UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO FACULDADE DE FILOSOFIA,
LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DAPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
LABORATÓRIO DE GEOMORFOLOGIA

Rogério Caron Gayoso

**Fragilidade Ambiental e Vulnerabilidade Social para
análise integrada do espaço geográfico: bacia hidrográfica no
Jardim Ângela (São Paulo-SP)**

VERSÃO CORRIGIDA

São Paulo

2014

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
FACULDADE DE FILOSOFIA LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS - FFLCH
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

Rogério Caron Gayoso

**Fragilidade Ambiental e Vulnerabilidade Social para análise
integrada do espaço geográfico: bacia hidrográfica no Jardim Ângela (São
Paulo-SP)**

VERSÃO CORRIGIDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre.

De acordo: _____

Orientador: Prof. Dr. Jurandyr L. Sanches Ross
Área de concentração: Geografia Física
Linha de Pesquisa: Estudos interdisciplinares em
pedologia e geomorfologia

São Paulo

2014

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

Gayoso, Rogério C.

Fragilidade Ambiental e Vulnerabilidade Social para análise integrada do espaço geográfico: bacia hidrográfica no Jardim Ângela (São Paulo-SP)/ Rogério Caron Gayoso; orientador: Jurandyr Luciano Sanches Ross – São Paulo, 2014

Dissertação (mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Física.

1. Geomorfologia. 2. Fragilidade Ambiental. 3. Vulnerabilidade Social. 4. Análise ambiental integrada.

I. Jurandyr Ross; II. Universidade de São Paulo – Programa de Pós-graduação em Geografia Física. III. Título de mestre

Rogério Caron Gayoso

Fragilidade Ambiental e Vulnerabilidade Social para análise integrada do espaço geográfico: bacia hidrográfica no Jardim Ângela (São Paulo-SP)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre.

VERSÃO CORRIGIDA

Banca Examinadora

São Paulo

2014

Dedicado a Deus.

Agradecimentos

Aos meus Professores da USP: Jurandyr Luciano Sanches Ross (orientador), pela atenção e paciência; Rosely Pacheco Dias Ferreira, rigorosa sem perder a ternura; Anselmo Alfredo, por me trazer dúvidas; além de todos os outros docentes que me apoiaram durante minha vida no Departamento de Geografia. Ao pessoal do Laboratório de Geomorfologia e Pedologia, em especial à Professora Sidneide Manfredini, à Marisa Fierz e à Dra. Adriana Penteado (*in memoriam*).

E agradeço à Híndira J. de Sousa Barros, minha companheira e mulher.

À Eliane Caron (*in memoriam*), minha mãe e minha melhor professora. Pessoa que lutou com garra durante todo o tempo em que eu convivi com ela. Sua luta foi contra o machismo, que sofreu na nossa pequena cidade; a favor da educação pública de qualidade (foi professora de Português por mais de vinte e cinco anos, militante da APEOESP na década de 80, sem nunca se filiar a nenhum partido, pois essa guerra ela travava, com o maior empenho, na sala de aula); sua luta foi pelos seus filhos, pelos seus familiares e amigos; contra a doença que a afastou da escola; a favor da vida e a favor do amor. Obrigado, mãe.

GAYOSO, R. C. **Fragilidade Ambiental e Vulnerabilidade Social para análise integrada do espaço geográfico: bacia hidrográfica no Jardim Ângela (São Paulo-SP)**. 2014. 162f. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2014.

Resumo: O presente trabalho é um estudo de Geomorfologia aplicada com o objetivo de analisar, de forma integrada, um ambiente urbanizado, em uma sub-bacia do manancial da Guarapiranga, na cidade de São Paulo. O enfoque é o diagnóstico da Fragilidade Ambiental e sua correlação com o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS – Fundação SEADE). Para isso, foi elaborado um mapeamento geomorfológico, em escala de detalhe - como suporte para o entendimento da dinâmica dos processos morfológicos - e o mapa de uso e cobertura da superfície da Terra, que expressa as concretudes das ações antrópicas e a conjuntura de flora presente na área, para obtenção de informações sobre a proteção da superfície contra intemperismos. Em seguida foi feita uma intersecção entre estes dois mapas e foi elaborado o mapa de Fragilidade Ambiental. Em um segundo momento, foi feito um mapa com a espacialização SEADE do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social, para representar os dados socioeconômicos especializados conforme setores censitários. Por fim, foi elaborada uma correlação entre os mapas de Vulnerabilidade Social e Fragilidade Ambiental. Com isso, foi possível demonstrar que as áreas de vulnerabilidades mais altas foram assentadas em terrenos de fragilidade forte e muito forte e que as áreas precisam de cuidados específicos para a devida ocupação.

Palavras-chave: Geomorfologia, Fragilidade ambiental; vulnerabilidade social; análise integrada.

GAYOSO, R. C. **Environmental fragility and social vulnerability for integrated analysis of geographic space: watershed in Jardim Angêla (São Paulo-SP)**. 2014. 162 p. Dissertation (Master Degree) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2014.

ABSTRACT: The present work is a study of Applied Geomorphology, with the aim of analyze, in an integrated manner, an urban environment in a sub-basin of the water reservoir of Guarapiranga, in the city of São Paulo, Brazil. The focus is the diagnosis of Environmental Fragility and its correlation with Paulista Social Vulnerability Index (IPVS – Foundation SEADE). For this, a geomorphological mapping was developed in detail scale - as support for understanding the dynamics of morphological processes - and the land cover mapping, which expresses the materiality of human activities and the vegetation distribution in the landscape, this mapping provides informations about how much the cover protects the ground surface against climate effects. Then was made an intersection between these two maps and the map of Environmental Fragility was prepared. In a second step, a map showing the spatial distribution of the Paulista Social Vulnerability Index (SEADE), was made to represent the specialized socioeconomic data. Finally, a correlation was drawn between the maps of Social Vulnerability and Environmental Fragility. Thus, it was possible to demonstrate that the areas of highest vulnerability were settled in the strong and very strong and fragile land areas that need special care to occupation.

KEYWORDS: Geomorphology, environmental fragility; social vulnerability; integrated analysis.

Lista de Figuras

Figura 1: Esquema ilustrativo da localização do manancial da Bacia do Guarapiranga.	5
Figura 2: Circunferência indicando a área de estudo	6
Figura 3: Distrito do Jardim Ângela e Represa Guarapiranga.	7
Figura 4: Bairros na área de estudo	7
Figura 5: Delimitação da área de estudo	8
Figura 6: Subáreas da Lei Estadual 12.233 de 2006.....	16
Figura 7: Distribuição das grandes unidades geológicas da RMSP	20
Figura 8: Mapa Geológico de São Paulo com a localização da área de estudo.....	21
Figura 9: Carta topográfica da área de estudo	63
Figura 10: Hierarquia de drenagem.....	65
Figura 11: Mapa Clinográfico.....	67
Figura 12: Mapa Hipsométrico.....	68
Figura 13: Mapa morfológico em 6ºtáxon sobre imagem	70
Figura 14: Mapa de Uso e Cobertura da Terra.....	90
Figura 15: Autoconstrução.....	92
Figura 16: Erosão superficial	93
Figura 17: Córrego poluído.....	94
Figura 18: Lagoa de pesque e pague	95
Figura 19: Dispositivo de drenagem do pesque e pague	96
Figura 20: <i>Input</i> de material no sistema bacia	97
Figura 21: Nascente ocupada.....	98
Figura 22: Aterro sobre planície fluvial	99
Figura 23: Alagado	100

Figura 24: Processo erosivo	101
Figura 25: Obra geotécnica	102
Figura 26: Vegetação pioneira de várzea	103
Figura 27: Mosaico 1	104
Figura 28: Mosaico 2	105
Figura 29: Mosaico 3	106
Figura 30: Mosaico 4	107
Figura 31: Mosaico 5	108
Figura 32: Foto de processo de erosão que avança sobre a vegetação.	109
Figura 33: Mapa Geomorfológico	112
Figura 34: Mapa de Fragilidade	123
Figura 35: Mapa de Vulnerabilidade Social	125

Lista de Figuras

Foto 1: Corte para construção de moradia, perfil de alteração de micaxisto	22
Foto 2: Gnaisse aparente em corte para construção de residência.	23
Foto 3: Camada de alteração do gnaisse.	24

Lista de Tabelas

Tabela 1: Índice de dissecação e distância interfluvial	52
Tabela 2: Legenda integrada.....	53
Tabela 3: Classificação hierárquica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados.....	54
Tabela 4: Classificação da fragilidade dos tipos de solos.....	54
Tabela 5: Grau de proteção de superfície por tipos de coberturas	55
Tabela 6: Grupos do IPVS 2010 – setores censitários com mais de 50 domicílios	57
Tabela 7 – Chave de interpretação para o Mapa de Uso e Cobertura do Solo.	76
Tabela 8: As classes de fragilidade quanto às declividades de vertentes:	84
Tabela 9: Correlação entre declividade e solos quanto à fragilidade	85
Tabela 10: Classes de fragilidade da Geomorfologia	85
Tabela 11: Capacidade da cobertura de proteger o solo.....	85
Tabela 12: Correlação entre Uso e Cobertura da terra e a Geomorfologia local.....	86
Tabela 13: Capacidade da cobertura de proteger o solo.....	110
Tabela 14: Legenda integrada para Mapa Geomorfológico e extratos de legenda.....	113
Tabela 15: Combinações numéricas da Fragilidade Ambiental mapeadas.	122
Tabela 16: Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS).....	124
Tabela 17: Correspondência de percentual de área de vulnerabilidade social nas diversas classes de fragilidade ambiental.	128
Tabela 18: Análise Ambiental Integrada	130

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Divisão conceitual para definição da nomenclatura de Uso e Cobertura.	73
Gráfico 2: Método reflexivo para a construção da Análise Ambiental Integrada	81
Gráfico 4: Distribuição percentual de área de uso e cobertura pela bacia estudada.....	89
Gráfico 5: Distribuição percentual da fragilidade ambiental.....	124
Gráfico 6: Distribuição percentual da vulnerabilidade social na área de estudo.....	126
Gráfico 7: Correlação entre IPVS e mapa de fragilidade	127

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivo geral	2
1.2	Objetivos específicos	3
1.3	Hipóteses	3
2	JUSTIFICATIVA	4
3	ÁREA DE ESTUDO	5
3.1	Localização e histórico	5
3.2	Questões legais para o manancial	11
3.3	Descrição do meio físico	18
4	FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS	26
4.1	Meio ambiente e sociedade	26
4.2	Análises integradas em Geografia Física	28
4.3	Sensoriamento remoto e Geomorfologia	41
4.4	Fragilidade ambiental	53
4.5	Vulnerabilidade social	55
5	MÉTODOS E MATERIAIS	59
5.1	Limite do sistema	60
5.2	Elaboração dos Cartogramas	61
5.3	Levantamento Geomorfológico	66
5.4	Uso e cobertura da superfície da Terra	71
5.5	Análise Ambiental Integrada	79
5.6	Materiais	88
6	RESULTADOS	89
6.1	Uso e cobertura da superfície	89

6.2	Mapa Geomorfológico	111
6.3	Fragilidade ambiental, vulnerabilidade social e análise integrada..	122
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	140
8	BIBLIOGRAFIA	143
8.1	Endereços eletrônicos.....	148

1 INTRODUÇÃO

O processo de crescimento da Grande São Paulo, no século XX, ocorreu com uma velocidade maior que a capacidade de implantação de infraestruturas básicas para as demandas desta expansão. O fato é que este descompasso acarretou em diversos problemas sociais e ambientais. Vários destes problemas ambientais são referentes ao meio físico e interferem diretamente no cotidiano da população. Estes problemas estão relacionados com parcelamento dos solos em áreas inadequadas e carentes de infraestrutura geotécnica. Esta debilidade está intimamente ligada aos eventos conhecidos como desastres naturais.

Desastres naturais são frutos de eventos extremos da natureza. E, necessariamente, são ocorrências ambientais que causam danos e perdas de vidas e de bens sociais. Evidentemente, ações antrópicas podem ser associadas como responsáveis pelos desastres naturais. Mas, o adequado é reconhecer que desastres naturais, com base em Tominaga (2009), são eventos em um dado lugar, em um dado intervalo de tempo e tem como gênese os fenômenos naturais intensos, que podem ter sido, ou não, deflagrados ou intensificados pelas atividades humanas.

As áreas de mananciais da cidade de São Paulo são áreas onde foram e estão instaladas condições de risco para desastres naturais. Devido à expansão da mancha urbana da cidade, áreas que preferencialmente não deveriam estar ocupadas passam a ser densamente urbanizadas; aqui o exemplo é a bacia da represa do Guarapiranga.

As raras lições – aprendidas com as desagradáveis consequências de catástrofes naturais – permitiram a emergência de uma cultura da gestão urbana que respeita a geodinâmica da superfície terrestre. Desta forma, aqui é feita a pergunta: como a Geografia Física pode refletir sobre a relação dos riscos ambientais naturais com as condições socioeconômicas? Como pode representá-las cartograficamente? Como esta cartografia pode ser um meio para um produto final e objetivo, que integre e localize os problemas?

Este trabalho é uma pesquisa de Geografia Física, especificamente de Geomorfologia. Uma forma de análise ambiental integrada, com base na fragilidade ambiental e no índice de vulnerabilidade social, de uma sub-bacia hidrográfica que compõe o manancial da Guarapiranga, com enfoque para os riscos de desastres naturais.

O enfoque é o diagnóstico da fragilidade ambiental e sua correlação com a vulnerabilidade social. Para isso, foram elaborados mapas em escala 1:10.000, a partir do mapa geomorfológico - como suporte para o entendimento da dinâmica dos processos morfológicos - e de uso e cobertura da superfície da Terra, que expressa as concretudes das ações antrópicas e a conjuntura de flora presente na área. Em seguida, foi feita uma intersecção entre estes dois mapas e assim foi elaborado o mapa de fragilidade ambiental.

Em um segundo momento, foi feito um mapa com a espacialização do índice paulista de vulnerabilidade social (IPVS – Fundação SEADE) para representar os dados socioeconômicos especializados. Por fim, foi elaborada uma correlação entre os mapas de vulnerabilidade social e fragilidade ambiental. Com isso, foi possível demonstrar que as áreas de vulnerabilidade mais alta foram assentadas em terrenos de fragilidade forte e muito forte e que as áreas precisam de cuidados específicos para a devida ocupação.

A área de estudo fica na cidade de São Paulo, Bairro Jardim Ângela. Esta bacia é tributária do Córrego Embu-Mirim, afluente do Reservatório do Guarapiranga, que fornece água para parte da metrópole paulistana. É o estudo de uma unidade sistêmica em meio urbano, com suporte na Geomorfologia e auxílio da Cartografia.

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral é elaborar uma análise ambiental integrada e georreferenciada, com enfoque para a correlação entre a fragilidade ambiental e a vulnerabilidade social. Ou seja, levantar as condições geomorfológicas, com identificação e mapeamento dos compartimentos de relevo e testar uma técnica de construção de uma análise ambiental para caracterização da área nesses aspectos aludidos. Com a observação dos fatores naturais e antrópicos no espaço.

1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desse trabalho foram:

- Fazer levantamento geomorfológico, com o uso do sistema de informação geográfica e do sensoriamento remoto, em escala 1:10.000, com representação do 5º e do 6º táxon.
- Levantar o uso e cobertura da superfície da Terra, em escala 1:10.000, com vistas para a proteção física da superfície.
- Correlacionar os dois mapas anteriores e obter como produto o mapa que indique a fragilidade ambiental dos compartimentos mapeados, com enfoque para o risco de desastres naturais.
- Realizar uma análise ambiental integrada, de cunho geográfico, que sintetize pontos sobre a fragilidade ambiental e o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS).

1.3 Hipóteses

- 1- Populações socialmente vulneráveis ocupam ambientes potencialmente mais frágeis e suscetíveis a desastres naturais.
- 2- A fragilidade ambiental, baseada no mapa geomorfológico e no mapa de uso e cobertura do solo, é a maneira possível de se diagnosticar áreas de risco em uma escala 1:10.000. E é uma boa base para a produção da análise ambiental integrada.

2 JUSTIFICATIVA

A sociedade tem como uma de suas características a reorganização do espaço que habita, e suas intervenções são modificadoras da natureza primária, que acaba por dar lugar à natureza transformada pelo homem (SANTOS, 1996). O relevo, um dos componentes deste espaço, também é reconformado: novas formas de relevo criadas ou induzidas pelas atividades humanas podem ser claramente observadas. Neste sentido, torna-se importante uma avaliação geomorfológica, com a inclusão de uma abordagem social das formas de relevo, do material de cobertura superficial e dos processos geomorfológicos, pois são meios que revelam as dimensões das alterações ambientais no espaço urbano (FUJIMOTO, 2005).

Também há relevância do estudo ambiental com visão sistêmica para servir de ferramenta de gestão: “sistemas ambientais naturais que permitem a percepção das potencialidades dos recursos ecológicos, os riscos potenciais de degradação ambiental e os impactos já concretizados”. (ROSS, 2006)

Tornou-se importante entender a relação entre a causa e os efeitos desses fenômenos e as condições sociais em que vivem as pessoas sujeitas a riscos de desastres naturais.

3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização e histórico

A Bacia do Manancial do Guarapiranga é onde está contida nossa área de estudo. Este manancial está no território do Brasil, no Estado de São Paulo, na Região Metropolitana de São Paulo (Figura 1).

Figura 1: Esquema ilustrativo da localização do manancial da Bacia do Guarapiranga.

Fonte: Instituto Socioambiental (ISA), 2006, pg. 4.

A área de estudo (com 177 hectares) está na margem esquerda da Represa do Guarapiranga, afluente do Córrego Embu-Mirim (Figura 2).

Figura 2: Circunferência indicando a área de estudo

Fonte: <http://www.mananciais.org.br/site/documentos/mapas>, 2009, modificado

A área de estudo (Figura 5) é uma sub-bacia tributária do reservatório da Guarapiranga, na região do M'boi Mirim, no Distrito do Jardim Ângela (Figura 3) e inclui os bairros do Parque do Lago, Alto Parque do Lago, Nova Catie, Jardim Vale Verde, Parque Bologne, além das comunidades da Francesinha, do Socorro, Jardim Solange, Costa do Valado, Xamborés, Fábio Luz e Jardim Vale Verde (Figura 4).

Figura 3: Distrito do Jardim Ângela e Represa Guarapiranga.

Fonte: <http://wikimapia.org>, 2014 (modificado)

Figura 4: Bairros na área de estudo

Fonte: Wikimapia, 2014 (modificado).

IKONOS, 2002

IKONOS, 2002 (delimitação da área de estudo)

Antes da dominação europeia, este lugar era território da tribo M'Boi Mirim. – que em tupi significa rio das cobras pequenas (NAVARRO, 2005). O primeiro processo de ocupação pelos europeus data de 1607, com a instalação do Engenho de Nossa Senhora da Assunção de Ibirapuera, às margens do rio Pinheiros, seguida da primeira extração de minério de ferro da América do Sul (www.prefeitura.sp.gov.br, 2014).

A região de Santo Amaro, que incluía a antiga aldeia do M'Boi Mirim, foi elevada à categoria de município em 1831, três anos depois do início do segundo processo de ocupação, com a chegada de um grupo de colonizadores alemães.

Santo Amaro passou a ser um grande fornecedor de produtos agropecuários e de matéria prima para a construção civil. Isto estimulou a construção da ligação de bondes movidos a vapor entre São Paulo e Santo Amaro em 1886.

No começo do século XX, o rio Guarapiranga foi represado para suprir a Usina Hidrelétrica de Parnaíba nos tempos de seca (1906-1908). A responsabilidade pelo gerenciamento da represa era da empresa inglesa "The São Paulo Tramway, Light & Power Co.". Todavia, o planejamento moderno da época, provavelmente, não previa uma crescente demanda por água para consumo humano. Com isso, em 1927, essa represa passou a contribuir para o abastecimento (MENDES & CARVALHO apud SILVA, 2005, p. 30).

Por determinação do governo estadual, o município de Santo Amaro foi extinto após a inauguração do Aeroporto de Congonhas, em 1934, e foi incorporado ao município de São Paulo (www.prefeitura.sp.gov.br, 2014).

Devido à beleza cênica da represa em combinação com a exuberante Mata Atlântica, a área passou a ser usada como um lugar de lazer e segunda moradia. Com isso, a área da represa ficou conhecida como Riviera Paulista. O período de destaque para este tipo de uso e ocupação se deu nas décadas de 1940 e 1960: os mais abastados paulistanos instalaram, às margens da represa, residências de alto padrão, geralmente de segunda moradia, o que abriu caminho para a ocupação do manancial. Isso foi intensificado com a construção da Marginal Pinheiros, o que

proporcionou um crescimento urbano no sentido sul e oeste (SALES apud SILVA, J., 2005, p. 31).

A oferta de trabalho na região metropolitana de São Paulo era (e ainda é) a razão primeira da migração da população de outras partes do país e do mundo. Mas o mercado de trabalho não absorve toda a mão de obra disponível, isto faz com que a grande reserva de trabalhadores se torne um mote para negociar os baixos salários dos operários e com isso sentenciar a maior parte das pessoas para áreas mais baratas de se ocupar.

Coincidentemente, para a proteção das áreas de mananciais, a região passou a ter um ordenamento territorial mais restritivo, o que dificultou a valorização e a negociação dos terrenos da região. A solução dos proprietários foi desastrosa: iniciou-se um processo de desmembramento de glebas em lotes e meios-lotes para ocupação por parte destes trabalhadores mal remunerados e da reserva de mercado.

Com isso, a periferia se concretiza na zona sul, área de moradia de operários e de reserva de mão de obra para atender à demanda das fábricas que se instalaram em Santo Amaro e São Paulo. Um lugar onde as pessoas foram morar, inicialmente, por necessidade. A velocidade desta ocupação foi muito maior que a capacidade (ou vontade política e econômica) de instalação da infraestrutura de atendimento educacional, médico, de transporte, saneamento básico e de estruturas de contenção de taludes e vertentes.

Isto quer dizer que, simultaneamente à ampliação do território urbano por grupos sociais de maior poder aquisitivo, houve também um crescimento populacional de pessoas de baixo poder aquisitivo na cidade de São Paulo. Esta população depende de meios de vida menos onerosos, logo, buscou áreas onde o mercado imobiliário e o poder público colocariam menos empecilhos para ocupação, como a margem esquerda do manancial do Guarapiranga: uma área de relevo dissecado, desvalorizado e de difícil ocupação para assentamento urbano (LIMA apud SILVA, J. 2005, p. 31).

3.2 Questões legais para o manancial

A Bacia do Manancial do Guarapiranga é um dos principais mananciais da Região Metropolitana de São Paulo, drena uma área de 63.911 hectares, abastece 3,8 milhões de pessoas residentes na zona sudoeste da capital paulista, incluindo as regiões de Santo Amaro, Morumbi, Pinheiros e Butantã. (www.mananciais.org.br/site/mananciais_rmsp/guarapiranga, 2011).

Na década de 1970, a acelerada expansão urbana, tanto em área quanto em contingente populacional, trouxe aos planejadores a questão da preservação da área de manancial, tendo em vista a pressão social e econômica para a ocupação da mesma. Foi criada, então, a Lei Estadual 1.172/76 para regular a ocupação urbana nos mananciais (SALES apud SILVA, J. 2005, p. 31).

A Lei Estadual 1.172, de novembro de 1976:

delimita as áreas de proteção relativas aos mananciais, cursos e reservatórios de água, a que se refere o artigo 2º da Lei 898, de dezembro de 1975, estabelece normas de restrição de uso do solo em tais áreas e dá providências correlatas (Lei Estadual 1172/76, p. 1).

Em síntese, ela dá as diretrizes para projetos de edificações residenciais, comerciais e industriais, de acordo com o local em que está o imóvel. Determina o que são as áreas de 1ª categoria, que são conhecidas como Áreas de Preservação Permanente (APP), de acordo com o CONAMA 303/2002, e as áreas de 2ª categoria, que se referem às áreas em que as edificações são permitidas. Como aludido acima, estas construções são permitidas, porém, com restrições: existem três tipos de áreas de 2ª categoria, são elas A, B e C. Sendo a Classe A, a menos restritiva e a Classe C a mais restritiva. Os lotes de Classe A têm de ser no mínimo de 500m², com pelo menos 20% de área sem cobertura impermeabilizante. As Classes B e C do lote mínimo eram calculadas através da Quota Bruta Equivalente e da Densidade Bruta Equivalente definida nesta lei, e suas áreas permeáveis teriam de compor pelo menos 30% e 40% da área total do lote, respectivamente.

Em áreas de Classes B e C, mais restritivas, os lotes eram grandes demais para lotear, perderam valor imobiliário e, assim, clandestinamente, abriram-se as portas para a ocupação por pessoas de baixa renda, e para que os órgãos públicos, por conta da pressão social, regularizassem os lotes. Surgiram assim conglomerados urbanos com baixa qualidade no atendimento de saneamento básico e de infraestrutura em geral.

A urbanização se consolidou na Bacia do Manancial do Guarapiranga em todos os níveis possíveis que os distintos seguimentos sociais podem proporcionar em uma ocupação urbana, desde mansões até favelas.

As ocupações irregulares não dispõem de esgoto encanado, logo, os efluentes dessas residências seguem pelos córregos e cursos d'água que abastecem o manancial, comprometendo a qualidade da água. À luz dessa situação, os órgãos públicos lançaram planos para atender as populações carentes com saneamento básico e rede de energia elétrica. Mas, como todos sabem, a "luz chega mais rápido", e a maior parte dos licenciamentos para obras públicas do Plano Emergencial, no ano 2000, foram para estrutura de distribuição de eletricidade.

Segundo o Instituto Socioambiental (ISA, 2006, p. 28), o processo de ocupação por atividades humanas é recente e continua ocorrendo mesmo com todas as restrições legais. O que se observou foi o crescimento de áreas utilizadas para atividades do setor primário e secundário, aumento do sítio urbano e consequente diminuição da área do reservatório. Entre 1989 e 2003, houve a redução de 588 hectares, dos quais 401 são de perdas recentes (ISA, 2006, p. 29).

A bacia do Guarapiranga, em 2003, apresentava 59% de seu território modificado por ações antrópicas. Ali, 42% do território é de atividades agrícolas, de mineração, campo antrópico, reflorestamento e solo exposto; e 17% é composto por cobertura urbana de alta, média e baixa densidade e condomínios (ISA, 2006, p. 15). As categorias de uso do solo não estão dispostas de forma homogênea pela bacia (ISA, 2006, p. 16).

No período de 1989 a 2003, a represa do Guarapiranga teve um crescimento de 19,2% na ocupação urbana, o que corresponde a um acréscimo de 419 hectares e corresponde a 11% do desmatamento de 257 hectares de Mata Atlântica destruída no período no local, apesar desse tipo de ocupação se dar sobre campo antrópico e solo exposto. O crescimento populacional foi de 37,8%, de 1989 até 1991 (ISA, 2006, pp. 31-33). É estimado o número de 800 mil pessoas até 2009 na área (http://www.mananciais.org.br/site/mananciais_rmsp/guarapiranga, 2009).

Guarapiranga possuía, até 2006, 40% de seu território composto por vegetação nativa. Entre 1989 e 2003, a região perdeu 727 hectares de Mata Atlântica original e, ao mesmo tempo, houve uma regeneração de 19,1 hectares de mata sobre áreas anteriormente ocupadas pelas águas da represa.

Em 1997, foi sancionado o Decreto Estadual 9.866/97, que estabelece que cada manancial deve possuir sua própria lei. Assim, foram estabelecidas diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas de mananciais, de acordo com as particularidades de cada bacia (ISA, 2006, p. 24).

Com a aprovação, em 1991, da Lei nº 7.663, que trata da Política Estadual de Recursos Hídricos, criaram-se os Comitês das Bacias Hidrográficas, dando o primeiro passo para a descentralização da gestão dos mananciais no Estado. Já a "nova lei de mananciais", a lei estadual nº 9.866/97, concretizou este passo. Criada para substituir a legislação dos anos 1970, ela abrange todos os mananciais do Estado, denominando-os como Área de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM). (http://www.mananciais.org.br/site/legislacao/lei_especifica_guarapiranga/conheca, 2009).

Como consequência, em 2006 foi sancionada a Lei Estadual 12.233/06, Lei de Proteção ao Manancial, específica do Guarapiranga. Uma lei de entendimento e aplicação mais prática e objetiva, em comparação com a 1.172/76. A lei de 2006 estabelece que a Bacia do Guarapiranga é manancial de interesse regional para abastecimento público (Lei 12.233/06, capítulo I, Artigo 1º).

A lei define três tipos de área de intervenção: Áreas de Restrição à Ocupação (ARO), Áreas de Ocupação Dirigida (AOD) e Áreas de Recuperação Ambiental (ARA). A primeira categoria, ARO, se refere a áreas atualmente preservadas de ocupação muito restritiva; a última, ARA, são áreas degradadas que comprometem a qualidade da água e do abastecimento. As áreas do segundo tipo, AOD, "são aquelas de interesse para a consolidação ou implantação de usos urbanos ou rurais", desde que estes usos não comprometam a quantidade e qualidade da água para o abastecimento público (Lei Estadual 12.233/2006, Capítulo V, seção II, artigo 13).

Para estabelecer diretrizes sobre a AOD, estabeleceu-se seis subáreas: de Urbanização Consolidada (SUC), de Urbanização Controlada em transição (SUCt), Especial Corredor (SEC), de Ocupação Diferenciada (SOD), Envoltória da Represa (SER) e de Baixa Densidade (SBD). (Lei Estadual 12.233/2006, Capítulo V, seção II, artigo 14). Para a Área de Estudo temos as seguintes Subáreas:

- SUC: áreas "urbanizadas onde já existem ou deve ser implantado sistema público de saneamento ambiental". Os parâmetros urbanísticos para um lote são: 250 m² de lote mínimo, com 20% de área permeável¹ e 100% de Coeficiente de Aproveitamento² (Lei Estadual 12.233/2006, Capítulo V, seção II, artigo 16 ao 18).
- SUCt: "são aquelas em processo de urbanização, cuja ocupação deverá ser planejada e controlada, devendo ser garantida a implantação de infra-estrutura de saneamento ambiental". Os parâmetros legais de aplicação são os mesmos da SUC (Lei Estadual 12.233/2006, Capítulo V, seção II, artigo 20 ao 22).
- SER: "são aquelas localizadas ao redor do Reservatório Guarapiranga, destinadas ao lazer, à recreação e à valorização dos atributos cênicos e paisagísticos" (Lei Estadual 12.233/2006, Capítulo V, seção II, artigo 32).

¹ Área Permeável (AP): área permeável pela área total do lote vezes 100. Área permeável é toda aquela passível de percolação de água pelo solo, ou melhor, áreas com jardim, gramado ou mata.

² Coeficiente de Aproveitamento (CA): área coberta pela área do imóvel multiplicada por 100. Abrange sobrados, garagens e áreas de churrasco.

A legislação é retratada pelo Mapa das Subáreas da Lei Estadual 12.233 de 2006: trazendo base Cartográfica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo para o programa de SIG, em formato raster (.jpg), sobrepondo máscara para destacar o zoneamento na área de interesse (Figura 6).

Lei Est. 12.233/2006

A Qualidade da água: os impactos da intensa ocupação refletiram sobre a qualidade da água, e isso foi agravado em função da precariedade dos serviços de saneamento básico na Bacia do Guarapiranga. A situação atual do reservatório caracteriza-se pela deterioração progressiva da qualidade das águas, em função do crescente aumento do despejo de esgoto e de poluição difusa – que são os dejetos e resíduos não destinados às redes de saneamento (ISA, 2006, p. 23).

Desta forma, a área de nossa bacia também se enquadra como ARA, pois ali há a ocorrência de usos e ocupações que comprometem a quantidade e a qualidade das águas, exigindo intervenções urgentes de caráter corretivo, mais especificamente na ARA-1, onde existem assentamentos habitacionais de interesse social, desprovidos de infraestrutura de saneamento ambiental. Assim, devem ser objeto de recuperação por meio de Programas de Recuperação de Interesse Social (PRIS) e, nas Áreas de Recuperação Ambiental, de Projeto de Recuperação Ambiental em Mananciais (PRAM) (www.mananciais.org.br/site/legislacao/lei_especifica_guarapiranga/conheca, 2009). Cada um desses dois programas se caracteriza de acordo com o que segue abaixo:

Programas de Interesse Social (PRIS): projetos e ações para assentamentos habitacionais de interesse social enquadrados como ARA 1 [...] devem 1. reduzir o aporte de cargas poluidoras, mediante implantação de sistema de coleta e tratamento ou exportação de esgotos; 2. implantar e adequar os sistemas de drenagem de águas pluviais, de abastecimento de água e de fornecimento de energia elétrica; 3. adequar o sistema de coleta regular de resíduos sólidos; 4. adequar o sistema de circulação de veículos e pedestres, e dar tratamento paisagístico às áreas verdes públicas; 5. recuperar áreas com erosão e estabilizar taludes; 6. revegetar áreas de preservação; 7. desenvolver ações sociais e de educação ambiental dirigidas à população beneficiada pelos Programas [...]; 8. reassentar a população moradora da ARA, que tenha de ser removida em função das ações previstas nos Programas; 9. estabelecer padrões específicos de parcelamento, uso e ocupação do solo.

Projeto de Recuperação Ambiental (PRAM): "projeto com ações para a recuperação imediata do dano ambiental de ocorrências degradacionais que deverá ser apresentado pelos proprietários ou responsáveis pelas ocorrências degradacionais e aprovado pelo órgão licenciador." (www.mananciais.org.br, 2009).

3.3 Descrição do meio físico

Inserido na unidade morfoestrutural do Cinturão Orogênico do Atlântico – que tem sua gênese aliada a vários ciclos de dobramento, com metamorfismos regionais, falhamentos e extensas intrusões – é um embasamento cristalino composto, predominantemente, por rochas de médio e alto graus metamórficos (como os micaxistos e gnaisses). Essas rochas foram geradas por refusão da crosta inferior durante um período de grande atividade tectônica, denominado Ciclo Brasileiro (FIERZ, 2008, p. 169).

Unidade morfoescultural representada por faixas de dobramentos, falhas e juntas, o Planalto Atlântico teve sua formação associada aos processos ocorridos nos ciclos Transamazônico e Brasileiro e também na Reativação Walderiana. Isto significa que, nesta unidade morfoescultural, houve várias fases de retrabalhamento no decorrer dos milhões de anos. As diversas fases orogênicas do pré-cambriano, na morfoestrutura cristalina, foram sucedidas por ciclos de erosão. O processo epirogenético pós-cretáceo gerou o soerguimento da plataforma sul-americana, reativou falhamentos antigos e produziu escarpas acentuadas como as da Serra do Mar. (ROSS, 2006. p. 58).

Como unidade morfológica é conhecida como Planalto Paulistano, na subzona das morrarias de Embu em transição com as colinas de São Paulo, especificamente, no reverso da escarpa da Serra do Mar, um “peneplano parcial, esculpido diretamente em micaxistos e gnaisses das formações pré-cambrianas regionais” (Ab’Saber, 2007).

Padrões de formas de morros altos e médios alongados com amplitudes superiores a 100 m, com topos arredondados, vertentes de perfil retilíneo, por vezes abrupto. Com presença de planícies fluviais alveolares e alta densidade de drenagem com padrão dendrítico (IPT, 1981). A característica das formas é de relevo ondulado, com predominância de amplitudes de 90 a 110 metros. Declividades de encosta nas porções inferiores de 10% a 30%, nos topos até 20%, e no terço superior das encostas são observadas declividades acima de 30%, notadamente nos anfiteatros e cabeceiras de drenagem.

A morfologia predominante é de (1) Planícies aluviais, que são áreas de níveis de base de vertente, de embasamento Quaternário. Estas áreas estão em permanente estado de saturação, com terrenos alagadiços de colapsíveis, próximos ao lençol freático próximo à superfície; (2) Encostas suaves, que são vertentes de até 30% de inclinação, são áreas convexas a retilíneas, que apresentam boas condições para o assentamento urbano. Problemas de erosão em cortes e aterros aparecem em menor frequência; (3) Encostas íngremes: encostas com declividades entre 30% e 50%. São áreas de alta restrição à ocupação. Sua condição de declividade denuncia sua alta fragilidade para processos erosivos severos e para movimentos de massa; (4) Topos convexos: são porções de cimeira com declividades de até 15%, adjacentes aos divisores de águas. Podem ser incluídos nesse tipo de forma os patamares convexos. Esta forma de degradação apresenta solos bem desenvolvidos e com baixa incidência de processos morfodinâmicos severos, como movimentos de massas. O tipo de solo comum na área de estudo é o Cambissolo háplico nas vertentes, nas formas de divisores de águas e no nível de base; gleyssolo ou neossolo quartzarênico nas margens; e neossolo litólito em vertentes mais íngremes, próximo a rochas expostas.

O complexo geológico que constitui a metrópole paulistana é de terrenos que apresentam características de diversos ciclos geológicos. Com destaque para os eventos da formação do cristalino do Pré-Cambriano e a das bacias sedimentares da Era Cenozoica. A área de estudo está no Complexo Embu, que representa o embasamento de maior expressão na área da bacia de São Paulo. Seus limites são marcados ao norte pelas falhas transcorrentes Taxaquara e Jaguari (RODRIGUEZ, 1998), que separam o Complexo Embu dos grupos São Roque e Serra do Itaberaba. Ao sul, a falha de Cubatão é limite para o Complexo Costeiro. A direção preferencial das lineações é NE-SW. (Figura 7).

Figura 7: Distribuição das grandes unidades geológicas da RMSP

Fonte: DNPM/CPRM (1991), modificado por Rodrigues (1998).

Figura 8: Mapa Geológico de São Paulo com a localização da área de estudo.

Segundo o IPT (1990), os micaxistos apresentam granulometria fina a média, foliação bem desenvolvida e constituição ora mais micácea e xistosa, ora mais quartzosa. Frequentemente, apresentam espesso manto de alteração, que pode atingir dezenas de metros em terrenos suaves e alguns metros em terrenos mais declivosos. O solo superficial é argiloso-siltoso nos xistos micáceos e areno-siltoso nos quartzosos, com espessuras que podem chegar a 2 e 3 metros (Foto 1).

Foto 1: Corte para construção de moradia, perfil de alteração de micaxisto

Foto: GAYOSO, 2012.

Os cristais de micaxisto são bem desenvolvidos, tendo sido gerados em condições de metamorfismo de médio grau, nota-se, na foto acima, perfeitamente os planos de foliação, separando-se a rocha por esses planos, que podem apresentar uma superfície irregular devido ao desenvolvimento dos cristais.

São áreas suscetíveis à erosão em sulcos, com evolução pela direção da xistosidade nos cortes. Podem ocorrer escorregamentos nos cortes em que a posição da foliação se mostrar desfavorável em relação ao corte.

Os gnaisses apresentam quartzo, feldspato e mica orientados, com uma granulometria de fina a média. Sua estruturação orientada, gnáissica, mostra o alto grau de metamorfismo deste tipo litológico – grau mais elevado do que o micaxisto – pois os minerais estão segregados em camadas alternadas de minerais, o que dá um aspecto bandado para a foliação (IPT, 1990) (Foto 2).

Foto 2: Gnaiss aparente em corte para construção de residência.

Foto: GAYOSO, 2012.

O solo de alteração tem uma grande representatividade da mica. A espessura do manto de intemperismo é variável conforme a declividade do terreno. O solo é geralmente argilo-arenoso, e apresenta espessura na ordem de dois metros em relevos suaves e meio metro em terrenos mais declivosos (Foto 3).

Foto 3: Camada de alteração do gnaiss.

Foto: GAYOSO, 2012.

A área de estudo também é composta por sedimentos aluvionares do Quaternário. São sedimentos cuja parte superior apresenta uma cor escura de consistência mole, constituída por argila e silte, e areia em menor proporção, com presença de matéria orgânica, notadamente de origem vegetal. Abaixo, uma camada mais grosseira, com maior percentual de areia fina e média, textura argilosa a pouco argilosa, pouco plástica e pouco coesa. Ao fundo, uma camada mais grosseira de areia média com presença de pedregulho. Os problemas esperados neste tipo de embasamento é o recalque do terreno e alta susceptibilidade de contaminação de água subterrânea.

O clima da área é influenciado pela circulação do Oceano Atlântico e pelas correntes de ar quente e úmido do Brasil Central. Isto acontece em função da área estar no Planalto Paulistano, próximo ao litoral e em uma zona de transição entre o clima tropical e o clima temperado do hemisfério Sul.

Desta forma, é uma região de planaltos subtropicais, com temperatura média, no mês mais frio (julho), de 13,6°C e, no mês mais quente (fevereiro), de 28°C. O

inverno tende a ser mais seco e o verão mais chuvoso: o mês mais seco foi agosto com 38,9 mm e o mês mais chuvoso foi fevereiro com 238,7 mm (EIA Rodoanel Trecho Sul, 2010).

Na nossa área de estudo, os fatores estruturais geológicos controlam o modelado geomorfológico, assim como os processos morfodinâmicos atuais. As litologias presentes apresentam um rol de fatores estruturais, por exemplo: a foliação das rochas, as litologias e sua resposta diferenciada frente aos processos erosivos e intempéricos, às descontinuidades e coberturas sedimentares.

O desenvolvimento dos morros e morrotes foram paralelos à orientação dos micaxistos e dos gnaisses.

Mantos de alteração de rochas interferem no modo de percolação da água e nos parâmetros de resistência do material inconsolidado. Em caso de movimentações, as rupturas poderão ser condicionadas por planos de fraqueza de rocha. Consequentemente, as encostas expostas paralelamente às foliações favorecem esse mecanismo. As encostas lineares e cristas alongadas paralelas à foliação são, portanto, condicionantes significativas para movimentos de massa.

As coberturas dos mantos de alteração desenvolvidas são também contrastantes entre si, tanto na constituição granulométrica e mineralógica, como no tocante à espessura:

A declividade das encostas é o fator de maior significância para diagnosticar áreas passíveis de escorregamento. Isto devido a sua interferência direta na sustentação dos elementos que estão em sua superfície e subsuperfície. Via de regra, planos muito inclinados não conseguem sustentar colúvios ou solos. Caso existam estes tipos de coberturas em planos de alta declividade, estas feições passam a ter alto grau de instabilidade. A instabilidade dessas vertentes inclinadas das massas desagregadas depende de outros fatores como natureza do material, parâmetros de resistência a processos intempéricos, grau de saturação de água, posição junto à ruptura de declive etc.

4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

4.1 Meio ambiente e sociedade

A questão ambiental vem nos últimos anos sendo muito debatida, como afirma Canil, Ross e Moroz, (1994, p. 35), notadamente no que se refere à falta de políticas públicas consistentes, o que provoca danos ambientais.

Na legislação brasileira, o conceito de meio ambiente encontra-se no art. 3º, I, da Lei nº. 6.938/81, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente. Nela está definido meio ambiente como “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”(http://www.oab.org.br/editora/revista/revista_08/anexos/o_meio_ambiente_na_constituicao_federal.pdf).

O "Estrato Geográfico da Terra", conceito de Grigoriev mencionado por Ross (1990; 2006), é o ambiente que permite a existência do homem como ser biológico e social; essencialmente, o ambiente do homem. Composto por sólidos, líquidos e gases, pode englobar a crosta terrestre e os oceanos; a hidrosfera, os solos, a biodiversidade e a baixa atmosfera, é um ambiente de intensa troca de energia e matéria, que permite a existência da vida e do homem. (ROSS, 1990, p.10; 2006, p. 13 e 57).

Este ambiente durou tempo suficiente para permitir que os humanos construíssem conhecimento sobre como viver melhor nele e estruturassem, a seu favor, os espaços geográficos.

Como coloca Santos (1996), no correr da história do meio geográfico, primeiro veio o meio pré-técnico ou meio natural, onde o homem não impunha ao seu ambiente muitas modificações, onde a natureza era a reguladora, onde os equilíbrios naturais, fracamente modificados pelo homem, logo retomavam seu papel. Nesse momento, a irradiação de instrumentos antrópicos pelo espaço era ainda de pouca significância, as relações sociais ainda eram relações mais locais. O segundo momento, o meio técnico, "vê a emergência do espaço mecanizado", os objetos são culturais e técnicos, o espaço, como componente material, é crescentemente formado

do natural ao artificial, surge uma lógica instrumental que desafia o natural. Até que finalmente vem o período em que vivemos, o técnico-científico-informacional, onde há a união entre a técnica e a ciência, sob a égide do mercado. (SANTOS, 1996. p. 236-240).

Desde a História Antiga, a sociedade realizou uma construção de conhecimento em função de seus anseios. Como muitas vezes a situação do meio ambiente não fora favorável, ela desenvolveu estratégias para entender como se dá o funcionamento das coisas exteriores a ela, a fim de obter melhores condições de sobrevivência. Ou seja, está em constante busca para viver e sobreviver no "Estrato Geográfico da Terra".

Primeiramente, através das religiões, em especial as judaico-cristãs, afirmou-se a superioridade humana em relação às outras coisas da natureza. Os seres humanos teriam plenos direitos de uso e fruto dos bens terrestres. (PONTING, 1995).

Depois, é possível mencionar as construções filosóficas gregas e romanas, em destaque as pós-homéricas, que reafirmam as condições superiores dos seres humanos em relação ao resto das coisas naturais: colocam que a natureza é algo separado do homem, ou melhor, deveria ser combatido pelo homem através de seu intelecto racional, o homem deveria controlar as forças naturais externas e internas a ele para, de fato, se afirmar como um ser superior. (MATTOS, 1985).

Essa perspectiva de superioridade humana sobre o resto da natureza foi reforçada com o Iluminismo. Buscou-se, a partir desse momento, quantificar as qualidades da natureza como um todo, a fim de ter explicação, entendimento e domínio dela (PONTING, 1995), ou seja, trouxe para sua consciência uma perspectiva do funcionamento da natureza que fosse plausível para o ser humano e que, ao final, o convencesse de que tudo no mundo natural é passível de controle. "O iluminismo... sempre teve como alvo tolher o medo aos homens e torná-los senhores". (MATOS, 1985. p. 141). Os homens se veem à parte da natureza, pois se não fosse assim não teria sentido dominá-la.

A sociedade humana tem como uma de suas características a reorganização do espaço que habita, suas intervenções são necessariamente agressivas à natureza primária, que acaba por dar lugar à natureza transformada pelo homem. As agressões podem ser menos ou mais intensas. Entretanto, o que é mais assistido são as intervenções mais severas. Como o que se deu na Inglaterra durante a estruturação do espaço moderno, como aponta, de certa forma, o texto de Keith Thomas (1998) sobre as mudanças espaciais na Inglaterra, e sobre como essas mudanças trouxeram, depois de muita transgressão, a preocupação de uma parte da população inglesa com as questões ambientais.

A natureza passou a ser destruída com contundência e o ser humano, que se julgava exterior a isso, passou a sentir os malefícios que fez a si próprio, ou seja, para toda a natureza da Terra.

Nos tempos modernos, a velocidade e a intensidade da exploração da natureza já foram além das necessidades de sobrevivência, e servem hoje para a acumulação de riquezas pelos mais poderosos com o consequente aumento da pobreza entre a maior parte da população. Além do que, esse sistema de coisas passou a exigir maior velocidade na produção e isso culminou em um descompasso entre o tempo de regeneração da natureza e o tempo para o uso das bases de produção, os recursos naturais. Gerando essa progressiva e acelerada destruição dos recursos naturais essenciais para a permanência do estrato geográfico.

4.2 Análises integradas em Geografia Física

A análise ambiental integrada é o estudo da natureza dinâmica e sistêmica dentro de limites espaciais e cognitivos. Busca a explicação da inter-relação entre as categorias que compõem a paisagem.

Paisagem é o nível primário de apropriação intelectual dos lugares, isto gera uma Geografia informal; um saber pré-científico. Depois, com vivência, uma melhor elaboração da consciência espacial, um conhecimento mais ordenado, sistematizado e com padrões; que visa entender a lógica dos fenômenos. Este nível de consciência espacial é o que mais se parece com o campo de estudo da Geografia. (MORAES, 1988, pp. 27 e 28).

Se a paisagem fosse totalmente representada por uma fotografia, logo seriam visualizados diversos objetos e coisas constituintes da paisagem e nas mais variadas associações. Como surgiram, o que as mantém e como podem ser completamente modificadas? Ou seja, não era mais o retrato a ser analisado, mas, sim as condicionantes daquilo que era visto, as inter-relações e os movimentos entre as categorias contidas na paisagem: o ambiente que provinha os víveres, os recursos naturais.

O termo paisagem é usado como o suporte geocológico e bioecológico modificado por uma infinidade variável de obras e atividades humanas. O conceito de espaço total, aplicado a uma área de organização complexa – seja o interior de São Paulo, o centro da Alemanha, a bacia de Paris ou diferentes setores dos Estados Unidos – envolve os componentes dos agroecossistemas regionais, os ecossistemas urbanos da região em sua plenitude e os eventuais remanescentes, bem preservados ou muito perturbados, dos ecossistemas naturais (Ab'Saber, 1994).

Então, a paisagem passa a ser como a coloca Santos (1996), quando trata da totalidade (ROSS, 2006, p. 47 e 48):

a paisagem é um conjunto heterogêneo de formas naturais e artificiais, formada por frações de ambas, seja quanto ao tamanho, volume, cor, utilidade ou por qualquer outro critério. A paisagem é sempre heterogênea... a paisagem não se cria de uma só vez, mas por acréscimos, substituições; a lógica pela qual se fez um objeto no passado era a lógica da produção daquele momento. Uma paisagem é um conjunto de objetos, que têm idades diferentes, é uma herança de muitos diferentes momentos... a paisagem não é dada para todo o sempre, é objeto de mudança... é parcialmente trabalho morto, já que é formada por elementos naturais e artificiais (SANTOS, 1996, apud ROSS, 2006, p. 49).

O entendimento da constituição e da complexidade para a leitura daquela paisagem era de fato difícil de conceber e de explicar. Desta forma, divisões e compartimentos das categorias eram concebidos pela nossa mente. Formas de pensar que possibilitariam o desenvolvimento do conhecimento da complexidade do meio ambiente, a compreensão da paisagem em movimento através da perspectiva sistêmica. Como afirma Santos (1996, p. 20), "a partir do espírito do sistema que

emergem os conceitos chave que, por sua vez, constituem uma base para a construção, ao mesmo tempo, de um objeto e de uma disciplina".

Autores em Geografia analisam os elementos materiais que compõem a paisagem e estudam a relação entre eles, notadamente no que se refere à gênese e processo para a configuração paisagística. Por mais que venha de uma perspectiva dialética, o desejo de boa parte dos geógrafos "a produção de um sistema de ideias que seja, ao mesmo tempo, um ponto de partida para a apresentação de um sistema descritivo e de um sistema interpretativo da geografia" (SANTOS, 1996, p. 18).

Os sistemas consistem em meios para se construir um raciocínio e para comunicar às outras pessoas a complexidade e a totalidade do espaço estudado. Ele é geralmente construído através de sua representatividade para a área.

a coerência interna da construção teórica depende do grau de representatividade dos elementos analíticos ante o objeto estudado. Em outras palavras, as categorias de análise, formando um sistema, devem esposar o conteúdo existencial, isto é, devem refletir a própria ontologia do espaço, a partir de estruturas internas a ele (SANTOS, 1996, p. 23).

A busca de uma totalidade, ou um entendimento geral do espaço geográfico, assim, a Geografia Física, com perspectiva sistêmica, possibilita a prática da Geografia em sua totalidade, baseando-se na concretude do espaço.

O sistema é pensado a partir do que a mente decompõe do mundo real em uma série de sistemas simplificados, alcançando uma visão das características da totalidade de um espaço. O sistema é conhecido ou controlado dentro de certos limites de aproximação com a realidade que consegue ser admitida, e os efeitos que não atingem esse nível são negligenciados, ou seja, é estudado sob um determinado objetivo, tudo que não afeta esse objetivo é eliminado. As várias características de um sistema precisam ser conhecidas como aspectos de um todo, portanto, uma unidade de paisagem. Desta forma, a realidade se exprime como uma conectividade limitada que utiliza padrões, regras e processos.

A paisagem para Delpoux (1974) é um material clássico dos estudos geográficos, que corresponde à natureza. E cada paisagem é distinta conforme o interesse do pesquisador. Bertrand, por exemplo, distinguia as paisagens por suas particularidades biológicas.

Ross (2006, p. 59) coloca que unidades de paisagens se constituem em espaços territoriais que possuem algum grau de homogeneidade fisionômica, "reflexo dos fluxos naturais de energia e matéria entre os componentes e das inserções humanas por meio das atividades econômicas ao longo da história". Essa homogeneidade está "às vistas humanas, que são o relevo, a vegetação e os usos da terra" (ROSS, 2006, p. 59).

Delpoux coloca que paisagem seria qualquer parte da Terra em sua superfície, porém a paisagem é algo que se constrói, estritamente, dentro da perspectiva humana; é tudo aquilo que o observador pode sentir e compreender no espaço, ou seja, um somatório entre os sentidos da visão, do tato, da audição e a olfato e a concepção de entendimento de existência e relação dos objetos e coisas no espaço observado pelo homem, de fato um sistema.

Peter Haggett e Richard J. Chorley (1974), em *Modelos, Paradigmas e a Nova Geografia*, colocam que: leis, regras e princípios servem para que alguns casos particulares tenham explicação embasada em outros casos particulares. Assim, o sistema é pensado a partir do que a mente decompõe do mundo real em uma série de sistemas simplificados, alcançando uma visão das características gerais de um domínio.

O sistema é conhecido e controlado pelo pesquisador dentro de certos limites de aproximação com a realidade. Os efeitos que não atingem esse nível são negligenciados, assim, o sistema é estudado sob um determinado objetivo. Tudo que não afeta esse objetivo é eliminado. Este caráter seletivo tem o fim de estabelecer um limite de alcance; isto é, o desenho do sistema estará na dependência de que certas condições sejam verificadas.

As várias características do sistema precisam ser conhecidas como aspectos de um todo idêntico, portanto, uma unidade exagerada. Desta forma, a realidade se exprime como uma conectividade padronizada e limitada que utiliza padrões simbólicos, regras e processos simplificados (HAGGETT & CHORLEY, 1974). Seguem abaixo elencadas as características elementares de um modelo sistemático de Haggett & Chorley (1974):

- Pressupõe atitude seletiva, estrutura relacional, possibilidade de extensões sugestivas, manuseio simplificado e correspondência com propriedades mais familiares.
- Funções: psicológica (compreensão), organizacional (ordenação), normativa (definição) e construtiva (derivação).
- Tipologia: descritivo (estático/dinâmico); normativo; experimental (icônico/análogo); matemático (determinístico/probabilístico).
- Riscos: correlações ilegítimas, previsões impróprias e analogias injustificáveis.
- Paradigmas são modelos mais estáveis e em maior escala.
- Distintivos: têm de resolver ao menos algumas das limitações descobertas no paradigma predecessor, ser econômicos nos enunciados e férteis no favorecimento a aplicações expansivas.

Sotchava (1978) entende que um sistema compõe um complexo interativo de diferentes classes de sistemas, com seus respectivos parâmetros espaciais, temporais e funcionais. Um sistema congrega sistemas geográficos, econômicos, sociais e técnicos; representa um complexo de ambientes e sistemas interativos. Tudo isto dentro do que é de interesse para a sociedade.

Para a análise de meio físico, alguns adotam o geossistema para explicar fenômenos naturais. Todavia, as ações sociais interferem nos processos do sistema. Isto mostra que para estudar o geossistema devem ser observados os componentes da natureza, as conexões entre eles, e ir além da morfologia da paisagem e suas subdivisões, mas, de preferência, projetar-se para o estudo de sua dinâmica, estrutura funcional, conexões etc. (SOTCHAVA, 1977)

Geossistema, para Sotchava, é uma construção mental de um conjunto de elementos geográficos interconectados e que se relacionam, dando origem a um sistema geográfico. É uma descrição da paisagem em evolução (elementos geográficos: são categorias especiais de estudos especificamente geográficos; como pedologia, geomorfologia, climatologia, hidrografia, geografia econômica, geografia social e geografia cultural). Tem o objetivo de revelar a tendência dinâmica do meio natural, para assim mostrar as possibilidades e caminhos à sociedade.

Para se elaborar um modelo, deve-se identificar elementos invariáveis e variáveis. As variáveis que são afetadas e as que afetam fatores externos podem causar modificação das invariáveis do geossistema, tais como: aumento da pressão social causada pela conjuntura do sistema socioeconômico, obras públicas ou privadas, energias internas da Terra, incidência de luz solar, extremos climáticos. Deve-se ter em mente a paisagem primitiva e depois averiguar como ela se reorganiza após a intervenção antrópica (SOTCHAVA, 1977).

O suporte teórico do geossistema (tanto para os russos quanto para os franceses) está na noção de paisagem ecológica, introduzida por Troll (1930), e na ampliação do conceito de ecossistema por Tansley (1935). Geoecologia: estudo da paisagem sob o ponto de vista ecológico. As paisagens são individualizadas em ecótopos, que são unidades comparáveis a ecossistemas (ROSS, 2006, pp. 28 e 29).

Inicialmente, Bertrand conhece o conceito de Geossistemas, e tomou como base para a construção de conhecimento a "ciência da paisagem". Ele procurou demonstrar que o estudo da paisagem deveria se basear no estudo dos geossistemas. Considerou que ecossistema não tem escala e nem suporte espacial definido, se baseia em um elemento vivo, então não há preocupação com a escala espacial. (ROSS, 2006, p. 28)

Bertrand (1971) trata do conceito de paisagem:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os

outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. A dialética tipo-indivíduo é o próprio fundamento do método de pesquisa. (BERTRAND, 1971, p. 2)

A síntese da paisagem para Bertrand deve ser feita sobre delimitações: as delimitações geográficas são arbitrárias. A partir disso é importante ressaltar a delimitação é um meio para se aproximar de uma realidade geográfica e não é um fim (BERTRAND, 1971, p. 8);

É preciso definir a paisagem tal qual ela se apresenta, como um todo, e não determinar unidades que a compõem através de um elemento sintético, pois esse elemento-síntese pode obscurecer a estrutura dialética da paisagem. O sistema taxonômico deve permitir classificar em função da escala espacial e na escala do tempo, estabelecendo ordem de fenômenos, inícios e términos de manifestações naturais e, com isto, delimitar de forma sistemática as paisagens em unidades hierarquizadas. Assim, os elementos climáticos e estruturais são básicos nas unidades superiores e os elementos biogeográficos e antrópicos nas unidades inferiores. (BERTRAND, 1971, p. 8 e 9).

Para entender a dinâmica da paisagem, primeiro se deve admitir que a paisagem é uma entidade global que possui elementos constituintes que se relacionam e participam de uma dinâmica comum que não depende necessariamente da evolução de cada um desses elementos separadamente. O que leva a buscar mecanismos gerais da paisagem, em geral no nível dos geossistemas e dos geofácies (BERTRAND, 1971, p. 17).

Bertrand defende que todas as delimitações geográficas são arbitrárias. É difícil definir um sistema geral que respeite os limites próprios para cada ordem de fenômenos, então a classificação da paisagem vem de acordo com a sua taxonomia.

Klink (1981) reforça a questão da dinâmica do sistema e acrescenta que esta dinâmica serve apenas como um instrumento intelectual usado para transmitir a informação, método reflexivo para apreender a complexidade espacial, esta expressa pelo mapa.

Tricart (1977), geógrafo francês, em *Ecodinâmica*, está em busca das unidades de paisagem, ele coloca o homem como parte integrante do meio ecológico, pois depende dele e o influencia. Está, de certa forma, em contraposição à abordagem geossistêmica.

Conceitua sistema como um “conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia”. “Esses fluxos originam relações de dependência mútua entre os fenômenos” (TRICART, 1977, p. 19). O sistema não é a soma de suas componentes, cada sistema tem a sua própria dinâmica. Cada um dos fenômenos de um sistema pode ser analisado separadamente como um sistema, um subsistema. As relações mútuas entre os subsistemas definem a taxonomia dos subsistemas. O que permite ao sistema adotar uma atitude dialética entre a análise técnica e a análise de conjunto, é o conceito de sistema de caráter dinâmico (TRICART, 1977, p. 19). Essa metodologia fundamenta-se no estudo da dinâmica dos ecótopos, na ecodinâmica (TRICART, 1977, p. 31).

Unidades ecodinâmicas estão integradas ao conceito de ecossistema.

Baseia-se no instrumento lógico de sistema, e enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria no meio ambiente” (TRICART, 1977, p. 32).

Com efeito, a gestão dos recursos ecológicos deve ter por objetivo a avaliação do impacto da inserção da tecnologia humana no ecossistema. Isso significa determinar a taxa aceitável de extração de recursos, sem degradação do ecossistema, ou determinar quais as medidas que devem ser tomadas para permitir uma extração mais elevada sem degradação. Esse tipo de avaliação exige bom conhecimento do funcionamento do ecossistema (TRICART, 1977, p. 32).

Para a classificação ecodinâmica dos meios ambientes, é preciso estudar a organização do espaço através da compreensão da dinâmica; é entender como uma ação pode interferir na dinâmica natural. O autor define três grandes tipos de meios morfodinâmicos: os estáveis, os intergrades, e os fortemente instáveis.

Tricart (1977), em *Ecodinâmica*, busca o entendimento da paisagem de forma integrada: a unidade ecodinâmica é caracterizada por sua dinâmica do meio ambiente, e geralmente a morfodinâmica (que depende do clima, da topografia, do material rochoso) é o elemento determinante. O conceito de unidade ecodinâmica está ligado ao ecossistema, enfoca relações mútuas entre os vários componentes da dinâmica e os fluxos de energia e matéria do meio. (ROSS, 2006, p. 39). Desta forma, o pensamento sistêmico, admite o ser humano como parte de um contexto ambiental integrado.

A Geomorfologia, em termos gerais, é uma das disciplinas que compõem a ciência geográfica. Ela pode possibilitar o entendimento da união que existe entre os seres humanos e a natureza, ou melhor, a relação entre sociedade e natureza. Ela estuda as formas do relevo terrestre, sua gênese e evolução no tempo e suas relações no espaço.

Penk aponta que o relevo é resultado de forças antagônicas, endógenas e exógenas, que dão forma às estruturas na superfície do planeta. As forças aludidas são responsáveis pela morfogênese, que aconteceu durante as eras da Terra. Este diagnóstico foi possível através dos estudos dos depósitos de sedimentos (depósitos correlativos), acumulados nos níveis mais baixos de relevo, originados a partir da construção das formas topográficas.

A partir dos estudos dos depósitos correlativos, foi possível concluir que a Terra passou por diversos momentos climáticos. Se a “fisiologia da paisagem”, como afirma Passarge (1912), é uma convergência de condições climáticas, botânicas e de bases rochosas, então o estudo dos depósitos correlativos – que mostram a inter-relação citada – ficaria a cargo da Geomorfologia Climatogenética, que é a parte da Geomorfologia que estuda as origens das formas; ao contrário da Geomorfologia Climática que estuda os processos atuais.

Büdel (1980) afirma que os processos atuais são isentos de responsabilidade quanto às formas mais proeminentes hoje assistidas – notadamente na Europa Central –, ou seja, são formas herdadas. Diz que 95% das formas hoje vistas na Europa Central são heranças de processos datados do Cretácio Superior, do

Terciário e do Pleistoceno. Büdell coloca que no Quaternário ocorreram momentos de forte resfriamento intercalados por períodos mais quentes, assim, ele define dentro do Período Quaternário quatro fases glaciais: a primeira seria o Günz, depois o Mindell, na sequência Riss e por fim o Würn. Sucintamente, o autor destaca, em seu trabalho, a ação das geleiras como a maior responsável pelos entalhamentos progressivos dos vales da Europa Central, com destaque para o Würn, há 18 mil anos.

Para melhor entender a morfogênese climática, conceituou-se, no Simpósio de Düsseldorf – Alemanha em 1926, quatro grandes conjuntos para explicar a forma do relevo: (1) Zonais, que levam em consideração as condições latitudinais; (2) Azonais, que ultrapassam os limites latitudinais apesar de estarem submetidas às condições zonais; (3) Extrazonais, que são conjuntos relacionados aos estágios altimétricos; e (4) Polizonais, que são os mecanismos genéricos das paisagens que atuam em diferentes zonas, como os trabalhos dos rios (ADILSON, 2003)

Resgatando em parte o trabalho de Passarge, Büdel, em 1963, realizou uma comparação entre as zonas climáticas da Europa Central, no Würn e na atualidade, a partir dos depósitos correlativos por ele estudados, comparação representada por uma linha que ia de 0° até 90° Latitude norte.

Ele notou que, devido à glaciação, a participação de gelo no continente era mais representativa em comparação com a atualidade (obviamente). Assim, a zona de formação pronunciada de vales comprime outras zonas morfoclimáticas, com destaque para as zonas intertropicais para a constituição de vales. Fez duas colunas comparativas: a primeira representando as condições atuais e a segunda expressando as condições do Würn, ilustrando as “pulsações” que ocorreram nas zonas climáticas do hemisfério norte.

De forma análoga, na América do Sul também ocorreram “pulsações” dentro do mesmo período. Para comprovar tal afirmação tomaremos como base os textos de Ab'Saber.

Ab'Saber desenvolveu uma teoria que hoje é utilizada por cientistas de diversas áreas do conhecimento. A teoria em questão trata dos redutos

fitogeográficos. Ela procura relacionar as condições morfoestruturais e fitogeográficas às condições geográficas decorrentes desde o Würn-Wisconsin até os dias atuais no Brasil e na América do Sul.

Na última glaciação, ocorrida no Pleistoceno, houve um acirramento de condições climáticas mais secas e um retraimento do nível do mar. Tal momento culminou em uma redução de áreas dos domínios das matas menos adaptadas às condições mais frias e secas, o que acabou por dar esses espaços para a irradiação de tipos vegetais mais resistentes às novas características climáticas. Cerrados/savanas ocuparam grande parte da Amazônia até a Venezuela; caatingas adentraram nos interplanaltos do Brasil Central, nos litorais e nos sopés do litoral do Atlântico até o estado de São Paulo e o centro de Minas Gerais; as araucárias, que são de climas temperados e úmidos, tiveram suas áreas reduzidas por plantas de climas frios e secos e foram empurradas para o norte; xerófilas, sub-xerófilas e subtropicais do norte e noroeste da Argentina foram para a depressão central sul-americana e para a parte centro-ocidental do Brasil; os glaciários do Chile foram até os lagos argentinos; nas estepes desérticas ou semiáridas pode ter havido tundra; houve morfogênese mecânica gerando seixos e calhaus nas terras altas; os atuais fiordes foram escavados; pampas úmidos se tornaram secos, áridos ou estépicos; as coxilhas foram tomadas por xerófilas com cactáceas; nas pradarias não havia galerias subtropicais; as vegetações mais adaptadas aos climas úmidos ficaram restritas ao que Aziz Ab'Saber chamou de "ilhas de umidade", como topos de montanhas, planícies fluviais no caso amazônico e cimeiras no Planalto Central como o Cerrado. Em períodos interglaciais, as vegetações tomam espaços a partir de seus refúgios, formando as paisagens que hoje conhecemos. Foi desta forma, estudando o passado para entender o presente, que o autor delineou os grandes domínios morfoclimáticos da América do Sul.

Os domínios trabalhados por Ab'Saber e as Zonas morfoclimáticas estudadas por Büdell são delimitações conceituais de unidades elementares da paisagem. Unidades Elementares são as paisagens percebidas desde o suporte, passando pelo relevo e em seguida pela cobertura; a combinação mostra as suas particularidades. E isso está correlacionado com a Geologia, com as condições climáticas, biológicas e

antrópicas. Mas como as formas e a cobertura se apresentam de formas diferentes devido a duas condicionantes, o tempo e o espaço, a combinação das duas resulta em paisagens singulares.

unidades ambientais ou unidades de paisagens constituem espaços territoriais que guardam certo grau de homogeneidade fisionômica, reflexo dos fluxos naturais de energia e matéria entre os componentes e das inserções humanas por meio das atividades econômicas ao longo da história. Essa homogeneidade é dada pelos elementos que se revelam concretamente às vistas humanas, que são o relevo, a vegetação e os usos da terra. Ressalta-se, entretanto, que tais padrões fisionômicos se manifestam de modo mais genérico ou mais detalhado de acordo com a escala de análise. A identificação dessas unidades toma como suporte teórico a teoria de sistemas que como tal permite identificar um sistema maior abrangendo um conjunto de outros menores, ou vice-versa, sistemas menores dentro de um conjunto maior. É necessário considerar sempre as características da natureza e da sociedade do lugar de pesquisa, mediante níveis taxonômicos, partindo-se das análises regionais e chegando a um nível local, dentro dos limites da escala que o trabalho permite (ROSS, 2006, p. 59).

Uma unidade espacial elementar deve ter padrões funcionais definidos; é composta por uma série de elementos que em sua interconectividade constrói uma relação singular, ou seja, um sistema único. (SOTCHAVA, 1977, p. 21).

As classificações elementares se apoiam em um sistema de delimitação, formam unidades homogêneas e hierarquizadas, que se encaixam. Trata-se de unidades específicas que podem ser qualificadas de elementares em relação ao complexo da paisagem. Esses sistemas são variados e numerosos, por isso é interessante se apoiar na taxonomia da paisagem, conforme propõe Bertrand (1971).

As unidades de regionalização natural são grupamentos de unidades fundamentais de regiões naturais. Dependendo da heterogeneidade é possível pensar em subunidades de ordem superiores e inferiores, isso porque existem partes como as que estão abaixo das copas das árvores que podem ter diferentes níveis de erosão acarretando em diferentes unidades, inferiores às unidades fundamentais. O estudo de unidades fundamentais é colocado no estudo do ecossistema – que é o estudo das unidades funcionais – e então, para ampliar a escala, cria-se uma ideia de todo o complexo, levando em conta a configuração, a relação entre os elementos, as

diferentes magnitudes, as repetições das "unidades típicas" para se chegar ao objetivo da investigação (KLINK, 1981, p. 17).

O estudo de unidades espaciais, com o conceito de paisagem em uma perspectiva sistêmica, leva em conta a composição e a relação entre os elementos, e busca o entendimento do espaço em suas funções geodinâmicas e sociais. Logo, um sistema mosaico complexo, entendido como unidade espacial. Caso exista a necessidade de estudar melhor um componente deste sistema, a escala fatalmente aumentará, conseqüentemente, outra unidade de estudo. Portanto, para o estudo da paisagem é importante estar atento à escala.

A escala não consegue definir o significado do conceito paisagem, mas a "noção de escala é inseparável do estudo das paisagens" (BERTRAND, 1971), pois a alteração de escalas leva a observações diferentes. Quanto menor a escala, maior o tempo de desenvolvimento da paisagem. O problema de analisar a paisagem, segundo Bertrand (1971), é um problema de método, com ênfase na taxonomia, dinâmica, tipologia e cartografia de paisagens.

O primeiro passo seria definir quais as complexidades a serem analisadas na paisagem para, assim, definir qual a escala de análise. A paisagem é um meio de se obter consciência do espaço, é a possibilidade de se ter o entendimento de um conjunto heterogêneo de formas naturais e artificiais. A escala define o grau de detalhamento do estudo: se um estudo geral, ou se um estudo aprofundado de elemento que compõe o espaço.

Bertrand (1971) usou um sistema de classificação que comporta seis níveis. Eles estão divididos em unidades superiores: zona, domínio, região; e unidades inferiores: geossistema, geofácies, geótopo. O geossistema situa-se entre a 4ª e a 5ª grandeza (BERTRAND, 1971, p. 13). Uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados. (BERTRAND, 1971, p. 14).

Ross (1992) propõe um entendimento do relevo através de táxons, ou seja, a compreensão do relevo a partir de seu tamanho, o qual denota a origem de sua morfogênese.

O primeiro táxon trata da morfoestrutura: determina as grandes formas do relevo. O segundo táxon é a morfoescultura, que trata da diversidade da resistência litológica da estrutura quanto ao clima que atuou ali durante o tempo geológico. O terceiro táxon analisa as formas de relevo que são mais visíveis: os processos morfoclimáticos atuais. O quarto táxon compreende as planícies fluviais, as planícies marinhas, como também as formações por desgastes erosivos (colinas, morros etc.). O quinto táxon está representado pelos tipos de vertente que compõem cada uma das formas de relevo, “dimensões menores do relevo (...) gênese e idade mais recentes” (ROSS, 1992, p. 21). O sexto táxon corresponde às formas menores produzidas pelos processos erosivos atuais e formas antrópicas como cortes, aterros etc (ROSS, 1992).

A dinâmica atual do relevo se manifesta melhor nas vertentes, quinto táxon, em que é mais fácil se perceber os processos morfogenéticos, é uma expressão da morfogênese e da morfodinâmica atual (ROSS, 1992. p. 21).

Enfim, a análise ambiental integrada tem sua gênese no estudo dos sistemas, considera a correlação de componentes de meio físico, biótico e socioeconômico de uma referida área (SANTOS, 2011).

4.3 Sensoriamento remoto e Geomorfologia

A Geomorfologia é um estudo sistemático, objetiva identificar e analisar – no contexto da gênese e da evolução – as formas do relevo. Isto à luz dos processos endógenos e exógenos que se expressam na superfície da Terra. Uma ciência que adota como variáveis básicas de reflexão a morfografia e a morfometria do relevo, e amplia nas discussões analíticas questões inter-relacionadas de morfogênese, morfodinâmica e morfocronologia.

Um pressuposto de mapeamento geomorfológico é a identificação de dois tipos de formas: a forma denudacional e de forma agradacional, sendo o primeiro tipo o que perde material e o segundo tipo o que acumula material erodido.

Para Demek (apud ROSS, 1990, p. 54), a escala de maior detalhe tem três unidades básicas de utilização: superfícies geneticamente homogêneas, formas do relevo, tipos de relevo. Para esse autor, “a menor unidade taxonômica é a superfície geneticamente homogênea, que resulta de um determinado processo ou de um complexo de processos geomorfológicos”. É a unidade condicionada por três processos de origem: endógenos, exógenos e antrópicos, divididos de acordo com o grau de inclinação, origem e idade (ROSS, 1990, p. 54).

O Sensoriamento Remoto é basicamente definido como a aquisição de dados a distância, ou seja, sem contato físico com o objeto de estudo. Como no nosso caso se trata de imagens de satélites e fotos aéreas, pode-se afirmar que o sensoriamento remoto se configura como o registro de dados coletados da inter-relação entre a radiação eletromagnética e os diversos materiais que compõem a superfície da Terra, o que permite a construção de imagens que representam as diferentes áreas de estudos em específicos momentos no tempo.

As técnicas de Sensoriamento Remoto contribuíram significativamente no desenvolvimento dos mapeamentos geomorfológicos e se pode acrescentar que, também, foram muito relevantes para outros estudos que requerem observação do espaço terrestre. No início, houve certa resistência por parte dos geomorfólogos e demais geógrafos em utilizar essa ferramenta, talvez por falta de acesso ou por dificuldade de utilização, mas isso foi obviamente superado, graças à difusão do conhecimento e ao acesso aos produtos de sensores remotos.

O Processamento Digital de Imagens é uma ferramenta para obtenção de informações contidas nas imagens digitais. A incorporação do Processamento Digital de Imagens na análise ambiental é uma clara tendência nas geociências e atualmente representa a maneira mais eficiente e completa de se executar pesquisas e levantamentos temáticos.

O Sensoriamento Remoto e o Processamento Digital de Imagens trouxeram significativa contribuição aos mapeamentos geomorfológicos, desde aspectos morfoestruturais até morfoesculturais do relevo. Notadamente quanto à identificação das feições agradacionais e das feições de depósitos, pois dão suporte aos estudos de evolução do relevo, com a perspectiva de desenvolvimento integrado das vertentes e dos sistemas de drenagem. Aspectos quantitativos, como ângulos das vertentes e hipsometria, podem ser estimados e classificados com detalhamento considerável.

Enfim, os estudos de Geomorfologia tiveram uma grande contribuição com o advento do Sensoriamento Remoto e do Processamento Digital de Imagens. E, assim como segue abaixo, veremos algumas aplicações dos sensores remotos para o levantamento geomorfológico.

Costa et al. (2009) discorreu sobre as principais imagens de satélites que surgiram nos últimos tempos e vêm sendo utilizadas como base na elaboração de mapeamentos geomorfológicos, com o objetivo de explicar os motivos que levaram à utilização desses produtos e subsidiar a indicação das imagens, disponíveis no mercado, que seriam as mais adequadas para gerar mapas geomorfológicos, levando em consideração resolução espacial, custo e disponibilidade de material. Os autores concluem que nenhuma imagem de satélite sozinha pode ser considerada ideal para classificar as formas de relevo existentes, e que é necessário obter também suporte em outros elementos, tais como Modelo Digital de Elevação, carta topográfica, fotografias aéreas etc.

Teresa Gallotti Florenzano (1996), em seu texto *Dados Multisensores para Mapeamento Geomorfológico de regiões da Amazônia*, buscou avaliar a contribuição de dados TM-LANDSAT, HRV-SPOT, SAR-ERS-1 e dados resultantes da integração TM/SAR para mapeamento geomorfológico de regiões da Amazônia. A interpretação das imagens foi feita através da análise dos elementos de imagens, forma, tonalidade/cor, textura, tamanho, padrão, associação e contexto, ou seja, uma compartimentação direta do uso de classificação automática.

Florenzano (1996) identificou três categorias de relevo, de acordo com a morfogênese: formas estruturais/denudacionais, formas denudacionais e formas de acumulação. As formas de origem estrutural/denudacional e denudacional podem ser definidas segundo a forma (superfícies tabulares, superfícies pediplanadas, pedimentos, tabuleiros, colinas, cristas, ravinas, pontões, escarpas e relevos residuais) e o nível de dissecação (dissecação muito baixa, baixa, média baixa, média, média alta, alta e muito alta). Florenzano mencionou que, nos estudos que ela mesma realizou, podemos constatar que as formas de acumulação (planícies e terraços fluviais, fluvio-lacustres, marinhas, pantanaís) nem sempre são facilmente discriminadas nas imagens de satélites (FLORENZANO apud FLORENZANO, 1993 e 1995), pois, neste tipo de unidades de relevo, de intensa morfodinâmica e grande instabilidade, os limites geralmente não são bem definidos ou nítidos. Sendo assim, o apoio de cartas topográficas e fotografias aéreas, do recurso da estereoscopia, e do trabalho de campo é imprescindível para um levantamento eficaz.

Os resultados da análise das matrizes dos coeficientes de correlação, obtidas a partir das imagens digitais das bandas TM (1, 2, 3, 4, 5 e 7), indica uma alta correlação entre as bandas do visível (1, 2 e 3) e entre as do infravermelho médio (5 e 7) e, embora menor, uma correlação alta entre a banda 7 com aquelas do visível. Este mesmo comportamento verifica-se entre a banda 5 do infravermelho médio e aquelas do visível, enquanto a banda 4 não se correlaciona com as demais. Entretanto, em áreas de cobertura vegetal mais densa, a correlação entre essas bandas diminui e aumenta a correlação da banda 4 com as demais, embora esta correlação ainda seja muito baixa ou não significativa.

Em outro trabalho, *Imagens TM-LANDSAT E HRV-SPOT na elaboração de cartas geomorfológicas de uma região do Rio Taquari, MS*, Florenzano (1998) objetivou avaliar a contribuição das imagens TM-Landsat e HRV-SPOT e de técnicas de sensoriamento remoto na elaboração de cartas geomorfológicas de uma área da bacia do Rio Taquari.

Analisou imagens analógicas TM-Landsat, na escala de 1:100.000, referentes à órbita 225, ponto 73, imagens preto e branco das bandas 3 e 4, e composições coloridas 345-BGR das datas de 22/12/92, 12/03/93, 31/07/92; imagens digitais TM-

Landsat das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, referentes à mesma órbita/ponto e às datas de 22/12/92 e 12/03/93; imagens analógicas do HRV-SPOT, referentes à órbita/ponto 696-387 de 12/05/87 e 697-387 de 28/06/87, composições coloridas 123-BGR, na escala de 1:100.000, e imagens digitais HRV-SPOT das bandas 1, 2 e 3, referentes à mesma órbita/ponto e às mesmas datas. Utilizaram-se as cartas topográficas publicadas pela DSG, na escala de 1:100.000, folhas Fazenda Rancho Novo (SE-21-Z-B-1), Pedro Gomes (SE-21-Z-B-II), Morrinho da Pimenteira (SE-21-Z-B-IV), Rio Verde de Mato Grosso (SE-21-Z-B-Y), São Francisco de Assis (SE-21-Z-D-I) e Rio Negro (SE-21-Z-D-II). Na elaboração da carta geomorfológica, a interpretação das imagens foi complementada com a análise das cartas topográficas, na escala de 1:100.000, e com as observações de campo realizadas através de percursos terrestres na área de estudo.

As características morfográficas – descrição das formas de relevo – foram obtidas através da análise e interpretação das imagens de satélites, das cartas topográficas e das observações de campo. As características morfométricas, como os parâmetros relativos à dissecação, amplitude de relevo e declividade, foram obtidas basicamente através de medidas amostrais realizadas nas cartas topográficas. As unidades geomorfológicas da área de estudo foram agrupadas em três categorias, de acordo com a morfogênese: formas estruturais/denudacionais, formas denudacionais e formas de acumulação. Após esta classificação, as formas de relevo de origem estrutural/denudacional e de origem denudacional foram caracterizadas de acordo com os índices de dissecação (1 = baixa, 2 = média baixa, 3 = média, 4 = média alta e 5 = alta), de amplitude altimétrica (1 = < 40 m, 2 = 40 a 100 m, 3 = 100 a 200 m, 4 = 200 a 300 m, e 5 = > 300 m) e de declividade (1 = < 2%, 2 = 2 a 5%, 3 = 5% a 10%, 4 = 10 a 20%, 5 = 20 a 40% e 6 = > 40%).

Em suas conclusões, ela aponta que as imagens analógicas TM-Landsat, na escala de 1:100.000, permitem elaborar as cartas geomorfológicas da área de estudo, na escala de 1:100.000, e atingir o nível de informação compatível com o de setores das formas de relevo; o apoio das cartas topográficas, nesta escala, é fundamental para a definição mais precisa dos limites das unidades geomorfológicas, bem como para a caracterização morfométrica destas unidades. Uma segunda conclusão foi a

de que os limites das planícies fluviais e do pantanal nem sempre aparecem de forma nítida nas imagens do TM-Landsat e do HRV-SPOT, principalmente no que se refere às classes da planície do pantanal úmido, pouco úmido e muito úmido. Individualmente, as bandas do TM-Landsat que dão maior contribuição para a identificação de unidades e feições geomorfológicas da área de estudo são 5, 4 e 7 do infravermelho, nesta ordem; nas imagens das bandas 5 e 7, principalmente na primeira, são destacadas a morfologia, a rede de drenagem e a lâmina d'água; nas áreas de alta densidade e vigor da vegetação essa discriminação fica prejudicada, particularmente na imagem da banda 7; na imagem da banda 4, são bem realçadas a lâmina d'água e as áreas úmidas, e a discriminação das feições de relevo nesta imagem varia bastante, sendo boa em algumas áreas e não em outras. A imagem da banda 7 do infravermelho médio, bem como as bandas do visível, particularmente a 3, destacam muito bem as feições culturais, como áreas urbanas, agrícolas, estradas e feições que indicam áreas degradadas por processos de erosão, como cicatrizes de escorregamentos e ravinamentos; na banda 7 é possível discriminar bem, à exceção das áreas com alta densidade e vigor da vegetação, a morfologia, e na banda 3, a qualidade da água. Com relação às técnicas de realce aplicadas nas imagens, o melhor desempenho, de modo geral, é apresentado pela ampliação linear de contraste; com a filtragem espacial, no entanto, obtém-se um bom resultado com relação à discriminação dos contatos entre as diferentes unidades e aos níveis de dissecação. As melhores composições coloridas para o mapeamento de unidades geomorfológicas e caracterização das feições do relevo da área de estudo, principalmente formas e nível de dissecação, são a 457 e a 453, na sequência RGB, que abrangem as bandas de maior variância e, pelo menos, duas delas não correlacionadas. Com relação ao período de aquisição das imagens do TM, entre aquelas analisadas (março, julho e dezembro), as mais informativas referem-se a julho e março. As imagens do HRV-SPOT contribuem para a elaboração das cartas geomorfológicas da área de estudo, principalmente quanto aos aspectos morfodinâmicos.

Bruno de Azevedo Cavalcanti Tavares et al. (2009), no trabalho intitulado *Aplicação de técnicas de Sensoriamento Remoto para compartimentação geomorfológica na área do gráben do Cariatá, Estado da Paraíba*, apresentou o

resultado da utilização de técnicas de sensoriamento remoto que possibilitam estabelecer de maneira espacialmente mais acurada os vínculos entre tectônica e relevo na área do gráben do Cariatá, para assim tentar elucidar, a partir de uma base de dados imagéticos mais sólidos, como se deu a esculturação da paisagem geomorfológica da região.

Para a realização do mapeamento geomorfológico da área utilizou-se imagens do LANDSAT TM 5 de órbita 65 e ponto 214, de 2007. As imagens foram adquiridas através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e manipuladas através do demonstrativo do ERDAS 9.1. Foram realizadas as correções radiométrica (Equação 1) e de reflectância (Equação 2) (MARKHAM & BAKER, 1987) da imagem para corrigir possíveis erros de calibração do instrumento.

Tentou-se identificar as feições do relevo e consequentemente da geomorfologia por meio de combinações de bandas. Primeiramente realizou-se uma classificação simples. Posteriormente, utilizaram-se combinações de bandas para identificação das feições de relevo, considerando as orientações de Florenzano (2007) que indica, para áreas com cobertura vegetal densa, a região do infravermelho próximo com combinações TM 453; no caso de predomínio de solo exposto, vegetação de baixo porte e densidade, as do infravermelho médio são mais úteis. Como a área do gráben não apresenta uma vegetação densa, utilizou-se a combinação TM 475.

Foi feito um MDT com dados de SRTM (SB-25-Y-C) para auxiliar nas interpretações e caracterização da área a partir das imagens de satélite Landsat 5 TM.

A partir da elaboração do mapa morfotectônico, foi possível identificar várias anomalias. As anomalias referidas indicam a ocorrência de atividade neotectônica. As feições encontradas foram escarpas de falha e lineamentos; depósitos superficiais deformados; capturas de drenagem; anfiteatros de erosão; cristas e vales lineares; e facetas triangulares e trapezoidais ao longo das encostas.

A aplicação conjunta de imagens de satélite e MDT's neste trabalho propiciou uma modelagem mais fidedigna da área de estudo, constituindo-se assim em uma importante ferramenta para a análise da influência da neotectônica sobre os compartimentos do relevo a partir da elaboração das feições morfotectônicas. Desta forma, tais feições, como escarpas, facetas triangulares e trapezoidais, anfiteatros de erosão e vales lineares, identificadas a partir das técnicas empregadas, podem estar estritamente correlacionadas à reativação de falhas no gráben – falhas normais e transcorrentes – controlando a deposição e disposição dos sedimentos na superfície do terreno. A rede de drenagem principal da área de estudo, o rio Paraíba, também está influenciada pela dinâmica morfotectônica, o que se faz explicitar a partir de uma incisão de maior ordem em determinados setores, resultando mesmo no abandono da antiga planície sob a forma de terraços erosivos.

Camargo et al. (2009), em trabalho intitulado *Mapeamento geomorfológico semiautomatizado por meio de análise orientada a objeto multinível e dados ASTER/Terra*, teve como objetivo apresentar uma metodologia semiautomatizada de mapeamento de unidades geomorfológicas a partir de uma abordagem que se baseia em conhecimento especializado e variáveis derivadas de um MDE ASTER/Terra.

Utilizaram-se imagens ASTER/Terra do subsistema sensor VNIR (Visible and Near Infra-Red) (3N e 3B de 31/08/2004, nível de processamento L1B); 109 pontos coletados com equipamentos GPS de precisão, arquivos vetoriais (eixo de logradouros, drenagem e curvas de nível); arquivos de pontos cotados e equipamentos para visualização 3D. As imagens foram orientadas por meio do modelo matemático Toutin (módulo OrthoEngine, PCI Geomatica 10.0.3) e de pontos de controle (GCPs – Ground Control Points), coletados a partir dos arquivos vetoriais. Posteriormente, extraiu-se o MDE (estéreo-correlação e cálculo de paralaxes entre as imagens epipolares), a ortoimagem ASTER/3N, e as variáveis geomorfométricas (declividade, curvaturas horizontal e vertical) e texturais (desvio padrão, entropia e segundo momento angular). Essas variáveis, o MDE, a banda 3N ortorretificada, o relevo sombreado e o arquivo vetorial da drenagem, foram empregadas na classificação. Os 109 pontos GPS foram utilizados na validação do MDE. Por outro lado, para a validação da classificação, utilizou-se um mapa independente obtido da

interpretação visual do par estereoscópico (imagens epipolares 3N e 3B), cuja legenda adotada é a do sistema ITC (VERSTAPPEN; ZUIDAM, 1991).

Foram realizados quatro níveis de segmentação, sendo que um foi empregado na classificação dos corpos d'água, outro na estimativa da densidade de drenagem, e o restante na classificação das unidades geomorfológicas. Desse modo, essas unidades foram classificadas em duas etapas: na primeira foram identificadas as grandes unidades morfogeneticamente homogêneas, denominadas de macrounidades geomorfológicas, e na segunda, as unidades morfográficas finais da legenda, denominadas de unidades geomorfológicas detalhadas, contidas nas anteriores. A densidade de drenagem forneceu atributos para a classificação. Com base nesses níveis de segmentação e seus objetos, definiu-se uma rede semântica hierárquica. Inicialmente, essa rede apresentou três níveis de segmentação: o nível 1, no qual se delimitaram os corpos d'água; o nível 2, com as macrounidades geomorfológicas, e o nível 3, utilizado no cálculo da densidade de drenagem. Esta foi obtida da razão entre a área da rede hidrográfica e a área de cada objeto no nível 3. Na Tabela 1, são apresentadas as variáveis e os parâmetros empregados na segmentação. Nessa rede inicial, foram classificados os corpos d'água, a densidade de drenagem (em Alta e Média/Baixa) e as macrounidades: Serras/Montanhas/Morros, Planícies Aluviais, Planícies Aluviais Intermontanas e Colinas Sedimentares. Na análise exploratória, empregaram-se histogramas com valores amostrais dos atributos, calculados a partir dos objetos da segmentação. Verifica-se a sobreposição de valores/intervalos em algumas classes. Essa confusão foi minimizada através: (i) da utilização do operador nebuloso AND e suas funções flexíveis; e (ii) a partir do conceito de herança oriundo da AOO. Esse conceito permitiu a criação de subclasses, as quais identificaram os objetos corretamente classificados e aqueles referentes aos erros de comissão.

Pela análise dos erros de comissão (linhas) e omissão (colunas), verifica-se que a classe "Planícies Aluviais" apresentou confusão com a classe "Terraços". Isso se deve, principalmente, às características geomorfométricas similares (declividade e altimetria) entre ambas as classes. No caso das unidades com gênese estrutural/denudacional, erros significativos ocorreram entre as classes "Serras

Médias-Altas” e “Morros Alongados e Paralelos” e, também, entre as classes “Serras Altas e Escarpadas” e “Serras Altas”. Apesar de morfograficamente distintas, essas classes são morfometricamente semelhantes em determinados atributos, tais como altimetria.

Foram observados poucos erros entre classes de domínios morfogenéticos distintos (entre terrenos sedimentares quaternários e terrenos cristalinos pré-cambrianos, por exemplo). Isso se deve à adequada separação desses domínios na etapa de classificação das macrounidades geomorfológicas. Como o sistema Definiens® permite a classificação multinível, regras considerando outras etapas de classificação foram inseridas na rede semântica hierárquica, de modo a minimizar a confusão na classificação final.

O método utilizado nesta pesquisa demonstrou a viabilidade de uma classificação semiautomatizada de unidades geomorfológicas. Esse procedimento não seria possível em sistemas convencionais de processamento digital de imagens, os quais operam apenas com informações estatísticas das regiões e com um único nível de segmentação.

Os resultados da rede semântica hierárquica sugerem que ela pode ser replicável para outras áreas de estudo com configurações morfológicas semelhantes, uma vez que o sistema permite o ajuste das funções e seus limiares, a fim de garantir a conformidade da rede à realidade em análise, economizando assim esforços de modelagem por parte do intérprete e tempo de processamento computacional. Isto, no entanto, deve ser testado em trabalhos futuros.

Thiago Monteiro de Carvalho (2007) apresentou um estudo com o uso de métodos baseados na utilização dos produtos da SRTM como uma ferramenta essencial para os estudos em geomorfologia.

Os produtos da SRTM foram gerados pelo sensor SIR-C/X-SAR (Spaceborn Imaging Radar C-band/X-band Synthetic Aperture Radar), com esse recurso foi obtida a morfometria e a morfologia da paisagem estudada. Os resultados mostraram que a

imagens SRTM são adequadas para fins de mapeamento geomorfológico em pequenas e médias escalas, como o mapa do Estado de Goiás.

As imagens do Projeto Radam Brasil foram utilizadas por Ross e Moroz (1997) para a publicação do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (escala de representação 1:1.000.000, de trabalho 1:500.000 – 1:250.000). Nesse trabalho, a associação entre solos e relevos foi bem explicitada em sua tabela integrada de atributos do relevo.

Os autores partem da subdivisão do relevo em 6 táxons, todavia, devido à escala, foram mapeados apenas os táxons 1, 2 e 3. O primeiro táxon representa as unidades morfoesculturais, o segundo táxon representa as unidades morfoesculturais. O terceiro táxon representa as unidades de relevo (tipos de relevo ou padrões e formas semelhantes).

As unidades do relevo foram codificadas pelos conjuntos de letras e números arábicos utilizados pelo Projeto Radam Brasil, ou seja, para as formas denudacionais a letra maiúscula D é acompanhada por minúsculas que informam o tipo de modelado dominante dessas formas, tomando como referência maior a forma dos topos – convexo (c); tabular (t), aguçado (a), plano (p) – desta forma, a composição pode ser Dc, Dt, e assim por diante. As formas de Acumulação são representadas pela letra maiúscula A, cujas formas de maior relevância estão nos tipos de planícies – fluvial (pf), marinha (pm). As demais formas como as lineares ou pontuais são representadas por linhas e pontos, por exemplo as escarpas e pontões rochosos. Os números que acompanham as letras formam um par de números associados (Tabela 1): o primeiro número se refere ao entalhamento dos vales e o segundo número à distância interfluvial (a distância interfluvial é inversamente proporcional à densidade de drenagem).

Tabela 1: Índice de dissecação e distância interfluvial

MATRIZ DOS INDICES DE DISSECAÇÃO DO RELEVO

\ Densidade de Drenagem ou \ Dimensão Interfluvial \ Média (Classes) \ \ Graus de entalhamento dos \ vales (Classes) \	MUITO BAIXA (1) >3750m > 15mm	BAIXA (2) 1750 a 3750m 3 a 15mm	MÉDIA (3) 750 a 1750m 3 a 5 mm	ALTA (4) 250 750m 1 a 3 mm	MUITO ALTA (5) <250m 1mm
Muito Fraco (1) (< de 20m)	11	12	13	14	15
Fraco (2) (20 a 40m)	21	22	23	24	25
Médio (3) (40 a 80m)	31	32	33	34	35
Forte (4) (80 a 160m)	41	42	43	44	45
Muito Forte (5) (> 160m)	51	52	53	54	55

Fonte: ROSS e MOROZ, 1997.

Partindo da definição dos “pacotes” de relevo, os autores fizeram inferências sobre o tipo de solo predominante a partir do tipo de forma. Levando em consideração, notadamente, a declividade obtida através da relação dimensão interfluvial e o grau de entalhamento dos vales. Segue abaixo um exemplo de mapeamento do trabalho e suas nomenclaturas.

A tabela abaixo (legenda integrada do mapa agora exposto) traz informações sobre a morfoestrutura, a morfoescultura, os tipos de formas e sua altimetria e declividade (morfometria), seguidas pelo tipo de solos dominantes (com referência da ordem e subordem) e, por fim, a litologia.

Tabela 2: Legenda integrada

LEGENDA (FIG 03)

UNIDADES MORFOESTRUTURAS	UNIDADES MORFOESTRUTURAS	FORMAS DE RELEVO			SOLOS DOMINANTES	LITOLOGIA DOMINANTE
		MODELADOS	ALTIMETRIA	DECLIVIDADE		
CINTURÃO DOROGÊNICO DO ATLÂNTICO	PLANALTO ATLÂNTICO					
	8- Planalto do Alto Rio Grande Nível Alto (acima de 900m) Nível Médio (800-900m)	Morros baixos Dc14, Dc23	acima de 900m 700-800m	> 30% 10 - 20%	Podzólico Vermelho- Amarelo	Charncoquitos Granitos Migmatitos Gnaisses
BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ	PLANALTO OCIDENTAL PAULISTA					
	14- Planaltos em Patamares Estruturais de Rib. Preto	Colinas amplas e baixas D11, D12, D13	500-700m	10 - 20%	Latosolo Roxo	Basaltos
	15- Planaltos Residuais de Franca/Batatais	Colinas com topos planos D12, D13	900-1000m	10 - 20%	Latosolo Vermelho- Amarelo	Arenitos, lanchas de Siltitos, Conglomerados
	16- Planalto Residual de São Carlos	Colinas com topos planos D11, Dc22, Dc23, Dc33, Dc34	800-900m	10 - 20% > 30%	Latosolo Vermelho- Escuro	Depósitos arenosos e argilosos
BACIAS SEDIMENTARES CENOZOICAS	DEPRESSÃO PERIFÉRICA PAULISTA					
	19- Depressão Moji- Guaçu	Colinas com topos amplas D12	500-700m	10 - 20%	Latosolo Vermelho- Amarelo, Latossolo Vermelho Escuro, Pod- zólico Vermelho- Am- arelo	Arenitos, finos, Zircónios, Argilitos, Siltitos, Litolitos, Folhelhos
	PLANÍCIES FLUVIAIS					
	31- Diversas	Planícies e Terrapças Fluviais Ap1		< 2%	Gley Húmico Gley pouco Húmico	Sedimentos arenosos e ar- gilosos maciços

Fonte: ROSS e MOROZ, 1997.

O uso das imagens LandSat de sensor TM, por mais que sejam úteis por sua facilidade de obtenção, não permite uma classificação automatizada com o uso da espectrometria, onde poderia se fazer uma classificação automatizada do relevo. Mas se mostra útil para mapeamentos em escalas pequenas com análise e compartimentação monitorada a partir da interpretação por acuidade visual dos elementos da imagem.

As imagens do SRTM são bem utilizadas por serem de fácil acesso e permitem a extração de informações morfométricas do terreno além das informações morfológicas, assim como com as imagens LandSat TM, a compartimentação do tipo de forma é feita pela interpretação visual do pesquisador. As imagens do Radam Brasil não são tão acessíveis quanto as imagens do SRTM, e sua escala de análise não ultrapassa com facilidade o 1:250.000, mas se mostrou eficaz para a utilização de mapeamento de escala territorial (como o caso do estado de São Paulo).

4.4 Fragilidade ambiental

Fierz (2008) defende a definição de fragilidade como a facilidade que o relevo, em seu momento de equilíbrio, seja alterado em decorrência de fatores naturais ou antrópicos. E deve ser concebida dentro dos preceitos da teoria geral dos sistemas,

logo, a fragilidade ambiental poderia ser vista como a resistência do sistema ser alterado no aspecto da interação entre os elementos e até da alteração de um elemento. Desta forma, fragilidade ambiental é a propensão ao “desmantelamento de um sistema que se encontra em equilíbrio dinâmico”.

Nesse contexto, o estudo da fragilidade ambiental inicia-se com o entendimento do equilíbrio dinâmico. Qualquer intervenção neste equilíbrio muda a dinâmica dos componentes deste sistema.

Dessa forma, cada sistema apresenta características de dinâmica própria, além de diferentes níveis de fragilidade, que são avaliados pelo seu momento de clímax e propensão a mudanças funcionais e morfológicas.

A metodologia de fragilidade aqui utilizada foi preconizada por Ross (1994), que partiu das ideias de unidades ecodinâmicas de Tricart (1977), que elaborou a classificação de fragilidade potencial (condições naturais do terreno) e fragilidade emergente (áreas de ação antrópica).

A fragilidade ambiental, sendo ela potencial ou emergente, teria cinco níveis de classificação a começar pela declividade do terreno:

Tabela 3: Classificação hierárquica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados.

Classe de fragilidade	Índice de fragilidade	Classes de declividade
Muito Fraca	1	até 6%
Fraca	2	de 6 a 12%
Média	3	de 12 a 20%
Forte	4	de 20 a 30%
Muito Forte	5	e acima de 30%

Fonte: ROSS, 1994.

Compilando informações publicadas pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), em somatório com os trabalhos de Lombardi Neto e Bertoni (1975) e Fasolo et al. (1992), Ross (1994) propôs as classes de fragilidade dos solos.

Tabela 4: Classificação da fragilidade dos tipos de solos.

Classe de fragilidade	Índice de fragilidade	Tipos de solos
Muito Fraca	1	Latossolo roxo, latossolo vermelho escuro e vermelho-amarelo, textura argilosa
Fraca	2	Latossolo amarelo e vermelho-amarelo, textura médio-argilosa
Média	3	Latossolo vermelho-amarelo, nitossolos, aluviossolos, neossolos, textura média e argilosa.
Forte	4	Cambissolos, textura médio-arenosa
Muito Forte	5	Neossolos com cascalho, litólicos e neossolos quartzarenicos

Fonte: ROSS, 1994.

Ross (1994) sugere o estabelecimento de uma hierarquia de graus de proteção dos solos pela cobertura vegetal.

Tabela 5: Grau de proteção de superfície por tipos de coberturas

Grau de proteção	Índice de fragilidade	Tipos de cobertura
Muito alta	1	Florestas/matias naturais, florestas cultivadas com biodiversidade
Alta	2	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária, cerrado denso)
Média	3	Mata homogênea de pinus densa, pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo com cacau
Baixa	4	Culturas de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento como café, laranja com forrageiras entre ruas, pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucalipto com sub-bosque de nativas
Muito baixa	5	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeado, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplanagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas

Fonte: ROSS, 1994.

A partir dessa categorização, foi estabelecida uma classificação da fragilidade através da composição entre as quatro informações e os algarismos mencionados, seguindo a sequência: relevo, solo, cobertura vegetal/uso da terra.

A carta de fragilidade ambiental é um importante instrumento para o planejamento de áreas urbanas, e pode auxiliar em ações que evitem processos naturais adversos intensos, como as catástrofes urbanas. As cartas de fragilidade nas áreas urbanas são fundamentais para nortear a ocupação, indicando locais mais susceptíveis a desastres naturais.

4.5 Vulnerabilidade social

Carneiro e Veiga (2004) definem vulnerabilidade como exposição a riscos e baixa capacidade material, simbólica e comportamental, de famílias e pessoas, para enfrentar e superar os desafios com que se defrontam. Portanto, os riscos estão

associados, por um lado, com situações próprias do ciclo de vida das pessoas e, por outro, com as condições das famílias, da comunidade e do ambiente em que as pessoas se desenvolvem.

A ausência de recursos materiais alimentará outras fraquezas: baixa escolarização, condições precárias de saúde e de nutrição, moradias precárias em locais ambientalmente degradados e condições sanitárias inadequadas (necessidades insatisfeitas). Famílias e pessoas em tais condições de vida disporão de um repertório reduzido para enfrentar as adversidades.

Dessa forma, Carneiro e Veiga (2004) concluem que vulnerabilidades e riscos remetem às noções de carência e de exclusão. Pessoas, famílias e comunidades são vulneráveis quando não dispõem de recursos materiais e imateriais para enfrentar com sucesso os riscos a que são ou estão submetidas, nem de capacidades para adotar cursos de ações/estratégias que lhes possibilitem alcançar patamares razoáveis de segurança pessoal/coletiva.

Santos (2011) sintetiza que a vulnerabilidade compreende a exposição de uma pessoa, ou grupo de pessoas, aos riscos e a sua capacidade de resposta, sendo esta determinada pelo seu nível de pobreza, definido pelo contexto político, histórico e social.

O Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (SEADE, 2010) se apoia na constatação de algumas dimensões da pobreza que precisam ser consideradas em um estudo sobre vulnerabilidade social. Nesse sentido, o índice parte de um indivíduo, família ou grupo social, e refere-se a sua maior ou menor capacidade de controlar as forças que afetam seu bem-estar, isto é, a “posse de controles de ativos que constituem recursos requeridos para o aproveitamento das oportunidades propiciadas pelo Estado, mercado e sociedade”.

Outro pressuposto para a determinação do índice paulista de vulnerabilidade é a segregação espacial, que contribui decisivamente para a permanência dos padrões de desigualdade social. Isto é balizado na diferenciação entre infraestrutura,

segurança, disponibilidade de espaços de lazer, entre outros, tudo que afeta o bem-estar de pessoas e famílias.

Foram estabelecidos pela SEADE (2013) 7 grupos de vulnerabilidade e as categorias estudadas são explicadas na tabela que se segue:

Tabela 6: Grupos do IPVS 2010 – setores censitários com mais de 50 domicílios

Grupos	Dimensões		IPVS2010	Situação e tipo de setores por grupo
	Socioeconômica	Ciclo de vida familiar		
1	Muito alta	Famílias jovens, adultas e idosas	Baixíssima vulnerabilidade	Urbanos e rurais não especiais e subnormais
2	Média	Famílias adultas e idosas	Vulnerabilidade muito baixa	Urbanos e rurais não especiais e subnormais
3	Média	Famílias jovens	Vulnerabilidade baixa	Urbanos e rurais não especiais e subnormais
4	Baixa	Famílias adultas e idosas	Vulnerabilidade média	Urbanos não especiais e subnormais
5	Baixa	Famílias jovens em setores urbanos	Vulnerabilidade alta	Urbanos não especiais
6	Baixa	Famílias jovens residentes em aglomerados subnormais	Vulnerabilidade muito alta	Urbanos subnormais
7	Baixa	Famílias idosas, adultas e jovens em setores rurais	Vulnerabilidade alta	Rurais

Fonte: Fundação Seade. Índice Paulista de Vulnerabilidade Social – IPVS.

Nota: os setores censitários rurais do município de São Paulo foram considerados como urbanos para classificação nos grupos do IPVS 2010.

Vulnerabilidade social é um termo que se refere a pessoas que estão em condições de ausência de requisitos básicos de qualidade de vida, é geralmente ligado à pobreza. Sendo assim, uma das formas de se reconhecer a vulnerabilidade social é diagnosticar as condições precárias de moradia e saneamento.

Com isso, o tipo de ocupação também é um fator que deve ser considerado: a resistência das construções (por exemplo, se são de madeira, alvenaria) e a existência de proteções da infraestrutura, como fundações adequadas.

Conjuntamente, os fatores econômicos, sociais, políticos, ideológicos, culturais, educacionais, entre outros, definem a vulnerabilidade das comunidades em risco. A capacidade de enfrentar os perigos e de se recuperar dos desastres reduz a vulnerabilidade da comunidade. Por outro lado, o desconhecimento do perigo faz com que a vulnerabilidade seja maior. Quanto mais frágil for a comunidade, maior o impacto do desastre e maior o dano potencial. (GODJARD, 2011).

A favela é uma representação eficaz para a espacialização da vulnerabilidade social, pois o “eixo paradigmático da representação das favelas é a ausência” (OBSERVATÓRIO de Favelas, 2009). Em geral, é um espaço desprovido de infraestrutura urbana (como água, luz, esgoto), um local de pobreza e miséria, ao qual, muitas vezes, sequer são praticadas as leis habituais do Estado.

Conforme Gamba (2011), a insuficiência na favela contribui para o agravamento da vulnerabilidade social e, conseqüentemente, para o aceleração de processos de escorregamento. A autora deu exemplos como: (1) ligações mal feitas da rede de abastecimento de água e de esgoto podem resultar em vazamentos e infiltrações no solo que induzem escorregamentos de vertentes; (2) a destinação inadequada do lixo em áreas íngremes também aumenta a instabilidade do solo e, na ocorrência de eventos extremos de precipitação, amplia o risco de deslizamentos. Acrescentamos que construções residenciais estruturalmente precárias e sem infraestrutura geotécnica eficaz também são condições agravantes.

5 MÉTODOS E MATERIAIS

A pesquisa seguiu a proposta de Libault (apud ROSS, 1990, pp. 32-36) em que primeiro há o nível compilatório, de levantamento e seleção dos dados pertinentes; em seguida, o nível correlativo em que se faz a organização e correlação dos dados; o nível semântico, que é a análise interpretativa dos dados, em que se fecha o diagnóstico; e, por fim, o nível normativo, momento da produção do modelo, no nosso caso um modelo gráfico, o mapa de fragilidade e, a partir desse mapa, a Análise Ambiental Integrada.

Como norte foi utilizada a proposta de análise geomorfológica de Aziz Ab'Saber (1969), que se baseia em três níveis de investigação: (1) a compartimentação topográfica, com a descrição mais precisa possível das formas; (2) o entendimento da estrutura superficial da paisagem, que estabelece correlações entre os fatos observados; e (3) a fisiologia da paisagem, centrada na aferição da dinâmica atual.

Primeiramente, os estudos básicos do relevo, que passam pelo trabalho de campo e por estudos de gabinete com consulta a materiais relevantes, que gerarão produtos cartográficos pertinentes de acordo com a proposta de Ross (1994).

A análise empírica exige estudos básicos do relevo, do sub-solo, do uso do solo, da terra e do clima. Os estudos passam obrigatoriamente pelos levantamentos de campo, pelos serviços de gabinete, a partir dos quais gera-se produtos cartográficos temáticos de geomorfologia, geologia, pedologia, climatologia e uso da terra/vegetação. (ROSS, 1994. p. 66)

O caminho é construir um sistema geográfico que permita um raciocínio adequado diante do universo de estudo aqui abordado. Um sistema mental com determinadas categorias de análise e um número limitado de relações entre os elementos que compõem o sistema. As categorias e as relações serão tratadas dentro do que compete à Geografia realizar.

Admite-se que existem relações no espaço que somente podem ser entendidas por outros métodos, como o dialético, que consegue obter entendimento

da complexidade social na formação socioespacial. Porém, conseguir construir uma análise da paisagem com tudo que se pode aferir sobre o espaço é de possibilidade ínfima para a reflexão de um pesquisador e difícil para que o mesmo possa comunicar seus resultados. Assim, o sistema criado para a pesquisa terá um número limitado de categorias de análise e de relações entre as mesmas. Um trabalho descritivo com procedimento reflexivo e metodológico integrado e qualitativo.

5.1 Limite do sistema

A bacia hidrográfica possui um conjunto de elementos e inter-relações que influenciam direta ou indiretamente na qualidade do meio ambiente urbano, pois a bacia, em sua condição natural, possui uma dinâmica, em equilíbrio, de entrada e saída de energia e matéria. Com a interferência humana ocorre alteração, adição e/ou subtração de elementos de matéria e energia. Assim, sua fisionomia e, principalmente, sua dinâmica, ficam modificadas. Os resultados são diversos: instabilidade de vertente, impermeabilização que ajuda a promover enchentes e enxurradas, esgoto difuso (ou clandestino), perda de biota, assoreamento acelerado etc. A adoção das bacias hidrográficas urbanizadas como unidade geográfica de análise pode ajudar na reflexão sobre o uso e ocupação do solo.

A bacia hidrográfica pode deixar clara a interação do ciclo hidrológico com a superfície, partindo da relação com a vegetação até a relação com o solo e outros elementos da paisagem. É onde se observa: interceptação pela vegetação, gotejamento da água parada nas folhas e os pingos de chuva que atravessam as copas de árvores em fluxo terminal (fluxo que chega ao solo), também, a infiltração das águas que percolam o solo e as rochas, o armazenamento dessa água pelo solo, o escoamento em subsolo e o escoamento superficial.

O sistema bacia está imbricado em sentido de volume, não no sentido de área. Trata-se de uma complexidade que ocorre dentro de um movimento de energia e matéria, onde o principal elemento é a água, o palco principal é um conjunto de vertentes e canais que por sua disposição e posição “canalizam” matéria por gravidade e podem resultar em um canal de drenagem fluvial perene. O canal de drenagem fluvial perene é a representação máxima do sistema bacia hidrográfica.

Bacia hidrográfica é um sistema aberto que tem limites físicos definidos por linhas imaginárias que levam em consideração os divisores de água, a linha de cumeada, que na representação cartográfica é apresentada. Sistema independente que pode gerar *outputs* ou receber *inputs*; o que permite pensar a distribuição dessa energia e desse material.

A maioria dos lugares emersos do Planeta, que são de interesse da Geografia, está em um complexo como este; o reconhecimento desse sistema é um meio que permite a visualização dos processos, dinâmicas, tendências e a evolução da paisagem, além de oferecer discernimento sobre os ciclos e os balanços que ali podem ser medidos e trazer a noção da influência que fenômenos e empreendimentos sociais podem exercer no espaço de uma bacia hidrográfica.

O sistema bacia hidrográfica é aqui pensado como um sistema independente. O principal *input* é a água de precipitação. E ela pode caminhar pela vertente de maneira difusa ou canalizada, formando canais perenes ou intermitentes de rios ou córregos. Estes canais funcionam como principal via de *outputs* do sistema, pois as transferências em outros níveis elementares são mínimas em comparação.

5.2 Elaboração dos Cartogramas

Propõe-se aqui a geração de produtos cartográficos temáticos analíticos sintéticos. Os cartogramas temáticos que servem de subsídio para este trabalho são: mapa topográfico base, mapa hipsométrico, mapa clinográfico, mapa de uso e ocupação da terra, mapa geomorfológico, mapa da lei de zoneamento urbano e, enfim, o mapa síntese de fragilidade.

São apresentados em escala 1:10.000, usual para trabalhos técnicos em área urbana. A projeção é a Transversa de Mercator, com o Datum SAD69, Fuso 23. As linhas de latitude e longitude distam entre si em 5 cm.

O Mapa Topográfico utilizado foi EMPLASA, 1981: a partir das folhas 2344 (Jardim São Bento) e 2346 (M' Boi Mirim) do Sistema Cartográfico Metropolitano de São Paulo (SCM-SP) em escala 1:10.000; Datum SAD69 no Fuso 23, produzido pela EMPLASA em 1981. Estas duas cartas foram digitalizadas em escâner e deixadas

como "raster" em extensão formato "tif", prontas para o georreferenciamento e para, assim, iniciar a construção do Sistema de Informação Geográfico (SIG) do lugar escolhido.

Atualmente, a Cartografia como um todo entra na era da informática. Com o auxílio de satélites e computadores, a Cartografia Temática torna-se um verdadeiro Sistema de Informações Geográficas (MARTINELLI, 2003, p. 16).

Por estar a bacia representada parte em uma carta e parte em outra, a 2344 ao Norte e a 2346 ao Sul, foi preciso colocar as duas cartas justapostas da melhor forma possível para tentar corrigir ao máximo os primeiros desvios. Desta forma, o georreferenciamento se deu com diversos pontos dentro ou próximos à área da bacia. Desta forma, foi possível obter um melhor enquadramento dos desenhos e das linhas de referência das cartas no local interessante para o estudo e, conforme a linha da justaposição entre as duas cartas se afasta do desenho da bacia, o desvio aumenta, mas sem influenciar na construção dos produtos cartográficos desejados. O georreferenciamento foi feito com base no Datum e, assim, se seguiu com os demais produtos cartográficos deste trabalho.

Mapa Topográfico

EMPLASA, 1981, Região Metropolitana de São Paulo (modificado)

Foram, então, desenhados os vetores referentes à hidrografia que a EMPLASA (1981) considera em sua carta, vetores em polilinha (*polyline*) e salvo o primeiro *over-layer* com hidrografia EMPLASA, 1981. Em seguida foi delimitada a bacia em seus limites externos expressos pelo divisor de águas principal (a não ser o limite à jusante que foi delimitado pelo córrego Embu-Mirim representado em imagem IKONOS de 2002), construindo um polígono, um segundo *layer*. Foi criada uma máscara para mostrar apenas a representação interessante, o interior da bacia. O limite da bacia e a máscara para tirar do mapa as informações não pertinentes foram utilizados em outros mapas produzidos.

A drenagem foi desenhada com fotointerpretação das fotos BASE, com o uso de técnicas de estereoscopia. Desenhada em papel *ultra-fan* a drenagem, o *over-layer* foi rasterizado em máquina de escâner, salvo em formato JPG e, a cada drenagem desenhada, foram colocados atributos de ordem de drenagem segundo Stahler, para cada ordem um tipo de linha de representação.

Para o georreferenciamento da imagem foram usados os cruzamentos de ruas da imagem e a representação dos mesmos cruzamentos na carta topográfica. Foi sobreposta à imagem a delimitação da bacia, e a drenagem tirada em estereoscopia.

Hierarquia de Drenagem

5.3 Levantamento Geomorfológico

Os elementos da Geomorfologia aqui são representados pelo mapa geomorfológico, que foi pensado a partir da divisão em táxons de acordo com Ross (1992), com ênfase no 5º e 6º táxon. Um mapa síntese que traz em sua legenda integrada forma, litologia, solo, altitude e declividade.

Os dados morfométricos retirados da carta topográfica foram hipsometria e clinografia. Para tal obtenção foram vetorizadas as linhas do raster da carta topográfica, com o auxílio de um programa de SIG. Em seguida, foi feita a interpolação das linhas topográficas com suas cotas estabelecidas no SIG. Para a hipsometria, foram estabelecidas cinco classes de altimetria em metros, entendido como zero o nível do mar: 736 a 750, 750 a 770, 770 a 805, 805 a 830 e 830 a 879. Para os dados clinográficos, foram estabelecidas cinco classes de declividade representadas percentualmente: 0 – 2%; 2 – 10%; 10 – 20%; 20 – 30%; e maior que 30%.

Mapa Clinográfico

Mapa Hipsométrico

Para a execução do mapeamento das formas de detalhe, foram usadas fotografias aéreas, através da técnica de estereoscopia.

Foram tirados desenhos em papel transparente (*ultra-fan*):

(1) formas de vales; (2) divisores de águas; (3) topos; (4) vertentes convexas de inclinação abrupta e suave; (5) várzeas; e ainda (6) drenagem perene ou intermitente, conforme a chave de interpretação.

O *ultra-fan* é escaneado e as linhas que representam as formas são vetorizadas no computador. Assim, está pronta a definição das linhas que representarão o 6º táxon. Segue abaixo um mapa das formas em sexto táxon sobre imagem IKONOS, 2002.

Mapa Morfológico

A partir do Mapa Base da EMPLASA e com auxílio das fotos aéreas, foram desenhadas as formas, os topos, os patamares, as vertentes côncavas e convexas, as planícies e o terraço, com auxílio de SIG. As representações das formas do 5º táxon serão feitas por cores, para definir o polígono, e por composição de letras e números, para diferenciar as peculiaridades de cada uma das formas; seja altitude ou declividade.

Topo convexo e polígonos coloridos acompanhados pelas letras "Tc" são definidos a partir das linhas que a Carta Base traz como sendo as de maior altitude. Foram diferenciados de acordo com a variação de declividade.

O Patamar Convexo é o arredondamento no topo da linha de interflúvios e será representado pelas letras "Pc".

As vertentes côncavas e convexas são nomeadas de acordo com sua declividade, onde "Vc" é vertente côncava e "Vx" vertente convexa; 1 é a menor declividade (0% à 2%) e 5 a maior (acima de 30%). No final a vertente se definiria pela cor e pela composição de letras e números, por exemplo: uma vertente convexa de alta declividade seria representada por "Vx5".

As Planícies são todas fluviais, a diferença quantitativa é altimétrica e clinográfica; são diferenciadas no mapa por tons de verde e por números. Planícies fluviais são representadas pelas letras "Pf" e seguidas pelos números arábicos 1, 2 ou 3; por exemplo: "Pf2".

Terraço coluvial, definido com cor e pelas letras "Tr", identificado seu nível de base no início do que foi definido como Planície 1 e 2; seu nível mais elevado ficou definido por uma linha feita para caracterizar o tipo de encosta de baixa declividade.

5.4 Uso e cobertura da superfície da Terra

O levantamento de uso e cobertura indica a distribuição espacial dos padrões homogêneos de cobertura da superfície terrestre, que podem ser observados em produtos de sensores remotos, como fotografias aéreas e imagens de satélites. Após a definição da cobertura, há a possibilidade de retratar a dinâmica de ocupação

territorial e, assim, é possível espacializar o uso. Este levantamento se torna um instrumento importante para a construção de diagnósticos ambientais, principalmente para avaliação da fragilidade ambiental frente às diferentes ações antrópicas expressas na paisagem.

Conforme instruído pelo Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE, entende-se como ponto de partida a observação de quatro princípios básicos para os levantamentos de uso e cobertura: (1) a escala do mapeamento; (2) a natureza da informação básica – a fonte; (3) a unidade de mapeamento e a definição da menor área a ser mapeada; e, por fim, (4) a nomenclatura.

A escala de representação 1:10.000 foi considerada como a mais adequada para um diagnóstico detalhado à semidetalhado, sendo que essas duas opções eram atendidas pela resolução espacial apresentada pela imagem disponível para o estudo.

A análise de proteção dos solos pela cobertura vegetal passa pela construção de carta de uso e da cobertura vegetal, resultado da pesquisa de gabinete e de campo. Onde as áreas forem urbanizadas é preciso distinguir os padrões de urbanização quanto à impermeabilização, às áreas verdes, à infraestrutura tal como canalização das águas pluviais, asfaltamento, guias e sarjetas, aos padrões das edificações, entre outros.

Para alcançar um detalhamento satisfatório somado à boa legibilidade das unidades mapeadas, foi adotado que as menores áreas a serem identificadas seriam de até 300m², resultando numa representação, dos polígonos mais reduzidos na escala, menor que 5mmx5mm no mapa, limite recomendado pelo IBGE.

A nomenclatura das tipologias que constam no mapa de uso e ocupação do solo utiliza basicamente terminologias voltadas para as atividades antrópicas na paisagem (IBGE, 2006). A divisão conceitual de interpretação para a definição de nomenclatura parte da separação entre Terra e Água. Onde Água é separada entre Corpos D'água Costeiros e Corpos D'água Continentais, enquanto Terra é dividida entre Áreas Antrópicas e Áreas Naturais.

As Áreas Antrópicas são divididas em Não Agrícolas e Agrícolas. As Áreas Não Agrícolas estão subdivididas em tipologias como cobertura urbanizada até solo exposto. Áreas agrícolas são subdivididas em chácaras, cobertura agrícola, cobertura herbácea e cobertura arbórea rarefeita.

As Áreas Naturais estão divididas em Vegetadas e Não Vegetadas. As Vegetadas são classificadas conforme o porte do conjunto da vegetação e compreendem as Coberturas Arbóreas, Arbustivas e Vegetação de Área Úmida. A cobertura Herbácea tem uma interface com a cobertura natural, mas como boa parte das áreas de cobertura herbácea são utilizadas como pasto ou são fruto de supressão vegetal, optou-se aqui por colocar este porte entre as áreas antrópicas. As áreas não vegetadas são os afloramentos rochosos. O gráfico a seguir ilustra, esquematicamente, o encadeamento teórico e reflexivo para a construção da nomenclatura da cobertura da superfície terrestre.

Gráfico 1: Divisão conceitual para definição da nomenclatura de Uso e Cobertura.

Elaboração: GAYOSO, 2014.

Este encadeamento teórico reflexivo serve (1) como referência para compilar as informações dos dados disponíveis; (2) para correlacionar as informações para

estabelecer o significado na paisagem estudada; e (3) expressar as respostas no cartograma de Uso e Cobertura. O entendimento da sinergia estabelecida entre o meio natural e o meio antrópico define as unidades de paisagem que estão intimamente ligadas aos processos produtivos antrópicos que nortearão as novas formas de organização do espaço. Todavia, nem todas as informações sobre uso contidas no espaço podem ser interpretadas diretamente com a observação da cobertura. Essa é uma das questões que ocorreram na paisagem em que a observação da cobertura não indicava explicitamente seu significado, tornando necessária a obtenção de dados complementares em campo, pesquisas bibliográficas, ou entrevistas.

Desta forma a nomenclatura foi sendo detalhada de acordo com a necessidade do estudo e a obtenção de informações e dados suplementares. Esse detalhamento, para seu perfeito entendimento, foi descrito e aparece acompanhado por ilustrações e fotografias.

A técnica utilizada para a elaboração do mapa de Uso e Cobertura foi a fotointerpretação por acuidade visual, que consiste na identificação das homogeneidades e tipologias presentes na imagem. A técnica foi aplicada com vetorização digital dos dados extraídos na interpretação, obtendo-se como produto uma base cartográfica digital adequada à escala de 1:10.000. As observações na imagem IKONOS, 2002, foram feitas em escalas variáveis de 1:5.000 até 1:1.250, o produto está em escala 1:10.000.

Para que as informações interpretadas pudessem ser identificadas com maior facilidade, possibilitando inclusive comparações com outros dados relativos ao uso da terra que eventualmente venham a ser obtidos posteriormente a este estudo, foi elaborado um extrato de legenda com a descrição das nomenclaturas adotadas e uma chave de interpretação para o Mapa de Uso e Cobertura, conforme é apresentado na tabela abaixo. O extrato possui 11 classes distintas que representam as dinâmicas observadas na área de estudo. Nas primeiras colunas estão dispostos os níveis hierárquicos que correspondem às nomenclaturas utilizadas e, nas colunas seguintes, as descrições e as chaves de interpretação referentes a estas classes.

No levantamento de campo foi realizada a confirmação dos usos e coberturas identificados durante a interpretação da fotografia aérea, bem como a competente documentação fotográfica e coleta de informações complementares. Com a finalização do Mapa de Uso e Cobertura da Terra foi estruturado um banco de dados com arquivos vetoriais e cálculos de áreas, dando origem à planilha com os dados de área por categoria de uso e a elaboração do relatório de caracterização.

Tabela 7 – Chave de interpretação para o Mapa de Uso e Cobertura do Solo.

Grande Grupo	Áreas	Uso Predominante	Cobertura Mapeada	Descrição	Visão Vertical	Visão Oblíqua	Unidades de mapeamento	Usos na área de estudo	Paleta RGB de Cores
Águas	Corpos d'água Continentais	Recurso hídrico	Corpo d'água	Massa d'água como drenagem caudalosa, lagos naturais ou artificiais de origem não marinha.			Corpo d'água	Uso recreativo e de lazer. Dessedentação de animais	0/169/230
Terra	Naturais	Recurso natural	Vegetação Pioneira Arbustiva	Áreas antrópicas com cobertura arbustiva			Capoeira	Muitas vezes usadas como pasto	149/151/31
	Naturais		Áreas Alagadas	São áreas com a presença de vegetação pioneira de várzea, em estágio inicial, de complexo vegetacional encontrado em solos hidromórficos, ou simplesmente encharcados, que ocupam terrenos permanentemente rejuvenescidos pela ação das águas.			Vegetação pioneira de várzea		185/234/181
	Naturais		Vegetação de porte arbóreo	Vegetação secundária ou em regeneração, resultante de processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes da vegetação primária. (Res. MMA 29/94)			Mata secundária	Área de cobertura arbórea que representa: Floresta Ombrófila Densa (estrutura florestal com cobertura superior predominantemente contínua) ou Aberta (estrutura florestal com diferentes graus de descontinuidade da cobertura superior) de estágio inicial, médio e avançado. Floresta Ombrófila Aluvial é a cobertura de palmeira, é composição arbórea de florestas secundárias ou florestas regeneradas após desmatamento.	51/102/0

Grande Grupo	Áreas	Uso Predominante	Cobertura Mapeada	Descrição	Visão Vertical	Visão Oblíqua	Unidades de mapeamento	Usos na área de estudo	Paleta RGB de Cores
Terra	Antrópicas	Urbano	Urbana	São áreas de uso intensivo marcadas pela presença de edificações próximas umas das outras e sistema viário.			Cobertura Urbana regularizada	O espaço é predominantemente usado para funções urbanas como habitação, trabalho e circulação.	255/168/192
	Antrópicas		Edificações precárias	Áreas identificadas pela presença de edificações contíguas, sem critérios técnicos de engenharia civil.			Autoconstruções	Conjunto de moradias que representam comunidades da periferia paulistana, conhecidas como favelas. Aglomerado urbano de população de baixo poder aquisitivo e de alta vulnerabilidade social. Deficiente em saneamento básico e ausência de infraestrutura geotécnica, dentre outros tipos de ausência.	173/137/205
	Antrópicas	Agrícola	Edificações não contíguas	Áreas identificadas pela presença de edificações não contíguas (ou isoladas).			Chácaras	Espaços usados como sedes de propriedades ou estações de trabalho. Área agrícola se refere ao lugar onde existem trabalhos relacionados com o tratamento do solo e com o cultivo de vegetais ou criação de animais.	255/255/0
	Antrópicas		Reflorestamento				Vegetação arbórea de eucalipto	Silvicultura não extrativista, usada para reflorestamento.	205/137/0

Grande Grupo	Áreas	Uso Predominante	Cobertura Mapeada	Descrição	Visão Vertical	Visão Oblíqua	Unidades de mapeamento	Usos na área de estudo	Paleta RGB de Cores
Terra	Antrópicas	Agrícola e Não Agrícola	Herbácea	Vegetação herbácea, notadamente braquiara.			Campo Antrópico	Pasto com predominância de vegetação herbácea, notadamente braquiara.	209/255/115
	Antrópicas		Solo Exposto	Solo exposto, representa áreas sem cobertura vegetal ou artificial, onde suas superfícies podem estar (parcialmente ou em sua totalidade) permeáveis ou impermeabilizadas por compactação ou por efeito <i>splash</i> .			Solo Exposto	Usos intensivos diversos (desde lazer até atividades de comércio e serviços); áreas de baixa proteção da superfície em relação aos processos de perda de material terroso.	255/255/190
	Antrópicas		Indivíduos arbóreos que não formam dossel.	Conjunto de árvores, independentemente do número de indivíduos e de espécies, ou de seu porte, podendo ser espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas, com ou sem estratos herbáceo e arbustivo. Identifica-se pela delimitação de árvores isoladas ou pequenos conjuntos de árvores em meio a coberturas herbáceas e arbustivas			Cobertura arbórea descontínua	Árvores Frutíferas, árvores ornamentais; sombra para gado; sombra para chácaras.	115/76/0

Elaboração: GAYOSO, 2014.

5.5 Análise Ambiental Integrada

Para que a Análise Ambiental Integrada não ficasse subentendida no mapeamento em uma admissão do holístico, foi realizada uma descrição de cada unidade de paisagem que compõe o mosaico representado pelo Mapa de Fragilidade. A Análise Ambiental Integrada parte do Entendimento Geográfico que pode ser dividido em Meio Físico e Complexidade Social (ou meio social).

A reflexão para o Meio Físico, neste trabalho, teve como resultante o Mapa Geomorfológico. Nele está representada a Estrutura, que corresponde ao Clima e à Litologia que resulta no tipo de Solo, e a Escultura que diz respeito à Declividade, à Altitude e às Formas do relevo.

A explicação da complexidade social é uma demanda da admissão do contexto do moderno e da modernização em um Estado de direcionamento capitalista, onde as relações socioeconômicas têm mostrado um acirramento da expropriação e exploração das pessoas e dos recursos naturais para fins de acumulação de riquezas nas mãos de poucos. Esta complexidade parte da própria concepção da sociedade, de como as pessoas se relacionam e de como encaram o meio em que elas vivem.

Enfim, a paisagem reflete muito dessa organização social, e essa impressão da sociedade na paisagem se dá pela Pressão Socioeconômica, tal como a ampliação de espaços urbanos com ou sem infraestrutura (condição) adequada ao meio ambiente e às pessoas. A Pressão Socioeconômica no espaço é resultante dessa Complexidade Social, tal pressão está se mostra nociva ao meio ambiente e foi entendido pela sociedade que é necessário controle. O Estado entra como mediador dessa pressão sobre o espaço, legislando, de forma insatisfatória, com a finalidade de estabelecer controle sobre o uso e a ocupação do seu território. O resultado dessa combinação contraria o planejado, e o reflexo disso está no uso e cobertura da superfície, que aqui é representado pelo Mapa de Uso e Cobertura da Terra.

O Mapa de Fragilidade é um resultado técnico da combinação de elementos mapeáveis, que se expressam na superfície da paisagem, levando

em consideração o Meio Físico e a Complexidade Social, o que compete à seara da Geografia.

A Análise Ambiental Integrada é uma síntese geográfica com reflexão sistêmica, com a admissão do holístico, com foco em entender o que acontece no espaço que pode ser concebido pelos nossos limites mentais e sensoriais e, assim, buscar um diagnóstico e um prognóstico. Por fim, elaborar diretrizes para a área estudada.

É necessária inicialmente a observação das partes para se cartografar o todo. Por isso, a busca é de simplificação dos detalhes estudados até o alcance de uma escala representativa para o todo, em que vai haver uma generalização da complexidade espacial tentando evitar ao máximo perder de vista os elementos significativos e os aspectos restritivos que devem ser levados em conta neste estudo.

A análise ambiental integrada se dará a partir da reflexão da Fragilidade Ambiental que se baseia no conceito de Unidades Ecodinâmicas preconizado por Tricart (1977). Dentro dessa concepção da paisagem – tratada no âmbito da Teoria dos Sistemas – o pressuposto adotado é de que a natureza se desenvolve em um panorama de entrada e saída de energia e matéria e tende ao equilíbrio dinâmico.

Com a admissão de que o ambiente tende ao equilíbrio, Tricart propõe a classificação da paisagem em meios estáveis, instáveis e intergrades. Para que as questões sociais fossem inseridas na análise da paisagem, Ross (1990) amplia o uso do conceito para Unidades Ecodinâmicas de fragilidade potencial (que se refere às questões naturais) e Unidades Ecodinâmicas de fragilidade emergente (com a intervenção humana).

Para adaptar a proposta de Ross (1994) para este trabalho e, por fim, ser possível a construção de um mapa de fragilidade, propõe-se o estabelecimento de três compartimentos em um primeiro nível de análise reflexiva, em que se define a entrada dos dados relevantes para a análise

integrada. Estes compartimentos são: abiótico (Meio Físico), biótico (Meio Biótico) e sociocultural (Meio Socioeconômico).

Dentro de cada um desses compartimentos, ainda no primeiro nível de reflexão, há uma subdivisão em características estruturais e em características funcionais. A partir disso, há a avaliação e a interpretação de cada compartimento, e selecionam-se os temas relevantes para cada compartimento. Temas que podem ser especializados, de preferência em poligonais. O fluxograma abaixo tem como finalidade ilustrar o método reflexivo aludido para a construção da análise ambiental integrada com viés geográfico: o bloco superior trata do primeiro nível de reflexão, o segundo bloco traz os cartogramas que representam espacialmente as questões tratadas no primeiro bloco (que no caso são os mapas de Uso e Cobertura do Solo e o Geotécnico); em seguida é o segundo nível de reflexão que trabalha com os elementos dos primeiros modelos gráficos, cuja correlação e sobreposição dos layers resultam no cartograma síntese (Mapa de Fragilidade) com o estabelecimento das unidades de paisagem analisadas na correspondência entre seus vários atributos.

Gráfico 2: Método reflexivo para a construção da Análise Ambiental Integrada

Elaboração: GAYOSO, 2014.

A valoração das categorias de Cobertura da Terra fará a vez do compartimento biótico e sociocultural; as categorias de Unidades Geomorfológicas representarão a síntese da complexidade do meio físico. A partir da reflexão básica sobre a significância e a restrição para cada tema, estabelece-se qual a fragilidade, se potencial ou emergente, e qual a sua gravidade, em que 1 é Muito Fraca, 2 é Fraca, 3 é Média, 4 é Forte e 5 é Muito Forte. Na correlação entre restrição e significância, a fragilidade da categoria é definida pelo maior número da combinação (o retorno do maior número).

Para a definição das unidades de paisagem e suas respectivas fragilidades, se faz uma intersecção entre os *shapes* produzidos no estudo, notadamente o *shape* de uso e cobertura do solo e do mapa geomorfológico (como foi aludido no item anterior). Cada tema de cada compartimento irá se correlacionar: define-se a Unidade de Paisagem a partir dessa sobreposição. A partir da correlação entre as fragilidades dos temas espacializados, a fragilidade da unidade de paisagem é definida pelo maior número da combinação. Por fim, estabelece-se a correlação entre os compartimentos do primeiro nível de reflexão, em que são ilustradas as Unidades de Paisagem e qual a fragilidade de cada uma delas.

Os dados do mapa geomorfológico tratam da integração de dados e informações litológicas, geomorfológicas e pedológicas. O mapa Geomorfológico apresenta não só uma caracterização das rochas e coberturas da área, como também aborda as suscetibilidades dos terrenos aos processos da dinâmica superficial.

O mapa de uso e cobertura da Terra reflete o estudo da distribuição espacial das características resultantes das interações entre o meio natural e as transformações sociais materializadas na paisagem, além da vulnerabilidade social. E parte do mapeamento das formas de cobertura da terra, expressas basicamente pela cobertura vegetal e pelas coberturas antrópicas.

Como via prática, o mapeamento de uso e cobertura será entendido como instrumento fundamental na construção da espacialização da análise ambiental integrada, pois será encarado como expressão do resultado visível das ações do homem sobre a vegetação. Ou seja, de forma geral, coberturas antrópicas, na maior parte das vezes, indicam o uso e manejo (atual ou pretérito) da porção espacial mapeada; a cobertura vegetal indica a fitofisionomia e os possíveis habitats de fauna. Também, o mapeamento de uso e cobertura dá indicações da vulnerabilidade social que possa haver. Uma favela tem alto grau de vulnerabilidade social para desastres naturais.

O Mapa de Fragilidade foi usado como ponto de partida para fracionar a área de estudo em unidades de paisagem e pensar cada fração em função da sua fragilidade e frente aos elementos e inter-relações entendidas neste trabalho.

Para levantar a fragilidade da bacia, inicia-se com a avaliação da declividade. Neste caso, são analisados os intervalos de classes já consagrados nos estudos da capacidade de uso/aptidão agrícola, associados com aqueles conhecidos como valores-limite críticos da geotecnia, indicativos respectivamente do vigor dos processos erosivos, dos riscos de escorregamento/deslizamento e inundações frequentes.

Segundo Fernandes e Amaral (2003), (apud Florenzano, 2008, p. 24), a maior frequência de escorregamentos ocorre nas vertentes com declividades entre 20% e 35%, e não nas mais inclinadas, uma vez que nas altas declividades o solo é pouco espesso ou já foi removido; nas declividades intermediárias de vertentes côncavas existe maior deposição de material fruto de erosão à montante. O acúmulo de material em vertentes entre 20 e 30% de inclinação tem maior probabilidade de escorregamento.

Apesar da pertinência da colocação, entendemos que a força da gravidade atua com uma variação de intensidade desprezível pelo local. Atua de maneira igual por toda a área de estudo; a força contrária a esta seria a desaceleração causada pelo atrito da vertente nos objetos que estão em movimento estimulados pela gravidade. Quanto menos inclinada a vertente,

maior a estabilidade dos objetos às motivações gravitacionais, incentivos estes que culminam em processos de erosão, queda de blocos e desmoronamento de edificações humanas, como as autoconstruções que compõem, ou não, as favelas. Assim, quanto mais inclinado o relevo mais forte é a fragilidade, quanto menos inclinado mais fraca é a fragilidade.

Neste trabalho, as duas classes de fragilidade colocadas acima serão fundidas em apenas um tipo de classe, a da Geomorfologia, pois esta engloba a declividade, o tipo de solo, a litologia e acrescenta o caráter qualitativo das formas; este último define o comportamento da água no relevo e, consequentemente, o processo morfogenético presente.

Para atribuímos os graus de fragilidade da Geomorfologia foram correlacionados os valores de fragilidade da declividade correspondendo com os valores para a fragilidade dos solos. Conforme apresentado no quadro abaixo:

Tabela 8: As classes de fragilidade quanto às declividades de vertentes:

Dissecação	Intervalo de declividade de vertente
Muito baixa	De 0% até 2%
Baixa	De 2% até 10%
Média	De 10% até 20%
Forte	De 20% até 30%
Muito forte	> que 30%

Fonte: ROSS, 1994.

A partir daí foi feita uma tabela que estabelece correspondência entre as duas variáveis ambientais em função da fragilidade, as colunas representando a inclinação e as linhas representando os solos; a numeração traz primeiramente a declividade, pois, a ação da gravidade nos materiais é o fator fundamental para a evolução morfológica e a variação de solo será entendida em sua resistasia erosiva e capacidade de manejo.

Tabela 9: Correlação entre declividade e solos quanto à fragilidade

		DECLIVIDADE					Legenda: Fragilidade	
		1	2	3	4	5		
SOLOS	2	1.2						Muito baixa
	3	1.3	2.3	3.3	4.3			Baixa
	4	1.4	2.4	3.4	4.4	5.4		Média
	5	1.5	2.5					Forte
								Muito forte

Elaboração: GAYOSO, 2014.

Desta forma, a valoração dos atributos do Mapa Geomorfológico para a construção do Mapa de Fragilidade fica conforme a tabela a seguir:

Tabela 10: Classes de fragilidade da Geomorfologia

Classes de Fragilidade	Tipos de Vertente	
1 – Muito Fraca	Tr	
2 – Fraca	Vx2	
3 – Média	Vc1; Vc3; Vx3; Tc2; Tc3; Pc	
4 – Forte	Pf1; Pf2; Pf3; Vc4; Vx4	
5 – Muito Forte	Vc5; Vx5	

Elaboração: GAYOSO, 2014.

Em seguida, foi definido, a partir da capacidade de proteção do solo e a vulnerabilidade social, o mapa de Uso e Cobertura da Terra.

Tabela 11: Capacidade da cobertura de proteger o solo

Proteção do solo	Tipo de cobertura
1 – Muito alta	Mata de vegetação secundária, cobertura urbana.
2 – Alta	Capoeira e chácara
3 – Média	Fragmentos de cobertura arbórea descontínua e vegetação de eucalipto.
4 – Baixa	Vegetação pioneira de várzea, campo antrópico
5 – Muito baixa a nula	Solo exposto e autoconstrução irregular;

Fundamentado em ROSS, 1994. Elaboração: GAYOSO, 2014.

Trataremos as relações entre as variáveis, para estabelecer a classificação entre fragilidade potencial e emergente, a partir da associação dos dígitos arábicos atribuídos nas tabelas acima, que dizem respeito a cada categoria elencada para analisar. (como recomendado por ROSS, 1994. p. 68)

Para seguir a linha da proposta de unidades ecodinâmicas, parte-se da seguinte sequência para a combinação numérica: primeiro o uso da terra/cobertura vegetal; depois as classes de declividade; e o terceiro associado aos tipos de susceptibilidade dos solos. (ROSS, 1994. p. 70).

Neste trabalho as classes de declividade e os tipos de susceptibilidade dos solos estão sintetizados no Mapa Geomorfológico, desta forma, a combinação numérica de dois atributos identifica o tipo de fragilidade:

- Uso e Cobertura da terra
- Atributos Geomorfológicos do 5º táxon - tipos de vertentes.

A representação será feita por números arábicos de 1 até 5, sendo o tipo de uso e cobertura representado primeiro – pois influencia/define os processos morfogenéticos atuais – e, em seguida, as características geomorfológicas que representam as formas herdadas da história natural do relevo até então.

Tabela 12: Correlação entre Uso e Cobertura da terra e a Geomorfologia local

		USO E COBERTURA DA TERRA					Legenda: Fragilidade	
		1	2	3	4	5		
GEOMORFOLÓGICO	1	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	Muito baixa	
	2	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2	Baixa	
	3	1.3	2.3	3.3	4.3	5.3	Média	
	4	1.4	2.4	3.4	4.4	5.4	Forte	
	5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	Muito forte	

Elaboração: GAYOSO, 2014.

O Mapa de Fragilidade é um resultado técnico da combinação de elementos mapeáveis que se expressam na superfície da paisagem, levando em consideração o Meio Físico e a Complexidade Social. Parte do

entendimento geográfico que se divide em dois grupos: meio físico e meio social. O meio físico apresenta fatores estruturais (categorias constantes no espaço no intervalo de tempo do estudo) e fatores esculturais (morfometria e morfologia), ambos são sintetizados no Mapa Geomorfológico. A complexidade social é a relação socioeconômica com o espaço, esta relação se dá pelas pressões sociais e econômicas (ocupações irregulares, autconstruções, especulação imobiliária, concentração de riquezas) e regulação do estado (ordenamento territorial através de leis e fiscalização) o desenvolvimento da relação sócio econômica com o espaço é representado pelo mapa de uso e cobertura da Terra. A Intersecção entre os *layers*, dos mapas aludidos, gera o mapa de fragilidade ambiental. A partir desse último produto, elabora-se a análise ambiental integrada em formato de tabela.

Após a elaboração do mapa de fragilidade ambiental é feita uma intersecção entre os dados do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) e os de fragilidade contidos na área de estudo, e se observa a correspondência entre as duas informações mapeadas em gráficos-síntese.

Por fim, tabula-se as informações elaboradas no ambiente de sistema de informação geográfica para uma análise ambiental integrada com representação espacial das unidades de paisagem, delimitadas a partir da correspondência de todas as informações trabalhadas.

5.6 Materiais

- Carta topográfica do Sistema Cartográfico Metropolitano (SCM), 1:10.000, EMPLASA (1981), folha Jardim São Bento, 2344, e folha M'Boi Mirim, 2346;
- Imagem IKONOS (2002), 1:5.000. Imagem Google, 2014;
- Aerofotos BASE (1992), RMSP; 1:5.000, faixa 13, fotos 11 e 12;
- Imagem Google (2014);
- Mapa da Lei do Estado de São Paulo 12.233 de 2006, COBRAPE (2007);
- Máquina fotográfica 9.0 megapixels;
- Esteroscópio de espelho e de bolso;
- Minas coloridas;
- Papel *ultra-fan*;
- Impressora e escâner;
- Programas computacionais de SIG, de texto, de planilha e de desenho.

6 RESULTADOS

6.1 Uso e cobertura da superfície

O processo produtivo antrópico é o principal fator condicionante da cobertura do solo e seu desenvolvimento tende a provocar novas formas de uso/cobertura e, conseqüentemente, de organização do espaço. Desse modo, mesmo considerando que as coberturas com maiores participações proporcionais sejam as naturais, o uso de maior destaque na área é o que está compreendido nas áreas urbanas. Trata-se do uso que apresenta maior dinamismo e velocidade de crescimento. A observação das imagens e os levantamentos de campo permitem prognosticar que a tendência atual é a de ampliação e adensamento dos espaços urbanizados, destacando-se que existe um significativo número de lotes vagos na maior parte das poligonais mapeadas e se observam inúmeras construções.

O gráfico abaixo representa percentualmente a distribuição das áreas mapeadas de uso e de cobertura da Terra na bacia hidrográfica estudada; na folha seguinte está o mapa.

Gráfico 3: Distribuição percentual de área de uso e cobertura pela bacia estudada.

Elaboração: GAYOSO, 2014.

Mapa de Uso e Cobertura da Terra

As imagens fotográficas representam a presença de autoconstruções onde os parâmetros técnicos de engenharia civil são negligenciados, devido ao baixo poder aquisitivo dos usuários que não podem contar com os técnicos engenheiros, uma vez que seus serviços são muito onerosos para a população. Além de estarem em locais pouco favoráveis à ocupação urbana, como na cabeceira de drenagem, indo até o nível de base das nascentes dos rios principais. Também retratam erosões superficiais de baixa e alta magnitude e poluição de canal de drenagem.

As fotos e os mosaicos auxiliaram na construção do mapa de Uso e Cobertura da Terra. Ambos estão acompanhados de cartogramas de localização que mostram onde foram tiradas as fotos e quais foram os ângulos de visada.

Figura 15: Autoconstrução

As autoconstruções encontradas na bacia estão em áreas de risco de escorregamento e uma delas está na cabeceira de drenagem, ponto importante para a captação de água.

Foto: Gayoso, Rogério Caron. 2009

Imagem: Google Earth. 2009

Figura 16: Erosão superficial

Erosão superficial em
área íngreme e de vegetação
removida próximo ao nível de
base desta vertente.

Foto: Gayoso, Rogério Caron. 2009

Imagem: Google Earth. 2009

Figura 17: Córrego poluído

Os conjuntos de autoconstrução não possuem saneamento básico. O que compromete a qualidade de vida da população residente e a qualidade da água para abastecimento.

Foto: Gayoso, Rogério Caron. 2009

Imagem: Google Earth. 2009

Figura 18: Lagoa de pesque e pague

Represamento de água
usado para um pesque e pague.
Esta represa fica acima do nível
de base onde passa o Córrego

Foto: Gayoso, Rogério Caron. 2009

Imagem: Google Earth. 2009

Figura 19: Dispositivo de drenagem do pesque e pague

Parte da barreira usada para represamento da água para o pesque e pague. Em destaque o “ladrão” para eliminar o excesso de água do tanque para peixes.

Foto: Gayoso, Rogério Caron. 2009

Imagem: Google Earth. 2009

Figura 20: *Input* de material no sistema bacia

A outra parte da barragem que é composta por entulho: material solto que contribui para *input* de matéria no sistema, o que acelera o processo de assoreamento dos córregos à jusante e da Represa Guarapiranga.

Foto: Gayoso, Rogério Caron. 2009

Imagem: Google Earth. 2009

Figura 21: Nascente ocupada

Ponto onde verte água a menos de 2 metros da soleira da edificação da chácara. Um dos pontos que abastecem o tanque do pesqueiro.

Foto: Gayoso, Rogério Caron. 2009

Imagem: Google Earth. 2009

Figura 22: Aterro sobre planície fluvial

Área aterrada ocupada por depósito, para comércio de areia e cimento, e por algumas residências. Tais ações ocasionaram perda de área encharcada e contribuíram para o assoreamento.

Foto: Gayoso, Rogério Caron. 2009

Imagem: Google Earth. 2009

Figura 23: Alagado

Alagado de
represamento de córrego

Foto: Gayoso, Rogério Caron. 2009

Imagem: Google Earth. 2009

Figura 24: Processo erosivo

Grande ravina
provocada por erosão em
vertente íngreme e desprovida de
vegetação.

Foto: Gayoso, Rogério Caron. 2009

Imagem: Google Earth. 2009

Figura 25: Obra geotécnica

Obra geotécnica de
armação com cimento para
contenção de erosão.

Foto: Gayoso, Rogério Caron. 2009

Imagem: Google Earth. 2009

Figura 26: Vegetação pioneira de várzea

Vegetação pioneira na várzea do
Córrego Embu-Mirim.

Foto: Gayoso, Rogério Caron. 2009

Imagem: Google Earth. 2009

Figura 27: Mosaico 1

Área de recobrimento dos mosaicos de fotografias.

Legenda

- Pontos de fotografia
- Mosaico 1
- Mosaico 2
- Mosaico 3
- Mosaico 4
- Mosaico 5

sem escala definida

Fonte da imagem de satélite: Google Earth (2009)

Área de nascente do principal córrego da bacia, com autoconstrução, mata secundária, campos antrópicos e vegetação arbórea de eucalipto, da esquerda para a direita respectivamente.

Figura 28: Mosaico 2

Figura 29: Mosaico 3

Propriedade do pesque e pague, com a lagoa, a mesma concentração de autoconstrução e mata secundária do mosaico 1. Observe-se o padrão de cobertura do pesque e pague: no mapa de uso e cobertura da terra é classificado como chácara.

Figura 30: Mosaico 4

Área de recobrimento dos mosaicos de fotografias.

Legenda

- Pontos de fotografia
- Mosaico 1
- Mosaico 2
- Mosaico 3
- Mosaico 4
- Mosaico 5

sem escala definida

Fonte da imagem de satélite: Google Earth (2009)

Nascente de bacia de terceira ordem, de acordo com Straler (1958) *apud* Christofolletti (1980), tributária do córrego principal, com maior área de mata secundária, uma cicatriz de erosão e mais à direita, cobertura urbana regularizada pelo PRIS.

Figura 31: Mosaico 5

Área de recobrimento dos mosaicos de fotografias.

Legenda

- Pontos de fotografia
- Mosaico 1
- Mosaico 2
- Mosaico 3
- Mosaico 4
- Mosaico 5

sem escala definida

Fonte da imagem de satélite: Google Earth (2009)

Planície de inundação do córrego Embu-Mirim e a respectiva vegetação pioneira de várzea.

As áreas de solo exposto se mostraram as mais frágeis quanto a processos degenerativos dos sistemas ambientais. Sua progressão pode resultar em danos ambientais difíceis de recuperar, como o avanço sobre áreas vegetadas e o favorecimento do aumento de espécies vegetais exóticas, como os eucaliptos e os bambus, além da perda de solo e assoreamento de corpos d'água.

Figura 32: Foto de processo de erosão que avança sobre a vegetação.

Foto: GAYOSO, 2014.

Em áreas de solo exposto, cobertura herbácea e cobertura agrícola, o aquecimento da atmosfera local é significativamente maior do que sobre áreas onde há cobertura florestal, de modo que as chuvas, por ausência de cobertura, provocam escoamento superficial intenso, percolação com lixiviação, compactação e perda de solo. O somatório desses processos resulta em maior dificuldade para o estabelecimento de vegetação e maior vulnerabilidade a processos de degradação, como erosão e assoreamento da drenagem natural. Pode-se inferir, desse modo, que a vulnerabilidade dessas coberturas frente

aos processos de intemperismo é alta, especialmente no que se refere à proteção do solo contra os impactos diretos das gotas de chuva.

Já a cobertura arbórea rarefeita estabelece um grau de proteção ao solo mais próximo daquele proporcionado pela herbácea do que a de porte arbóreo, isto devido à sua distribuição no espaço. As áreas com cobertura de vegetação de área úmida são frágeis em função de seu substrato, por vezes turfa, por vezes gleissolo ou outros solos hidromórficos, que são substratos suscetíveis a processos de subsidência.

As áreas de vegetação de porte arbustivo estabelecem um grau de proteção intermediário entre as coberturas de vegetação de porte arbóreo e de cobertura herbácea e arbórea rarefeita. As variações dependerão dos espaçamentos entre os indivíduos vegetais de porte arbustivo. Como é sabido, a cobertura que estabelece o maior grau de proteção da superfície é a de porte arbóreo, pois as copas interceptam os impactos diretos das gotas de chuva, além da proteção da serrapilheira. Os solos são mais porosos e a taxa de percolação tende a ser maior que a de escoamento superficial, com exceção das épocas em que a pluviosidade é muito alta e o solo está saturado.

Tabela 13: Capacidade da cobertura de proteger o solo

Proteção do solo	Tipo de cobertura
1 – Muito alta	Mata de vegetação secundária, cobertura urbana
2 – Alta	Capoeira e chácara
3 – Média	Fragmentos de cobertura arbórea descontínua e vegetação de eucalipto
4 – Baixa	Vegetação pioneira de várzea, campo antrópico
5 – Muito baixa a nula	Solo exposto e autoconstrução irregular

Fundamentado em ROSS, 1994, p. 68.

As partes esverdeadas do mapa podem ser preservadas e/ou recuperadas justamente para maior aproveitamento de captação de água, e como se pode ver, seria possível uma área verde maior na paisagem. Além de que uma área verde possibilitaria o estabelecimento de um corredor ecológico entre o Parque do Guarapiranga e o interior da bacia do córrego Embu-Mirim. Grande parte da bacia está impermeabilizada pela urbanização, que é regularizada pelo PRIS. Muitas das partes de solo exposto podem ser

recuperadas tanto com vegetação quanto com padrão urbano de cobertura. As planícies fluviais com vegetação pioneira são áreas que tem grande possibilidade de cheia por serem áreas de aplainamento por ação fluvial. Os campos antrópicos aqui são cobertos, geralmente, por gramíneas e, em situações bem isoladas, alguns arbustos. As gramíneas são exóticas do tipo conhecido popularmente como braquiara, comum em pasto para gado de corte e de leite, uma espécie bem adaptada ao ecossistema vigente na paisagem estudada. A capoeira é a vegetação em um estado médio de desenvolvimento, em comparação com a mata secundária. A mata secundária está concentrada em dois pequenos maciços a Nordeste. O padrão chácara é encontrado em quatro áreas, com árvores e pouca edificação antrópica. A vegetação de eucalipto é um reflorestamento para recuperação e não para silvicultura, pois as árvores não estão dispostas em ruas ou em leras de plantios.

6.2 Mapa Geomorfológico

O mapa geomorfológico representa as questões de meio físico aqui mapeadas. Segue abaixo uma descrição das formas mapeadas em 5º e 6º táxon e em seguida o mapa, com a legenda integrada e o extrato de legenda para as formas em 6ºtáxon.

Mapa Geomorfológico

LEGENDA INTEGRADA PARA MAPA GEOMORFOLÓGICO

Morfoestrutura	Morfoescultura	Unidade Morfológica	Padrões de Formas	Morfologia de Vertentes			Formas Detalhadas	
1ºTáxon	2ºTáxon	3ºTáxon	4ºTáxon	5ºTáxon			6ºTáxon	
				Formas Identificadas	Declividades dominantes	Signo	Taxonomia	Signo
CINTURÃO DO ATLÂNTICO	PLANALTO ATLÂNTICO	PLANALTO PAULISTANO	Planícies Fluviais: área mais ou menos plana, junto à margem de rios, onde os processos de agradação são predominantes em comparação com os de degradação. O principal depositante é a ação dos canais fluviais. Por sua forma ser resultado de deposição por rios e córregos: o solo é hidromórfico, seu embasamento é aluvionar e sua formação é do Quaternário.	Planície Fluvial I (Pf1): Planície do Córrego Embu-Mirim Altitude 736 - 740m	0 - 2%	Pf1	Várzea	
				Planície Fluvial II (Pf2): Planície do Córrego Xamborés Altitude 740 - 750m	0 - 10%	Pf2	Canalização	
				Planície Fluvial III (Pf3): Nascentes do Xamboré Altitude 765 - 785	0 - 10%	Pf3	Aterro	
			Terraço; superfície de agradação; o material de deposição não se consolidou como solo; seu embasamento é de colúvio, e sua formação data do Quaternário.	Terraço (Tr): Em sopé de vertente Próximo ao Córrego Embu-Mirim forma arredondada Altitude 740 - 750m	0 - 2%.	Tr	Remoção	
			Morro de Topo Convexo: forma denudacional; montes pouco elevados, com altura de 100m-200m, com topos e patamares arredondados; com vertentes concavas e convexas, com predominacia de Latossolos e Cambissolos; litologia predominante de gnaisses e micaxistos, que fazem parte do Complexo Embu que data do Pré-Cambriano.	Vertente Convexa (Vx): abóbada; dispersa o fluxo d'água na encosta, Latossolos nas menores declividades, Cambissolos nas maiores. Altitudes a partir de 795 até 865m	0 - 2%(1) 2 - 10%(2) 10 - 20%(3) 20 - 30%(4) >30%(5)	Vx1 Vx2 Vx3 Vx4 Vx5	Declive Suave	
							Ravinamento	
							Geotecnia	
							Declive Abrupto	
							Vale em 'V'	
				Vertente Concava (Vc): Forma Conchoidal, capta chuvas e canaliza para vales e várzeas. Solos rasos e mais frágeis, Cambissolo na maior parte. Altitudes a partir de 795 até 865m	0 - 2%(1) 2 - 10%(2) 10 - 20%(3) 20 - 30%(4) >30%(5)	Vc1 Vc2 Vc3 Vc4 Vc5	Enxurrada	
							Vale em 'U'	
							Anfiteatro	
				Patamar Convexo (Pc): Logo abaixo do Topo Convexo. Presença de colo. Arredondada na linha de crista Altitudes a partir de 795 até 865m	10 - 20%	Pc	Colo	
							Interflúvio	
			Topos Convexos (Tc): As mais elevadas porções Formas arredondadas Altitudes a partir de 805 até 879m	02 - 10%(1) 10 - 20%(2) 20 - 30%(3)	Tc1 Tc2 Tc3	Cume		

Extrato de Legenda: 6º Táxon de Mapa Geomorfológico

Corpos d'água

Denominação da forma	Signo para Representação	Visão Oblíqua	Visão Vertical	Descrição da forma
Drenagem Perene				Rios ou córregos com água corrente durante o ano todo e na visão estereoscópica encontra-se em vertentes concavas formato em 'V'
Drenagem Intermitente				Rios ou córregos com água corrente durante os momentos de chuva e na visão estereoscópica encontra-se em vertentes concavas formato em 'U'
Alagados				São massas de água confinadas que formam lagos, lagoas ou represas.

ilustração <http://spintravel.blogtv.uol.com.br>, 2009

ilustração Google Earth, 2009.

ilustração: <http://www.jundiai.sp.gov.br>, 2009

ilustração Google Earph, 2009.

Foto do local: Rogério C. Gayoso, 2009

imagem do local Google Earth, 2009.

Extrato de Legenda: 6º Táxon de Mapa Geomorfológico

Divisores de água

Denominação da forma	Signo para Representação	Visão Oblíqua	Visão Vertical	Descrição da forma
Interflúvios		ilustração http://2.bp.blogspot.com , 2009	ilustração Google Earth, 2009.	Linhas que marcam as cumeadas morfológicas e dividem o relevo em pelo menos duas águas, são usadas para delimitação de bacias hidrográficas.
Cume		ilustração http://br.viarural.com , 2009	ilustração Google Earph, 2009	Marca topo de morro ou porções que estão mais elevadas em relação à topografia local.
Colo		Foto do local: Rogério C. Gayoso, 2009	imagem do local Google Earph, 2009.	Local onde a linha de divisor de água de rebaixa em sua altimetria. Geralmente, devido a dois morros ou dois topos que se avizinham, onde há um ponto mais baixo entre as duas maiores elevações.

Extrato de Legenda: 6º Táxon de Mapa Geomorfológico
Formas devido à ação das águas

Denominação da forma	Signo para Representação	Visão Oblíqua	Visão Vertical	Descrição da forma
Vales em 'V'		Foto do local: Rogério C. Gayoso, 2009	imagem do local Google Earph, 2009.	Forma de talvegue encaixado por onde passa drenagem perene. Esse formato é devido à intensa escavação por ação fluvial.
Vales em 'U'		Foto do local: Rogério C. Gayoso, 2009	imagem do local Google Earth, 2009.	Forma de vales feitos por córregos pluviais (drenagem intermitente), que por não haver ação contínua de escavação pela água o vale tem seu desenho de fundo arredondado.
Várzeas		Foto do local: Rogério C. Gayoso, 2008	área vista na foto oblíqua imagem do local Google Earph, 2009.	Áreas largas aplainadas por ação de sedimentação fluvial, com planos por onde os córregos ou rios perenes correm em meandros.

Extrato de Legenda: 6º Táxon de Mapa Geomorfológico
Formas devido à estrutura

Denominação da forma	Signo para Representação	Visão Oblíqua	Visão Vertical	Descrição da forma
Cabeceira de Drenagem		Foto do local: Rogério C. Gayoso, 2009	imagem do local: Google Earph, 2009.	Vertentes concavas onde inicia-se a captação de água de chuva pelo complexo da bacia hidrográfica.
Vertente convexa suave		imagem ilustrativa http://br.viarural.com , 2009	imagem ilustrativa Google Earph, 2009.	Vertentes convexas com baixa inclinação.
Vertente convexa abrupta		Foto do local: Rogério C. Gayoso, 2009	imagem do local Google Earph, 2009.	Vertentes convexas com alta inclinação.

Extrato de Legenda: 6º Táxon de Mapa Geomorfológico
Formas Antrópicas

Denominação da forma	Signo para Representação	Visão Oblíqua	Visão Vertical	Descrição da forma
Canalização		<small>Foto ilustrativa: Rogério C. Gayoso, 2009</small>	<small>imagem do local: Google Earph, 2009</small>	Obra de aprofundamento de calha, instalação de muro de gabião ou de concreto com consequente retificação do curso d'água.
Enxurrada			<small>imagem do local Google Earph, 2009.</small>	Impermeabilização de fundo de talvegue, geralmente com uma via pavimentada, em vertente côncava, o que favorece a possibilidade de enxurrada.
Ravinamento		<small>Foto do local: Rogério C. Gayoso, 2009</small>	<small>imagem do local Google Earph, 2009.</small>	Processo de ravinamento em vertente convexa, iniciado pelo entulho depositado no topo da vertente, que mata a vegetação, deixa o solo exposto e acelera o processo de erosão

Extrato de Legenda: 6º Táxon de Mapa Geomorfológico
Formas Antrópicas

Denominação da forma	Signo para Representação	Visão Oblíqua	Visão Vertical	Descrição da forma
Aterro		Foto do local: Rogério C. Gayoso, 2009	imagem do local: Google Earph, 2009	Deposição de material terroso, bota dentro, para composição de área para ocupação urbana pouco acima do nível de base da Pf3.
Remoção			imagem do local Google Earph, 2009.	Corte de terreno com remoção de material, feição de berma, para eliminar declividade, e assim, facilitar ocupação no terraço.
Geotecnia		Foto do local: Rogério C. Gayoso, 2009		Grade de aço com jateamento em concreto para eliminação de erosão superficial e evitar movimentos de massa.

Planície Fluvial I: é a Planície do córrego Embu-Mirim, bacia de deposição fluvial. O córrego apresenta nessa formação um comportamento meandrante; é ocupada por vegetação pioneira de várzea; a área que recebe a maior parte do *output* da bacia; uma planície encharcada que pode sofrer assoreamento por excesso de material sólido vindo de seus tributários; também está sujeita às cheias.

Planície Fluvial II: esta é a Planície do córrego de 4ª ordem hierárquica; naturalmente é uma bacia de deposição fluvial, todavia, sua dinâmica foi alterada devido à ocupação urbana. Por ser o patamar mais baixo, é onde por gravidade deve haver conversão de energia e matéria, assim, é naturalmente uma área de cheias periódicas; com a impermeabilização do solo das vertentes circundantes e da própria planície de inundação, a periodicidade de cheias deve aumentar e ainda colocar a sociedade civil em risco ambiental, de enchentes ou enxurradas. Mais ao norte desta formação há áreas desocupadas, todavia, já desmatadas, com solo exposto e permissão legal para ocupação urbana densa, de acordo com a Lei 12.233/06.

Planície Fluvial III: é a menor planície das três, pois está em um patamar altimétrico mais elevado (logo a carga de energia e matéria desta planície tende a sair pelo carreamento das águas do sistema com influência da energia gravitacional) e os sopés das vertentes circundantes estão mais próximos (vertentes mais encaixadas em comparação com a planície anterior). Está coberta por vegetação pioneira de várzea e está sujeita a cheias por sua natureza geomorfológica. A autoconstrução – à montante – fornece matéria fruto de erosão superficial e esgoto doméstico vindo pelo canal de drenagem perene. O pesqueiro fornece, diretamente à Planície, matéria proveniente de entulho utilizado para a manutenção da represinha e, provavelmente, alguma carga fluida potencialmente poluidora proveniente do trato dos peixes. Parte desta formação foi aterrada para ocupação de um depósito de areia e cimento (mais *input* de matéria sólida no sistema que contribui com assoreamento dos canais de drenagem). À jusante da planície existe um alagado, que pode ser para o trato de criação animal. No nível de base da Planície, há um

afunilamento onde as vertentes ficam encaixadas, o que naturalmente formaria um vale em "V".

Terraço: esta formação é fruto de erosão e deposição. Por ser do Quaternário é possível que este material esteja inconsolidado, ou seja, não tenha passado pelo processo de pedogênese. Mas esta afirmação não expõe necessariamente que esse material esteja mais sujeito aos processos de intemperismo físico e transporte de seu material em relação aos solos que existem no sistema estudado. Sua inclinação é suave, desta forma, é possível que essa forma esteja tendo mais *input* do que *output* de matéria, então ainda está em formação. Também há no seu nível de base uma deposição fluvial advinda do Córrego Embu-Mirim, então é possível que essa forma avance de naturalmente para a Planície I. Atualmente, as vertentes que contribuíam para a deposição de material para o terraço estão impermeabilizadas pela ocupação urbana, então a erosão superficial está praticamente anulada e a evolução morfológica da forma foi possivelmente desacelerada. O terraço em quase sua totalidade foi ocupado por um clube que, no mapa de uso e cobertura da terra, está colocado como chácara. Foram identificados dois campos de futebol no IKONOS (2002) e uma piscina, pode ter havido aterramento, ou mais provavelmente, um aplainamento com remoção de material do terraço, o que deve ter alterado toda a complexidade da evolução da forma Terraço. O que ainda deve estar havendo é uma deposição aluvial no sopé no nível de base do terraço.

Vertentes Côncavas: tratando este tipo de uma forma geral (pois especificar o processo de cada forma seria dispendioso e pouco prático), a maioria desse tipo de vertente em nossa bacia apresenta declividade acentuada, desta forma, podem se classificar como Vc4 e Vc5. Estas vertentes com maiores declividades apresentam, na sua maior parte, drenagem perene, logo, sua declividade está relacionada com o processo de erosão que ali é mais acentuado, devido ao maior tempo de exposição à água. A grande diferenciação entre todas as vertentes é a cobertura, existe só uma Vc4 (próxima à coordenada 319.000x7.376.500) impermeabilizada, ocupada por loteamento regularizado pelo PRIS, todavia, apenas metade da vertente possui

infraestrutura urbana adequada. A outra metade da mesma vertente (Vc4) está coberta por autoconstrução, o que, provavelmente, aumenta a possibilidade de eventos de escorregamento. Existe também uma Vc5 com autoconstrução próximo à coordenada 318.500x7.377.500, o que é preocupante.

Vertente Convexa: boa variabilidade altimétrica e clinográfica; as vertentes de menor inclinação estão mais ao sul e bem ocupadas pela urbanização; vertentes mais abruptas não possuem ocupação.

6.3 Fragilidade ambiental, vulnerabilidade social e análise integrada

O Mapa de Fragilidade é um resultado técnico da combinação de elementos mapeáveis que se expressam na superfície da paisagem, levando em consideração o Meio Físico e a Complexidade Social ao que compete à seara da Geografia. Auxilia na simplificação dos detalhes estudados até o alcance de uma escala representativa para o todo, onde vai haver uma generalização da complexidade espacial tentando evitar ao máximo perder de vista os elementos significativos.

O Mapa de Fragilidade foi usado como ponto de partida para fracionar a área de estudo em unidades de paisagem e pensar cada fração em função da sua fragilidade frente aos elementos e inter-relações entendidas nesse trabalho. Abaixo seguem as correlações mapeadas a partir da combinação das fragilidades do uso e cobertura e da Geomorfologia. Na folha seguinte o mapa.

Tabela 15: Combinações numéricas da Fragilidade Ambiental mapeadas.

Tipo de Fragilidade	Índice de Fragilidade	Combinação numérica da fragilidade
Emergente	Muito Baixa	11
	Baixa	21
		22
	Média	13
		23
		33
	Forte	13
		43
		44
	Muito Forte	45
		53
		54
		55
Potencial	Forte	14
		24
		34
	Muito Forte	15
		25
		35

Elaboração: GAYOSO, 2014.

Mapa de Fragilidade Ambiental

O gráfico abaixo representa a distribuição percentual do índice de Fragilidade Ambiental na bacia hidrográfica estudada:

Gráfico 4: Distribuição percentual da fragilidade ambiental.

Elaboração: GAYOSO, 2014.

A vulnerabilidade aqui apresentada refere-se ao Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) produzido pelo governo do estado de São Paulo, pela Fundação SEADE (2013). Os procedimentos metodológicos se deram com base nos dados dos setores censitários do IBGE (CENSO, 2010) e os dados correlacionados foram renda, idade dos arrimos de família, idade dos integrantes da família, escolaridade, saneamento, acesso etc. O mapa de vulnerabilidade social elaborado pela SEADE (2013) representa os seguintes grupos em nossa área de estudo:

Tabela 16: Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)

Grupo de Vulnerabilidade	Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (2010)
Grupo 2:	vulnerabilidade muito baixa
Grupo 3:	vulnerabilidade baixa
Grupo 4:	vulnerabilidade média
Grupo 5:	vulnerabilidade alta
Grupo 6:	vulnerabilidade muito alta

Fonte: Seade, 2013 (IPVS, 2010) – org. Rogério C. Gayoso.

Mapa de Vulnerabilidade Social

O gráfico abaixo representa a distribuição percentual do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) na bacia hidrográfica estudada.

Gráfico 5: Distribuição percentual da vulnerabilidade social na área de estudo

Elaboração: GAYOSO, 2014.

Nota-se claramente que o Grupo 5 é o mais representativo na área de estudo, seguido pelo grupo 3, 4, 6 e, por último, o grupo 2. Ao fazermos a correspondência espacial entre as duas informações, tem-se a seguinte correlação:

Gráfico 6: Correlação entre IPVS e mapa de fragilidade

Vulnerabilidade muito baixa		Vulnerabilidade baixa		Vulnerabilidade média		Vulnerabilidade alta		Vulnerabilidade e muito alta	
Grupo 2	13	Grupo 3:	13	Grupo 4	11	Grupo 5	13	Grupo 6	13
	14		23		21		23		24
	15		33		22		33		43
14	13		14		15				
24	23		24		45				
34	33		34		53				
43	14		43		54				
44	24		44		55				
15	44		15						
25	15		25						
35	25		35						
45	54		45						
53			53						
54			54						
55			55						

Elaboração: GAYOSO, 2014.

Tabela 17: Correspondência de percentual de área de vulnerabilidade social nas diversas classes de fragilidade ambiental.

Tipo de Fragilidade	% de tipo de fragilidade no total da área	Índice de fragilidade	% de área do índice de fragilidade no total de área do tipo de fragilidade	Grupo de vulnerabilidade social	% de área do grupo de vulnerabilidade social no total de área do índice de fragilidade
Emergente	61,28%	Muito Baixa	1,37%	Grupo 4	99,46%
				Sem informação	0,54%
		Baixa	2,16%	Grupo 4	89,67%
				Sem informação	10,33%
		Média	55,22%	Grupo 2	18,13%
				Grupo 3	17,96%
				Grupo 4	14,89%
				Grupo 5	40,34%
				Grupo 6	3,37%
				Sem informação	5,30%
		Forte	29,21%	Grupo 3	38,01%
				Grupo 4	2,70%
				Grupo 5	29,57%
				Grupo 6	0,07%
				Sem informação	29,65%
		Muito Forte	12,03%	Grupo 3	15,76%
				Grupo 4	0,23%
				Grupo 5	48,72%
				Grupo 6	17,82%
				Sem informação	17,47%
Potencial	38,72%	Forte	63,61%	Grupo 2	0,97%
				Grupo 3	23,83%
				Grupo 4	13,14%
				Grupo 5	58,08%
				Grupo 6	0,00%
				Sem informação	3,98%
		Muito Forte	36,39%	Grupo 2	0,38%
				Grupo 3	9,87%
				Grupo 4	2,74%
				Grupo 5	65,70%
				Grupo 6	0,04%
				Sem informação	21,27%

Elaboração: GAYOSO, 2014.

O grupo 2 tem a sua maior parte instalada em fragilidade média (fragilidade 1.3), que é uma área apta ao assentamento urbano. A sobreposição das áreas de fragilidade com os setores censitários (limites das áreas de vulnerabilidade social) criaram alguns desvios de informação. Por exemplo, as áreas com vulnerabilidade muito baixa que foram mapeadas como fragilidade forte e muito forte (1.4 e 1.5, respectivamente) não condizem com a realidade da área. Logo, entende-se que 100% do grupo 2 está em fragilidade média.

O grande destaque, o que este trabalho conseguiu demonstrar, é que as áreas de vulnerabilidade muito alta estão, em sua maior parte, em áreas de fragilidade muito forte. O que demonstra a segregação espacial que este grupo sofre. Da mesma forma, o grupo 5 (vulnerabilidade alta) também tem sua área distribuída em sua maior parte em espaços de fragilidade forte e muito forte (tabela 17).

Enfim, os grupos mais vulneráveis ocupam um percentual elevado de áreas de fragilidade ambiental, tanto emergente quanto potencial, mas o destaque é a ocupação de áreas de fragilidade potencial muito forte por grupos da classe 5 e 6.

A Análise Ambiental Integrada é uma síntese geográfica com reflexão sistêmica, com a admissão do holístico, com foco em entender o que acontece no espaço que pode ser concebido pelos nossos limites mentais e sensoriais para, assim, buscar um diagnóstico e um prognóstico e, por fim, elaborar diretrizes para a área estudada.

Com isso em mãos, cada unidade da paisagem representada pelos números arábicos, correspondentes à fragilidade ambiental, será destrinchada em áreas homogêneas para tabulação da análise integrada levando em conta a vulnerabilidade social.

Tabela 18: Análise Ambiental Integrada

Fragilidade	Condições	Projeções	Recomendações	Destaque
MUITO BAIXA				
1.1	Terraço com uso e cobertura urbana regularizada, pouco comprometedora para movimentos de massa, erosão ou enchente. A urbanização consolidada é um tipo de ocupação pouco comprometedora caso não sejam feita mais movimentações de terra.	Verticalização urbana. Impermeabilização do solo.	Evitar remoções ou deposições de terra. Em caso de obras, projeto de sistema para captação de sedimentos com instalação de drenagem superficial com captação de sedimentos, mantas geotêxteis, sacos de areia/cimento para contenção de sedimentos, tubos de drenagem interna etc. Plano para caso de acidente ambiental durante a implantação de obras. Manter 20% da área do solo permeável (Lei 12.233/2006). Recuperação de vegetação arbórea numa faixa de 34 metros que margeia a Planície Fluvial I, evita prejuízos materiais em situação extrema de inundação. Estudo de possibilidade para instalação de equipamentos públicos como escolas e centros culturais; também, possibilidade de construção de residências verticalizadas para plano habitacional.
BAIXA				
1.2	sem ocorrência	sem ocorrência	sem ocorrência	sem ocorrência
2.1	Terraço com cobertura de chácara. Substrato de colúvio que provavelmente possui boa resistência, logo, pode suportar construções verticais. Boa área, passível de permeabilidade de água pelo solo, devido ao tipo de ocupação.	Verticalização urbana. Impermeabilização do solo.	Evitar remoções ou deposições de terra. Em caso de obras, projeto de sistema para captação de sedimentos com instalação de drenagem superficial e captação de sedimentos, mantas geotêxteis, sacos de areia/cimento para contenção de sedimentos, tubos de drenagem interna etc. Plano para caso de acidente ambiental durante a implantação de obras. Manter 20% da área do solo permeável (Lei 12.233/2006). Recuperação de vegetação arbórea numa faixa de 34 metros que margeia a Planície Fluvial I, evita prejuízos materiais em situação extrema de inundação. Estudo de possibilidade para instalação de equipamentos públicos como escolas e centros culturais; também, possibilidade de construção de residências verticalizadas para plano habitacional.

Fragilidade	Condições	Projeções	Recomendações	Destaque
2.2	Vertentes convexas de baixa declividade com Latossolos ou Cambissolos. Cobertura de chácara ou capoeira. Maior fragilidade para erosão laminar.	Perda de material por erosão laminar ou impermeabilização do solo pela urbanização ou, ainda, a capoeira dará lugar à vegetação secundária. Em épocas de cheia: processo de solapamento.	Preservação da capoeira para dar sucessão à mata secundária, com isso aumentará o dossel de cobertura do solo, diminuirá o processo de erosão laminar e protegerá um pouco mais nos processos de solapamento.
MÉDIA				
1.3	Cobertura de mata secundária ou urbana regularizada, sendo esta última responsável pela impermeabilização do solo. Em Topos convexos, Patamares convexos, Vertentes côncavas ou convexas de baixa declividade. Boas condições para proteção do solo contra erosão laminar ou linear. Adequado para ocupação urbana.	Diminuição de área vegetada para dar lugar a solo exposto, autoconstruções e edificações urbanas. Verticalização urbana e ampliação da urbanização	Preservação da mata secundária; estabelecimento de áreas permeáveis na área urbana em pelo menos 20% do montante, conforme Lei 12.233/06. Cuidados para evitar carreamento de sedimentos à jusante durante obras de edifícios e casas, com implantação de drenagem superficial e contenção de sedimentos com mantas geotêxteis, por exemplo.
2.3	Áreas de Pc, Vx3, Vc3, Tc2, ou Vc1. Logo, são áreas de Cambissolo (que possui uma elevada capacidade de degradação). As coberturas são de capoeira ou chácara, ou seja: de proteção não tão efetiva do solo para erosão laminar.	Ampliação da área de pastagem ou de cobertura urbana ou de autoconstruções sobre as áreas de capoeira. Ampliação de cobertura urbana sobre áreas de chácara com consequente impermeabilização do solo. Carreamento de sedimentos por erosão laminar depois do desmate da capoeira para dar lugar aos próximos usos. Aumento de emissão de esgoto difuso contaminante de águas nas áreas que podem se tornar autoconstruções.	Nas áreas de chácara à jusante, que podem vir a ser urbanizadas, garantir pelo menos 20% da cobertura do solo permeável (conforme Lei 12.233/06). Preservação da capoeira para dar sucessão à mata secundária, com isso aumentará o dossel de cobertura do solo e diminuirá o processo de erosão laminar.

Fragilidade	Condições	Projeções	Recomendações	Destaque
3.3	Áreas ocupadas com fragmentos de cobertura arbórea descontínua ou vegetação arbórea de eucalipto, sobre área de Vc1, ou Vc3, ou Vx3, ou Pc, ou Tc1 e/ou Tc2. Suscetíveis a erosões laminares ou lineares (ravinas).	Áreas de fragmentos de cobertura arbórea descontínua podem dar lugar a pastagens ou chácaras ou, ainda, a urbanização regularizada, o que pode aumentar a quantidade de sedimentos levada aos canais de drenagem e, conseqüentemente para a represa Também podem ocorrer ocupação por autoconstruções. Áreas de vegetação arbórea de eucalipto dificilmente darão lugar a outro padrão de ocupação, o que pode levar à formação de sub-bosques, logo, a proteção do solo aumenta.	Evitar, dentro do possível, que as áreas de vegetação sejam ocupadas para que a permeabilidade do complexo da bacia hidrográfica seja maior, desta forma, torna-se mais viável o abrandamento de área permeável por residências de baixa renda (apesar de já serem regularizadas pelo PRIS, Lei 12.233/06, a viabilidade mencionada é pensada de forma sistêmica). Pensar, principalmente, em preservar as áreas 3.3 mais ao norte, para deixar sucedê-las de mata secundária para constituir por fim um corredor ecológico que se liga ao Parque Estadual do Guarapiranga e à vegetação à montante da Bacia do Córrego Embu-Mirim
FORTE				
1.4	Planícies fluviais 2 e 3 impermeabilizadas com cobertura urbana regularizada. Vertentes côncavas ou convexas com cobertura urbana ou mata secundária, processos erosivos baixos em área de mata ou neutralizados com a cobertura urbana.	Devido ao gleissolo na Pf2, é possível que ocorram subsidências em residências, comprometendo as estruturas. Também há possibilidade de cheias nas Planícies fluviais, que podem trazer prejuízos materiais ou risco a vidas na área urbanizada. Nas planícies com mata, há a possibilidade de ampliação da ocupação urbana, o que pode aumentar a possibilidade de enchentes seguidas de prejuízos aos moradores locais. Nas Vertentes côncavas e convexas há possibilidade de movimento de massa.	Apesar de não haver eminência para movimento de massa, é interessante realizar monitoramento das áreas de risco de escorregamento pela defesa civil, observando, por exemplo, se há rachaduras nas paredes e se estas fissuras aumentam. Vigilância no tipo de construção. Sistema de drenagem superficial. Verificação de instalação de sistema de água e esgoto. Arborização de ruas. Aumento de área permeável de no mínimo 20% da área com adequação construtiva das residências para atender às necessidades de estocagem de água no solo e um ambiente urbano de qualidade, com residências dignas. Na Planície fluvial 2, instalação de parque linear, que servirá como área de lazer, faixa de segurança para cheias e para promover melhor permeabilidade do solo. Plano de emergência para possíveis desastres e plano de assistência social para mitigação de perdas e danos. Educação ambiental e cursos para procedimentos de segurança em caso de desastres naturais. Preservação da mata secundária.

Fragilidade	Condições	Projeções	Recomendações	Destaque
2.4	<p>Áreas de Pf2, Pf3, Vc4 ou Vx4, com coberturas de chácara ou de capoeira. Nas vertentes côncavas e convexas as áreas são suscetíveis à erosão laminar e também linear, pois, apesar da cobertura ser comparativamente boa para a proteção do solo, a declividade pode favorecer o escoamento superficial e o solo, por se tratar de Cambissolo, é suficientemente frágil a processos erosivos. As Planícies fluviais, que estão recebendo sedimentos das vertentes, estão assoreadas e conduzem estes sedimentos para a represa podendo causar colmatção. Parte da Pf3 que está enquadrada nessa categoria de fragilidade está ocupada por chácara (pesqueiro), onde a edificação pode sofrer subsidência pois o substrato é composto por gleissolo, além de, existir nessa área olhos d'água que estão cobertos pela mesma edificação. Também, pesqueiro em manancial é considerado potencialmente poluidor para a CETESB.</p>	<p>A Pf2 pode ser ocupada por urbanização ou por autoconstruções, nessa categoria de fragilidade, tornando-se área de risco para enchentes. Na Pf3 podem avançar aterros e, assim, abrir espaço para a urbanização; a edificação de chácara poderá sofrer subsidência ou também dar lugar à urbanização; o pesqueiro poderá contaminar o canal de drenagem e consequentemente o manancial. As duas planícies serão cada vez mais assoreadas e carrearão mais material para a represa, o que favorecerá o processo de colmatção. As vertentes ocupadas por capoeira darão lugar a solo exposto ou pastagem (o que intensificará os processos erosivos já vigentes), urbanização ou a autoconstruções, tornando-se áreas de risco para escorregamentos translacionais. Vertentes ocupadas por chácaras permanecerão como chácaras ou darão lugar à urbanização.</p>	<p>Monitorar a Pf3 para impedir possíveis aterros e monitorar se está havendo colmatção diferencial na edificação de chácara. Na Pf2 impedir a expansão por urbanização ou por autoconstruções preservando a área para dar lugar à vegetação correspondente ao bioma de Mata Atlântica; caso seja impossível frear essas ocupações, elaboração de plano de emergência para casos de enchente; promover educação ambiental para a população local, implantação de sistema de água e esgoto, vias de acesso com blocos intertravados para promover melhor permeabilidade (em comparação com o asfalto), estudo para identificar qual é o montante para a saturação por água no terreno e monitoramento meteorológico para previsão de enchentes, instalação de sistema de drenagem para rápido escoamento das águas. As vertentes devem ser preservadas para dar lugar à vegetação típica de Mata Atlântica e armazenar água por mais tempo no sistema de bacia hidrográfica. Plano para recuperação de área degradada por erosão linear (ravina), instalação de drenagem superficial nas laterais da ravina para diminuir a passagem de água por ali, proteção da ravina por capa impermeável para impedir contato direto com água da chuva durante o processo de recuperação de área; a recuperação deve-se dar de jusante à montante com terra, adubo (para cimentação de partículas) e vegetação de gramínea ou leguminosa (braquiara ou feijão), em um primeiro momento, para enfim começar o plantio das espécies vegetais que darão início ao processo de sucessão de vegetação de Mata Atlântica. Revisão do zoneamento da Lei 12.233/06 nessas porções para enquadrar a área como Área de Recuperação Ambiental (ARA) e evitar mais carreamentos de sedimentos para a represa.</p>

Fragilidade	Condições	Projeções	Recomendações	Destaque
3.4	Áreas ocupadas com fragmentos de cobertura arbórea descontínua ou vegetação arbórea de eucalipto, sobre área de Pf3, Vc4, Vx4. Suscetíveis a erosões laminares ou lineares (ravinas), além de escorregamentos translacionais devido às altas declividades. A Pf3receberá a maior parte dos sedimentos dessas vertentes 3.4.	Áreas de fragmentos de cobertura arbórea descontínua podem dar lugar a pastagem ou chácaras, ou a urbanização regularizada, o que pode aumentar a quantidade de sedimentos levada aos canais de drenagem, podendo até mesmo assoreá-lo. Também podem ocorrer ocupações por autoconstruções, o que pode tornar essas áreas em áreas de risco de escorregamento. Áreas de vegetação arbórea de eucalipto dificilmente darão lugar a outro padrão de ocupação, o que pode levar à formação de sub-bosques, logo, a proteção do solo aumentaria. Todavia não é descartada a possibilidade de escorregamento que, porém, não oferece risco a vida ou a patrimônios.	Evitar, dentro do possível, que as áreas de vegetação sejam ocupadas para que a permeabilidade do complexo da bacia hidrográfica seja maior, uma vez que, desta forma, torna-se mais viável o abrandamento de área permeável por residências de baixa renda (apesar de já serem regularizadas pelo PRIS, Lei 12.233/06, a viabilidade mencionada é pensada de forma sistêmica). Pensar, principalmente, em preservar as áreas 3.3 mais ao norte, para deixar sucedê-las de mata secundária para constituir um corredor ecológico que se liga ao Parque Estadual do Guarapiranga e à vegetação que fica à montante da Bacia do Córrego Embu-Mirim
4.3	Existe uma boa diversidade de formas denudacionais: Tc1, Tc2, Tc3, Pc, Vc1, Vc3 e Vx3. O tipo de cobertura é campo antrópico (ou pastagem) apenas. O tipo de solo é o Cambissolo. Logo, as formas são por natureza denudacionais, a cobertura não protege bem o solo contra o <i>splash</i> das gotas d'água, o que favorece o escoamento superficial; o tipo de solo é sensível à erosão. Por fim, área com forte propensão à erosão laminar, primeiramente, e erosão linear, com menor propensão comparativamente. As áreas a oeste do mapa estão enquadradas em SUCt (conforme Lei 12.233/06).	Perda significativa de solo por erosão laminar e, provavelmente, formação de ravinas. Possivelmente, as áreas serão ocupadas por autoconstruções ou urbanização regularizada.	Sucessão por mata secundária para constituir um corredor ecológico que se liga ao Parque Estadual do Guarapiranga e à vegetação que fica à montante da Bacia do Córrego Embu-Mirim. Porém, isso se dará através de um programa de recuperação de área degradada adequado para o bioma de Mata Atlântica.

Fragilidade	Condições	Projeções	Recomendações	Destaque
4.4	<p>Pf1, gleissolo, coberta por vegetação pioneira de várzea, área de cheias periódicas; Pf2 soterrada e/ou assoreada, campo antrópico é sua cobertura; Pf3 também com cobertura pioneira de várzea, com Gleissolo, sujeita à inundação. Está recebendo sedimentos e poluentes da autoconstrução e do pesqueiro; Vc4 e Vx4 compostas por Cambissolo e cobertas por campos antrópicos, muito sujeitas a processos de erosão laminar e linear e de movimentos de massa, porém são áreas sem risco de prejuízos diretos para a sociedade.</p>	<p>Nas áreas de Vx4, Vc4: perda significativa de solo por erosão laminar, e, provavelmente, formação de ravinas. Também podem haver movimentos de massa. Possivelmente, as áreas serão ocupadas por autoconstruções ou urbanização regularizada. Isto poderá torna-las áreas de risco de escorregamento; também podem carrear sedimentos para os canais de drenagem e, conseqüentemente, assoreá-los. A Pf2 pode ser ocupada por urbanização consolidada ou por autoconstrução. A Pf3 irá receber uma quantidade maior de esgoto difuso, será aterrada para urbanização consolidada ou autoconstrução, irá ficar mais assoreada devido ao aumento de carga de sedimentos carreados e, em caso mais grave, um escorregamento pode lhe trazer uma boa quantidade de material. Pf1 receberá maior quantidade de sedimentos devido à intensificação da urbanização na bacia como também nas outras bacias que compõem a bacia do córrego Embu-Mirim.</p>	<p>A Pf1 tem fundamental importância de ser preservada para o complexo de manancial, e isto acontecerá se for melhor controlada a emissão de sedimentos no interior das bacias hidrográficas durante a expansão da urbanização. O controle pode ser feito através de barreiras para contenção de sedimentos durante expansões construtivas. Evitar movimentação de terra, e proteger melhor o solo contra erosão (de preferência de superfície passível a percolação de água). Para a Pf3, monitoramento para evitar aterros e ocupações, pensando à montante, plano habitacional para adequação das moradias para condições salubres e dignas para as famílias; como um dos benefícios disto, a Pf3 receberá menores quantidades de poluentes. Na Pf2, apesar de o ideal ser a preservação para restabelecimento de mata ciliar, é recomendável conter o máximo possível a expansão urbana, mas conforme for se dando a ocupação, caso ocorra, elaboração de plano de emergência para casos de enchentes; promover educação ambiental para a população local, implantação de sistema de água e esgoto, vias de acesso com blocos intertravados para promover melhor permeabilidade (em comparação com o asfalto); estudo para identificar qual é o montante para a saturação por água no terreno e monitoramento meteorológico para previsão de cheias, instalação de sistema de drenagem para rápido escoamento das águas, preservação de pelo menos 20% de área permeável (Lei 12.233/06). Recuperação de área degradada para dar sucessão à mata secundária, com isso aumentará o dossel de cobertura do solo e diminuirá o processo de erosão laminar.</p>

Fragilidade	Condições	Projeções	Recomendações	Destaque
MUITO FORTE				
1.5	Vertentes côncavas e convexas de alta declividade. Cobertura urbana e de mata secundária. Apesar do tipo de ocupação ser, comparativamente, o menos comprometedor para processos erosivos e movimentos de massa, o tipo de vertente torna-se o fator predominante para riscos de escorregamento.	Redução da área de mata secundária e ampliação de cobertura urbana regularizada, solo exposto e autoconstruções. Possibilidade de aumento da fragilidade à erosão e a movimentos de massa durante o manejo da área. Movimentação de terra, cortes e bermas na vertente, carreamento de sedimentos à jusante durante obras ou durante a ampliação das autoconstruções. Aumento de emissão de esgoto difuso.	A Lei 12.233/06 precisa ser revista para atender à necessidade de proteção da mata secundária, reenquadrando a área de "SUC" para atender demandas das áreas de Primeira Categoria (conforme Lei 1172/76), conhecidas como Área de Preservação Permanente (APP), segundo CONAMA 303/2002. Obras de Geotecnia para prevenção de movimentos de massa em área urbana, com drenagem interna e drenagem superficial com escadas hidráulicas para diminuir a velocidade da água. Sistema de contenção de sedimentos durante obras. Ampliação de área vegetada. Monitoramento de área de risco pela defesa civil. Vigilância com os tipos de construção. Verificação de instalação de sistema de água e esgoto. Arborização de ruas. Aumento de área permeável no máximo possível com adequação construtiva das residências para atender às necessidades de um ambiente urbano de qualidade com residências dignas. Plano de emergência para possíveis desastres e plano de assistência social para mitigação de perdas e danos. Educação ambiental e cursos sobre procedimentos de segurança em caso de desastres naturais.
2.5	Áreas de Vx5 ou de Vc5 com ocupações de capoeiras ou chácaras. São áreas de alta declividade com proteção parcial do solo, logo, suscetíveis à erosão laminar e linear, além de haver possibilidade de escorregamentos translacionais.	As áreas de chacara, possivelmente, não mudarão o tipo de ocupação e cobertura da terra, mas se isso ocorrer, será para ocupação urbana regularizada, e durante as obras poderá haver carreamento de sedimentos. Já as áreas de capoeira podem dar lugar a ocupação urbana regularizada, ou autoconstruções (tornando-se áreas de risco ou áreas potencialmente poluentes para as águas do manancial), ou pastagem (ficando mais suscetíveis à erosão laminar ou linear).	Preservação das áreas de capoeira para dar lugar a mata secundária para, assim, ter melhor proteção do solo e melhor capacidade de armazenamento de água no sistema bacia hidrográfica. Monitoramento para evitar possíveis ocupações de autoconstruções e adequação da Lei 12.233/06 enquadrando os setores como Áreas de Recuperação Ambiental (ARA).

Fragilidade	Condições	Projeções	Recomendações	Destaque
3.5	Áreas ocupadas com fragmentos de cobertura arbórea descontínua ou vegetação arbórea de eucalipto, sobre área de Vx5. Suscetíveis a erosões laminares ou lineares, além de escorregamentos translacionais devido às altas declividades.	Áreas de fragmentos de cobertura arbórea descontínua podem dar lugar a pastagem ou chácaras (o que pode aumentar a possibilidade de processos de erosão laminar ou linear), ou urbanização regularizada, o que, durante obras, pode aumentar significativamente a quantidade de sedimentos levada aos canais de drenagem, podendo até mesmo assoreá-los. Também podem ocorrer ocupação por autoconstruções, o que pode tornar essas áreas em áreas de risco de escorregamento. Áreas de vegetação arbórea de eucalipto dificilmente darão lugar a outro padrão de ocupação, o que pode levar a formação de sub-bosques, logo, a proteção do solo aumentaria. A possibilidade de escorregamentos existe, a maior dessas vertentes oferece risco ao patrimônio: caso haja escorregamento, material será transportado soterrando um imóvel grande (interpretação IKONOS, 2002) que fica no sopé da vertente.	Evitar, dentro do possível, que as áreas de vegetação sejam ocupadas para que a permeabilidade do complexo da bacia hidrográfica seja maior, desta forma, torna-se mais viável o abrandamento de área permeável por residências de baixa renda (apesar de já serem regularizadas pelo PRIS, Lei 12.233/06, a viabilidade mencionada é pensada de forma sistêmica). Pensar, principalmente, em preservar as áreas 3.3 mais ao norte, para deixar sucedê-las de mata secundária para constituir um corredor ecológico que se liga ao Parque Estadual do Guarapiranga e à vegetação que fica à montante da Bacia do Córrego Embu-Mirim. Preparação de Plano de Emergência, como plano de fuga para possíveis desastres naturais, como soterramento devido a escorregamento. Conhecimento da capacidade de campo (quanto de precipitação encharca o solo) e monitoramento da previsão do tempo.

Fragilidade	Condições	Projeções	Recomendações	Destaque
4.5	São Vertentes côncavas e convexas de alta declividade (Vc5 ou Vx5) cobertas por campo antrópico. Todas essas vertentes estão próximas da Pf3 e boa parte delas faz parte da cabeceira de drenagem do córrego principal da bacia. Por serem pouco protegidas por sua cobertura e devido à alta declividade, hoje, essas vertentes são as principais responsáveis pelo acréscimo de sedimentos na Pf3, acelerando o processo de assoreamento do córrego. Por serem muito íngremes, não existem nelas muito material remontante, logo, a possibilidade de movimento de massa é menos evidente em comparação com os processos de erosão, tanto linear quanto laminar, sendo então este último o processo mais importante para a degradação ambiental local, o que pode produzir um importante passivo ambiental, tanto nas vertentes quanto no nível de base que é a Pf3.	Boa possibilidade de serem ocupadas por autoconstruções e, assim, tornarem-se áreas de risco de escorregamento. E, enquanto não são ocupadas, o processos de erosão irão desgastar muito a vertente, podendo surgir ravinas, o que será muito dispendioso quando for necessário se remediar o resultado futuro do processo de erosão linear.	Monitorar ocupações que podem trazer risco às vidas e aos patrimônios das famílias que podem vir a ocupar essas áreas. As vertentes devem ser preservadas para dar lugar à vegetação típica de Mata Atlântica e armazenar água por mais tempo no sistema de bacia hidrográfica. Revisão do zoneamento da Lei 12.233/06 nessas porções para enquadrar a área como Área de Recuperação Ambiental (ARA) e evitar maiores carregamentos de sedimentos.
5.3	Pc ocupado por autoconstrução irregular ou por solo exposto. Vx3, ou Vc1, ou Vc3 com solo exposto. As áreas cobertas por solo exposto estão completamente desprotegidas, logo, são altamente suscetíveis a escoamento superficial (que compromete a quantidade de água que poderia ser reservada no solo para o abastecimento), o que leva à erosão laminar ou linear. O Pc com autoconstrução não possui rede de esgoto, assim, lança-se esgoto difuso na rede de drenagem, o que compromete a qualidade da água que abastece o manancial.	Ampliação da área de cobertura urbana regularizada ou de autoconstruções nas áreas de solo exposto. Enquanto isso não ocorre, as áreas serão cada vez mais degradadas. Verticalização de padrões construtivos precários nas áreas de Pc ocupadas por autoconstruções, edificações que, por si sós, podem ser perigosas para as pessoas residentes.	Adequação de moradias para tornarem-se seguras aos moradores das autoconstruções e instalação de rede de água e esgoto para suprir a necessidade de infraestrutura básica às pessoas locais. Análise de áreas que são adequadas para a urbanização, nesse caso: projeto de sistema para captação de sedimentos com instalação de drenagem superficial com captação de sedimentos, mantas geotêxteis, sacos de areia/cimento para contenção de sedimentos, tubos de drenagem interna etc. Plano para caso de acidente ambiental durante a implantação de obras. Manter 20% da área do solo permeável (Lei 12.233/2006). Em áreas que podem compor o corredor ecológico defendido aqui neste trabalho, é necessária a recuperação das áreas degradadas, primeiramente com gramíneas, para conter o mais rápido possível a erosão superficial e, em seguida, a preservação das áreas para sucessão de mata secundária apropriada para o bioma Mata Atlântica.

Fragilidade	Condições	Projeções	Recomendações	Destaque
5.4	<p>Pf2 com solo exposto, Pf3, Vc4 e Vx4 com solo exposto ou autoconstrução. Pf3 bem próximo ao sopé da vertente que compõe o primeiro embaciamento do córrego principal da bacia. Os dois tipos de ocupação avizinham-se. O principal problema dessas duas áreas é serem soterradas por material carreado por escorregamento, o que torna a área ocupada por autoconstruções em área de risco. O risco aumenta considerando-se que a capacidade dessa população de se restabelecer depois de um evento ambiental catastrófico é muito precária, além de que o tipo de ocupação, autoconstrução, lança esgoto no sistema de drenagem, poluindo-o. A área de solo exposto contribui para o assoreamento da drenagem na Pf3. Gleissolo soterrado por sedimentos de erosão nas vertentes tributárias da Pf2. Vc4 e Vx4 ocupadas por autoconstruções: são áreas com risco para movimento de massa, e a fragilidade aumenta devido à capacidade reduzida dessa população de se restabelecer depois de catástrofe, necessitando de auxílio do poder público ou de agentes externos, como ONGs, ou da solidariedade da sociedade civil. As Vx4 e Vc4 que estão cobertas por solo exposto sofrem muito rapidamente degradação por erosão.</p>	<p>Vc4 e Vx4 com autoconstruções, boa possibilidade de ocorrência de movimento de massa, devido à declividade e aos tipos construtivos frágeis que recalcam o solo. As Vc4 e Vx4 com solo exposto serão degradadas rapidamente devido ao Cambissolo que as compõe. Pf3 com solo exposto será ocupada por autoconstrução e se tornará área de risco. Pf2 será ocupada por urbanização regularizada.</p>	<p>Na Pf2, apesar de o ideal ser a preservação para restabelecimento de mata ciliar, é recomendável conter o máximo possível a expansão urbana, mas conforme for se dando a ocupação, caso ocorra, elaboração de plano de emergência para casos de enchente; promover educação ambiental para a população local, implantação de sistema de água e esgoto, vias de acesso com blocos intertravados para promover melhor permeabilidade (em comparação com o asfalto), estudo para identificar qual é o montante para a saturação por água no terreno e monitoramento meteorológico para previsão de cheias, instalação de sistema de drenagem para rápido escoamento das águas, preservação de pelo menos 20% de área permeável (Lei 12.233/06), se possível, instalação de parque linear que servirá como área de lazer, faixa de segurança para cheias e para promover melhor permeabilidade no solo. Na Pf3, realocação de famílias que habitam áreas de risco para moradias dignas, podendo ser usada a área 1.1 para as novas moradias. As Vc4 e Vx4 com solo exposto devem ser recuperadas para darem lugar à vegetação adequada para a Mata Atlântica e, assim, promover melhor permeabilidade do solo para armazenar água. Vc4 e Vx4 com autoconstruções: realocação das famílias que habitam áreas de risco para moradias dignas, podendo ser usada a área 1.1 para isto, plano para recuperação de área com revegetação e obras geotécnicas para contenção de provável escorregamento.</p>
5.5	<p>Vc5 ou Vx5 com solo exposto ou autoconstruções. As ocupadas por autoconstruções são áreas com risco de movimento de massa devido ao recalque do terreno, aos tipos construtivos e à declividade acentuada. A fragilidade aumenta devido à capacidade reduzida dessa população de se restabelecer depois de catástrofe, necessitando de auxílio do poder público ou de agentes externos, como ONGs, ou da solidariedade da sociedade civil. As Vx5 e Vc5 que estão com cobertura por solo exposto sofrem muito rapidamente degradação por erosão.</p>	<p>Nas Vc5 e Vx5 com autoconstruções, grande possibilidade de ocorrência de movimento de massa ou desabamento das edificações, devido à declividade e aos tipos construtivos frágeis que recalcam o solo. As Vc5 e Vx5 com solo exposto serão degradadas rapidamente devido ao Cambissolo que as compõe.</p>	<p>Vc5 e Vx5 com solo exposto devem ser recuperadas para darem lugar à vegetação adequada para a Mata Atlântica e, assim, promover melhor permeabilidade do solo para armazenar água. Vc5 e Vx5 com autoconstruções: realocação das famílias que habitam áreas de risco para moradias dignas, podendo ser usada a área 1.1 para as novas moradias, plano para recuperação de área com revegetação e obras geotécnicas para contenção de provável escorregamento, revegetação da área para recompor mata secundária típica de Mata Atlântica e promover uma melhor permeabilidade do solo para armazenar água para o manancial.</p>

Elaboração: GAYOSO, 2014.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Análise Ambiental Integrada com base na Geomorfologia pode oferecer um bom entendimento para a gestão e planejamento das cidades, uma vez que pode representar espacialmente algumas diretrizes para a construção do conhecimento sobre meio ambiente e sociedade.

A paisagem é um meio de se obter consciência do espaço, é a possibilidade de ter a compreensão de um conjunto heterogêneo de formas naturais e artificiais. Para se entender paisagens dinâmicas elabora-se um sistema.

O sistema é pensado a partir do que a mente decompõe do mundo real em uma série de sistemas simplificados, alcançando uma visão das características da totalidade de um espaço. O sistema é conhecido ou controlado dentro de certos limites de aproximação com a realidade que consegue ser admitida, e os efeitos que não atingem esse nível são negligenciados, ou seja, é estudado sob um determinado objetivo e tudo que não afeta esse objetivo é eliminado. As várias características de um sistema precisam ser conhecidas como aspectos de um todo, portanto, uma unidade de paisagem. Desta forma, a realidade se exprime como uma conectividade limitada que utiliza padrões, regras e processos.

Dentro das técnicas disponíveis pela Geomorfologia Aplicada, existe a proposta de Ross (1994), que é a construção de Cartas de Fragilidade Ambiental, o que, em síntese, possui como finalidade a expressão de quão e como estão suscetíveis as áreas aos processos morfogenéticos. A Carta de Fragilidade Ambiental é fruto do entendimento sistêmico da relação entre as condições naturais do terreno e da inserção das materialidades antrópicas – fruto das complexas atividades sociais – que, respectivamente, podem ser expressas através da Carta Geomorfológica e da Carta de Uso e Cobertura da Terra. Desta forma, a Carta de Fragilidade pode ser ferramenta de espacialização de eventos referentes à Geomorfologia e às complexidades sociais. Em somatório, um índice que busca medir as condições socioeconômicas de grupos humanos intitulado de Vulnerabilidade Social.

Tendo em vista o acelerado desenvolvimento moderno das décadas de 1950, 1960 e 1970, os planejadores perceberam a necessidade da proteção dos mananciais e, assim, pensaram leis. À primeira vista, estabeleceram uma lei geral para todos os mananciais como se todos tivessem as mesmas complexidades, a Lei 1.172/76, que é uma lei bem elaborada, porém, obtusa e pouco funcional na aplicação, tanto para licenciamento quanto para fiscalização. Na prática, as leis dessa época privilegiaram as maiores propriedades, e os proprietários ficaram de mãos atadas para os grandes negócios e, desta forma, permitiram o loteamento clandestino. O resultado foi o crescimento da urbanização sem infraestrutura básica devido, em parte, às leis. A ocupação urbana expande-se em detrimento da cobertura vegetal. A proteção do solo torna-se escassa e, com isso, se aumenta o potencial de risco ambiental (deslizamento, sulcos e ravinas).

Este trabalho conseguiu demonstrar que as áreas de vulnerabilidade muito alta estão, em sua maior parte, em áreas de fragilidade muito forte. O que mostra a segregação espacial que este grupo sofre. Da mesma forma, o grupo 5 (vulnerabilidade alta) também tem sua área distribuída em sua maior parte em espaços de fragilidade forte e muito forte.

Enfim, os grupos mais vulneráveis ocupam um percentual elevado de áreas de fragilidade ambiental, tanto emergente quanto potencial, mas o destaque é a ocupação de áreas de fragilidade potencial muito forte por grupos da classe 5 e 6.

Com os mapeamentos, foi possível constatar que (1) as autoconstruções (Grupo 6 de vulnerabilidade social) estão nas áreas mais elevadas em relação ao nível de base e são de alta inclinação de vertente. Estão também em vertentes côncavas, onde estão áreas de captação de água (cabeceiras): a falta de esgoto encanado desse tipo de ocupação compromete a qualidade da água; (2) a maior parte da área urbana está nos níveis mais baixos de altitude e declividade e ocupa boa parte da área que deveria ser ocupada por vegetação de várzea; e (3) as áreas de vulnerabilidade mais alta foram assentadas em terrenos de fragilidade forte e muito forte. E, apesar dos

problemas topológicos, a correspondência do mapa de fragilidade e do IPVS expressa bem essa situação excludente.

A Análise Ambiental Integrada é uma síntese geográfica com reflexão sistêmica, com a admissão do holístico, com foco em entender o que acontece no espaço que pode ser concebido pelos nossos limites mentais e sensoriais para, assim, buscar um diagnóstico e um prognóstico e, por fim, elaborar diretrizes para a área estudada.

8 BIBLIOGRAFIA

ABREU, Adilson Avansi. A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: análise crítica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 2, 2003, p. 83-117.

AB'SABER, A. N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. *Geomorfologia*, 18, São Paulo: IGEOG-USP, 1969.

_____. *Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo*. Cotia: Ateliê Editorial, 2007.

AMARAL, Rosangela do. *A Fragilidade Ambiental na Bacia do Ribeirão Bonito, Município de Teodoro Sampaio-SP/TGI2*. São Paulo: USP, 2001.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. *Caderno de Ciências da Terra*, n. 13. São Paulo: IGEOG-USP, 1971, p. 1-27.

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira (Org.). *Geomorfologia Urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p. 71-116.

CANIL, K.; MOROZ, I.C.; ROSS, L.S.R. Problemas ambientais nas áreas de proteção aos mananciais da região metropolitana de São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 7, São Paulo, 1994, p. 35-48.

CANIL, Kátia. As derivações ambientais nas áreas de proteção aos mananciais – estudo de uma sub-bacia do Rio Caulim – Represa Guarapiranga, SP. São Paulo, 1993. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia), CNPq/FFLCH-USP.

CHORLEY, Richard J.; HAGGETT, Peter. *Modelos integrados em geografia*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1974.

CHRISTOFOLETTI, Antonio, *Geomorfologia*. São Paulo: Editora Blucher, 1980.

COUTINHO, José Moacyr Vianna. *Mapa Geológico de São Paulo e arredores*. São Paulo, 1967.

CUNHA, Pilar Machado da.; WHATELY, Marussia. *Guarapiranga 2005: como e porque São Paulo está perdendo este manancial; resultados do diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Guarapiranga*. São Paulo: ISA (Instituto Sócio Ambiental), 2006.

DELPOUX, M. *Ecossistema e Paisagem*. In: Métodos em questão. São Paulo: IGEOG-USP, 1974.

DERSA. EIA Rodoanel Trecho Sul, 2004. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/rodoaneltrechosul/estudo-de-impacto-ambiental-eia/>.

EMPLASA. Atlas da Região Metropolitana de São Paulo, 1994.

FIERZ, Marisa de Souto Matos. As abordagens sistêmicas e do equilíbrio dinâmico na análise da fragilidade ambiental do litoral do estado de São Paulo: contribuição à geomorfologia das planícies costeiras. São Paulo, 2008. Tese (Doutorado em Geografia Física), Departamento de Geografia – FFLCH-USP.

FUJIMOTO, Nina Simone Vilaverde Moura. Considerações sobre o Meio Urbano: um estudo com ênfase na Geomorfologia Urbana. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 16, 2005, pp. 76-80.

GAMBA, Carolina. *Avaliação da vulnerabilidade socioambiental dos distritos do município de São Paulo ao processo de escorregamento*. São Paulo, 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – FFLCH-USP. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-15122011-105031/>>. Acesso em: 2014-06-02.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Encostas Urbanas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira (Org.). *Geomorfologia urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

_____. Novo dicionário geológico-geomorfológico. 6. ed.. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo); EMPLASA (Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo). *Guia de Utilização*: Carta de aptidão física ao assentamento urbano (1:50.000). São Paulo, 1990.

IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo). *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo 1:500.000*. vol. 1, 2. ed., São Paulo, 1981.

KLINK, Hans Jürgen. Geoecologia e Regionalização Natural: bases para a pesquisa ambiental. *Biogeografia*. São Paulo: Instituto de Geografia – USP, 1981, pp. 1-32.

KOHLER, Heinz Charles. A Escala na Análise Geomorfológica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. Vol. 2, n. 1, 2001, pp. 21-33.

LEINZ, Viktor; AMARAL, Sérgio Estanislau do. *Geologia Geral*.– 10. ed.revisada. São Paulo: Editora Nacional, 1987.

LIBAULT, A. Os quatro níveis da pesquisa Geográfica.. *Métodos em Questão*, 1. São Paulo: IGEOG – USP, 1971.

LOCH, Carlos. *A interpretação de imagens aéreas*: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais. 4. ed.. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

MARTINELLI, Marcello. *A Cartografia de Síntese*. São Paulo: Ed. Contexto, 1991, pp. 162-178.

_____. *Cartografia Temática*: Caderno de Mapas. São Paulo: EDUSP, 2003.

_____. *Cartografia Ambiental*: que cartografia é essa?, pp. 232-242.

MATTOS, Olgária. A melancolia de Ulisses. In: NOVAES, Adauto (Org.). *O sentido da paixão*. São Paulo: Brasiliense, 1985.

MORAES, A. C. R. *Ideologias Geográficas: Espaço, cultura e política no Brasil*. São Paulo: Editora Hucitec, 1988.

NAVARRO, E. A. *Método moderno de tupi antigo: a língua do Brasil dos primeiros séculos*. 3. ed. São Paulo: Global, 2005.

OLIVEIRA, João Bertoldo de. Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. *Instituto Agrônomo – Boletim Científico*, n. 45. Campinas: IAC, 1999.

PONTING, Clive. *Uma História Verde do Mundo*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995, pp. 236-264.

RODRIGUEZ, S. K. *Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo*. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 171p.

ROSS, J. L. S. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de textos, 2006.

_____. Análises e sínteses na abordagem Geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 9. São Paulo, 1995, pp. 65-75.

_____. O registro Cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 6. São Paulo, 1992, pp. 18-29.

_____. *Geomorfologia Ambiente e Planejamento*. 8. ed. São Paulo: Contexto, 1990.

_____. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 8. São Paulo: 1994, pp. 65-74.

SANTOS, Milton. *A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção*. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 1996.

SANTOS, Jader de Oliveira. *Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza-CE: contribuições ao ordenamento territorial*. São Paulo, 2011. Tese (Doutorado em Geografia Física) – FFLCH-USP.

SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados). *Índice Paulista de Vulnerabilidade Social*. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.iprsipvs.seade.gov.br/view/pdf/ipvs/metodologia.pdf>

SILVA, Jailson de Souza e. *O que é favela afinal?*. Rio de Janeiro: Observatório de favelas do Rio de Janeiro, 2009.

SILVA, Juliana de Paula. *Expansão Urbana e Evolução Geomorfológica em Remansos de Reservatórios: análise comparativa de duas bacias hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo*. São Paulo, 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia)– FFLCH-USP.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. *Métodos em questão*, 16.. São Paulo: Instituto de Geografia – USP, 1978.

THOMAS, Keith. *O Homem e o Mundo Natural*. São Paulo: Companhia das Letras, 1998, pp. 15-19.

TOMINAGA, Lídia Keiko; Santoro, Jair; Amaral, Rosangela do (Organizadores). *Desastres naturais: conhecer para prevenir / Lídia Keiko Tominaga, Jair Santoro, Rosangela do Amaral (orgs.)* –. São Paulo : Instituto Geológico, 2009.

TRICART, Jean. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977, pp. 17-65.

8.1 Endereços eletrônicos

http://megacidades.ccst.inpe.br/sao_paulo/VRMSP/capitulo3.php

<http://www.estig.ipbeja.pt/~smms/cartografia%20geomorfologica.pdf>

http://www.funape.org.br/geomorfologia/pdf/cartografia_geomorfologica.pdf

http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/m_boi_mirim/historico/

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res2994.html>

www.mananciais.org.br/site/legislacao/lei_especifica_guarapiranga/conheca_2009

<http://wikimapia.org>, 2014