagem entre: Zonas Dispersoras compreendendo áreas de topos, onde prevalece a dispersão do material erodido; Zonas Transmissoras, onde a declividade é acentuada e auxilia na dispersão e velocidade do material erodido; e Zonas receptoras e acumuladoras; setores baixos que recebem o material da Zonas Dispersoras e transmissoras. Foram realizados ainda trabalhos de campo na bacia em questão.

3. Resultados e Discussão

A visão Geossistêmica auxiliou na compreensão da dinâmica da área estudada, estabelecendo uma relação das diversas transformações ocorridas na paisagem. Inicialmente são apresentadas informações que caracterizam a bacia hidrográfica, neste caso, organizadas em alta, média e baixa bacia, disposição tradicional quando se trata desse recorte espacial. Posteriormente, a partir da integração de mapas temáticos, são discutidos alguns elementos que marcam a interpretação sobre os geossistemas encontrados na referida bacia hidrográfica. A classificação das paisagens possibilitou a princípio a individualização dos elementos naturais por setores, utilizando como base o mapa morfoestrutural. Dessa maneira, a classificação auxiliou numa visão individual e aprofundada e, posteriormente estabelecendo uma integração dos setores em questão. Com base em Silva, et. al. (2002, p.98), a classificação da paisagem aborda tanto o agrupamento dos elementos naturais no espaço geográfico, bem como os elementos antrópicos e suas formas de ocupação da paisagem. Considerou-se que esta organização permitiu uma melhor compreensão da realidade local, bem como a avaliação dos dados obtidos.

3.1 Alta Bacia

A área apresenta declividades acima de 47%, principalmente por conta da resistência do material cristalino o qual impõem topografia escarpada ao relevo. Deste modo, observa-se uma conexão direta entre as rochas graníticas e topografia que marca este setor. A altitude na alta bacia apresenta variações de 900m e 700m, pois estão situados em terrenos que abrangem os complexos cristalinos de Sorocaba e São Francisco, além dos metassedimentos do Grupo São Roque. As características do relevo da área



apresentam, portanto, setores escarpados em torno dos 900 metros de altitude, ocupados por campos sujos com afloramentos graníticos e anfiteatros com mata atlântica, níveis intermediários por volta de 800 metros de altitude, associados aos interflúvios alongados cujo uso e ocupação estão associados a silvicultura de eucalipto e cavas de mineração de calcário dolomítico. O nível topográfico dos 700 metros está associado à transição entre as litologias graníticas e aquelas metassedimentares do grupo São Roque. O uso do solo correspondente a esse setor está relacionado à presença de parte da área urbana de Votorantim, mas também ocorrem setores de pastagens e cultivos agrícolas (Foto 1).



Foto 1 – Visão do setor topográfico mais baixo, relacionada à alta bacia do Rio Ipanema na Serra de São Francisco – Salto de Pirapora-SP. Auto: Souza (2016)

O Mapa de uso do solo evidenciou também nesse setor um eixo de aglomerados urbanos ao longo da rodovia Raimundo Antunes Soares (SP 2160), que liga Votorantim e Piedade. Nesse sentido, a área da alta bacia, principalmente o bairro Itinga, situa-se em uma zona de grandes alterações ambientais, com evidente desmatamento, ocupação por condomínios residenciais e chácaras. Presença de feições erosivas associadas à compactação do solo pelo pisoteamento do gado, em função de uma pecuária extensiva e sem o devido manejo. Percebe-se que a maior parte dos fragmentos de vegetação se encontram nos fundos de vale, associadas às matas ciliares, e em setores de cabeceiras de drenagem.

3.2 Média bacia



A média bacia concentra a maior quantidade de afluentes do Rio Ipanema devido à baixas percentagens de declividade do relevo, sendo altitudes variando de 680m 560m. Assim, notou-se uma forte denudação do relevo, com interflúvios extensos e planos e vales mais desenvolvidos e amplos. O material litológico é tipicamente sedimentar, Grupo Tubarão/subgrupo Itararé. A bacia hidrográfica do rio Ipanema apresenta de modo geral formato alongado, com sentido para N. O seu setor médio refere-se à área mais extensa da bacia, inclusive em função de receber seu principal afluente, o Ribeirão Lajeado, influenciando o alargamento do formato da bacia no sentido SW-NE. Esse setor também é marcado pela forte concentração urbana, desenvolvendo-se especialmente pela Rodovia Raposo Tavares (SP-270), e se distribuindo por bairros como Campolim, Tatiana, Novo Mundo, Primavera, o Centro da cidade de Araçoiaba da Serra. Entretanto, é notório a presença de plantios e ocupações de pequenas propriedades rurais em Araçoiaba da Serra, apresentando casos de solo exposto após a colheita das lavouras ali cultivadas (Foto 2). De modo geral, no setor em questão a ocupação urbana ocorre de maneira inadequada e, em muitas vezes, equipamentos urbanos, como exemplo, parte do Bairro Jardim Tatiana e o Green Valley se desenvolveram ocupando em parte cabeceiras de drenagem, com diversos terrenos irregulares, inclusive a escola pública do bairro está situada na APP, mostra uma profunda negligência dos órgãos competentes, pois trata-se de uma área que sua ocupação apresenta grandes riscos aos usuários. Nesse sentido, constatou-se na média bacia um mosaico diverso entre solos expostos, aos fragmentos florestais com pequenas quantidades de vegetação secundária, silvicultura e pastagem circundando as drenagens apenas. Importante ressaltar, a grande expansão do setor imobiliário, justamente, com a instalação de condomínios na média bacia, inserindo na zona de intersecção entre os municípios de Sorocaba, Votorantim e Salto de Pirapora. Contextos assim, apenas intensificam o avanço do setor urbano sobre as paisagens meio rural e florestadas. Nesse sentido, Gaiotto (2004 p.478), estabelece uma análise regional sorocabana, principalmente com relação a qualidade da água que, embora tratada, é afetada pelo avanço urbano e industrial, sendo essa realidade bastante perceptível, destaca o autor, nos municípios de Sorocaba e Votorantim.



Foto 2 – Em primeiro plano, interflúvios de topos extensos e cultivo de Cana de Açúcar. Ao fundo, a Serra de Araçoiaba da Serra, já na baixa bacia. Autor: Souza (2016)

No mapeamento de uso e ocupação do solo, percebeu-se a presença de aglomerados urbanos nos eixos formados pelas principais rodovias: João Leme dos Santos (SP 264), que liga a Cidade de Sorocaba e Salto de Pirapora e acesso à rodovia Raimundo Antunes Soares (SP 2160), que liga Sorocaba e Votorantim a Piedade. Uma questão que potencializa as preocupações com a qualidade ambiental da área, principalmente o que concerne ao avanço urbano mencionado, é o fato da área compor um dos mananciais de captação fluvial. Assim, todos os impactos da alta bacia podem comprometer toda a bacia hidrográfica do rio Ipanema, sendo que na média bacia encontra-se a Represa Ipaneminha que é um dos principais pontos de captação para o abastecimento da cidade de Sorocaba, juntamente com Itupararanga. De acordo com SAAE, (2016), as duas represas são responsáveis por 85% do abastecimento de água da cidade.

3.3 - Baixa Bacia

A baixa bacia do rio Ipanema por importante paisagem de exceção, em função de incorporar parte da Serra de Araçoiaba/Morro de Ipanema. A declividade irá variar entre 05% e 12% nas áreas próximas a jusante, e acima de 47% na região do Morro de Ipanema. A altimetria variará também entre 560m e 510m próximos a jusante, principalmente por conta do material sedimentar da bacia cenozóica, além de sedimentos paleozóicos do Grupo Tubarão (Subgrupo Itararé) e 800m na serra mencionada. A baixa bacia comporta a menor quantidade de afluentes do Rio Ipanema, sendo controlada pela litologia e estrutura dômica do Morro de Araçoiaba, que fora formado pelo soerguimento do embasamento alcalino ocorrido mesozóico, e que somente pontuou na paisagem pela dissecação do relevo por drenagens fluviais, como



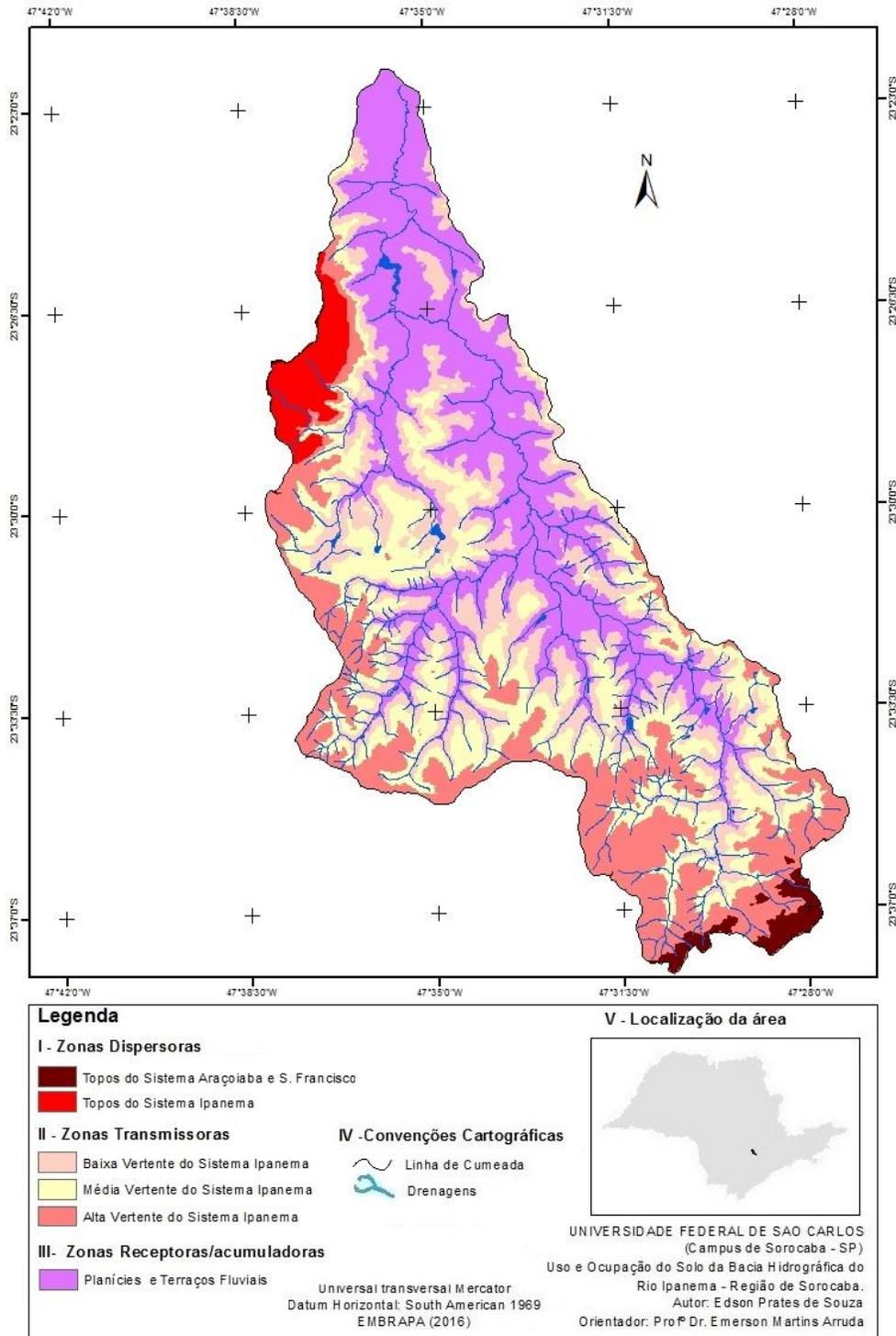
Rio Ipanema, Rio Pirapora e Rio Sarapuí. Outro elemento expressivo se refere às extensas planícies fluviais entradas no baixo curso do rio Ipanema, bem como próximo à confluência com o rio Sorocaba, limitando assim o uso das mesmas, em virtude da legislação ambiental vigente. Outros exemplos de usos na área são pastagens, setores de silvicultura e também ocorre a classe solo exposto (Mapa 03). A classe área urbana, encontrada no mapa, corresponde necessariamente aos aglomerados vinculados ao centro histórico e prédio administrativos da FLONA Ipanema, bem como às instalações da Marinha brasileira referentes ao Centro Experimental ARAMAR (Foto 3).

Grande destaque na baixa bacia corresponde, portanto à presença de uma Unidade de Conservação (UC), criada no dia 20 de maio de 1992 pelo Decreto Federal nº 53 e abrangendo parte dos municípios de Iperó, Araçoiaba da Serra e Capela do Alto. Com relação à vegetação da Floresta Nacional de Ipanema (FLONA), destaca-se a maior quantidade de vegetação primária e secundária, além dos resquícios de silvicultura. Espécies da mata atlântica e vegetação de cerrado são encontrado na área. Destaque ainda para os “enclaves” de cactáceas situados na área, devendo-se em especial ao baixo desenvolvimento pedológico e características arenosas, resultado das altas declividades do terreno, bem como a mineralogia do substrato rochoso. Além disso, foi possível enfatizar diversos agrupamentos geossistêmico foi possível analisar mosaicos de geofácies, como por exemplo, a vegetação de Mata Atlântica na Floresta de Ipanema. Assim, o geógrafo Ab’Saber (2003 p.142), classifica o geótopo os enclaves de cactáceas situados na FLONA por ser algo bastante específico e característico da área. Com base na análise desenvolvida e resultados obtidos, foi elaborado o Mapa de Classificação das Paisagens, com base na metodologia de Rodriguez, et. al. (2004).



Foto 3 – Vista da Floresta Nacional de Ipanema (FLONA) - SP. Auto: Souza (2016)

Compreende-se que ele é de fundamental importância para a elaboração do mapa de sistemas naturais e sistemas antrópicos, que compreender outra etapa da presente pesquisa. A partir do mapeamento (Mapa 4) do proposto foi possível definir três grandes Zonas: I – Zonas Dispersoras: 1a) Topos do Sistema Araçoiaba e São Francisco: caracterizados pelos topos convexizados dos interflúvios associados à Serra de Araçoiaba/Morro de Ipanema, os altos topográficos da região de Sorocaba em resultado de litologias mais resistentes. Apresenta solos pouco profundos e são setores de cabeceiras de drenagem. 1b) Topos do Sistema Ipanema: ocorrem topos levemente convexizados e planos vinculados aos interflúvios sustentados pelos arenitos paleozóicos. Estão mais presentes na porção sul e oeste da bacia, como resultado da superfície remanescente da erosão diferencial na porção entre a Serra de São Francisco e a Serra de Araçoiaba. Apresenta solos profundos como os latossolos nas áreas mais planas dos interflúvios. Ocorrem setores com vertentes declivosas acima de 47%. II – Zonas Transmissoras: 2a) Altas Vertentes do Sistema Ipanema: constituem interflúvios com topos aplainados, os quais compreendem os principais divisores das sub-bacias do rio Ipanema. Apresenta vertentes com declividades intermediárias, com exceção das áreas de cabeceiras de drenagem. 2b) Médias Vertentes do Sistema Ipanema: apresentam formato convexizado e baixas declividades intermediárias entre 20% e 30%. Em geral tal superfície está relacionada à discordância erosivas entre as camadas das litologias paleozóicas. Esse setor é caracterizado pela ocorrência de algumas feições erosivas observadas em campo. 2c) Baixas Vertentes do Sistema Ipanema: superfícies que marcam a conexão entre o ambiente de encosta e o ambiente fluvial. Apresentam em geral geometria convexizada e/ou retilínea. Algumas formas deposicionais como rampas aluvio-coluvionares ocorrem nesse setor. III – Zonas receptoras/acumuladoras: 3a) Planícies e terraços fluviais: marcada superfície de baixa declividade entre 0% e 5%, corresponde à área sob a influência predominantemente da dinâmica fluvial, associada ao entulhamento generalizado dos vales mais desenvolvidos. Constitui uma superfície composta por materiais sedimentares cenozoicos de alta fragilidade ambiental. De acordo com Dias et.al. (2012 p.509), cada paisagem terá sua dinâmica funcional, “Cada paisagem tem sua própria dinâmica funcional, que é sustentada por mecanismos e balanços de fluxos de energia, matéria e informação específicas e por uma cadeia de relações reversíveis que asseguram a integridade do sistema.” Ressalta, Silva et. al. (2011 p.04), que as paisagens são formações complexas, próprias e únicas, possuindo múltiplas inter-relações e diversidade hierárquica tipológica e individual. No entanto, a organização dos Geossistemas, com as Zonas Dispersoras e Transmissoras erodindo o material litológico será alterado diretamente pela ação antrópica, com o Uso e Ocupação do Solo. Acarretando, assim num acréscimo de material sedimentar nas Zonas receptoras/acumuladoras.



Mapa 4 – Mapa de Classificação das Paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Ipanema, Região de Sorocaba – SP

4. Conclusões

Verificou-se que a bacia hidrográfica do Rio Ipanema se constitui como uma área muito importante ao sistema natural regional, porém apresenta um forte avanço da área urbana ao setor rural e natural. Com os mapeamentos necessários, conclui-se que a bacia ainda é fortemente controlada pelas estruturas geológicas e geomorfológicas regionais, que são responsáveis pela dissecação do relevo e modelamento da paisagem. Juntamente com o processo natural, constata-se a apropriação antrópica transformando e auxiliando na aceleração dos processos erosivos, principalmente na ocupação de cabeceiras de drenagem e fundo de vales, sendo a realidade notada constantemente no decorrer da drenagem espacialmente. Deste modo, é fundamental a criação e dinamização de canais que promovam formas mais participativas e o estabelecimento de medidas que busquem minimizar tais problemas.

5. Bibliografia

- AB' SABER, A. N. Os Domínios de Natureza do Brasil: Potencialidades Paisagísticas. **Ateliê Editorial**, São Paulo, 2ªed, 2003.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. *Caderno de Ciências da Terra*, n. 13, p. 1-27, 1971.
- DE BIASI, M. Carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. *Revista do Departamento de Geografia São Paulo*, São Paulo, n. 6, p. 45-60, 1992.
- DIAS, R. L.; OLIVEIRA, R. C. Análise Das Paisagens do Litoral Sul do Estado de São Paulo. *Soc. & Nat., Uberlândia*, ano 24 n. 3, p. 505-518, 2012.
- GAIOTTO, M. A. Aspectos Sócio-Ambientais dos Resíduos da Bacia do Rio Sorocaba-SP: Uma Contribuição ao Desenvolvimento Regional do Turismo Ecológico. *Congresso brasileiro de ciência e tecnologia em resíduos e desenvolvimento sustentável costão do Santinho, Florianópolis/SC*, 2004.
- MAGALHÃES, G. B.; SILVA, E. V. da; ZANELLA, M. E. Análise Geossistêmica: Caminho para um Pensamento Holístico. *Revista do departamento de Geografia da PUC/RJ*, ano. 3, n. 5, 2010.
- SILVA, E. V. da; RODRIGUEZ, J. M. M. Geoecologia da Paisagem: Zoneamento e Gestão Ambiental em Ambientes Úmidos e Subúmidos. *Revista Geográfica de América Central, Número Especial EGAL, Costa Rica*, 2011.
- SOROCABA. Prefeitura Municipal. Secretaria do Meio Ambiente. Plano Municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica, 2014. Disponível em http://www.meioambientesorocaba.com.br/sema/UserFiles/file/Gest%C3%A3o%20Ambiental%202014/Plano%20Municipal%20de%20Mata%20Atl%C3%A2ntica_Rev14_Vidal Acesso em: 22 mai. 2016.
- SOTCHAVA, V. B. Estudo de Geossistemas. Métodos em Questão nº 16. São Paulo: IG, USP, 1977.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. D.; CAVALCANTI, A. P. B. Geoecologia da paisagem: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: EDUFC, 2004.