

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**CARACTERIZAÇÃO DAS POTENCIALIDADES E FRAGILIDADES AMBIENTAIS DO  
MEIO FÍSICO DE PARTE DO MUNICÍPIO DE SANTA RITA DO PASSA QUATRO (SP)**

Luiz Fernando Lossardo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr Reinaldo Lorandi

SÃO CARLOS  
**JANEIRO/2010**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

L881cp

Lossardo, Luiz Fernando.

Caracterização das potencialidades e fragilidades ambientais do meio físico de parte do município de Santa Rita do Passa Quatro (SP) / Luiz Fernando Lossardo. -- São Carlos : UFSCar, 2010.  
116 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2010.

1. Planejamento físico-ambiental. 2. Fragilidade ambiental. 3. Ordenamento. 4. Geoprocessamento. I. Título.

CDD: 711.42 (20ª)



## FOLHA DE APROVAÇÃO

LUIZ FERNANDO LOSSARDO

Dissertação defendida e aprovada em 15 de janeiro de 2010  
pela Comissão Julgadora

---

Prof. Dr. Reinaldo Lorandi  
Orientador (DECiv/UFSCar)

---

Prof. Dr. João Carlos Correia  
(UNAR)

---

Prof. Dr. João Sergio Cordeiro  
(DECiv/UFSCar)

---

Prof. Dr. Archimedes Azevedo Raia Jr.  
Presidente da CPG-EU

Dedico este trabalho à minha esposa Viviane, “Amo-te”.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à DEUS, pela Salvação em CRISTO e pelos dons do ESPÍRITO SANTO. Agradeço à DEUS, por abençoar-me com saúde, sabedoria e perseverança, sem as quais a realização e conclusão deste trabalho jamais poderiam ser alcançadas.

Agradeço ao Prof. Dr. Reinaldo Lorandi e aos demais amigos e professores que me ensinaram, apoiaram e incentivaram, durante as mais diversas atividades realizadas neste trabalho.

## RESUMO

A estância climática de Santa Rita do Passa Quatro-SP, localizada na região nordeste do Estado de São Paulo, possui cerca de 27.500 habitantes e assim como outros municípios do País, reservadas as suas devidas proporções, sofre atualmente diversos problemas de degradações urbanas e ambientais, onde muitas vezes são causadas pela ação humana, principalmente pelas apropriações indiscriminadas de seus territórios.

É sabido que diante do intenso crescimento populacional, ocorrido no período de industrialização, aliado à falta de comprometimento de algumas administrações municipais com o zoneamento urbano-ambiental, o ordenamento territorial, a produção do espaço nas cidades, etc., muitos municípios vivem grandes processos de ocupação equivocados e sem nenhuma preocupação com o desenvolvimento sustentável. Assim, com o objetivo de recuperarem a vitalidade dos ambientes degradados e a qualidade de vida de seus habitantes, algumas cidades brasileiras já estão tomando decisões importantíssimas no sentido de realizarem seus planejamentos estratégicos, planos diretores, etc. Nesse sentido, a caracterização das potencialidades e das fragilidades ambientais do meio físico dos municípios são fundamentais para subsidiarem os seus planejamentos urbano-ambientais, sendo ainda, uma importantíssima ferramenta de auxílio na fiscalização da ocupação territorial nas suas regiões urbanas e suburbanas de forma tecnicamente adequada.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo caracterizar as potencialidades e fragilidades ambientais do meio físico de parte do município de Santa Rita do Passa Quatro, afim de, fornecer informações capazes de subsidiarem estudos de planejamento urbano, ordenamento territorial e ainda, demais estudos relacionados à identificação, mitigação de problemas ambientais e orientações para a prevenção de problemas futuros na ocupação do meio físico da região estudada.

**Palavras-chave:** Caracterização do meio físico, Fragilidade Ambiental, Ordenamento territorial, Geoprocessamento.

## ABSTRACT

The climatic resort of Santa Rita do Passa Quatro-SP, located in the north-east region of the state of Sao Paulo, has about 27,500 inhabitants, as well as other cities of the country, reserved its right proportions, currently suffers from several problems of urban and environmental degradations, which are often caused by human action, mainly by the indiscriminate appropriation of their territories.

It is known that in the face of intense population growth in the period of industrialization, coupled with a lack of commitment of some municipal administrations with the urban-environmental zoning, the territorial planning, the production of space in cities, etc., many cities live great mistake processes of occupation and without any concern for sustainable development. Thus, in order to recover the vitality of the degraded environment and the quality of life of its inhabitants, some brazilian cities are already taking very important decisions to realize their strategic planing, master plans, etc. Therefore, the characterization of the potentiality and environmental fragility of the physical environment of the cities are key to subsidize their urban-environmental planning, is also an important tool to aid in monitoring the land occupation in its urban and suburban regions in a technically adequate.

Thus, this study aims to characterize the potentiality and environmental fragility of the part physical environment of the city of Santa Rita do Passa Quatro, in order to provide information that can subsidize studies of urban planning, territorial planning and also other related studies the identification, mitigation of environmental problems and guidelines for the prevention of future problems in the physical occupation of the region studied.

**Keywords:** Characterization of the physical environment, Fragility Environmental, Territorial Planning, Geoprocessing.

## LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

<b>FIGURA 1.</b>	Mapa do Município de Santa Rita do Passa Quatro-SP.....	16
<b>FIGURA 2.</b>	Brasil: População urbana 81,23% e rural 18,77%.....	19
<b>FIGURA 3.</b>	Cachoeira Três Quedas, uma das mais belas do município, possuindo aproximadamente 30 metros de altura.....	57
<b>FIGURA 4.</b>	Cachoeira São Valentim, a 7 Km da cidade e com aproximadamente 75 metros de altura.....	57
<b>FIGURA 5.</b>	Jequitibá Rosa possuindo mais de 40 metros de altura e com diâmetro equivalente ao de 12 homens de mãos dadas.....	58
<b>FIGURA 6.</b>	Cristo Redentor no topo do Morro Itatiaia, local com ótima vista panorâmica.....	58
<b>FIGURA 7.</b>	Imagens do Deserto do Alemão. Voçoroca de aproximadamente 280m de comprimento por 130m de largura.....	58
<b>FIGURA 8.</b>	Imagens da voçoroca atualmente utilizada como área de lazer de público bem diversificado.....	58
<b>FIGURA 9.</b>	Imagem da obra de escavação das lagoas de tratamento de esgoto.....	60
<b>FIGURA 10.</b>	Imagem do aterro controlado do município.....	61
<b>FIGURA 11.</b>	Direção média do vento no período Diurno (A) e período Noturno (B). Localização da torre de fluxo entre 21° 36-38'S e 47°36-39 W .....	63
<b>FIGURA 12.</b>	Imagem da Gleba Capetinga com características da Mata Atlântica - “Trilha dos Jequitibás”.....	64
<b>FIGURA 13.</b>	Imagem da Gleba Pé-do-Gigante, com característica de Cerrado.....	64
<b>FIGURA 14.</b>	Mapa de localização da área de estudo.....	66
<b>FIGURA 15.</b>	Local onde ocorrem afloramentos de rochas basálticas junto ao córrego Capituva.....	68
<b>FIGURA 16.</b>	Imagem parcial do córrego Capituva, onde nota-se sinais de poluição por lançamento de esgoto sem tratamento.....	69
<b>FIGURA 17.</b>	Imagem do trecho poluído do córrego Marinho próximo à ETE que está sendo construída .....	70
<b>FIGURA 18.</b>	Imagem da primeira lagoa de tratamento da ETE em pleno avanço de construção .....	71

<b>FIGURA 19.</b> Mapa das Bacias Hidrográficas.....	72
<b>FIGURA 20.</b> Região de Santa Rita do Passa Quatro que é formada por terrenos arenosos correlacionados com a Formação Pirambóia.....	74
<b>FIGURA 21.</b> Localização dos terrenos onde o substrato rochoso é formado por rochas magmáticas básicas intrusivas.....	75
<b>FIGURA 22.</b> Perfil esquemático mostrando como é a relação entre as diferentes formações presentes na Bacia do Rio Mogi e Pardo.....	76
<b>FIGURA 23.</b> Imagem da voçoroca do Deserto do Alemão onde podem ser identificados as Formações Botucatu-Pirambóia.....	78
<b>FIGURA 24.</b> Mapa de Geologia.....	80
<b>FIGURA 25.</b> Imagem parcial do Deserto do Alemão, onde identifica-se parte da formação dos solos de textura arenosa.....	82
<b>FIGURA 26.</b> Local próximo ao córrego Capituva, onde identifica-se a presença de Solos Hidromórficos.....	82
<b>FIGURA 27.</b> Mapa de Pedologia.....	84
<b>FIGURA 28.</b> Mapa de uso do Solo / Cobertura Vegetal.....	86
<b>FIGURA 29.</b> Gráfico da área total ocupada por cada categoria de fragilidade baseada nas classes de declividades.....	94
<b>FIGURA 30.</b> Carta de Fragilidade da Declividade.....	96
<b>FIGURA 31.</b> Carta de Fragilidade dos Solos.....	98
<b>FIGURA 32.</b> Gráfico da área total ocupada por cada categoria de fragilidade potencial, apoiada nas classes de declividades e solos.....	100
<b>FIGURA 33.</b> Carta de Fragilidade Potencial.....	101
<b>FIGURA 34.</b> Carta de Fragilidade da Cobertura Vegetal.....	103
<b>FIGURA 35.</b> Gráfico da área total ocupada por cada categoria de fragilidade apoiadas nas classes de declividades, solos e cobertura vegetal.....	105
<b>FIGURA 36.</b> Carta de Fragilidade Emergente.....	107

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

<b>QUADRO 1.</b> Fatores climáticos que são relacionados com a urbanização.....	36
<b>QUADRO 2.</b> Características geomorfológicas, geológicas e dos solos relacionadas com a urbanização.....	37
<b>QUADRO 3.</b> A cobertura vegetal e seu reflexo nos aspectos urbanos.....	38
<b>TABELA 1.</b> Correlação entre as classes de declividade, tipo de relevo e instalação de equipamentos urbanos.....	44
<b>TABELA 2.</b> Categoria de fragilidades com apoio nas classes de declividade.....	89
<b>TABELA 3.</b> Categoria de fragilidades com apoio nas classes de pedologia.....	90
<b>TABELA 4.</b> Categoria de fragilidades com apoio nas classes de cobertura vegetal.....	91
<b>TABELA 5.</b> Resultado das categorias de fragilidades com apoio nas classes de declividade encontradas na área de estudo.....	93
<b>TABELA 6.</b> Declividade e tipo de ocupação segundo CROFTS, citado por ZUQUETTE (1987).....	94
<b>TABELA 7.</b> Limites de declividade utilizados pelo <i>Geological Survey</i> , citado por ZUQUETTE (1987).....	95
<b>TABELA 8.</b> Limites de declividade propostos por COOKE & DOORNKAMP, citado por ZUQUETTE (1987).....	95
<b>TABELA 9.</b> Resultado da Carta de Fragilidade Potencial com apóio nas classes de declividade e tipos de solo.....	99
<b>TABELA 10.</b> Resultado das categorias de fragilidades com apóio nas classes de declividade, tipos de solo e cobertura vegetal.....	104

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA DA PESQUISA E OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 MARCOS CONCEITUAIS E LEGAIS DO URBANISMO E MEIO AMBIENTE.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.1 Urbanização no Brasil .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.2 A política da gestão urbana .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.3 A política da gestão ambiental .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.4 Aspectos conceituais da gestão ambiental urbana .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1.5 Cartografia e Condicionantes ambientais .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1.6 Aspectos conceituais do Geoprocessamento .....</b>	<b>39</b>
<b>3.2 ESTUDO DE CASOS .....</b>	<b>42</b>
<b>3.2.1 Diagnóstico ambiental urbano da cidade de Novo Airão – Amazonas ..</b>	<b>42</b>
<b>3.2.2 Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do Rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata .....</b>	<b>47</b>
<b>3.2.3 Elaboração de um Mapa de Fragilidade Emergente e Potencial da Bacia do Ribeirão Bom Jardim, Triângulo Mineiro – MG utilizando Geoprocessamento .....</b>	<b>52</b>
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SANTA RITA DO PASSA QUATRO E DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>56</b>
<b>4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS E INDICADORES SÓCIO-ECONÔMICOS ...</b>	<b>56</b>
<b>4.2 LAZER / CULTURA / TURISMO .....</b>	<b>56</b>
<b>4.3 INFRA-ESTRUTURA E SERVIÇOS URBANOS.....</b>	<b>59</b>
<b>4.4 CARACTERÍSTICAS DO RELEVO, CLIMA E VEGETAÇÃO.....</b>	<b>62</b>
<b>4.5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>65</b>
<b>4.5.1 Localização e Características gerais .....</b>	<b>65</b>
<b>4.5.2 Características Hidrográficas.....</b>	<b>67</b>
<b>4.5.3 Contexto Geológico.....</b>	<b>73</b>
<b>4.5.4 Contexto Pedológico.....</b>	<b>81</b>
<b>4.5.5 Cobertura Vegetal / Uso do Solo.....</b>	<b>85</b>
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>87</b>

<b>6.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>92</b>
<b>6.1</b>	<b>CARTA DE FRAGILIDADE COM APOIO NAS CLASSES DE DECLIVIDADE.....</b>	<b>92</b>
<b>6.2</b>	<b>CARTA DE FRAGILIDADE POTENCIAL – DECLIVIDADE / SOLO.....</b>	<b>97</b>
<b>6.3</b>	<b>CARTA DE FRAGILIDADE EMERGENTE.....</b>	<b>102</b>
<b>7.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>108</b>
<b>8.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>110</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano é um fato comprovado e bastante discutido em todo mundo. Juntamente como o aumento da população, há uma grande elevação na porcentagem de pessoas vivendo nas cidades. Embora o aumento da população e a conseqüente ampliação das cidades ocorram dia a dia, o crescimento da infra-estrutura urbana necessária a proporcionar melhores condições de vida aos seus habitantes não acompanha a urbanização. Hoje, cerca de 80% dos habitantes do País estão vivendo em cidades, onde a apropriação indiscriminada do território e dos recursos naturais tem ocorrido muitas vezes sem o devido conhecimento das suas características físicas e ambientais.

Para mitigar os problemas decorrentes do uso inadequado da terra, muitos gestores municipais optaram por um modelo planejamento com uma ocupação equivocada do meio ambiente, sobretudo nas regiões urbanas dos municípios, onde, muitas vezes, estes gestores municipais, tem considerado as condicionantes do meio físico, como informações complementares e dessa forma, encaminhando os municípios à diversos problemas de ordem ambiental e sócio-econômicos.

Neste âmbito, a humanidade como um todo, tem assistido a resposta do planeta em relação ao modo de vida e a utilização dos recursos naturais por ele oferecido, onde através do aquecimento global, terremotos, maremotos, deslizamentos de terra, enchentes, poluição atmosférica, entre outras, tem despertado a atenção mundial na qual tem levado a sociedade a uma discussão em nível internacional, onde a proposta é a revisão de conceitos em relação a apropriação do território e a exploração dos recursos naturais de forma sustentável.

A primeira Conferência Mundial do Meio Ambiente (Estocolmo, 1972), iniciou as discussões internacionais sobre a necessidade de mudança de atitude e de estilo de desenvolvimento, onde uma alteração de paradigmas deve garantir o planejamento levando-se em consideração, além de interesses econômicos, as demandas sociais e a conservação da biodiversidade e do potencial geoambiental, evitando assim, a extrapolação dos seus limites físicos.

Em 1992, realizou-se também no Rio de Janeiro a "Conferência das Nações Unidas sobre Meio-Ambiente e Desenvolvimento" (CNUMAD), também conhecida como ECO-92, onde foram produzidos vários documentos, entre eles destaca-se a Agenda 21", documento que melhor expressa as intenções mundiais, também é chamado de Agenda 21 Global. É composto por recomendações e referências sobre como alcançar o desenvolvimento sustentável, possuindo desdobramentos em nível de cada nação, com suas peculiaridades e características, e também em nível de cada região e município.

Em um sistema de gestão, a análise ambiental vem após a caracterização do local e das suas atividades e visa analisar a viabilidade ambiental dos empreendimentos. Durante a análise, os fatores ambientais são contemplados frente às prováveis pressões ou impactos provenientes das etapas da atividade que serão exercidas no determinado local, desde o projeto até a sua possível desativação, para que o seu funcionamento esteja de acordo com as premissas da sustentabilidade (SOUZA, 2000).

ROSS (1995) ressalta que as análises ambientais dão excelentes suportes técnico-científicos para a elaboração de zoneamentos ambientais e sócio-econômicos, esses por sua vez auxiliam o planejamento estratégico em qualquer nível de gerenciamento e em qualquer território político-administrativo, inclusive em bacias hidrográficas. Dessa forma, torna-se possível concluir que a caracterização dos ambientes naturais e a identificação de suas potencialidade e fragilidades ajudam na identificação das diretrizes e ações a serem implantadas.

É importante salientar ainda que elaboração e aplicação de instrumentos de ordenamento territorial são de competência do Poder Público (Federal, Estadual e Municipal), e está afirmada na Constituição Federal de 1988. O Governo Federal, por sua vez, interessado atender essas novas premissas sustentabilidade, vem através do Ministério das Cidades, estabelecer por meio da Lei 10.257/01 - Estatuto da Cidade, os novos parâmetros e diretrizes da política urbana no Brasil, trazendo a tona o termo zoneamento urbano e considerando a cidade sustentável como um direito do cidadão.

Dessa forma, tendo em vista que a configuração territorial e a identificação das suas potencialidades e fragilidades ambientais são as que definem e condicionam uma série de atividades humanas no meio ambiente e que ainda, frente às novas políticas urbanas vigentes no País, entende-se que o planejamento municipal deve articular e

envolver ações que correspondam com as capacidades particulares de cada região; conhecendo e respeitando as limitações naturais do meio físico, afim de administrar as contradições entre sociedade e a economia na organização espacial das cidades.

## 2. JUSTIFICATIVA DA PESQUISA E OBJETIVOS

Em face do constante crescimento populacional, juntamente com a insistente falta de comprometimento de algumas administrações públicas com os assuntos pertinentes ao ordenamento territorial e às questões ambientais, muitos municípios sofreram e ainda estão sofrendo grandes processos de ocupação de forma indiscriminada e equivocada à luz da sustentabilidade.

No município de Santa Rita do Passa Quatro o processo de ocupação territorial e a utilização dos recursos naturais ocorridos através dos tempos não foi muito diferente do descrito no parágrafo anterior e por isso tem também sofrido as suas consequências.

Situada na região nordeste do estado de São Paulo, próxima com a divisa do sul do estado de Minas Gerais, Santa Rita do Passa Quatro, está inserida a uma distância de 256 Km ao norte da Capital Paulista e de 83 Km ao sul do município de Ribeirão Preto, possuindo uma superfície de 738 Km<sup>2</sup>, na qual limita-se com os municípios de São Simão, Santa Rosa de Viterbo, Luiz Antonio, Tambaú, Santa Cruz das Palmeiras, Porto Ferreira e Descalvado, tendo como principais rodovias de acesso a SP-330 - Via Anhanguera e SP-328 Via Zequinha de Abreu.

Santa Rita do Passa Quatro faz parte também da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu, pertencente a uma área de estudos e projetos da Unidade de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do Rio Mogi e Pardo, que no contexto regional, forma um dos mais importantes pólos socioeconômicos do interior do estado (BRASIL – MME, 2002). Tomando como base o rio Mogi-Guaçu, o município encontra-se à sua margem direita, utilizando-se das águas deste rio somente nos setores agrícola e industrial e não fazendo uso destas águas para o abastecimento de água da cidade. (Figura 1)

O povoado de Santa Rita do Passa Quatro originou-se de uma pequena capela dedicada à Santa Rita de Cássia, no lugar denominado Passa Quatro, em terras que pertenciam ao Distrito de São Simão. A origem do nome “Santa Rita” foi em homenagem à Rita de Cássia Ribeiro Vilela, uma das doadoras do patrimônio a Santa Rita de Cássia. O nome Passa Quatro originou-se devido à existência do Córrego Passa Quatro que corta a cidade.



Santa Rita do Passa Quatro foi fundada no dia 22 de maio de 1860, elevada à município em 10 de março de 1885, pela Lei Provincial nº 34, à Comarca em 25 de agosto de 1892 e à Cidade em 08 de setembro de 1894 (BELLUZ, 1991). Devido ao clima muito saudável que o município possui, Santa Rita do Passa Quatro foi denominada como Estância Climática pela Lei Estadual nº 719 de 1º de junho de 1950 e devido à existência de vários atrativos turísticos naturais e culturais existentes no município, o mesmo foi classificado também como Estância Turística.

Mas, apesar de apresentar belas características físicas e culturais, o município de Santa Rita do Passa Quatro tem deixado estampado em sua imagem ao longo dos anos, uma série de problemas ambientais e urbanos como a poluição dos cursos hídricos (através do lançamento de esgoto sem tratamento), a disposição de resíduos sólidos em locais impróprios (aterro sanitário com baixa qualidade e disposição de resíduos de construção e demolição em locais inadequados), o uso e ocupação indiscriminados do solo (falta de zoneamento e ocupação de áreas inadequadas), falta de estrutura de transporte urbano adequada e sustentável (rede viária desorganizada e geradora de vários conflitos viários na cidade, ausência de um gerenciamento da mobilidade urbana), etc., nos quais, demonstram claramente como tem sido o comprometimento das

autoridades públicas com o planejamento urbano-ambiental e a sustentabilidade do município.

Os estudos relativos às potencialidades e fragilidades são de extrema importância ao Planejamento Urbano-Ambiental do município de Santa Rita do Passa Quatro, tendo como principal preocupação o desenvolvimento sustentável, onde a conservação e a recuperação ambiental estão ao lado a lado com o desenvolvimento urbano, tecnológico, econômico e social do município.

O mapeamento das fragilidades ambientais identifica e analisa os ambientes em função de seus diferentes níveis e classes de fragilidades. Com estas informações pode-se apontar as áreas onde os graus de fragilidade são mais baixos favorecendo, então, determinados tipos de ocupação e atividades urbanas; e também podem apontar as áreas mais frágeis onde são exigidas ações tecnicamente mais adequadas a essas condições.

Dessa forma, o interesse pelo conhecimento dos atributos do meio físico da região da área de estudo, juntamente com o anseio de mitigação e inversão dos processos de degradação urbano-ambientais do território, tendo também em vista, que as novas técnicas de planejamento tem hoje o objetivo de considerar mais profundamente os critérios de potencialidades e fragilidades ambientais para o ordenamento territorial e planejamento municipal, a **Caracterização das Potencialidades e Fragilidades Ambientais do Meio Físico de Parte do Município de Santa Rita do Passa Quatro (SP)**, tem por objetivo inicial realizar um estudo dos fundamentos teórico-conceituais, além dos marcos legais das políticas brasileiras nos âmbitos urbanos e ambientais, de modo a possibilitar condições para identificar, analisar, diagnosticar e fornecer informações sobre os principais atributos do meio físico da referida região correlacionando a declividade, o uso do solo, a pedologia e a geologia, entre outros, afim de contribuir para a construção de uma gestão ambiental urbana. Para atingir estes objetivos gerais, foi necessário alcançar alguns objetivos específicos, tais como:

- a) Analisar a base conceitual específica que fundamenta a política urbana e ambiental no Brasil;
- b) Analisar e interpretar os documentos textuais, documentos cartográficos básicos e imagens de satélite existentes e disponíveis da região de estudo,

juntamente com os trabalhos de campo para conferência de informações, afim de, possibilitar a geração de novos documentos cartográficos, que possam contribuir para o diagnóstico dos atributos do meio físico da área de estudo;

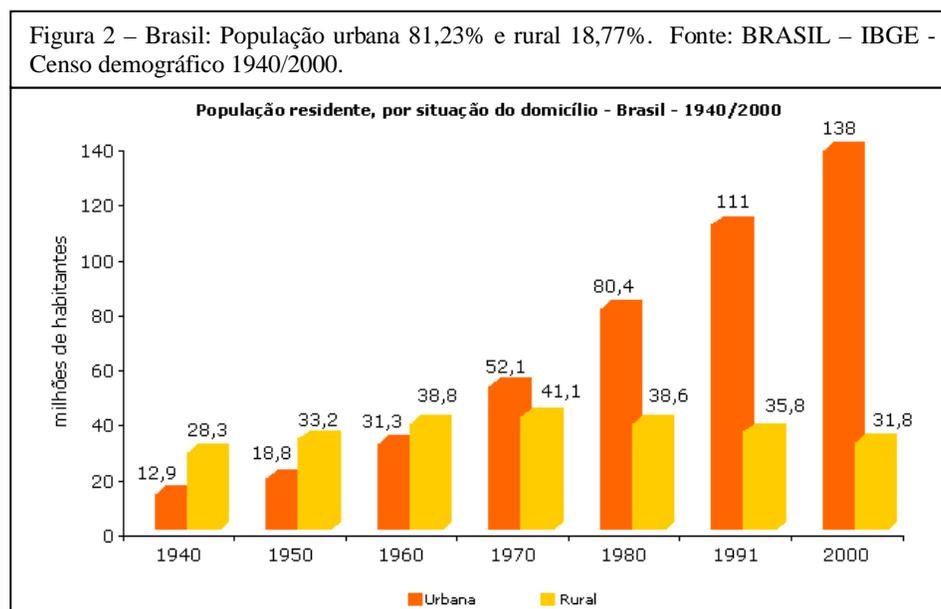
- c) Correlacionar os mapeamentos temáticos gerados (declividade, pedologia e cobertura vegetal) para gerar as CARTAS DE FRAGILIDADES AMBIENTAIS capazes de possibilitar a identificação e análise das principais potencialidades e fragilidades naturais do meio físico da área.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 MARCOS CONCEITUAIS E LEGAIS DO URBANISMO E MEIO AMBIENTE

##### 3.1.1 Urbanização no Brasil

O Brasil, historicamente foi marcado por forte tradição de exploração dos recursos naturais, visto que, as cidades surgiram primeiramente ligadas às atividades extrativistas e agro mercantis, tendo se desenvolvido basicamente a partir de pontos de comercialização e exportação de recursos naturais (pau-brasil, cana-de-açúcar, ouro e pedras preciosas, café, etc.). Posteriormente, a partir do processo de industrialização, já na década de 1930, e aliada à crescente imigração rural-urbana, verifica-se uma forte pressão no que tange ao aumento das atividades relativas à urbanização no Brasil onde predominava o uso indiscriminado do solo urbano e o planejamento inadequado repercutindo impactos ambientais e deterioração do espaço urbano (BOTTINI, 2005). Dados estatísticos de censos realizados por BRASIL-IBGE (2000), afirmam que a taxa da população urbana no Brasil atingiu o índice de 81,23% do total de habitantes, evidenciando que este processo de êxodo rural ainda vem acontecendo até nos dias de hoje e fazendo com que as cidades brasileiras passem por constantes transformações físicas. (Figura 2)



MARICATO (2001), explica que este processo campo-cidade que continua acontecendo, faz com que as cidades passem por um gigantesco movimento de construção para o assentamento residencial dessa população, bem como de suas necessidades de trabalho, abastecimento, transportes, saúde, energia, água, etc. A procura por emprego, saúde, educação e outros, foram os motivos pelo qual levaram ao processo de êxodo rural. No entanto, afirma-se comumente que a urbanização brasileira não é uma decorrência direta da industrialização, pois, esta não gerou empregos em número suficiente para o grande volume de pessoas que vieram para as cidades, provocando assim, o desemprego e o subemprego (vendedores ambulantes, guardadores de carros nas ruas, etc) em grande escala nas cidades.

Segundo SANTOS (1993), o êxodo rural foi um dos principais responsáveis pelo aumento da população nas cidades brasileiras, no qual foi causado pela falta de recursos no meio agrícola juntamente com a revolução industrial que começava a acontecer, atraindo a população para as cidades em desenvolvimento em busca de qualidade de vida com emprego, moradia, educação para os filhos, saneamento e saúde.

Dessa forma, na medida em que aumentam as migrações campo-cidade, elevam-se os preços dos imóveis de moradia, que juntamente com a insuficiente aplicação de recursos na expansão da infra-estrutura urbana, trazendo à existência os espaços ociosos no interior das cidades, os chamados “vazios urbanos”, proporcionando com isso, a nociva especulação imobiliária, fato este, que gera o primeiro problema: habitação. Diante disso, a população menos favorecida financeiramente tem que residir cada vez mais longe do centro da cidade, e por outro lado, em função de outros motivos como “segurança e conforto” a população mais favorecida tende também a se instalar em condomínios fechados e afastados do centro urbano, iniciando-se então, a partir daí um processo de ocupação do território de forma indisciplinada, onde ainda, muitas vezes vai ocorrer em áreas de impróprias para a urbanização.

Em função destas e outras degradações que vem ocorrendo, as preocupações com a perda de qualidade dos espaços públicos; destruição do patrimônio histórico, a falta de equipamento urbano adequado, a perda de referências, etc., tem sido motivos para diversos planos, sendo principalmente representados pelos planos diretores e pelas tentativas de leis federais que procuravam regular propriedade para fins de parcelamento e uso do solo.

Se por um lado o êxodo rural tem sido uma ação preocupante às questões da qualidade de vida no meio urbano, por outro lado, o aumento das atividades antrópicas de um modo geral, também tem sido motivos de sérias preocupações no meio ambiente do planeta. Por muito tempo a ação humana tem retirado da natureza, sem controle e planejamento, os recursos de que se utiliza para suprir as indústrias que abastecem os mercados mundiais com energia e produtos que satisfazem as necessidades de consumo das populações e porque não dizer, de acúmulos constantes de riquezas.

Esse modelo de desenvolvimento consumista onde o objetivo é crescer a qualquer custo, muitas vezes tem provocado profundas alterações no meio ambiente do planeta, nas quais se manifestam principalmente pelas notáveis tragédias ambientais que tem ocorrido nos dias de hoje. Paralelamente às diversas atividades humanas que geram os mais diversos impactos ao meio ambiente, é importante salientar que existem também várias ações da sociedade, no sentido de exigirem desenvolvimento, produções e crescimentos econômicos sustentáveis e compatibilizados com o meio ambiente tanto no meio rural quanto no meio urbano.

Dessa forma, tendo em vista que meio ambiente e urbano estão inter-relacionados, entende-se que para o enfrentamento destes temas nas cidades brasileiras, são necessárias ferramentas adequadas a uma gestão que promova a inclusão da dimensão ambiental no processo de urbanização e essa inclusão é possível através de interfaces entre os instrumentos das políticas ambiental e urbana.

Segundo RIBAS (2003), partindo-se do entendimento de que o surgimento das preocupações quanto às questões urbana e ambiental se deram em momentos diferentes, enquanto a primeira, pode-se dizer simplificada, adveio juntamente com a consolidação do capitalismo ocidental e da industrialização; a segunda, surge de reações ao caráter predatório da expansão econômica capitalista, em questionamento a este modelo de desenvolvimento.

Assim, a trajetória das temáticas ambiental e urbana, que se originaram em áreas de conhecimento diferentes, convergiu recentemente na proposta de desenvolvimento sustentável, porém com objetivos muitas vezes divergentes. A necessidade de introduzir parâmetros ambientais nas políticas urbanas só tomou vulto a partir da discussão sobre cidades sustentáveis impulsionada pela Conferência das Nações Unidas para Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro em 1992, onde se aprova o documento

intitulado Agenda 21, e pela Conferência Habitat II, em Istambul 1996, ficando entendido como cidades sustentáveis, aquelas cujo desenvolvimento busca o equilíbrio entre crescimento econômico, equidade social e preservação ambiental.

A gestão ambiental urbana brasileira ainda encontra-se em fase de consolidação e os seus instrumentos disponíveis no marco legal das políticas urbanas e ambientais não tem dado conta de lidar com suas especificidades. É visível na prática da gestão territorial, um conflito entre os conceitos de urbano e ambiental, como se constituíssem campos disciplinares de objetivos diversos e opostos, e não complementares como seria o cerne de uma gestão ambiental urbana.

A ausência da inter-relação entre a questão ambiental e a urbana no Brasil talvez possa ser explicada a partir da análise do embasamento conceitual que fundamentou a construção dos marcos legais referentes a estas duas temáticas, e também na inserção brasileira no contexto econômico mundial, onde a ideologia do “crescimento” se contrapõe aos temas de preservação e conservação ambiental.

Assim, a atual crise ambiental urbana pode ter origem no aparente distanciamento ou divergência de intenções, já que a análise da problemática urbano-ambiental aponta para a falta de uma interface que efetivamente promova o diálogo entre a gestão urbana e a gestão ambiental no Brasil, principalmente no âmbito municipal, constituindo um entrave para a implementação da gestão ambiental urbana.

### **3.1.2 A política da gestão urbana**

A Política Urbana no Brasil tradicionalmente se apresentou com ações municipais de estabelecimento de instrumentos da ordem urbanística muitas vezes expressa nos planos diretores e nas diversas leis federais. Segundo RIBAS (2003), até a Constituição Federal de 1988, a legislação urbana se pautava ainda pelo privilégio da propriedade privada e dos interesses econômicos e não apresentava qualquer menção aos aspectos ambientais e ao planejamento territorial.

Considerando que o planejamento é sempre uma tentativa de evitar ou resolver conflitos, este tem tradicionalmente ocorrido em locais de maior acúmulo de população

e atividades. As abordagens de planejamento urbano evoluíram do desenho e do embelezamento das cidades - que teve na França, a partir do século XVIII, com Haussman, a sua principal aplicação - até mais recentemente, com a adoção de abordagens voltadas para a sustentabilidade ambiental e para a adaptação de processos e instrumentos de planejamento e gestão que considerem a dimensão econômica e social da cidade.

Conforme MORAIS (2002), o planejamento local surge nos últimos séculos, como uma tentativa de ordenar o caos gerado pela industrialização, que estava levando as cidades à imobilidade e a condições limites de insalubridade. Com o aumento da circulação de pessoas e mercadorias, a primeira atenção foi dada ao sistema viário, progressivamente evoluindo para o ordenamento de usos e as preocupações sociais, econômicas e administrativas, que foram colocadas na origem do caos físico. Daí ter iniciado nas áreas urbanas, com uma visão física e curativa.

De acordo com DORICH (1965) citado por MOTA (1981), planejamento urbano consiste na organização do espaço, das atividades e funções de uma cidade, levando em consideração a realidade existente e suas implicações no desenvolvimento futuro, não só do ponto de vista físico, como também social e econômico, para obter o bem estar progressivo desta localidade.

MOTA (1981), por sua vez, afirma que além das questões de aplicabilidade dos planos, o urbanismo tradicional praticado no Brasil nos últimos anos teve o zoneamento como uma simples divisão da cidade em zonas com funções e regras para o uso do solo”, reafirmando ainda, que o “planejamento visa a ordenação do espaço físico e a provisão dos elementos relativos às necessidades humanas, de modo a garantir um meio ambiente que proporcione uma qualidade de vida indispensável a seus habitantes.

VILLAÇA (1999a), explica que um dos instrumentos para a execução de um plano diretor é o zoneamento, o qual atua sobre a organização territorial urbana, representando a modalidade de planejamento mais antiga e difundida no Brasil, onde, este modelo de planejamento já existia no final do século XIX nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro”. Afirma também que, notou-se que o zoneamento e o plano diretor desenvolveram-se de forma paralela e independente, como por exemplo no caso de São Paulo. Neste caso, observou ainda que, “o zoneamento ao contrário do plano diretor, teve um certo empenho na sua aplicação enquanto lei.

Mais recentemente, um novo modelo de planejamento surge como direção a ser tomada: “*o planejamento estratégico urbano*”, onde segundo FALCOSKI (1997), trata-se de um processo dinâmico, que envolve a discussão em cima de uma grande gama de alternativas e suas consequências, tanto para impactos positivos, quanto os negativos, fornecendo dados e informações para tomadas de decisões dos projetos futuros.

Entende-se então, a partir daí, que planejar vem a ser uma técnica que abrange várias etapas, onde a ordenação do espaço urbano deve estar associado a um plano integral, que segundo BORJA e CASTELLS citado por FALCOSKI (1997), deve possuir objetivos territoriais, priorizando projetos futuros baseados na participação social, utilizando-se de análises qualitativas e fatores críticos referentes ao território e ao seu meio físico. Ainda segundo o mesmo autor, o processo de planejamento estratégico é um plano de ação e não um plano que regula a ação como no plano tradicional.

A elaboração e aplicação de instrumentos de ordenamento territorial no Brasil é uma competência do Poder Público (Federal, Estadual e Municipal) na qual está afirmada na Constituição Federal de 1988, sendo tratada em um capítulo específico visando, acima de tudo, garantir o direito de propriedade e a função social da cidade (CF, art. 5<sup>a</sup>, XXIII).

Diante disso e com o objetivo de se construir “*idades melhores*”, o Ministério das Cidades, vem por meio do Estatuto da Cidade - Lei 10.257/01, estabelecer novos parâmetros e diretrizes da política urbana no Brasil, oferecendo para isso, novos instrumentos para que os municípios possam intervir nos processos de planejamento e gestão urbana. Inaugura-se então, a partir deste período, uma fase onde fazer planejamento territorial à luz do Estatuto da Cidade é definir o melhor modo de ocupar o meio físico natural do município de forma que entre outros fatores, esta ocupação possa garantir a sustentabilidade dos recursos disponíveis em determinada área.

O Estatuto responde as críticas sobre o sistema de planejamento e os instrumentos de gestão do solo urbano que apontavam à ausência de considerações socioeconômicas e ambientais na formulação da política urbana. As políticas públicas urbanas na área ambiental, em sua grande maioria, restringiram-se às ações de saneamento, principalmente por meio de implantação de infra-estrutura (coleta e tratamento de esgoto, disposição dos resíduos sólidos, etc.).

Com o objetivo de articular vários processos de planejamento já desenvolvidos como os planos de bacia hidrográfica, zoneamentos ambientais, planos de turismo, etc, o Estatuto vem abordar as questões ambientais e discuti-las cada vez mais profundamente, partindo-se do ponto em que a primeira etapa do Plano Diretor é a realização da leitura técnica da cidade. Esta por sua vez, se constitui num processo de identificação e discussão dos principais problemas, conflitos e potencialidades do ponto de vista de diversos segmentos, trazendo à tona, agora, o termo “cidade sustentável” que passa a ser considerada como um direito do cidadão em termos legais.

Positivamente, os planos de desenvolvimento urbano, ou planos diretores, têm recentemente inserido capítulos que tratam especificamente sobre o meio ambiente, fato que não se percebia há algumas décadas. Porém, este avanço se restringe a fase de diagnóstico, as legislações de âmbito municipal tratam, em sua grande maioria, das questões ambientais de forma generalizada por não terem instrumentos adequados de leitura e incorporação da dimensão ambiental.

Se por um lado, as novas políticas urbanas voltadas para o ordenamento territorial visam evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente, por outro, o meio ambiente também pode exercer influências sobre o processo de urbanização, onde através de características do seu meio físico, por exemplo, pode tornar favorável ou não a sua urbanização. Para haver, então, um ordenamento territorial racional e viável, é imprescindível o conhecimento aprofundado do local selecionado e aliado a isso deve se considerar o fato que a sociedade atual está exigindo progressivamente uma melhoria na qualidade de vida, o que deve estar intimamente relacionada à qualidade do meio ambiente.

### **3.1.3 A política da gestão ambiental**

De modo geral, em um sistema de gestão ambiental, a análise ambiental deve ser aplicada logo após a caracterização do local e das suas atividades, visando analisar a viabilidade ambiental da implantação dos empreendimentos pretendidos. No entanto, devido às dificuldades encontradas para o conhecimento das condições ambientais, suas

potencialidades e fragilidades; o surgimento das preocupações com o meio ambiente se deu em um momento diferente em relação às preocupações do meio urbano.

Embora o Código Florestal Brasileiro tenha sido instituído pelo Governo Federal no ano de 1965, a questão ambiental na agenda política brasileira tem como relevante marco à Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo (Suécia) 1972, que propiciou a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), em 1973 e mais tarde deu origem a Lei Federal Nº. 6.938/1981, denominada Política Nacional do Meio Ambiente e as resoluções específicas do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

A realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) se deu em um momento do contexto brasileiro onde as preocupações com a proteção ambiental já alcançava projeção nacional e assim nesse momento, a Constituição Federal aprova capítulo específico sobre meio ambiente (Capítulo VI), onde estabelece em seu Art. 225 que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Graças a esta nova percepção sobre a temática ambiental, os problemas relacionados com a proteção do meio ambiente e com o desenvolvimento sustentável emergiram no centro do debate político do País.

Segundo o documento “Gestão Ambiental no Brasil – Um Compromisso com o Desenvolvimento Sustentável”, elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2002, nos últimos 10 anos, embalados pela Rio-92, o Brasil realizou extraordinário esforço de modernização de sua política de meio ambiente que o colocam na vanguarda entre as nações que se preocupam com a proteção do meio ambiente. Entretanto, em que pese o caráter abrangente e inovador, a política ambiental vem sofrendo críticas acerca de sua eficácia para o efetivo controle e proteção do meio ambiente, seja no uso dos recursos naturais de forma específica (florestas, água, recursos minerais, etc.), seja para lidar com a gestão integrada (controle da qualidade ambiental), em especial nas áreas urbanas (RIBAS, 2003).

A Política Nacional do Meio Ambiente, por meio de suas disposições, tem sido o elo entre as questões ambientais e o desenvolvimento urbano brasileiro, em especial, no que se refere ao licenciamento de atividades potencialmente poluidoras por meio dos

estudos de impacto ambiental (EIA/RIMA), que, na prática, não se adequam propriamente à análise dos impactos urbanos (RIBAS; BEZERRA, 2003).

Contudo, a política ambiental no Brasil tem evoluído na ênfase da necessidade de compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com qualidade ambiental. O desafio tem sido a definição de princípios, objetivos e instrumentos de planejamento, gestão e controle como forma de promover um enfoque sistêmico no tratamento da questão ambiental (RIBAS,2003).

A Lei nº. 6.938/81, em seu Art. 2º, define como seu objetivo “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições de desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana”. Um dos instrumentos apresentados por esta lei é o Zoneamento Ambiental.

A expressão Zoneamento, relacionada ao meio ambiente, foi por muito tempo atribuída às setorizações realizadas para apoiar planos de manejo em unidades de conservação, florestas, parques, etc. Relativo ao planejamento urbano e industrial, visando a destinação de áreas propícias à instalação de indústrias, a Lei 6.803/80, alavancou o que mais tarde seria declarado um instrumento de planejamento e gestão juntamente com os estudos e relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA) e gerenciamento da bacias hidrográficas.

Posteriores resoluções do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, mencionam a expressão Zoneamento Ambiental, sem contudo, vincular com outros adjetivos como urbano, industrial, geoambiental, ecológico, etc. De acordo com a Lei 6.938/81, que dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, o zoneamento ambiental é considerado como uma integração sistemática interdisciplinar da análise ambiental ao planejamento do uso do solo, com objetivo de definir a gestão dos recursos ambientais.

De acordo com BRASIL-MMA (1995), as análises ambientais devem apoiar-se em estudos que requeiram uma equipe multidisciplinar voltada para uma abordagem interdisciplinar necessária para a concepção sistêmica do conjunto de elementos estruturais e regidos pela dinâmica ambiental. A definição dos indicadores ambientais deve levar a resultados que são orientados para as vertentes da identificação das

diversidades espaciais, seus potenciais e limitações; da avaliação da fragilidade-vulnerabilidade e do balanço entre potencialidades e limitações ecológicas e sócio-econômicas das unidades geoambientais que possibilitam a avaliação da capacidade de suporte.

As análises voltadas para a identificação e caracterização das unidades geoambientais exigem participação permanente de técnicos das áreas de conhecimento relacionadas com os aspectos físico-bióticos (geologia, climatologia, hidrologia e hidrogeologia, geomorfologia, pedologia, biologia, ecologia, etc.). Assim, os atributos e propriedades dos aspectos relacionados acima, juntamente com fatores sócio-econômicos e políticos, devem ser adequados às especificidades das respectivas disciplinas que participaram das sínteses, visando o diagnóstico geoambiental.

Sobre as unidades geoambientais referentes a geologia, sabe-se que algumas formações geológicas apresentam características que interessam à construção civil como a resistência a cargas, umidade, plasticidade, permeabilidade, etc., assim como outras formações, também podem ser recomendadas a implantação de áreas verdes, áreas de lazer e similares.

Os aspectos geológicos estão ligados intimamente com os fatores hidrológicos, uma vez que, os aspectos de permeabilidade do solo, recarga de lençóis freáticos, e de aquíferos estão necessariamente relacionados. Desta forma, os indicadores geológicos baseiam-se em levantamentos e mapeamentos que possam fornecer os elementos necessários ao conhecimento dos minerais e das litoestruturas que dão origem às formações superficiais, à elaboração das geoformas e à concentração de jazidas e de água subterrânea.

Os Indicadores Climato-hidrológicos, por sua vez, são estudo que objetivam a identificação do papel da atmosfera como agente transferidor de energia solar através das chuvas, ventos, e temperatura que provocam erosão hídrica, eólica, abrasão marinha e os fluxos de materiais e substâncias. A água, como elemento indispensável à vida humana, também tem sido fator decisivo na localização e desenvolvimento das cidades. Portanto, informações sobre a disposição dos recursos hídricos superficiais, subterrâneos, alagados, pântanos, mangues, áreas sujeitas à inundações, etc., devem ser coletadas.

Os indicadores climáticos fornecem os elementos para a análise dos tipos de escoamento que influenciam nos regimes termo-pluviométricos e nas correntes de ar, relevantes para o desenvolvimento das plantas e para a qualidade de vida humana. Os principais são a pluviosidade, umidade do ar, amplitude térmica, balanço hídrico da atmosfera, insolação, velocidade e direção dos ventos.

Segundo MOTA (1981), tanto o meio ambiente pode exercer influências sobre o processo de urbanização, quanto o processo de urbanização pode provocar mudanças no meio ambiente; por isso, as alterações climáticas resultantes do processo de urbanização são tão significativas quanto as condições naturais e deve ser considerada, pois conduzirá a um ambiente urbano com melhores condições de vida.

Indicadores geomorfológicos como o estudo das formas de relevo, e dos processos morfodinâmicos são fundamentais para a interpretação do balanço entre a degradação e agradação da superfície da terra, da qual depende a estabilidade dos ambientes e fundamentado na análise dos sistemas morfogenéticos (TRICART, 1979 citado por BRASIL-MMA, 1995). A classificação geomorfológica deve considerar as geofomas e formações superficiais como elementos dinâmicos da paisagem, na dependência dos quais se formam e se degradam os solos que, por sua vez, servem de suporte ao desenvolvimento dos seres vivos, contribuindo, ainda, para a realização das diversas etapas do diagnóstico ambiental.

Outro indicador ambiental importantíssimo é a pedologia, que deve ser compreendida através da classificação dos solos baseada no levantamento, cadastramento e de análises laboratoriais e no campo, que fornece os dados para a delimitação e a interpretação das unidades ambientais e da sensibilidade a danos das coberturas pedológicas (formações superficiais) das quais fazem parte. Segundo BRASIL-MMA (1995), o entendimento das inter-relações morfogênese-pedogênese visa a identificar os fatores que provocam erosão, perda de fertilidade, contaminação, poluição e salinização tendo em vista a avaliação da estabilidade do ambiente. As características texturais, estruturais e composicionais que definem a permeabilidade e drenabilidade dos solos são relevantes para conservação, utilização do potencial pedáfico e para implantação de infra-estruturas urbanas, viárias e industriais.

### 3.1.4 Aspectos conceituais da gestão ambiental urbana

A definição de gestão ambiental urbana parece indispensável para que possamos evoluir sobre uma terminologia que, na prática profissional, tem sido utilizada muitas vezes sem maior preocupação conceitual, e que ainda está em fase de consolidação. Para tal, pretende-se buscar uma melhor compreensão deste conceito sem, no entanto, apontá-lo como verdade absoluta.

O que tem se entendido hoje como “gestão ambiental urbana” são as questões referentes principalmente a saneamento ambiental, focados na resolução dos problemas quanto à poluição das cidades – retoma-se a pauta da infra-estrutura. É uma tentativa de resolução dos problemas que o planejamento urbano não foi capaz de resolver mediante enfoque ambiental. A questão que se coloca é mais ampla, envolve tanto ações de mitigação de impactos e implantação de infra-estruturas, mas principalmente a consideração das potencialidades e fragilidades do meio físico biótico na definição das áreas a serem urbanizadas.

Por outro lado, a gestão ambiental urbana necessita de instrumentos. Porém, pouco tem se falado sobre a questão dos instrumentos promotores da gestão ambiental urbana, um dos focos deste trabalho. Reafirmamos que é necessário entender a gestão ambiental urbana para além do tratamento de carência de infra-estrutura e de poluição (mesmo sendo estas de suma importância), trabalhar no sentido da construção da gestão propriamente dita – seus instrumentos, políticas.

Para efeito de conceituação, consideramos que a gestão ambiental urbana, de uma forma simplificada, pressupõe a compatibilização do processo de desenvolvimento urbano com a conservação do meio ambiente nas cidades.

A inclusão dos aspectos ambientais na dimensão urbana vem sendo defendida a algum tempo, sobretudo, a partir das conferências organizadas pela ONU. Neste sentido, os instrumentos do planejamento ambiental são importantes aliados ao processo de urbanização, pois contemplam um raio de ação no sentido de ordenar o crescimento regional considerando os aspectos ambientais, em seu sentido mais amplo, minimizando as conseqüências adversas que costumam surgir ao longo do binômio crescimento/desenvolvimento.

Do ponto de vista da inserção de preceitos do planejamento ambiental na gestão urbana, segundo CONTI & FURLAN (1995) citado por CABRAL (2005), visando considerar critérios de suscetibilidades ou restrições do meio ambiente, deve se levar em conta os seguintes aspectos:

- (i) a região é um conjunto interativo dos fatores socioculturais e naturais;
- (ii) adoção de enfoque holístico, no qual o ser humano integra o sistema ambiental;
- (iii) reconhecimento de uso múltiplo do território e reutilização como forma lógica de maximizar o aproveitamento dos recursos naturais;
- (iv) a sociedade deve participar, intrinsecamente, do processo.

O conhecimento das características do meio ambiente é imprescindível, partindo da premissa de que o planejamento ambiental decorre de uma abordagem que encara a sociedade como um conjunto de subsistemas interligados e tendo por parâmetro a visão sistêmica do meio e a estrutura sociopolítica existente.

Segundo CABRAL (2005), sob visão sistêmica, os atributos ambientais devem ser estabelecidos e seus papéis avaliados dentro dos ecossistemas. Isso reforça o planejamento do uso do solo e sua capacidade de relacionar o nexos causal (causa-efeito) por meio da ligação entre planejamento e proteção ambiental.

De acordo com SPORL (2001), as interferências humanas no ambiente ocorrem, pois, o homem reproduz e reordena o espaço, ou então, provoca alterações em função de um “aproveitamento” dos recursos naturais sem uma preocupação de conservação da natureza. Sendo assim, uma visão global incluindo o natural e o social é fundamental quando se pretende trabalhar com diagnósticos ambientais. Segundo ROSS (1995), sem esta visão global, pode-se obter entendimentos parciais da realidade induzindo às decisões futuras erradas ou insatisfatórias.

Assim, o planejamento territorial deve visar, a ordenação do espaço físico e a provisão dos elementos relativos às necessidades humanas, de modo a garantir um meio ambiente que seja conservado e que propicie uma qualidade de vida indispensável a seus habitantes, atuais e futuros.

Pode-se dizer também que, os instrumentos de planejamento do meio físico e de ordenamento do território urbano têm como objeto principal definir cartograficamente os setores de um território que apresentam peculiaridades em comum a ponto de propor seu melhor uso, seja através de sua preservação, de sua recuperação ou até mesmo de sua reabilitação (no caso de para áreas degradadas por atividades que sejam incompatíveis com sua vocação de uso). Essas técnicas também permitem delimitar as áreas potenciais ao crescimento urbano, minimizando assim futuras ações corretivas frente à ocupação de sítios urbanos inadequados. (SOUZA 2005).

É sabido que a ocupação de áreas inadequadas em sítios urbanos é freqüente em todo o Brasil, seja em cidades pequenas, médias ou grandes. Exemplo disso é Curitiba onde o crescimento urbano está se direcionando para áreas de mananciais (SANTOS 2004). Como solução um levantamento detalhado e a construção de um diagnóstico ambiental urbano pode ser utilizado como ferramenta de trabalho.

O termo diagnóstico ambiental é utilizado no levantamento dos parâmetros do meio físico, biológico e sócio-econômico em uma determinada área, a fim de se conhecer a situação ambiental atual, servindo de base para futuros estudos de uma questão, sendo no caso aqui tratado, a questão urbana. As fontes de levantamento de dados para um diagnóstico ambiental sugerem duas etapas: a primeira consiste em levantamentos de dados primários, onde através de metodologias específicas são tomados dados em campo; e a segunda fonte são os levantamentos de dados secundários com base em publicações de órgão governamentais e outros de relevante interesse para a pesquisa (PARANÁ, 1992).

Segundo SILVA (2002), o diagnóstico ambiental consiste numa ferramenta de análise integrada dos atributos físicos e sociais das paisagens, permitindo uma visão sistemática das mesmas (ressaltando subunidades e segmentos geoambientais, dependendo da escala de trabalho), bem como fornece sua espacialização através de mapas. Esse conjunto de informações sistemáticas que é analisado a princípio de forma isolada e posteriormente de forma integrada, vem possibilitar a obtenção de uma percepção do conjunto e destacar potencialidades, limitações e vocações para a área em estudo.

Segundo ROSS (1995), as unidades de fragilidade dos ambientes naturais devem ser resultantes dos levantamentos básicos de geomorfologia, solos, cobertura

vegetal/uso da terra e clima. Esses elementos tratados de forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade. Dessa forma, é possível afirmar que os estudos relativos às fragilidades dos ambientes são de extrema importância ao planejamento ambiental, pois sua identificação proporciona uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implantadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território.

Segundo RODRIGUES (1998), o mapa de fragilidade apresenta como resultado as áreas de fragilidade potencial, que são aquelas onde o ambiente encontra-se com suas características naturais intactas ou pouco alteradas, e as áreas de fragilidade emergente, que representam as áreas com o uso da terra antrópico.

Neste sentido, os mapas de fragilidade ambiental podem ser considerados como produtos cartográficos intermediários para a geração de mapas de análise e planejamento ambiental e para tais objetivos o uso de técnicas de geoprocessamento possuem grande relevância.

### **3.1.5 Cartografia e Condicionantes ambientais**

A cartografia geotécnica fundamenta-se em estudos que possibilitem a identificação de homogeneidades, correlacionando unidades geológicas, pedológicas entre outras, suas propriedades geotécnicas e representando sob a forma cartográfica em linguagem acessível de maneira a assegurar a compreensão e utilização pela maioria dos usuários.

A cartografia no entanto, segundo a ICA (Associação Internacional de Cartografia) é definida como a arte, ciência e tecnologia de produzir mapas, juntamente como seu estudo como documentos científicos e trabalhos de arte. Neste contexto podem-se considerar todos os tipos de mapas, cartas, plantas, modelos tridimensionais e globos representando a Terra ou qualquer corpo celeste, em qualquer escala.

Os mapas podem ser classificados em mapas de propósito geral ou temáticos dependendo da sua utilização. Um mapa rodoviário, por exemplo, pode ser de propósito geral quando servir simplesmente para uma orientação ou localização rodoviária; e pode

ser temático quando servir para a realização de análises das características do sistema viário, a hierarquia física ou funcional das rodovias, etc). A ICA define ainda, mapa temático como um mapa projetado para revelar feições ou conceitos particulares, no uso convencional esse termo exclui os mapas topográficos, caracterizados como mapas de propósito geral que tem como objetivo fundamental representar as feições em suas posições corretas, dentro dos limites da escala.

Analisando os resultados do Diagnóstico Preliminar da Cartografia Geotécnica e Geoambiental no Brasil, trabalho realizado pela CTCG – Comissão Técnica de Cartografia Geotécnica e Geoambiental no ano de 2004, observa-se que a grande parte da produção de trabalhos é de cunho acadêmico e compostos por mapas e cartas que destinam-se predominantemente ao planejamento urbano e regional. Observa-se também, que a maioria dos produtos cartográficos gerados no Brasil, são compostos por mapas básicos de geologia, substrato rochoso, materiais inconsolidados e ainda, em menor quantidade, por cartas de zoneamentos e outras cartas mais específicas como as de riscos ambientais. Observou-se ainda que o uso de Geoprocessamento tem se acentuado na elaboração dos trabalhos.

A cartografia geotécnica fundamenta-se em estudos que possibilitem a identificação de homogeneidades, correlacionando unidades geológicas, pedológicas entre outras, suas propriedades geotécnicas e representando sob a forma cartográfica em linguagem acessível de maneira a assegurar a compreensão e utilização pela maioria dos usuários.

É importante lembrar, que antes de iniciar algum levantamento seguido de uma produção cartográfica, é necessário ter conhecimento da técnica a ser utilizada e principalmente dos componentes ambientais.

De acordo com LOLLO (2008), um dos primeiros aspectos a se destacar fundamentalmente em relação aos componentes ambientais para um processo de cartografia do meio, é que cada projeto exige o conhecimento de um conjunto específico de atributos. Assim, é muito importante que os profissionais que estarão envolvidos no processo, tenham um conhecimento prévio do objeto em estudo, para poderem escolher os componentes que serão avaliados.

Os elementos que compõem o ambiente natural se relacionam entre si, mas as atividades antrópicas provocam mudanças nas características do meio natural, causando, muitas vezes, alterações prejudiciais e irreversíveis ao ambiente e ao próprio homem. Portanto, algumas características do meio podem ser usadas como elementos que orientarão o planejamento de uma área urbana, contribuindo para sua proteção e conservação, levando sempre em consideração as características antrópicas.

É sabido também, que as condições naturais de uma região como o clima, o relevo, tipos e formações de solos, os recursos hídricos, a cobertura vegetal (entre outras), são características de um ambiente que estão relacionadas com a ocupação urbana influenciando no processo ou sendo modificadas por ela. Assim, o estado do meio natural costuma ser avaliado por temas relacionados aos aspectos físicos e biológicos e as pressões exercidas sobre este meio são verificadas pela avaliação das atividades humanas sociais e econômicas.

A introdução dos atributos do meio físico-biótico através de um instrumento adequado que oriente a determinação dos diversos usos do solo em um município estará contribuindo para gestão ambiental urbana. Dessa forma, estaremos revisando as características do meio que afetam ou são afetadas pelo processo de urbanização, utilizando como referência a análise apresentada por MOTA (2003).

Especialmente nas áreas urbanas, o meio físico é o componente ambiental que mesmo alterado em suas características e processos originais persiste interagindo e condicionando grande parte dos problemas do ambiente construído (PRANDINI citado por MOTA, 2003). O clima, o substrato rochoso e o relevo são os temas de maior hierarquia para caracterizar e ordenar as paisagens. O meio físico corresponde a: Climatologia, Geomorfologia (relevo, topografia), Geologia (geotecnia), Solos, Hidrografia e Hidrogeologia (superficiais e subterrâneas).

O estudo do clima busca esclarecer a influência desse elemento na vida, na saúde, na distribuição e nas atividades humanas da área planejada. Em larga escala temporal, os dados permitem reconhecer a influência do clima sobre o solo, a fauna e a flora, auxiliando na compreensão do cenário atual. (Quadro 1)

Quadro 1: Fatores climáticos que são relacionados com a urbanização. Fonte: MOTA (2003).

**RADIAÇÃO SOLAR:** Dependendo das características da região, a distribuição da cidade e os tipos de construção, os fatores climáticos devem ser equacionados mediante a incidência do sol, ex: em regiões onde a radiação solar é intensa, a incidência do sol deve ser diminuída.

**TEMPERATURA:** A elevação da temperatura, nas cidades, resulta na formação da “ilha de calor”, que corresponde a uma área na qual a temperatura da superfície é mais elevada que as áreas circunvizinhas, o que propicia o surgimento de circulação local. O efeito deste fenômeno sobre as cidades ocorre devido à redução da evaporação, ao aumento da rugosidade e às propriedades térmicas dos edifícios e dos materiais pavimentados. Comparativamente, nos centros das áreas urbanas, em lugares pobres em vegetação, as temperaturas alcançam valores máximos; por outro lado, os valores mínimos são registrados em áreas verdes e reservatórios de água.

**UMIDADE:** Com o aumento da temperatura nas cidades, ocorre uma diminuição da umidade relativa. Em dias extremamente quentes, o desconforto térmico, associado à umidade relativa baixa, provoca um “clima de deserto artificial” (LOMBARDO, 1985 citado por MOTA, 2003).

**VELOCIDADE E DIREÇÃO DOS VENTOS:** A velocidade dos ventos também é modificada nas cidades, esta é menor em consequência de barreiras (edificações) que são criadas à sua circulação.

**CAMADAS ATMOSFÉRICAS:** Juntamente com a direção e a velocidade dos ventos, as camadas atmosféricas, com suas possíveis inversões, estão diretamente relacionadas com a dispersão dos poluentes atmosféricos resultantes de atividades urbanas.

**PRECIPITAÇÃO:** Nas cidades observa-se maior precipitação pluvial do que nos campos, pois as atividades humanas nesse meio produzem maior número de núcleos de condensação. Porém a umidade relativa é menor nas áreas urbanas do que nos campos.

Já, as características geomorfológicas (formas e dinâmicas do relevo), geológicas (tipos litológicos, modos de ocorrência, estruturas, processos geodinâmicos externos e internos) e geotécnicas (características dos terrenos, propriedades dos solos e rochas) do meio físico são os principais fatores que, para um determinado tipo climático, condicionam os reflexos decorrentes da ocupação do solo. Estas características permitem avaliar os tipos de terreno, com suas relações de fragilidades e potencialidades naturais, bem como as consequências da intervenção antrópica. (Quadro 2)

Quadro 2: Características geomorfológicas, geológicas e dos solos relacionadas com a urbanização. Fonte: MOTA (2003).

**GEOMORFOLOGIA:** A análise do relevo permite sintetizar a história das interações dinâmicas que ocorreram entre o substrato litólico, a tectônica e as variações climáticas. O estudo da conformação atual do terreno permite deduzir a tipologia e intensidade dos processos erosivos e deposicionais, a distribuição, textura e composição dos solos, bem como a capacidade potencial de uso. As formas de relevo de uma determinada área têm grande influência no seu processo de ocupação, e são, geralmente, bastante alteradas pelo mesmo.

**GEOLOGIA:** As características geológicas podem ser favoráveis ou apresentar limitações à ocupação urbana. O conhecimento das características geotécnicas de uma área urbana é necessário para orientar o uso do solo da mesma. Assim, podem ser identificadas áreas de risco (sujeitas a deslizamentos), terrenos suscetíveis à erosão e locais com lençol freático elevado, onde a ocupação deve ser feita com muito controle ou mesmo evitada. As formações geológicas relacionam-se com as águas subterrâneas. O conhecimento dessas características, em áreas urbanas, é de grande importância em função das necessidades de abastecimento de água. Como as mudanças geológicas ocorrem em uma grande escala temporal, os dados geológicos são mais estáveis, ou seja, seus processos dinâmicos são mais contínuos no tempo e espaço, sendo uma informação confiável como unidade espacial. Por outro lado, a transformação do dado geológico em informação ou indicador não é tão simples assim. É necessário um ótimo geólogo que consiga traduzir ou transcodificar o dado acadêmico para uma linguagem que permita entender o substrato geológico quanto à sua dinâmica físico-química, relações com outros elementos do meio, potencialidades e limitações no espaço superficial e no subsolo.

**SOLOS:** Os solos são produtos da interação rocha/relevo/clima e, portanto, sintetizam as principais características destes elementos. Assim, conhecendo-se o solo pode-se inferir sobre: o material de origem (rocha-mãe), a forma de relevo, a declividade, o sistema de drenagem, o comportamento hídrico e a suscetibilidade aos processos do meio físico (erosão, escorregamento, assoreamento, contaminação, colapsos e subsidências, recalques, etc.) (KERTZMAN; DINIZ, 1995 citado por MOTA, 2003). Quando se analisa o solo, pode-se deduzir sua potencialidade e fragilidade como elemento natural, recurso produtivo, substrato de atividades construtivas ou concentrador de impactos.

Na ocupação do solo para fins urbanos, a disponibilidade de água em quantidade e qualidade é também muito importante para a localização e desenvolvimento de cidades. Toda água que dispomos faz parte do Ciclo Hidrológico (no qual este líquido circula através do ar, da superfície do solo e do subsolo) e ao qual o processo de urbanização pode provocar alterações sensíveis: aumento da precipitação; diminuição da evapotranspiração, como consequência da redução da vegetação; diminuição da infiltração da água devido à impermeabilização e compactação do solo, mudança no nível do lençol freático, podendo ocorrer redução ou esgotamento do mesmo; aumento da ocorrência de enchentes; poluição de águas superficiais e subterrâneas.

Essas alterações, entre outras, no Ciclo Hidrológico, podem resultar em condições bastante prejudiciais para os habitantes de uma área urbana, que, portanto, estes aspectos devem ser considerados na ocupação do solo visando minimizar os seus efeitos negativos.

Diretamente interligado ao meio físico está o biótico. Estes formam um conjunto indissociável para estudos preocupados com a proteção e conservação ambiental. O meio biótico corresponde a: Vegetação e Fauna. Pelo seu inerente potencial como indicador, a vegetação é um tema muito valorizado pelos planejadores. É um elemento do meio natural muito sensível às condições e tendências da paisagem, reagindo distinta e rapidamente às variações. Seu estado permite conhecer, por um lado, as condições naturais do território e, por outro, as influências antrópicas recebidas, podendo-se inferir, globalmente, a qualidade do meio. A cobertura vegetal do solo está relacionada com os seguintes aspectos ambientais segundo MOTA (2003).(Quadro 3)

Quadro 3: A cobertura vegetal e seu reflexo nos aspectos urbanos. Fonte: MOTA (2003).

- ✓ contribui para a retenção e a estabilização dos solos;
- ✓ previne contra a erosão do solo, pois favorece a infiltração da água, proporcionando menor escoamento superficial;
- ✓ integra o ciclo hidrológico através do processo de transpiração;
- ✓ às margens de cursos d'água produz sombra que mantém a água na temperatura adequada às diversas espécies de peixes e de outros organismos aquáticos;
- ✓ influi no clima, pois interfere na incidência do sol, velocidades dos ventos e precipitação de águas pluviais;
- ✓ através da fotossíntese fornece oxigênio ao meio;
- ✓ é fonte de alimentos e matéria-prima;
- ✓ está intimamente ligada à paisagem, oferecendo aspecto visual agradável;
- ✓ constitui ambiente natural para diversas espécies animais;
- ✓ pode ser considerada como um meio dispersor e absorvente de poluentes atmosféricos, ou como barreira à propagação de ruídos.

A Fauna, em planejamento ambiental, tem basicamente a função de indicar a qualidade ambiental do meio, escolher e definir áreas a serem protegidas e especificar manejo. Bastante associados à vegetação, estão os animais, pois dependem da mesma

para abrigar-se, reproduzirem-se, alimentarem-se e proteger-se. Como as características e diversidade de vegetação refletem-se diretamente sobre a fauna, ambas são consideradas temas contíguos.

Segundo MOTA (2003), obviamente, a ocupação urbana resultará sempre numa diminuição da cobertura vegetal original do solo. No entanto, se as principais características ambientais forem consideradas, através de uma utilização ordenada do solo, os efeitos sobre o meio ambiente serão minimizados e as conseqüências benéficas da vegetação poderão ser aproveitadas em favor do homem e de outros seres vivos.

É importante lembrar que o condicionante ambiental adotado neste trabalho está ligado a categoria do meio físico (embora trate simplificada da questão da cobertura vegetal no levantamento do uso do solo). Este recorte se deve ao fato que os planos diretores em geral já considerarem os aspectos socioeconômicos no disciplinamento territorial. Reforça-se aqui a idéia de que este trabalho tem o objetivo de analisar, diagnosticar e fornecer informações sobre os principais atributos do meio físico urbano e suburbano do município de Santa Rita do Passa Quatro-SP.

### **3.1.6 Aspectos conceituais do Geoprocessamento**

Como vimos, a aplicação e o desenvolvimento de ferramentas que possam auxiliar na análise da dinâmica de uso e cobertura da terra têm sido alvo de inúmeros estudos e pesquisas, com destaque para o geoprocessamento. De acordo com MEDEIROS (2000), o geoprocessamento possui diversas técnicas como os SIG's, que pode ser considerado um conjunto poderoso de ferramentas computacionais que possibilitam a entrada, armazenamento, manipulação (consulta e análise) e saída de dados georeferenciados.

Os SIG's por sua vez, têm papel relevante por facilitar o gerenciamento de informações espaciais e permitir a elaboração de mapas temáticos, subsidiando a tomada de decisões. As técnicas de sensoriamento remoto e de SIG constituem atualmente um importante conjunto de ferramentas aplicáveis aos diversos ramos da

ciência auxiliando também nas investigações para o ordenamento territorial e da adequação do uso do solo urbano.

No SIG os dados devem considerar uma natureza dual: a localização geográfica e os atributos descritivos. Com isso os dados são construídos através de feições geométricas (linhas, polígonos e pontos) conhecidos como dados vetoriais, para posterior armazenamento em camadas (planos de informação, layers). Esta “informação espacial” deve ser georreferenciada para então possuir localização no espaço por meio de conceitos topológicos (vizinhança, pertinência), métricos (distância) e direcionais (“ao norte de” “acima de”), apresentado uma idéia de conjunto de “objetos georreferenciados” (CÂMARA, 1996).

SOUZA (2004) explica, que o uso do geoprocessamento para áreas urbanas, tem como objetivo proporcionar a melhor visualização e compreensão para os planejadores sobre quais são as necessidades dos habitantes dessas áreas, com relação à habitação com segurança e conforto, para que, posteriormente, quando do processo de revisão do plano implantado, possa ocorrer a compatibilização dessas informações com os recursos disponíveis pela prefeitura, para o direcionamento dos investimentos. Com isso o uso de geoprocessamento se popularizou pelo Brasil e diversos trabalhos foram desenvolvidos em diversas prefeituras, aproximando o desenvolvimento tecnológico e a praticidade da gestão. Especificamente, no tratamento de regularizações de assentamentos urbanos, em situações de riscos, em áreas periféricas e desprovidas de infra-estruturas básica (SOUZA,2004).

Vários trabalhos acadêmicos também estão sendo realizados através de técnicas de geoprocessamento. MOREIRA (2002) e MORAES (2008), por exemplo, obtiveram ótimos resultados na realização de seus trabalhos, organizando os seus documentos cartográficos em ambiente de Sistema de Informações Geográficas – SIG. Para tanto, utilizaram o *software* SPRING<sup>®</sup>.

O *software* SPRING<sup>®</sup> é um sistema criado pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, no ano de 1991, voltado para a pesquisa científica e para usuários das plataformas *Windows / Unix* (CAMARA, 1996). Como principais características do SPRING<sup>®</sup>, podem citar-se:

- Opera como um banco de dados geográfico sem fronteiras e suporta grande volume de dados sem limitações de escala, projeção e fuso, mantendo a identidade dos objetos geográficos ao longo de todo banco;
- Administra tanto dados vetoriais como dados matriciais ("*raster*") e realiza a integração de dados de Sensoriamento Remoto num Sistema de Informações Geográficas. Aprimora a integração de dados geográficos, com a introdução explícita do conceito de objetos geográficos (entidades individuais), de mapas cadastrais, mapas de redes e campos;
- Provê um ambiente de trabalho amigável e poderoso, através da combinação de menus e janelas com uma linguagem espacial facilmente programável pelo usuário (LEGAL - Linguagem Espaço-Geográfica baseada em Álgebra), fornecendo ao usuário um ambiente interativo para visualizar, manipular e editar imagens e dados geográficos;
- Adaptado a complexidade dos problemas ambientais, que requerem uma forte capacidade de integração de dados entre imagens de satélite, mapas temáticos e cadastrais e modelos numéricos de terreno. Adicionalmente, muitos dos sistemas disponíveis no mercado apresentam alta complexidade de uso e demandam tempo de aprendizado muito longo, ao contrário do SPRING<sup>®</sup>, que é razoavelmente mais fácil de operar.

Outra grande vantagem do SPRING<sup>®</sup> está na sua facilidade de acesso, uma vez que o mesmo é que um *software* livre e pode ser copiado através pela internet diretamente pelo site do INPE, o que certamente deve estar contribuindo para a socialização da geo-informação no país.

## **3.2 - ESTUDO DE CASOS**

### **3.2.1 Diagnóstico ambiental urbano da cidade de Novo Airão – Amazonas**

O presente trabalho estudado aqui, trata-se de uma Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, cujo objetivo foi elaborar um diagnóstico ambiental urbano para a cidade de Novo Airão (AM), a fim de fornecer subsídios para o ordenamento territorial e alguns prognósticos do sitio urbano. A cidade se localiza-se a 200 km da capital do Estado do Amazonas, Manaus, e possui grande potencial turístico, o que vem atraindo grandes investimentos no setor nos últimos anos.

A estrutura do trabalho desenvolve-se inicialmente com uma fundamentação teórica voltada para as Políticas Públicas, Sustentabilidade Ecológica e Ordenamento Territorial Urbano, seguida do entendimento do Urbanismo no Brasil, no Estado do Amazonas e por fim das cidades pequenas como o caso de Novo Airão. Discutiu-se também, assuntos específicos como os Instrumentos de Planejamento do Meio Urbano e o uso do Geoprocessamento como meio de facilitar o gerenciamento de informações espaciais e permitir a elaboração e a manipulação dos dados levantados, sobretudo os mapas temáticos.

A caracterização da área de estudo deu-se através do fornecimento das informações sobre a sua localização na mesorregião do norte amazonense, que possui uma área de 37.940,20 km<sup>2</sup>, os aspectos históricos e sociais de Novo Airão-AM e o relato do contexto das Unidades de Conservação da região, na qual identifica-se que a área de estudo está localizada dentro de um contexto que exerce influencias nas UC's que estão ao redor, como os impactos referentes ao turismo ecológico que ocorre com saídas de embarcações da área urbana.

Segundo sua autora, MOURA (2009), neste trabalho foram levantadas as questões de infra-estrutura urbana como saneamento ambiental, qualidade da água que abastece a população, resíduos sólidos, drenagem pluvial, áreas de risco à vulnerabilidade natural, áreas de risco a contaminação (cemitérios, porto, posto de gasolina), entre outras questões. Neste levantamento, constatou-se que a cidade apresenta diversas irregularidades, como a falta de saneamento básico em quase toda a

cidade, contaminação de alguns poços de água subterrânea que abastecem a população, localização de moradias em Áreas de Preservação Permanente, falta de pavimentação em grande parte das ruas da cidade, entre outros problemas.

Com relação aos aspectos ambientais, o trabalho focou-se em elementos que compõem o ambiente natural fornecendo informações sobre os principais atributos do meio físico e biótico da área de estudo como: clima, pedologia, geologia, geomorfologia, recursos hídricos e vegetação.

A metodologia de pesquisa baseou-se na identificação, caracterização e produção de materiais cartográficos através da utilização de materiais relacionados ao meio físico. Para tanto foi adotado a coleta de dados primários como amostras das águas e dos solos e dados secundários como as informações sócio-econômicas e de infra-estrutura.

Após a coleta dos dados, gerou-se os primeiros materiais cartográficos que foram realizados através de trabalhos de campo e coleta de dados secundários na cidade de Novo Airão. Todos os dados levantados foram devidamente georreferenciados e armazenados em um banco de dados, utilizando para tal o software ArcGis 9.2<sup>®</sup>.

O mapeamento cartográfico foi realizado através de trabalhos de campo e coleta de dados secundários na cidade de Novo Airão. Foram mapeados os seguintes temas: sistema viário, esgotamento sanitário, abastecimento de água, abastecimento de energia, resíduos sólidos, evolução urbana dos bairros, sistema de drenagem pluvial, transporte urbano, arborização, áreas de preservação permanente, áreas de risco com vulnerabilidade natural e áreas de risco à contaminação.

Os produtos cartográficos obtidos foram mapas temáticos que em seguida foram sujeitos a sobreposição respeitando dois enfoques: “*restrições ambientais à ocupação e aptidão do ambiente*” para determinados tipos de usos. O método de sobreposição de cartas foi baseado nos trabalhos de TRICARD (1966) e MCHARG (1969), conforme (PARANÁ/SEMA, 1992 citado por MOURA, 2009). Assim, foi possível cruzar informações e definir áreas adequadas, inadequadas, de uso restrito e de recuperação.

A sobreposição das cartas temáticas para a definição das áreas onde é permitido o parcelamento e do uso do solo para fins urbanos, foi realizada através de técnicas de SIG utilizando os parâmetros da Lei 6.766 de 19 de dezembro de 1979 e com base no

Código Florestal foram delimitadas APP's situadas ao longo dos cursos d'água. Ainda nesse escopo foi construída a Carta de Declividade, com base em curvas de nível equidistantes de 1 metro, digitalizadas da carta topográfica fornecida pela Prefeitura de Novo Airão. Os intervalos entre as classes de declividade foram definidos em porcentagem com base em ZUQUETE (1981), citado por MOURA (2009), com o fim de instalação de equipamentos urbanos. (Tabela 1)

Tabela 1: Correlação entre as classes de declividade, tipo de relevo e instalação de equipamentos urbanos. Fonte: Zuquete (1981) adaptado de Lemos & Santos (1996). Citado por MOURA (2009).

Classes de Declividade (%)	Tipo de Relevo	Instalação de Equipamentos Urbanos
0 – 2 %	Plano	Ótima
2 – 5 %	Suave ondulado	Muito boa
5 – 10 %	Ondulado	Boa
10 – 20 %	Ondulado	Razoável
20 – 45 %	Forte ondulado	Desaconselhável
> 45 %	Montanhoso	Proibido

Dessa forma, o diagnóstico ambiental urbano adotado foi aquele que considera a análise ambiental dividida em quatro etapas, sendo os Levantamentos Ambientais, Prospecções Ambientais, Procedimentos Prognósticos e Árvore de Decisões, que constrói um roteiro de análise dos dados e de produção do conhecimento (MOURA, 2003 citado por MOURA, 2009). Para a etapa dos Levantamentos Ambientais, realizou-se três tipos de análises dos dados:

- Planimétricas: procedimentos de identificação e de medição de extensões territoriais de ocorrências;
- Monitoria: acompanhamento espacial das alterações locais em um período pré-estabelecido;
- Assinatura: focando uma ocorrência de interesse no SIG, busca-se cruzar todos os outros dados relacionados ao tema abordado. *“A ocorrência conjunta de fenômenos pode caracterizar certos usos do espaço”* (MOURA, 2003 citado por MOURA, 2009).

Em seguida a etapa de Prospecções Ambientais é dividida em:

- Avaliações Ambientais Diretas: da combinação de dados básicos pode-se obter avaliações de riscos ambientais, potenciais ambientais e definição de necessidades de proteção.
- Avaliações Ambientais Complexas: utilizando-se uma ou mais Avaliações Ambientais Diretas como base para novas análises, a fim de mapear as incongruências de uso, áreas críticas, potenciais conflitantes e impactos ambientais.

Em Procedimentos Prognósticos pode-se realizar:

- Cenários Ambientais: nesse estudo é possível representar situações que incorporem medidas de adequabilidade ao problema enfocado.

Nos resultados e discussões do trabalho, MOURA (2009), explica que os dados da infra-estrutura urbana da cidade de Novo Airão demonstram toda a capacidade que ela tem, ou não, nos serviços básicos, desde sua construção, passando pelo arruamento, até ao abastecimento de água, o transporte, redes de esgoto, de energia, saúde, moradia e educação. A infra-estrutura urbana mostra a organização do espaço e do solo urbano desta cidade.

Identificou-se também que Novo Airão é uma cidade típica da Amazônia brasileira: cidade pequena, sede de um imenso território e de urbanização lenta, porém progressiva. Quanto a habitação, no entanto, constatou-se que muitas pessoas estão vivendo em casas localizadas em áreas de risco, construídas de lona, sem esgoto e água tratada.

Um aspecto importante é o que a cidade está localizada às margens do Rio Negro, região caracterizada por extensa rede hidrográfica de áreas baixas e sujeitas às inundações comuns às épocas de cheia. Ainda referente à localização, identifica-se que a área urbana é cortada por três grandes cursos d'água: Igarapé do Tijuco, Igarapé Santo Antonio e Igarapé do Jacaré, todos afluentes do Rio Negro. Dessa forma, através dos

levantamentos, foi possível identificar Áreas de Risco com Vulnerabilidade Natural e de Contaminação.

Constatou-se que existe a ocorrência de ocupações em áreas de riscos, que embora a população esteja acostumada com as enchentes causadas pelo extravasamento dos cursos d'água da região, constata-se que tais áreas são inadequadas à ocupação humana, devido ao risco natural que a área proporciona, e devido a dificuldade de implantação da infra-estrutura mínima para condições adequadas à população.

Porém mesmo assim essas áreas são ocupadas, geralmente por população de baixa renda e em precárias condições de vida, o que leva ao local acumulação de lixo, abertura de caminhos alternativos entre as casas (vielas), caracterizando assim uma urbanização informal e descontrolada.

Outro dado importante destacado pela sobreposição das cartas temáticas é a localização dos poços tubulares profundos que estão próximos aos cemitérios e a um posto de abastecimento de combustível, correndo sérios riscos de causar algum tipo de contaminação, caso haja algum tipo de vazamento nos tanques de combustível. Em campo foram mapeadas ainda, algumas áreas que apresentam erosão no terreno, o que vem causando sérios danos à população que habita nestes bairros, como em toda a orla do Rio Negro e nos bairros Anavilhanas, Eduardo Braga e Remanso.

Através das sobreposições das cartas temáticas, foi possível observar que a maior parte do sítio urbano encontra-se em terreno com declividades entre 2-20%, o que indica que “são ótimas para instalações de sistemas de saneamento” (MOURA 2009). No entanto, realizando um estudo para delimitar as APPs, constatou-se que essas áreas estão em sua maioria ocupadas irregularmente por população de baixa renda. Assim, a sobreposição desta informação à Carta de Declividade foi possível delimitar áreas de risco à ocupação humana.

Concluindo, a autora relata que através de todas as informações coletadas na cidade de Novo Airão foi possível fazer um diagnóstico ambiental do local, por meio de tabelas que contém os principais conflitos ou problemas dos meios ambiente urbano e as diretrizes propositivas, explicando ainda, que o avanço do trabalho realizado, embora ainda necessite de mais detalhes, poderá promover com pioneirismo, o desenvolvimento sustentável da cidade de Novo Airão.

### **3.2.2 Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do Rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata.**

Este estudo de caso refere-se a Dissertação de Mestrado em Geografia Física apresentado à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, realizado com o objetivo de apresentar uma comparação de três modelos metodológicos aplicados aos estudos da Fragilidade Ambiental.

A aplicação destes modelos resultou na confecção de três mapeamentos diferenciados de Fragilidade, os quais foram analisados e comparados entre si. Dos três modelos metodológicos aplicados, pela autora, dois foram propostos por ROSS (1994), um com apoio nos Índices de Dissecação do Relevo, e o outro nas Classes de Declividade. O terceiro modelo foi proposto pelo INPE (1996) baseado nas Unidades Territoriais Básicas - UTB's (SPORL, 2001).

Ainda segundo SPORL (2001), os três modelos de análise da Fragilidade Ambiental propostos partem do mesmo princípio: as Unidades Ecodinâmicas preconizado por Tricard, para delimitar áreas no contexto dos diagnósticos ambientais. As áreas são caracterizadas por diversos atributos: rochas, relevo, solo, cobertura vegetal/ uso da terra e pluviosidade. No entanto, estes modelos apresentam diferenças na operacionalização dos métodos, e também, nas variáveis analisadas. Destas divergências resultam três mapeamentos diferenciados.

A aplicação destes modelos resultou na confecção de três cartas de Fragilidade, através das quais foram confrontados seus resultados e avaliadas as diferenças apresentadas em cada um dos modelos. E para se atingir estes objetivos gerais foram necessários alcançar alguns objetivos específicos, tais como:

- Fazer um mapeamento geomorfológico na escala 1:50.000 para a área de estudo, com abordagem integrada do meio físico;
- Obter através de fotografias aéreas, imagens de satélite e trabalhos de campo, informações recentes sobre o uso da terra desta área, e assim, mapear estes dados;

- Correlacionar os mapeamentos citados acima (Mapas Geomorfológico e Uso da Terra), mais as informações referentes aos solos, rochas e pluviosidades e chegar a uma carta síntese contendo informações quanto às potencialidades e as fragilidades dos ambientes naturais da área de estudo;
- Gerar as cartas de Fragilidade Ambiental referentes as duas alternativas metodológico-operacionais propostas por ROSS (1994) e pela proposta do INPE (1996), citados por SPORL (2001)
- Avaliar as limitações e as vantagens dos modelos aplicados aos estudos da Fragilidade Ambiental.

Apesar dos diferentes resultados apresentados pelos três modelos de análise da Fragilidade, seus objetivos são os mesmos, servir como subsídio ao planejamento estratégico ambiental. Os mapeamentos das Fragilidades Ambientais identificam e analisam os ambientes em função de seus diferentes níveis de fragilidade. Através destes documentos torna-se possível apontar as áreas onde os graus de fragilidade são mais baixos favorecendo, então, determinados tipos de inserção; e áreas mais frágeis onde são necessárias ações tecnicamente mais adequadas a essas condições.

A área de estudo, situa-se a nordeste do Estado de São Paulo e ao sul do Estado de Minas Gerais e do ponto de vista da superfície temos aqui um espaço ocupando aproximadamente 480 Km<sup>2</sup>, abrangendo terras dos Municípios de São João da Boa Vista (SP), Águas da Prata (SP) e Poços de Caldas (MG), envolvendo parcialmente as bacias hidrográficas do rio Jaguarim-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata.

Foram estudadas as formas de relevo regional e local, nas quais identificou-se uma situação próxima a zona de contato entre a Depressão Periférica Paulista e o Planalto Atlântico. Geologicamente caracteriza-se pela extrema diversificação de suas estruturas (SPORL, 2001).

Basicamente, a autora identificou que a área em questão está constituída pelas rochas do complexo cristalino representadas principalmente por granitos e gnaisses. Ainda nessa região, em Águas da Prata e parte do município de Poços de Caldas ocorrem rochas alcalinas e sedimentos identificados como arenitos de Botucatu.

Com relação aos solos presentes na área de estudo, os limites de cada unidade foram traçados com auxílio de imagens TM/Landsat e com informações obtidas através do Projeto RADAMBRASIL, levando-se em consideração principalmente a intensidade de dissecação do relevo e o padrão de drenagem. As unidades pedológicas normalmente seguem as formas e a intensidade de dissecação do relevo. Portanto, a partir da delimitação das unidades geomorfológicas, tornou-se possível inferir o limite das unidades de solos.

Assim, conseguiu-se identificar na área de estudo as seguintes unidades de solos: Cambissolos alíco no Planalto de Poços de Caldas; Terra Bruna estruturada eutrófica associada aos solos Litólicos nas Serras da Borda do Maciço Intrusivo de Poços de Caldas; e Podzólico Vermelho-amarelo distrófico e eutrófico no Planalto de São João da Boa Vista - Águas da Prata.

Com relação a vegetação, segundo ABREU (1972) citado pela autora, o recobrimento fitogeográfico da área de estudo apresenta uma seqüência de formações vegetais que se alteram com caráter transicional de uma para outra, apresentando um nítido zoneamento vertical: matas tropicais decíduas que, paulatinamente, passam a perenifólias, e dando lugar a ocorrência de formações mistas com araucárias e, finalmente, as formações campestres de Poços de Caldas.

As condições climáticas refletem a existência de um clima tropical, progressivamente influenciado pelas altitudes. Adotando-se a classificação de Köppen, foi distinguido para a região dois subtipos originados pelas influências locais do relevo: Cwa e Cwb, caracterizando-se como climas tropicais de altitude com concentração de chuvas no verão (dezembro a março) e períodos secos no inverno (junho a agosto). A precipitação média anual varia de 1.400 a 2.000 mm (SPORL, 2001).

Os procedimentos técnicos e operacionais do presente trabalho basearam-se no fluxograma proposto por LIBAULT (1971) citado por SPORL (2001), onde os quatro níveis da pesquisa em Geografia, resumem-se em Primeiro Nível: Compilatório; Segundo Nível: Correlatório; Terceiro Nível: Interpretativo e Quarto Nível: Normatização e Aplicação dos Resultados.

**Primeiro Nível: Compilatório:** Neste primeiro nível foram realizadas pesquisas bibliográficas, levantamentos de dados e informações sobre a existência de cartas

topográficas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas e documentos básicos produzidos por sensores remotos (fotografias aéreas e imagens de satélite). Após o reconhecimento do material disponível foram elaborados vários documentos: Carta Base, Carta Hipsométrica, Carta Clinográfica, Carta de Drenagem, Informações Geológicas, Informações de Solos, Carta Geomorfológica, Carta de Uso da Terra/Cobertura Vegetal e Dados Climatológicos.

**Segundo Nível: Correlatório:** Nesta fase da pesquisa foram correlacionadas as informações analíticas da fragilidade do meio físico, englobando: clima, relevo, litologia, solos, uso da terra/cobertura vegetal utilizando-se as três propostas metodológicas para a confecção dos Mapas de Fragilidade Natural.

**Terceiro Nível: Semântico (Interpretativo):** Nesta fase da pesquisa foram interpretadas as informações obtidas, buscando-se atingir os objetivos propostos. Este nível de abordagem contempla a análise e comparação dos três modelos de fragilidade. Nesta etapa da pesquisa os três modelos de Mapa de Fragilidade Ambiental foram confrontados entre si. Ou seja, é nesta parte do trabalho que se atingem os objetivos gerais desta pesquisa.

**Quarto Nível: Normativo:** O quarto nível desta pesquisa envolve a normatização da aplicação dos resultados. Esta fase apresenta a consequência da seleção e correlação das variáveis estudadas, formulando uma síntese do trabalho e, onde serão apresentados os resultados finais e as proposições.

A aplicação dos três modelos de análise ambiental da fragilidade relevo-solo deu-se utilizando-se as três alternativas metodológico-operacionais, e conseqüentemente, apresentando-se a análise dos seus produtos cartográficos.

O primeiro modelo foi o **Modelo de Fragilidade Potencial Natural com apoio nos Índices de Dissecação do Relevo**. Segundo SPORL (2001), para a análise da fragilidade potencial natural é necessário que os conhecimentos setorizados sejam avaliados de forma integrada, e sempre calcados no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre suas componentes físicas e bióticas.

Segundo ROSS (1994) citado por SPORL (2001), as unidades de fragilidade dos ambientes naturais devem ser resultantes dos levantamentos básicos de geomorfologia, geologia, solos, vegetação, uso da terra, fauna e clima. Esses elementos tratados de

forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais. Assim, através da utilização dos procedimentos técnico-operacionais foram obtidos como resultados para a área de estudo quatro (4) graus diferenciados de Fragilidade (Fraca, Média, Forte e Muito Forte), havendo um predomínio da classe Média.

O segundo modelo adotado foi o **Modelo de Fragilidade Potencial Natural com apoio nas Classes de Declividade**. Este, segundo SPORL (2001), o procedimento técnico-operacional utilizado para a confecção deste produto cartográfico é uma derivação dos procedimentos apresentados no primeiro modelo. Segundo ROSS (1994), citado por SPORL (2001), como se está trabalhando com uma escala intermediária, 1:50.000, ao invés de utilizar os índices de dissecação do relevo como suporte para a confecção da carta síntese de fragilidade, usou-se as classes de declividade.

Neste modelo, são correlacionadas as informações obtidas através da carta clinográfica, dos tipos de solos em função dos seus índices de erodibilidade, da carta de uso da terra e o grau de proteção ao solo de acordo com a cobertura vegetal e dos índices pluviométricos (valores de erosividade). Cada uma destas variáveis foi classificada em cinco (5) graus diferenciados de fragilidade (Muito Fraca, Fraca, Média, Forte e Muito Forte), notando-se um nítido predomínio da classe Muito Forte.

O terceiro modelo aplicado foi o **Modelo de Fragilidade Potencial Natural com apoio em UTB's – Unidades Territoriais Básicas**. Esta metodologia proposta pelo INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, objetivando subsidiar o Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia para elaborar mapas de Vulnerabilidade Natural a Erosão, assim como aquelas propostas por ROSS (1994), foram desenvolvidas a partir do conceito de Ecodinâmica de TRICART (1977), baseada na relação morfogênese/ pedogênese, e da potencialidade para estudos integrados.

A metodologia do INPE consiste primeiramente na elaboração de um mapa de Unidades Homogêneas de Paisagem, ou Unidades Territoriais Básicas (UTB's), obtido através da análise e interpretação de imagem TM-LANDSAT. Estas Unidades Territoriais Básicas (UTB's) podem ser divididas em duas categorias, as "unidades de paisagem natural" e os "polígonos de ação antrópica". Estes últimos são decorrentes da intervenção humana na paisagem.

Segundo a aplicação dos procedimentos técnico-operacionais deste método, foram obtidos apenas três (3) graus diferenciados de fragilidade: Fragilidade Fraca, Média e Forte. Havendo para área de estudo um predomínio marcante da Fragilidade Média.

Finalizando, é importante salientar que este trabalho teve como objetivo principal a aplicação e a comparação de três modelos de análise para a avaliação da fragilidade ambiental e, a confecção de documentos cartográficos que sintetizassem os resultados finais. Os Mapas de Fragilidade Ambiental resultantes da aplicação dos três modelos de análise apresentaram resultados divergentes decorrentes das diferenças técnico-operacionais apontadas pelo trabalho.

Não se pode afirmar qual o melhor modelo entre eles sem realizar uma comparação destes modelos empíricos com a realidade de campo. Para uma melhor avaliação sobre a eficácia destes três modelos de análise de fragilidade ambiental e, visando identificar o modelo que melhor se ajusta com o que ocorre na natureza, é necessário correlacionar os principais problemas em campo com os três modelos empíricos analisados. Só assim será possível apontar um modelo que melhor condiz com a realidade.

### **3.2.3 Elaboração de um Mapa de Fragilidade Emergente e Potencial da Bacia do Ribeirão Bom Jardim, Triângulo Mineiro – MG utilizando Geoprocessamento.**

Este estudo de caso refere-se ao um resumo do trabalho publicado no Anais do I Simpósio Regional de Geografia em 2002, no qual descreve a metodologia empregada para elaboração de um mapa de fragilidades emergente o potencial da Bacia do Ribeirão Bom Jardim em escala 1:50.000, apresentando também, o resultado da aplicação da metodologia para elaboração de cartas de fragilidade do terreno através do sistema de geoprocessamento SPRING<sup>®</sup> 3.5. O ribeirão Bom Jardim é o principal afluente da margem esquerda do rio Uberabinha e drena uma área de 396,54 Km<sup>2</sup> de terras situadas nos municípios de Uberaba e Uberlândia-MG.

Na conceitualização do tema, BRITO (2002) afirma que para os estudos de fragilidade dos ambientes, que é necessária a adoção de uma metodologia de trabalho baseada na compreensão das características e da dinâmica do ambiente natural e do meio sócio-econômico, buscando a integração das diversas disciplinas específicas, por meio de uma síntese do conhecimento acerca da realidade pesquisada. Desta forma, para realizar estudos de fragilidade natural em bacias hidrográficas, é necessário que se tenha conhecimento dos solos, do relevo, da geologia e do clima da área estudada.

Segundo ROSS (1996), citado por BRITO (2002), o conhecimento das potencialidades dos recursos naturais de um determinado sistema natural passa pelos levantamentos de solos, relevo, rochas e minerais, águas, clima, flora e fauna. O autor define fragilidade ambiental a partir dos conceitos de Unidades Ecodinâmicas, preconizados por TRICART (1977), citado por BRITO (2002).

Assim, para a elaboração do Mapa de Fragilidade Emergente e Potencial da Bacia do Ribeirão Bom Jardim, o autor deste estudo de caso utilizou os recursos materiais disponíveis para a área de estudo, como trabalhos acadêmicos, relatórios de projetos, diferentes tipos de mapas em diferentes escalas, fotografias aéreas e imagens de satélite, disponíveis no Laboratório de Geoprocessamento do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (LAGEO/IGUFU/UFU).

Os documentos cartográficos utilizados foram:

- Cartas militares na escala de 1:25.000, editadas e publicadas pelo Ministério do Exército (1983 e 1984).
- Fotografias aéreas na escala de 1:25.000, obtidas pelo Instituto Brasileiro do Café – IBC (1979);
- Imagens do Satélite Landsat TM-5, Órbita/Ponto 221/073, Quadrante E, no formato Digital de Fev/97, bandas TM2, TM3 e TM4, de e Out/97, Bandas TM3, TM4 e TM7;
- Mapas de solos na escala de 1:50.000, elaborado por BRITO (2001).

Para a realização da pesquisa, utilizaram-se os seguintes equipamentos: um microcomputador, uma mesa digitalizadora e um plotter e os softwares Autocad R-14<sup>®</sup>, SPRING<sup>®</sup>. Utilizou-se também um GPS de Navegação para determinação em campo e coordenadas Geográficas e UTM. Para a entrada dos documentos cartográficos,

utilizou-se uma mesa digitalizadora Digigraf Van Gogh A1 e o software Autocad-R-14<sup>®</sup>. Estes dados foram posteriormente importados para o software de Geoprocessamento SPRING<sup>®</sup> (Sistema de **PR**ocessamento de **IN**formações **Geo**-referenciadas), onde foram geradas as cartas temáticas.

A escolha do software SPRING<sup>®</sup>, baseou-se nas experiências obtidas em versões mais antigas e que favoreceram o domínio e a facilidade da sua aplicação. Os mapas foram gerados, numa primeira etapa, manualmente e depois disso, foram gerados mapas-sínteses através da sobreposição dos planos de informação correspondente aos mapas temáticos, utilizando as operações de manipulação e análise espacial disponíveis no SPRING<sup>®</sup>.

Seguindo a metodologia proposta por ROSS (1995), citada por BRITO (2002), o mapa de fragilidade Potencial e emergente foi gerado no sistema de Geoprocessamento SPRING<sup>®</sup> através da ponderação das classes de fragilidade dos mapas de solos, geomorfologia, declividade, uso da terra e cobertura vegetal natural.

Segundo BRITO (2002), as categorias de fragilidade da área de estudo foram definidas a partir da atribuição de categorias de fragilidade aos mapas de cobertura vegetal natural e uso da terra, solos e geomorfologia. Os mapas de solos e geomorfologia foram ponderados no SIG, considerando-se valores de ponderação definidos pelo autor para obtenção de um mapa intermediário, denominado mapa de potencial natural de erosão dos solos.

Posteriormente, o mapa de fragilidade potencial e emergente foi gerado, cruzando-se os mapas de potencial natural à erosão com o mapa de grau de proteção do solo. O mapa de fragilidade emergente e potencial mostrou que as áreas de solos afetados pelo hidromorfismo e seus entornos (fundos de vale) representam as áreas com uma fragilidade maior, por apresentarem solos de natureza mais arenosa e áreas com relevo que varia de plano a fortemente ondulado, devendo ser preservadas. As áreas de solos com textura média e relevo com declividade superior a 6% apresentam uma fragilidade média, devendo ser utilizadas para pastagem e as áreas do topo da chapada, com solos argilosos apresentam baixa fragilidade, devendo ser utilizadas com agricultura.

As técnicas de geoprocessamento foram essenciais para a geração do mapa de fragilidade emergente e potencial, uma vez que a geração destes só foi possível pela sobreposição dos mapas temáticos, armazenados no sistema de geoprocessamento SPRING<sup>®</sup>. As funções de manipulação, análise e geração de cartas deste software, que foram utilizadas neste trabalho, mostraram-se eficientes para o tratamento, o cruzamento, a sobreposição, a reclassificação e a apresentação final dos mapas temáticos. O mapa de fragilidade emergente e potencial é um instrumento importante para o planejamento sustentável do uso da terra, podendo ser utilizado na elaboração de zoneamento ambiental.

#### **4. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SANTA RITA DO PASSA QUATRO E DA ÁREA DE ESTUDO.**

##### **4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS E INDICADORES SÓCIO-ECONÔMICOS**

A população do município de Santa Rita do Passa Quatro em 2008, segundo informação obtida no site da Prefeitura Municipal, é de 27.574 habitantes, sendo que, desta população, aproximadamente 22.493 habitantes residem na área urbana. As principais atividades econômicas da cidade são basicamente, nos setores primário e secundário com a produção de açúcar e álcool, aguardente, fábrica de móveis de madeira, fábrica de embalagens plásticas e produção agrícola no cultivo de café, laranja, milho, eucalipto e cana de açúcar.

O setor de turismo também tem sua contribuição na receita do município, mas por ser uma atividade ainda muito recente, sua contribuição é muito baixa, gerando apenas um aumento nos investimentos em pousadas, hotéis fazenda e outros serviços ligados ao setor.

De acordo com dados de BRASIL – MPOG - IBGE (2006), o PIB – Produto Interno Bruto do município atingiu R\$ 122.741.432,00 no ano de 2006, obtendo nesse ano uma Renda “per capta” de R\$ 4.587,09. A expectativa de vida da população santarritense no ano de 2006, também segundo BRASIL – MPOG - IBGE (2006) é de 68 anos em média e a média de habitantes por domicílio é de 3,9/habitação e a distribuição da renda domiciliar por salário mínimo chega à 18% até 1 SM, 29% de 1 a 3 SM e 11% de 3 a 5 SM – Salário Mínimo.

##### **4.2 LAZER / CULTURA / TURISMO**

Quanto aos equipamentos de lazer e cultura, Santa Rita possui várias opções, podendo destacar entre os principais equipamentos o Clube de Campo “Camping dos Lagos”, que possui piscinas e áreas de camping, o Centro de Lazer “Ludovico Zorzi”,

com pista de caminhadas e dois lagos de pesca para atender os praticantes do esporte e principalmente aposentados, o Centro de Lazer do Trabalhador, com quadras de vôlei e futebol de areia e o Museu Histórico e Pedagógico “Zequinha de Abreu”, que contém um acervo com toda a história deste compositor.

Os principais atrativos naturais que potencializam o turismo local são as Cachoeiras “Três Quedas”, (Figura 3) e “São Valentim” (Figura 4), tendo ainda como atrativo o “Jequitibá Milenar”, localizado no Parque Estadual de Vassununga, (Figura 5) uma das belíssimas Reservas Florestais do Município, o “Cristo do Morro Itatiaia”, com uma bela vista panorâmica para o Vale do Mogi, podendo-se avistar várias cidades da região. (Figura 6).

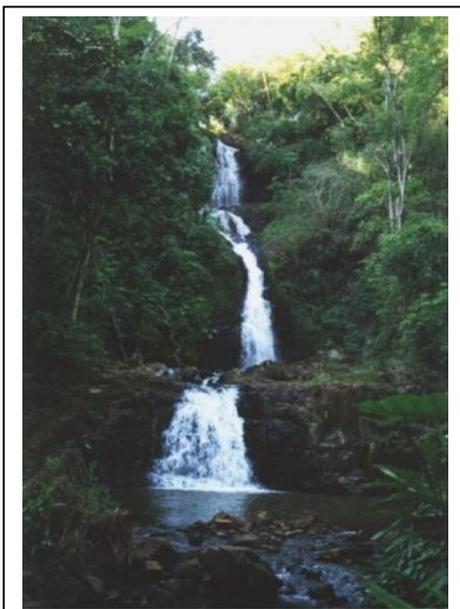


Figura 3: Cachoeira Três Quedas, uma das mais belas do município, possuindo aproximadamente 30 metros de altura. Foto: Prefeitura Municipal 2008.

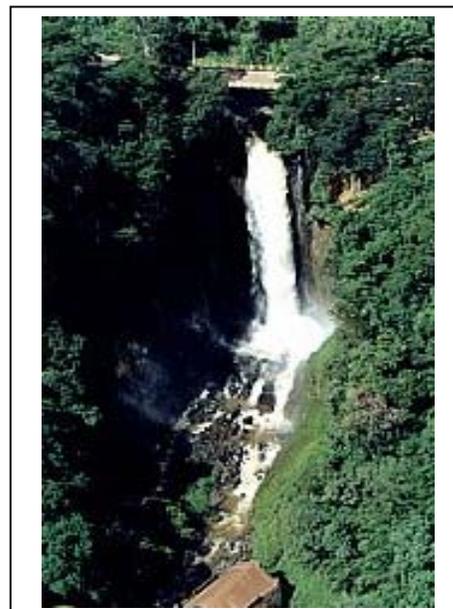


Figura 4: Cachoeira São Valentim, a 7 Km da cidade e com aproximadamente 75 metros de altura. Foto: Prefeitura Municipal 2008.

O município possui também um atrativo turístico conhecido como “Deserto do Alemão”, uma grande voçoroca que tem sido bastante utilizada para o passeio rupestre. Toda equipada com quiosques, sanitários, quadras de vôlei e futebol de areia, o atrativo concentra um público médio de aproximadamente 100 usuários por final de semana. (Figuras 7 e 8)

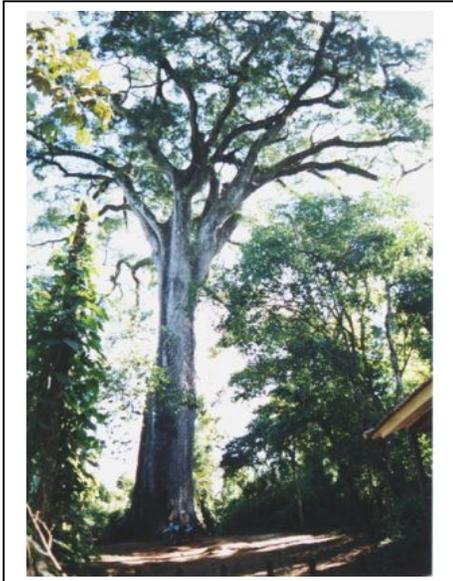


Figura 5: Jequitibá Rosa possuindo mais de 40 metros de altura e com diâmetro equivalente ao de 12 homens de mãos dadas. Foto: Prefeitura Municipal 2008.

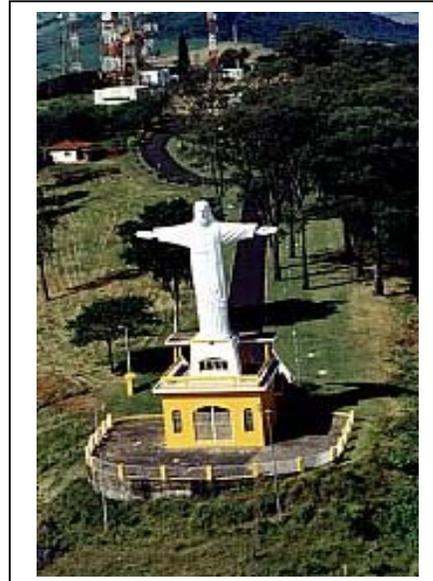


Figura 6: Cristo Redentor no topo do Morro Itatiaia, local com ótima vista panorâmica. Foto: Prefeitura Municipal 2008.



Figura 7: Imagens do Deserto do Alemão. Voçoroca de aproximadamente 280m de comprimento por 130m de largura. Fotos: Autor 2005.

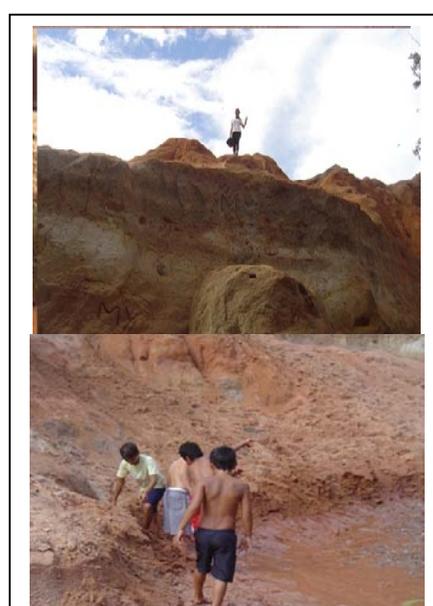


Figura 8: Imagens da voçoroca atualmente utilizada como área de lazer de público bem diversificado. Fotos: Autor 2005.

A cidade de Santa Rita do Passa Quatro possui ainda atrativos culturais como o Museu de Psiquiatria do CAIS - Centro de Atenção Integral à Saúde e o Museu Histórico e Pedagógico Zequinha de Abreu, localizado na antiga estação ferroviária de Santa Rita do Passa Quatro, onde se encontra um grande acervo do compositor Zequinha de Abreu como discos, letras das músicas, móveis e instrumentos musicais. Além dos atrativos citados anteriormente, é importante ressaltar a importância do patrimônio histórico-arquitetônico que possui o município. Entre os mais importantes, pode-se citar a Igreja Matriz, a Antiga Estação Ferroviária, a Casa de Maquinas da Usina São Valentim e os antigos casarões do quadrilátero central da cidade.

#### **4.3 INFRA-ESTRUTURA E SERVIÇOS URBANOS**

Para o melhor entendimento dos serviços de infra-estrutura do município, sobretudo das questões do saneamento básico e recursos hídricos (tema a ser discutido na caracterização da área de estudo), dividiu-se a região estudada em três micro-bacias, sendo elas: a Bacia do Córrego Capituva, a Bacia do Rio Bebedouro e a Bacia do Rio Claro, na qual se localiza o Córrego Passa Quatro, manancial de que abastece a cidade e o Córrego Marinho que recebe o lançamento do esgoto da cidade.

Os serviços de saneamento básico do município são operados pelo DAE - Departamento de Água e Esgoto que possui uma ETA - Estação de Tratamento de Água que capta a água do Córrego Passa Quatro, represada no setor sudeste da cidade e distribui água tratada a toda a cidade. De acordo com a informação verbal do Engenheiro Arquélau Maestrello Zordão, diretor do DAE em 2008, existem 6 (seis) reservatórios de água, que juntos fornecem aproximadamente 3.500 m<sup>3</sup> de água tratada para a cidade.

O município possui, ainda, uma rede de coleta de esgoto que atende quase 100 % da população, no entanto, nenhuma ETE - Estação de Tratamento de Esgoto opera ainda no município. De acordo com informação verbal do Diretor do DAE, a bacia do Córrego Rio Claro deverá ser atendida em por um sistema de tratamento de esgotos que está sendo construído e que deverá ser inaugurada até o final do ano de 2009.

As outras duas micro-bacias que contém as demais áreas urbanizadas e respectivas redes de coleta de esgoto ainda não possuem nenhum tipo de sistema de tratamento de efluentes em construção, sendo que nelas já estão sendo discutidas algumas propostas para a implantação de futuras Estações de Tratamento de Esgoto. Perguntado sobre a destinação dos resíduos sólidos provenientes da ETA, o Diretor do DAE afirmou que os mesmo são tratados e depositados no aterro sanitário. (Figura 9)



Figura 9: Imagem da obra de escavação das lagoas de tratamento de esgoto - Foto: Google Earth 2008.

Os serviços de coleta de lixo são realizados pela Administração Municipal e despejados em um aterro controlado, distante 6 Km do centro urbano, onde existe uma equipe de cooperados que selecionam e separam os materiais recicláveis dos resíduos orgânicos, colaborando assim com a melhoria da qualidade e o prolongamento da vida útil do aterro, uma vez que os espaços das valas que seriam utilizados por estes materiais recicláveis, deverão servir para o depósito de mais resíduos orgânicos por um período maior.

O município não possui um Aterro Sanitário totalmente adequado, porém, algumas medidas têm sido aplicadas no local para que o lixo depositado na área não

permaneça a céu aberto. (Figura 10) De acordo com informações da CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, o aterro de Santa Rita do Passa Quatro obteve a nota 6.2 no ano de 2008. Em relação aos RDCs - Resíduos de Demolição e Construção, o município não conta com local licenciado para a disposição adequada desses resíduos, nos quais muitas vezes são depositados em locais indesejáveis como em terrenos vazios, fundos de vales e até no Deserto do Alemão (local usado como atrativo turístico).



A rede de distribuição de energia elétrica é operada pela empresa Elektro – Eletricidade e Serviço S.A. e a Rede de Telefonia que controla e opera o sistema da cidade é a Telefônica.

Na área da Educação, de acordo com BRASIL – MPOG - IBGE (2006), o município possui uma rede de Ensino que contém 7 escolas de ensino infantil, 7 escolas de ensino fundamental, 3 escolas de ensino médio e 3 de ensino técnico.

O Ensino Superior do município é suprido pela Faculdades e Universidades das cidades vizinhas. Com relação à Saúde, segundo BRASIL – MPOG - IBGE (2006), o município conta com quatro estabelecimentos de saúde dos quais, um é estadual para

tratamento específico de atenção integral à saúde e a psiquiatria, dois são municipais com atendimento de emergência básica e o quarto estabelecimento é privado e presta serviço de Internação ao SUS.

#### **4.4 CARACTERÍSTICAS DO RELEVO, CLIMA E VEGETAÇÃO**

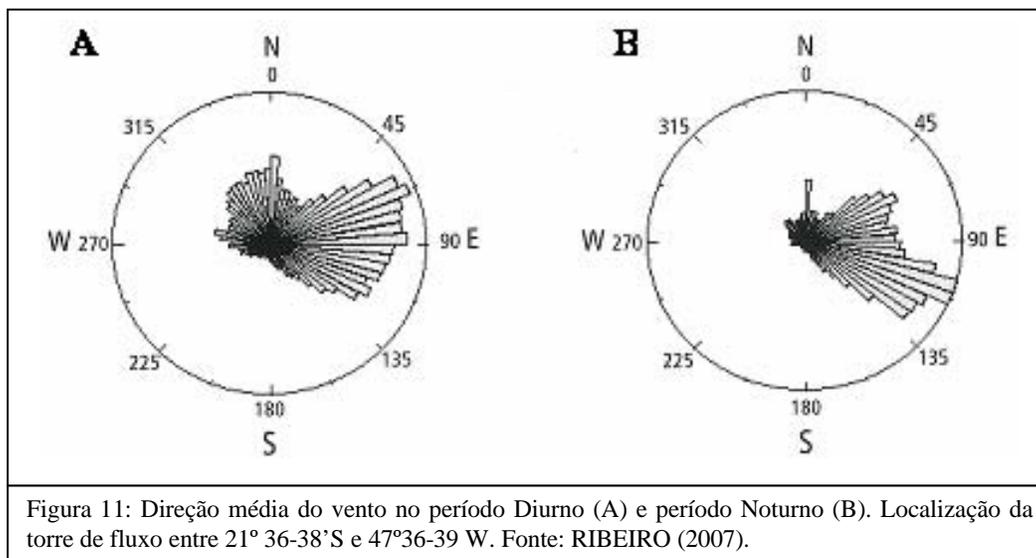
Localizada sobre uma colina, Santa Rita do Passa Quatro é envolvida por uma região formada por vales e serras, destacando-se alguns picos como o Morro Itatiaia, onde localiza-se o Cristo Redentor, que oferece uma belíssima vista da paisagem. De acordo com MASSOLI (1980), em um levantamento realizado na região da Folha de Santa Rita do Passa Quatro, editada pelo IBGE no ano de 1971, a área apresenta duas características fisiográficas distintas, compondo as unidades geomorfológicas das “Cuestas Basálticas” e a da “Depressão Periférica”.

MASSOLI (1980), descreve que as “Cuestas Basálticas” ocupam grande parte da área, nas quais compreendem litologicamente, as rochas mesozóicas da Bacia do Paraná. É nesta unidade que, segundo o mesmo autor, encontra o ponto culminante da área, com altitude de 1.000 metros, localizado na Serra do Córrego Fundo. A “Depressão Periférica”, composta por rochas do Paleozóico, aparece segundo MASSOLI (1980), ao sudoeste, nordeste e sudeste da quadrícula da folha de Santa Rita do Passa Quatro, caracterizando-se por uma topografia suave, cujas altitudes máxima e mínima estão em torno de 740 e 530 metros respectivamente.

Segundo BRASIL – MME (2002), o território de Santa Rita do Passa Quatro apresenta um relevo suave ondulado, composto de elevações de topos tabulares amplos e bastante suavizados e com uma variação média de 590m a 740m. As vertentes apresentam-se com declividades que variam de 3 a 8% na região onde encontra-se a área urbana e de 8 a 20% na região Sul e Sudeste do município. Nas áreas onde as rochas arenosas são concordantes com as magmáticas, o relevo se caracteriza por ondulado e forte ondulado. Nas regiões formadas por rochas magmáticas o relevo é fortemente ondulado e com escarpas de alto desnível altimétrico que variam de 20 a 45%.

Em relação ao clima, segundo BRASIL – IBGE (1978), no contexto nacional a região onde o município está inserido apresenta o Clima Tropical Brasil Central, caracterizando-se como sub-quente e úmido, mas com pelo menos três meses secos. De acordo com a classificação climática de Köppen, fornecida pelo CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura da Universidade Estadual de Campinas, a região de Santa Rita do Passa Quatro apresenta um clima do tipo Cwa, caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, apresentando uma temperatura média de 28 °C no mês mais quente e de 11°C no mês mais frio; apresentando ainda, uma precipitação anual em torno de 1.506 mm.

Em relação à direção média anual do vento na região de estudo, pode-se dizer que existe uma predominância no sentido dos ventos. De acordo com os estudos realizados por ROCHA (2005), citado por RIBEIRO (2007), realizados no Parque Estadual da Vassununga, é possível visualizar com bastante clareza a predominância da direção do vento durante o período observado. Neste estudo, através de uma torre de fluxo instalada a uma altura de 22 metros acima do nível do solo foram medidas as direções do vento a cada 10 minutos durante os anos de 2001 e 2002. (Figura 11)



Os resultados demonstraram que a direção média do vento nos anos observados variou entre os rumos ENE (Lés-Nordeste) e ESE (Lés-Sudeste) durante a maior parte do período diurno, tendo ainda uma pequena parcela na direção NNW (Nor-Nordeste). Durante o período da noite, observa-se que a direção média do vento fica mais estabilizada no sentido ESE (Lés-Sudeste).

Em relação aos aspectos da vegetação, MASSOLI (1980), explica que predominância do clima tropical úmido e a baixa qualidade do solo, propiciaram o desenvolvimento dos cerrados constituídos por arbustos e árvores de pequeno porte, complementados por gramíneas que revestem o solo essencialmente arenoso que constitui grande parte da área central da folha de Santa Rita do Passa Quatro. É importante ressaltar que o município possui duas áreas de interesse ambiental protegidas por legislação, que são o Parque Estadual da Vassununga e a Estação Experimental de Santa Rita do Passa Quatro (Horto Florestal), áreas estas que no contexto regional e estadual, são atrativos naturais com grande potencialidade e que despertam muito interesse para o turismo ecológico.

Segundo, SHIDA e PIVELLO (2002), alguns remanescentes de vegetação natural encontram-se protegidos em unidades de conservação, tal como o Parque Estadual da Vassununga, que é uma das Unidades de Conservação administrada pelo Instituto Florestal. O Parque Estadual Vassununga está fragmentado em 6 (seis) glebas, onde destacam-se as Glebas Capetinga Leste e Capetinga Oeste com características típicas da Mata Atlântica e onde localiza-se a Trilha dos Jequitibás; e a Gleba do Pé-do-Gigante, composta por fisionomias de cerrado. (Figuras 12 e 13)

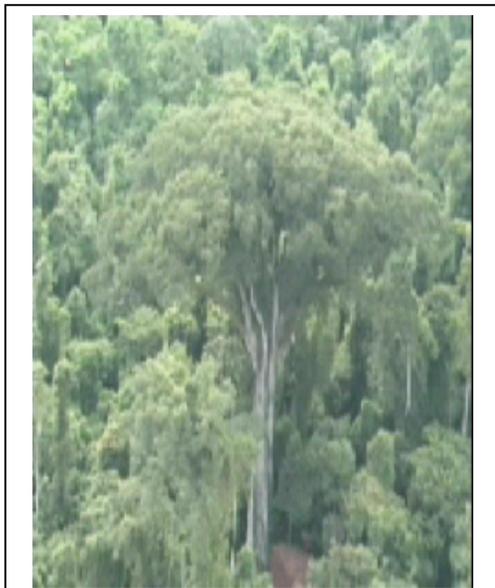


Figura 12: Imagem da Gleba Capetinga com características da Mata Alântica - **“Trilha dos Jequitibás”**. Foto: Pref. Municipal.



Figura 13: Imagem da Gleba Pé-do-Gigante, com característica de Cerrado. Google Earth 2008.

Devido à fragmentação dos remanescentes de vegetação da região estudada, uma das grandes preocupações é com relação ao prejuízo ambiental que pode ocorrer em função do avanço das atividades agroflorestais praticadas na região de estudo, a saber, culturas de eucaliptos, cana-de-açúcar, cítricos e pastagem.

## **4.5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

### **4.5.1 Localização e características gerais**

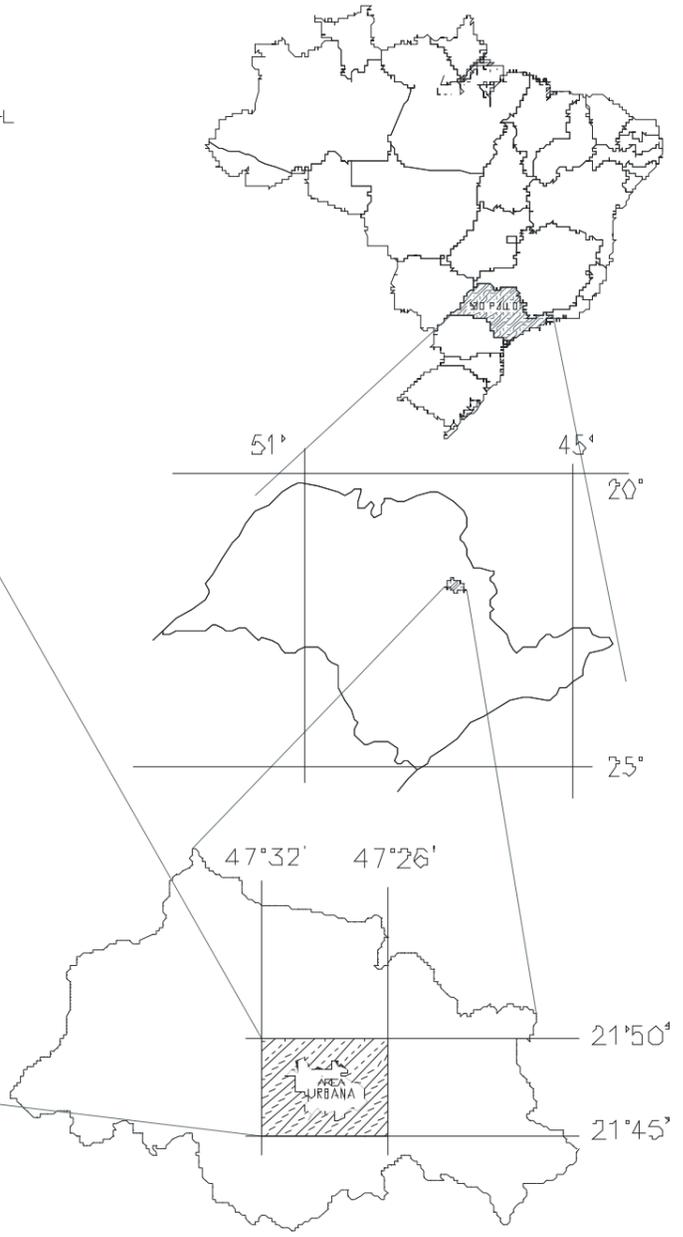
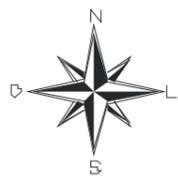
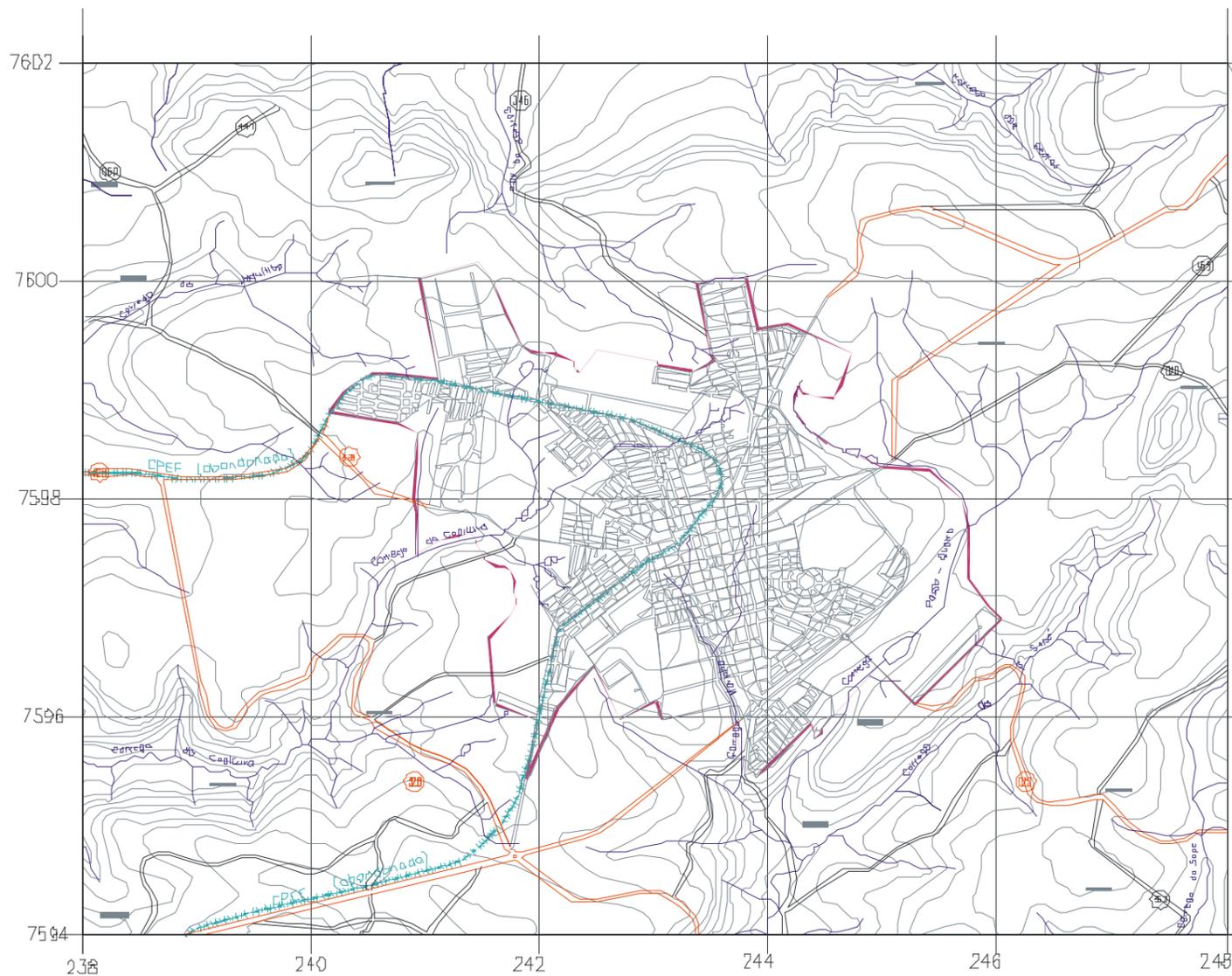
A região definida para este estudo localiza-se no município de Santa Rita do Passa Quatro-SP, sendo formada por um retângulo que envolve a área urbana e uma parte do município localizada entre as coordenadas 21° 45' - 21° 50' S e 47° 26' - 47° 32' W. Do ponto de vista da superfície o espaço de estudo compreende uma área de 8 hectares ou ainda, 80.000 km<sup>2</sup> (Figura 14)

Os principais acessos à área de estudo ocorrem pelo sul através da SP 328 que liga Santa Rita do Passa Quatro ao município de Porto Ferreira, juntamente com a Rodovia Zequinha de Abreu, principal conexão até a SP 330 – Rodovia Anhanguera e pelo nordeste, acesso ao município de Tambaú-SP.

O relevo local é caracterizado basicamente por uma região predominantemente suave ondulada na sua área central, apresentando também um relevo forte ondulado nas suas extremidades.

As altitudes locais variam entre 580 e 880 metros, registrando-se em certos locais desníveis abruptos, que definem verdadeiras escarpas. Além das curvas de nível e das cotas altimétricas, encontram-se ainda representadas no Mapa de Topografia a área urbana da cidade, a rede de drenagem e a rede viária da área de estudo.

ÁREA URBANA E SUBURBANA DO MUNICÍPIO DE SANTA RITA DO PASSA QUATRO-SP



- Perímetro Urbano
- Limite de Bairros
- Rodovias
- Estradas
- Avenidas e ruas
- Ferrovia desativada
- Hidrografia
- Curvas de Nível

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1971  
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA  
DO CENTRO DA FOLHA

A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA  
DESTE É ANUALMENTE

Usar exclusivamente as duas numerações

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS	
LUIZ FERNANDO LOSSARDO Arquiteto e Urbanista		Prof. Dr. REINALDO LORANDI Orientador
Figura 14 - Mapa de Localização da Área de Estudo		
		Dez/2009

#### 4.5.2 Características Hidrográficas

De uma maneira geral, as características hidrológicas presentes em algumas áreas de alto desnível altimétrico do município, principalmente na área de estudo, são constituídas pelos afloramentos do lençol freático em vários locais de sopé das escarpas, dando origem as nascentes de vários córregos de Santa Rita do Passa Quatro. Segundo BRASIL – MME, 2002, em função de algumas áreas do município possuem altos desníveis, nestes trechos, *“as águas são mais rápidas, mais oxigenadas e com maior potencial de escavar e carregar sedimentos do que depositários em forma de assoreamento”*.

Observa-se também, que em função das características do solo do município apresentarem uma grande parcela do território recobertos por solos excessivamente permeáveis, entende-se que conseqüentemente quando chove, infiltra-se grande quantidade dessa água no subsolo, favorecendo a recarga de reservatórios, como o Aquífero Guarani. Em contrapartida, vale lembrar que essa facilidade em penetrar o solo, deixa os terrenos muito mais vulneráveis à poluição, pois permitem que os poluentes cheguem até as águas subterrâneas sem serem depurados.

Assim, como alerta BRASIL – MME, 2002, *“nas regiões onde os solos são arenosos e de alta permeabilidade deve-se tomar cuidados especiais com o uso e ocupação potencialmente poluidoras, afirmando também que nessas áreas, a vegetação tem um papel importantíssimo para ajudar a reter e aumentar a infiltração das águas das chuvas no subsolo”*.

A parcela do terreno que é formada pelas rochas magmáticas apresenta também alta permeabilidade. Isso ocorre em função das fendas que estes terrenos podem possuir e por isso, pode ocorrer a presença de bons aquíferos confinados entre essas rochas.

Segundo informação verbal de MASSOLI em 2009, a região urbana e suburbana do município de Santa Rita do Passa Quatro, que apesar de estar localizada sobre solos arenosos, apresenta baixa exploração das suas águas subterrâneas. Isso ocorre pelo fato de os aquíferos nesta região, estarem sob uma espessa camada de rocha basáltica que em alguns casos podem chegar até 1000 metros de espessura, o que dificulta muito o acesso a estes mananciais. Essas rochas basálticas podem ser notadas em alguns pontos

da área urbana, como em afloramentos identificados próximo às margens de alguns córregos que cortam a cidade. (Figura 15)



Figura 15: Local onde ocorrem afloramentos de rochas basálticas junto ao Córrego Capituva. Foto: Autor (2009).

Para um melhor entendimento e caracterização hidrográfica da área de estudo, dividiu-se a região estudada em três micro-bacias, sendo elas: a Bacia do Córrego Capituva, a Bacia do Rio Bebedouro e a Bacia do Rio Claro, na qual se localiza o Córrego Passa Quatro, manancial que abastece a cidade.

A Bacia do Córrego Capituva, primeira a ser analisada, está localizada no lado leste da área de estudo e é formada somente pelo Córrego Capituva, no qual segue seu curso até desaguar diretamente no Rio Mogi-Guaçú. Este córrego, que além de ser responsável pela drenagem de boa parte da área urbana do município, é ainda responsável pela recepção do esgoto “in natura” da área urbana que pertence a Bacia do Rio Bebedouro, que assim como tal, não possuem sistemas de tratamento de seus efluentes. (Figura 16)

Segundo informação verbal do Engenheiro Arquelau Maestrello Zordão, Diretor do DAE do município, a Prefeitura Municipal já havia elaborado um projeto para resolver o problema do lançamento tratamento de esgoto desta bacia, porém as obras não foram executadas. O projeto consistia na construção de uma estação elevatória que deveria encaminhar todo o efluente líquido gerado nesta bacia até a bacia do córrego marinho, onde deveria ser construída uma ETE com seis lagoas de tratamento. No

entanto, como este projeto exigiria muito investimento para ser executado, e ainda, em função da evolução urbana, poderia não atender as demandas futuras de bombeamento do esgoto para a ETE, este projeto acabou sendo cancelado, sendo substituído por outro projeto que preveria a construção de uma ETE em cada bacia hidrográfica. Como este novo projeto ainda não foi executado, a Bacia do Córrego Capituva continua sendo poluída pelo lançamento de esgoto sem tratamento.



Figura 16: Imagem parcial do Córrego Capituva, onde nota-se sinais de poluição por lançamento de esgoto sem tratamento. Foto: Autor (2009).

A Bacia do Bebedouro por sua vez, está localizada na parte norte da área de estudo e é formada pelo Córrego do Jequitibá, Córrego do Alto e pelo Córrego das Pedras, possuidor de águas cristalinas e bem velozes em função da topografia do local.

O Córrego do Jequitibá e o Córrego do Alto, embora sejam responsáveis pela drenagem de uma parcela da cidade, não recebem lançamento de esgoto, uma vez que estes efluentes são direcionados para a Bacia do Córrego Capituva.

Assim, os córregos que formam a Bacia do Bebedouro, são importantíssimos recursos hídricos utilizados nas áreas suburbanas e rurais desta bacia, nos quais mais a jusante de seus cursos, vão se unir ao Rio Bebedouro que é um dos mais importantes afluentes do Rio Mogi-Guaçu no município.

Por fim, a Bacia do Rio Claro, localizada na parte sudeste da área de estudo, é formada por três córregos, sendo eles: o Córrego Marinho, que é responsável pela

drenagem e recepção do esgoto da maior parcela da área urbana; o Córrego Passa Quatro, que é o principal manancial de abastecimento da cidade; e o Córrego do Sapé que está localizado na área suburbana sudeste da região estudada.

O Córrego Marinho, que possui boa parte do seu curso canalizado, tem sua origem em nascentes espalhadas pela área urbana, sendo o maior responsável pela drenagem das águas pluviais da cidade. Conseqüentemente, por essas características de posicionamento, este córrego é também o maior receptor de efluentes líquidos da cidade e por isso, foi o primeiro a receber investimentos para a construção de uma ETE – Estação de Tratamento de Esgoto no município. (Figura 17)



Figura 17: Imagem do trecho poluído do Córrego Marinho próximo à ETE que está sendo construída. Foto: Autor (2009).

A ETE, que está sendo concluída e poderá ser inaugurada no final de 2009, está localizada próximo ao cruzamento da Rodovia Zequinha de Abreu e é formada por um sistema de tratamento por Lagoas de Estabilização. De acordo com informação verbal do Diretor do DAE do Município, de acordo com um primeiro projeto, nesta bacia deveria ser construída uma ETE com seis lagoas de tratamento, onde estaria previsto a recepção de esgoto de outra bacia hidrográfica que compõe a área urbana. No entanto, com a substituição do antigo projeto por um projeto mais adequado, a ETE que está sendo construída possuirá um sistema constituído por três lagoas de tratamento, sendo uma de decantação, uma de aeração e outra de maturação. (Figura 18)

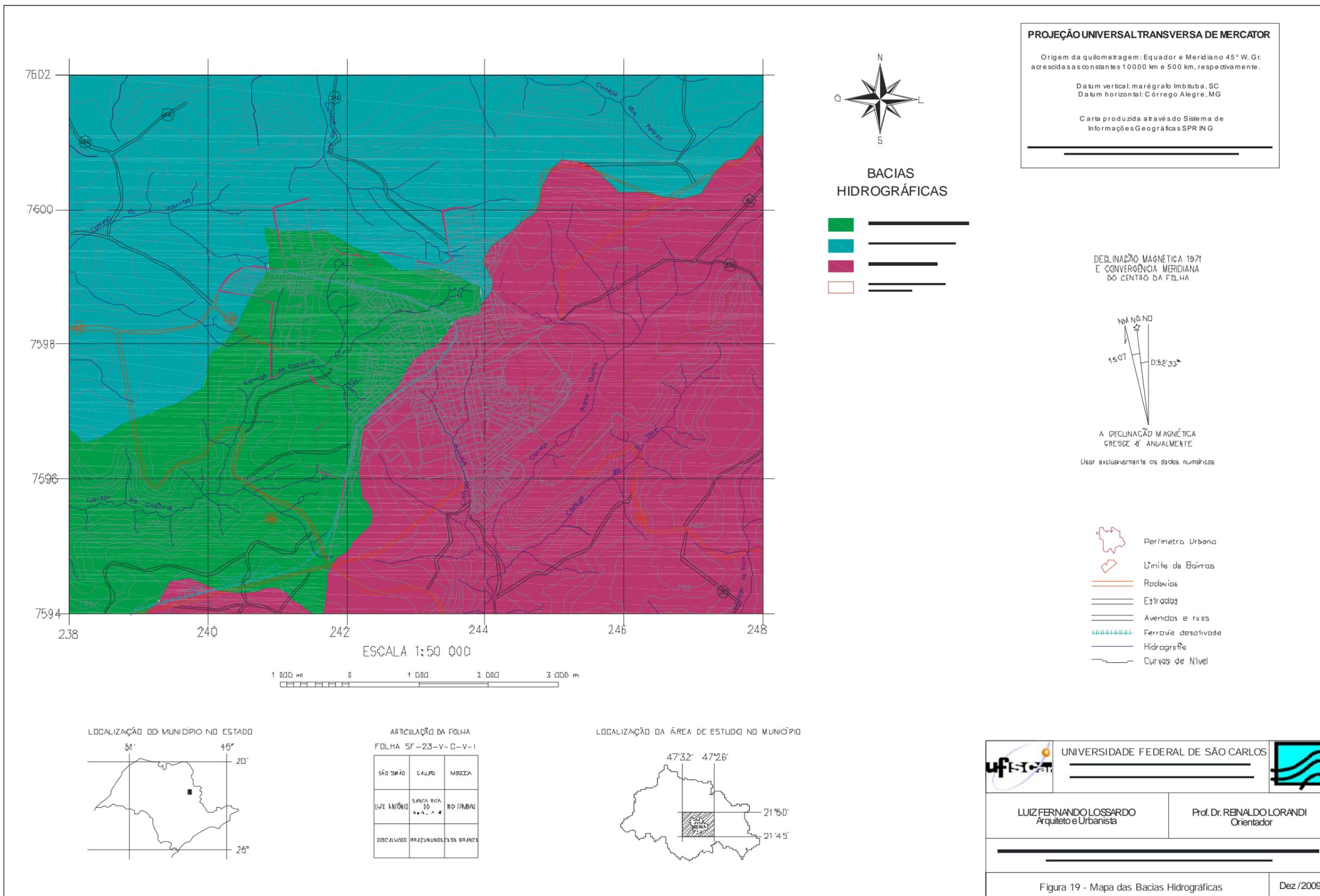


Figura 18: Imagem da primeira lagoa de tratamento da ETE em pleno avanço de construção. Foto: Autor (2009).

O Córrego Passa-Quatro, que também dá origem ao nome da cidade, nasce em diversos pontos da área suburbana e ao longo de seu curso drena boa parte destas áreas que possuem atividades predominantemente rurais e parte da área urbana. Por ser manancial, os efluentes gerados na sua Sub-bacia são direcionados à bacia do Córrego Marinho, onde está sendo construída a ETE.

Assim, com a finalidade de obter mais detalhes e subsídios mais específicos para o planejamento da cidade com apoio nas unidades das bacias, além da divisão da área em Bacias Hidrográficas (Figura 19), a bacia do Córrego Passa-Quatro, foi também subdividida, originando-se assim, a Bacia de Contribuição do Manancial.

Essa bacia do manancial, fixada a partir da Represa Passa-Quatro, onde é feito a reserva, a captação e o encaminhamento até a ETA – Estação de Tratamento de Água, serviu para limitar e caracterizar uma parcela da área de estudo que deve ser cuidadosamente analisada antes de ser ocupada ou usada de maneira indiscriminada, conforme estabelece a Lei 9.866 de 28 de novembro de 1997, que dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias dos mananciais do Estado de São Paulo.



### 4.5.3 Contexto Geológico

Um primeiro estudo foi realizado através da pesquisa e análise do contexto geológico na esfera do município como um todo, nesta análise, foram obtidas informações de levantamentos e mapeamentos em escala de 1:250.000 e com baixo nível de detalhes para cumprir o objetivo deste trabalho.

Nestes levantamentos, no entanto, foi constatado que em levantamentos de campo realizados para contemplar a Formação Rio Claro e outras unidades correlatas, MELLO (1995), reconheceu esta formação no limite da Depressão Periférica na região do município de Santa Rita do Passa Quatro.

Assim, procurando conhecer melhor a Formação Rio Claro, viu-se que este termo proposto por LANDIM (1966), citado por (PEREIRA e LANDIM 1975), foi usado para os *“sedimentos neocenozóicos malconsolidados que cobrem estratos mais antigos como a Formação Pirambóia e que possui na sua base, cascalheiras constituídas principalmente por seixos de quartzo e quartzito”*. Segundo MORAES REGO (1932), citado por MELLO (1995), *“esta formação caracteriza-se por um espesso manto de areia que forma os areiais sobre camada de arenitos das formações mesozóicas”*.

Constatou-se também, que segundo levantamento de BRASIL – MME (2002), em escala de 1:250.000, a região de Santa Rita do Passa Quatro é formada por terrenos sustentados quase que essencialmente por sedimentos e/ou solos arenosos correlacionados com a Formação Pirambóia, terrenos estes que ocupam grande parcela do município e são constituídos basicamente de arenitos de composição quartzosa, com granulometria fina e média. (Figura 20)

Ainda de acordo com BRASIL – MME (2002), identifica-se também, em alguns pontos do município, terrenos formados por rochas magmáticas da Formação Serra Geral, denominadas como Basaltos e Intrusivas Básicas (Figura 21), denominadas Diabásios, que são diferentes das Basálticas, porque em vez de terem se espalhado na superfície dos terrenos, elas penetraram na forma de diques e deram origem a rochas de textura mais grossa. (Figura 22)

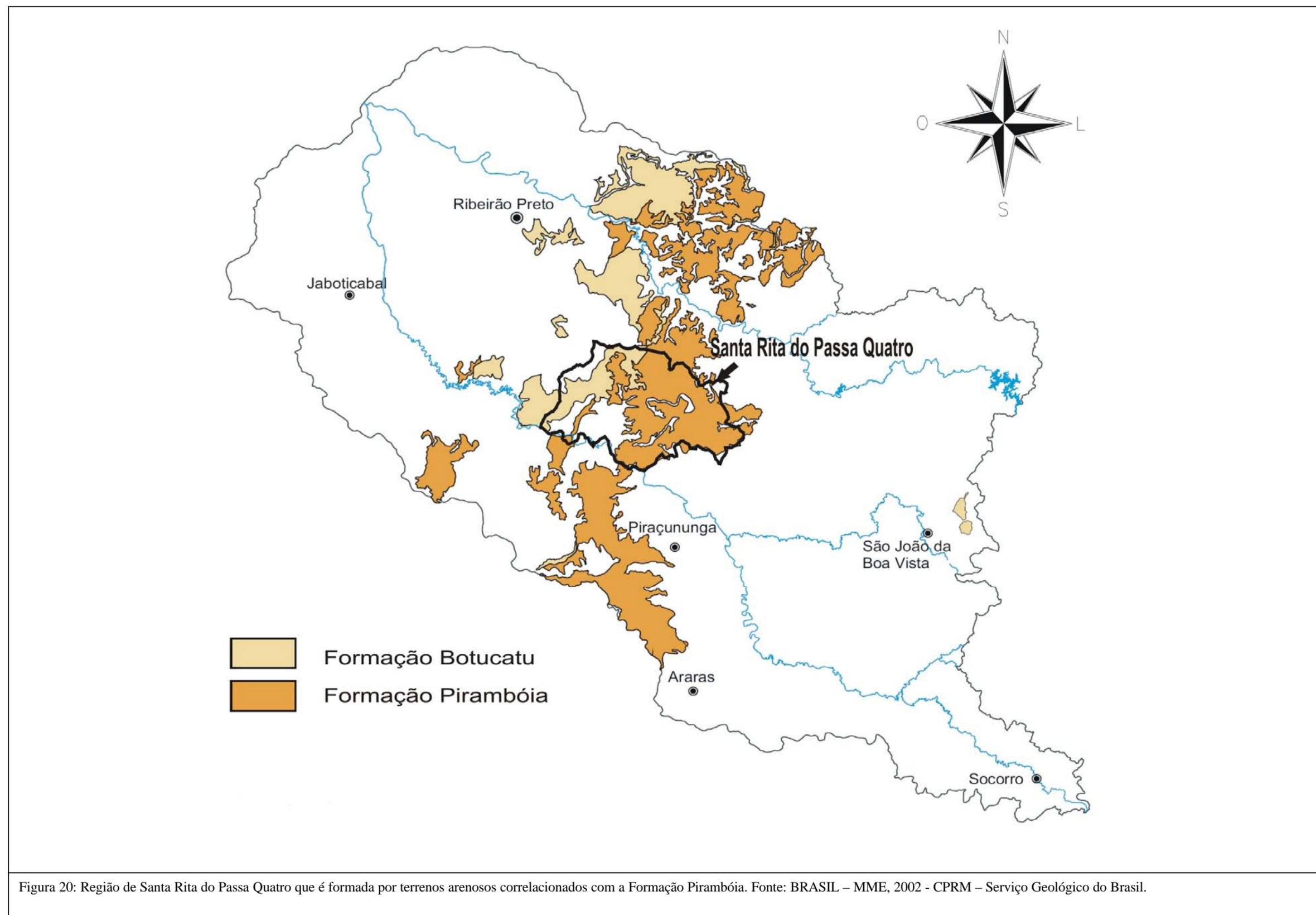


Figura 20: Região de Santa Rita do Passa Quatro que é formada por terrenos arenosos correlacionados com a Formação Pirambóia. Fonte: BRASIL – MME, 2002 - CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

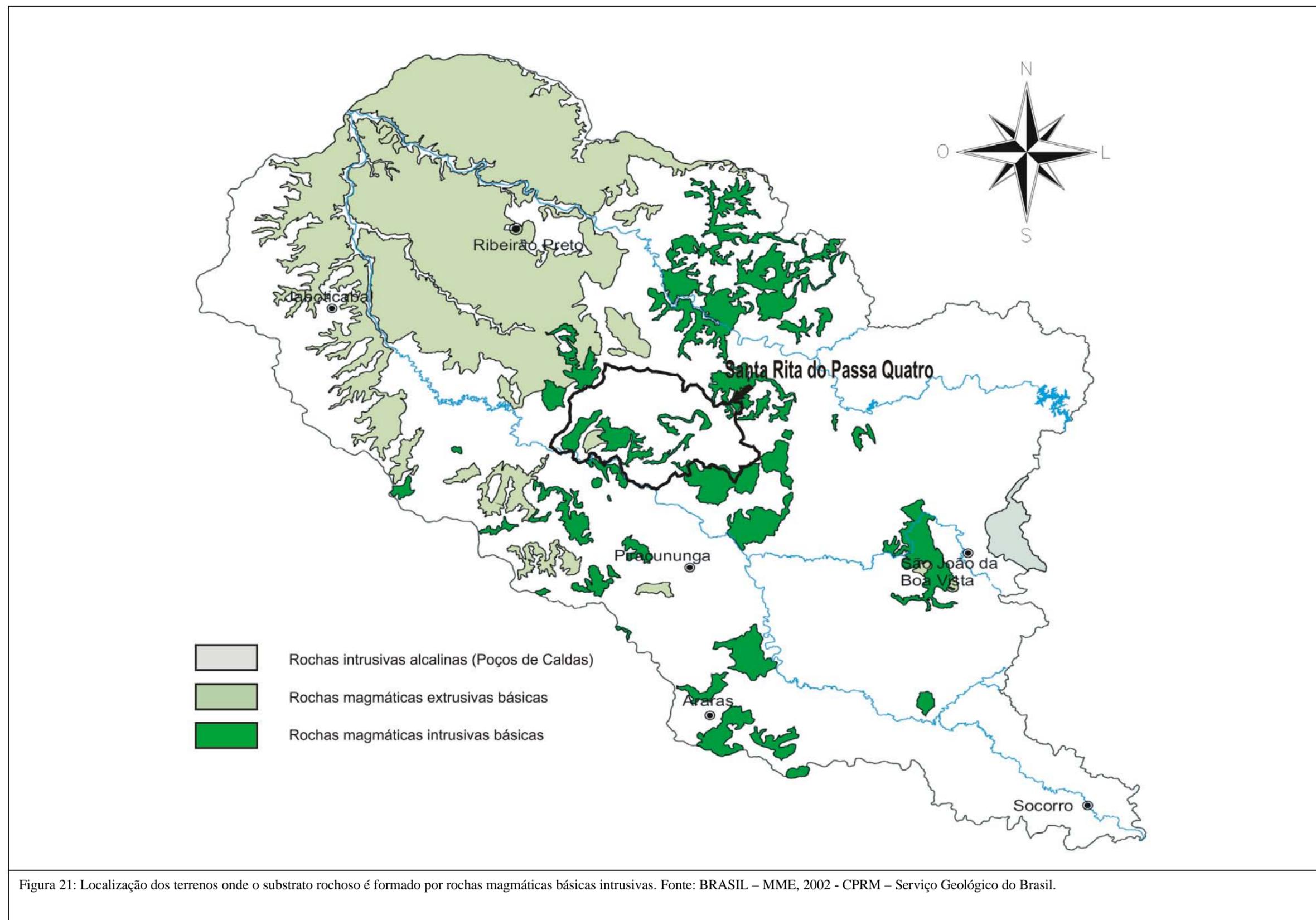
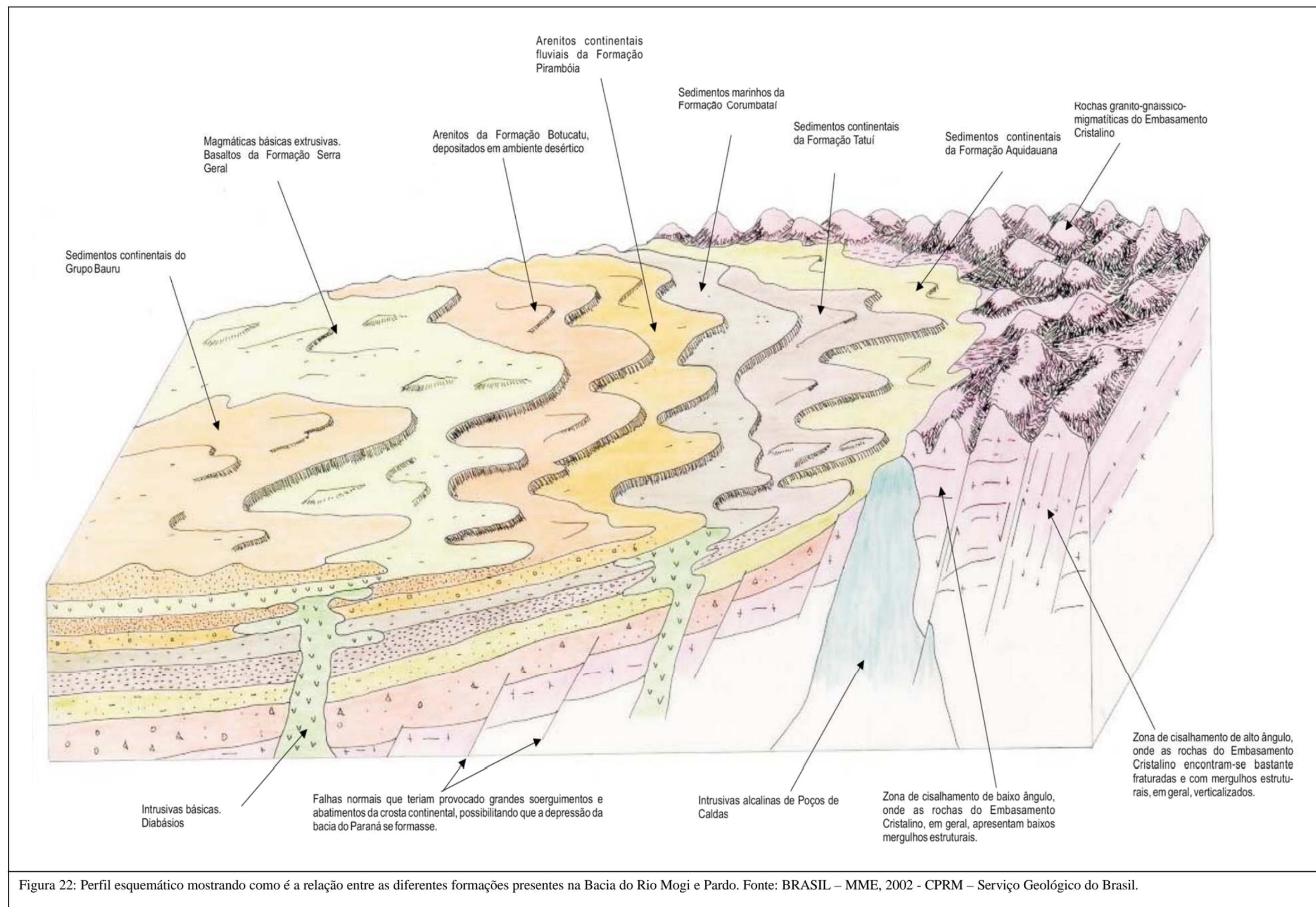


Figura 21: Localização dos terrenos onde o substrato rochoso é formado por rochas magmáticas básicas intrusivas. Fonte: BRASIL – MME, 2002 - CPRM – Serviço Geológico do Brasil.



De acordo porém, com a análise da Folha de Geologia de Santa Rita do Passa Quatro, editada pelo IG - Instituto Geológico do Estado de São Paulo, na escala de 1:50.000, identifica-se ainda, que na região do município e principalmente na área de estudo, *“litologicamente predominam arenitos da Formação Santa Rita do Passa Quatro, Formação Pirambóia e Formação Botucatu, o que resulta em solos pobres e arenosos”* MASSOLI (1981). Nota-se também, que no contexto geral da geologia do município, a ocorrência predominante da Formação Santa Rita do Passa Quatro, principalmente na área urbana da cidade, encontra-se envolvida pelas formações rochosas de origem basáltica.

MASSOLI (1981), explica que *“a Formação Santa Rita do Passa Quatro, pode ser considerada como capeamentos Terciários, sendo pouco espessos, mas com ampla distribuição horizontal, sendo constituída por areias em matriz argilosa, sem estruturas sedimentares, com cascalheira basal de seixos predominantemente de quartzo”*.

Segundo informação verbal de MASSOLI em 2009, além de a área urbana ser caracterizada pela predominância da Formação Santa Rita do Passa Quatro, existe ainda, sob esta formação, a presença de uma espessa camada de rocha basáltica que, em alguns casos pode aflorar no interior da área de estudo, principalmente próximo aos leitos dos córregos. Essa característica pode também explicar a dificuldade de alcançar os aquíferos de água subterrânea que se localizam abaixo dessas rochas.

Outras formações geológicas bem representativas no município são as Formações Pirambóia e Botucatu, nas quais se identificam nas extremidades da área de estudo. MASSOLI (1980), explica que essas formações representam a fase inicial da sedimentação mesozóica e são caracterizadas por arenitos de cores rosadas, esbranquiçadas e mais raramente esverdeadas. Granulometricamente predomina a fração areia fina com grãos predominantemente de quartzo.

A Formação Pirambóia citada por LORANDI (1982), *“constituem-se de arenitos esbranquiçados, amarelos, avermelhados e róseos, médios a muito finos com grãos subarredondados e intercalações de siltitos e argilitos”*. De acordo com SOARES (1975), *“a Formação Pirambóia é uma das unidades sedimentares de maior ocorrência no centro-leste de São Paulo, supondo que a época da deposição desta formação tenha ocorrido no período Triássico”*.

A Formação Botucatu, citada por LORANDI (1985), “*é frequentemente de cor avermelhada passando, em alguns casos, a amarelo claro*”. SOARES (1975), por sua vez, afirma que “*a designação Botucatu é tirada da Serra de Botucatu, possuindo uma espessura bastante variável, porém não ultrapassando 150m em sua faixa de afloramentos no Estado de São Paulo*”.

MASSOLI (1980), explica ainda, “*que devido a sua constituição litológica, esta formação encontra-se bastante alterada pelos processos intempéricos, razão por que acham-se recoberta por extensos areiais que podem ser confundidos com os sedimentos cenozóicos*”. (Figura 23)



Nota-se ainda, como já foi dito anteriormente, a presença das Formações Serra Geral e das Intrusivas Básicas, localizadas em pontos isolados que circundam e em alguns casos penetram a área urbana. MASSOLI (1980), explica que, “*foram considerados como pertencentes a esta formação os magmatitos básicos, bem como o solo proveniente de sua decomposição, denominado “terra roxa”*”, que “*macroscopicamente são rochas de cor verde-escuro a preta, textura fanerítica, estrutura maciça e granulação média a fina. Normalmente as rochas encontram-se alteradas, constituindo um material de excelente qualidade para o aproveitamento agrícola*”.

Por fim, com base em todas as informações disponíveis, e comparando os materiais cartográficos apresentados em diferentes escalas, percebeu-se que os mesmos eles se complementam no que se refere às informações do contexto geológico. No entanto, por apresentar mais detalhes, optou-se por gerar o Mapa de Geologia da área de estudo com base na Folha de Geologia editada pelo IG - Instituto Geológico do Estado de São Paulo, cujos levantamentos foram realizados por MASSOLI (1982). (Figura 24)



#### 4.5.4 Contexto Pedológico

Com relação às características pedológicas, foram utilizadas duas maneiras de obtenção de dados, onde, primeiramente através da Folha de Pedologia de Descalvado – SP, publicada pelo IAC - Instituto Agronômico de Campinas, obteve-se as informações básicas dos solos existentes na região da área de estudo.

Como as informações contidas neste documento não abrangeram totalmente a área estudada e sabendo-se que os solos têm suas características condicionadas principalmente às características geológicas, topográficas e hidrográficas, foi necessário a realização de um trabalho de interpretação destas informações, que juntamente com as avaliações em campo, tornaram possível a complementação do mapeamento pedológico da área.

Desta forma, constatou-se nos estudos da pedologia da área, que assim como havia sido afirmado por MASSOLI (1981), as formações predominantes na área, que são litologicamente de arenitos, realmente resultaram em solos pobres e arenosos.

Foi possível observar ainda que, onde predominam as formações de estrutura básica de arenitos, ocorre também uma predominância dos NEOSSOLOS: AQ.1 – AREIAS QUARTZOSAS PROFUNDAS Álicas, A moderado, excessivamente drenada. (Figura 25)

Outros solos bastante representativos na Área são os LATOSSOLOS VERMELHOS: LRd.1 – LATOSSOLO ROXO Distrófico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa (Unidade Barão Geraldo); LRe – LATOSSOLO ROXO Eutrófico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa (Unidade Ribeirão Preto); LE.2 – LATOSSOLOVERMELHO ESCURO Álico, A moderado, textura média (Unidade Hortolândia); LV.3 - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Álico, A proeminente, textura argilosa ou muito argilosa. (Unidade Itororó).

Ocorre também em algumas áreas a presença de NITOSSOLOS VERMELHOS: TE.1 – TERRA ROXA ESTRUTURADA Eutrófica, A moderado; TE. 3 – TERRA ROXA ESTRTURADA Distrófica ou Eutrófica, Intermediária para Latossolo Roxo, A moderado, (Unidade Iataguaçu); Li.1 – SOLOS LITÓLICOS Eutróficos ou

Distróficos, A moderado, textura indiscriminada, substrato sedimentos finos do Permiano; Li.2 - SOLOS LITÓLICOS Eutróficos ou Distróficos, A moderado, textura indiscriminada, substrato Arenito Botucatu – Pirambóia; Li.3 - SOLOS LITÓLICOS Eutróficos, A moderado ou chernozêmico, textura argilosa ou muito argilosa, substrato basalto ou diabásio e GLEISSOLOS: Hi – SOLOS HIDROMÓRFICOS – Gley pouco húmico e Gley húmico. (Figura 26)



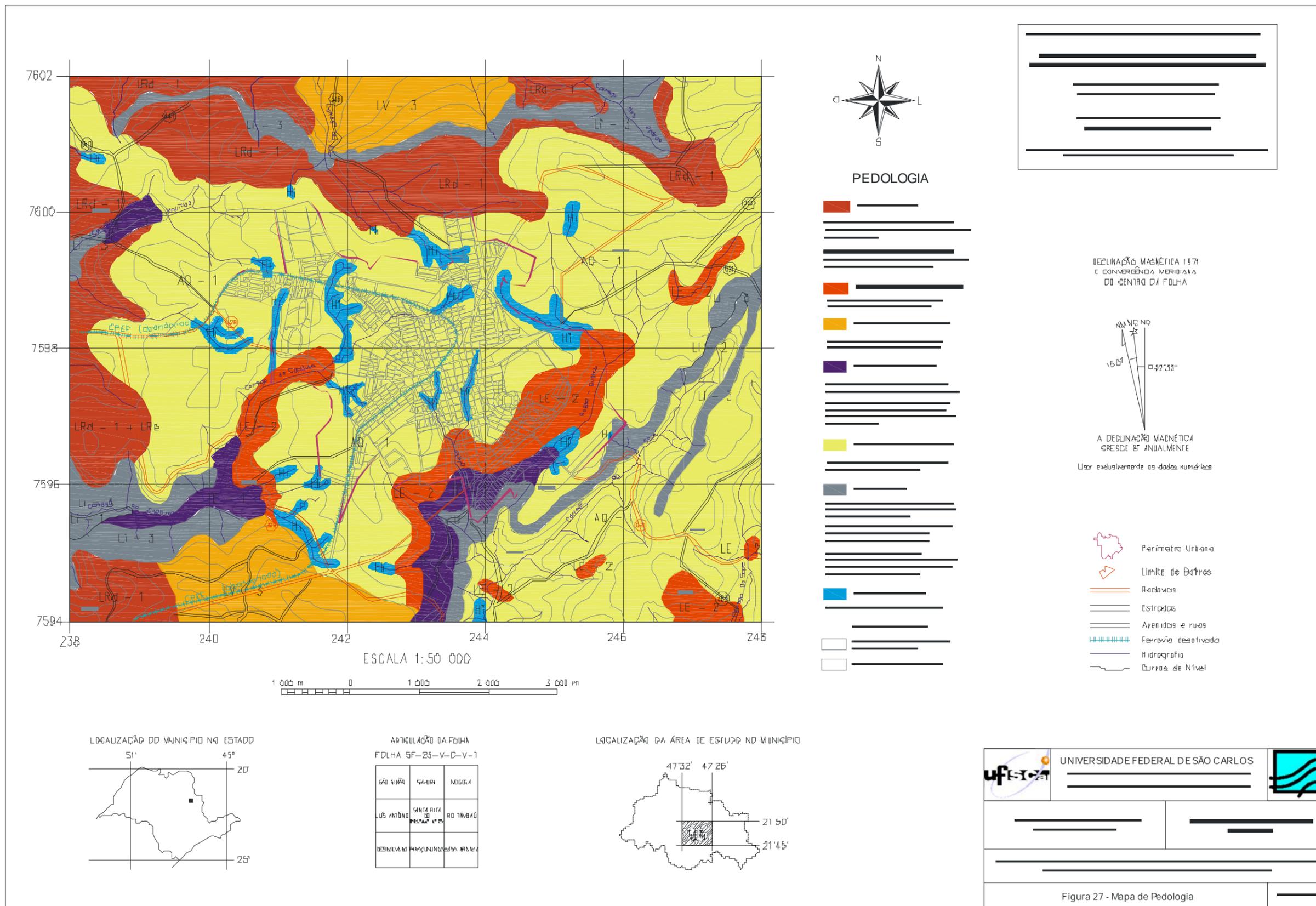
Figura 25: Imagem parcial do Deserto do Alemão, onde identifica-se parte da formação dos solos de textura arenosa. Foto: Autor (2007).



Figura 26: Local próximo ao Córrego Capituva onde identifica-se a presença de Solos Hidromórficos. Foto: Autor (2009).

Assim, como já foi dito, através da interpretação das informações pedológicas contidas na Folha de Pedologia de Descalvado – SP, publicada pelo IAC - Instituto Agronômico de Campinas, juntamente a interpretação de outros documentos cartográficos como Geologia, Topografia, Hidrologia, etc., foi possível a complementação do mapeamento pedológico da área que vieram a gerar o Mapa de Pedologia da área de estudo. (Figura 27).

Os trabalhos de interpretação e geração deste novo documento cartográfico foram realizados pelo Geólogo Prof. Dr. Reinaldo Lorandi, orientador deste trabalho, no qual auxiliado pelo autor, visitou grande parte da área de estudo para conferirem “*in loco*” todos os dados obtidos.



#### 4.5.5 Cobertura Vegetal / Uso do Solo

Quanto à cobertura vegetal, as principais formações vegetais do município correspondem ao Cerrado e a Mata Atlântica presentes principalmente no Parque Estadual da Vassununga; à Mata Mesófila, que pode ser considerada uma vegetação de porte médio a alto que forma uma área de transição entre a Mata Atlântica e o Cerrado e as matas ciliares ao longo dos córregos.

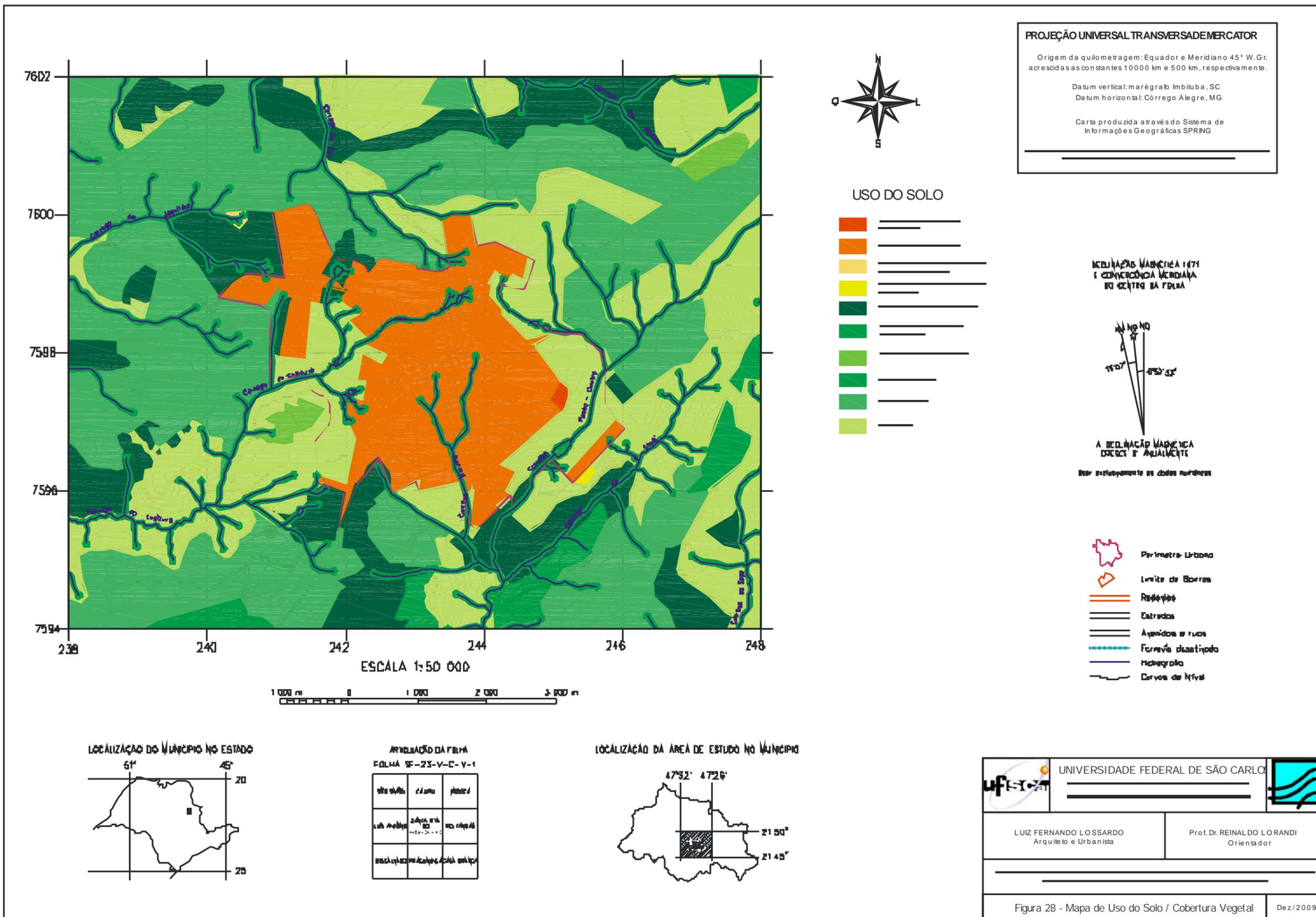
Na região de estudo nota-se a presença de apenas alguns remanescentes dessas matas naturais que encontram-se bem dispersos em manchas relativamente isoladas no entorno da região urbana e em meio da ocupação agropecuária.

Analisando-se o Mapa de Uso do Solo / Cobertura Vegetal (Figura 28), percebe-se que atualmente a ocupação agropecuária da região de estudo compõe-se basicamente de atividades de pastagens, cultura de cana-de-açúcar e cultura de cítrus, existindo também em pontos bem isolados algumas áreas de reflorestamento.

A área urbana centralizada na área de estudo é composta por usos predominantemente residenciais principalmente em suas periferias, tendo suas atividades de comércio e serviços concentradas principalmente na área central da cidade. As atividades industriais existentes na região de estudo estão localizadas de forma bem isoladas, no entanto, o município dispõe de um Distrito Industrial que aos poucos tem se desenvolvido na extremidade leste da área urbana.

Outros usos do solo bem distintos foram identificados na área, sendo compostos por locais com atividades de mineração como a exploração de cascalho e pedras basálticas para calçamento à noroeste; e a exploração de areia na região sudeste da área de estudo.

É importante salientar que essa retirada da cobertura vegetal natural para a implantação de cultivos agrícolas e desenvolvimento urbano sem controle tem gerado graves impactos ambientais, e colocado em risco a sustentabilidade ecológica do município.



## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia baseou-se primeiramente na pesquisa bibliográfica para verificar o acervo de publicações referente à área de estudo, seguida da revisão bibliográfica que serviu para aferir toda a fundamentação teórico-metodológica deste trabalho, bem como para auxiliar na elaboração da caracterização da área de estudo e na produção de materiais cartográficos básicos.

Após a análise dos documentos textuais e cartográficos básicos existentes e disponíveis da região de estudo, deu-se a elaboração da geração de novos documentos cartográficos que possibilitaram o melhor entendimento das características da área de estudo, como os mapas de topografia e hidrografia, baseados na Carta de Santa Rita do Passa Quatro-SP em escala de 1:50.000, produzida por BRASIL – IBGE (1971); mapa de geologia, baseado na Folha de Santa Rita do Passa Quatro-SP na escala de 1:50.000, produzida por SÃO PAULO – IG (1981); mapa de pedologia, baseado na Folha de Descalvado-SP na escala de 1:100.000, produzida por SÃO PAULO – IAC (1982) e em estudos realizados por interpretações e visitas à campo.

O mapa de uso do solo/cobertura vegetal foi gerado a partir da sobreposição do mapa base da área urbana fornecido pelo Departamento de Obras da Prefeitura Municipal e pela interpretação de imagens de satélite disponíveis através do software Google Earth<sup>®</sup>. Para uma melhor elaboração deste material, foi necessário ainda, realizar algumas visitas a campo, afim de conferirem as verdadeiras ocorrências de cobertura vegetal representadas pelas imagens de satélite. Todos os mapas gerados nestas fases foram elaborados com o auxílio do software Auto-Cad 2007<sup>®</sup>, versão educacional da Universidade Federal de São Carlos.

Os levantamentos foram focados principalmente em elementos que compõem o ambiente natural e que pudessem fornecer dados e informações sobre os principais atributos do meio físico-biótico da área de estudo como: clima, pedologia, geologia, geomorfologia, recursos hídricos e vegetação, além das informações sócio-econômicas e de infra-estrutura.

Dessa forma, o próximo passo foi realizar os devidos processos de georreferenciamento, organização e armazenamento de todo material adquirido em um

banco de dados, utilizando para tal o software SPRING<sup>®</sup>, onde foram gerados os novos materiais cartográficos pelo método Boleano de cruzamento de planos de informações do referido *software*.

A Avaliação da Fragilidade, segundo a proposta elaborada por ROSS (1994), é formada pela aplicação de duas metodologias alicerçadas por parâmetros geomorfológicos ou morfométricos. O primeiro se baseia nos índices de dissecação do relevo e o segundo tem como base as classes de declividade.

Entretanto, para ROSS (1994), as unidades de fragilidade dos ambientes naturais devem ser também resultantes dos levantamentos básicos de geologia, pedologia, vegetação e uso da terra e clima. Esses elementos tratados de forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais, sendo que dessa maneira, ou seja, com a aplicação da metodologia de análise da fragilidade ambiental com apoio nas classes de declividade, incorporando também as classes de fragilidade relativas às variáveis solo e cobertura vegetal, serão desenvolvidas as análises deste trabalho.

Dessa forma, para entender melhor a evolução das análises em função das incorporações das demais variáveis, optou-se por trabalhar em três etapas, onde a primeira consiste na elaboração de um documento cartográfico denominado **Carta de Fragilidade Natural**, ou seja, baseado basicamente nas categorias de fragilidade com apoio nas classes de declividade do terreno.

Em seguida, foi elaborado um documento intermediário denominado **Carta de Fragilidade Potencial**, que consiste no produto da sobreposição da primeira carta, associada com as categorias de fragilidade relativas aos tipos de solos; e por fim, a terceira etapa consiste na incorporação das categorias de fragilidade com apoio nas classes de proteção do solo em função variação da cobertura vegetal da área de estudo, dando origem a chamada **Carta de Fragilidade Emergente**.

Assim, o procedimento técnico utilizado para a confecção da análise da fragilidade natural com apoio nas classes de declividade partiu do estabelecimento dos intervalos de classes propostos por ROSS (1994) e SPORL (2001) que utilizaram os intervalos já consagrados nos estudos de capacidade de uso e aptidão agrícola, associados aos valores já conhecidos de limites críticos de geotecnia.

Dessa forma, as classes de declividade foram hierarquizadas em cinco categorias conforme Tabela 2:

Tabela 2: Categoria de fragilidades com apoio nas classes de declividade. ROSS (1994)	
CATEGORIAS DE FRAGILIDADES	CLASSES DE DECLIVIDADES
Muito fraca	De 0 a 6%
Fraca	De 6 a 12 %
Média	De 12 a 20%
Forte	De 20 a 30%
Muito forte	Acima de 30%

Para os critérios de hierarquização e ponderação das categorias de fragilidade dos tipos de solo, foi levada em consideração as características de textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais, conforme os tipos de solos encontrados na área de estudo. Assim, as classes de solos são classificadas de acordo com a sua fragilidade natural e em conformidade com as categorias propostas por ROSS (1994), que conforme Tabela 3, vão da fragilidade muito fraca até muito forte de acordo com as suas respectivas combinações e formações pedológicas.

Tabela 3: Categoria de fragilidades com apoio nas classes de pedologia. ROSS (1994)	
CATEGORIAS DE FRAGILIDADES	CLASSES DE PEDOLOGIA
Muito fraca	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo de Textura Argilosa
Fraca	Latossolo Amarelo e vermelho Amarelo de Textura Média e Argilosa
Média	Latossolo Vermelho Amarelo, Terra Roxa, Terra bruta, Solo Podzólico Vermelho Amarelo de Textura Médio-argilosa
Forte	Solo Podzólico Vermelho Amarelo de Textura Médio-arenosa e Cambissolos
Muito forte	Podzólicos, Litólicos, Gleissolos (Hidromórficos) e Areias Quartzosas

Para os critérios da variável cobertura vegetal, a metodologia de ROSS (1994), é utilizada como suporte na análise de proteção dos solos face à ação das águas pluviais. Assim, considerando as classes de uso do solo identificadas na área de estudo, obedeceu-se os critérios de fragilidades conforme a hierarquização proposta por ROSS (1994), que pode ser verificada na Tabela 4.

Neste trabalho não ocorreram os levantamentos das distinções entre as diversas atividades ocorridas no ambiente urbano, como: atividades comerciais, industriais, residenciais, áreas verdes, entre outras, nem das taxas de ocupação e de permeabilidade mínima do solo, bem como os padrões de urbanização relativos à infra-estrutura, canalizações de águas pluviais, guias e sarjetas, asfaltamentos, etc., optando-se, assim, por considerar a área urbanizada da área de estudo como categoria de fragilidade ambiental nula em relação à variável cobertura vegetal.

Tabela 4: Categoria de fragilidades com apoio nas classes de cobertura vegetal. ROSS (1994)	
CATEGORIAS DE FRAGILIDADES	CLASSES DE COBERTURA VEGETAL
Muito fraca	Florestas e matas naturais com biodiversidade,
Fraca	Florestas de Cerrado denso, Reflorestamento
Média	Pastagem com baixo pisoteio de gado, Culturas de ciclos longos, Citrus, etc.
Forte	Culturas temporárias e de baixa densidade, cana-de-açúcar, café, etc
Muito forte	Áreas desmatadas, solo exposto, agricultura não-conservacionista

Por fim, tendo em vista que cada uma das variáveis acima foi devidamente classificada em cinco graus de fragilidades, as cartas de fragilidades elaboradas neste trabalho foram obtidas através da composição das relações dos graus de fragilidades identificados em cada variável. Dessa forma, estabelecendo uma classificação através da correlação das variáveis declividade, solos e cobertura vegetal em seus respectivos planos de informação compostos por suas categorias de fragilidade, aplicou-se os procedimentos técnico-operacionais descritos anteriormente, auxiliados por técnicas de sobreposições do SPRING<sup>®</sup>, onde foram obtidos como resultados para a área de estudo, cinco graus diferenciados de fragilidade, sendo eles: Muito fraca, fraca, média, forte e muito forte, para cada etapa de elaboração das cartas. Assim, analisando cada resultado das etapas de elaboração das sobreposições, foram realizadas as identificações e análises das principais potencialidades e fragilidades naturais do meio físico da área urbana e suburbana do município.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 CARTA DE FRAGILIDADE COM APOIO NAS CLASSES DE DECLIVIDADE

A declividade de um terreno é a inclinação da sua superfície em relação ao plano horizontal e constitui assim, segundo ROSS (1994), um elemento importantíssimo na identificação de fragilidades e potencialidades do território, uma vez que, através dela são reveladas as aptidões e limitações de uso e ocupação do solo. Dessa forma, os dados de topografia da área de estudo foram devidamente enviados para um banco de dados do software SPRING<sup>®</sup>, através do qual, com apoio nas classes de declividade do terreno em questão foi gerada esta carta.

Primeiramente foi elaborado um modelo numérico do terreno com valores de declividades distribuídos sobre toda a área e em seguida, executou-se um fatiamento deste modelo em classes de declividades, seguindo os intervalos pré-definidos por ROSS (1994), ou seja, de 0 à 6%, de 6 à 12%, de 12 à 20%, de 20 à 30% e acima de 30%, nas quais se adequarão futuramente na categorização das fragilidades correlacionadas a outras variáveis como solo e cobertura vegetal propostas pelo mesmo autor.

Através da elaboração da carta de fragilidade apoiada nas classes de declividades, realizou-se uma primeira análise face às suas categorias de fragilidades propostas por ROSS (1994), onde nota-se que o maior percentual das categorias de fragilidade apresenta-se entre a categoria de fragilidade muito fraca representada por 36% da área total e pela categoria fraca representada por 33% da área. Estas categorias podem ser identificadas principalmente na região central da área de estudo, locais de usos e ocupações predominantemente urbanas.

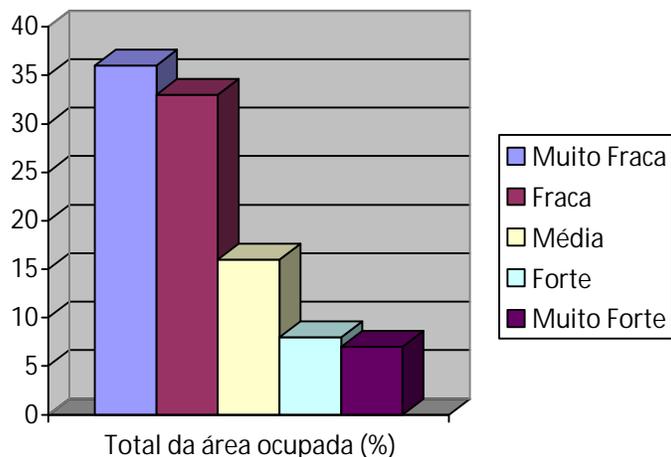
A presença da categoria de fragilidade média ocorre em boa parte da área de estudo, sendo representada por (16%) da área total. Estes locais são basicamente identificados próximos aos cursos d'água, nos locais próximos às bases das escarpas que contornam a área de estudo e em alguns pontos isolados da área urbana da cidade.

A categoria de fragilidade Forte representada por (8%) foi predominantemente identificada nas regiões de expansão urbana da cidade, locais onde identificou-se também a categoria de fragilidade Muito Forte (7%). Estes locais onde os terrenos são basicamente formados por grotas e pelos fundos de vales, apresentam valores e limites críticos de geotecnia que, de acordo com ROSS (1994), são locais onde a ocupação urbana deve ser evitada. Nestes locais, principalmente nos que apresentam declividade acima de 30%, ou seja, com fragilidade Muito Forte, o parcelamento do solo para fins urbanos não é permitido conforme determina a Lei Federal 6766/79 e suas alterações.

Analisando-se ainda, os resultados demonstrados na Tabela 5, no gráfico da Figura 29 e as localizações das categorias de fragilidades apresentadas na Figura 30, foi possível notar também que alguns locais de alta fragilidade já estão sendo ocupados de maneira inadequada pela malha urbana da cidade. Nesta rápida análise fica claro que se deve dar atenção especial às regiões representadas pelas categorias muito forte e forte, onde além da variável declividade, é necessário também, considerar outras variáveis como a cobertura vegetal, principalmente no que se refere às Áreas de Preservação Permanente; e a variável solo, uma vez que estes, são elementos chave para a proteção do meio ambiente e a prevenção de erosões.

Tabela 5: Resultado das categorias de fragilidades com apoio nas classes de declividade encontradas na área de estudo. Total da área estudada: 80.000 km <sup>2</sup>		
CATEGORIAS DE FRAGILIDADES	CLASSES DE DECLIVIDADES	TOTAL DA ÁREA OCUPADA POR CATEGORIA (%)
Muito fraca	De 0 a 6%	36 %
Fraca	De 6 a 12 %	33 %
Média	De 12 a 20%	16 %
Forte	De 20 a 30%	08 %
Muito forte	Acima de 30%	07 %

Figura 29: Gráfico da área total ocupada por cada categoria de fragilidade baseada nas classes de declividades.



A seguir, segue uma série de tabelas (6, 7 e 8) apresentadas por ZUQUETE (1987), nas quais representam alguns valores de declividade que limitam as diversas ocupações do meio físico e que podem, juntamente com uma análise face às leis de parcelamento e uso do solo ser contempladas em futuras análises de uso e ocupação da área de estudo.

Tabela 6: Declividade e tipo de ocupação segundo CROFTS, citado por ZUQUETTE (1987)

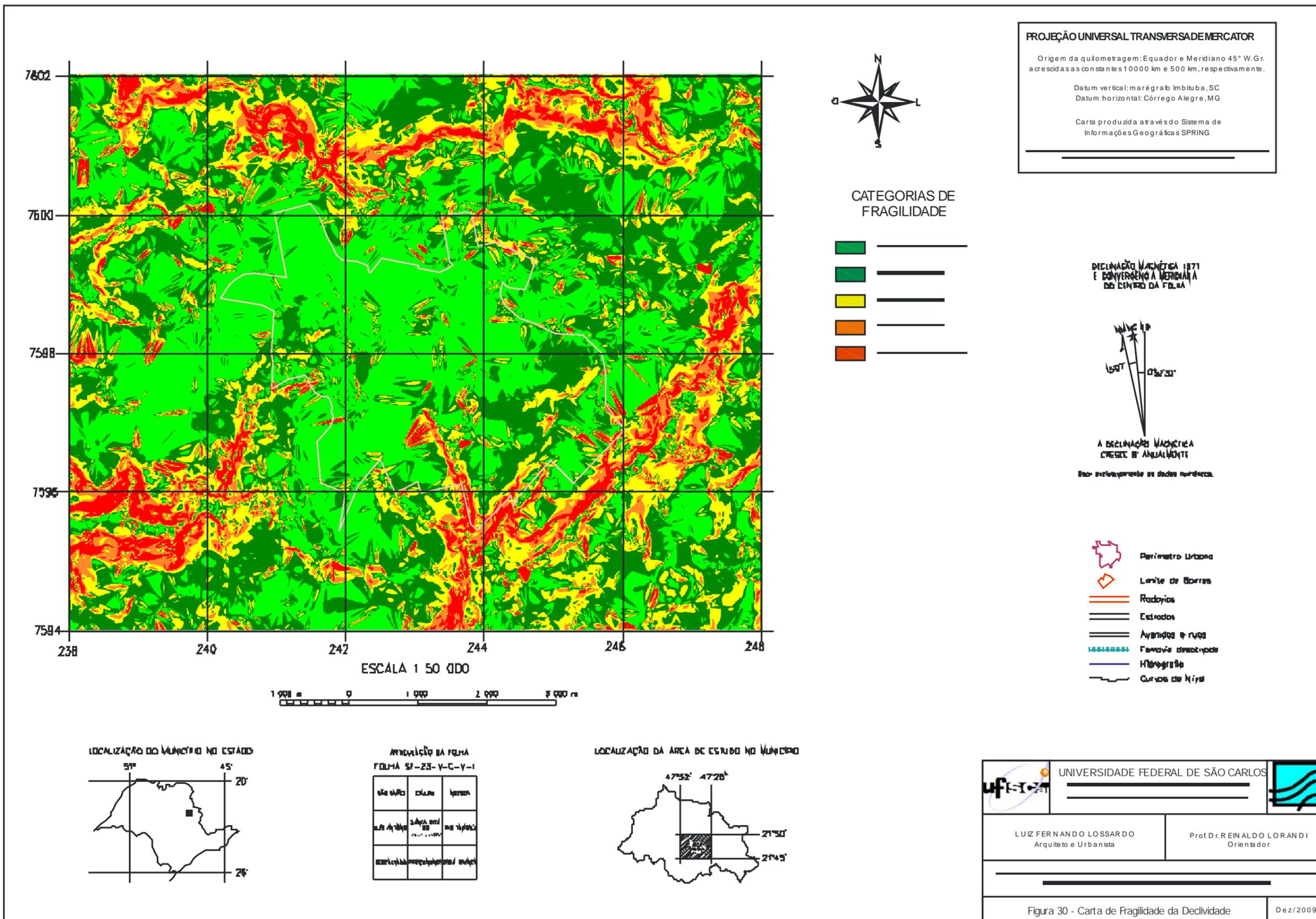
<b>Declividade (%)</b>	<b>Tipo de Ocupação</b>
1	Aeroportos Internacionais
2	Aeroportos locais e redes ferroviárias principais
4	Estradas principais
5	Maquinaria Agrícola de plantio e colheita – início erosão
8	Residências, estradas, desenvolvimento urbano e industrial
9	Maximo Absoluto para Ferrovias
10	Desenvolvimento Industrial e urbano em grande escala Maquinas e tratores pesados
15	Tratores padrões
20	Absoluta para Residências, máquinas e estradas

Tabela 7: Limites de declividade utilizados pelo *Geological Survey*, citado por ZUQUETTE (1987)

<b>Declividade (%)</b>	<b>Tipo de Ocupação</b>
1 a 2	Aeroportos
1 a 15	Uso urbano geral
10	Máximo para Rede do sistema de saneamento
25	Máximo para estruturas de engenharia
15	Máximo para residências convencionais
3	Máximo para ferrovias
4	Máximo para rodovias interestaduais
12	Máximo para estradas em perímetro urbano
5	Máximo para centros comerciais
1 a 50	Uso com áreas de recreação
45	Máximo para operar veículos tracionados

Tabela 8: Limites de declividade propostos por COOKE & DOORNKAMP, citado por ZUQUETTE (1987)

<b>Declividade (%)</b>	<b>Tipo de Ocupação</b>
1	Aeroportos Internacionais
2	Estradas de ferro de passageiros e cargas, máximo para veículos de carga sem reduzir a velocidade, aeroportos locais, e menos que este valor problemas com drenagem
4	Estradas principais
5	Máquinas Agrícolas, erosão começa a ser significativa, e densidade elevada de ocupação com habitações
6	Habitações e estradas, declive excessivo para desenvolvimento urbano, e áreas de recreio intensivo
9	Máquinas agrícolas pesadas e projetos industriais de grandes dimensões
15	Desenvolvimento local e tratores com esteiras
20	Habitações individuais



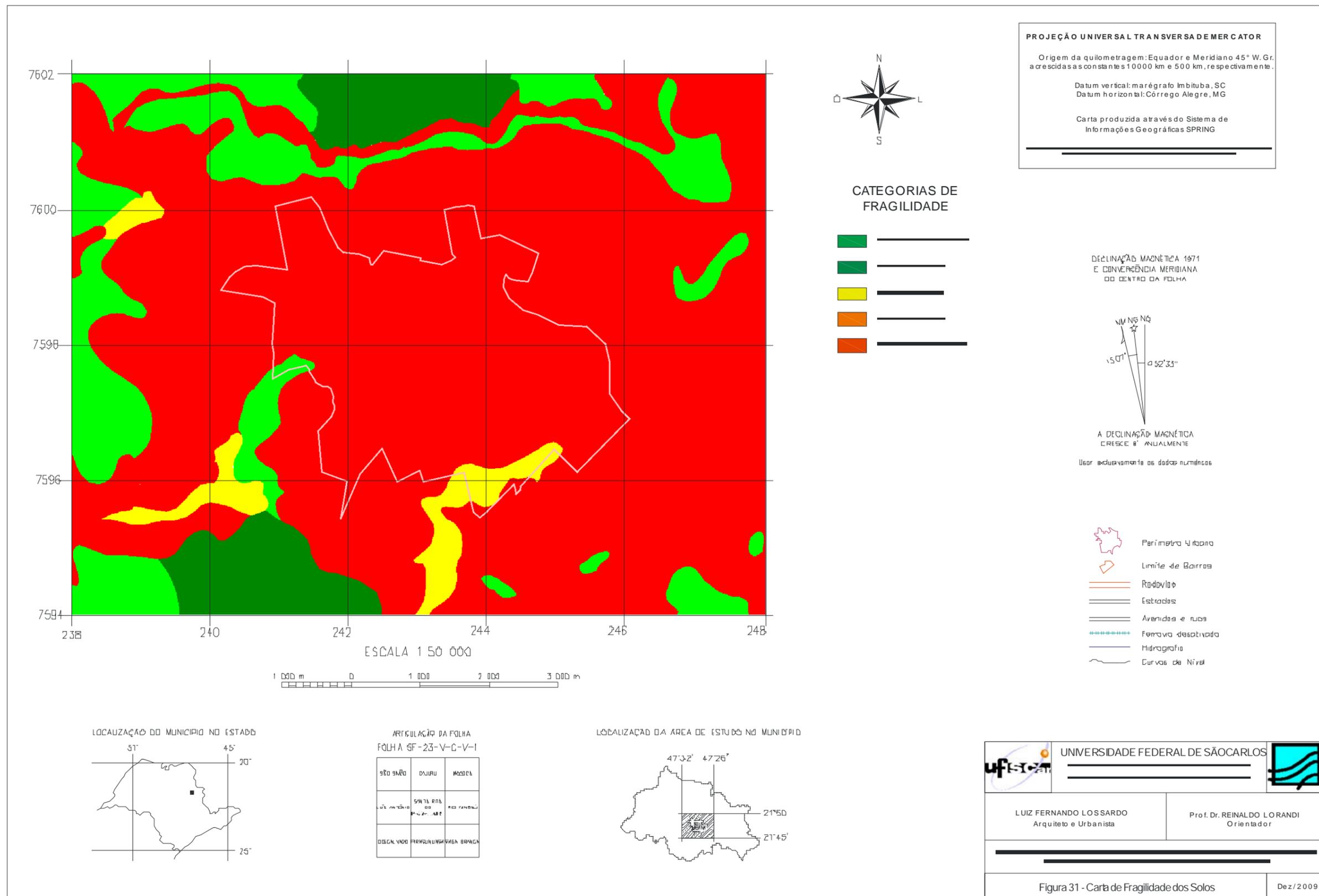
## 6.2 CARTA DE FRAGILIDADE POTENCIAL – DECLIVIDADE / SOLO

A Carta de Fragilidade Potencial baseia-se no produto do cruzamento dos resultados das categorias de fragilidade com apoio nas classes de declividades, incorporando a variável solo. A incorporação desta variável ocorreu primeiramente a partir da categorização das classes de solo em cinco graus de fragilidade e na geração de uma carta intermediária. Esta carta intermediária serviu primeiramente para uma análise individual das fragilidades dos tipos de solo da área de estudo, sendo mais tarde utilizada para a geração da Carta de Fragilidade Potencial através da sua sobreposição com a Carta de Fragilidade da Declividade.

A carta intermediária de fragilidade do solo, assim como propõe ROSS (1994), teve suas categorias distribuídas da seguinte forma: **1 – Muito fraco** - Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo de Textura Argilosa; **2 – Fraco** – Latossolo Amarelo e vermelho Amarelo de Textura Média e Argilosa; **3 – Médio** – Latossolo Vermelho Amarelo, Terra Roxa, Terra bruta, Solo Podzólico Vermelho Amarelo de Textura Médio-argilosa; **4 – Forte** – Solo Podzólico Vermelho Amarelo de Textura Médio-arenosa e Cambissolos; e **5 – Muito forte** - Podzólicos, Litólicos, Gleissolos (hidromórficos) e Areias Quartzosas.

Dessa forma, analisando individualmente os resultados da Carta de Fragilidades dos Solos (Figura 31), nota-se que a categoria Muito Forte, formada por Areais Quartzosas, Solos Hidromórficos e Solos Litólicos, são predominantemente presentes na área de estudo, principalmente nas áreas que formam a zona urbana e de expansão urbana, somando um total de (75 %) da área estudada. A fragilidade do solo referente à categoria Forte não foi identificada na área de estudo.

A categoria Média está representada por (4 %) da área total, sendo encontrada principalmente na região sul e sudoeste da área de estudo. A categoria Fraca, formada por Latossolo Vermelho Amarelo de textura média, representa (7.%) da área e a categoria Muito Fraca, formada por Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho Escuro, está representada por (14 %) da área total.



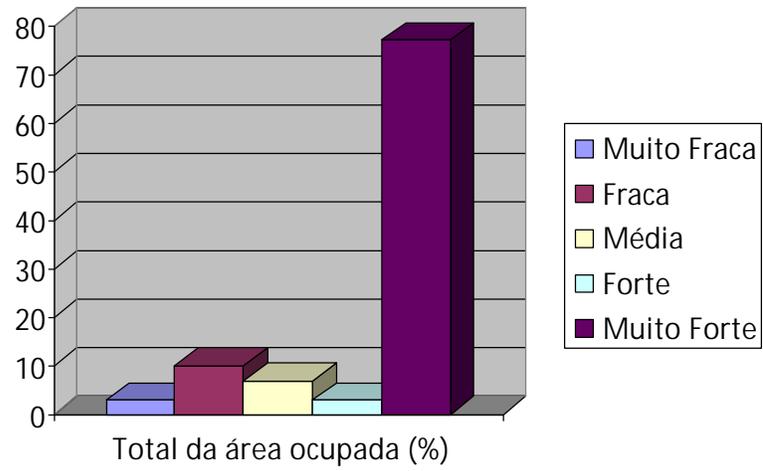
Em seguida através da sobreposição dos dados em ambiente do SPRING®, utilizando a técnica AHP – Processo Analítico Hierárquico, ferramenta de apoio à tomada de decisões em geoprocessamento, elaborou-se a Carta de Fragilidade Potencial, onde através da sobreposição dos dados referentes às variáveis declividade e solo, obteve-se novos resultados por categorias de fragilidade.

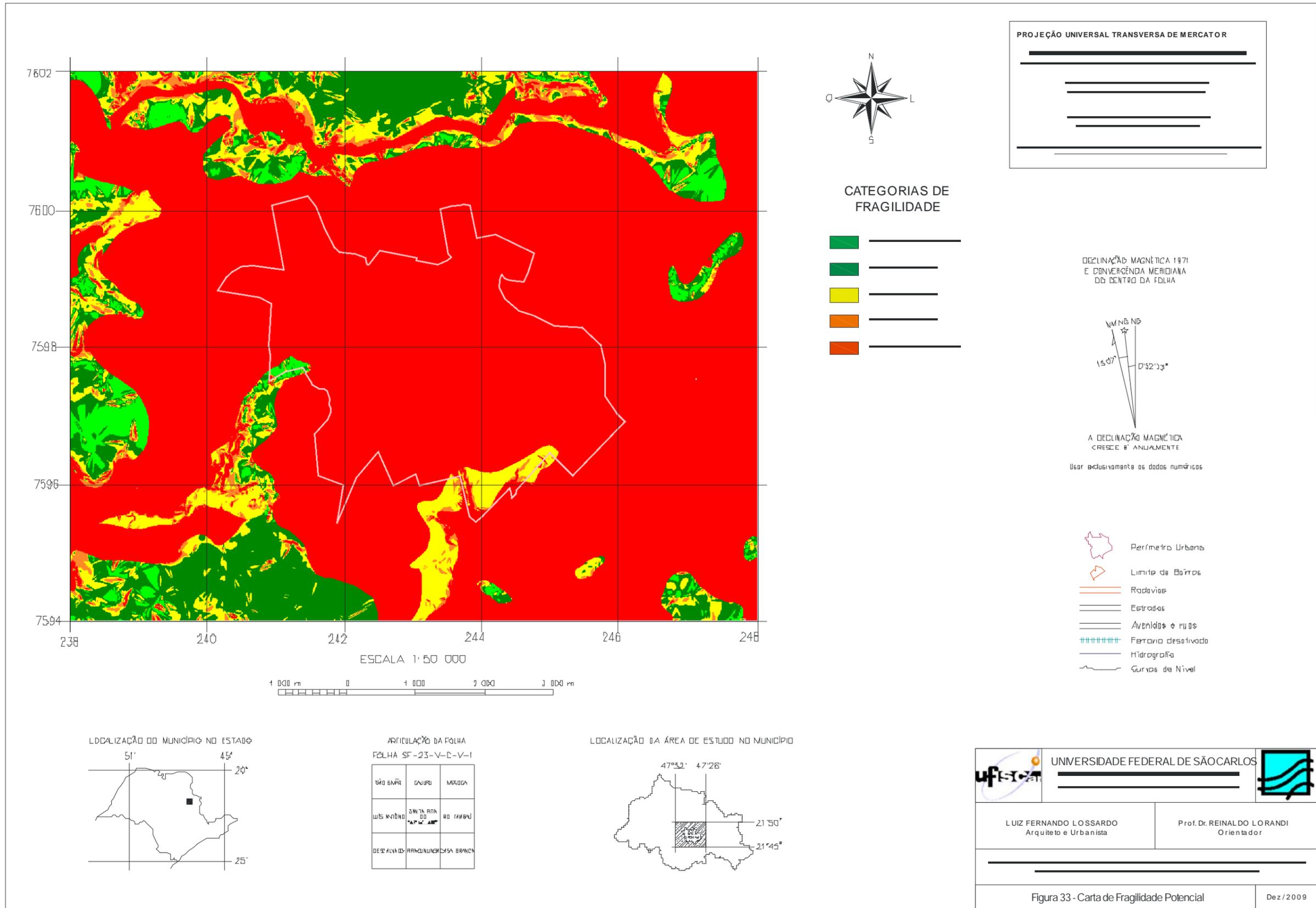
Assim, analisando os resultados demonstrados na Tabela 9, no gráfico da Figura 32 e ainda na Carta de Fragilidade Potencial (Figura 33), ou seja, carta referente às variáveis declividade e tipos de solos, observa-se que a predominância da fragilidade muito forte dos solos da área de estudo tiveram um significativo peso na geração deste novo documento, no qual apresentou (77 %) da área de estudo formada pela categoria de fragilidade Muito Forte.

Observa-se ainda, que a grande parcela deste percentual concentra-se na região central da área de estudo, principalmente onde se localiza a área urbana da cidade. As demais categorias de fragilidades identificadas ficaram representadas pelos seguintes percentuais: Forte (3%), Média (7 %), Fraca (10%) e Muito Fraca (3%), sendo identificadas principalmente nas áreas que contornam área de estudo.

Tabela 9: Resultado da Carta de Fragilidade Potencial com apoio nas classes de declividade e tipos de solo. Total da área estudada: 80.000 km <sup>2</sup>	
CATEGORIAS DE FRAGILIDADES	TOTAL DA ÁREA OCUPADA POR CATEGORIA (%)
Muito fraca	03 %
Fraca	10 %
Média	07 %
Forte	03 %
Muito forte	77 %

Figura 32: Gráfico da área total ocupada por cada categoria de fragilidade potencial, apoiada nas classes de declividades e solos.



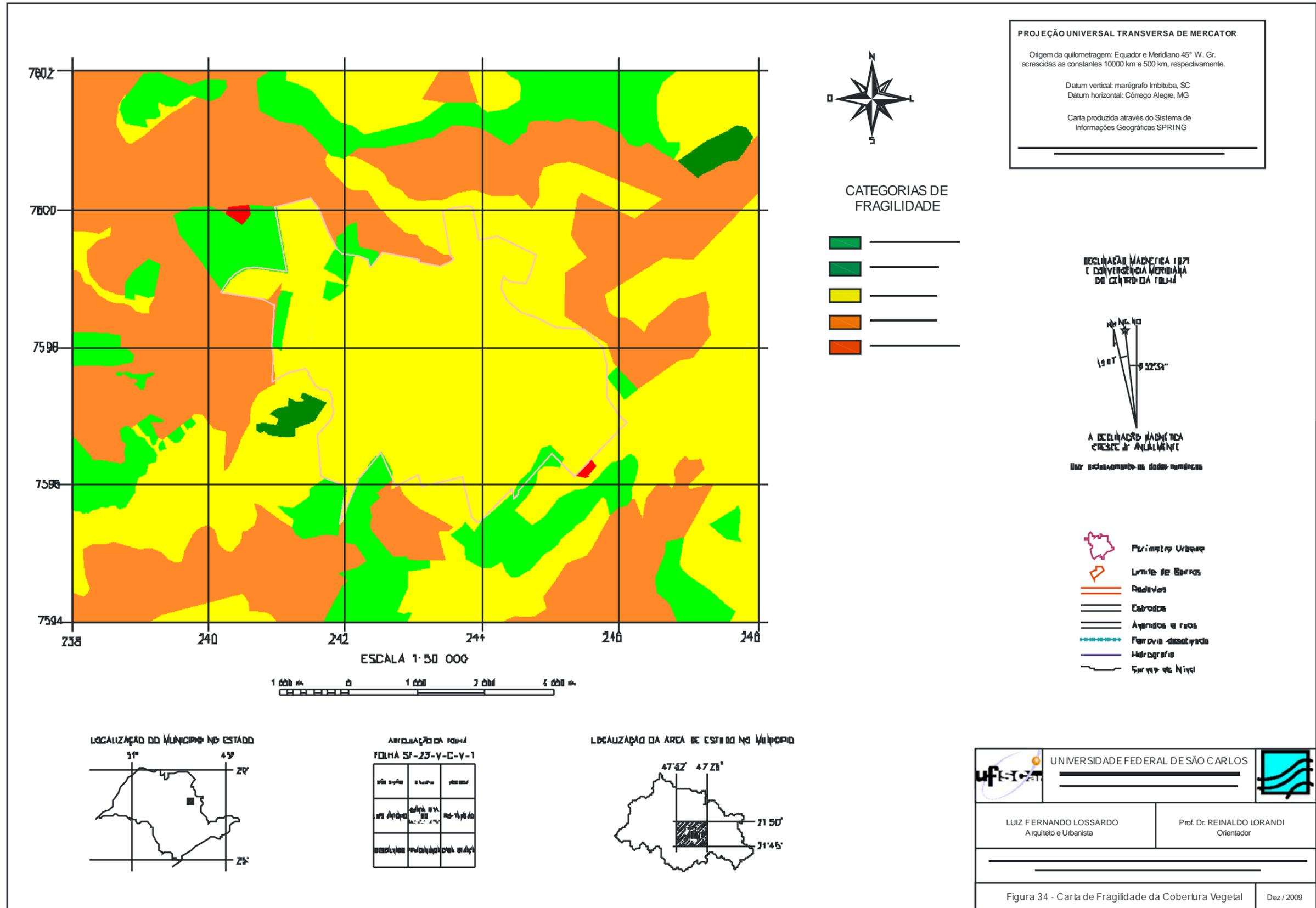


### 6.3 CARTA DE FRAGILIDADE EMERGENTE

Este documento é o resultado da sobreposição dos dados referentes as fragilidades com apoio na variável declividade, incorporando também as classes de fragilidade relativas às variáveis solo e cobertura vegetal, conforme proposta de ROSS (1994). O procedimento operacional para a confecção da **Carta de Fragilidade Emergente** é baseado na correlação dos planos de informação relativos à declividade, pedologia e cobertura vegetal, sendo que para tanto, foi necessário também obter uma carta intermediária referente às fragilidades relativas à cobertura vegetal do terreno.

Dessa forma, a carta intermediária de fragilidade da cobertura vegetal também foi obtida através da categorização em cinco níveis de fragilidade, que conforme ROSS (1994) ficou distribuída da seguinte forma: **1 – Muito fraco** – Florestas e matas naturais com biodiversidade; **2 – Fraco** – Florestas de Cerrado denso e áreas de reflorestamento; **3 – Médio** – Área urbanizada\*, Pastagem com baixo pisoteio de gado, culturas de ciclos longos, citrus, etc.; **4 – Forte** – Culturas temporárias e de baixa densidade, cana-de-açúcar, café, etc.; e **5 – Muito forte** – Áreas desmatadas, solo exposto, agricultura não conservacionista. Por não haver um levantamento detalhado do uso e ocupação da área urbana da cidade, estas áreas, que predominantemente possuem ocupações de baixa densidade e de baixo impacto ambiental, foram consideradas como locais de fragilidade média. Assim, os resultados obtidos na carta de fragilidade da cobertura vegetal foram os seguintes: Muito Forte (0.01%), Forte (37%), Média (46%), Fraca (0,01%) e Muito Fraca (15%).

As categorias mais significativas representadas desta primeira análise individual da Carta de Fragilidade da Cobertura Vegetal (Figura 34) foram as fragilidades Forte e Média. Isto se dá, em função destas categorias serem formadas principalmente pelas áreas de cultivo de cana-de-açúcar, pelas áreas de pastagem e áreas urbanizadas, nas quais são predominantes na região de estudo.



Em seguida, novamente com a aplicação dos procedimentos numéricos auxiliados pela ferramenta AHP – Processo Analítico Hierárquico no SPRING<sup>®</sup>, foi possível verificar as características das três variáveis sobrepostas existentes na área de estudo, classificando-as também em cinco graus diferenciados de fragilidade (Muito fraca, Fraca, Médio, Forte e Muito forte).

Na Tabela 10 e no gráfico apresentado na Figura 35 foram expressos os valores em porcentagem de cada uma das categorias de fragilidade emergente encontradas na área de estudo.

Tabela 10: Resultado das categorias de fragilidades com apóio nas classes de declividade, tipos de solo e cobertura vegetal. Total da área estudada: 80.000 km <sup>2</sup>	
CATEGORIAS DE FRAGILIDADES	TOTAL DA ÁREA OCUPADA POR CATEGORIA (%)
Muito fraca	1%
Fraca	3%
Média	7%
Forte	13%
Muito forte	76%

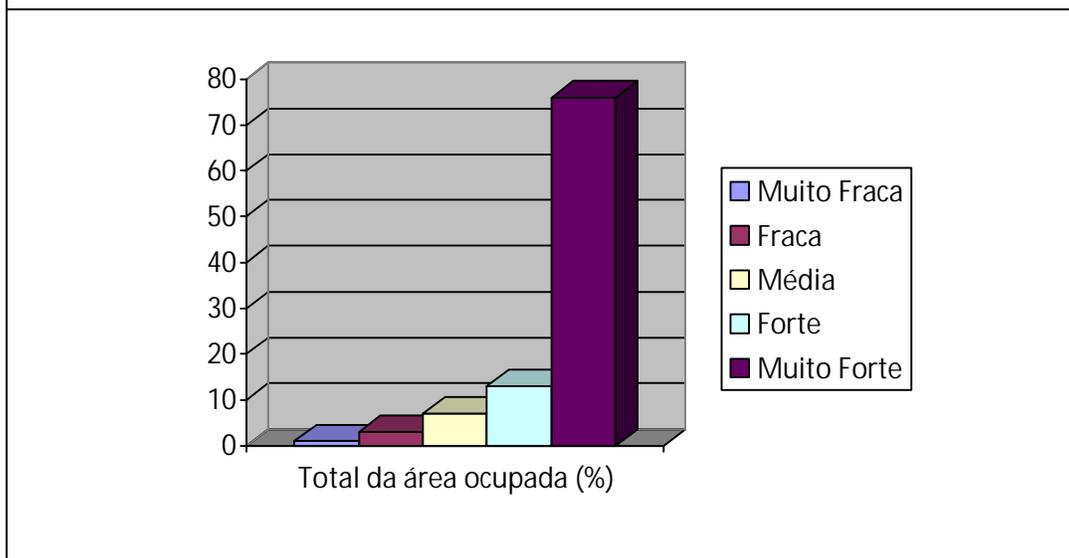
Com os resultados percentuais das categorias de fragilidade apresentadas na área de estudo, bem como através das suas localizações representadas pela **Carta de Fragilidade Emergente**, (Figura 36) nota-se que as áreas referentes a cada categoria de fragilidade foram predominantemente representadas pelas categorias de fragilidades mais perigosas.

A categoria de fragilidade Muito Forte apresenta-se claramente na maior parte da área de estudo e perfaz uma área equivalente a (76 %) da área total estudada. Esta predominância, assim como na Carta de Fragilidade Potencial, ocorre em função da ocorrência de solos extremamente frágeis na maior parte da área estudada.

No entanto, analisando a presença das demais categorias, nota-se que as áreas onde a cobertura vegetal representa riscos de instabilidade e portanto, apresenta categoria de fragilidade Forte, coincidentemente na Carta de Fragilidade Emergente também está representada pela categoria de fragilidade Forte.

Assim, as áreas que apresentaram fragilidade Forte totalizaram (13 %) da área total e se somada à categoria Muito Forte, apresentariam juntas quase (90%) do total da área urbana e suburbana do município de Santa Rita do Passa Quatro-SP, que seriam representados pelas fragilidades mais preocupantes.

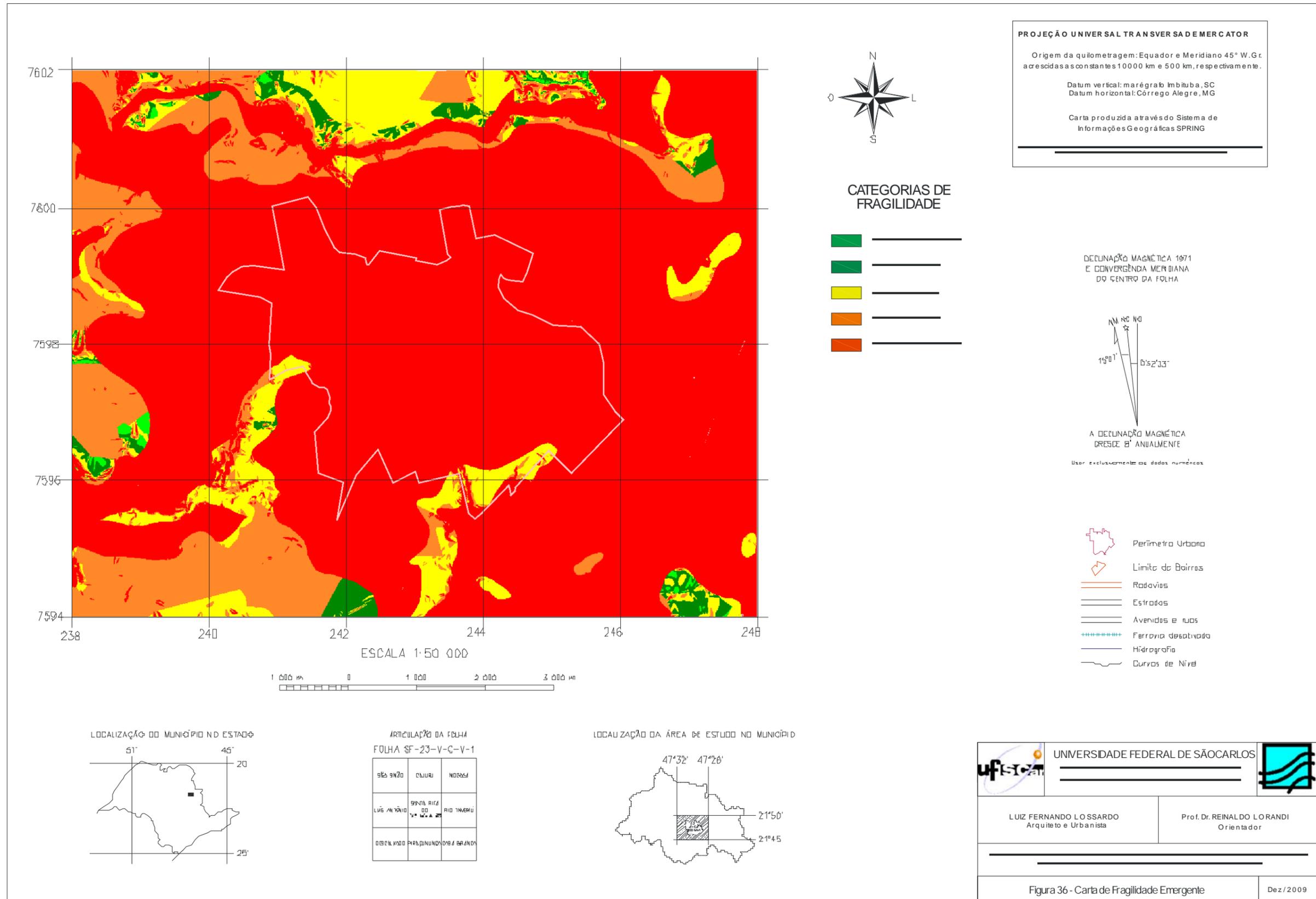
Figura 35: Gráfico da área total ocupada por cada categoria de fragilidade apoiadas nas classes de declividades, solos e cobertura vegetal.



Por fim, baseado no significativo resultado apresentado acima, conclui-se primeiramente que praticamente toda a área urbana da cidade foi ocupada sem nenhuma análise detalhada de todos os atributos do meio físico do território. Esta análise que englobou apenas três variáveis do meio natural e mesmo assim foi capaz de identificar as principais fragilidades existentes na área de estudo.

Este trabalho demonstra também, que o devido ordenamento territorial das áreas que serão ocupadas futuramente, principalmente as que apresentam as maiores fragilidades, é um assunto que deve ser do interesse de toda a população, mas

principalmente do Poder Público Municipal, no sentido de realizarem as mais diversas discussões, elaborarem estudos e planejamentos inteligentes e sustentáveis para o desenvolvimento do município de Santa Rita do Passa Quatro-SP.



## 7- CONSIDERAÇÕES FINAIS

No momento em que vários municípios estão em pleno processo de elaboração ou revisão dos seus planos diretores, cabe resgatar a importância do ordenamento territorial e a importância do conhecimento do seu meio físico. As características do meio físico definem e condicionam uma série possibilidades de investimentos e dirige portanto, os processos de concentração e desconcentração da economia em favor de um planejamento e uma dinâmica de ocupação desejáveis para um município.

No entanto, cabe lembrar que o arranjo do conjunto de diretrizes políticas depende de uma perfeita articulação com a economia, a participação da sociedade, a cultura, entre outros, mas depende principalmente de uma subordinação ao conhecimento do meio físico local. Muito tem se visto em jornais e na televisão, que as conseqüências de um planejamento inadequado para o uso e a ocupação do espaço territorial dos municípios, sem o devido conhecimento das potencialidades e fragilidades do meio físico tem sido desastrosas.

O município de Santa Rita do Passa Quatro passou por diversas transformações nos últimos vinte anos, entre elas, pode-se citar os inúmeros loteamentos residenciais que foram implantados e expandiram a área urbana, a implantação do primeiro distrito industrial da cidade, a construção da primeira Estação de Tratamento de Esgoto, o avanço dos setores agroindustrial e turístico, etc. Se por um lado, estas transformações contribuem para o desenvolvimento do município, por outro, algumas delas apresentam alguns pontos negativos que podem causar sérios problemas ambientais.

A falta de preocupação com o conhecimento dos atributos do meio físico do município, por exemplo, permitiu que se instalasse o referido distrito industrial em uma área localizada na bacia do manancial que abastece a cidade. Embora possa ter atendido as exigências legais para a sua operação, o distrito industrial, devido a sua localização, oferece sérios riscos ambientais ao município. Sem considerar as possibilidades diretas de contaminação do solo, dos aquíferos subterrâneos e das águas superficiais que compõem a bacia do manancial, é importante falar dos problemas indiretos que podem ser gerados pela falta de conhecimento das condições do meio físico.

O distrito está implantado na região sudeste da cidade, no qual além de estar muito distante do local de residência da população operária da cidade e de gerar uma demanda desnecessária de transporte urbano, oferece ainda, o sério risco de causar a poluição do ar na região central e em alguns bairros residenciais, através do transporte de seus resíduos atmosféricos, levados pela ação dos ventos predominantes do município, a saber, sentido sudeste para noroeste.

Outras regiões da área de estudo que foram classificadas através das Cartas de Fragilidades com categorias muito forte e forte em relação à declividade, tipo de solo e cobertura vegetal e que portanto, enquadram-se como áreas de risco à ocupação, também já estão sendo ocupadas inadequadamente a muito tempo no município. Estes locais, principalmente em área urbana, apresentam sempre algum tipo de risco ambiental muito sério, como a ocorrência de erosão devido às fragilidades da área juntamente com a ação das chuvas, a ocorrência de alagamentos em ocupações irregulares nas Áreas de Preservação Permanente e até riscos de deslizamento de terra em alguns casos onde podem ocorrer outras associações de condicionantes ambientais.

Obviamente que estas considerações não devem ser encaradas como motivos para a emissão de um alerta de evacuação da cidade, no entanto, o conhecimento adquirido sobre as características das potencialidades e fragilidades do meio físico da região estudada deve no mínimo gerar uma reflexão da sociedade, na qual resulte na quebra de velhos paradigmas da política de planejamento.

Diante do exposto a última consideração a ser feita é que as atividades desenvolvidas nesta pesquisa permitiram a elaboração de um produto inovador e de grande aplicabilidade para o município, sendo constituído de um material de leitura fácil e rápida do tema, oferecendo subsídios para a tomada de decisões em futuros estudos de planejamento e ordenamento territorial que considerem os indispensáveis equilíbrios entre desenvolvimento e limitações naturais.

## 8- REFERÊNCIAS

ABBUD, Benedito. **Criando paisagens:** guia de trabalho em arquitetura paisagística. São Paulo: Senac, 2006.

BELLUZ, Carlos Alberto Del Bel. **Santa Rita do Passa Quatro:** Imagens da época do café. Campinas: CartGraf, 1991. 142p.

BOTTINI, D. T. **O papel dos municípios na promoção da gestão ambiental.** 2005. 153 p.. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Carta do Brasil: Folha Rita do Passa Quatro.** SF-23-V-C-IV-4, 1971. Escala 1:50.000.

BRASIL. Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes da política urbana e dá outras providências. **Lex:** OLIVEIRA, Isabel C. E. Estatuto da Cidade para compreender. Rio de Janeiro: IBAM/ DUMA, 2001. 64 p.

BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Lex:** Código Florestal Brasileiro, Brasília, 1965.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Agenda 21.** In: Conferência das unidas sobre meio-ambiente e desenvolvimento (CNUMAD). São Paulo: Secretaria do Estado do Meio-Ambiente, 1997. 383 p.

BRASIL. Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Lex:** Política Nacional do Meio Ambiente, Brasília, 1981.

BRASIL. Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Lex:** Política Nacional de Recursos Hídricos, Brasília 2 ed., 1999.

BRASIL. Medida Provisória nº 2.220, de 4 de setembro de 2001. Dispõe sobre a concessão de uso especial de que trata o §1º do art. 183 da Constituição, cria o Conselho Nacional de Desenvolvimento Urbano – CNDU e dá outras providências. **Lex:** OLIVEIRA, Isabel C. E. Estatuto da Cidade para compreender. Rio de Janeiro: IBAM/ DUMA, 2001. 64 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Minas e Metalurgia. Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de São Paulo. **Atlas Ambiental das Bacias dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo, SP**: subsídios para o planejamento territorial e gestão ambiental. Coordenadoria de Planejamento Ambiental, 2002. 77p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Gerenciamento de Bacias Hidrográficas**: Aspectos conceituais e metodológicos. Brasília, 1995.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 05 Agosto 2008.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 20 Fevereiro 2009.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa Brasil Climas**: IBGE, 1978. Escala 1:5.000.000.

BRITO, J. L. S.. Elaboração de um mapa de Fragilidade Emergente e Potencial da Bacia do Ribeirão Bom Jardim, Triângulo Mineiro, utilizando Geoprocessamento. In: I SIMPOSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA, Uberlandia 2002. **Anais do I Simposio Regional de Geografia**. 2002. v. 1, p. 155-162.

CABRAL, Nájila Rejanne Alencar Julião. **Área de proteção ambiental: planejamento e gestão de paisagens protegidas**. 2. ed. São Carlos: RIMA, 2005. 158p.

CAMPOS FILHO, Candido Malta. **1936 – Reinvente seu bairro**: caminhos para você participar do planejamento de sua cidade. São Paulo: Ed. 34, 2003.

CÂMARA. G; MEDEIROS. J. S. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais INPE**. São José dos Campos. 1996.

Comissão Técnica de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. Diagnóstico Preliminar da Cartografia Geotécnica e Geoambiental no Brasil. In: 5º SIMPÓSIO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 2004, São Carlos.

CARLOS, Ana Fani Alessandrini. **A cidade**. 5. Ed..São Paulo: Contexto,2001.

CORREIA, Paulo V.D. "**Políticas de solos no planejamento municipal**". 2ªed.. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002. 403p. (Série Manuais Universitários).

DEL RIO, Vicente. **1955 – Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento**. São Paulo: Pini, 1990.

DONHA, Anelissa G.. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **Revista Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.10, n.1, p.175–181. 2006.

FALCOSKI, L. A. N. **Dimensões Morfológicas de Desempenho: Instrumentos Urbanísticos de Planejamento e Desenho Urbano**. 1997. 378p. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 1997.

FERES, Roberto. **Análise de processos de erosão acelerada, com base em fotografia aéreas e geoprocessamento: Bacia do Rio Bonito**. 2002. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2002.

GARCIA, Jorge Luis. **Uma terra onde se colhe leite e mel**. Santa Rita do Passa Quatro: Tipografia ARO Ltda, 2002.

GONSO, José. Historia de Santa Rita do Passa Quatro, SP. **O Santarritense**. Santa Rita do Passa Quatro, 1993.

LORANDI, Reinaldo. **Caracterização dos Solos das Áreas Urbana e Suburbana de São Carlos (SP) e suas aplicações**. 1985. 181f.. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

LORANDI, Reinaldo. **Mineralogia e Granulometria das Areias Quartzosas da bacia do Ribeirão do Lobo (Brotas – Itirapina – SP)**. 1982. 90f.. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 1982.

LOSSARDO, Luiz Fernando. **Projeto de Requalificação da Avenida José Ribeiro de Oliveira**. 2004. Trabalho Acadêmico (Trabalho Final de Graduação) - Centro Universitário Barão de Mauá, Ribeirão Preto, 2004.

LOSSARDO, Luiz Fernando. **Diagnóstico e Avaliação de Impactos Ambientais no “Deserto do Alemão”- Santa Rita do Passa Quatro – SP**. 2008. Trabalho de Especialização (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

LUCINI, H.C. Requalificação urbana e novos assentamentos habitacionais In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, MODERNIDADE E SUSTENTABILIDADE, 2000, Salvador, BA. **Anais do VIII encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, modernidade e sustentabilidade**.2000.

LYNCH, Kevin. **1918 – A imagem da cidade**. Tradução Jéferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

LOLLO, J. A. . **Técnicas de Cartografia e Representação do Meio**. São Carlos: Núcleo de Geoprocessamento - UFSCar, 2008. Notas de Aula.

MARICATO, Ermínia. **Brasil cidades: Alternativas para a crise urbana**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MASSOLI, M. Geologia da Folha Santa Rita do Passa Quatro. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v.1, n.1, p.7-14, jan/jun. 1980.

MASSOLI, M. Geologia do município de Santa Rita do Passa Quatro, SP. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v.2, n.2, p. 35-45, jun/dez. 1981.

MEDEIROS, J. S. de. **Banco de Dados Geográficos para Zoneamento Ecológico-Econômico**. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2000.

MELO, M. S.. **A Formação Rio Claro e Depósitos Associados: Sedimentação Neoceno-zóica na Depressão Periférica Paulista**. 1995. 144f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências (IGC), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MENEZES, Claudino Luiz. **Desenvolvimento urbano e meio ambiente: A experiência de Curitiba**. Campinas: Papirus, 1996.

MOTA, S. **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 1981.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003. 356p.

MORAIS, R. M. **50 anos de aprendizado em Planejamento local: do plano diretor ao sustentável**. 2002. 133 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.

MORAES, M. E. B. **Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Pantâneo (SP) São Carlos. 2008. 80 p. + Anexos. Relatório (Estágio Supervisionado de Pós-Doutoramento) - Universidade Federal de São Carlos, 2008.**

MOREIRA, M. A. A. **Procedimentos geológico-geotécnicos para seleção de áreas para a disposição de resíduos sólidos domésticos em aterro no município de Descalvado (SP). Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, 2002. 165 p.**

MORETTI, Ricardo de Souza. **Loteamentos: Manual de recomendações para elaboração de projeto.** São Paulo: IPT, 1986.

MOURA, Sarita de. **Diagnóstico ambiental urbano da cidade de Novo Airão - Amazonas / Sarita De Moura.** 2009. 139 f. Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

OLIVEIRA, Tércia A. **Desenvolvimento de um modelo e ampliação metodológica para revitalização de áreas centrais de cidades de porte médio.** Dissertação (Mestrado) – Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, 1997.

OLIVEN, Ruben George. **Urbanização e mudança social no Brasil.** Petrópolis: Vozes, 1984.

OHARA, T. **Zoneamento geoambiental da região do alto-médio Paraíba do Sul (SP) com sensoriamento remoto.** 235 p. Tese (Doutoramento) - Departamento de Geografia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 1995.

PALLAMIN, Vera Maria. **Arte urbana: São Paulo: Região Central (1945-1998): Obras de caráter temporário e permanente.** São Paulo, Annablume: Fapesp. 2000.

PARANÁ. Secretaria Especial do Meio Ambiente. Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente. **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais.** Curitiba: SUREHMA/GTZ, 1992.

PEREIRA, Nestor. Determinação de Paleocorrentes em cascalheiras da Formação Rio Claro (Neocenoico). **Revista Brasileira de Geociências**, v.5, p. 71-77, 1975.

PROVIDELO, L. A. **Regionalização do Território de Tambaú (SP) em Microbacias Hidrográficas e Técnicas de Geoprocessamento e Análise Espacial como Insumos a Gestão Governamental.** Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2007.

RIBAS, Otto. **A sustentabilidade das cidades**: os instrumentos da gestão urbana e a construção da qualidade ambiental. 2003. 253p. Tese (Doutorado) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.

RIBAS, O. BEZERRA, M. **O estatuto da cidade e a construção da sustentabilidade das cidades brasileiras**. In: DISCUSSÃO SOBRE POLÍTICAS AMBIENTAIS E URBANAS, 53p., 2003, OAB, Brasília.

RIBEIRO, Sabrina Latansio Costa. **Dinâmica sazonal das trocas gasosas e do potencial hídrico em espécies arbóreas de um Cerrado na Gleba Pé-de-Gigante, P.E. Vassununga, SP**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2007.

ROSS, J. L. S. **Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental**. Geografia, v. 9, p. 65-75. 1995.

RODRIGUES, Ferdinando de Moura. **Desenho Urbano: Cabeça, campo e prancheta**, São Paulo: Projeto, 1986.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993

SANTOS, Rosely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.

SÃO PAULO. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, n. 6, v. 1, 1981. (Série Monografias).

SÃO PAULO. Instituto Agrônomo de Campinas. **Carta pedológica semidetalhada do Estado de São Paulo: Quadrícula de Descalvado**. In: OLIVEIRA, J.B.; PRADO, H.; ALMEIDA, C.L.F. (ed.), Aerofoto Cruzeiro S.A., Ed. 1, 1982. 1 mapa color. Escala: 1:100.000.

SÃO PAULO. Instituto Geológico. **Folha Geológica de Descalvado (SF-23-V-C-IV-4)**. Formações Geológicas de Superfície, São Paulo, 1984. 1 mapa color. Escala 1:50.000.

SILVA, F. H. B. B. **Diagnóstico Ambiental do Município de Delmiro Gouveia**. Alagoas: Circular Técnica 12 - Embrapa. Rio de Janeiro, 2002.

SHIDA, C. N.; PIVELLO, V. R.. Caracterização fisiográfica e de uso das terras da região de Luiz Antônio e Santa Rita do Passa Quatro, SP, com o uso de sensoriamento

remoto e SIG\*. **Investigaciones Geográficas**, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, n. 49, p. 27-42, 2002.

SOARES, Paulo César. **O Mesozóico Gondwanico no Estado de São Paulo**. 1973. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

SOARES, Paulo César. Divisão estratigráfica do Mesozóico do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v.5, p. 229-251, 1975.

SOUZA, M.P. **Instrumentos de gestão ambiental: Fundamentos práticos**. São Carlos: Riani Costa, 2000.

SOUZA, C. B. ; FERARI JUNIOR, J. C. O Uso de SIG em Projeto de Regularização de Assentamento Urbano. **Revista Caminhos da Geografia**. v. 9, n.12, p. 191-202, junho. 2004. Disponível em: <[http://www.ig.ufu.br/caminhos\\_de\\_geografia.html](http://www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html)>. Acesso em 28 março 2009.

SOUZA, L. A.; SOBREIRA, F. G.; PRADO FILHO, J. F. Cartografia e Diagnóstico Geoambiental Aplicados ao Ordenamento Territorial do Município de Mariana – MG. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 57 v.03. 2005.

SPORL, Christiane: **Análise da fragilidade Ambiental Relevo Solo com Aplicação de Três Modelos Alternativos nas Altas Bacias do Rio laguari-Mirim,, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata**. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, 2001.

TRINDADE,D.L.. **Planos Diretores - A Experiência de Águas Lindas de Goiás**. Goiânia : Editora da UCG, 2003

VILLAÇA, F. **Dilemas do Plano Diretor**. In: FUNDAÇÃO PREFEITO FARIA LIMA – CEPAM. O Município no Século XXI: Cenários e Perspectivas. São Paulo: 1999a, p. 237-247.

VILLELA, Swami Marcondes. **Hidrologia Aplicada por Swami Marcondes Villela e Arthur Mattos**. São Paulo: MacGraw-Hill do Brasil, 1975.

ZUQUETTE, L. V. **Análise crítica da Cartografia geotécnica e proposta metodológica para as condições brasileiras**. 1987. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1987.