



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"Júlio de Mesquita Filho"  
CAMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
Programa de Pós-Graduação em Geografia

***"ELEMENTOS PARA ELABORAÇÃO DE SIG  
NO PLANEJAMENTO E GESTÃO PARA  
EXPANSÃO URBANA EM ÁLVARES MACHADO-SP"***

***Tiago Medici Vinha***

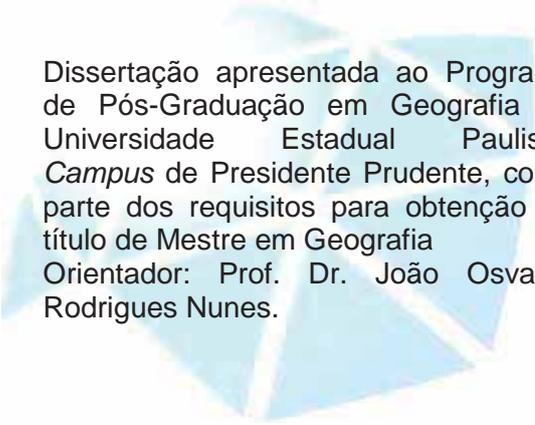
Presidente Prudente  
2011



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CAMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

“ELEMENTOS PARA ELABORAÇÃO DE SIG  
NO PLANEJAMENTO E GESTÃO PARA  
EXPANSÃO URBANA EM ÁLVARES MACHADO-SP”

Tiago Medici Vinha



Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Geografia da  
Universidade Estadual Paulista,  
*Campus* de Presidente Prudente, como  
parte dos requisitos para obtenção do  
título de Mestre em Geografia  
Orientador: Prof. Dr. João Osvaldo  
Rodrigues Nunes.

Presidente Prudente  
2011

## FICHA CATALOGRÁFICA

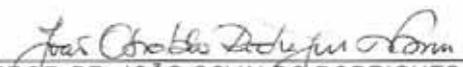
Vinha, Tiago Medici.

V79e        Elementos para elaboração de SIG no planejamento e gestão para expansão urbana em Álvares Machado-SP / Tiago Medici  
Vinha. - Presidente Prudente : [s.n.], 2011  
00 f.

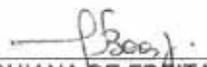
Orientador: João Osvaldo Rodrigues Nunes  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Inclui bibliografia

1. Planejamento. 2. Geoprocessamento. 3. Geomorfologia. 4. Ambiental 5. Urbano. I. Nunes, João Osvaldo Rodrigues. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES  
ORIENTADOR

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. EVERALDO SANTOS MELAZZO  
(UNESP/FCT)

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. MARQUIANA DE FREITAS V. B. GOMES  
(UNICENTRO)

  
\_\_\_\_\_  
TIAGO MÉDICI VINHA

Presidente Prudente (SP), 04 de agosto de 2011.

RESULTADO: APROVAÇÃO

*Dedicatória*

*Dedico este trabalho  
a minha amada Janaina,  
e a toda minha família,  
pessoas especiais e que  
sempre me apoiaram.*

## *Agradecimentos*

---

A realização deste trabalho é fruto do esforço pessoal, porém carregado de companheirismo e incentivo dos amigos e colegas. Estes com certeza souberam do desafio enfrentado durante o período de realização da pesquisa, desde o primeiro momento.

Todos serão sempre lembrados e serei eternamente agradecido por acreditar na minha capacidade e entender sobre possíveis desvios ocorridos ao longo dessa jornada. À todos um muito obrigado...

Em primeiro lugar a Janaina, minha grande companheira e incentivadora. Que Deus sempre esteja do nosso lado.

À minha família, que também sempre acreditou e me deu total apoio nessa jornada. Meu pai Antonio, minha mãe Lucia, meu irmão Mateus e minhas irmãs Vanessa e Marieli. A pequena Júlia, uma benção na família.

Ao orientador Prof. Dr. João Osvaldo, por sempre acreditar em meu trabalho.

Ao amigo João Osvaldo, sempre oferecendo um ombro amigo.

Aos amigos do Labsolos (Laboratório de Sedimentologia e Análise de Solos), Zequini, Marina, João Vitor, Nívea, Denise, Andressa, Caio, Erika, Jeferson, Douglas, Lucas, Bruna, Melina, Willian e Douglas.

Ao amigo Alex (Malcon), pela grande ajuda.

Aos amigos do extinto "Predinho Azul".

Aos professores do PPGG e especial agradecimento aos Professores Godoy, Tadeu, Paulo Cesar e Bernardo Mançano.

Ao Professor Everaldo e Professora Margarete, pela participação na banca de qualificação.

Aos colegas da Pós Graduação.

Tiago Samizawa e Jovelino Silva.

A todo pessoal da Secretaria de Pós Graduação.

A CAPES e FCT/UNESP

Aos alunos do Curso Especial de Graduação em Geografia – Pronera.

A todos, muito obrigado!!!



## Resumo

Álvares Machado é um município que se localiza no Extremo Oeste do Estado de São Paulo, na microrregião administrativa de Presidente Prudente. Possui população aproximada de 24.000 habitantes. A atenção dispensada à Álvares Machado baseia-se na necessidade de evidenciar a importância do uso das técnicas para um planejamento que centralize e articule a dimensão ambiental e urbana, a fim de evitar problemas básicos que a cidade apresenta. É proposto um estudo que possa servir como um instrumento no processo de gestão e planejamento ambiental urbano e que possibilite a tomada de decisão para futuras áreas para uso residencial. Para tanto, durante o decorrer do trabalho, são apresentados as categorias da Geografia (paisagem e tempo), as quais formam o alicerce para a compreensão dos processos de formação físico e social do meio. Para compreender os processos de formação do relevo e da paisagem, direcionamos o debate para os conceitos da Geomorfologia (morfologia, morfogênese e morfodinâmica). Em outro momento, são apresentadas reflexões que associam perspectivas geomorfológicas e geográficas que trazem o debate sobre o planejamento ambiental urbano. Sobre o Geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas, mostramos a aplicabilidade para o favorecimento da leitura da paisagem em ambientes urbanos e na tomada de decisão para escolhas de áreas favoráveis a expansão urbana. Como apresentação do processo de formação da paisagem de Álvares Machado, é exposto os aspectos fisiográficos (geomorfologia e pedologia) e histórico-sociais, baseando-se na escala geográfica do regional para o local. Portanto, a conjugação entre os aspectos teóricos e conceituais, associado às observações em campo e o uso de geotecnologias, a leitura da paisagem foi realizada de forma ampliada, sendo resultado do aumento do campo visual com a elaboração de elementos que compõem sistemas de informações geográficas. Enfim, o uso das técnicas de geoprocessamento, geomorfologia, planejamento e geografia, analisando os aspectos ambientais e urbanos, chegaram-se como proposta final, elementos que permitem auxiliar na tomada de decisão para uma melhor ocupação do relevo, indicando áreas favoráveis ou não a expansão urbana residencial.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento; planejamento; Geomorfologia; zoneamento; ambiental-urbano.

## **Abstract**

Alvares Machado is a municipality that is located in the Far West of the State of São Paulo, in the micro management of Presidente Prudente. It has a population of approximately 24,000 inhabitants. The attention given to Alvares Machado is based on the need to highlight the importance of using techniques that centralize planning and to articulate the environmental and urban, to avoid the basic problems that the city presents. We propose a study that can serve as a tool in the management and urban and environmental planning that will enable decision making for future areas for residential use. To this end, during the course of the work are presented the categories of geography (landscape and time), which form the foundation for understanding the formation processes of the physical and social environment. To understand the processes of formation of the topography and landscape, we direct the discussion to the concepts of Geomorphology (morphology, morphogenesis and morphodynamics). At another point, are presented reflections that combine geographical and geomorphological perspectives that bring the debate on urban environmental planning. About GIS and Geographic Information Systems, we show the applicability for the favor of reading the landscape in urban environments and decision making for favorable choices of areas to urban sprawl. As presentation of the process of shaping the landscape of Alvares Machado, is exposed to the physiographic features (geomorphology and pedology) and socio-historical, based on the geographical scale of the regional to the site. Therefore, the conjunction between the theoretical and conceptual aspects, coupled with field observations and the use of geo, reading the landscape was done on a broader scale, as a result of increased visual field with the development of elements that make geographic information systems. Finally, the use of GIS techniques, geomorphology, geography and planning, analyzing the environmental and urban, arrived as the final proposal, elements to assist in decision making for a better occupation of relief, indicating whether or not the favorable areas residential urban sprawl.

**Keywords:** GIS, planning, Geomorphology, zoning, environmental-urban.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização da área de estudo no município de Álvares Machado-SP....	14
Figura 2- Pontos de observação em campo.....	20
Figura 3 - Importação semântica para contatos das classes em geomorfologia.....	24
Figura 4 - Importação semântica para contatos das classes em solos.....	25
Figura 5 – Comparação pareada entre fatores <i>Fuzzy</i> .....	26
Figura 6 - Fases da produção do mapa síntese final (carta de zoneamento ambiental).....	27
Figura 7 - Representação das diferentes concepções de tempo.....	35
Figura 8 - Consequências da ação humana sobre a natureza no meio urbano..	54
Figura 9 - Estrutura geral de Sistemas de Informações Geográficas.....	62
Figura 10. Diagrama de Venn mostrando os resultados da aplicação de operadores de lógica booleana para dois ou mais conjuntos.....	68
Figura 11 - Diagrama de Venn ilustrando a diferença de fronteira entre um conjunto <i>Fuzzy</i> (A) e um conjunto <i>booleano</i> (B). Fonte: modificado de Burrough.....	69
Figura 12 - Funções Sigmoidal.....	70
Figura 13 - Funções Linear.....	71
Figura 14 - Ilustração da representação de informação semântica para contatos..	73
Figura 15 - Exemplificação do mapeamento de um contato inferido rígido para um contato <i>Fuzzy</i> .....	73
Figura 16 - Matriz de comparação pareada.....	75
Figura 17 - Limites da Bacia Sedimentar do Paraná no território brasileiro.....	81
Figura 18 - Coluna litoestratigráfica da Bacia do Paraná.....	82
Figura 19 - Geologia do extremo oeste paulista – destaque para o município de Álvares Machado.....	84
Figura 20 – Principais tipos de solos do Extremo Oeste Paulista.....	87
Figura 21 - Localização de Álvares Machado feito à mão no início do século XX..	90
Figura 22 - Localização de Álvares Machado (Brejão) no início do século XX, feito à mão para serem distribuídos aos imigrantes japoneses.....	90
Figura 23 - Expansão urbana na década de 1920.....	93
Figura 24 - Expansão urbana na década de 1930.....	94
Figura 25 - Expansão urbana na década de 1940.....	96
Figura 26 - Expansão urbana na década de 1950.....	97
Figura 27 - Expansão urbana na década de 1960.....	100
Figura 28 - Expansão urbana na década de 1970.....	102
Figura 29 - Expansão urbana na década de 1980.....	104
Figura 30 - Expansão urbana na década de 1990.....	106
Figura 31 - Expansão urbana na década de 2000.....	108
Figura 32 - Formação Adamantina em corte de estrada.....	111
Figura 33 - Argissolos em corte de estrada.....	111
Figura 34 - Perfil topográfico do espigão central divisor de águas.....	113
Figura 35 - Mapa Hipsométrico da área urbana de Álvares Machado-SP.....	114
Figura 36 - Mapa Geomorfológico da área urbana de Álvares Machado-SP.....	115
Figura 37 - Áreas de topo suavemente ondulados.....	116
Figura 38 - Mapa de Declividades da área urbana de Álvares Machado.....	117
Figura 39 - Mapa de Curvatura das Vertentes da cidade de Álvares Machado-SP...	118
Figura 40 - Erosão urbana em fundo de vale.....	119

Figura 41 - Esboço Pedológico da cidade de Álvares Machado-SP.....	121
Figura 42 - Esboço pedológico normalizado.....	123
Figura 43 – Mapa Geomorfológico normalizado.....	124
Figura 44 - Relevo ondulado a suavemente ondulado.....	125
Figura 45 - Características geomorfológicas da área de estudo.....	127
Figura 46 - Tipos de solos encontrados na área de estudo.....	130
Figura 47 - Voçoroca em área urbana na cidade de Álvares Machado.....	133
Figura 48 - Zoneamento ambiental urbano.....	135
Figura 49 - Áreas não favoráveis a expansão urbana.....	137
Figura 50 - Exemplos de áreas favoráveis a expansão urbana.....	139

### **Lista de Quadros**

Quadro 1. Escala de valores AHP para comparação pareada. Modificado do Tutorial do Spring, 2006.....	75
Quadro 2 - Principais sistemas de relevo presentes na UGRHI-22 (modificado do IPT, 1981).....	78
Quadro 3. Síntese dos compartimentos do relevo da área urbana de Álvares Machado-SP.....	141

### **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Autovetor e razão de consistência.....	26
Tabela 2 - Evolução da população (urbana e rural) de Álvares Machado (1970-2000).....	99

## Sumário

LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE QUADROS .....	7
LISTA DE TABELAS.....	7
<b>INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>11</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>29</b>
<b>REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO.....</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>77</b>
<b>CARACTERÍSTICAS DA PAISAGEM DE ÁLVARES MACHADO: ASPECTOS FISIOGRÁFICOS E HISTÓRICOS .....</b>	<b>77</b>
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>110</b>
<b>AVALIAÇÃO DE ÁREAS PARA EXPANSÃO URBANA NA CIDADE DE ÁLVARES MACHADO-SP .....</b>	<b>110</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>136</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>142</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>Err</b>

o! Indicador não definido.

## ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE QUADROS.....	7
LISTA DE TABELAS.....	7
I. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	11
II.OBJETIVOS.....	15
III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	16
CAPÍTULO 1.....	29
REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO .....	29
<b>1.1 A categoria Paisagem.....</b>	<b>30</b>
<b>1.2 O Tempo como categoria de análise para a interpretação do relevo.....</b>	<b>32</b>
1.2.1 A interpretação do relevo pelo tempo que escoia ao tempo que faz.....	36
<b>1.3 A Morfologia, Morfogênese e Morfodinâmica.....</b>	<b>38</b>
1.3.1 A Morfologia.....	39
1.3.2 A Morfogênese.....	40
1.3.3 A Morfodinâmica.....	42
<b>1.4 A Geomorfologia e o ambiente urbano.....</b>	<b>42</b>
1.4.1 Geomorfologia aplicada ao urbano.....	44
<b>1.5 Geografia e Geomorfologia no Planejamento Ambiental Urbano.....</b>	<b>46</b>
1.5.1 Planejamento (Ambiental Urbano).....	47
<b>1.6 Mapeamento geomorfológico e zoneamento ambiental urbano.....</b>	<b>52</b>
<b>1.7 As escalas de análise adotadas para o relevo de Álvares Machado.....</b>	<b>58</b>
<b>1.8 Geoprocessamento e Informações Geográficas.....</b>	<b>60</b>
1.8.1 Geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas.....	60
1.8.2 Representação de modelos de dados geográficos no computador.....	63
<b>1.9 Metodologias de análise espacial: alguns exemplos.....</b>	<b>65</b>
1.9.1 Lógica Booleana.....	67
1.9.2 Lógica Fuzzy.....	68

1.9.3 Importação Semântica (Semantic Import Approach) para contato de polígonos...	71
1.9.4 A técnica AHP –Processo Analítico Hierárquico (Analytical Hierarchy Process)...	73
CAPÍTULO 2 .....	77
CARACTERÍSTICAS DA PAISAGEM DE ÁLVARES MACHADO: ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E HISTÓRICOS.....	77
<b>2.1 A Geomorfologia no extremo oeste paulista.....</b>	<b>77</b>
<b>2.2 A Geologia no Extremo Oeste Paulista.....</b>	<b>80</b>
<b>2.3 A formação Pedológica no Extremo Oeste Paulista.....</b>	<b>84</b>
<b>2.4 Os pioneiros em Álvares Machado.....</b>	<b>88</b>
2.4.1 Os imigrantes japoneses.....	89
<b>2.5 O processo de expansão urbana.....</b>	<b>91</b>
CAPÍTULO 3.....	110
AVALIAÇÃO DE ÁREAS PARA EXPANSÃO URBANA NA CIDADE DE ÁLVARES MACHADO-SP .....	110
<b>3.1 As características locais de Álvares Machado.....</b>	<b>110</b>
<b>3.2 Área diagnóstico: inter-relação entre aspectos físicos e sociais.....</b>	<b>122</b>
<b>3.3 Zoneamento Ambiental Urbano de Álvares Machado.....</b>	<b>134</b>
<b>3.4 Avaliação de áreas para expansão urbana em Álvares Machado.....</b>	<b>136</b>
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	140
REFERÊNCIAS .....	142
Anexos .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## I. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A discussão em torno da temática ambiental em escala global é, até certo ponto, recente na história das sociedades. Por muitos séculos, a lógica de pensamento que prevaleceu e nos orientou, pairou acima da natureza, com a apropriação dos bens naturais como produto particular. Essa concepção estabeleceu uma relação de privilégio, em que o senso de responsabilidade sobre os recursos naturais esteve ausente do rol de preocupações da sociedade.

Esse tipo de pensamento ainda continua presente, seja no meio rural ou urbano. Neste trabalho, o meio urbano ocupa posição de destaque, entendendo que é neste ambiente que a intervenção na paisagem mostra seus mais catastróficos resultados, pois além de todos os impactos gerados aos recursos naturais, esta é a dimensão que mais tem expressado e sofrido as intensas modificações provocadas pela sociedade.

A procura pela construção de ambientes favoráveis aos anseios das sociedades, impulsionado pela busca de melhores níveis de qualidade de vida e desenvolvimento sócio-econômico, acarretou profundas transformações ao meio natural, impactando continuamente os recursos naturais. Esse fato, na maioria das vezes, é provocado pelo uso indiscriminado das técnicas que embasam e sustentam os padrões socioculturais adotados, responsáveis por alterar significativamente a paisagem.

Essa constante criação e recriação das paisagens urbanas, associada à falta de comprometimento e alienação que transita na atual sociedade e a padrões de desenvolvimento urbano que favorecem e legitimam interesses particulares, são práticas que contextualizam um período de crise social e que comprometem os recursos naturais. Porém, ao afetar a qualidade de vida das pessoas, despertou-se o interesse por questões ambientais mais amplas, especialmente nos espaços urbanos. Essa inquietação é vista nas comunidades científicas, administrações públicas, organizações não-governamentais e também na esfera privada. Já há algum tempo, um representativo volume de trabalhos de cunho técnico e científico vem sendo produzido<sup>1</sup>, mostrando o quanto o avanço da sociedade tecnificada,

---

<sup>1</sup> De forma governamental, a aprovação de leis e decretos de cunho ambiental ganha força na década de 1980. Como exemplo, no ano de 1986, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA)

associada à falta de planejamento e gestão, tem causado significativos danos ao ambiente.

De forma geral, percebe-se que a preocupação com a natureza começa a ganhar maior dimensão, bem como à necessidade por soluções para os problemas ambientais. Neste último aspecto, o entendimento dos problemas em ambientes urbanos e a compreensão dos fatos e soluções, necessitam hoje da integração do conhecimento de várias disciplinas e profissionais. A esta questão, com base nos conhecimentos geográficos, geomorfológicos e das ferramentas de Geoprocessamento, a presente dissertação visa contribuir na elaboração de elementos de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e na criação de uma proposta de zoneamento ambiental urbano como auxílio no planejamento e gestão para a expansão urbana do município de Álvares Machado-SP.

Álvares Machado é um município que se localiza no Extremo Oeste do Estado de São Paulo (Figura 1), na microrregião administrativa de Presidente Prudente e faz divisa com os municípios de Presidente Prudente, Presidente Bernardes, Pirapozinho, Tarabai e Alfredo Marcondes. A localização da área central da cidade está nas coordenadas 22°04'44" S e 51°28'19" W, com altitude de 475 metros em relação ao nível do mar. A área do município abrange 346.283 km<sup>2</sup>. Sua população é estimada em 23.779 habitantes (IBGE, 2009).

A atenção dispensada à Álvares Machado baseia-se na necessidade de evidenciar a importância do uso das técnicas para um planejamento que centralize e articule a dimensão ambiental e urbana, a fim de evitar problemas básicos que a cidade apresenta, como por exemplo: falta de infraestrutura básica (água, luz e esgoto), problemas de erosão (sulcos, ravinas e voçorocas), ausência de matas ciliares, despejo indevido de resíduos cloacais em córregos, áreas urbanas com pontos de enchente, ocupações em áreas indevidas, dentre outros.

O descaso com as questões ambientais é amplo, e a problemática que envolve os impactos gerados, muitas vezes, se mostra não só na natureza, mas também na sociedade que convive com esses problemas. Dessa forma, a maior parte dos problemas apontados, pode estar relacionado, dentre muitos outros

---

instituiu a obrigatoriedade do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, através da Resolução 001/86. Igualmente, em 1988, o *artigo 225* da Constituição Federal Brasileira, passou a tratar das questões ambientais com mais veemência.

fatores, - não somente este – com a falta de planejamento ambiental urbano adequado. Assim, torna-se impreterível uma atenção maior para as questões que envolvam o meio ambiente e sociedade nessa cidade. Portanto, é proposto um estudo que possa servir como um instrumento no processo de gestão e planejamento ambiental urbano e que possibilite a tomada de decisão para futuras áreas para uso residencial.

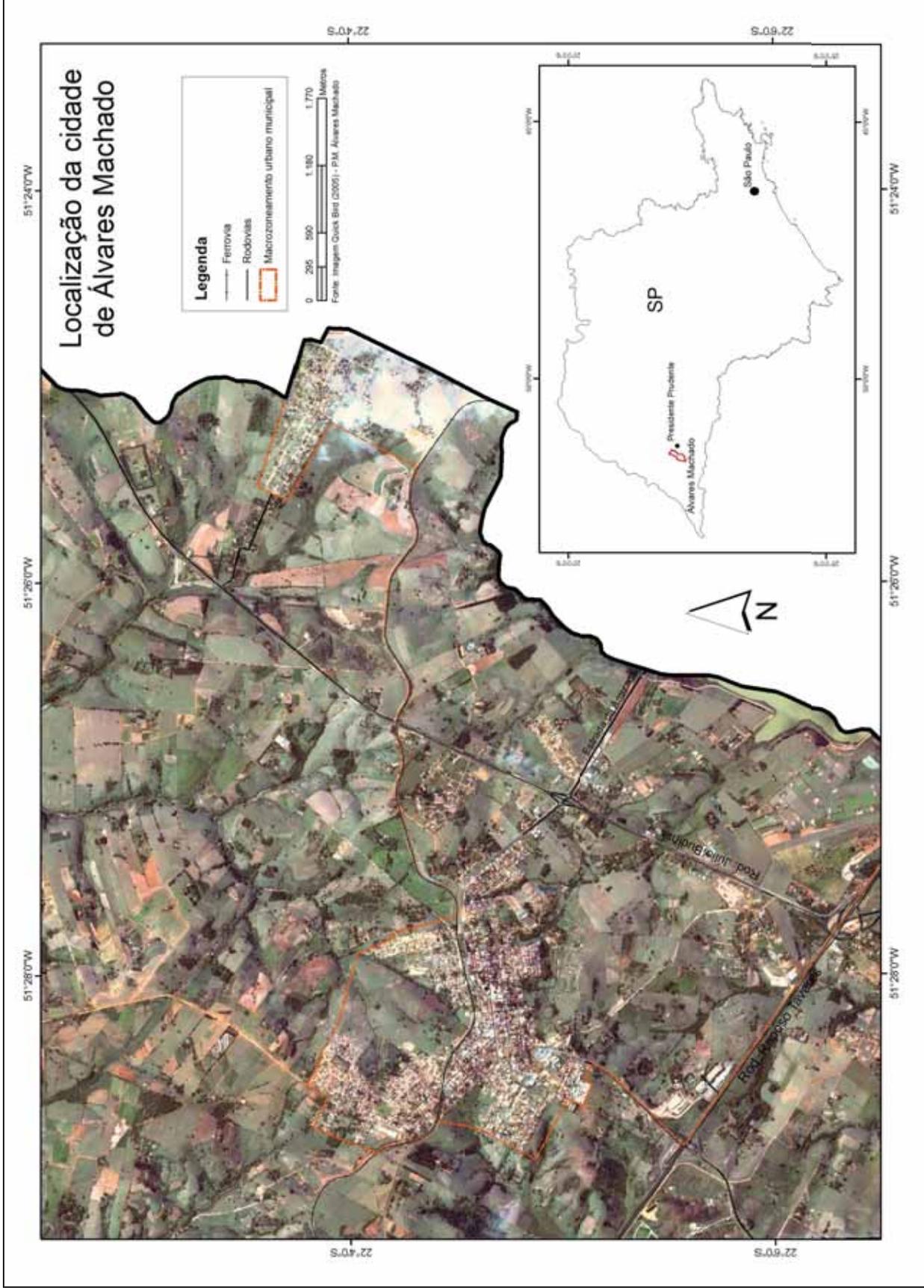


Figura 1 - Localização da área de estudo no município de Álvares Machado-SP

## II. OBJETIVOS

Diante do exposto, o objetivo geral desta pesquisa centrou-se no fornecimento de elementos de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), baseado em caracteres ambientais urbanos, como suporte às questões concernentes ao planejamento e gestão ambiental urbana para a avaliação de áreas de expansão urbana residencial em Álvares Machado (SP).

Com o intuito de atingir esse objetivo, alguns objetivos específicos foram traçados:

- Contextualizar a dinâmica de formação do relevo na região do município de Álvares Machado para entender a configuração atual da paisagem;
- Verificar a estrutura superficial do relevo para identificar e delimitar os principais compartimentos (topos, vertentes e planícies aluviais), bem como caracterizá-los segundo sua favorabilidade a ocupação urbana residencial;
- Verificar os tipos de solos presentes na área da pesquisa para caracterizá-los segundo sua favorabilidade a ocupação urbana residencial;
- Elaborar mapas temáticos (geomorfologia, solos, declividade, morfologia das vertentes e hipsometria) e Modelos Numéricos do Terreno (MNT) (distância de áreas urbanas, distância de ferrovia, áreas de proteção permanente, matas residuais ou remanescentes e declividade acima de 20%), a fim de elaborar elementos de um SIG;
- Elaborar a carta de zoneamento ambiental urbano da referida área de estudo.

### III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para que os objetivos propostos fossem efetivamente alcançados, foi necessário a realização de procedimentos que conduziram e orientaram a temática deste estudo. Desta forma, nesta secção, são apresentados os procedimentos metodológicos adotados.

1 – Levantamento bibliográfico de autores que fundamentam o tema abordado. Esta primeira etapa teve como princípio solidificar o desenvolvimento do conhecimento científico, que através de leituras e análises dos textos, se constituiu como base para a discussão e o aprofundamento teórico-conceitual;

2 – Como um segundo momento do trabalho e posteriormente ao conhecimento dos conceitos e fundamentos que referendam a pesquisa, partiu-se para a realização dos trabalhos de campo. Ao todo, foram feitos 4 trabalhos de campo, sendo que o primeiro visou conhecer as bases de dados disponibilizados pela prefeitura municipal e os projetos existentes relacionados as questões de planejamento e gestão. Nesta visita, a prefeitura repassou um banco de dados gdb (*geodatabase*), que contém uma variada quantidade de informações em formato shp (*shapefile*) necessários para a geração dos documentos cartográficos.

Dando continuidade aos trabalhos de campo, foram realizadas mais três visitas a cidade. Depois de elaborados alguns documentos cartográficos baseados nas informações do banco de dados (geomorfológico, solos, hipsométrico, declividade e curvatura da vertente), foi necessário corrigir e averiguar a veracidade das informações mapeadas, a fim de apreender maior rigor e precisão. Ainda, foi possível captar diversas fotografias, demarcar pontos de GPS (*Global Positioning System*), anotações e observações dos tipos de solos, processos erosivos, litologia, feições geomorfológicas (topos, vertentes, fundos de vale, terraços, colos), hidrografia, usos do solo, declividade e outros fatores que por ventura poderiam ser usados no trabalho.

3 – Por fim, a terceira e última etapa, preocupou-se com a elaboração dos documentos cartográficos e com a construção das informações geográficas espaciais. Ambos os procedimentos foram executados durante todo o decorrer da pesquisa e passaram por inúmeras revisões.

A construção do Mapa Hipsométrico foi realizado no software *Arcgis* 9.3. Depois de importar para o *software* as curvas de nível com equidistâncias de 5 metros, criou-se, através do interpolador *TIN* (grade triangular) na ferramenta *Create/modify TIN*, uma grade numérica. Criado o *TIN*, elaborou-se um modelo digital do terreno (MDT) com exagero vertical e que posteriormente foi fatiado em classes altimétricas.

O Mapa de Declividades também foi gerado no *software Arcgis*. Depois de criado o *TIN* citado, através da função *Slope* na ferramenta *3D Analyst*, executou-se o processo de forma automática. O fatiamento das classes foi realizado de acordo com metodologia adaptada do trabalho de Nunes, Samizava e Kaida (2005) e Nascimento, Lima e Santos (2009), com fatiamento em porcentagens de 0-3; 3-6; 6-12; 12-20 e  $\geq 20\%$ .

Para ser usado na operação *Fuzzy* e *Booleana*, este mapa foi refeito no *software Idrisi Andes*, já que o *Arcgis* não aceita modelos numéricos - somente os formatos matricial (GeoTIFF/TIFF) e vetorial. Inseridas as curvas de nível, foi gerado um *TIN* e, posteriormente, através da função *Slope*, foi criada a base de declividades para ser usada na elaboração do *Fuzzy* de declividade. Todavia, como o *ArcGis* possui um acabamento gráfico melhor, o mesmo foi adotado para a representação gráfica do Mapa de Declividade, restringindo o uso do *Idrisi* apenas para o cruzamento de informações.

O Mapa de Curvatura das Vertentes também foi gerado no *software Arcgis*, com base nas informações do MNT (Modelo Numérico do Terreno) e levando em consideração o valor altimétrico identificado em cada *pixel*. A ferramenta *Curvature* 3D executou uma varredura das informações do terreno, resultando em um arquivo temático com informações negativas e positivas sobre o terreno. Neste caso, as informações negativas correspondem às curvaturas côncavas do terreno, os valores zero às vertentes retilíneas e os positivos às vertentes convexas. Este documento auxiliou na conferência das informações observadas no processo de aerofotointerpretação estereoscópica dos tipos de vertentes, bem como na identificação dos canais de escoamento d'água, com direção ou divergência de fluxos superficiais. Esse procedimento foi importante para a observação dos fluxos que convergem em determinado local e que podem ocasionar erosões.

A elaboração do Mapa Geomorfológico seguiu a metodologia proposta por Nunes (2002), através da aerofotointerpretação estereoscópica do relevo.

Num primeiro momento, foram selecionadas as fotografias aéreas que compõem a área de estudo. Para a cidade de Álvares Machado, foram utilizadas 13 fotografias na escala 1:20.000 das faixas 68 (fotos 32, 33, 34 e 35), 69 (fotos 62, 63, 64 e 65) e 70A (fotos 95, 96, 97, 98 e 99). Para o procedimento da aerofotointerpretação, um estereoscópio de espelhos da marca TOPCOM foi utilizado.

Foram extraídas as seguintes feições morfológicas:

- Canais de drenagens e represas;
- Divisores de água;
- Topos das colinas;
- Planícies aluviais;
- Cabeceiras de drenagem em anfiteatros;
- Colos;
- Terraços fluviais;
- Morfologias das vertentes côncavas, convexas e retilíneas;
- Morfologias dos fundos de vale em “V” ou em “berço”.

As feições geomorfológicas extraídas foram transferidas para a Base Digital Planoaltimétrica do município de Álvares Machado por intermédio de uma simples justaposição destas feições sobre uma carta topográfica na escala 1:20.000 (impressa da base de dados fornecida pela prefeitura) obedecendo à rede de drenagem.

Para a reprodução das formas em ambiente digital, o *software Arcgis 9.3* novamente foi aplicado. Foram extraídas as feições de acordo com o *overlay* e transformadas em *shapes* (polígonos, linhas e pontos) georreferenciados através de pontos de controle.

Depois de digitalizadas todas as formas, foi realizado a arte final no *Arcgis 9.3* para a impressão do mapa. É importante ressaltar, que a averiguação das formas foi feita durante os trabalhos de campo, já citados no item 2.

Para ser utilizado no *Spring* (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), os polígonos (topos, vertente e planície aluvial) foram transferidos separadamente para este *software*, no quais foram gerados planos de

informações separados. Na sequência, foram produzidos mapas de distâncias (MNT) de cada unidade variável (topo, vertente e planície aluvial), reescalados para um valor numérico que, posteriormente, foram utilizadas na geração do Mapa Geomorfológico Normalizado *Fuzzy*, através da função de importação semântica aplicada no *Spring*.

O Esboço pedológico teve como principal base metodológica os trabalhos de Dematê (2009) e os trabalhos de campo realizados para o reconhecimento dos diferentes tipos de solo. Baseado em Dematê (2009), existem diversas formas de observação dos solos, porém, destacam-se três: pontual, espacial e longitudinal. Para se chegar ao resultado esperado, fez-se uma junção das três observações<sup>2</sup>. Outro aspecto importante que auxiliou na elaboração deste esboço, foi a utilização dos mapas geomorfológico, de declividade, hipsometria, curvatura da vertente, fotografias aéreas, imagens de satélite (*Quick Bird*), do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (1999) na escala 1:500.00 e do Levantamento Semidetalhado dos Solos da Bacia do Rio Santo Anastácio (1977), na escala 1:50.000.

Previamente, foram observadas, nas bases cartográficas, áreas potenciais para determinados tipos de solos. No campo, essas áreas foram fotografadas e demarcadas as coordenadas geográficas do local via GPS, num total de 22 pontos (Figura 2). Foram identificados solos profundos, solos pouco profundos a rasos, além dos solos em planícies aluviais. Enfim, para um resultado esperado, fez-se a compilação de metodologias de criação de mapas esquemáticos e mapas exploratórios de Dematê (2009)<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> A observação de um perfil de solo refere-se a *análise pontual*. Já na *análise longitudinal*, observa-se a variação do solo ao longo de uma vertente, levando em conta a mudança de altitude e distâncias no terreno. A análise através da *observação espacial* prioriza a aferição através de áreas por uma junção de observações pontuais e longitudinais.

<sup>3</sup> Segundo Dematê (2009), nos mapas esquemáticos, além da compilação de informações já existentes, ocorre a extrapolação de dados e deduções por correlações entre os diversos fatores de formação do solo. Incluem as interpretações das inter-relações de clima, vegetação, geologia e relevo na definição de classes de solo numa determinada área. Nos exploratórios, as classes de solos são identificadas em campo, através da observação e amostragem em pontos pré-estabelecidos, ao longo de percursos traçados previamente, de acordo com feições da paisagem e aspectos fisiográficos. Usa-se muito a extrapolação neste tipo de levantamento, portanto, as observações são feitas a grandes intervalos.

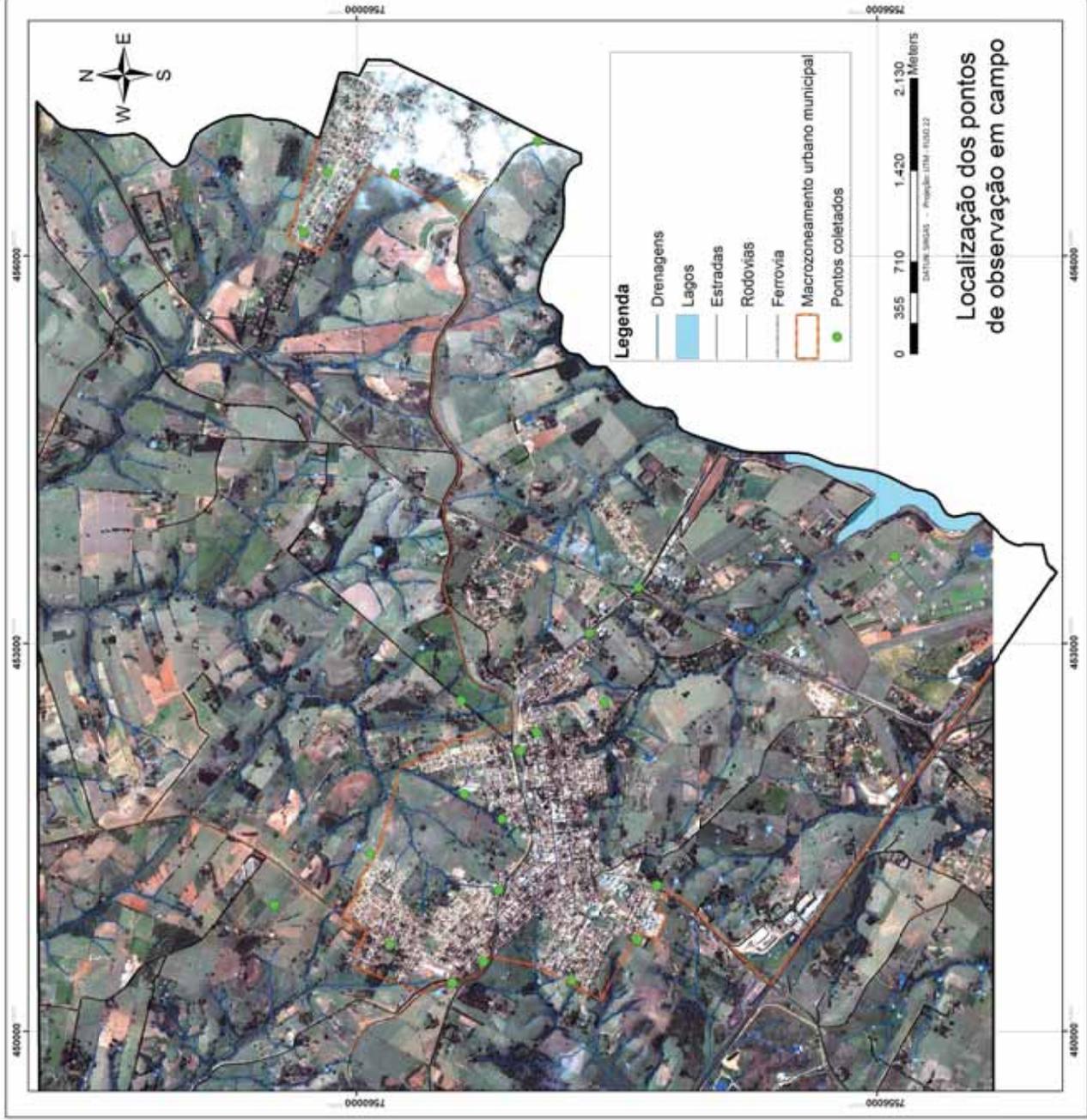


Figura 2- Pontos de observação em campo

A princípio, este mapa foi produzido no *software ArcGis*, em que delimitou-se cada classe de solo através da sobreposição das informações descritas. Foram gerados polígonos para cada classe numa base referenciada, resultando, assim, um esboço das classes de solos.

Para a padronização das informações das classes de solos para posterior uso na aplicação da função *Fuzzy*, foi utilizado o mesmo procedimento do mapa geomorfológico normalizado *Fuzzy*, no Spring.

Para a elaboração da carta de Zoneamento Ambiental Urbano, utilizou-se à lógica *Fuzzy*, lógica *booleana*, importação semântica e AHP (*Analytic Hierachy Process*) como suporte aos procedimentos de análise espacial e para a criação de um ambiente que represente áreas favoráveis ou não à expansão urbana em Álvares Machado. Para tanto, esses procedimentos foram divididos em:

- Definição de critérios;
- Padronização dos critérios para intervalo numérico de 0 a 255;
- Cruzamento dos critérios.

#### *Definição de critérios*

Os critérios necessários para a criação da carta de zoneamento ambiental urbano de Álvares Machado, produto final na avaliação de áreas para expansão urbana, foram definidos por caracteres favoráveis ou não-favoráveis. De acordo com Weber e Hasenack (2000, p.5),

um critério é uma base mensurável e avaliável para uma decisão, e pode constituir um fator ou uma restrição. Restrições são aqueles critérios que cerceiam ou limitam a análise em foco a regiões geográficas específicas, constituindo-se normalmente mapas *booleanas* com classes do tipo apto/ não apto.(...) Fatores, por outro lado, são critérios que definem alguns grau de aptidão para a área considerada.

Neste caso, critérios não-favoráveis são representados por limitações legais e ou ambientais e que não podem ou que possuem alguma restrição quanto à ocupação para fins de expansão urbana. Os critérios favoráveis são áreas que apresentam graus de favorabilidade para a área considerada.

Os critérios *não-favoráveis* foram:

- Distâncias maiores que 3000 metros de outros equipamentos urbanos: A implantação de loteamentos urbanos em áreas distantes de regiões que já possuem infraestrutura básica, encarece a obra e aumenta o custo no deslocamento da população para outras áreas. Utilizou-se 3000 mil metros com base no trabalho de NASCIMENTO, LIMA E SANTOS (2009);
- Áreas de Proteção Permanente (APP) de 30 metros. Os córregos da área de estudo não ultrapassam 10 metros de largura. Legalmente são áreas impróprias para qualquer tipo de intervenção de caráter residencial, comercial ou industrial<sup>4</sup>;
- Distância mínima de 15 metros de cada lado da ferrovia, baseado na LEI Nº 6.766/79.
- Declividades superiores a 20%. De acordo com a lei municipal, é proibido qualquer construção acima dos 30% de declividade, porém, adotou-se os 20% por concordar que esta porcentagem preserva tanto áreas ambientais como diminui o risco de construções urbanas mal projetadas virem a ruir pelo elevado índice de inclinação;
- Solos hidromórficos, por em sua maioria se encontrarem em áreas de APP;
- Áreas de planície aluvial, também por se encontrarem em áreas de APP;
- Áreas de matas remanescentes ou residuais.

Os critérios que apresentam *graus de favorabilidade* são:

- Declividades menores que 20%. A topografia mais suave permite uma maior facilidade de implantação de equipamentos de infraestrutura urbana;

---

<sup>4</sup> Até o momento de conclusão deste trabalho, o novo Código Florestal Brasileiro não havia sido aprovado, o qual pretende mudar a metragem das áreas de APP dentre outras variáveis.

- Geomorfologia (área de topos e vertentes). Estes terrenos, normalmente, são considerados mais favoráveis para a instalação de loteamentos urbanos;
- Solos (Latosolo, Argissolo e Neossolo). Foram adotados valores para cada tipo de solo, em que solos mais profundos indicam, muitas vezes, melhor capacidade para receber equipamentos urbanos;
- Distância da área urbana (menor que 3000 metros). Desde que menor que o valor limitado, quanto mais próximo de equipamentos urbanos, mais favorável se tornam os locais<sup>5</sup>.

Os critérios descritos, antes de serem utilizados no cruzamento das informações, foram reescalados para um intervalo numérico comum, conhecido como padronização.

#### *Padronização de critérios*

Para que os mapas e as informações possam ser cruzados, estes precisam estar em um mesmo formato de unidade temática, no caso a numérica para o *software Spring* e matricial para o *software Idrisi Andes*. Para que cada informação seja numérica ou matricial, é preciso criar mapas de distância para cada variável a ser mapeada. Após cada variável transformar-se em unidade temática numérica ou matricial, estas, por sua vez, são reescaladas na variação numérica de 0-255<sup>6</sup>, através das funções de pertinência *Fuzzy* (equações lineares ou sigmoidais).

Utilizou-se de rotinas de processamento em linguagem de programação no *Spring* e no *Idrisi Andes* por meio de equações lineares e sigmoidais, ponderando-as de acordo com os seguintes critérios adotados:

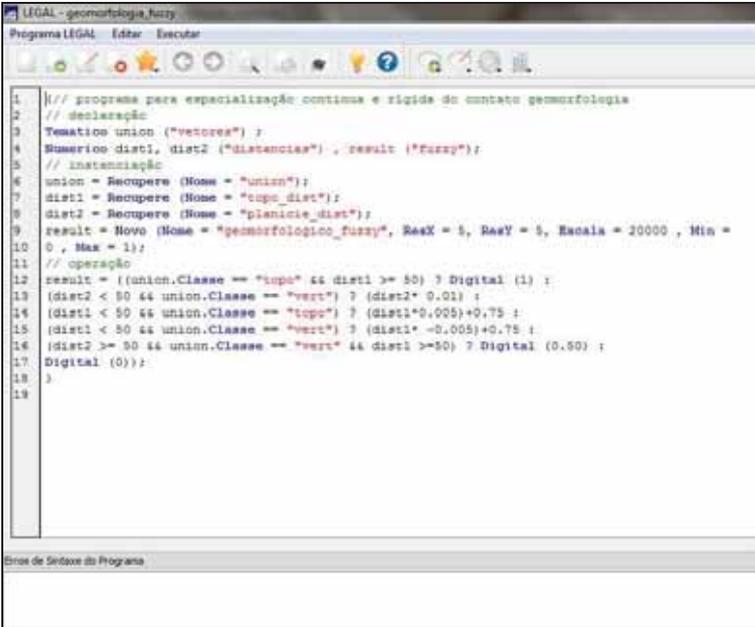
- Declividade *Fuzzy*: pela função sigmoidal decrescente, ponderaram-se declividades no ponto “c” de 5% e no ponto “d” de 20%;

---

<sup>5</sup> Sugere-se a leitura de Zmitrowicz e De Angelis Neto *Infra-estrutura Urbana* (1997) para o conhecimento sobre os custos de implantação de loteamentos urbanos.

<sup>6</sup> Valor zero ou quanto mais próximo desse valor, menos favorável será o local.

- Distância da área urbana *Fuzzy*: através de função linear decrescente, ponderaram-se áreas favoráveis de até 3000m de outras áreas urbanas;
- Área de Proteção Ambiental (APP) *booleana*: ponderou-se em favorável e não-favorável de acordo com caracteres legais de 30 metros para córregos com menos de 10 metros de largura;
- Ferrovia *booleana*: ponderou-se em favorável e não-favorável, de acordo com caracteres legais de 15 metros para além da ferrovia;
- Declividade *booleana*: ponderou-se em favorável e não-favorável para declividades maiores ou iguais a 20%;
- Matas residuais ou remanescentes: ponderou-se em favorável (áreas sem mata) e não-favorável (áreas com matas residuais ou remanescentes);
- Mapa geomorfológico *Fuzzy*<sup>7</sup>: ponderou-se cada feição do mapa (topo, vertente e planície aluvial) através da Importação Semântica *Fuzzy*, associado à função *booleana*. Áreas de topos e vertentes foram consideradas favoráveis, porém, os topos tiveram uma favorabilidade maior. Já as planícies foram ponderadas como não-favoráveis (Figura 3);



```

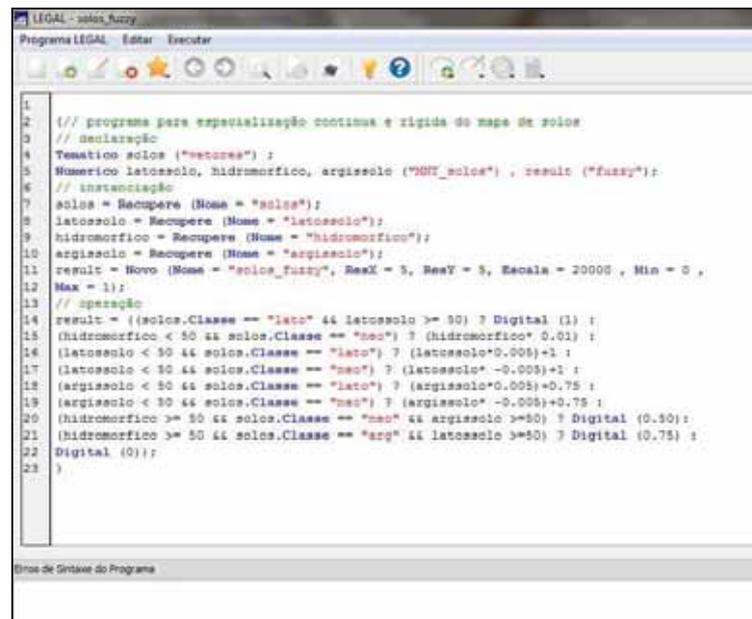
1  |// programa para especialização contínua e rígida do contato geomorfológico
2  |// declaração
3  |Tematico union ("vetores") ;
4  |Numerico dist1, dist2 ("distancias") , result ("fuzzy");
5  |// Instanciação
6  |union = Recupere (Nome = "union");
7  |dist1 = Recupere (Nome = "topo_dist");
8  |dist2 = Recupere (Nome = "planicie_dist");
9  |result = Novo (Nome = "geomorfologico_fuzzy", ResX = 5, ResY = 5, Escala = 20000 , Min =
10 | 0 , Max = 1);
11 |// operação
12 |result = ((union.Classe == "topo" && dist1 >= 50) ? Digital (1) :
13 | (dist2 < 50 && union.Classe == "vert") ? (dist2* 0,01) :
14 | (dist1 < 50 && union.Classe == "topo") ? (dist1*0,005)+0,75 :
15 | (dist1 < 50 && union.Classe == "vert") ? (dist1* -0,005)+0,75 :
16 | (dist2 >= 50 && union.Classe == "vert" && dist1 >=50) ? Digital (0,50) :
17 | Digital (0));
18 |
19 |

```

Figura 3 - Importação semântica para contatos das classes em geomorfologia

<sup>7</sup> Neste caso utilizou-se do software Spring 9.3, através de uma rotina de programação em linguagem Legal.

- Esboço Pedológico<sup>8</sup>: ponderou-se cada tipo de solo no mapa (Latosolo, Argissolo, Neossolo e Hidromórfico) através de importação semântica *Fuzzy* associado à lógica *booleana* (Figura 4). Latossolos tiveram uma ponderação mais favorável, seguida de Argissolos e posteriormente Neossolos. Os solos Hidromórficos tiveram ponderação não-favorável.



```

1
2 // programa para especialização contínua e rígida do mapa de solos
3 // declaração
4 Tematico solos ("vetores") ;
5 Numerico latossolo, hidromorfico, argissolo ("MNT_solos" , result ("fuzzy"));
6 // instanciação
7 solos = Recuperar (Nome = "solos");
8 latossolo = Recuperar (Nome = "latossolo");
9 hidromorfico = Recuperar (Nome = "hidromorfico");
10 argissolo = Recuperar (Nome = "argissolo");
11 result = Novo (Nome = "solos_fuzzy", ResX = 5, ResY = 5, Escala = 20000 , Min = 0 ,
12 Max = 1);
13 // operação
14 result = ((solos.Classe == "lato" && latossolo >= 50) ? Digital (1) :
15 (hidromorfico < 50 && solos.Classe == "neo") ? (hidromorfico* 0.01) :
16 (latossolo < 50 && solos.Classe == "lato") ? (latossolo*0.005)+1 :
17 (latossolo < 50 && solos.Classe == "neo") ? (latossolo* -0.005)+1 :
18 (argissolo < 50 && solos.Classe == "lato") ? (argissolo*0.005)+0.75 :
19 (argissolo < 50 && solos.Classe == "neo") ? (argissolo* -0.005)+0.75 :
20 (hidromorfico >= 50 && solos.Classe == "neo" && argissolo >=50) ? Digital (0.50) :
21 (hidromorfico >= 50 && solos.Classe == "arg" && latossolo >=50) ? Digital (0.75) :
22 Digital (0));
23

```

Figura 4 - Importação semântica para contatos das classes em solos

#### *Atribuição dos pesos das variáveis pelo processo de análise hierárquica – Analytic Hierachy Process (AHP)*

Após cada fator temático ter sido modelado para um fator numérico *Fuzzy* (Esboço pedológico *Fuzzy*, Geomorfológico *Fuzzy*, Declividade *Fuzzy* e Distância da área urbana *Fuzzy*), foram atribuídos novos pesos, através de uma matriz de comparação pareada, margeada de acordo com o grau de importância relativa entre os fatores, aplicando-se valores pré-estabelecidos. Depois comparados os fatores por meio da ferramenta *Weight*, no *Idrisi Andes* (Figura 5), foi gerado um índice de consistência e um valor de peso para cada fator *Fuzzy*, inserido de acordo com os pesos adotados (Tabela 1).

<sup>8</sup> Neste caso utilizou-se do software Spring 9.3, através de uma rotina de programação em linguagem Legal

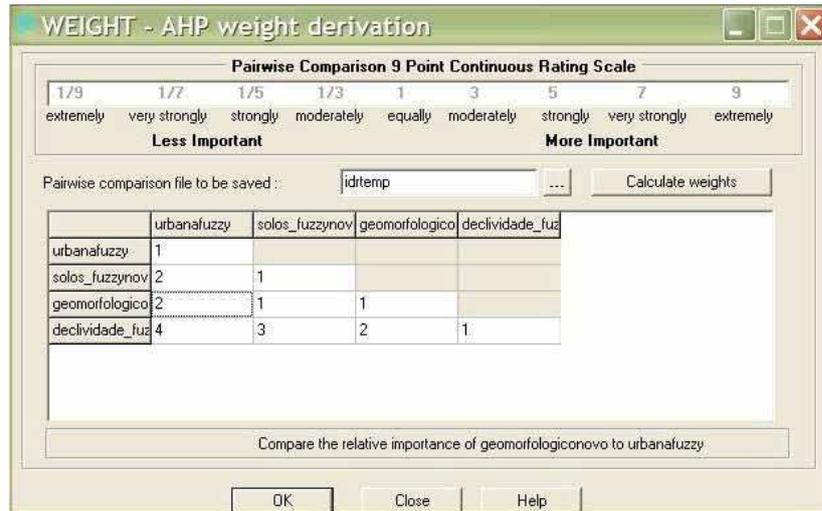


Figura 5 – Comparação pareada entre fatores *Fuzzy*

Tabela 1 - Autovetor e razão de consistência

Autovetor de pesos		Razão de consistência
Declividade_fuzzy	0.4804	0.02
Urbana_fuzzy	0.1079	
Geomorfologico_fuzzy	0.2158	
Solos_fuzzy	0.1959	
		Consistência aceita

Para a geração do mapa de áreas favoráveis, foi preciso realizar uma combinação dos fatores pelo seu peso através de uma combinação linear ponderada. Este processo foi executado pela calculadora do *Idrisi Andes*, que permite a inserção e multiplicação de imagem (vetorial) por um valor numérico. Portanto, cada fator (imagem vetorial) é multiplicado pelo seu peso e somado a outro fator.

**Função favorável *fuzzy*** =  $([declividade\_fuzzy]*0.4804)+([urbana\_fuzzy]*0.1079)+([geomorfologico\_fuzzy]*0.2158)+([solos\_fuzzy]*0.1959)$

Os fatores *booleanos* (imagens vetoriais) também foram multiplicados entre si na calculadora do *Idrisi Andes*, gerando assim uma única área de restrições.

**Função não favorável *booleana*** =  $[mata\_booleana]*[app\_booleana]*[declividade\_booleana]*[ferrovia\_booleana]$

Para a geração do resultado final (carta de zoneamento ambiental), multiplicou-se a **função favorável Fuzzy** (imagem vetorial) com a **função não-favorável booleana** (imagem vetorial).

O processo de montagem do banco de dados, fator base para a criação de um SIG, passou por diversos caminhos, perpassando desde a coleta de informações em campo e junto à prefeitura municipal, além do trabalho realizado em gabinete. A partir das informações levantadas, foi possível a criação do banco de dados, nas quais foram contempladas todas as informações pertinentes para a geração do produto final (Figura 6).

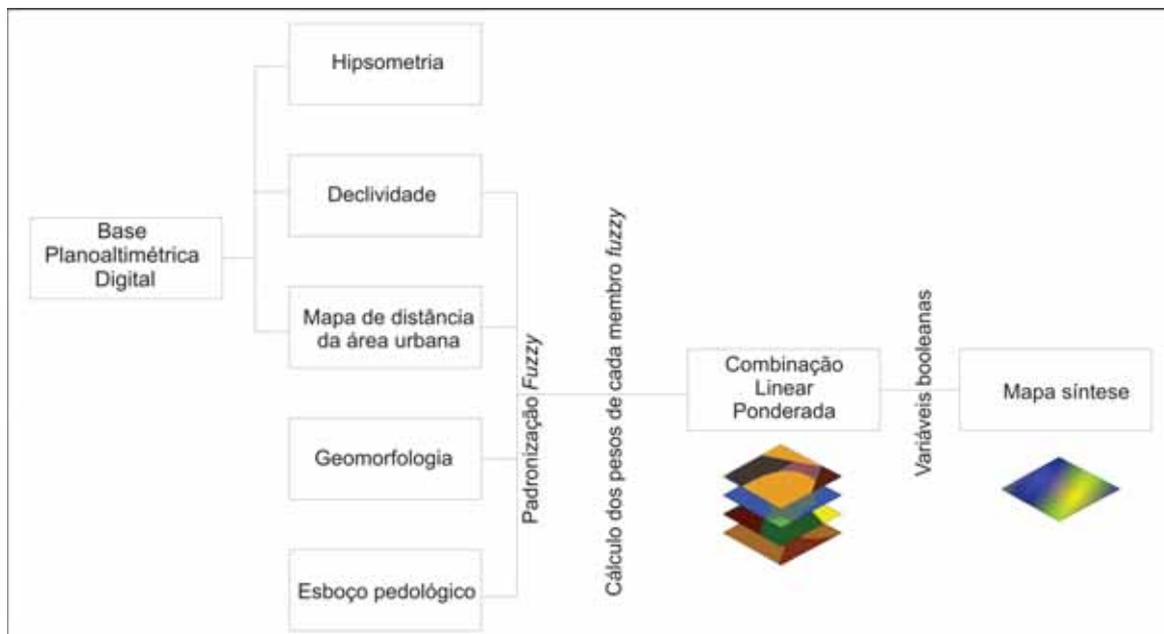


Figura 6 - Fases da produção do mapa síntese final (carta de zoneamento ambiental)

Após a elaboração da carta de zoneamento ambiental urbano, foram elaboradas associações com fotos captadas em campo sobre as áreas favoráveis e não-favoráveis a expansão urbana, demonstrando assim as regiões com maiores possibilidades de ocupação urbana.

# CAPÍTULO

# 1

## CAPÍTULO 1

### REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

---

O desígnio deste capítulo é realizar uma discussão, de forma sucinta, sobre os referenciais teórico-metodológicos que orientam essa pesquisa. Assim, esta secção visa elucidar, com clareza e objetividade, os fundamentos que balizaram a temática desse estudo.

Num primeiro momento, trazemos a discussão para as categorias da Geografia (paisagem e tempo), entendendo-as como alicerces que encaminham a compreensão sobre os processos de formação social e físico do meio.

Em um segundo momento, direcionamos o debate para a interpretação de alguns conceitos basilares para a Geomorfologia (morfologia, morfogênese e morfodinâmica), na intenção de compreender os processos de formação do relevo e da paisagem em Álvares Machado.

No terceiro momento, trazemos a contribuição da Geomorfologia nos estudos urbanos. Estamos nos referindo a uma Geomorfologia de caráter geográfico, voltada para a discussão das questões ambientais presentes no ambiente urbano, que fornece subsídios à decisões, possibilita diferentes leituras da paisagem alterada e que auxilia no desenvolvimento de soluções práticas para fins de expansão urbana. Neste mesmo momento, são apresentadas algumas reflexões que associam perspectivas geomorfológicas e geográficas que trazem o debate sobre o planejamento ambiental urbano.

Por fim, na quarta e última parte deste capítulo, discutimos Geoprocessamento e SIG e sua possível aplicabilidade para o favorecimento de uma leitura da paisagem em ambientes urbanos e na tomada de decisão para escolhas de áreas favoráveis a expansão urbana.

## 1.1 A categoria Paisagem

Para muitos, a paisagem é entendida como algo visível, sólido e mensurável, assim como um quadro que retrata uma bela imagem histórica, desprovida de movimento e concebida de maneira estática. Porém, ao contrário dessa perspectiva, acreditamos que a paisagem representa processo, funcionalidade e movimento (SUERTEGARAY, 2000 e NUNES, *et al*, 2007), e é através desta concepção que encaminharemos as próximas linhas.

Com relação ao conceito de paisagem, Rodriguez (1984) *apud* Polette (1999), aborda-o de diferentes formas, sendo muito difundido na literatura geográfica:

A palavra paisagem, em sua tradução alemã (*die landschaft*), se introduziu na literatura geográfica em 1805 por A. Hommeyeren, entendendo por isto a soma de todas as localidades observadas de um ponto alto, e que representa a associação de localidades situadas entre as montanhas, bosques e outras partes significativas da Terra. Paisagem foi então introduzida como um termo geográfico científico no início do século XIX por A. Von Humboldt, um grande pioneiro da geobotânica e da geografia física, que a definiu como “*Der Totalcharakter einer Erdgegend*” - ou seja, as características totais de uma região da Terra. (POLETTE, 1999, p. 86)

Em meados do século XIX, o conceito de paisagem (*Landschaft*) esteve associado a critérios científicos alemães. No início século XX, esse mesmo termo era utilizado de forma ampla pelos geógrafos alemães, os quais atribuíam a esse conceito, aspectos visíveis e concretos da realidade geográfica. Somente com o passar do tempo, foram atribuídos ao conceito elementos de ordem antrópica (CASSETI, 2005).

Com o tempo, o conceito de paisagem passou a abrigar diferentes interpretações. Passarge (1912; 1922) abordava a paisagem a partir de sua fisiologia. Troll (1950), ao dar ênfase aos problemas de ordenação ambiental do espaço, atribuía à paisagem uma “combinação dinâmica de elementos físicos e humanos, conferindo ao território uma fisionomia própria, com habitual repetição de determinados traços” (CASSETI, 2005, não paginado).

Deffontaines (1973) acreditava que “o estudo da paisagem, fisionômica e qualitativa, é o ponto de partida para a análise dos fatos numa perspectiva sistêmica, assimilando-a a uma “unidade territorial”” (CASSETI, 2005, não paginado).

Tricart (1957), na criação do conceito de balanço morfogenético, considerou a dinâmica da paisagem como um sistema de classificação. Tricart (1979) estimulou a discussão entre paisagem e ecologia sob o viés de uma abordagem sistêmica. “Paisagem e ecossistema tratam de “naturezas diferentes”. Enquanto a primeira nasce concreta e tardiamente adquire dimensão sistêmica, a outra que não possui dimensão, não pode ser materializável” (CASSETI, 2005, não paginado).

Para Bertrand (1968), paisagem é definida como:

[...] determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, bióticos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da mesma um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 1968, apud, CASSETI, 2005, não paginado).

Para Bertrand, (1998) apud Nunes (2006, p.3), o estudo da paisagem deve ser “instrumento não apenas científico, como também de diálogo, pois a paisagem é heterogênea e diversificada. Ela é o local onde as pessoas vivem e se identificam, e onde estão seu patrimônio, sua identidade e suas histórias”.

Milton Santos (1988) ao tratar dessa mesma discussão, entendeu a paisagem como a materialização das relações entre a sociedade e a natureza, sendo a paisagem o passado, e o espaço o presente projetando o futuro. Contudo, em outra obra, Santos (1996) percebeu que a paisagem não é só forma (estática), mas também conteúdo (funcionalidade), compreendendo a paisagem como uma “historia congelada, mas que participa da historia viva”, atribuindo a paisagem funcionalidade (NUNES, 2006, p.4).

Suertegaray (2001), ao descrever sobre a paisagem, afirma que:

De nosso ponto de vista, percebemos paisagem como um conceito operacional, ou seja, um conceito que nos permite analisar o espaço geográfico sob uma dimensão, qual seja o da conjunção de elementos naturais/tecnificados, socioeconômicos e culturais. Ao optarmos pela análise geográfica a partir do conceito de paisagem, poderemos concebê-la como forma (formação) e funcionalidade (organização). Não necessariamente entender forma-funcionalidade como uma relação de causa e efeito, mas percebendo-a como um processo de constituição/reconstituição de forma na sua conjunção com a dinâmica social. Neste sentido, a paisagem pode ser analisada como a materialização das condições sociais de existência diacrônica e sincronicamente. Nela poderão persistir elementos naturais, embora já transfigurados (ou natureza artificializada). O conceito de paisagem privilegia a coexistência de objetos e ações

sociais na sua face econômica e cultural manifesta (SUERTEGARAY, 2000 p. 22).

Nunes (2002), baseado nos pressupostos mencionados acima e analisando a paisagem a partir da escala do lugar (fundamental nesse caso para uma análise geográfica da paisagem de Álvares Machado), considerou a paisagem como um espaço geográfico produzido, em que os processos de ocupação ao longo dos anos refletem a um determinado momento histórico, econômico, social, cultural e ambiental.

Numa leitura mais detalhada sobre a paisagem de Álvares Machado, observando-a a sua forma (morfologia) e as suas representações socioespaciais (significado das formas), é possível identificar e entender como esta paisagem foi sendo modificada, criada e recriada ao longo da história. Nela, foram concretizadas as manifestações sociais sobre os elementos naturais, em que, na maioria das vezes, predominaram os aspectos sócio-econômicos em detrimento dos ambientais.

Diante de paisagens e ambientes degradados presentes na cidade de Álvares Machado, assim como na necessidade de ocupação de novas áreas para fins de expansão urbana, buscou-se inter-relacionar as dinâmicas da sociedade e da natureza, afim de construir uma visão totalizante das dinâmicas que envolvem a paisagem e das relações que a permeia.

Neste aspecto, como estamos tratando de temporalidades diferentes, faz-se necessário, nas linhas ulteriores, compreender como a categoria tempo se manifesta na interpretação do relevo e nas formas de ocupação empreendidas pela ação humana.

## **1.2 O Tempo como categoria de análise para a interpretação do relevo**

A interpretação do relevo através da categoria tempo, nos remete a uma leitura que contemple princípios geomorfológicos. Assim, a Geomorfologia, concebida como área do conhecimento científico, passou por inúmeros processos que a fizeram interpretar o relevo de diferentes formas. O uso de distintos conceitos na concepção de tempo/espaço foi responsável por nortear essa ciência desde o seu surgimento, uma vez que ao realizar uma leitura do relevo, buscou-se sempre

compreender os processos atuantes no presente e no passado, afim de perceber a dinâmica evolutiva do modelado terrestre, seja ele na escala local, regional ou global.

A Geomorfologia no século XIX, com Davis (1889), tratou o relevo como único objeto de análise e desvinculado de outras esferas que participam da dinâmica da natureza. Já com Walter Penck (1924), da escola alemã, o relevo foi concebido sob um viés que articulava a dinâmica entre os agentes internos (tectônicos e vulcânicos) e externos (ação dos climas).

Com o decorrer dos anos, a escola alemã evolui ao reconhecer a relação relevo-clima-vegetação e entendê-la como fonte fundamental da criação da morfologia terrestre, principalmente com Passarge (1982) e com Troll (1982). Porém, uma das principais contribuições dessa escola (PENCK, 1952), relacionou-se à perspectiva temporal na análise geomorfológica, através dos estudos sobre os depósitos correlativos<sup>9</sup> (SUERTEGARAY, 2002).

A interpretação do relevo, através dos depósitos correlativos, tornou-se fundamental na explicação de muitas formas atuais do modelado terrestre, permitindo observar processos evolutivos em associação com as variações climáticas, possibilitando assim, um melhor entendimento das formas atuais do relevo (SUERTEGARAY, 2002).

Ainda nessa mesma linha, com ênfase ao momento histórico, Felds (1958) introduziu a concepção do homem como agente transformador do relevo, estruturando, assim, uma concepção antropogênica na Geomorfologia. (SUERTEGARAY, 2002)

Com essa nova forma de compreensão da realidade em considerar o homem como um dos elementos fundamentais para a constituição de novas paisagens, a Geomorfologia adquire um caráter para além das áreas da Geografia, necessitando da interdisciplinaridade de outras áreas do conhecimento para o desenvolvimento de uma leitura da atual relação sociedade-natureza (SUERTEGARAY, 2002).

---

<sup>9</sup> “Depósitos ou formações correlativas” é devida à Penck (1924), que a utilizou no sentido de conjunto dos depósitos e entulhamentos resultantes do trabalho da erosão sobre um relevo e que testemunham, por suas características, a energia desse relevo, além dos sistemas de erosão que comandam a evolução” (Archambault et al, 1967) *apud* Casseti (2001).

Suertegaray (2002) ao interpretar Marques (1994), apresenta inúmeras tendências da Geomorfologia na atualidade. “Apresenta a Geomorfologia antrópica, a Geomorfologia Urbana, a Geomorfologia Submarina, a Geomorfologia Ecológica e a Geomorfologia Planetária.” (SUERTEGARAY, 2002, p. 47). Ainda, a autora concorda que essas tendências referem-se ao que Santos (1996) denominou de período técnico-científico-informacional.

Diante dessas novas tendências impulsionadas pelo emergente período citado, a Geomorfologia, assim como a Geologia, passaram a considerar os homens como agentes geomorfológicos/geológicos, respectivamente (Suertegaray, 2002, p.48).

Essa força antropogênica acaba sendo visualizada como planetária e até extraplanetária. Resulta dessa visão um novo olhar sobre o tempo geológico/geomorfológico [...] Nessa linha de raciocínio, são introduzidos conceitos como os de quinário e tecnógeno, objetivando identificar esse novo período/época – o advento da atividade humana como processo de transformação do planeta em sua totalidade.

Por quinário, entende-se o momento que as atividades do homem se sobrepõem em relação à natureza, de maneira que um novo tempo de transformações acelera a configuração do ambiente e, por conseguinte, altera a dinâmica da natureza. Por tecnógeno, compreende-se a atividade humana que se sobrepõe à natural e cria novas formas no ambiente, sejam elas resultantes de atividades humanas como aterros, ou de forma natural, como leques aluviais. No entanto, ambos são oriundos de processos degradatórios que originam erosões em razão do uso inadequado do solo. Juntos, quinário e tecnógeno interligam-se com o período técnico-científico-informacional que vivemos, permitindo e produzindo uma aceleração do tempo (SUERTEGARAY, 2002).

Entretanto, é necessário diferenciar a concepção de tempo para a Geomorfologia e para a Geologia. Gould (1991) salienta que a concepção de tempo na Geologia é entendida através das metáforas da seta e do ciclo (Suertegaray, 2002). O tempo entendido como seta representa evolução, um sentido contínuo e irreversível, já o tempo em círculo é o tempo reversível, cujos eventos apresentam uma ciclicidade de temporalidades estáveis, numa perspectiva organicista e mecânica de começo, meio, fim e recomeço.

Já Monteiro (2000), ao contribuir com o estudo das diferentes temporalidades para a compreensão geográfica do clima, colabora na concepção de

tempo em espiral e espiral rítmica. Elas representam um meio tempo entre o fluxo linear que, embora não se feche em círculos, admite a possibilidade de um fluir curvo onde ocorrem aparentes retornos, assemelhados às condições pretéritas, mas aliados a um nível superior (MONTEIRO, 2000). A seguir, a Figura 7 retrata as diferentes concepções:

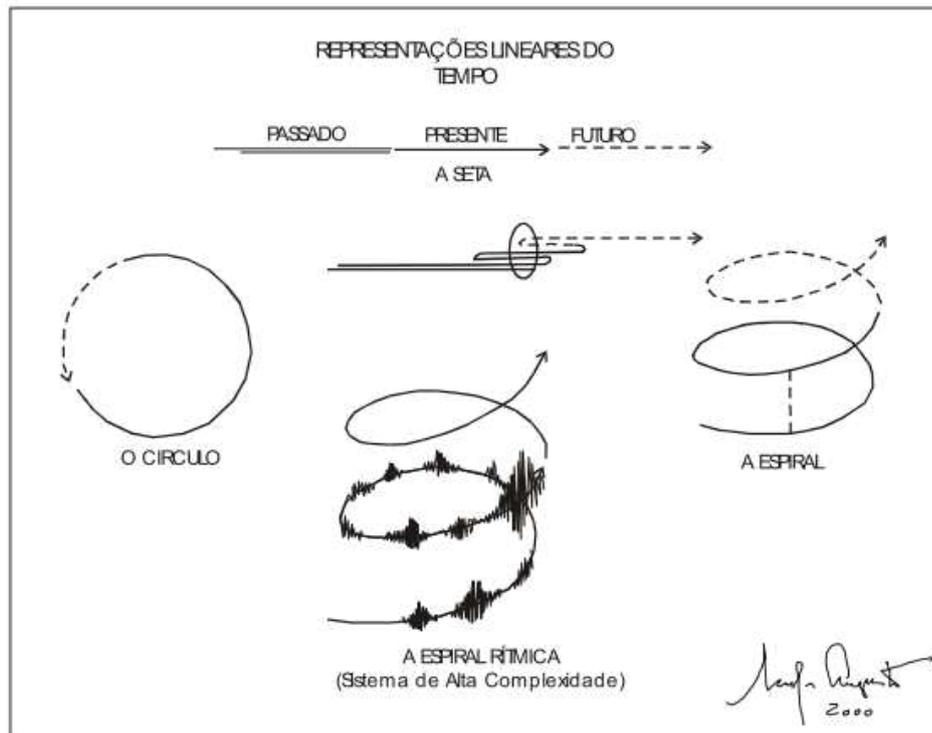


Figura 7 - Representação das diferentes concepções de tempo (Monteiro, 2000)

Segundo Suertegaray (2002), o tempo enquanto cíclico-evolutivo se torna referência tanto para a Geologia como para a Geografia/Geomorfologia. A Geomorfologia busca reconstituir o passado (história) para compreender o presente, já a Geologia, através do princípio do atualismo, o presente é que explica o passado.

Suertegaray (2002, p. 62) ao citar Rodhe (1996, p. 131), concorda que “o uniformitarismo (atualismo) não pode ser contemporaneamente mantido devido às evidências empíricas da existência, importância e contingências das catástrofes, à existência da mudança global e de origem antropogênica”.

Ambas as disciplinas utilizam da escala geológica para determinar suas temporalidades, porém, se diferem no que diz respeito a periodização. Enquanto a Geologia parte da compreensão da origem da Terra, a Geomorfologia restringe-se

ao relevo, à era Cenozóica, privilegiando o Quaternário e os eventos desse período para a explicação genética do relevo (SUERTEGARAY, 2002).

No entanto, diante da realidade que engloba a sociedade contemporânea, movida pela discussão ambiental em reconhecer que o “progresso” econômico-social, no decorrer da evolução das sociedades, se deu em detrimento da natureza, a Geomorfologia e a Geologia reelaboram suas análises e passaram a alertar para a necessidade da conjunção na compreensão da relação homem-natureza e na explicação do relevo (SUERTEGARAY, 2002).

Ainda, segundo a autora, essa conectividade ocorre nas novas formas de encaminhamento disciplinar e nos métodos de investigação da Geomorfologia e da Geologia. Trabalhos como os de Bertrand (1968, 1972) e Tricart (1979) inseriram a Geomorfologia no contexto da Geografia Física. Bertrand resgatou o conceito de paisagem ao compreender o relevo a partir da interação com elementos físicos, biológicos e antrópicos, ao passo que Tricart visou a necessidade da compreensão do meio ambiente de forma integrada.

Rodhe, (1996) *apud* Suertegaray (2002, p. 63), ressalta a conjunção da Geologia ao afirmar que:

Esta última fase de influência ativa do homem sobre os processos geológicos pode ser identificada em momento da história na qual há a destruição antropogênica dos fenômenos geológicos naturais, algo que não ocorreria anteriormente e que tende a cada vez mais ocorrer no futuro.

Portanto, tanto a Geomorfologia quanto a Geologia, passaram a reconhecer a interferência antropogênica em suas análises. A Geologia passou a reconhecer essa nova compreensão geológica dos processos/agentes geológicos e admitiu a “espécie humana como o agente geológico de mais qualificação” (RODHE, 1996 *apud* Suertegaray, 2002, p. 65). A Geomorfologia, nas últimas décadas, intensificou e promoveu a concepção do homem como processo geomorfológico ou como agente na produção/intensificação de processos geomorfológicos.

### **1.2.1 A interpretação do relevo pelo tempo que escoia ao tempo que faz**

No princípio, a idéia de tempo, na Geomorfologia, caminhou sobre as diretrizes produzidas pela Geologia. Como já explicitado, o tempo era representado em forma antagônica de seta e ciclo, denominado de tempo profundo.

Em vista da nova concepção do relevo, atribuindo à sua formação processos endógenos e exógenos, buscou-se uma superação quanto à idéia de tempo por intermédio de outra metáfora, a espiral. Nesta concepção, a dinâmica geomorfológica está em constante transformação, resguardando características do passado e do presente, ou da coexistência de tempos (Suertegaray, 2002).

Através dessa nova concepção em espiral, foi possível, nos estudos de Geomorfologia, compreender a origem das formas, isto é, realizar uma interpretação genética, entendendo a morfogênese do relevo e estudando com mais detalhe o tempo que escoia (*time*), denominado como longo tempo.

Entretanto, as novas transformações sociais, econômicas e ambientais pelas quais a atual sociedade passa – aceleradas a cada dia pelo alto desenvolvimento tecnológico e científico – alteram a configuração do tempo nos processos de formação e modificaram de forma diferenciada o relevo e a paisagem. Os processos morfodinâmicos (curto tempo) prevalecem aos processos morfogenéticos (longo tempo). O tempo que escoia vem sendo substituído pelo tempo que faz, sendo este último o tempo das irregularidades, dos episódios catastróficos, dos ritmos e das variabilidades. Este tempo constitui-se em um tempo acelerado pelo desenvolvimento das novas tecnologias que fazem da natureza um recurso de mercado, gerando processos degradatórios nas mais diferentes escalas e fazendo dos processos de recuperação muitas vezes uma mercadoria.

O tempo que produz o relevo é hoje um tempo que exige a compreensão do desenvolvimento social da humanidade, do momento atual de crescimento, implicado na estreita relação de ciência e tecnologia. Essas produzem objetos técnicos capazes de acelerar o tempo do que fazer e, acelerando o tempo, modificam processos, qualitativa ou quantitativamente (SUERTEGARAY, 2002, p. 87).

O momento atual nos leva a pensar na formação do relevo e nas transformações da paisagem pelo tempo que faz, isto é, pela morfodinâmica. Este tempo faz parte de um conjunto de processos naturais atuantes no presente e que

se modificam constantemente pelos objetos técnicos capazes de acelerar/modificar o tempo da natureza.

Esta análise valoriza a formação do relevo, a paisagem - numa escala local -, as questões ambientais pontuais e as “catástrofes” visíveis situados na escala do lugar, porém, é de amplo consentimento, que muitos dos problemas ambientais locais são, na maioria das vezes, oriundos de uma lógica global, de um sistema de ações externas que transformam o local. O contrário também é válido, já que “problemas ambientais locais tornaram-se, por força de sua lógica construtiva, planetários”, fazendo do tempo, um tempo multidimensional (SUERTEGARAY e NUNES, 2001, p. 8).

Em vista da urgência de estudos concernentes sobre o ambiente que busquem respostas rápidas, o momento passa a exigir uma Geomorfologia que forneça informações sobre a dinâmica da natureza no presente. De acordo com Suertegaray e Nunes (2001, p. 11) ao citar Maturana (1994), se expressa o “desejo de domínio” que surge de nossa falta de confiança frente ao natural.

Essa nova Geomorfologia, voltada para respostas rápidas, instrumentaliza políticas do que fazer, através da inserção de novas ferramentas. No entanto, para que essas novas ferramentas não se tornem descartáveis, seu emprego, ao contrário do que poderia se imaginar, não deve visar o controle da natureza, mas sim a transmissão de conhecimentos que permitam um controle social cada vez mais amplo sobre os usos da natureza (SUERTEGARAY e NUNES, 2001).

### **1.3 A Morfologia, Morfogênese e Morfodinâmica**

Em respeito à intenção que este trabalho propõe, torna-se necessário um entendimento a respeito do objeto de estudo da Geomorfologia, dando foco principal à morfologia, a morfogênese e a morfodinâmica. Essa discussão subsidiará compreensões mais contundentes sobre os diferentes aspectos do relevo observados na paisagem de Álvares Machado e permitirá o entendimento da dinâmica evolutiva do relevo local, bem como da sua apropriação.

### 1.3.1 A Morfologia

A tentativa de observar as características do relevo no meio urbano se torna mais difícil quanto mais forem às interferências no relevo. A modificação na paisagem altera as morfologias do terreno, criando e recriando novas formas. É preciso observar detalhadamente as características na paisagem para poder dizer sobre possíveis morfologias, uma vez que a morfologia é o ponto de partida para o entendimento dos demais aspectos do relevo. Corroborando com Casseti,

[...] a morfologia atual preserva, muitas vezes, indicadores que permitem a reconstituição de sua história, dando a entender que sua gênese é decorrente da alternância das forças antagônicas ao longo do tempo geológico. Além disso, as alterações no relevo constatadas na escala do tempo histórico resultam principalmente da ação direta ou indireta do homem, cuja participação, no entanto, sobretudo nos processos internos, não é considerada (CASSETI, 1994, p. 40).

A morfologia é baseada em duas características de distinção: a morfografia e a morfometria. A morfografia é a descrição qualitativa das formas de relevo e a morfometria são as variáveis quantitativas (índices morfométricos). Ainda, a morfografia está ligada aos aspectos descritivos do relevo e são representadas pela sua forma e aparência. As macroformas são as maiores representações morfográficas no modelado terrestre e são representadas pelas depressões (terrenos situados em níveis altimétricos abaixo dos adjacentes), planícies (terrenos baixos e planos, formados pela acumulação de material de diversas origens), planaltos (terrenos altos – planos a ondulados), montanhas (terrenos altos a fortemente ondulados), chapadas (relevos típicos de planaltos sedimentares), tabuleiros (área de relevo plano de origem sedimentar), escarpas (rampas de grande inclinação – incidente em bordas de planaltos) e serras (altas elevações – topos angulares – declividade alta). No entanto, de acordo com a escala geográfica deste trabalho, as formas menores também são destacadas, já que são as representadas nesta pesquisa, como colinas (baixas elevações do terreno – topos arredondados e declividades baixas) e terraços (patamares em forma de degrau).

Dependendo das formas observadas, podemos caracterizá-las de acordo com a seguinte associação: relevo plano, relevo suave ondulado, relevo ondulado, relevo fortemente ondulado, relevo montanhoso e relevo escarpado. Em uma escala

ainda maior de detalhe, a caracterização do relevo pode ser melhor descrita, sendo elas: talvegue (fundo de vale), interflúvio (distância entre dois talwegues), vale (depressão formada entre vertentes), vertente (superfície inclinada localizada entre o talvegue e o topo), divisor de águas (linha imaginária que divide bacias hidrográficas) e rupturas de declive (transições de flanco de uma vertente).

As vertentes e os topos, em vista dos processos morfogenéticos sofridos, podem ser caracterizados previamente em: topos planos (colinas com topos tabulares), topos arredondados (relevo de colinas e morros), topos angulosos (relevos de serras e montanhas), vertentes convexas (predomínio em regiões de colinas e morros) e vertentes côncavas e retilíneas (predominam em regiões de relevo de serras e escarpas).

A morfometria corresponde aos aspectos quantitativos do relevo, que podem ser: medidas de altura, comprimento, largura, superfície, volume, altura absoluta e relativa, inclinação (declividade), curvatura, orientação, densidade e frequência de suas formas.

Nos estudos integrados do meio ambiente, principalmente na Geomorfologia, algumas variáveis são mais utilizadas, como por exemplo: altitude (indica variações de hipsometria), amplitude altimétrica (altura do relevo – diferença entre topo e fundo de vale), extensão da vertente (distância entre divisor e base da vertente), declividade (inclinação do relevo expressa em graus ou porcentagem) e as indicativas dos índices de dissecação do relevo (densidade de drenagem, frequência de rios e amplitude interfluvial). Particularmente, para esse trabalho, algumas técnicas cartográficas e de Geoprocessamento foram utilizadas<sup>10</sup> com o intuito de obter um melhor detalhamento das formas mapeadas e qualificar os resultados esperados.

### **1.3.2 A Morfogênese**

Para a sua formação, as diferentes morfologias descritas anteriormente dependem de um período de tempo mais longo (morfogênese), associadas a um período de tempo mais curto (morfodinâmica) e dos processos que ocorrem lentamente e muitas vezes conjuntamente. A morfogênese, portanto, refere-se à

---

<sup>10</sup> Essas técnicas serão detalhadas no item referente aos procedimentos metodológicos.

origem e ao desenvolvimento das formas do relevo num extenso período de tempo, de processos endógenos e exógenos. A escala de tempo para a ocorrência desses fenômenos se enquadra na esfera geológica, ou seja, fundadas num tempo profundo.

A atual configuração do relevo é proveniente dos processos internos e externos da Terra. Os processos endógenos (internos) são originados no interior da Terra, e se manifestam através dos movimentos sísmicos, vulcanismos, magmatismos e tectonismos. Já os processos exógenos (externos) atuam na superfície da Terra, modificando a superfície através de forças químicas, físicas (intemperismos) e biológicas. Portanto, o entendimento das formas atuais da superfície terrestre, é produto do antagonismo dessas duas forças. Uma pela ação endógena, proveniente do interior da crosta terrestre, e a outra, exógena, dada ação da atmosfera, através dos agentes climáticos atuais e pretéritos.

Baseado nos postulados de Penck (1953) sobre as forças internas e externas no modelado terrestre, Mescerjakov e Gerasimov (1980) desenvolveram os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura<sup>11</sup>. O aparecimento de tais conceitos explica-se, também, pela grande dificuldade de representação cartográfica das grandes unidades geomorfológicas que não eram capazes de apreender os detalhes esculturais do relevo (ROSS, 2000).

As morfoestruturas são representadas por características estruturais, litológicas e geotectônicas associadas as suas gêneses. São também caracterizadas na escala temporal, constituindo-se em algo mais antigo. Como exemplos de morfoestrutura, destacam-se as grandes bacias sedimentares, os cinturões orogênicos, os crátons e as plataformas. Já a morfoescultura configura-se por abranger produtos morfológicos de influência climática atual e pretérita, gerados sobre diferentes morfoestruturas e de acordo com os desgastes erosivos ocasionados por processos climáticos em diferentes escalas de tempo e espaço. Neste sentido, a ação humana também altera a morfoescultura. Obras de urbanização, drenagem, cortes, aterros, terraplanagens, entre outros, além de criar e alterar as formas de relevo, também pode induzir o surgimento de erosões. O uso inadequado da terra, praticado sem técnicas de conservação ou sem o manejo

---

<sup>11</sup> A morfoestrutura e a morfoescultura, que determinam o relevo atual de Álvares Machado, será descrito em capítulo posterior.

correto, também podem provocar problemas, tais como a erosão laminar e o assoreamento de córregos e rios. Desta forma, mesmo numa escala de tempo mínima, modificações esculturais estarão sempre presentes.

### **1.3.3 A Morfodinâmica**

A partir do momento em que se reconhece a atuação da atividade humana sobre a superfície do planeta que intensifica os processos naturais, introduz-se a questão da aceleração do tempo. Este assunto remete a expressão do *tempo que faz* - representado pelas mudanças espaciais a partir de escalas temporais de reduzida dimensão. Portanto, pensar o relevo pelo conceito do tempo que faz, permite-nos pensar nos novos processos atuantes no modelado da superfície terrestre, ou seja, nos estudos relativos à morfodinâmica.

A morfodinâmica, considerada como o “conjunto de processos naturais atuantes no presente” (SUERTEGARAY, 2002) representa o entendimento de uma nova temporalidade. As atividades humanas modificam o tempo dos processos naturais com a criação de novos objetos técnicos, tornando-se responsável por novos modelados na superfície terrestre, principalmente nas escalas locais, alterando também a paisagem.

Esta nova paisagem reflete a materialização do tempo no espaço geográfico, verificado principalmente nas cidades. A relação sociedade/natureza no meio urbano apresenta-se de uma forma mais perversa e impactante, passando a conceber o tempo da morfodinâmica como mais importante que a morfogênese.

Neste sentido, os conhecimentos vinculados a Geomorfologia muito tem a contribuir no equacionamento dos problemas ambientais em áreas urbanas, assunto que será tratado na sequência.

## **1.4 A Geomorfologia e o ambiente urbano**

Neste momento, propomos realizar uma discussão sobre a relação do conhecimento geomorfológico e a sua aplicabilidade no urbano. Para tanto, o mapeamento geomorfológico para o estudo da paisagem é elucidado como

instrumento ao planejamento e, assim, o zoneamento ambiental urbano configura-se como a materialização desse instrumento.

Nesse sentido, os estudos sobre novas paisagens e os novos processos ocorrentes no meio natural se tornam importantes para o planejamento, visto que o estudo sobre a “natureza vem sendo compreendido como o resultado das interações de diversos fatores sociais, econômicos e ambientais que interagem de forma dinâmica, aleatória e em diferentes escalas, espaciais e temporais” (GUERRA e MARÇAL, 2006, p.14).

Percebe-se, portanto, que a preocupação com a natureza ganha maior dimensão, e a busca por soluções que atuem contra os problemas ambientais são impreteríveis. Assim, entende-se que a Geomorfologia, através da Geografia, permite a integração de várias dinâmicas (sociedade e natureza) presentes na paisagem.

É importante frisar que a Geomorfologia faz parte da chamada Ciência da Terra, praticada por profissionais de diversas áreas, como geógrafos, geólogos, engenheiros agrônomos, engenheiros ambientais, etc. Porém, historicamente, a Geografia foi a ciência que melhor utilizou os conhecimentos geomorfológicos. Este fato está associado a características peculiares a Geografia, cujo principal intuito visa realizar análises das relações humanas entre si, e desta com o meio natural, utilizando para tal de práticas teóricas e também das tecnologias da informação (ROSS, 2006). Esse fato faz da Geografia uma importante ciência no desenvolvimento e planejamento governamental, norteando políticas públicas em projetos que tratam de aspectos relacionados ao desenvolvimento econômico, social e ambiental (ROSS, 2006).

Muitos conhecimentos gerados no âmbito da geomorfologia- geográfica, permite o conhecimento de diversos fatos ambientais e sociais, e de compreensões qualificadas sobre a relação sociedade-natureza. Concorde-se com Ross (2006) ao afirmar que a Geomorfologia,

[...] proporciona suporte absoluto as atividades humana. Nesse sentido, destaca-se que o relevo da superfície terrestre é o “piso, o chão”, onde a humanidade constrói e desenvolve suas atividades, produz, organiza e reorganiza seus espaços territoriais. A geomorfologia ajuda a explicar como os espaços territoriais terrestres se organizam por meio das ações humanas. (ROSS, 2006, p. 9)

A busca pelo entendimento dos problemas socioambientais exige, portanto, um esforço integrado entre a Geografia e a Geomorfologia de modo aplicado, criando condições e soluções práticas para o uso sustentável dos recursos naturais.

Enfim, para uma melhor compreensão sobre a aplicação dos conhecimentos geomorfológicos no ambiente, urge adentrar com mais afinco no aporte teórico, nas tendências do estudo do relevo em ambientes urbanos e na sua aplicação como ferramenta para os projetos de planejamento.

#### **1.4.1 Geomorfologia aplicada ao urbano**

Diante da demanda crescente da sociedade por recursos que minimizem os impactos ambientais e sociais, a Geomorfologia dos “novos tempos”, do tempo acelerado, vem se preocupando cada vez mais com as questões ambientais.

Nesse sentido, concorda-se com Girão e Corrêa (2004, p. 41) na definição de Geomorfologia Aplicada:<sup>12</sup>

[...] resulta em estudos que demonstram características de um determinado espaço para apropriação visando formas particulares de utilização do meio ambiente. A atuação do geomorfólogo torna-se o tanto mais relevante na medida em que seus estudos levem a uma compreensão não só das formas geomórficas, mas também de sua dinâmica, responsável por uma permanente modificação [...]

Rodrigues (2006) “tenta” traçar um limite entre a Geomorfologia pura e a Geomorfologia Aplicada. A autora destaca a existência de estudiosos que afirmam que a Geomorfologia aplicada não seria um ramo particular da Geomorfologia e que outros autores, “[...] preocupados com a falta de contato entre o mundo da academia que algumas demandas sociais têm assumido, [...]” afirmam que “esses dois ramos do conhecimento não devem ser separados” (RODRIGUES, 2006, p.1).

Concordamos que ocorre uma tendência, porém não uma ruptura nítida, quanto à separação entre a Geomorfologia Pura e Aplicada. Entretanto, ainda de acordo com a referida autora, a Geomorfologia Aplicada vem sendo usada como uma adaptação do conhecimento geomorfológico “puro”. “Adaptações,

---

<sup>12</sup> Brunsdén, Doornkamp e Jones (1978) definiram a Geomorfologia Aplicada como a aplicação das técnicas e análises geomorfológicas para a solução de um planejamento, manejo ambiental, atividade de engenharia ou problema similar. (GIRÃO e CORRÊA, 2004)

interpretações, decodificações, apropriações estas, realizadas para fins de um segundo nível de absorção e interpretação, que se dá em processos de planejamento territorial” (RODRIGUES, 2006, p. 30), nas mais variadas escalas. Contudo, mesmo havendo essa tendência diante da necessidade de respostas rápidas, no processo de planejamento territorial longo a análise da fase diagnose possui maior espaço para produção de conhecimento substantivo e de ciência pura. No ambiente acadêmico, a não urgência de respostas rápidas, permite uma maior profundidade e validade de certas interpretações ou a lançar-se em assuntos pouco discutidos.

Diante das observações da autora ao estudar Hart (1986), mesmo as duas geomorfologias sendo distintas, uma apóia-se na outra. Concorda-se com Hart, ao afirmar que a Geomorfologia aplicada ainda não ocorre plenamente, de forma que “uma série de princípios e orientações metodológicas explorados de forma pontual em geomorfologia pura, permaneceram sub-utilizados em geomorfologia aplicada” (RODRIGUES, 2006, p. 4).

Dessa forma, entendemos que a Geomorfologia Aplicada não deve ser diferente da Geomorfologia Pura. A primeira deve incorporar a segunda e ir além, para que diante de suas duas possibilidades possa efetivamente colaborar em “pesquisas de ciências afins” e relacionar-se com o “planejamento e gestão físico-territorial” (RODRIGUES, 2006).

A Geomorfologia pode colaborar em ciências afins pelo “reconhecimento e inventário, dados de pedologia, geologia, hidrologia e biogeografia”, através de suas múltiplas ferramentas, e ainda colaborar nos estudos sobre o “Quaternário ou mudanças ambientais recentes”, atuando na “reconstituição paleoambiental, na cronologia de mudanças espaciais, na magnitude do homem, nas mudanças climáticas globais e no monitoramento de geoindicadores”, dentre outras possibilidades (RODRIGUES, 2006, p. 6).

Voltado para sua aplicação no planejamento físico, territorial e ambiental, a Geomorfologia atua na identificação de recursos naturais, de riscos naturais, no desenvolvimento rural e urbano, em projetos de engenharia, no uso agrícola e na erosão do solo, no uso urbano, no manejo e estabilidade das vertentes, no manejo de sistemas pluviais, no manejo costeiro e na formulação de políticas ambientais (RODRIGUES, 2006).

Mesmo diante dessa gama de possibilidades, o que se percebe, ainda hoje, é a subutilização dessa ciência. Este fato ocorre na cidade foco desta pesquisa, em que, praticamente, não há nenhum levantamento relativo a estudos geomorfológicos ou na aplicação no planejamento físico, territorial e ambiental. Diante deste contexto, mais uma vez, reforçamos a necessidade de um estudo aplicado à cidade de Álvares Machado.

## 1.5 Geografia e Geomorfologia no Planejamento Ambiental Urbano

A análise geomorfológica aplicada à Álvares Machado é voltada, principalmente, para o planejamento ambiental urbano, que tem o zoneamento uma das suas principais ferramentas.

Aqui, trazemos a discussão inicialmente em torno da Geografia, pois entendemos que a Geomorfologia que praticamos é essencialmente geográfica. De acordo com Ross (2006, p.198),

[...] as informações e os métodos de análise fornecidos pela geografia tem o papel de permitir a adoção das práticas de planejamento e gestão ambiental de base territorial com elevado grau de eficiência, o que se torna possível pela condução com qualidade técnica e bases conceituais sólidas.

A Geografia, por ser uma ciência ampla, composta por diversos ramos de atuação (dentre eles destacamos a Geomorfologia), pode atuar tanto nos planos social, econômico, político, ecológico e físico, como pode fornecer bases físicas e ambientais associadas ao uso de tecnologias, como *softwares*, experimentos em campo, coleta de dados físicos e sociais etc.

Concordamos com Ross (2006, p. 201), quando o mesmo afirma que essa,

[...] passou a ser uma Geografia prospectiva, que permite projetar os rumos do futuro próximo e estabelecer um planejamento de uso dos recursos naturais no contexto do desenvolvimento sustentável, econômico, social e ambiental. Essa perspectiva torna a Geografia um valioso suporte para a aplicação ao desenvolvimento com planejamento governamental embasando as políticas públicas nos planos, programas e projetos que tratam de aspectos relacionados ao desenvolvimento econômico, social e ambiental.

Essa gama de conhecimentos que o profissional de Geografia carrega, contribui significativamente com as equipes de planejamento, fazendo com que essa ciência se torne uma das mais importantes diante das equipes interdisciplinares. De acordo com Souza (2002, p.101),

[...] no caso *sui generis* da Geografia, sua ambigüidade enquanto única ciência social que, nos marcos dessa divisão do trabalho acadêmico, desde o começo e de modo inarredável, incorpora também um pólo epistemológico de ciência natural (ou, mais precisamente, “ambiental”, no sentido restrito da expressão meio ambiente), pode ser um trunfo, e não um fardo [...].

O fato do planejamento constituir-se como uma ação que abrange variadas atividades e que tem como um dos objetivos o pleno desenvolvimento de empreendimentos de cunho social, econômico ou ambiental, é necessário entender que o planejamento não pode ser realizado de forma neutra, devendo os profissionais que fazem parte das equipes interdisciplinares (*principalmente os geógrafos*) perceber “a possibilidade de um planejamento e de uma gestão que [...], contribua, menos ou mais, para a superação das injustiças sociais, por mais raro e difícil que isso possa ser” (SOUZA e RODRIGUES, 2004, p. 29).

Portanto, os geógrafos e outros profissionais que se enquadram nas práticas do planejamento,

[...] sob o ângulo radicalmente democrático [...], os “especialistas” (arquitetos, geógrafos, juristas e outros) que trabalharem com planejamento deverão atuar como “consultores populares”, como assessores da sociedade civil. [...] eles não podem substituir a experiência, os sentimentos e as aspirações dos homens e das mulheres que vivem nos lugares e são usuários dos espaços que serão, eventualmente, objeto de alguma intervenção (SOUZA e RODRIGUES, 2004, p. 34).

### **1.5.1 Planejamento (Ambiental Urbano)**

“Foi sob a égide dos planos de embelezamento que surgiu o planejamento urbano brasileiro” (VILLAÇA, 1999, p. 193)<sup>13</sup>. A princípio, foi essa a

---

<sup>13</sup> Ver também LEME (1999), que irá tratar sobre “A formação do pensamento urbanístico no Brasil: 1895-1965”

concepção que deu início ao planejamento no Brasil, voltado, sobretudo, para o embelezamento de algumas áreas das cidades e que previa a extinção de áreas pobres de regiões de interesse da burguesia da época. Ao contrário do que se vê hoje, em que muitas vezes o planejamento é camuflado de interesses e intencionalidades particulares, nesta época, essa pretensão foi implementada sem grandes dificuldades, já que a hegemonia e o interesse da classe burguesa determinavam diretamente o planejamento no país.

A segunda fase do planejamento brasileiro foi marcada pelos planos conjuntos, uma vez que o planejamento esteve voltado para toda a cidade, não sendo mais dirigida para determinadas áreas. A interligação de vias era a principal forma de planejamento presente nas cidades, buscando uma interligação entre as partes e associado, desta forma, ao abastecimento de água, a coleta de esgoto, ao combate as inundações e a limpeza pública.

A terceira fase dos movimentos de planejamento urbano se deu na década de 1960, marcado pelos aspectos econômicos, sociais e até mesmo físico-territoriais, fugindo do domínio exclusivo das classes burguesas e assumido, primordialmente, pelos interesses governamentais.

A quarta fase do planejamento surgiu na década de 1970, a qual pairou até o início da década de 1990, denominada “planos sem mapas”.

Villaça (1999, p. 221) descreve que,

Nos anos de 1970, os planos passam da complexidade, do rebuscamento técnico e da sofisticação intelectual para o plano singelo, simples – na verdade, simplório – feito pelos próprios técnicos municipais, quase sem mapas, sem diagnósticos técnicos ou com diagnósticos reduzidos se confrontados com os de dez anos antes.

Esta fase caracterizou-se como um período de tentativa de resposta ao tipo de planejamento que vinha sendo realizado nos anos anteriores, em que os superplanos não saiam do papel. Portanto, é nesta época que o planejamento começa a ser aplicado localmente, cujos objetivos atendiam interesses municipais.

Já nesse momento, começa a surgir, com maior intensidade e por muitas vezes obrigatoriamente, o planejamento baseado nos Planos Diretores. Segundo Villaça (2005), o Plano Diretor no Brasil teve seus primórdios a partir da década de

1930, tendo como grande impulsionador o Plano Agache<sup>14</sup>. Até os dias atuais, o Plano Diretor vem sendo o instrumento mais usado junto ao planejamento urbano no Brasil. Sua obrigatoriedade em determinadas situações, fazem com que o Plano Diretor seja tratado como a única ferramenta para a condução do planejamento e gestão das cidades, pensamento errôneo e que o desconfigura profundamente.

De acordo com Villaça (2005, p. 90), a “ilusão” criada em torno do Plano Diretor “decorre do abismo que separa o seu discurso da prática de nossa administração municipal e da desigualdade que caracteriza nossa realidade política e econômica”. O autor enfatiza ainda que o Plano Diretor “esconde interesses” (fato observado já no início do planejamento urbano no Brasil, porém praticado de forma a não esconder suas idéias). “Cria-se em torno dele uma verdade socialmente aceita, que junto com muitas outras constitui a ideologia dominante”.

Acreditamos também, que o planejamento urbano pautado exclusivamente no Plano Diretor “exige uma revisão radical, ou seja, pela raiz”, sendo fundamental que o seu conteúdo e métodos sejam redefinidos de baixo para cima (VILLAÇA, 2005).

Assim, o planejamento urbano da forma como foi e ainda continua sendo praticado está imerso a crise, já que desde 1980 encontra-se pautado a planos ideológicos e autoritários. Planejamento é comprometimento, é ação transformadora para um futuro onde não nos tornemos reféns de circunstâncias que só são observadas quando o problema toma evidência. Planejar é a tentativa de prever a evolução de um fenômeno e constitui-se como instrumento que prepara para a gestão futura, busca evitar ou minimizar problemas e amplia significativamente as margens de manobra (SOUZA, 2002).

Nesse sentido, é importante fazer uma diferenciação entre planejamento e gestão, já que ambos não são sinônimos, porém, se complementam. “Planejamento ocorre em maior escala temporal e espacial, enquanto gestão traduz o acompanhamento da dinâmica urbana nos processos de transformação em menor escala” (MOURA, 2003, p. 55). Ainda, Souza (2002) define os dois conceitos:

**Planejar significa tentar prever a evolução de um fenômeno** ou, para dizê-lo de modo menos comprometido com o pensamento convencional, tentar simular os desdobramentos de um processo,

---

<sup>14</sup> Para detalhes e outros exemplos ver Villaça (2005).

**com o objetivo de melhor precaver-se contra prováveis problemas ou, inversamente, com o fito de melhor tirar partido de prováveis benefícios.** De sua parte, **gestão remete ao presente: gerir significa administrar uma situação** dentro dos marcos dos recursos presentemente disponíveis e tendo em vista as necessidades imediatas. O planejamento é a preparação para a gestão futura, buscando evitar ou amenizar problemas e ampliar margens de manobra; e a gestão é a efetivação, ao menos em parte (pois o imprevisível e o indeterminado estão sempre presentes, o que torna a capacidade de improvisação e a flexibilidade sempre imprescindíveis), das condições que o planejamento feito no passado ajudou a construir. Longe de serem concorrentes ou intercambiáveis, **planejamento e gestão são distintos e complementares.** (SOUZA, 2002, p. 46, grifo nosso).

Diante do exposto, o planejamento esforça-se em imaginar o futuro, isto é, realiza um prognóstico sobre os possíveis cenários. Dessa forma, é possível orientar o desenvolvimento urbano e prevenir possíveis imprevistos. Esta visão argumentada por Souza (2002) retoma a idéia de Matus (1996) sobre os prognósticos e cenários futuros, em que o planejamento possibilita a construção de cenários alternativos, consistentes e realistas, firma uma reação veloz ante a surpresa para conduzir uma organização eficaz e utiliza de elementos pretéritos para a extração de lições que auxiliam na sua atuação.

Nesse sentido, a proposta que orienta este trabalho vai ao encontro a concepção acima explicitada, na medida em que um esforço de elaboração de prognósticos futuros é apresentada. O desenvolvimento de elementos voltados ao planejamento e a elaboração da carta de zoneamento, simulam um cenário, dotado de informações reais que apontam uma possível expansão das áreas urbanas, cujo embasamento fundamenta-se, sobretudo, nos critérios ambientais e urbanos.

Pensando na qualidade de vida das pessoas, o foco da discussão que permeia os dias de hoje centra-se no desenvolvimento de um planejamento que contemple tanto a esfera ambiental como a urbana. Como afirmam Girão e Corrêa (2004, p.42) “[...] na ação de planejar, deve-se considerar os aspectos inerentes aos sistemas ambientais físicos e sócio-econômicos”.

Nesse sentido, o planejamento ambiental urbano ganha posição de destaque, tornando-se prática constante que tange questões relacionadas ao uso e ocupação do solo urbano. O planejamento urbano e o planejamento ambiental devem ser pensados e aplicados de modo conjunto em relação aos problemas urbanos. Como afirmam Nascimento e Carvalho (2005, p. 4)

O Planejamento Ambiental Urbano seria, portanto, uma combinação dos planejamentos urbano e ambiental, buscando o uso racional dos recursos naturais respeitando seus limites e sua capacidade de suporte de forma a elevar as condições de vida da população que vive nas cidades.

Portanto, a prática do planejamento ambiental urbano é de grande valia, pois direciona o uso e ocupação do solo de acordo com as características e capacidades do ambiente e constitui-se como elemento que contribui para o bem estar social e para o uso racional dos recursos naturais. Corroborando com Nascimento e Carvalho (2005, p.11, grifo nosso),

Planejamento Ambiental Urbano, em substituição ao planejamento urbano tradicional, apesar de etimologicamente serem denominações redundantes, na prática reconstrói o planejamento das cidades, repensando o espaço urbano, a relação sociedade-natureza e, ao mesmo tempo, continua a lutar por velhas bandeiras, que embora consensuais, ainda não foram **efetivamente** implantadas, tais como: a importância do planejamento, o planejamento participativo e a própria questão ambiental.

É na adesão ao planejamento ambiental urbano que os conhecimentos geomorfológicos são mais aplicados. O planejamento considera as feições do espaço terrestre, portanto, área de estudo da Geomorfologia. Compreende-se que é no relevo que o homem constrói sua vida, sendo este palco das transformações sociais. “O relevo funciona como variável importante, indicador dos diferentes ambientes que favorecem ou dificultam as práticas econômicas, responsáveis pelos arranjos espaciais e pelo processo de produção dos espaços” (ROSS, 2006, p. 91).

Assim, a Geomorfologia pode contribuir em benefício à dinamicidade da sociedade atual. Neste caso, considera-se que o planejamento ambiental urbano é capaz de fornecer conhecimentos decisivos no uso e ocupação do solo de áreas urbanas. Concordando com Guerra e Marçal (2006, p. 37),

A interface entre Geomorfologia e Planejamento é bastante intrigante, e o geomorfólogo pode fornecer técnicas de pesquisa e conhecimentos sobre a superfície da Terra, relacionando as formas de relevo e os processos associados, de tal maneira que essas informações sejam vitais para o Planejamento, no sentido de prevenir contra a ocorrência de catástrofes e danos ambientais generalizados.

As técnicas e conhecimentos da Geomorfologia aplicada ao planejamento colaboram amplamente na compreensão das relações entre ocupação humana, terra e água, já que hoje o homem é considerado um dos principais agentes geomorfológicos que modifica a estrutura superficial da Terra.

## **1.6 Mapeamento geomorfológico e zoneamento ambiental urbano**

As práticas e técnicas geomorfológicas para o entendimento das relações socioambientais são inúmeras. Como uma das mais importantes, destaca-se o mapeamento geomorfológico, que se apresenta como uma ferramenta na espacialização dos fenômenos geomorfológicos. A partir dele, é possível fazer inferências e associações sobre a gênese das formas do relevo e a relações com a estrutura e os processos, resguardando suas particularidades e mostrando as diferentes formas de atuação da sociedade na paisagem.

O mapeamento das feições geomorfológicas, muitas vezes, depende da escala de abordagem. No caso do presente trabalho, a escala adotada compreende o local, mapeando áreas tanto urbanas como adjacentes.

O mapeamento da morfologia em áreas urbanas se torna de difícil compreensão, pois muitas das formas observadas são intensamente modificadas pela sociedade. A ocupação urbana altera significativamente o relevo, promovendo transformações e gerando novas feições geomorfológicas. Concorda-se com Fujimoto (2008), ao corroborar com Douglas (1983), em que:

As novas formas de relevo são criadas em áreas urbanas através da acumulação de detritos urbanos ou pela extração de materiais e são denominadas de formas de relevo por acumulação ou formas de relevo por remoção, respectivamente. Algumas atividades envolvem os processos de extração e de acumulação simultaneamente, ou ainda, de extração em um determinado lugar e deposição em outro (FUJIMOTO, 2008, p. 97).

E ainda,

[...] as intervenções antrópicas são geradas para se obter superfícies planas para posterior incremento topográfico por construções ou edificações. Essas intervenções implicam basicamente em corte e/ou

aterros desenvolvidos na morfologia original, provocando o remanejamento dos materiais superficiais (FUJIMOTO, 2008, p. 97).

Fujimoto (2008, p. 112), ao concordar com Peloggia (1998), afirma que são três os níveis de consequências das ações humanas sobre a natureza (Figura 8): “na modificação do relevo, na alteração da dinâmica geomorfológica e na criação de depósitos correlativos comparáveis aos quaternários (os depósitos tecnogênicos), devido a um conjunto de ações denominado tecnogênese”. Essa cadeia de alterações antrópicas no relevo modifica toda uma estrutura que possui sua própria dinâmica, criando e recriando formas na superfície terrestre.

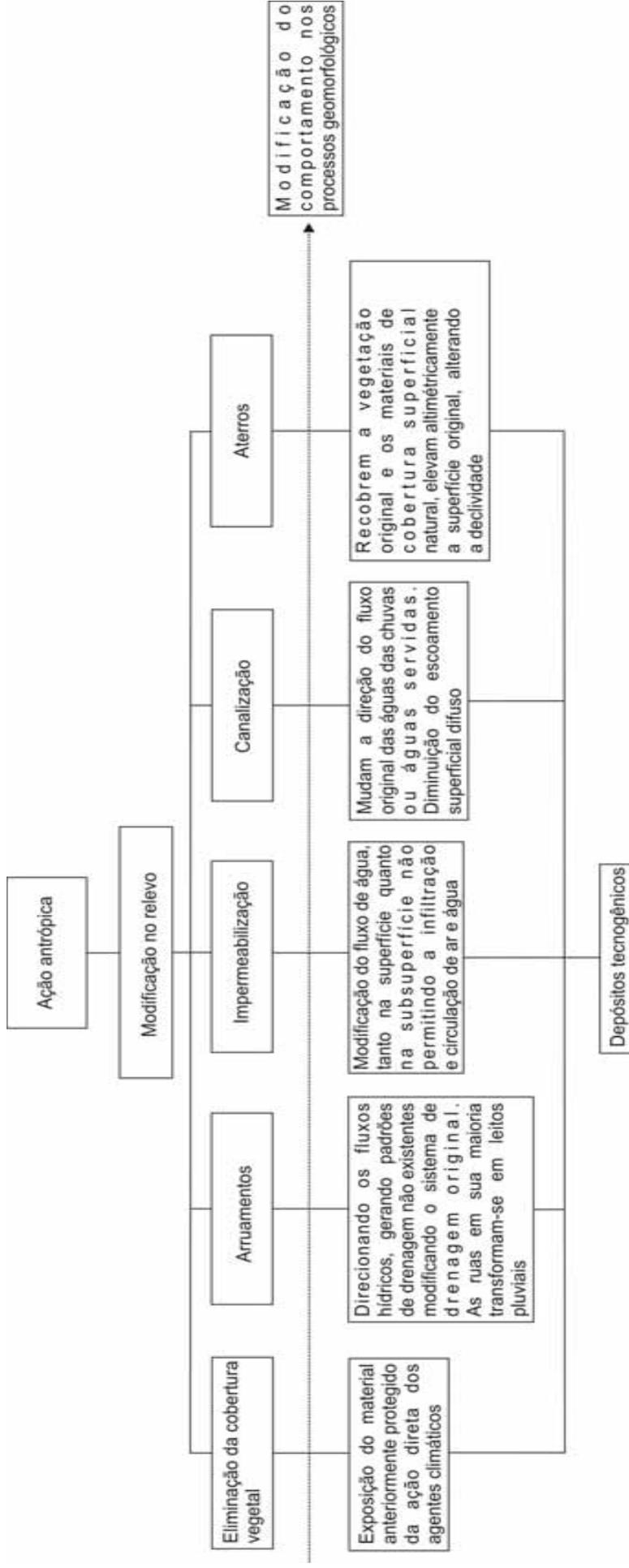


Figura 8 - Conseqüências da ação humana sobre a natureza no meio urbano (Adaptado de FUJIMOTO, 2008, p. 112)

Diante da ação antrópica e suas consequências sobre o meio, o mapeamento geomorfológico configura-se como importante ferramenta na leitura da paisagem, de forma que a representação do relevo por meio de mapas permite uma visão mais global dos elementos que compõem determinado espaço, ou seja, tipos de vertentes, fundos de vale, sistemas de drenagem, curvatura das vertentes, áreas passíveis de deslizamentos e escorregamentos, dentro outros elementos da paisagem física.

Vale lembrar que muitos já enfatizaram a importância do mapeamento geomorfológico. Tricart (1965) descreveu os mapas geomorfológicos como elemento base da pesquisa, não interpretando-o como fim, mas como começo. Já Ross (1987, p. 33), afirma que o mapa geomorfológico é, ao mesmo tempo, instrumento que direciona a pesquisa, bem como produto desta. Assim, a carta geomorfológica se torna indispensável na questão do inventário genético do relevo. Para tanto, o mesmo deve preocupar-se em: 1- fornecer elementos de descrição do relevo; 2- identificar a natureza geomorfológica de todos os elementos do terreno; e 3- datar as formas.

Klimazevisk (1982, não paginado) também expressou a importância do mapeamento geomorfológico para um uso mais racional das formas:

Um mapa geomorfológico de detalhe, proporcionando uma exata e mensurável visão do relevo, satisfaz aos requerimentos solicitados pelos vários setores da economia, tendendo a uma utilização mais racional das formas. A configuração da superfície da terra é de maior interesse para a agricultura, assentamento populacional, comunicação, engenharia hidrológica, turismo, recreação e para o manejo dos recursos.

Guerra e Marçal (2006) também demonstraram a importância do mapeamento geomorfológico para diversas áreas: na agricultura, o mapa geomorfológico pode mostrar às capacidades de uso dos solos, os diferentes tipos de vertente, as planícies de variáveis gradientes topográficos, as erosões nos solos, os terrenos com possibilidades de escorregamentos etc.; para a construção civil, subsidia a identificação de terrenos passíveis de escorregamentos, rastejamento, desmoronamento, avalanches e escoamento pluvial em área de fragilidades cársticas e enchentes etc.; na edificação da malha viária, é capaz de informar a distribuição, extensão e segmentação de planícies e vertentes de várias categorias e na distribuição de taludes rochosos sujeitos aos diversos tipos de intemperismos e

desmoronamento etc.; nos projetos de engenharia hidrológica, auxilia na construção de barragens, no qual é importante obter um conhecimento profundo da configuração da paisagem (vales, processos morfológicos contemporâneos nas áreas de vertentes, das reservas hídricas e da área de captura total da água); da mesma forma, o mapeamento também é essencial no controle de inundação e traçados dos rios, principalmente nas morfologias de fundo de vale e do leito do rio; nas praias, informa sobre a distribuição e a dimensão das seções de falésia e tabuleiros estáveis ou instáveis, a distribuição de áreas de praias e as tendências destrutivas e construtivas.

Cunha (2009, p.11) afirma que “a representação cartográfica do relevo pode fornecer dados sobre as condições locais para ocupação ou, ainda, em caso de ocupação já efetiva, pode auxiliar na identificação de áreas potencialmente problemáticas no futuro”.

Enfim, várias são as contribuições que o mapeamento geomorfológico pode propiciar para o uso racional dos recursos naturais em benefício da sociedade, compondo um elemento aglutinador que estrutura uma variável de informações necessárias ao zoneamento ambiental urbano. Assim, nas mais diversas áreas, o uso do mapeamento geomorfológico junto a uma proposta de zoneamento ambiental urbano torna-se fator crucial, uma vez que pode fornecer detalhes do terreno e as suas características de capacidade e fragilidade, de acordo com a morfologia.

No Brasil, os zoneamentos ambientais tiveram seu início na década de 1980, mais precisamente em 1981, quando o zoneamento ambiental foi regulamentado com a vigência da Lei 6.938, que dispôs sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e criou o zoneamento ambiental como instrumento desta Lei. Duas décadas depois, segundo DECRETO Nº 4.297, DE 10 DE JULHO DE 2002, o zoneamento ambiental passa a ser regulamentado como Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE). Segundo seus objetivos e princípios:

Art. 2º O ZEE, instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população.

Art. 3º O ZEE tem por objetivo geral organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos,

programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas.

Em 2001, o Estatuto da Cidade, regido pela LEI Nº 10.257, DE 10 DE JULHO DE 2001, também incorporou o zoneamento ambiental como instrumento de política urbana para o município.

Os planos diretores municipais obrigatórios para municípios com mais de 20.000 habitantes já incorporam em seus zoneamentos urbanos questões ambientais. Nestes, podemos considerar que já incluem, a grosso modo, zoneamentos ambientais urbanos. Com isso, percebe-se a necessidade de junção de instrumentos que priorizem tanto o social como o ambiental, com a associação de instrumentos de planejamento que enfatizem estas duas dimensões. Braga (2003, p.123) ressalta que,

Se o zoneamento tradicional não tem contribuído para a democratização do acesso à terra urbana ou a redução da degradação ambiental, é preciso repensar esse instrumento de gestão readequando-o a princípios de natureza social e ambiental. Nesse último sentido, deve basear-se não só nas compatibilidades de usos urbanos do espaço e a capacidade de suporte da infraestrutura urbana, mas também na capacidade de suporte do meio e nas características ambientais das diversas unidades de paisagem urbanas.

O zoneamento ambiental urbano se torna, nesse sentido, um importante instrumento do planejamento ambiental urbano. Ainda de acordo com Braga e Carvalho (2002, p.101), e também com Nascimento e Carvalho, (2005, p. 5), as definições de uso do zoneamento ambiental urbano são caracterizadas por:

1. Critérios de suporte ambiental para a localização de cada tipo de uso do solo no tecido urbano;
2. Segregação dos usos ambientalmente incompatíveis e;
3. Definição das zonas especiais de proteção ambiental.

Portanto, antes do zoneamento tradicional tornar-se instrumento de exclusão voltado ao caráter especulativo imobiliário (ROLNIK,1999<sup>15</sup>) e que não se importa com os problemas ambientais e com a qualidade de vida da população, o

---

<sup>15</sup> “A regulação urbanística ‘tradicional’ – baseada no estabelecimento de zonas intra-urbanas, diferenciadas por meio de coeficientes de ocupação, aproveitamento e verticalização específicos - não se mostrou eficiente no sentido de combater a exclusão social. Pelo contrário, pôde consolidar territórios em que essa exclusão se legitima”. (ROLNIK, 1999, p. 91 *apud* BRAGA, 2003, p.121)

zoneamento urbano deve preocupar-se com as diretrizes de controle e proteção ambiental, enfocando na restrição do uso e a ocupação de “fundos de vale, das áreas sujeitas à inundação, das cabeceiras de drenagem, das áreas de alta declividade” e servir como instrumento para fiscalizar o controle de “loteamentos em áreas ambientalmente inadequadas e as diretrizes de alocação das áreas destinadas aos equipamentos sociais e urbanos, sobretudo as áreas verdes, e o sistema viário” (BRAGA, 2003, p. 121-123).

A partir dos fatos expostos, o zoneamento ambiental urbano traduz-se neste trabalho como uma importante ferramenta no direcionamento do uso do solo urbano<sup>16</sup>, reconhecendo e valorizando a dinâmica da natureza e da sociedade para a construção de um ambiente mais equilibrado.

### **1.7 As escalas de análise adotadas para o relevo de Álvares Machado**

Para a compreensão das diferentes escalas de análises, faz-se necessário apresentar os 2 níveis de abordagem sistematizados por Ab'Sáber (1969) que subsidiam metodologicamente esta pesquisa: a compartimentação topográfica e a estrutura superficial.

Por *compartimentação topográfica* ou morfológica, entende-se a uniformidade de domínios morfológicos com as mesmas características de semelhança, oriundos de determinadas condições morfogenéticas ou morfoclimáticas e que apresentam formas de domínios altimétricos análogos. A compartimentação topográfica reflete um jogo de forças contrárias (física e química), podendo ser interno ou externo – respectivamente endógeno ou exógeno. Os agentes internos são comandados pela estrutura e tectônica, e os externos, pela ação dos efeitos climáticos no tempo geológico. O tempo de atuação dos domínios morfoclimáticos<sup>17</sup> são um dos fatores responsáveis pela composição das formas

---

<sup>16</sup> Sobre o Plano Diretor Urbanístico de Álvares Machado, alguns itens se encontram no Anexo 1.

<sup>17</sup> De acordo com Ab'saber (1973), os domínios morfoclimáticos, são extensos domínios paisagísticos, definidos pelos principais conjuntos de vegetação, tipo de clima, intemperismo e fatores pedogenéticos, apresentando modelos de paisagens de modo regional.

expressas diferentemente no modelado, permitindo a compreensão da dinâmica morfogênica caracterizada no relevo.

No caso de uso e ocupação do solo para áreas de expansão urbana, a compartimentação morfológica influi diretamente no processo de ocupação e, desta forma, a Geomorfologia “assume importância ao definir os diferentes graus de risco que uma área possui, oferecendo subsídios ou recomendações quanto à forma racional de ocupação” (CASSETI, 1994, p. 12).

A *estrutura superficial* se refere aos depósitos correlativos nas vertentes ou em outros compartimentos. Em outras palavras, são os detritos superficiais originados por ações morfogênicas específicas. Segundo Archambault *et al* (1967), *apud* Casseti, (2005, não paginado):

A expressão de “depósitos ou formação correlativas” é devido a Penck (1924), que utilizou no sentido de conjunto dos depósitos e entulhamentos resultantes do trabalho da erosão sobre um relevo e que testemunham, por suas características, a energia desse relevo, além dos sistemas de erosão que comandam a evolução.

Bigarella e Mousinho (1965) *apud* Casseti (2005, não paginado), descrevem que os depósitos correlativos são “sequências sedimentares resultantes dos processos de agradação, ocorrendo simultaneamente como fenômenos de degradação na área fonte”. Assim, depósitos correlativos são sedimentos finos a grosseiros transportados de montante para jusante, provenientes de ações morfogênicas pretéritas e atuais, resultando em determinados tipos de formas, tais como: depósitos de talus, elúvios, colúvios, planícies aluviais, depósitos tecnogênicos, depósitos de cobertura, planícies de inundação meândricas, paleopavimentos, baixos terraços, pedimentos detríticos e superfícies de aplainamentos ou de erosão.

Quando tratamos de processos morfogênicos atuais na formação dos depósitos correlativos, podemos afirmar que muitos desses processos são intensificados ou desacelerados pela ação humana. Os depósitos tecnogênicos é um exemplo claro da atuação humana que forma novas feições na superfície terrestre.

## **1.8 Geoprocessamento e Informações Geográficas**

O uso de tecnologias computacionais nesta pesquisa é algo necessário e decisivo diante do tempo em que vivemos. Este tempo exige respostas rápidas e precisas frente aos acontecimentos que envolvem as dinâmicas da natureza e da sociedade. Parafraseando Suertegaray (2002, p. 90), o uso dessas tecnologias, “constituem instrumentos que caracterizam logicamente este tempo, o tempo da aceleração”, e que se usadas corretamente para uma difusão da informação, permite um controle social cada vez mais amplo sobre os usos da natureza.

Assim, a discussão a seguir traz o uso do Geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas como ferramenta que permita compreender e fornecer respostas rápidas frente ao tempo em que vivemos.

### **1.8.1 Geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas**

Em meados do século XX, momento em que novas tecnologias surgiram nos ambientes computacionais que, por mais embrionários, tornaram-se capazes de armazenar, manipular e realizar análises de informações de características geográficas.

Esse contexto permitiu o aparecimento do Geoprocessamento, que a princípio fundamentou-se enquanto conhecimento que utilizava técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. O Geoprocessamento é composto por um conjunto de ferramentas computacionais chamadas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Os SIG possibilitam realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados.

No Brasil, de uma forma geral, no início dos anos 1980, as pesquisas em Geoprocessamento, com ênfase em Geografia, teve início na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Neste centro, o Geoprocessamento concentrou esforços expressivos responsáveis pela disseminação e formação de recursos humanos capazes de empregar tais técnicas, fruto do comprometimento e mérito do professor Jorge Xavier da Silva (CÂMARA e DAVIS, 2001).

Tanto o Geoprocessamento quanto suas técnicas, são áreas que integram a Ciência da Geoinformação. Genericamente, podemos defini-la enquanto ciência que utiliza o computador como instrumento de representação de dados espaciais, e que tem como foco o estudo e a execução de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico (CÂMARA e MONTEIRO, 2001).

Os SIG, segundo Meneguette (1994, 2003), fazem parte de um ambiente tecnológico valioso para as mais diversas áreas do conhecimento, de maneira que articula aspectos meios físicos e sociais. Sua aplicação estende-se as mais diversas escalas, tendo destaque o planejamento, a agricultura, a análise ambiental, a análise sócio-econômica, o ensino e a pesquisa.

Kimerling (1994, apud, MENEGUETE, 2003) define SIG como um conjunto integrado de *hardware* e *software* para a aquisição, armazenamento, estruturação, manipulação, análise e exibição gráfica de dados espacialmente referenciados pelas coordenadas geográficas. Meneguette (2003) critica de certa forma a conceituação de Kimerling, pois segundo a autora, esta não inclui o papel que as pessoas representam no sistema. A respeito, Meneguette argumenta:

Pessoas, naturalmente, administram e usam SIG. Realmente, nós vemos que do ponto de vista dos planejadores urbanos e rurais, cientistas ambientais e muitos outros usuários de SIG, tais sistemas são ferramentas para realizar o inventário de dados geográficos, fundir dados de muitas fontes, monitorar e avaliar a condição de nosso ambiente e modelar ou prever as consequências das alterações humanas no ambiente. (MENEGUETTE, 2003, p.1)

De acordo com a multiplicidade de funções explicitadas pela autora, Câmara e Davis (2001) apontam as principais características dos SIG:

- Inserir e integrar, numa base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos do terreno;

- Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

Ainda, de acordo com Câmara e Davis (2001), os principais componentes de um SIG constituem-se:

- Interface com o usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de consulta e análise espacial;
- Visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

Os componentes listados acima se relacionam de forma hierárquica, em que cada sistema programa estes componentes de forma distinta, mas todos os subsistemas devem estar presentes num SIG. A figura 9 ilustra a relação dos principais componentes ou subsistemas de um SIG.

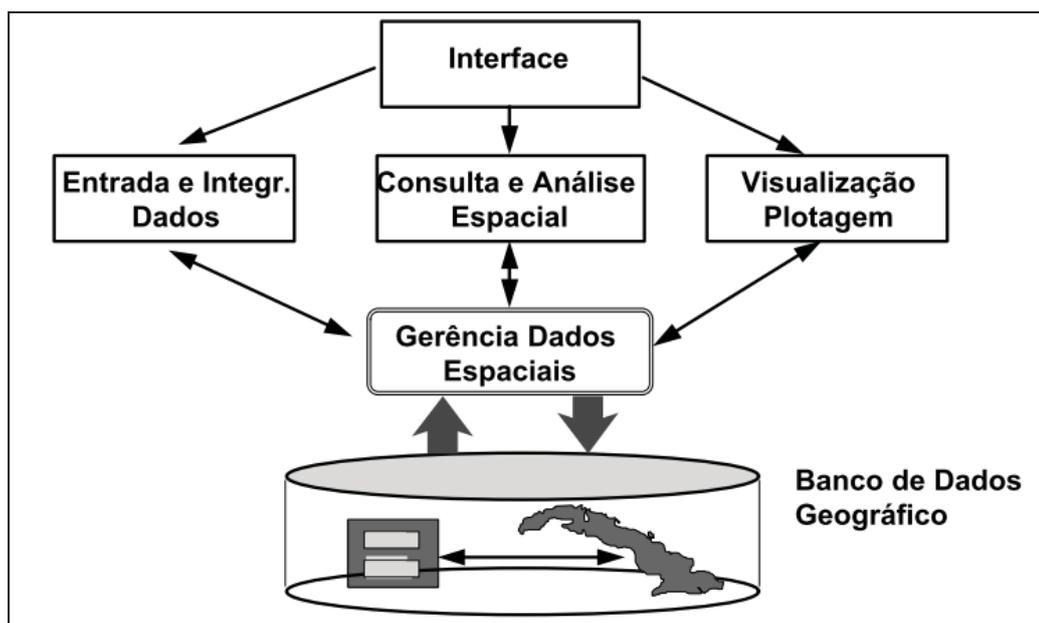


Figura 9 - Estrutura geral de Sistemas de Informações Geográficas. (Fonte: Câmara e Davis, 2001, p.3)

É notável que hoje, perante o desenvolvimento das tecnologias, os SIG desempenham um importante papel e, assim, figura-se como uma ferramenta confiável para seus usuários, além de sua fácil capacidade de manuseio e acesso, sejam eles livres ou comerciais. A grande necessidade de respostas rápidas diante da nova dinâmica da sociedade, fez do Geoprocessamento, bem como das

ferramentas computacionais e do SIG, um grande aliado dos projetos presente nas mais diversas áreas, principalmente na ambiental, cada vez mais complexa e multidisciplinar.

Deste modo, pode-se apontar pelo menos quatro grandes dimensões dos problemas ligados aos Estudos Ambientais, onde é grande o impacto do uso da tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica: Mapeamento Temático, Diagnóstico Ambiental, Avaliação de Impacto Ambiental, Ordenamento Territorial e os Prognósticos Ambientais. (MEDEIROS e CÂMARA, 2001, p.1)

### 1.8.2 Representação de modelos de dados geográficos no computador

Segundo Câmara e Monteiro (2001), baseado em Gomez e Velho (1995), para representar o mundo real em ambiente digital, é preciso, antes, entender o “paradigma dos quatro universos”: 1) universo do mundo real; 2) universo do mundo matemático (conceitual); 3) universo de representação e o 4) universo de implementação. A seguir, são detalhados cada um desses universos:

- **Universo do mundo real:** são os fenômenos passíveis de representação (geomorfologia, tipos de solos, cadastro). Para ser usado no ambiente computacional, cada informação geográfica deve ser associada a uma escala de medida e de referência. A escala de medida pode ser qualitativa e quantitativa, e pode ser especializados em nominal, ordinal, intervalo e razão (CÂMARA e MONTEIRO, 2001). A informação geomorfologia, como exemplo, pode ser qualitativa e nominal, pois ela permite a diferenciação das classes de objetos de diversas maneiras (topos, vertentes e fundos de vale);

- **Universo conceitual (matemático):** Distingue-se entre as classes formais de dados geográficos - dados contínuos e dados individualizáveis - ao especializar estas classes nos tipos de dados geográficos utilizados comumente - dados temáticos, cadastrais e modelo numérico do terreno - (CÂMARA e MONTEIRO, 2001).

Este universo representa os tipos de dados em geoprocessamento - para efeito de conhecimento, aqui, serão descritos somente os tipos empregados nesta pesquisa:

- *Dados temáticos*: são expressos de forma qualitativa e descrevem a distribuição espacial de uma informação geográfica. Neste trabalho, os tipos de solos, a geomorfologia, a rede de drenagem, a malha urbana e a linha férrea, são exemplos que compõe este universo;

- *Modelos Numéricos do Terreno (MNT)*: são utilizados para indicar a representação quantitativa de uma grandeza que varia continuamente no espaço. Normalmente estão associadas a dados altimétricos. Aqui, está associado aos mapas de hipsometria, de distâncias e de declividade;

- *Imagens*: obtidas via satélites, fotografias aéreas ou "scanners" aerotransportados, as imagens representam formas de captura indireta de informação espacial. As imagens são armazenadas como matrizes, e cada elemento (chamado de *pixel*) possui um valor proporcional que representa a energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre correspondente. Os mapas em tons de cinza (8 bits) gerados a partir de dados MNT, as fotografias aéreas e a imagem de satélite *QuickBird* utilizadas neste trabalho, representam esse tipo de informação.

- **Universo de representação**: está associada à representações geométricas, variando a escala e a projeção cartográfica escolhida. Restringem-se, ainda, as representações vetoriais e matriciais que podem ser especializadas (CÂMARA e MONTEIRO, 2001). Sobre estas:

- *Representações vetoriais*: qualquer entidade ou elemento é reproduzido em três formas básicas: pontos, linhas e polígonos. Esta representação tenta reproduzir o elemento mais fielmente possível;

- *Representações matriciais*: consiste no uso de uma malha quadriculada regular sobre a qual se arquiteta, célula a célula, o ambiente que está sendo representado. A cada célula (*pixel*), aplica-se um código concernente ao atributo estudado, de forma que o computador entenda a que elemento ou objeto pertence a determinada célula.

Existem 4 tipos de representações matriciais (CÂMARA e MONTEIRO, 2001):

> Grade regular: é uma matriz na qual cada elemento é associado a um valor numérico real. Para geração da grade, faz-se necessário a utilização de interpoladores com operações matemáticas para atribuição de valor para células que não possui medidas;

> Imagens em tons de cinza: é representada através de uma matriz, na qual os valores correspondem ao valor na escala de cinza da imagem;

> Imagem temática: representação matricial de um geo-campo temático;

> Imagem sintética (ou codificada): representa uma imagem em cores, utilizada para composição colorida em placas gráficas falsa-cor.

- **Universo de Implementação:** define padrões, formas de armazenamento e estruturas de dados, responsáveis pela programação das diferentes representações. As decisões de implementação abordadas neste trabalho, admite um número muito grande de mudanças em função das aplicações que o sistema é voltado, a disponibilidade de algoritmos e o desempenho do hardware (MENEGUETE, 2003).

## 1.9 Metodologias de análise espacial: alguns exemplos

Utilizar metodologias de análise espacial requer um prévio conhecimento da informação desejada e do método de obtenção. O conhecimento de trabalhos já realizados que relacionam-se com a mesma temática deste estudo é importante, ao passo que serve como referência para possíveis análises.

Dentre os trabalhos utilizados, destacam-se, principalmente:

**Santos, Lima e Nascimento** (2009) - *SIG na avaliação de áreas para ocupação urbana de João Pessoa, PB*; **Samizava et al** (2008) - *Suavização dos contatos entre compartimentos de relevo através de modelagem por inferência fuzzy: mapeamento geomorfológico no município de Presidente Prudente - SP - Brasil*; **Samizava** (2006) - *Utilização de técnicas de geoprocessamento para seleção de áreas potenciais para instalação de aterro sanitário no município de Presidente Prudente - SP*; **Cereda Junior** (2006) *Mapeamento da fragilidade ambiental na bacia do Ribeirão Monjolinho – São Carlos – São Paulo – utilizando ferramentas de*

geoprocessamento; **Moreira, Almeida Filho e Câmara** (2001) - *Aplicação da abordagem da importação Semântica (IS) para caracterização de contatos geológicos*. **Moreira**, (2002) - *Uso da avaliação de técnicas de integração e análise espacial de dados em pesquisa mineral aplicadas ao planalto de Poços de Caldas*.

Câmara et al (2001), baseado em aplicações de diferentes metodologias de análise espacial, afirma que os métodos de análise quantitativa (exemplo da lógica *Fuzzy* e do método de ponderação) apresentam melhores resultados do que os métodos de análise qualitativa (*booleana*):

Os mapas obtidos pelos operadores *Fuzzy* foram os que apresentaram os melhores resultados. O *Fuzzy Ponderado* foi o que apresentou o melhor resultado dentre todos os métodos de análise multi-critério [...] Com relação às técnicas empregadas na análise multi-critério dos dados, as metodologias de inferência por classificação contínua, métodos *Fuzzy*, mostraram ser as mais indicadas para o estudo de fenômenos naturais, pois essas permitem um escalonamento das evidências segundo um grau relativo de importância entre elas, possibilitando assim a criação de classes intermediárias (condição “talvez”) às verdades absolutas, diferentemente dos métodos rígidos (*Booleanos*). (CÂMARA et al, 2001, p. 47)

A maior parte dos projetos desenvolvidos em ambientes SIG busca a combinação de informações espaciais para a realização de previsões através de modelos, fornecendo apoio nas decisões tomadas por especialistas. A combinação desses dados multi-fonte, permite a redução das incertezas causadas por interpretações que se baseiam numa análise individual dos dados (Pendock e Nedeljkovic, 1996 *apud* CÂMARA et al, 2001).

Os métodos aplicados resultam num plano de informação (geocampos) em diferentes formatos. O método *Booleano* fornece dados em formato temático, sendo a potencialidade expressa espacialmente em forma de polígonos que representam classes (favorável e não-favorável).

Os outros métodos, Média Ponderada, *Fuzzy*, Bayesiano e inferência por Redes Neurais, são responsáveis pela geração de dados no formato numérico, na qual a potencialidade é expressa no formato numérica (CÂMARA et al, 2001).

Aqui, serão detalhadas com mais afinco as técnicas utilizadas neste trabalho: Lógica *Booleana*, Lógica *Fuzzy* (ou nebulosa), Abordagem de Importação Semântica (IS) e *Analytic Hierarchy Process* - AHP.

### 1.9.1 Lógica Booleana

A lógica *booleana* usada em SIG é correspondente a um sistema de sobreposição de mapas em formato analógico *overlay*. A simplicidade da sua operacionalização faz deste modelo um dos mais empregados nos estudos ambientais desenvolvidos na plataforma SIG (MOREIRA, 2002).

O modelo *booleano* envolve a combinação lógica de mapas binários através de operadores condicionais. Para a aplicação dessa lógica, as evidências devem estar em apenas duas classes que apresentem um padrão binário. Se um plano de informação for temático, a generalização é feita através de uma reclassificação das diferentes classes para “favorável” e “não-favorável”.

Já para planos de informações numéricos, a transformação para duas classes é obtida através da definição de limiares de corte (fatiamento), que agruparão diferentes valores numéricos. Os resultados são expressos de forma binária, “0” (não favorável) e “1” (favorável), não sendo aceita a condição talvez.

A álgebra booleana utiliza os ponderadores lógicos (Figura 10) “E”, “OU”, “Exclusivo OU (XOR)” e “NÃO” para determinar se uma hipótese satisfaz ou não uma particular condição. O operador “E” retorna a interseção entre dois ou mais conjuntos, ou seja, as entidades que pertencem tanto ao conjunto A e B. O operador “OU” retorna a união dos conjuntos, que são entidades que pertencem tanto ao conjunto A como ao B. O “XOR” recupera as entidades que pertencem a um conjunto e ao outro, mas não aos dois conjuntamente. E o “NÃO” é o operador da diferença que identifica as entidades que pertencem a um conjunto A, mas não ao B (MOREIRA, 2002).

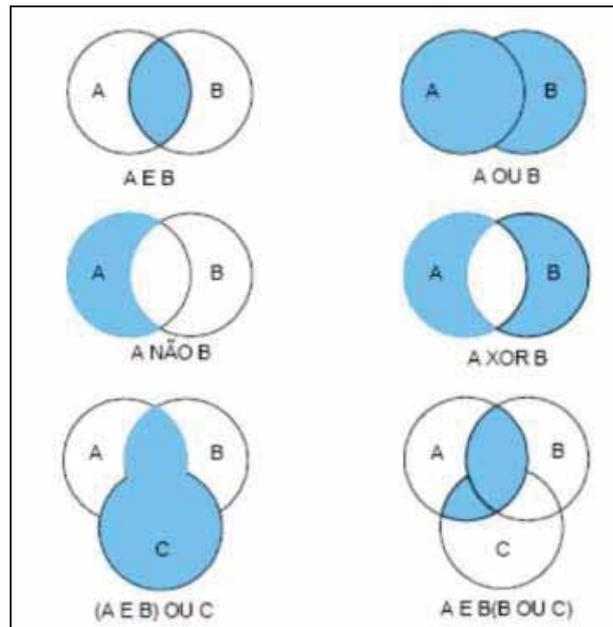


Figura 10. Diagrama de Venn mostrando os resultados da aplicação de operadores de lógica booleana para dois ou mais conjuntos. Fonte: Burrough e McDonnel (1998) apud MOREIRA (2002, p. 22)

Ainda, segundo MOREIRA (2002), baseado em Burrough e Heuvelink (1992), o uso do modelo *booleano* não é o mais adequado, pois as evidências que apresentam importância relativa proporcionam pesos iguais. Outro problema deste modelo, é que todas as entidades e seus atributos podem ser descritos e medidos exatamente, o que não é verdade, uma vez que existem variações espaciais, incertezas e limitações de medida. Fenômenos naturais dificilmente apresentam limites rígidos, nítidos ou estáticos.

Porém, a simplicidade e em casos que o limiar de corte for estabelecido por leis ou códigos, este modelo é bem utilizado, o que o torna frequentemente aceito. O ideal é que as evidências sejam ponderadas para que tenham importância relativa (BONHAM-CARTER, 1994 apud CÂMARA et al, 2001).

### 1.9.2 Lógica Fuzzy

A lógica *Fuzzy*, a princípio, foi introduzida por Zadeh, em 1965. A Lógica ou conjunto *Fuzzy*, ou nebulosa, resulta numa base capaz de gerador de técnicas importantes que auxiliam na solução de problemas e que obtém ampla aplicabilidade, principalmente nas áreas de controle e tomada de decisão.

A força da Lógica *Fuzzy* possibilita que conclusões sejam inferidas e que respostas baseadas em informações vagas, duvidosas, qualitativamente incompletas e imprecisas possam ser geradas. A lógica também possui “uma metodologia de caracterização de classes, que por várias razões, não tem ou não pode definir limites rígidos (bordas) entre classes. Essas classes definidas de maneira inexata são chamadas de conjunto *Fuzzy*” (CÂMARA et al, 2001, p. 3). Dessa forma, os sistemas de base *Fuzzy* têm capacidade de raciocinar de forma aparente à dos seres humanos.

O conjunto *Fuzzy* tem sua base na teoria dos conjuntos tradicionais, gerados a partir de uma proposição lógica (verdadeiro ou falso). Porém, nos conjuntos *Fuzzy*, essa premissa varia de acordo com os valores de pertinência, que vão de 0 a 1. Neste trabalho, a variação transita de **favorável (255)** a **não-favorável (0)**.

As análises baseadas em conjuntos *Fuzzy* diferenciam-se da análise *booleana*, ao passo que não segmenta cada variável em favorável e não-favorável, mas permite uma variação contínua da superfície espacial original. Na Figura 11, por exemplo, o método *booleano* (B) apresenta as características favorável e não-favorável, ou como binário 1 ou 0, respectivamente. Já o método *Fuzzy* apresenta as características progressivas em favorável a não favorável.

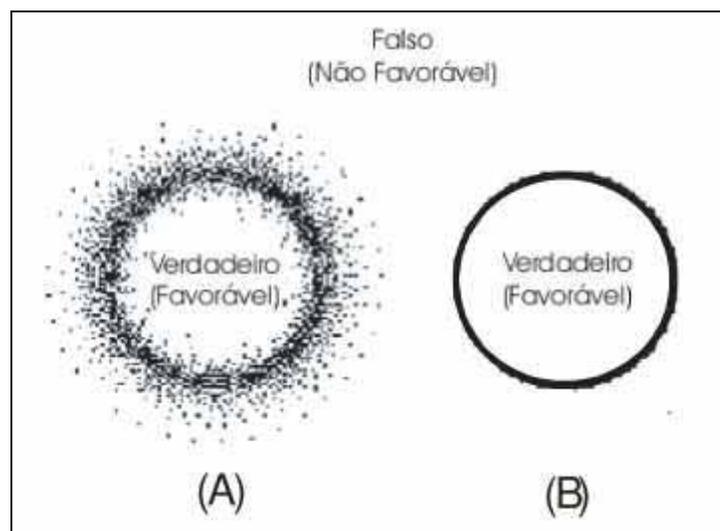


Figura 11 - Diagrama de Venn ilustrando a diferença de fronteira entre um conjunto *Fuzzy* (A) e um conjunto *booleano* (B). Fonte: modificado de Burrough (1998 *apud* CÂMARA et al, 2001)

Segundo Burrough e McDonnell (1998, *apud* CÂMARA, 2001), há diferentes tipos de funções de associação *Fuzzy*. As mais comuns são representadas pela função linear e senoidal (sigmoidal).

Para a representação de algum elemento que se deseja modelar, é necessário, para que a função de pertinência seja válida, que sejam assumidos pontos de controle da curva. Estes pontos de inflexão são representados através das letras “a”, “b”, “c” e “d”.

A função sigmoidal, é conhecida como forma de “s” é, juntamente com as funções lineares, uma das mais empregadas. De acordo com a Figura 12, são representadas como monótona crescente (1), monótona decrescente (2) e duas funções simétricas (3) e (4).

Na monótona crescente (1) são necessários apenas dois pontos de inflexão, “a” e “b”. Da mesma forma, a curva decrescente (2) necessita de dois pontos, “c” e “d”. Na curva simétrica (3), os pontos “a” e “d” atribuem o valor de pertinência “0” da função, e o ponto “b” recebe o valor máximo “1”. Este mesmo raciocínio vale para a curva (4), em que “a” e “d” são pontos de inflexão de valor “0” e “b” e “c” atribuem o valor numérico máximo da função (SAMIZAVA, 2006).

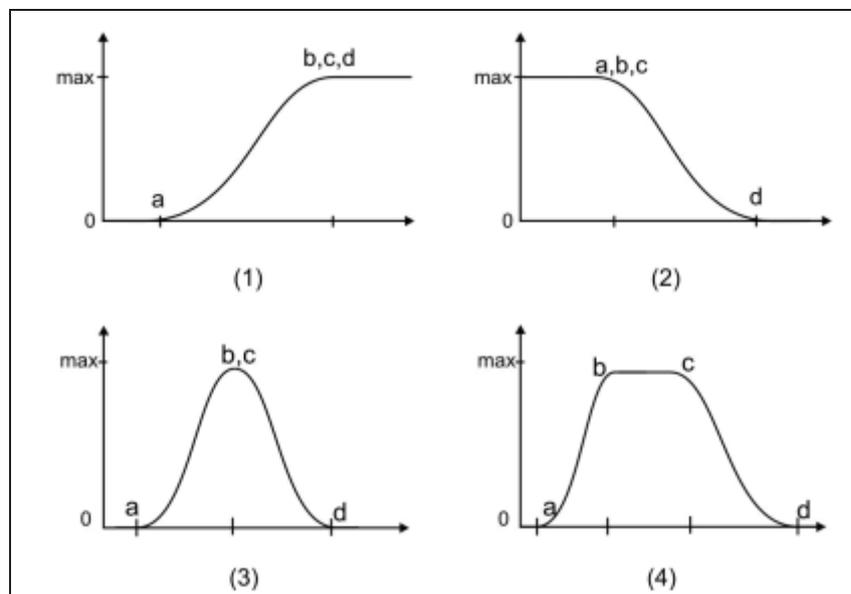


Figura 12 - Funções Sigmoidal. Fonte: Eastman (2001 *apud* SAMIZAVA, 2006)

As funções lineares também são amplamente utilizadas e são as mais simples de implementação. A Figura 13, a seguir, mostra as possibilidades da função e o momento que são inseridos os pontos de inflexão.

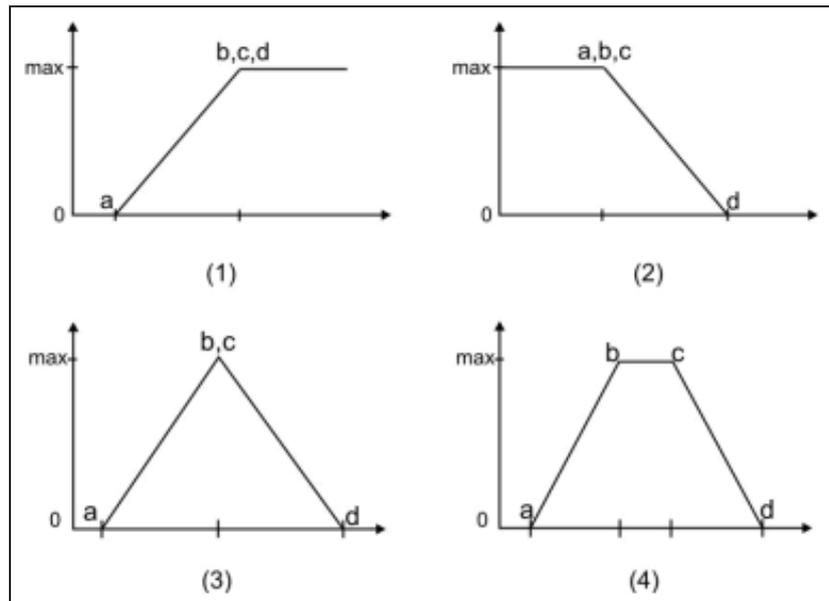


Figura 13 - Funções Linear. Fonte: Eastman (2001 *apud* SAMIZAVA, 2006)

Klir e Yuan (1995, *apud* SAMIZAVA, 2006, p.62) reconhecem quatro fatores fundamentais que tornam a lógica *Fuzzy* superior ao modelo *booleano*:

- Fornece meios que possibilitam expressar observações e medidas incertas em qualquer forma que se apresentem;
- Oferece maior quantidade de recursos para demonstrar a complexidade (quanto maior a complexidade maior a superioridade dos modelos baseados em lógica difusa);
- Oferecem recursos mais expressivos que permitem trabalhar com uma variedade maior de problemas e com a capacidade particular de modelar matematicamente problemas que necessitem de linguagem;
- Possui capacidade de capturar a razão humana e outros aspectos do conhecimento, na intenção de incluí-los, ao invés de excluí-los, da modelagem computacional.

### 1.9.3 Importação Semântica (Semantic Import Approach) para contato de polígonos

A utilização de feições do tipo mudança de cores, e padrão textural são muito usados para inferir contatos entre as classes nos mapas temáticos. O contato

entre uma classe e outra é definido por linhas, e quase sempre representa uma limitação na representação vetorial. Esse tipo de imposição acaba suprimindo muitas informações sobre a verdadeira informação da mudança espacial, aparentando ao usuário que os limites lineares são dotados de precisão, e que as unidades homogêneas estão isentas dos erros de classificação e ou de posicionamento.

Hall (1996), mencionado por Moreira (2002), afirma que o problema da imprecisão dos contatos, corresponde à discrepância existente entre as condições do mundo real e as informações apresentadas pelo desenho dos mapas. Esse problema apresenta dois aspectos: a imprecisão natural e a localização.

Contudo, essa imprecisão pode ser minimizada pelo uso da lógica *Fuzzy*, que possibilita a fácil incorporação da informação sobre a natureza desses contatos e também da incerteza associada à classificação e ao posicionamento. Burrough e McDonell (1998 *apud* MOREIRA, 2002), propõem duas técnicas para a representação da informação semântica de contatos *Fuzzy*:

*Map Unit Approach* (Abordagem por Unidades de Mapa) e *Individual Boundary Approach* (Abordagem por Contato Individual).

A abordagem por unidades gera um resultado único para um mapa de diferentes contatos, em que a relação entre os polígonos são semelhantes para ambas as classes. Após esse processo, essas informações podem ser convertidas para função membro *Fuzzy* e aplicadas sobre uma grade de distâncias isotropicamente distribuída ao longo dos contatos do polígono (Figura 14). Esse procedimento pode ser repetido por todas as unidades de um mapa, especificando a distância da largura entre contatos.

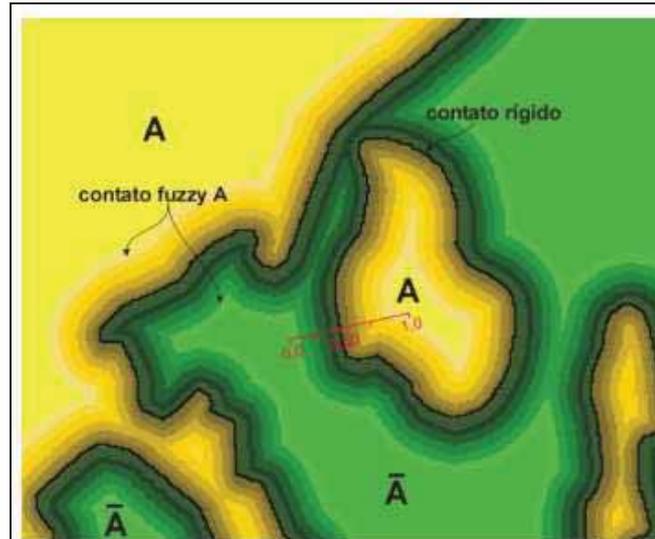


Figura 14 - Ilustração da representação de informação semântica para contatos. (Fonte: Moreira, 2002)

Já a abordagem do contato individual pode apresentar diferentes distribuições espaciais ao longo de seus contatos, podendo apresentar contatos abruptos ou difusos ao longo de suas partes. Para este tipo de abordagem, aplica-se as duas funções membro *Fuzzy*, cada uma representando os comportamentos de cada contato (Figura 15).

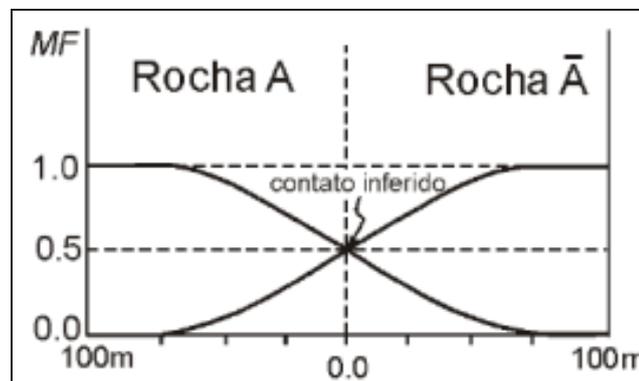


Figura 15 - Exemplificação do mapeamento de um contato inferido rígido para um contato Fuzzy. Fonte: Moreira (2002)

#### 1.9.4 A técnica AHP – Processo Analítico Hierárquico (Analytical Hierarchy Process)

No cruzamento de planos de informações relevantes que vise a geração de um documento cartográfico que aponte áreas com diferentes graus de

adequabilidade para expansão urbana, quais são as variáveis que apresentam implicações/restrições? Como cruzar planos de informações com características distintas, tais como tipos de solo, declividade do relevo, forma de relevo, etc.?

Diante desse mesmo tipo de indagações, Saaty (1978) propôs uma técnica de escolha baseada na lógica da comparação pareada. Na presença dos diferentes fatores (geomorfologia, solos, declividade, etc.) que influenciam na tomada de decisão, o autor propõe realizar comparações pareadas (dois a dois), atribuído ao relacionamento destes fatores um critério de importância relativa, conforme uma escala pré definida (CÂMARA et al, 2002).

O *Decision Support Systems Glossary* (DSS, 2006, *apud* SILVA, 2007, p. 37) define AHP como:

Uma aproximação para tomada de decisão que envolve estruturação de multicritérios de escolha numa hierarquia. O método avalia a importância relativa desses critérios, compara alternativas para cada critério, e determina um ranking total das alternativas.

Ainda, a mesma autora, Silva *op cit*, ao citar Saaty (1991):

Saaty (1991) explica que a determinação das propriedades dos fatores mais baixos com relação ao objeto reduz-se a uma sequência de comparação por pares, com relações de *feedback*, ou não, entre os níveis. Essa foi a forma encontrada para lidar com os julgamentos. Através dessas comparações por pares, as prioridades pelo AHP capturam medidas subjetivas e objetivas e demonstram a intensidade de domínio de um critério sobre o outro ou de uma alternativa sobre a outra. (SILVA, 2007, p. 37)

A vantagem do uso AHP é que os valores das comparações pareadas são fundamentados em experiência, intuição e também em dados físicos. Por isso, seu uso lida tanto com os aspectos qualitativos como quantitativos de um problema de decisão (SAATY, 1994, *apud* SILVA, 2007).

Segundo Câmara *et al* (2001), a função da AHP consiste em organizar e avaliar a importância entre critérios, bem como medir a consistência dos julgamentos. Para tanto, essa função necessita de um modelo hierárquico e de um processo de comparação pareada entre critérios.

Com base na comparação, a AHP pondera todos os sub-critérios e critérios e calcula um valor de razão de consistência entre [0 e 0,1], com 0 indicando a completa consistência do processo de julgamento.

Como exemplo, é demonstrado no quadro 1 a escala de valores disponibilizada pelo programa *Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – Spring* versão 5.1.5

Quadro 1 - Escala de valores AHP para comparação pareada. Modificado do Tutorial do Spring, 2006.

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Importância igual	Os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância moderada	Um fator é ligeiramente mais importante que o outro.
5	Importância essencial	Um fator é claramente mais importante que o outro
7	Importância demonstrada	Um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática.
9	Importância extrema	A evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível.
2,4,6,8	Valores intermediários entre julgamentos	Possibilidade de compromissos adicionais.

Observada a importância de cada variável, estas são inseridas em uma matriz de comparação pareada (Figura 16), atribuindo-se os pesos explicitados no quadro acima segundo a importância da escala sugerida.

Matriz A				
Iluminação	A	B	C	D
A	1	5	6	7
B	1/5	1	4	6
C	1/6	1/4	1	4
D	1/7	1/6	1/4	1

Figura 16 - Matriz de comparação pareada. Saaty (1991, *apud* SILVA, 2007)

Após o cálculo dos pesos atribuídos a cada variável, é obtido o índice de razão de consistência, que não deve ser maior que 0.1.

A princípio, esta secção buscou apresentar o conhecimento baseado no Geoprocessamento e no SIG. A utilização dessa ciência no planejamento ambiental urbano e na gestão do território permite a criação de cenários futuros, possibilita uma melhor tomada de decisão e na busca por respostas mais rápidas para determinadas situações.

# CAPÍTULO

## 2

## CAPÍTULO 2

### CARACTERÍSTICAS DA PAISAGEM DE ÁLVARES MACHADO: ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E HISTÓRICOS

---

Este segundo capítulo tem como objetivo elucidar o processo de formação da paisagem de Álvares Machado, tanto nos aspectos fisiográficos (geomorfologia, geologia e pedologia) como histórico-sociais, baseado na escala geográfica do regional para o local.

Inicialmente, serão discutidos os aspectos físicos regionais da formação da paisagem de Álvares Machado e região, começando pela Geomorfologia, seguida da Geologia e, por fim, da Pedologia. Na sequência, trazemos alguns aspectos sobre o processo de formação urbana na cidade e no intuito de finalizar o capítulo, o processo de expansão urbana no período de 1920-2010 é sobressaltado, mostrando como o modelo de evolução do sítio urbano de Álvares Machado foi conformado.

#### 2.1 A Geomorfologia no extremo oeste paulista

A geomorfologia do Estado de São Paulo sofreu diversas divisões, nomenclaturas e definições conceituais. Dentre as principais obras que dedicaram-se a este assunto, destaca-se o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1981) e o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, elaborado por Ross e Moroz (1996).

Segundo o IPT (1981), a morfologia que abrange o oeste paulista é o Planalto Ocidental. Este planalto ocupa uma área de aproximadamente 50% do Estado de São Paulo, em que predominam relevos de colinas suavemente onduladas e colinas e morrotes, ocupando destaque somente as regiões de Marília-Garça-Echaporã, Monte Alto e Catanduva.

No Planalto Ocidental, a formação de rochas areníticas do Grupo Bauru e o afloramento do basalto (Formação Serra Geral) em algumas regiões do Rio Paranapanema e do Rio Pardo são predominantes. Essas regiões de destaque sofreram processos erosivos diferenciais, com a presença de maciços rochosos compostos pela forte cimentação carbonática (IPT, 1981).

De forma geral, a drenagem do Planalto Ocidental é composta por rios consequentes, formados, em sua maioria, dentro dos limites da área do planalto, com exceção dos três maiores rios paulistas (Tietê, Grande e Paranapanema) que não se formam nesse planalto. Porém, percorre no Planalto de leste para oeste, desaguando no Rio Paraná. Nesse sistema de drenagem, as cabeceiras apresentam maior ramificação, com densidades médias a altas. No computo geral, predominam baixas densidades de drenagem neste planalto (IPT, 1981).

Com enfoque para o Pontal do Paranapanema, segundo o Relatório Zero da Unidade de Gerenciamento Recursos Hídricos do **Pontal do Paranapanema** (UGRHI-22), o relevo presente nesta unidade foi classificado em 3 tipos básicos, a saber: Relevos de Agradação em Planícies Aluviais, Relevos de Agradação em Planaltos Dissecados e Relevos Residuais Suportados por Litologias Particulares (Quadro 2).

Quadro 2 - Principais sistemas de relevo presentes na UGRHI-22 (modificado do IPT, 1981)

Convenção	Características gerais
<b>1. Relevos de Agradação, em Planícies Aluviais</b>	
<b>1.1. Relevo de planície aluvial</b>	
111	Planícies aluviais – terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações
<b>2. Relevos de Agradação, em Planaltos Dissecados</b>	
<b>2.1. Relevo colinoso</b>	
212	Colinas amplas – predominam interflúvios com área superior a 4 km <sup>2</sup> , topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de baixa densidade, padrão subdendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes. É o sistema de relevo característico do Planalto Ocidental. Acha-se desenvolvido predominantemente sobre arenitos do Grupo Bauru.
213	Colinas médias – predominam interflúvios com áreas de 1 a 4 km <sup>2</sup> , topos aplainados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de média a baixa densidade, padrão subretangular, vales abertos a fechados, planícies aluviais restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes. Constitui um sistema de relevo encontrado restrito às cabeceiras dos rios Turvo e Pardo, sobre arenitos da Formação Adamantina. Apresenta freqüentes transições para o sistema de relevo 212 e 234.
<b>2.2. Relevo de morros com encostas suavizadas</b>	
221	Morros amplos – constituem interflúvios arredondados com área superior a 15 km <sup>2</sup> , topos arredondados a achatados, vertentes com perfis retilíneos a convexos.

	Drenagem de baixa densidade, padrão dendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas.
<b>2.3. Relevos de morrotes</b>	
234	Morrotes alongados e espigões – predominam interflúvios sem orientação preferencial, topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos. Drenagem de média a alta densidade, padrão dendrítico, vales fechados. Ocorre em áreas restritas na cabeceira do ribeirão São Pedro, sobre substrato arenoso das formações Marília e Adamantina.
<b>3. Relevos Residuais Suportados por Litologias Particulares</b>	
<b>3.2. Sustentados por rochas sedimentares</b>	
321	Mesas sedimentares - morros tabulares de bordas escarpadas, formando mesas isoladas ou conjunto de mesas, topos achatados, vertentes com perfis retilíneos, freqüentemente escarpadas e com exposições locais de rocha. Drenagem de média densidade, padrão dendrítico, vales fechados.

Fonte: Relatório Zero da UGRHI-22 (1999, p.43).

De acordo com as características descritas no Quadro 2, especificamente para o município de Álvares Machado, as formas de relevo predominantes são as colinas médias (213) e os morrotes alongados e espigões (234). A área central da cidade está sobre um compartimento de topo alongado, caracterizado como espigão e que se estende de leste para oeste.

Outra divisão do relevo paulista foi construída por Ross e Moroz (1996), também denominado *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*, na escala 1:500.000. Esta classificação geomorfológica foi baseada em concepções teóricas da escola alemã que entende o relevo como um produto da ação dos processos endógenos e exógenos, concebido, apenas, como um dos aspectos da litosfera e que está relacionado com a rocha que dá sustentação e com o solo que o cobre.

As diferentes formas do relevo são, portanto, produto da ação diferenciada no espaço e no tempo e dos componentes do clima e da litosfera, fazendo do relevo um componente sempre em estado de transformação.

Além das concepções de Walter Penck (1953) sobre as forças endógenas e exógenas, os dois autores trabalham segundo os conceitos de categoria genética: geotextura, morfoestrutura e morfoescultura, postulado por Guerasimov e Mecerjakov (1968) (ROSS e MOROZ, 1996).

De acordo com o trabalho de Ross e Moroz (1996), o oeste paulista se encontra na *Morfoestrutura* da Bacia Sedimentar do Paraná, onde esta Bacia 'é o resultado de antigos falhamentos verticais promovidos por movimentos epirogênicos.

Já a *Morfoescultura* Planalto Ocidental Paulista ocupa cerca de 50% da área total do Estado de São Paulo. De forma geral, esse relevo é levemente

ondulado, com o predomínio de colinas amplas e baixas e com topos aplanados. De acordo com a proposta taxonômica de Ross (1992), o Planalto Ocidental Paulista é subdividido em outras morfoesculturas, cuja correspondência na região de Álvares Machado é o Planalto Centro Ocidental, sendo esta formação a de maior parte composição da morfoescultura do Planalto Ocidental.

Segundo o mapa de Ross e Moroz (1996), no Planalto Centro Ocidental predominam relevos de colinas amplas e baixas (Dc13 e Dc23), com altimetria variando de 300 a 600 metros. A declividade varia em média de 10 a 20%. Os solos são, em sua maioria, Latossolos Vermelho-Amarelo e Argissolos Vermelho-Amarelo. Quanto à litologia, esta é formada, principalmente, por arenitos e argilitos, cuja a morfoescultura dos índices de fragilidade do terreno são médios, ou seja, que apresentam fortes processos erosivos.

O município de Álvares Machado apresenta, basicamente, colinas amplas suavemente onduladas a onduladas. A variação altimétrica está em torno de 100 metros e a declividade, varia, em média, de 3 a 12%. O solo predominante no município é o Argissolo Vermelho-Amarelo e a litologia dominante é composta pelos arenitos da Formação Adamantina. Devido ao histórico de uso e ocupação do solo e rochas susceptíveis a processos morfogenéticos, muitas dessas áreas apresentam um índice de fragilidade médio a alto.

## **2.2 A Geologia no Extremo Oeste Paulista**

A região na qual se encontra o município de Álvares Machado, faz parte da morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná. As rochas que compõem a presente bacia são, em grande parte, sedimentares e em alguns trechos são ígneas extrusivas e que apresentam com distintas datações.

Segundo o IPT (1981), esta unidade geotectônica se estabeleceu sobre a Plataforma Sul Americana, no Devoniano Inferior. No território brasileiro, essa unidade possui uma dimensão de aproximadamente 1.100.000 Km<sup>2</sup>, e grande parte do Estado de São Paulo situa-se sobre essa bacia, a qual se estende em países como Argentina, Paraguai e Uruguai. Ainda, segundo o IPT, a profundidade dos depósitos pode ultrapassar 5.000 metros no centro da bacia (Figura 17).

Alguns autores atribuem a evolução da Bacia do Paraná à arqueamentos, flexuras e alinhamentos estruturais do embasamento, dispostos marginalmente ou

transversalmente à bacia (SILVA, 2003). Outros atribuem que a sua formação está vinculada aos movimentos epirogenéticos ascensionais do pós-cretáceo da placa litosférica, associado à falhamentos de gravidade (LOCZY, 1966, *apud* Relatório Zero da UGRHI do Pontal do Paranapanema, 1999).

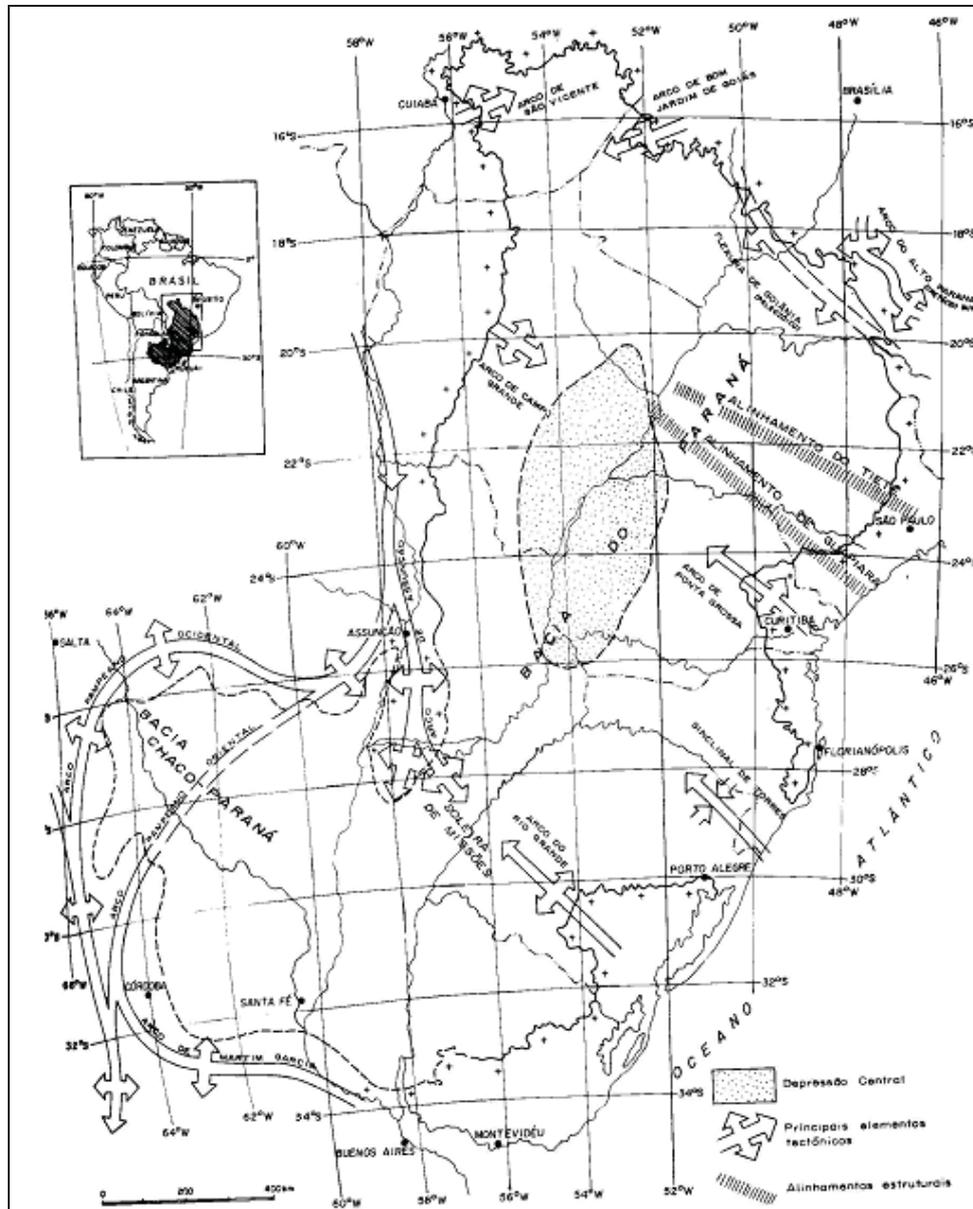


Figura 17 - Limites da Bacia Sedimentar do Paraná no território brasileiro. Fonte: IPT (1981).

Dependendo do período de formação, a litoestratigrafia da Bacia Sedimentar do Paraná é subdividida em diversas formações geológicas, estando agrupada em cinco grupos: Paraná, Tubarão, Passa Dois, São Bento e Bauru (Figura 18).

GRUPO		Formação	LITOLOGIA	
MESOZOICO JURASSICO A CRETACEO	BAURU	Mantia Km	Arenitas de granulção fina a grossa, compreendendo bancos maciços com finas estratificações cruzadas de médio porte. Subordinadamente ocorrem lentes de siltitos, argilitos e arenitas muito finas. Presença comum de nódulos carbonáticos.	Formação Itaquari: Predominantemente arenitas com gimento argiloso com lentes alongadas de folhelhos e conglomerados pt limiticos. Formação São Bento: Sedimentos correlatos à Fm. Itaquari: Arenitas conglomeráticas limonitizadas, siltitos e conglomerados oligomíticos.
		Adamantina Ka	Arenitas finas e muito finas, podendo apresentar cimentação e nódulos carbonáticos com lentes de siltitos arenosos e argilitos ocorrendo em bancos maciços, estratificação plano-paralela e cruzada de pequena a média porte.	
		Santo Anastácio Ksa	Arenitas muito finas a médias, mal selecionadas, subordinadamente de caráter arcossiano, geralmente maciços, apresentando localmente cimentação e nódulos carbonáticos.	
		Caiuá Kc	Arenitas finas a médias, com grãos bem arredondados, com coloração arroxeada típica, apresentando abundantes estratificações cruzadas de grande a média porte. Localmente ocorrem cimentação e nódulos carbonáticos.	
	SÃO BENTO	Serra Geral JKsg	Rochas vulcânicas ígneas dispostas em derrames basálticos, com coloração cinza a negra, textura afanítica, com intercalações de arenitas intertrapezoidais, finas a médias apresentando estratificação cruzada tangencial. Ocorrem esparsos níveis vitrificados não individualizados.	Formação Corumbataí: Depósitos possivelmente marinhos de planícies de inflexão, incluindo argilitos, folhelhos e siltitos cinza, arroxeados ou avermelhados com intercalações de bancos carbonáticos, silteitos e camadas de arenitas finas.
		Batucatu JKb	Arenitas edicas avermelhadas de granulção fina a média com estratificações cruzadas de médio a grande porte. Ocorrem restritamente depósitos fluviais de natureza areno-conglomerática e camadas localizadas de siltitos e argilitos lacustres.	
		Pirambóia JKp	Depósitos fluviais incluindo arenitas finas a médias, avermelhadas, silto-argilosas com estratificação cruzada ou plano-paralela, com níveis de folhelhos e arenitas argilosas de cores variadas e raras intercalações de natureza areno-argilosa.	
	PASSA DOIS	Rio do Rasto Prr	Depósitos de planícies costeiras compreendendo arenitas muito finas a médias, esverdeadas a avermelhadas e subordinadamente argilitos e siltitos avermelhados.	Formação Tatui: Depósitos marinhos com estratificação plano-paralela, predominando siltitos, arenitas finas em parte concretionadas por calcário e sílex, de coloração vermelha arroxeada na parte inferior e esverdeada na base.
		Teresina Pt	Depósitos possivelmente marinhos prodeltaicos compreendendo folhelhos e argilitos cinza escuros a esverdeados ou avermelhados finamente laminados, em alternância com siltitos e arenitas muito finas, presença de restritas lentes de calcários calcíticos e sílex.	
		Serra Alta Psa	Depósitos essencialmente marinhos incluindo siltitos, folhelhos e argilitos cinza escuros a pretos, com laminação plano-paralela.	
		Iratí Pi	Siltitos, argilitos e folhelhos silticos de cor cinza clara a escura, folhelhos parabetuminosos, localmente em alternância rítmica com calcários creme silicificados e restritos níveis conglomeráticos.	
		Palermo Pp	Depósitos marinhos com predominância de siltitos cinza esverdeados e subordinadamente arenitas finas a médias e conglomerados; frequentes concreções, nódulos e lentes silteíticas.	
TUBARÃO	Rio Bonito Prb	Depósitos essencialmente marinhos com predominância de siltitos e folhelhos com níveis carbonático-argilosos e subordinadamente arenitas muito finas.	Formação Tatui: Depósitos marinhos com estratificação plano-paralela, predominando siltitos, arenitas finas em parte concretionadas por calcário e sílex, de coloração vermelha arroxeada na parte inferior e esverdeada na base.	
	Itororé CPI	CPI: Depósitos glaciais continentais, glacio-marinhos, fluviais deltaicos lacustres e marinhos compreendendo principalmente arenitas de granulção variada, arcossianas, conglomerados, diamictitos, tilitas, siltitos, folhelhos, ritimitos e raras camadas de carvão.		
	Agudouana CPa	CPa: Depósitos continentais predominantemente arenitas médias a grossas, feldspáticas de coloração vermelha-arroxeada e subordinadamente arenitas finas, conglomerados, siltitos, folhelhos rítmicos e diamictitos.		
	Ponta Grossa Dpg	Dpg: Não aflorante		
PARANÁ	Furnas Df	Df: Depósitos marinhos predominantemente arenitas de granulção grossa, feldspáticas, com estratificação cruzada de pequena a médio porte e subordinadamente arenitas finas, arenitas conglomeráticas e conglomerados oligomíticos basais.		
PALEOZOICO PERMIANO SUPERIOR				
TRIASSICO				
CENOZOICO				
FANEROZOICO				
DEVONIANO				

Figura 18 - Coluna litoestratigráfica da Bacia do Paraná (IPT, 1981).

As formações que afloram na região do Pontal do Paranapanema pertencem aos Grupos São Bento e Bauru. O Grupo São Bento é constituído pela Formação Serra Geral, composta por rochas vulcânicas dispostas em derrames basálticos (IPT, 1981). Já o Grupo Bauru é constituído pelas Formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e pelos Depósitos Cenozóicos recentes.

A Formação Caiuá é composta por arenitos finos a médios, com grãos bem arredondados de coloração arroxeadada e estratificação cruzada, com a presença de nódulos carbonáticos (IPT, 1981). A Formação Santo Anastácio apresenta arenitos de muito finos a médios, não tão bem selecionados de caráter arcossiano, apresentando também nódulos carbonáticos (IPT, 1981). A Formação Adamantina contém arenitos finos a muito finos, cimentação carbonática com siltitos arenosos e argilitos e possui estratificação plano-paralela e cruzada de pequeno a médio porte (IPT, 1981). A Formação Adamantina é a de maior ocorrência do que a Bauru, recobrando todo o Extremo Oeste Paulista - a não ser em alguns trechos situados nas bordas dos principais rios (Paraná, Paranapanema e Santo Anastácio), áreas sujeitas ao afloramento de outras formações geológicas já citadas anteriormente.

De acordo com Soares et al (1980), citado por IPT (1981), a Formação Adamantina abrange,

[...] um conjunto de fácies cuja principal característica é a presença de bancos de arenitos de granulação de fina a muito fina, cor rósea a castanho, portanto estratificação cruzada, com espessuras variando entre 2 a 20 metros, alternados com acamamento plano-paralelo grosseiro, frequentemente com marcas de onda a microestratificação cruzada (IPT, 1981, p. 73).

De acordo com informações do IPT (1981) ao citar Soares *op cit*, a Formação Adamantina apresenta espessuras de 160 metros entre os rios São José dos Dourados e Peixe, 190 metros entre os rios Santo Anastácio e Paranapanema e espessura de 100 a 150 metros entre os rios do Peixe e Turvo.

Com relação às fácies de deposição, Soares et al (1980), citado por IPT (1981, p. 76), afirma que na Formação Adamantina, os depósitos “refletem um extenso sistema fluvial meandrante predominantemente pelítico a sul, gradando para psamítico a leste e norte, e parcialmente nessas regiões com transição para anastomosado”

Segundo Suguio e Bigarella (1990), os sistemas fluviais com cursos d'água de forma pelítica apresentam alta sinuosidade, sendo desenvolvidos em planícies aluviais de agradação ou planícies deltáicas arenosas. Para os cursos d'água psamítico, atribui menor sinuosidade, com predomínio em áreas de

declividade mais acentuada e o sistema anastomosado ocorre em áreas de alta declividade.

Para esta pesquisa, foi adotada a classificação proposta pelo IPT, (1981) que diante de trabalhos desenvolvidos na região do Extremo Oeste Paulista e áreas vizinhas ao município de Álvares Machado, entende os arenitos da Formação Adamantina como a litologia predominante (Figura19).

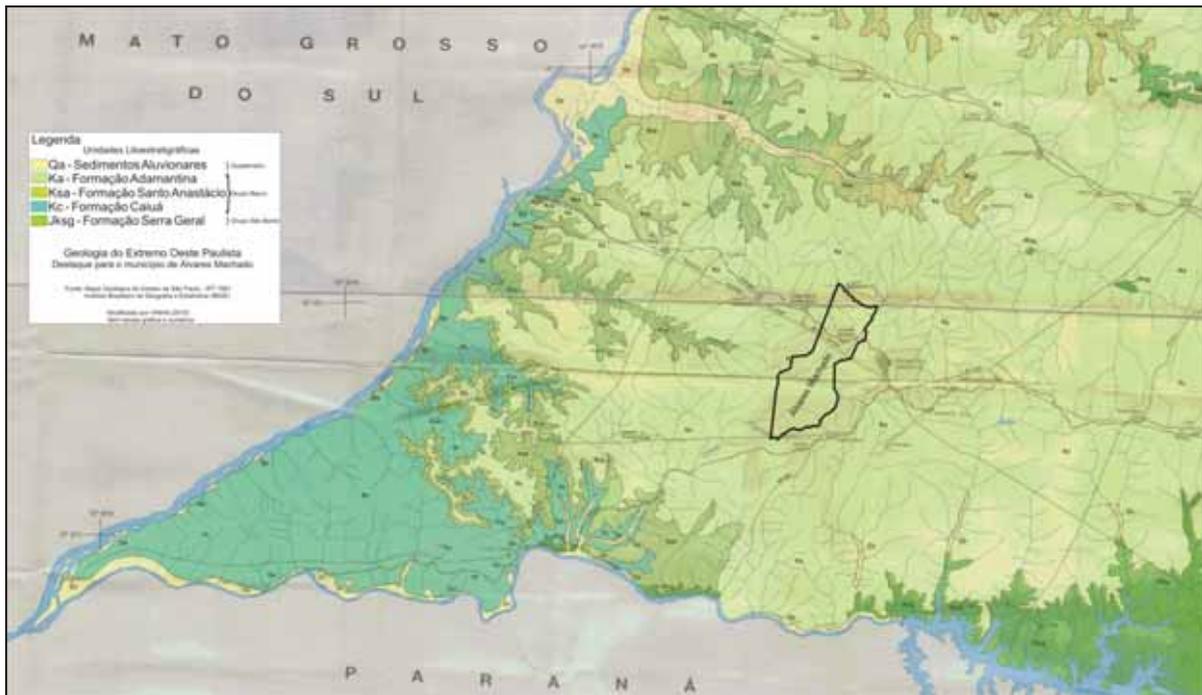


Figura 19 - Geologia do extremo oeste paulista – destaque para o município de Álvares Machado

### 2.3 A formação Pedológica no Extremo Oeste Paulista

Nos estudos que envolvem áreas favoráveis a expansão urbana, o conhecimento dos solos que sustentam essa nova configuração do espaço se torna ainda mais importante. Assim, faz-se necessário um conhecimento prévio dos tipos de solos existentes na região.

De maneira geral, solo é o produto da ação combinada dos fatores de formação, como clima, relevo, seres vivos, material de origem e tempo, e que se manifestam de modo mais ou menos desiguais, ou seja, o solo é o resultado de ações, condicionamentos e interações que envolvem fatores diversificados (OLIVEIRA, JACOMINE e CAMARGO, 1992).

No município de Álvares Machado, de acordo com o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, de OLIVEIRA et al (1999) - escala 1:500.000 -, foram identificados dois tipos de solos: Argissolos Vermelho Amarelos (PVA) e suas variações e Latossolos Vermelhos (LV). De maneira geral, a formação destes solos resultam de processos pedogenéticos atuantes nas rochas sedimentares do Grupo Bauru e estão associados aos tipos de relevo.

Ao definir o tipo de solo pelo tipo de relevo, Oliveira et al (1999) caracteriza o último em Plano, Suave ondulado, Ondulado, Forte ondulado, Montanhoso e Escarpado. No que diz respeito a área de estudo, são definidos relevos do tipo suave ondulado e ondulado.

Para os autores, o relevo suave ondulado são superfícies de “topografia pouco movimentada, constituída por conjuntos de colinas ou outeiros (elevações de altitudes relativas ate 50 m e de 50 a 100 m), apresentando declives suaves, variando de 3-8%”. Já os relevos ondulados correspondem a “topografias pouco movimentadas, constituída por um conjunto de colinas ou outeiros apresentando declives moderados, variando de 8 a 20%” (OLIVEIRA et al, 1999, p. 15).

Nesse sentido, os Argissolos estão situados em relevos suavemente ondulados, em que predominam colinas com rampas de declives longos e topos levemente arredondados ou achatados, com morfologia de vales em “V” muito abertos. Já nas áreas de domínio de relevos ondulados, estes se encontram em colinas de menor declive e com topos levemente arredondados, com vales mais fechados em “V”. A variação de profundidade pode ocorrer de 2 a 3 metros, de caráter arenoso e bem moderadamente drenado, com transição clara entre os horizontes A, E e Bt (NUNES, 2002).

Os solos do tipo Latossolo Vermelho, provenientes de rochas areníticas, apresentam-se em relevos suavemente ondulados a ondulados. Nos relevos suavemente ondulados, as características dos topos são achatadas, com vertentes convexas e pouco declivosas e com variação entre 2 a 5%. Já nos relevos ondulados, os topos são arredondados, as vertentes convexas e os declives variam entre 5 a 15%. Possuem profundidade com mais de 3 metros e coloração vermelho-escura e são bem drenados, como o horizonte Bw latossólico. A textura varia de argilosa a média, com transição gradual e difusa (NUNES, 2002).

Especificamente no município de Álvares Machado, segundo o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, observa-se a nomenclatura PVA5 (Argissolos

Vermelhos-Amarelos): Eutróficos textura arenosa/média relevo ondulado e suave ondulado mais Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos pouco profundos textura arenosa/argilosa relevo ondulado ambos abruptos a moderado (OLIVEIRA et al, 1999).

Carvalho (1997), ao fazer o Levantamento Semidetalhado dos Solos da Bacia do Rio Santo Anastácio na escala 1:50.000, identificou a presença de Argissolos e suas variações. Segundo a autora, ocorre o predomínio de Argissolos Vermelho-Amarelos abruptos e Argissolos Vermelhos abruptos, ambos de relevo ondulado e com declividade em torno de 10%.

Diante dos trabalhos de campo realizados na área de pesquisa, além dos Argissolos e Latossolos, constatou-se também a presença de Neossolos Litólicos e solos Hidromórficos nos fundos de vale.

Os solos Hidromórficos são formados em áreas de planície aluvial onde ocorre constante o encharcamento do solo, devido à proximidade da superfície do aquífero freático suspenso. Esses tipos de solos são mal drenados, provocando um acúmulo de matéria orgânica e/ou processo de gleização, que consiste na redução do óxido de ferro durante o seu desenvolvimento, fato que ocasiona uma coloração mais acinzentada. Por se encontrarem em áreas próximas a cursos d'água, não é permitido a ocupação nestes solos, reservando seu uso de áreas de preservação permanente (NUNES, 2002).

Os Neossolos possuem algumas variações (Solos Litólicos, Solos Aluviais ou Areias Quartzarênicas)<sup>18</sup>. Os Solos Litólicos não são hidromórficos, pouco evoluídos e rasos (normalmente 50 cm até o substrato rochoso). Geralmente apresenta o horizonte A raso em contato com a rocha ou cascalheira ou sobre horizonte C pouco espesso. Podem apresentar variação quanto ao horizonte A, sendo fraco, moderado, proeminente, chernozêmico ou húmico. Podem ser eutróficos, distróficos ou álicos. Ainda, por vezes, este tipo de solo pode apresentar horizonte B, porém de reduzida espessura.

A textura se associa ao material de origem, apresentando apreciável proporção de fragmentos de rocha, parcialmente intemperizados. Por serem rasos, normalmente apresentam limitação quanto ao uso, sendo mais indicados à áreas de reflorestamento, reservas naturais ou pastagens, dependendo das condições de

---

<sup>18</sup> Associamos a nomenclatura antiga comumente chamada de solos Litólicos.

umidade da região. Em regiões de maior umidade, são comumente utilizados para o plantio de milho e café (OLIVEIRA, JACOMINE e CAMARGO, 1992).

Carvalho (1997) afirma que Solos Litólicos ocorrem em relevo ondulado com declividade de 8 a 20%, porém, podem ocorrer também em relevos suavemente ondulados, com declividade de 3 a 8% e que usualmente encontram-se em associação à Argissolos. São solos susceptíveis a erosão devido ao relevo em que se formam ser mais acidentado e a pequena espessura de seu perfil.

De certa forma, as duas classes identificadas (Neossolos e Hidromórficos) além dos trabalhos de Oliveira et al (1999) e Carvalho (1997), foram importantes. Isso porque esses dois tipos de solo são menos favoráveis aos processos de expansão, pois apresentam restrições quanto ao seu uso. A fragilidade desses solos foi intensificada pelo processo depredatório que a região sofreu, com a derrubada da mata nativa e os diversos usos agropecuários, feitos sem o devido manejo e conservação dos solos.

A Figura 20 traz os tipos de solos predominantes no Extremo Oeste Paulista, com destaque para o município de Álvares Machado.

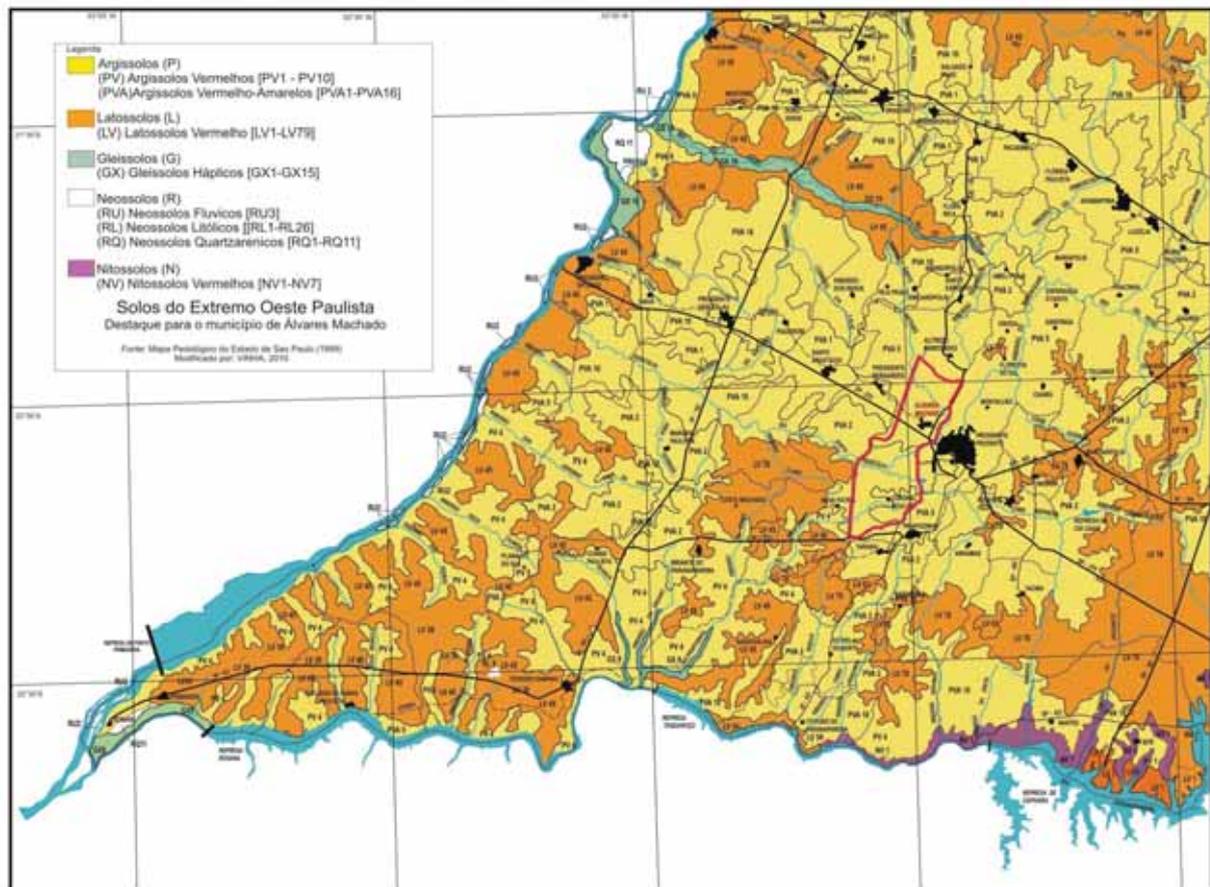


Figura 20 – Principais tipos de solos do Extremo Oeste Paulista

## 2.4 Os pioneiros em Álvares Machado

Esta parte destina-se a realização de uma breve colocação a respeito dos pioneiros de Álvares Machado. De acordo com alguns autores<sup>19</sup>, no início do século XX, as terras que hoje abrigam o município pertenciam à fazenda Pirapó-Santo Anastácio, de propriedade da família Goulart.

Nos seus vários desmembramentos, fruto da venda de terras, o Sr. Manoel Francisco de Oliveira, mineiro de Alfenas, chegou à região em 1916 no local denominado de “Brejão”, período em que adquiriu da viúva de Manoel Pereira Goulart, as terras pertencentes à fazenda Pirapó. O mineiro deu início à derrubada da mata, ergueu sua casa e, vista as oportunidades, foi responsável pela criação de um estabelecimento comercial, atraindo, desde então, outros moradores para as proximidades de suas terras.

A chegada da estrada de ferro em 1919 e a construção da estação ferroviária “Brejão” propiciaram à Manoel Francisco de Oliveira, em 1921, o loteamento de parte de suas terras, fato que constituiu o patrimônio de São Luiz. Nesse mesmo ano, ocorreu a alteração do nome da estação ferroviária, passando a se chamar Álvares Machado, em memória ao político Francisco Álvares Machado e Vasconcelos. Seguidamente, no ano de 1927, com um desenvolvimento maior, o Distrito de Álvares Machado foi elevado a Distrito de Paz, contendo cartório próprio e o que lhe deu certa autonomia. Todavia, este fato não o desvinculou de Presidente Prudente, permanecendo ainda como distrito deste município.

Com o passar dos anos, parte do território do Distrito de Álvares Machado foi desmembrado em dois novos distritos: Alfredo Marcondes e Montalvão, pertencentes, também, a Presidente Prudente.

Álvares Machado só foi elevado à categoria de município no ano de 1944, pelo Decreto Estadual nº 9775 de 30 de novembro de 1944. Na época Álvares Machado já era considerado um importante pólo comercial de madeira, café, algodão e amendoim.

---

<sup>19</sup> Para conhecimento sobre o processo de formação do oeste paulista e detalhes de Álvares Machado e região, sugere-se a leitura de Leite (1988), Abreu (1972) e Sposito (1983).

### 2.4.1 Os imigrantes japoneses

Os imigrantes japoneses que se estabeleceram em Álvares Machado trouxeram uma dinâmica diferente ao município. A ocupação foi baseada em pequenos lotes agricultáveis, diversificando a produção de alimentos, algodão e cereais.

Quando Manoel Francisco de Oliveira chegou por essas terras, alguns imigrantes japoneses já haviam se instalado no “Brejão”, constituindo a “Colônia japonesa”. Segundo Takenaka (2003, p. 60),

A vinda de imigrantes japoneses ao município de Álvares Machado – inicialmente denominado de Brejão - data das primeiras décadas do século passado, quando um engenheiro japonês, o SR. Kenichiro Hoshina – originário da província de Ehime, comarca de Kitaguwa -, comprou 3.000 alqueires de terra próximo à Estação Brejão e começou a vendê-las. Mais tarde, em sociedade com Naoe Ogassawara – originário da província de Hokkaido -, adquiriram uma gleba de aproximadamente 2.000 alqueires e continuaram a vender os lotes a seus compatriotas.

Na intenção de divulgar as terras a outros imigrantes japoneses, foram feitos croquis a mão (Figura 21 e Figura 22) e distribuídos.

No início, apesar de chamar-se Colônia Brejão, costumava-se denominar: área de 3.000 alqueires ao sul da estrada de ferro e área de 2.000 alqueires a leste da estrada de ferro e os mapas utilizados para a divulgação de sua localização e facilidades de acesso eram feitos à mão e distribuídos entre os imigrantes japoneses através de anúncios (TAKENAKA, 2003, p. 60).



Segundo relatos de um imigrante japonês que se instalou no “Brejão”, é possível ter uma idéia de como era o ambiente e as dificuldades daquele período, em um ambiente praticamente isolado.

Partimos de São Paulo rumo ao Brejão no trem Maria Fumaça. [...] Levamos mais de 20 horas para chegarmos até a Estação de Indiana quando entardecia. Disseram-nos que dali em diante a Estrada de Ferro Sorocabana ainda estava em construção, e que só os trens de carga podiam transitar. Ainda faltava 5 ou 6 estações até Brejão. [...] Finalmente chegamos ao local tão esperado, sonhado e imaginado. Da estação até às nossas casas, tínhamos que caminhar por 3,5 quilômetros, através da mata virgem. Caminhamos por uma estreita estrada aberta no meio da floresta. [...] As paredes das casas eram feitas de troncos de coqueiros cortados em quatro, amarrados com cipós. Os telhados estavam cobertos de tábuas finas que substituíam as telhas. [...] Com a ajuda dos Srs. Nishizawa e Nishimura, meu pai contratou empregados para desmatar 4 alqueires do total de 60 pertencentes a ele. Foi construída no local uma casa parecida com a anterior. Cada família construiu as casas nas suas próprias terras e se mudaram. Simultaneamente, foi construída uma escola. (MIYASHITA, 1968, *apud* TAKENAKA, 2003, p. 63)

Segundo Sposito (1982), os imigrantes japoneses que formaram as colônias japonesas no município foram os responsáveis pela origem do núcleo urbano, e constituíram grande parte da estrutura fundiária - baseada na pequena propriedade policultora.

## 2.5 O processo de expansão urbana

O processo de expansão territorial urbana em Álvares Machado obedeceu aos mesmos critérios das cidades vizinhas formadas na mesma época. Os núcleos urbanos começaram a crescer a partir da estação ferroviária e paralelamente aos trilhos dos trens, acompanhando o espigão divisor de águas, seguindo a jusante nas vertentes menos declivosas.

Em Álvares Machado, o primeiro núcleo urbano foi datado em 1922 - três anos após a chegada dos trilhos do trem. Esse empreendimento foi formado por mais de 300 lotes, denominado pelo empreendedor prudentino Ismael Dias da Silva, como Vila Ismael Dias da Silva. A localização do empreendimento ocorreu ao lado da estação ferroviária, facilitando assim a movimentação, o interesse e a necessidade de dar suporte às características das atividades rurais do entorno.

As peculiares criadas pela instalação da ferrovia, aliada ao desenvolvimento da cultura do café, proporcionaram oportunidades de crescimento e a venda de lotes, em que a busca por novas terras e trabalho traziam aventureiros até essas localidades. Tal fator demandou uma necessidade de infraestrutura urbana que atendesse essa população crescente e que respaldasse a circulação e o comércio das mercadorias produzidas no campo, criando uma lógica de sustentação do processo de estruturação produtiva.

Ainda na década de 1920, mais precisamente no ano de 1929, foi criado outro empreendimento de parcelamento do solo. Manoel Francisco de Oliveira, o fundador, dividiu uma parte de suas terras em mais de 500 lotes, denominando-os de Vila Álvares Machado. Mantendo as mesmas características do primeiro empreendimento, a vila foi criada próxima a estação ferroviária (Figura 23).

Já na década seguinte, passado apenas quatro anos da criação da Vila Álvares Machado, o então empreendedor Ismael Dias da Silva criou, em 1933, mais um empreendimento, a Vila Nossa Senhora da Paz (Figura 24), contendo mais de 330 lotes. Mudando a lógica da área de criação, a área loteada situou-se ao norte da linha férrea, mas ainda manteve a proximidade com a estação ferroviária.

Passados 11 anos da criação do primeiro empreendimento, Álvares Machado já somava mais de 1100 lotes urbanos, mostrando que o mercado imobiliário crescia mantendo-se nas mãos de poucos. Outra característica que merece destaque é a proximidade a estação ferroviária, mantendo uma linha contínua de expansão urbana e não apresentando vazios urbanos.

A cidade que surgia não apresentava padrões discrepantes em termos de localização, forma e conteúdo. A localização era próxima, a forma era contínua, e o conteúdo era composto por um conjunto de lotes urbanos que se destinavam principalmente ao uso residencial e também ao uso comercial. (SILVA JUNIOR, 2007, p. 59)

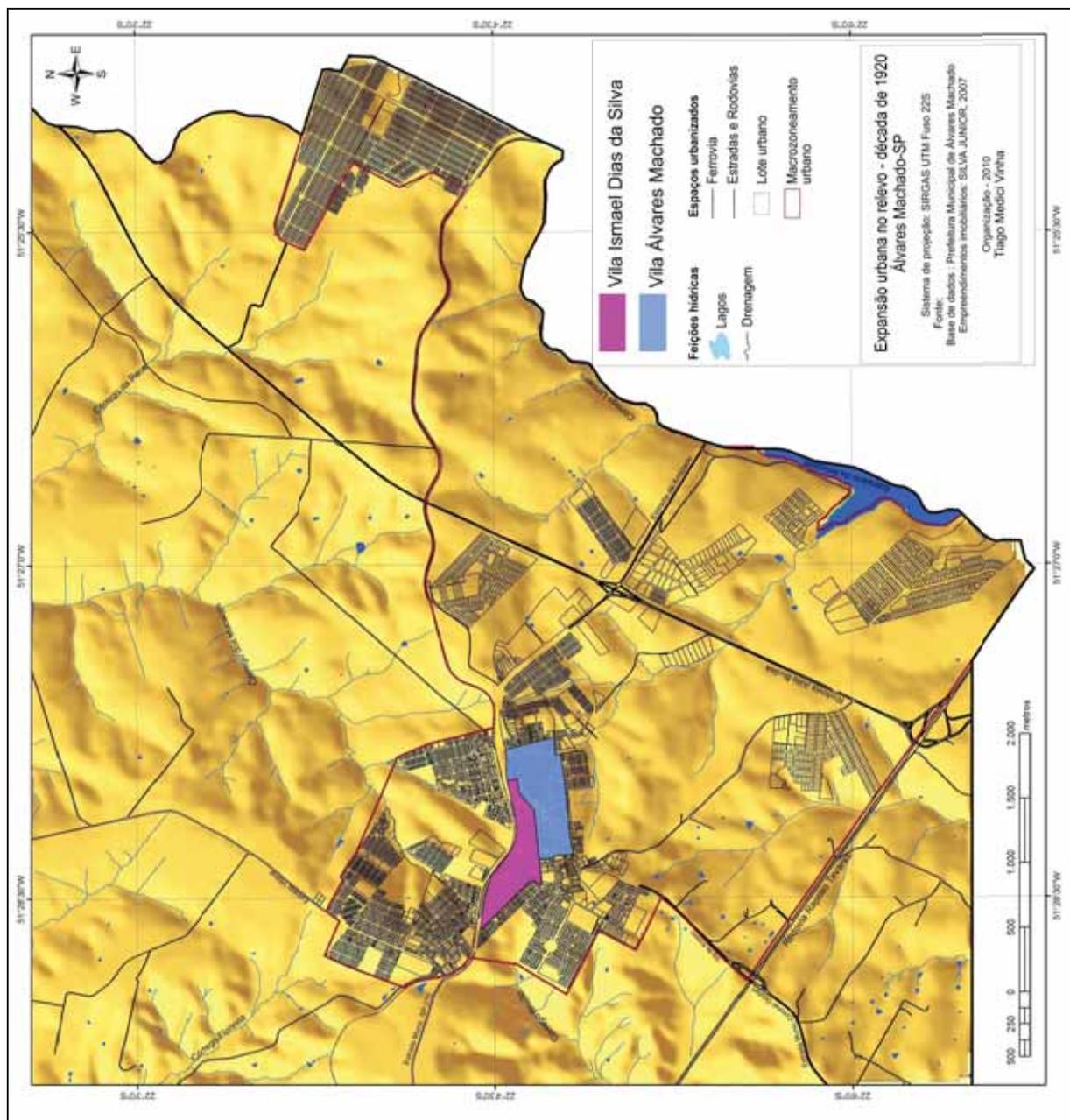


Figura 23. Expansão urbana na década de 1920

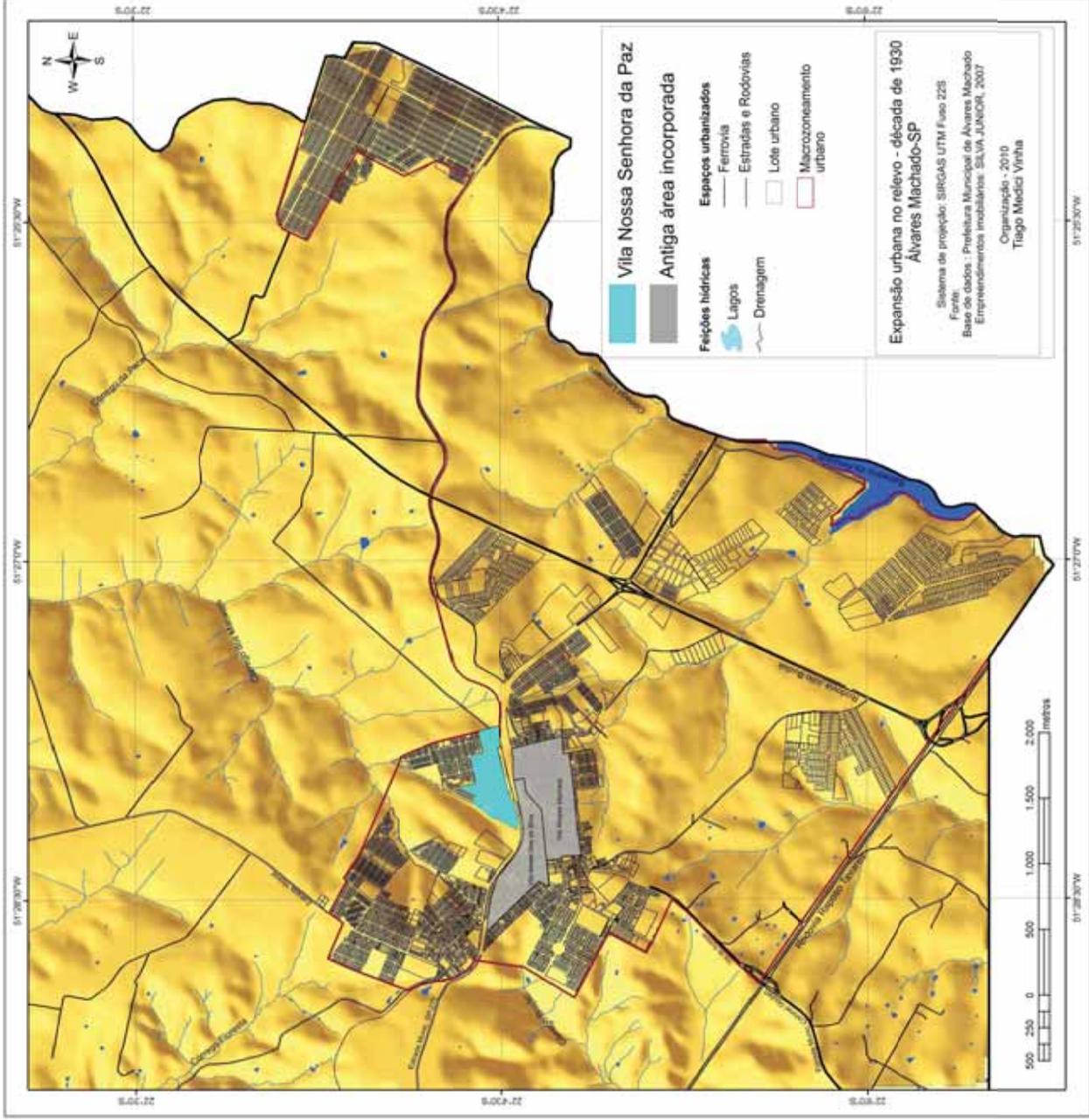


Figura 24. Expansão urbana na década de 1930

Na década de 1940, a criação de lotes não acompanhou o crescimento da primeira década de formação da cidade, sendo criados, apenas, 275 lotes na Vila Fernandes (Figura 25). De certa forma, este fato revela que o crescimento urbano não acompanhou o crescimento econômico, uma vez que o município progredia na cultura do algodão e comportava 3 indústrias beneficiadoras do produto: Sanbra, Clayton e a Brasco. A referida Vila foi criada nas proximidades da indústria Sanbra.

A década de 1950 continuou apresentando uma redução do crescimento no número de lotes, com a criação de apenas 235 lotes durante toda a década (Figura 26). Esse empreendimento ampliou o segundo loteamento criado na cidade, tanto do lado leste como oeste - hoje considerado bairro Centro. A cultura do algodão que progredia na década passada, já não gerava mais riquezas ao município, sendo substituída pelo amendoim, cultura que teve importância até a década de 1970.

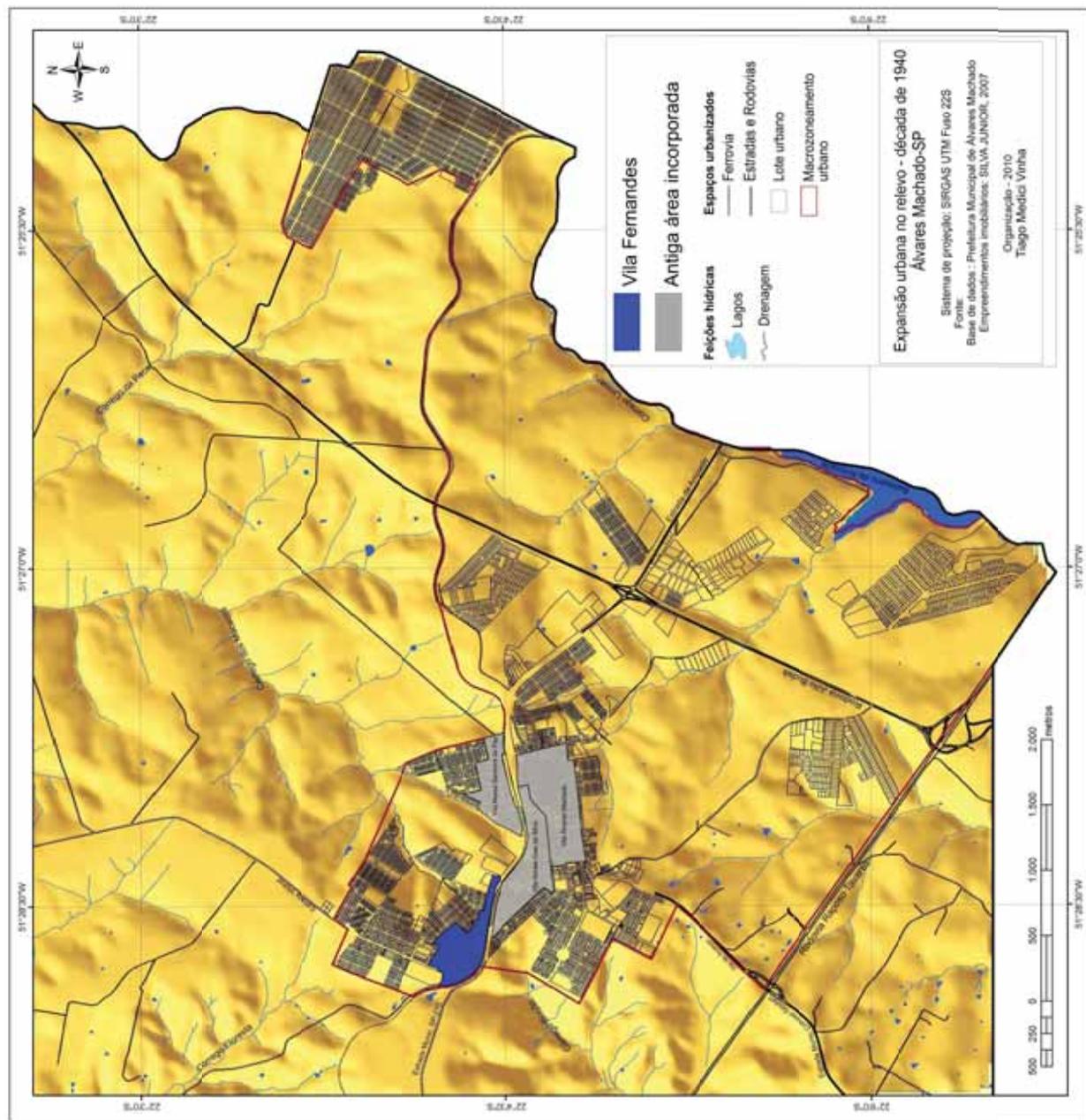


Figura 25. Expansão urbana na década de 1940

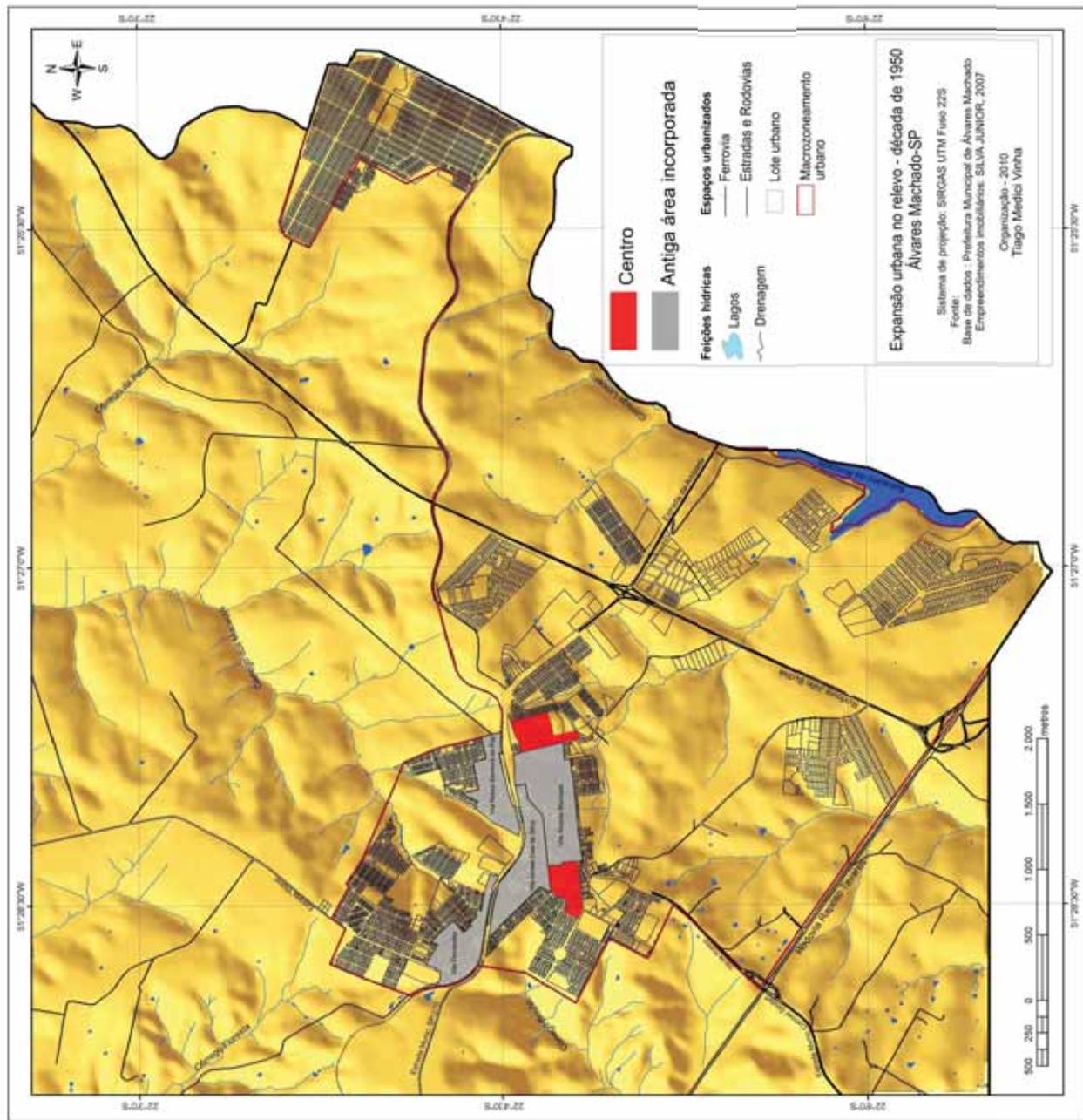


Figura 26. Expansão urbana na década de 1950

Na década de 1960, o processo foi inverso as duas décadas passadas. Foram criados mais de 650 lotes (Figura 27) que deram origem aos bairros Jardim Paulista e Jardim Bela Vista. A configuração de continuidade dos bairros ainda se apresentou nessa década, com exceção do bairro Jardim Bela Vista, projetado distante do centro de formação da cidade. Esse fato pode ser caracterizado como um vazio urbano, indicativo de uma forma de ocupação que se apresentou forte na década seguinte, assim como descreve Silva Júnior (2007, p.59):

Nesse vazio urbano entre a área antes urbanizada e a área sendo urbanizada não havia uma distância tão expressiva, mas isso era um dos elementos da mudança que se instauraria na década de 1970 – a expansão territorial urbana espraiada.

As quatro primeiras décadas de expansão territorial urbana em Álvares Machado apresentou um modelo de ocupação contínua, seguindo sempre uma linearidade com relação ao centro original de formação. As características do relevo também foram favoráveis a maioria dos bairros, situados em topos e médias vertentes, com declividades menores e propícias as ocupações urbanas.

Porém, muitas das áreas de cabeceiras de drenagem também foram ocupadas, como o Jardim Paulista. Percebe-se, ainda nesta década, um aumento do número de lotes criados, fator indicativo de um fenômeno nacional ocasionado pelo êxodo rural e pelo novo modelo de urbanização instaurado no país. Este fato se tornou mais evidente nas décadas posteriores.

No Brasil, a década de 1970, de uma forma geral, foi marcada por mudanças no processo de urbanização, influenciadas por um conjunto de alterações atreladas a um crescimento econômico, baseado na industrialização, e que acabou, também, gerando a migração do campo para a cidade<sup>20</sup>.

Como visto, a década de 1970 foi caracterizada pelo intenso fluxo de migrantes, provocando uma nova configuração urbana que necessitava se adequar

---

<sup>20</sup> Teixeira (2005, p. 27) ao citar Gonçalves Neto (1997, p. 78), ressalta que: “A década de 70 assistirá a uma profunda mudança no conteúdo do debate. Impulsionada por uma política de créditos facilitados, que se inicia na segunda metade dos anos 60, pelo desenvolvimento urbano-industrial daquele momento, que se convencionou chamar de “milagre brasileiro”, a agricultura brasileira não apenas respondeu às demandas da economia, como foi profundamente alterada em sua base produtiva. O maciço crescimento do uso da tecnologia mecânica, de defensivos e adubos, a presença da assistência técnica, o monumental êxodo rural, permite dizer que o Brasil mudou e o campo também”.

ao elevado contingente populacional que deslocava-se para a cidade. Segundo Cunha (2005), ao recordar Martine (1990),

[...] a partir de meados dos anos 60, iniciou-se uma progressiva e sem precedentes desruralização e concentração urbana derivadas de transformações radicais no campo. A tecnificação, os mecanismos de crédito adotados, a especulação e concentração fundiária restringiram de forma impiedosa o acesso à terra pelos pequenos produtores e reduziram a demanda por mão-de-obra, gerando um grande êxodo rural. (CUNHA, 2005, p. 11)

E ainda, segundo Cunha (2005) ao recordar Martine e Camargo (1984),

[...] nos anos 60 e 70, o país registrou uma perda de população rural sem precedentes em sua história. Segundo os autores, no primeiro período cerca de 13,5 milhões de pessoas deixaram o campo - volume que aumentou para 15,6 milhões nos anos 70. Além disso, nas décadas de 70/80, o Brasil, pela primeira vez, registrou uma diminuição absoluta de sua população rural. (CUNHA, 2005, p. 11)

Por conseguinte, a migração também se refletiu em Álvares Machado, principalmente no final da década de 1970 e início da seguinte. No início da década de 1970, Álvares Machado ainda apresentava maior população residente no campo e, segundo Miyazaki e Whitacker (2005), esse número só se inverteu na década seguinte, perdurando até a década de 2000 (Tabela 2):

Tabela 2 - Evolução da população (urbana e rural) de Álvares Machado (1970-2010)

Ano	População	Pop. (nº abs.)	Pop. (%)
1970	Urbana	6.016	35,56%
	Rural	10.904	64,44%
	Total	16.920	100%
1980	Urbana	8.522	59,80%
	Rural	5.729	40,20%
	Total	14.251	100%
1991	Urbana	15.387	81,56%
	Rural	3.478	18,44%
	Total	18.865	100%
2000	Urbana	20.096	88,68%
	Rural	2.565	11,32%
	Total	22.661	100%
<b>2010</b>	<b>Urbana</b>	<b>21.167</b>	<b>90,3%</b>
	<b>Rural</b>	<b>2.325</b>	<b>9,7%</b>
	<b>Total</b>	<b>23.424</b>	<b>100%</b>

Fonte: Adaptado de Miyazaki e Whitacker (2005) e SEADE (2011- informação em negrito)

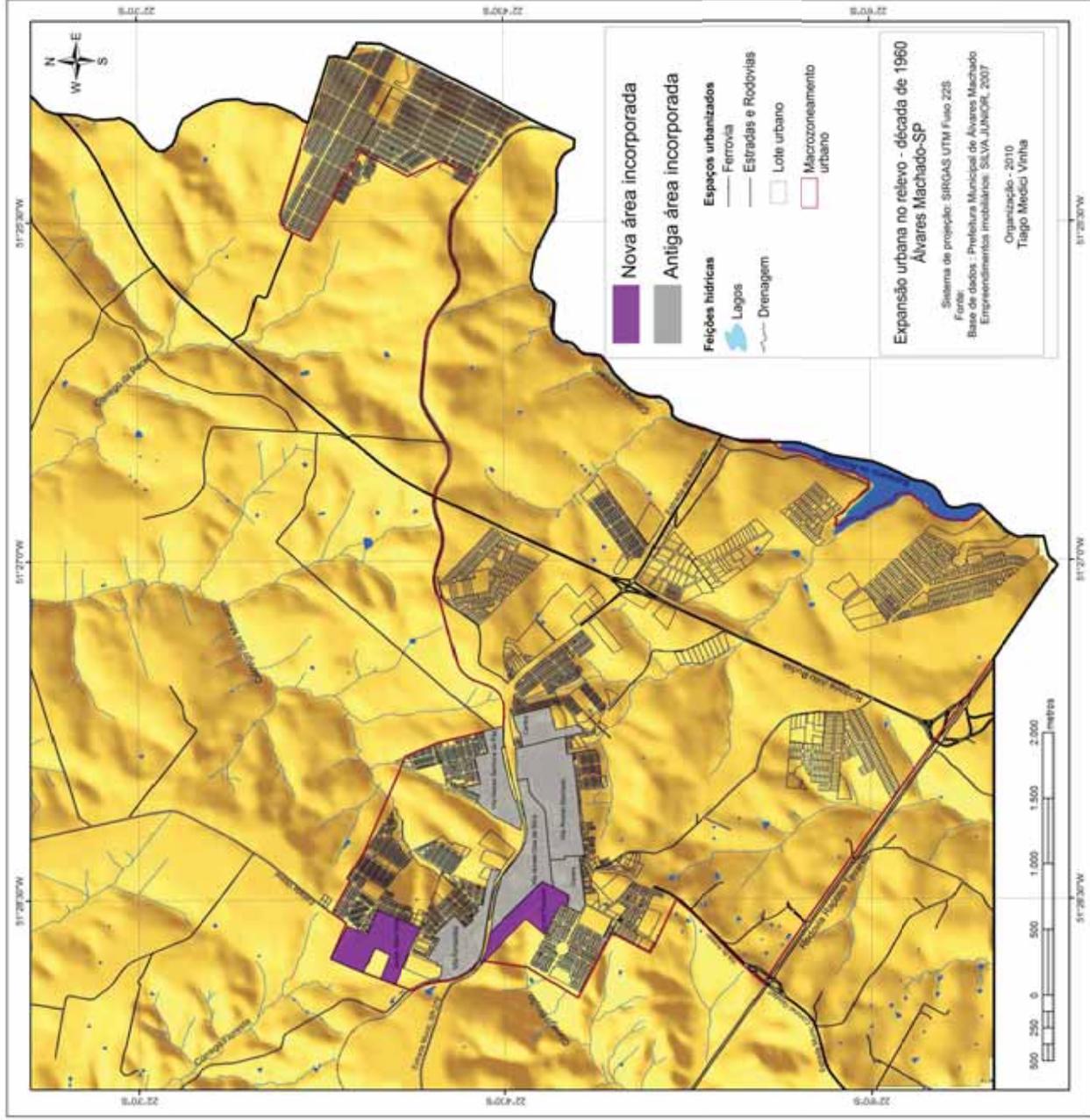


Figura 27. Expansão urbana na década de 1960

Esse processo de saída da população do campo para a cidade modificou a estrutura de urbanização que vinha sendo criada em Álvares Machado. Cabe ressaltar, que a cidade não passou por um processo de industrialização que atraía a população para a cidade, porém, sentiu os impactos desse processo e que estavam atrelados aos interesses de acumulação e reprodução ampliada do capital (SILVA JUNIOR, 2007). Portanto, os reflexos desse novo processo de urbanização brasileira foi sentido por Álvares Machado, mesmo estando numa posição inferior do processo de industrialização e modernização da agricultura. Pode-se dizer que o aumento do número de lotes em Álvares Machado nessa década e início da década seguinte, foi sustentado pelo caráter especulativo imobiliário.

Esse novo período de urbanização vivenciado pela cidade foi responsável pela implantação de 7 loteamentos com 3477 lotes, sendo 2450 em apenas dois loteamentos - Parque Pinheiros I e Jardim Panorama. Dos novos loteamentos criados, o Jardim Raio do Sol, Jardim Horizonte, Jardim Primavera e Parque dos Orixás, mantiveram uma continuidade na proximidade com outros loteamentos, porém, o Jardim São Francisco, Parque dos Pinheiros I e Jardim Panorama (esses dois últimos localizados no extremo leste) foram instalados distantes do núcleo urbano principal da cidade, acarretando, no momento, um enorme vazio urbano para o município (SILVA JUNIOR, 2007) (Figura 28).

Segundo Silva Junior (2007), a localização do Jardim São Francisco, mesmo distante do núcleo urbano principal, se localizou as margens da rodovia Arthur Boigues Filho (Estrada da Amizade), principal via de ligação entre Álvares Machado e Presidente Prudente, o que gerou um caráter especulativo quanto à valorização desse empreendimento.

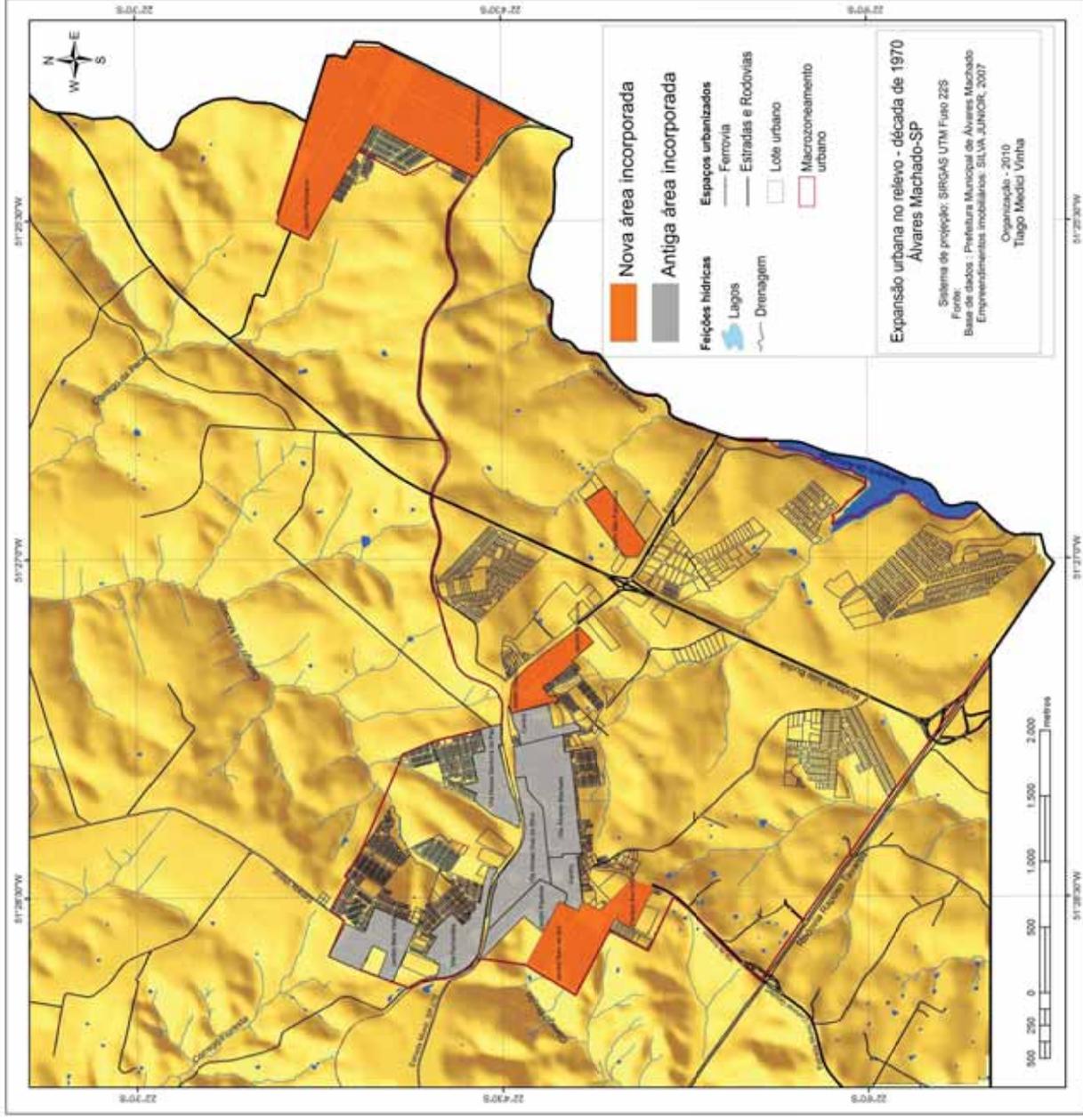


Figura 28. Expansão urbana na década de 1970

De acordo com Silva Junior (2007), a criação do Parque dos Pinheiros I e Jardim Panorama se deram também sob o caráter especulativo do capital privado, motivado por uma possível extensão da Rodovia Estadual Castelo Branco até a região próxima aos loteamentos, o que não ocorreu.

O mesmo autor chama a atenção para a aprovação do poder público de 2450 lotes distantes do centro urbano principal da cidade. Tal criação pode ser explicada pelos “interesses de políticos e os interesses difusos de garantir a construção de cidades para os pobres implicam no patrocínio do processo de segregação social se sobrepondo aos interesses políticos” (SILVA JUNIOR, 2007, p. 67).

Mesmo diante do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Álvares Machado, criado em 1972 e que estabeleceu a forma de expansão urbana compacta, este, por vez, foi alterado pela Lei 1165/77, autorizando a extensão dos limites do perímetro urbano. Segundo Silva Junior,

Infelizmente não temos claro o propósito de tal ampliação (se fiscal, administrativa, aprovação ou regularização de parcelamentos, [...]) mas temos claro que esse instrumento urbanístico não foi (bem) utilizado para fins de uma política urbana básica de ordenamento do território (SILVA JUNIOR, 2007, p. 67).

Esse tipo de prática foi manteve-se na década seguinte (1980), com um elevado número de lotes criados, com a continuidade de expansão distante e com a criação de um novo tipo de empreendimento: as chácaras de recreio (Figura 29). As chácaras de recreio, localizadas distantes da área urbana, representaram uma nova modalidade de lote urbano. Além de suas funções de lazer e uso eventual, este tipo de loteamento propiciou uma oportunidade de proximidade com o ambiente rural e, para muitos, melhorias na qualidade de vida.

Outro loteamento diferente dos já criados é o Distrito Industrial, chamado de Núcleo Industrial de Álvares Machado (NINDAM). Sua criação partiu da iniciativa do poder público na tentativa de atrair a indústria para a cidade, porém, o que se vê ainda, é uma área dotada de baixa infraestrutura e com irregularidades.

Além do Distrito Industrial, a década de 1980 revelou-se como um momento em que o poder público iniciou um processo de intervenção, atuando como agente incorporador na criação de áreas de expansão urbana destinadas a famílias de baixa renda.

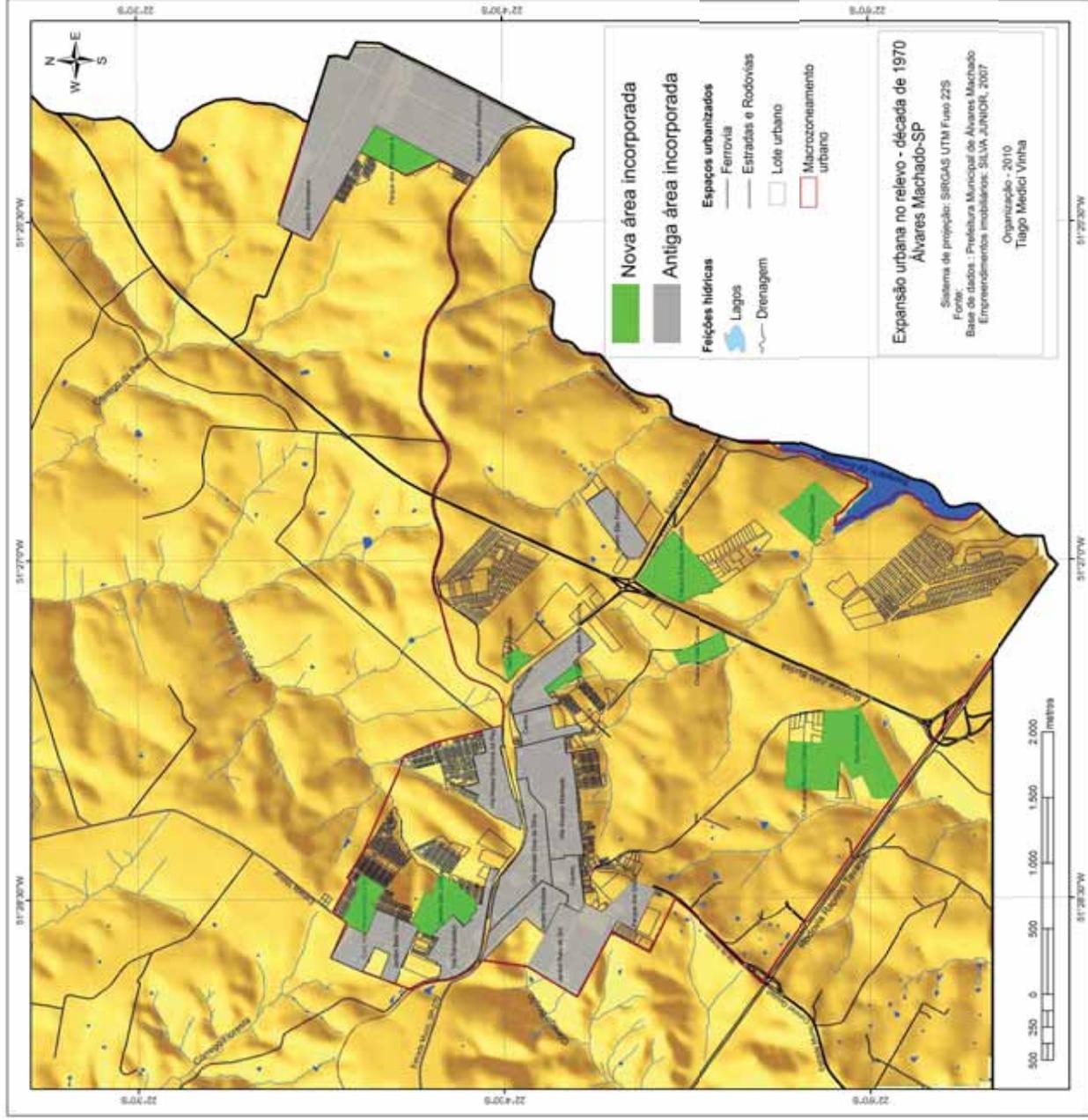


Figura 29. Expansão urbana na década de 1980

A ação do Estado como agente incorporador se iniciava naquele momento, conforme exposto por ex-prefeitos. Isso foi decorrente da consciência de uma crise social e habitacional que não garantia o acesso à moradia para as camadas sociais de poder aquisitivo mais baixo. Por esse motivo, e com apoio do governo estadual, o governo municipal iniciou a incorporação de áreas associada à construção de moradias que eram financiadas para a população (SILVA JUNIOR, 2005, p. 71).

De certa forma, o que se percebe é que não houve a tentativa de compactação do tecido urbano em detrimento do ocorrido na década anterior -1970 - (salvo os conjuntos Álvares Machado I e CDH), mas sim, um prosseguimento desse tipo de expansão urbana, tendo como exemplo a criação do Conjunto Parque dos Pinheiros II.

Mesmo diante desse intento por parte do governo, estadual ou municipal, não é possível afirmar que houve o disciplinamento da expansão territorial urbana em Álvares Machado. Houve, naquele momento

[...] por outro lado, a edição do decreto 611/83 de 5 de dezembro de 1983 que protegia os interesses especulativos presentes na expressiva expansão territorial urbana ao conceder benefícios tributários aos terrenos grandes forçando a cidade a continuar se expandindo e/ou encontrar meios diversos para suprir as necessidades sociais da população (SILVA JUNIOR, 2005, p. 71).

Nessas duas últimas décadas um elevado número de empreendimentos foi criado de forma desordenada, muitos de caráter especulativo e que refletiram o momento que a economia brasileira enfrentava, decorrente, a grosso modo, das novas formas de urbanização do país. Foi um tipo de planejamento voltado a ocultar “os conflitos inerentes à diversidade de interesses relativos ao espaço urbano” (SABOYA, 2008).

A década seguinte (1990) começou a apresentar uma característica diferente, já não mais de forma espraiada, como vinha ocorrendo - com exceção do Loteamento Chácara Arthur Boigues e do condomínio horizontal fechado Gramado Park Residencial - (Figura 30), mas, segundo SILVA JUNIOR (2007, p. 73),

Essa mudança das estratégias locacionais é decorrente da necessidade do mercado se adequar a realidade urbana produzida por ele e garantir a continuidade do processo de produção imobiliária, algo que implica na redefinição do espaço e da estrutura urbana.

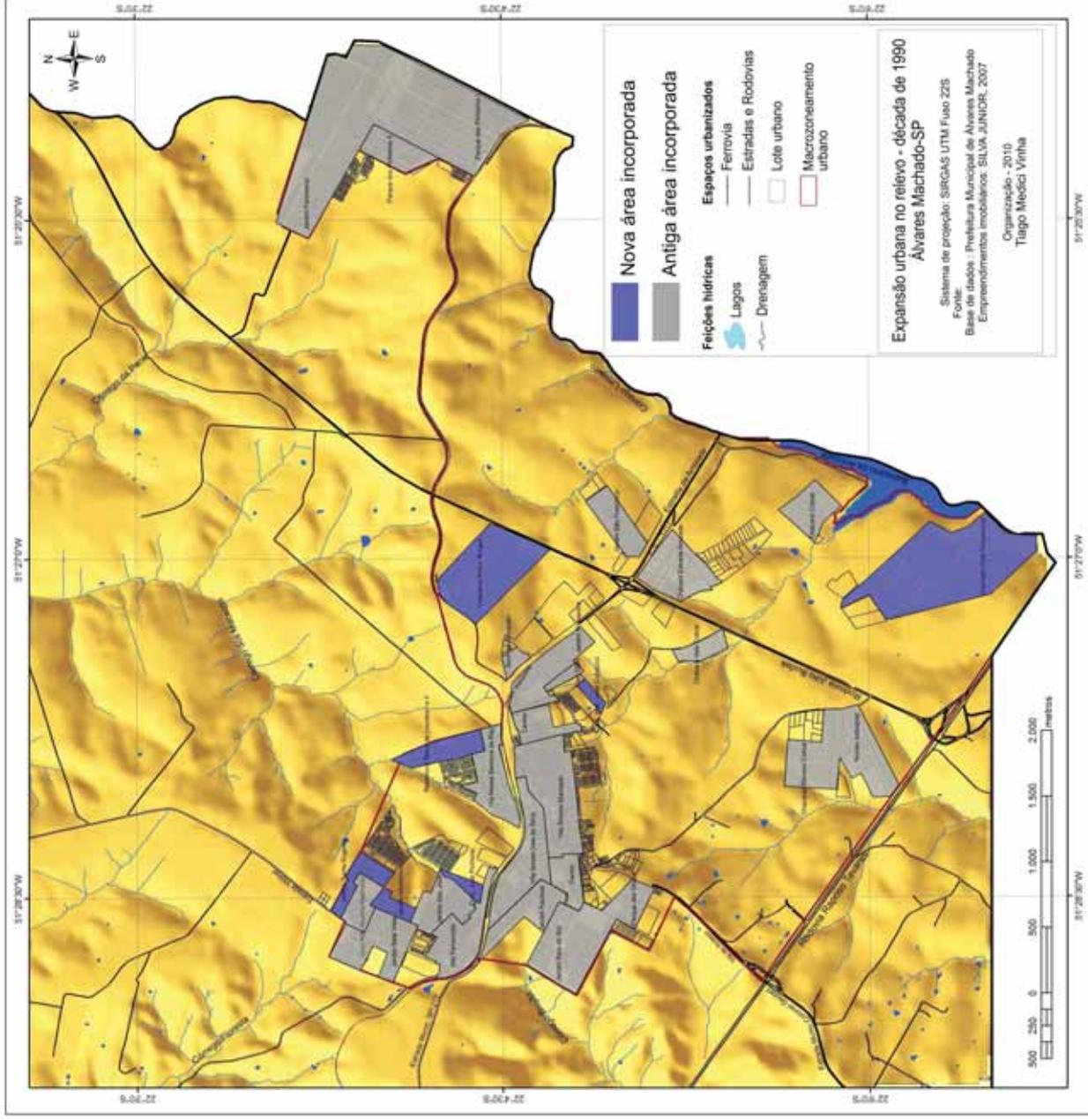


Figura 30. Expansão urbana na década de 1990

Esses novos conjuntos voltaram a ser implementados dentro de uma perspectiva que promove a continuidade da malha urbana, não mais pautado na dispersão que até então vinha sendo realizado por empreendedoras e pelo próprio governo (Figura 31).

Diante desse crescimento influenciado pelo Estado no processo de urbanização territorial urbana, fica evidente, que nessa década, os vazios urbanos da cidade são ineficientes. A preocupação com a ocupação não estava voltada para o aproveitamento das infraestruturas municipais e, muitos desses vazios, aparentemente, estão aguardando a valorização de mercado para, posteriormente, serem loteados.

A partir da década de 1970, a expansão urbana comportou-se diferencialmente das formas de expansão até então, promovendo um crescimento desordenado e criando impactos sociais e ambientais. A ocupação dessas áreas gerou novos conflitos aos recursos naturais e que poderia ser amenizada por um padrão de ocupação mais concentrada e menos difusa, próxima ao núcleo original da cidade, evitando, assim, a expansão de novas infraestruturas que modificam a paisagem.

Dessa forma, as páginas seguintes deste trabalho e que constituem o capítulo 3, visam construir idéias que possam subsidiar e colaborar com ações voltadas a melhoria da qualidade de vida da população de Álvares Machado, apresentando, assim, elementos de informações geográficas e uma representação cartográfica de cenários possíveis para a expansão urbana da cidade que respeite fatores ambientais e legais

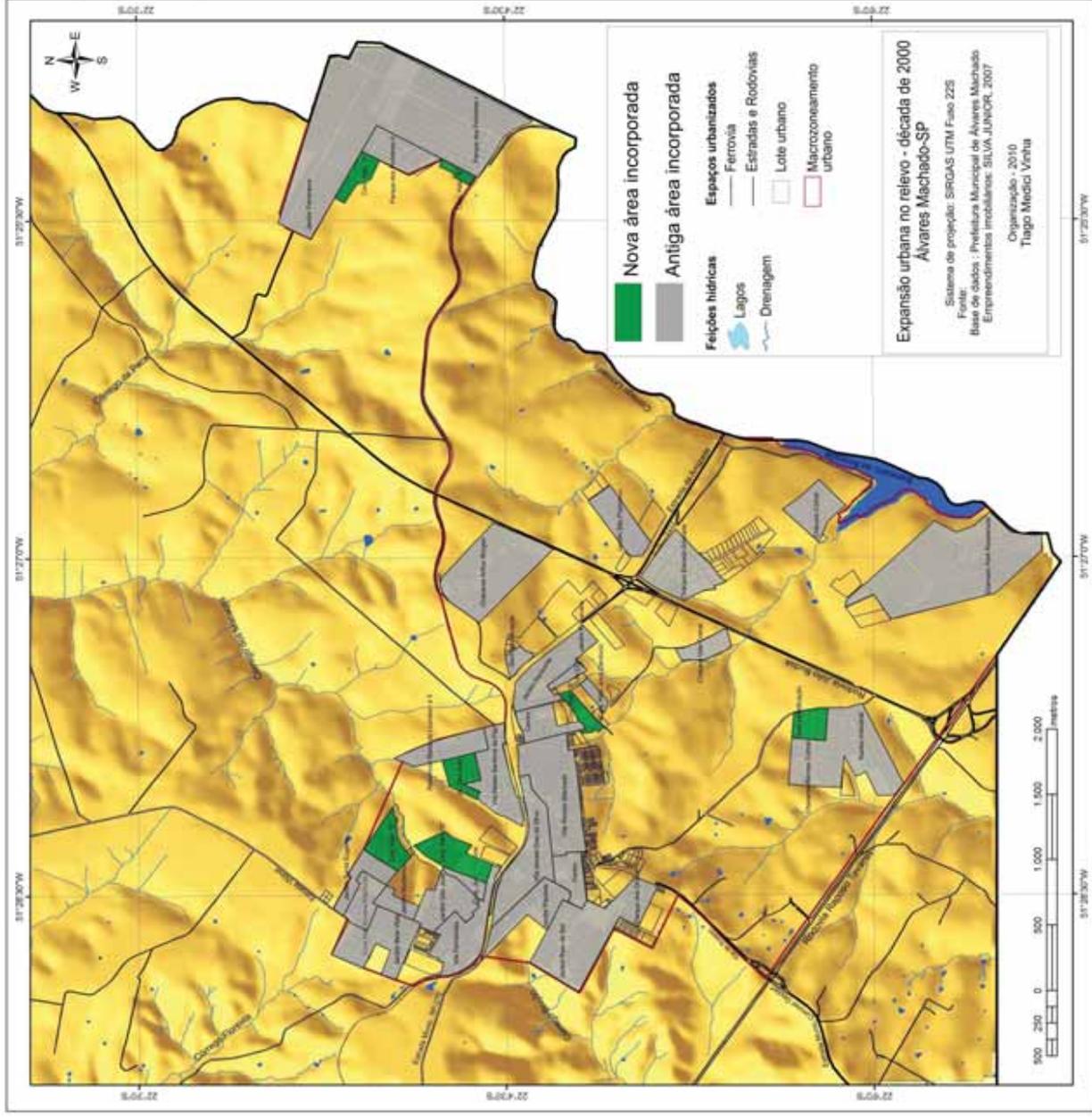


Figura 31. Expansão urbana na década de 2000

# CAPÍTULO

# 3

## CAPÍTULO 3

### **AVALIAÇÃO DE ÁREAS PARA EXPANSÃO URBANA NA CIDADE DE ÁLVARES MACHADO-SP**

---

A leitura sobre a paisagem de Álvares Machado proposta neste trabalho, parte do princípio de que a interpretação do espaço pode ser feita pelo olhar da paisagem. Da conjugação entre os aspectos teóricos e conceituais, associado às observações em campo e o uso de geotecnologias, a leitura da paisagem foi realizada de forma ampliada, sendo resultado do aumento do campo visual com a elaboração de elementos que compõem sistemas de informações geográficas.

#### **3.1 As características locais de Álvares Machado**

Partindo de uma leitura da paisagem na escala local, percebe-se que os processos modeladores do relevo (endógenos e exógenos) criaram especificidades que só são perceptíveis localmente. Já numa leitura regional, a litologia predominantemente arenítica é constituída pela Formação Adamantina (IPT, 1981) (Figura 32), em que pedologicamente predominam os Argissolos (CARVALHO, 1977 e OLIVEIRA, 1999) (Figura 33). Na escala local, é possível identificar essas formações em cortes de estradas, erosões profundas e em locais de retirada de material/solo, possibilitando entender melhor a morfologia de superfície.



Figura 32 - Formação Adamantina em corte de estrada (Fonte: VINHA, Tiago Medici, 2010)



Figura 33 - Argissolos em corte de estrada (Fonte: VINHA, Tiago Medici, 2010)

A cimentação carbonática presente na Formação Adamantina permitiu uma maior resistência litológica, sendo erodidos diferencialmente, formando altos topográficos marcantes na paisagem.

Uma linha diferencial marcante que divide duas importantes bacias hidrográficas pode ser observada na cidade de Álvares Machado. O topo divisor, comumente chamado de espigão e que divide o município entre a Bacia Hidrográfica

do Rio do Peixe a noroeste, e a Bacia Hidrográfica do Rio Santo Anastácio, a sudeste.

A elevação máxima do município, atingida por esse alto estrutural, está na região oeste da área de estudo, alcançando cerca de 500 metros (Figura 34). De forma geral, esse topo/espigão apresenta forma ondulada à suavemente ondulada e convexa. Das áreas mais elevadas para os colos rasos, as diferenças são perceptíveis. Na área urbanizada, essa diferença é muitas vezes camuflada pela alteração antrópica sofrida ao longo do tempo.

No geral, no Mapa Hipsométrico (Figura 35), as amplitudes topográficas atingem diferenças de mais de 60m entre os topos e os fundos de vale, sendo que na área leste e principalmente centro-norte, apresenta relevo mais suave, com colinas mais amplas e interflúvios mais distantes.

Com relação ao Mapa Geomorfológico da área urbana da cidade de Álvares Machado (Figura 36), foram identificados os principais compartimentos de relevo (topos, vertentes e fundos de vale), representando os processos morfodinâmicos relacionados à dinâmica atual.

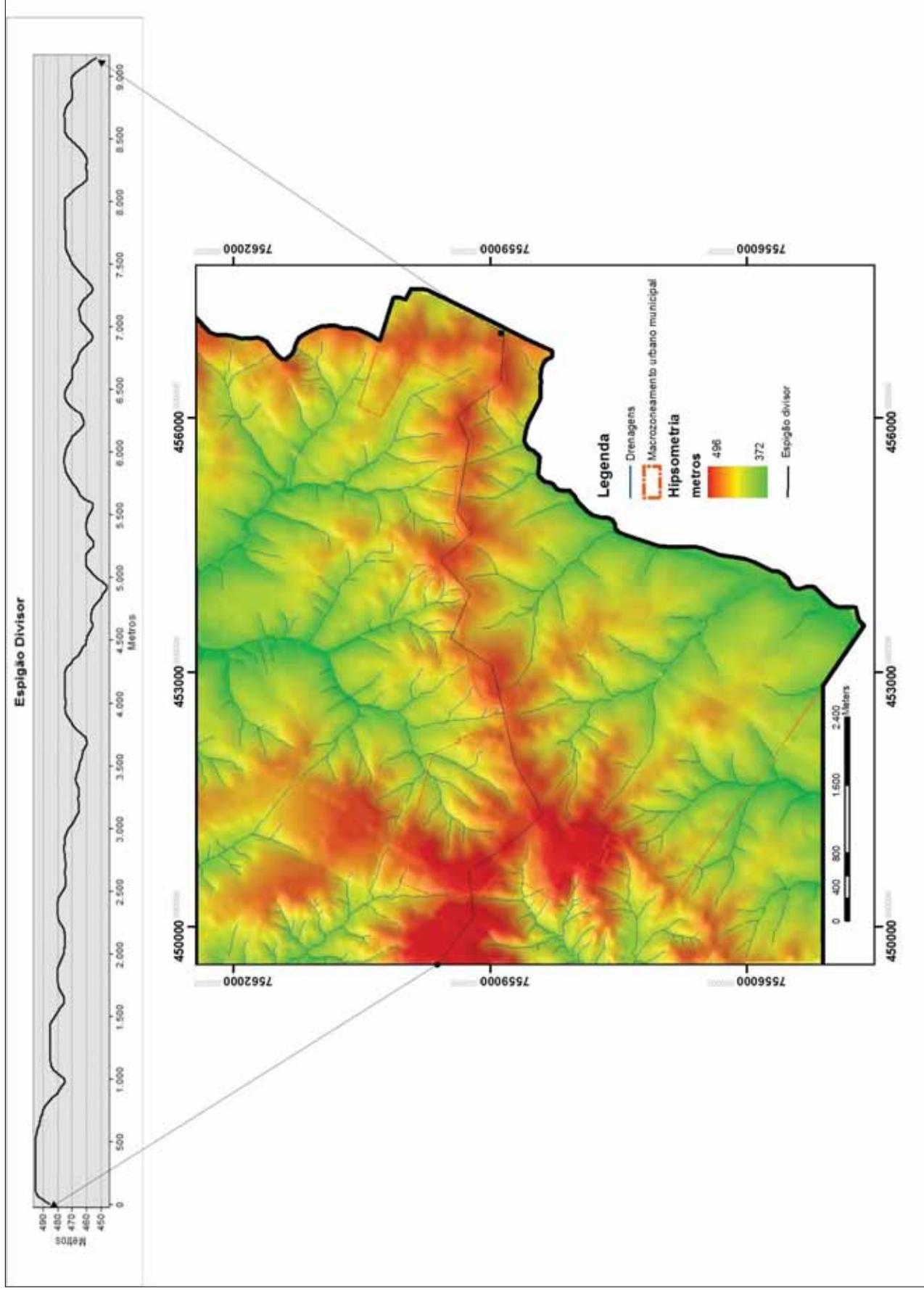


Figura 34 - Perfil topográfico do espigão central divisor de águas

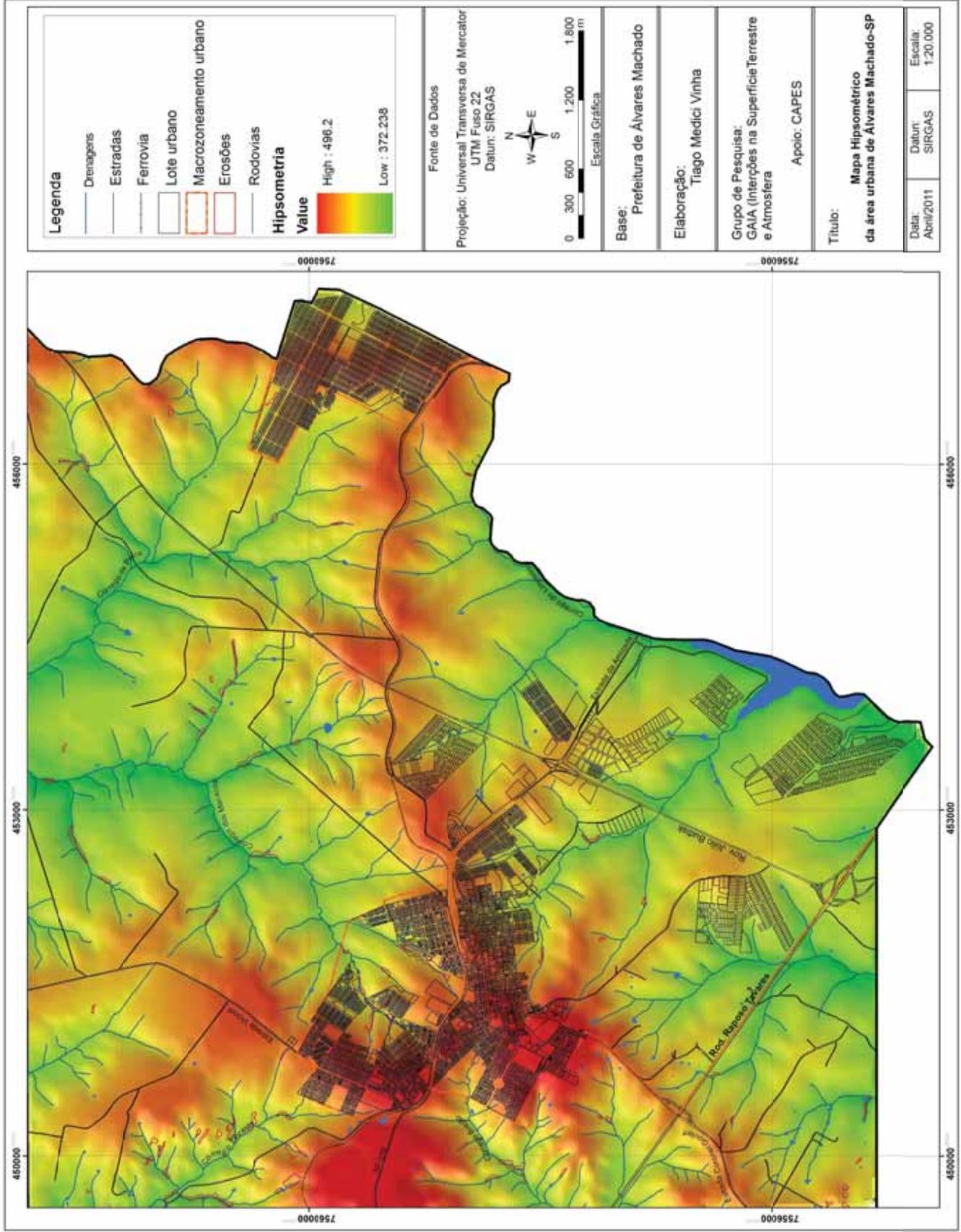


Figura 35 - Mapa Hipsométrico da área urbana de Álvares Machado-SP

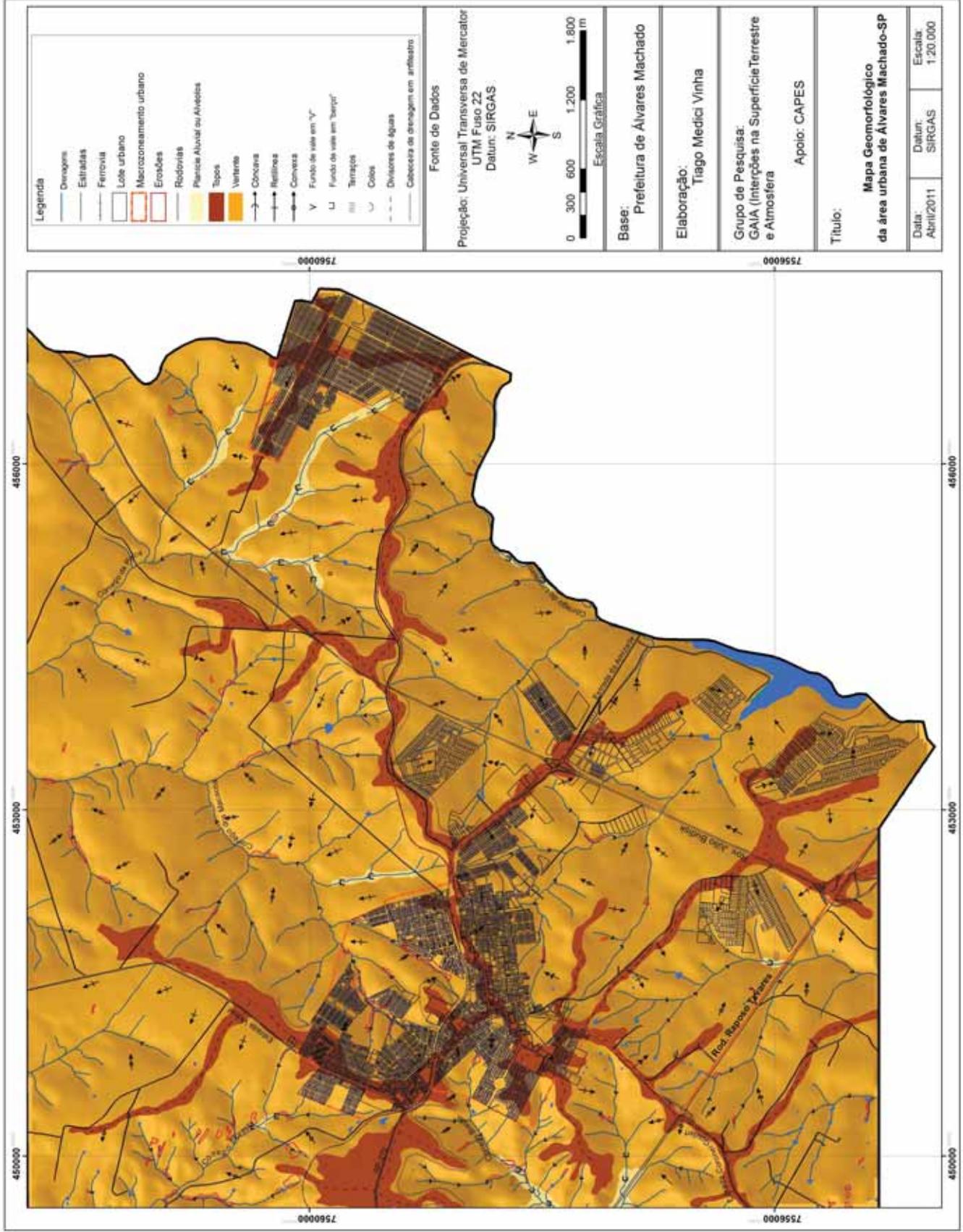


Figura 36 - Mapa Geomorfológico da área urbana de Álvares Machado-SP

Os topos são extensos, porém, em sua maioria, são estreitos. A predominância é de uma morfologia suavemente ondulada (Figura 37) e com declividades de 0 a 6% - se alargando mais no setor oeste da área de estudo, com a maioria das ocupações urbanas. Os topos estendem-se de leste a oeste e norte e sul, sendo interligados por colos rasos e pouco alongados. Nas áreas de topos ocorre a presença de Latossolos e Argissolos.



Figura 37 - Áreas de topo suavemente ondulados. Fonte: VINHA, Tiago Medici (2010)

A área urbana e suas adjacências apresentam, de forma geral, colinas amplas suavemente onduladas. Em alguns trechos o relevo é mais movimentado/declivoso.

Nas vertentes predominam declividades entre 6 e 20% (Figura 38). De acordo com Mapa Geomorfológico já apresentado (Figura 36) e o Mapa de Curvatura das Vertentes (Figura 39), a morfologia dessas vertentes são côncavas, convexas e retilíneas, associadas à presença de cabeceiras de drenagem em forma de anfiteatro. Em algumas áreas é possível observar a presença de Argissolos e Neossolos litólicos, bem como o afloramento da rocha matriz.

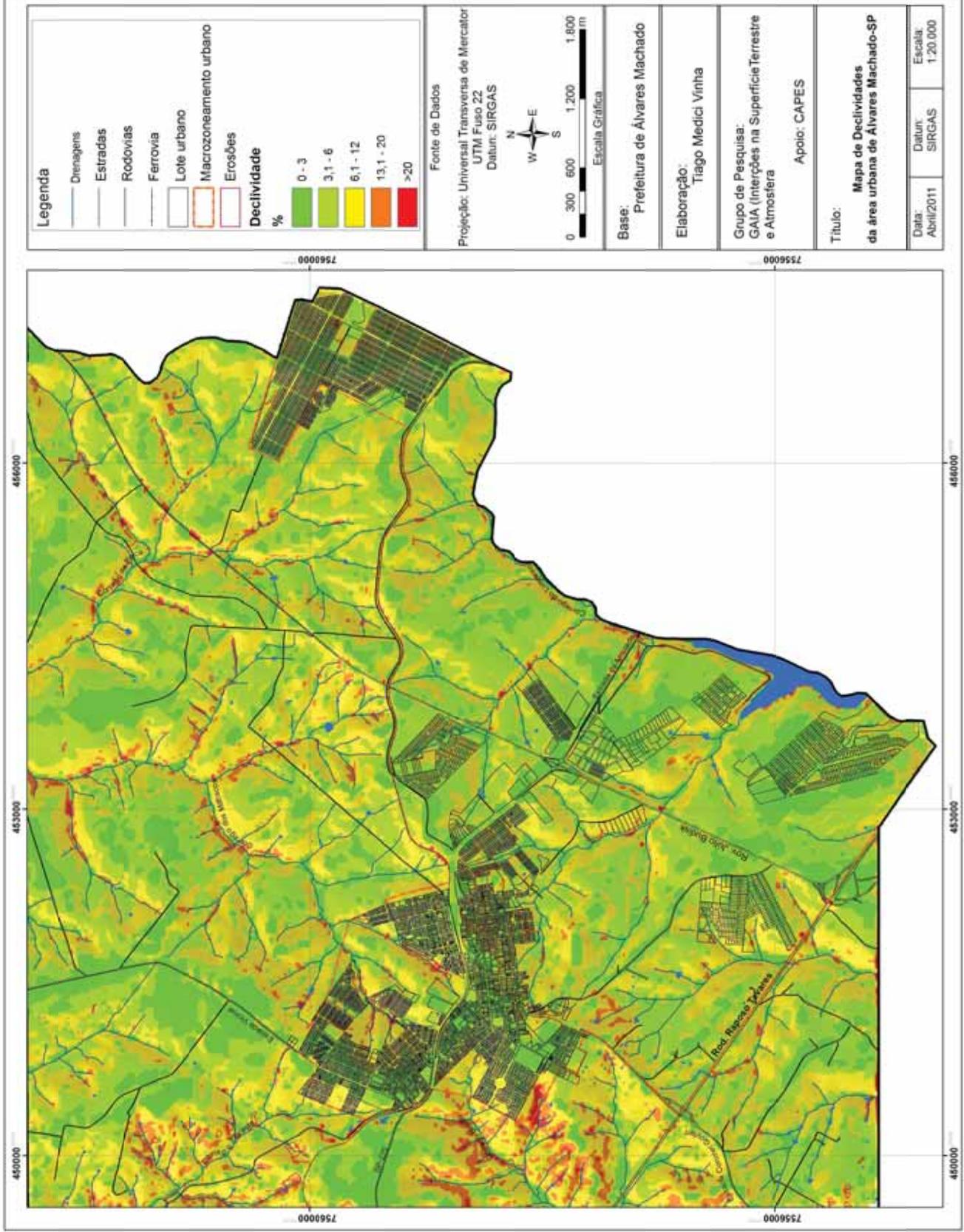


Figura 38 - Mapa de Deciduidade da área urbana de Álvares Machado-SP

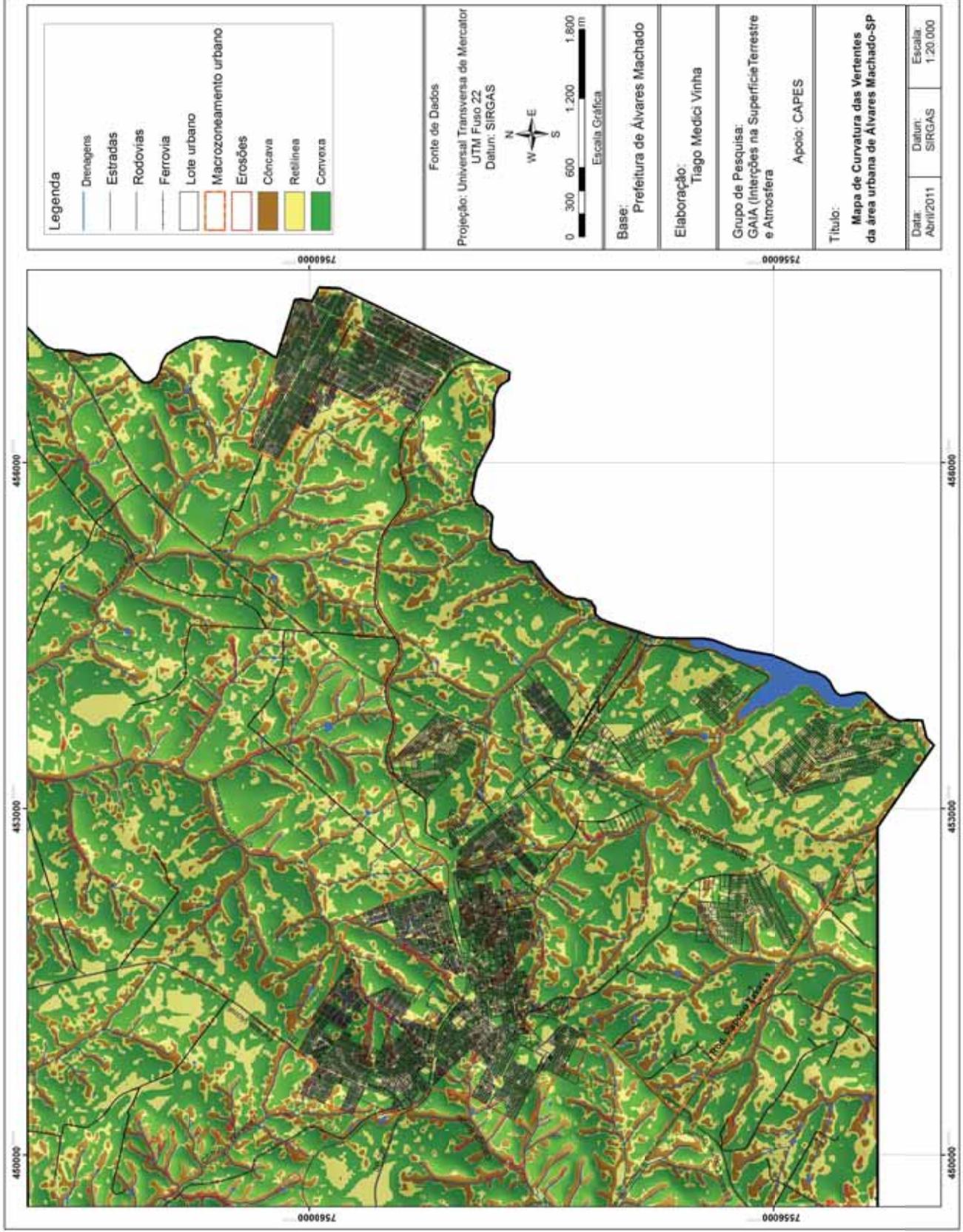


Figura 39 - Mapa de curvatura das vertentes da área urbana de Álvares Machado-SP

Na morfologia dos fundos de vales, predominam vales em “V” abertos, características de relevos suavemente ondulados. Nas áreas de planícies aluviais, os fundos de vales são amplos e muito assoreados, devido, principalmente, à carga de sedimentos transportados de montante. A declividade varia de 3 a mais de 20% em alguns locais, sendo possível observar a presença de Neossolos na baixa vertente próximo ao curso d’água. Foram identificados terraços fluviais e solos Hidromórficos. Nos fundos de vale estão presentes a maioria das erosões observadas (Figura 40).



Figura 40 - Erosão urbana em fundo de vale. Fonte: VINHA, Tiago Medici (2010)

No Esboço Pedológico da área urbana e adjacências de Álvares Machado (Figura 41), observa-se que nas áreas de topos ocorrem solos mais profundos, principalmente no setor oeste da área de estudo, por apresentar topos mais amplos e menos ondulados. Os Latossolos encontrados nessas áreas são, em sua maioria, bem desenvolvidos e, nas áreas mais planas, se estende para além dos topos,

prolongando-se pelas vertentes mais suaves e principalmente retilíneas e de comprimento de rampa mais extenso.

Os Argissolos no setor leste e sul ocorrem também em áreas de topos, porém, mais estreitos e ondulados. Em muitas áreas, foi possível observar a transição para Neossolos, principalmente em vertentes de maior inclinação. Nos topos ocupados, este tipo de solo mostra-se muito alterado e é possível perceber que os horizontes superficiais foram intensamente modificados.

Os Neossolos são predominantes na área. Por qualquer setor da cidade e áreas adjacentes, é possível observar esse tipo de solo, caracterizado por ser raso e menos desenvolvido. São encontrados, sobretudo, em áreas de maior declividade e, de forma geral, estão bastante alterados, mostrando-se muito frágeis para qualquer tipo de ocupação.

Os solos Hidromórficos são encontrados nos fundos de vale, próximos a canais de drenagens e, a grosso modo, estão ou estiveram em constante contato com águas fluviais. Por terem essa característica de proximidade com canais de drenagem, não são indicados como áreas propensas a expansão urbana, já que normalmente estão localizados em Áreas de Proteção Permanente. Dessa forma, quando não protegidos por matas ciliares ou vegetação específica, apresentam alta fragilidade a processos erosivos. Nessas áreas, os canais de drenagem e a concavidade do terreno favorecem o acúmulo de águas pluviais que chegam com maior intensidade na baixa vertente.

Os elementos abordados neste item compõem um conjunto de informações que, se futuramente associadas a outros dados julgados necessários, podem compor um SIG. Através da leitura dos mapas efetuados em associação com as informações sobre os usos e restrições legais referentes à expansão urbana no formato booleano e o uso da análise espacial favorecida pela lógica Fuzzy, foi possível a realização de um diagnóstico da paisagem para a área urbana e adjacências de Álvares Machado que será devidamente elucidado nas linhas subsequentes.

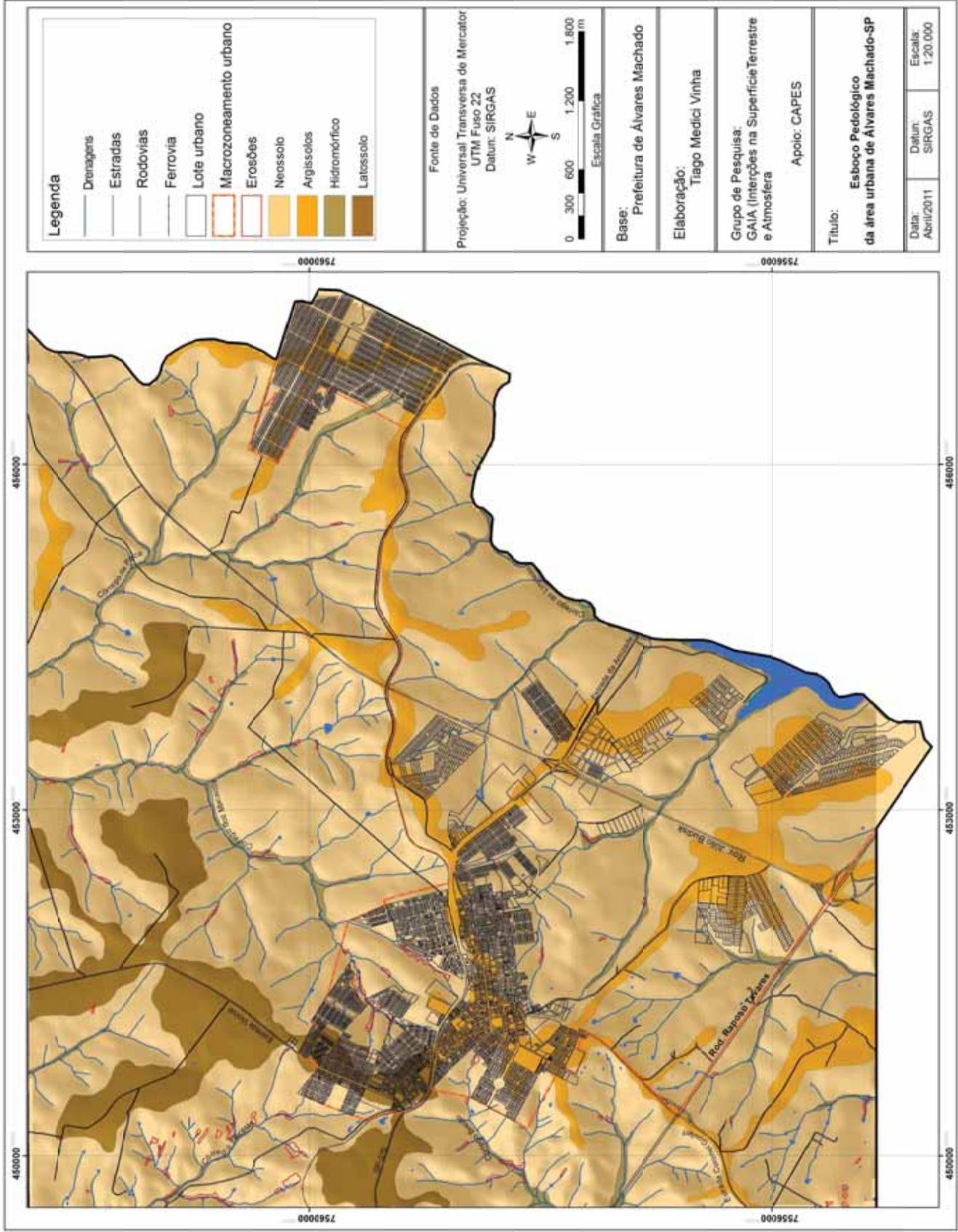


Figura 41 – Esboço Pedológico da área urbana de Álvares Machado-SP

### **3.2 Área diagnóstico: inter-relação entre aspectos físicos e sociais.**

Como consequência da aplicação do método de Importação Semântica *Fuzzy*, associado à lógica *booleana* e a ponderação aplicada aos fatores para o Mapa Geomorfológico e Esboço Pedológico, obteve-se como resultado mapas em que os contatos entre polígonos não são rígidos, permitindo maiores associações com a realidade. Estes produtos são apresentados na escala de favorabilidade. No entanto, as classes são as mesmas das bases originais, alterando somente o limite entre elas.

Na sequência, apresentamos o Esboço pedológico normalizado (Figura 42) e o Mapa Geomorfológico normalizado (Figura 43). Posteriormente, associamos algumas fotos captadas em campo que demonstram algumas características específicas do relevo (Figura 44 e 45) e do solo (Figura 46), permitindo, desta forma, a realização de uma leitura sobre as áreas favoráveis à expansão urbana através do SIG.

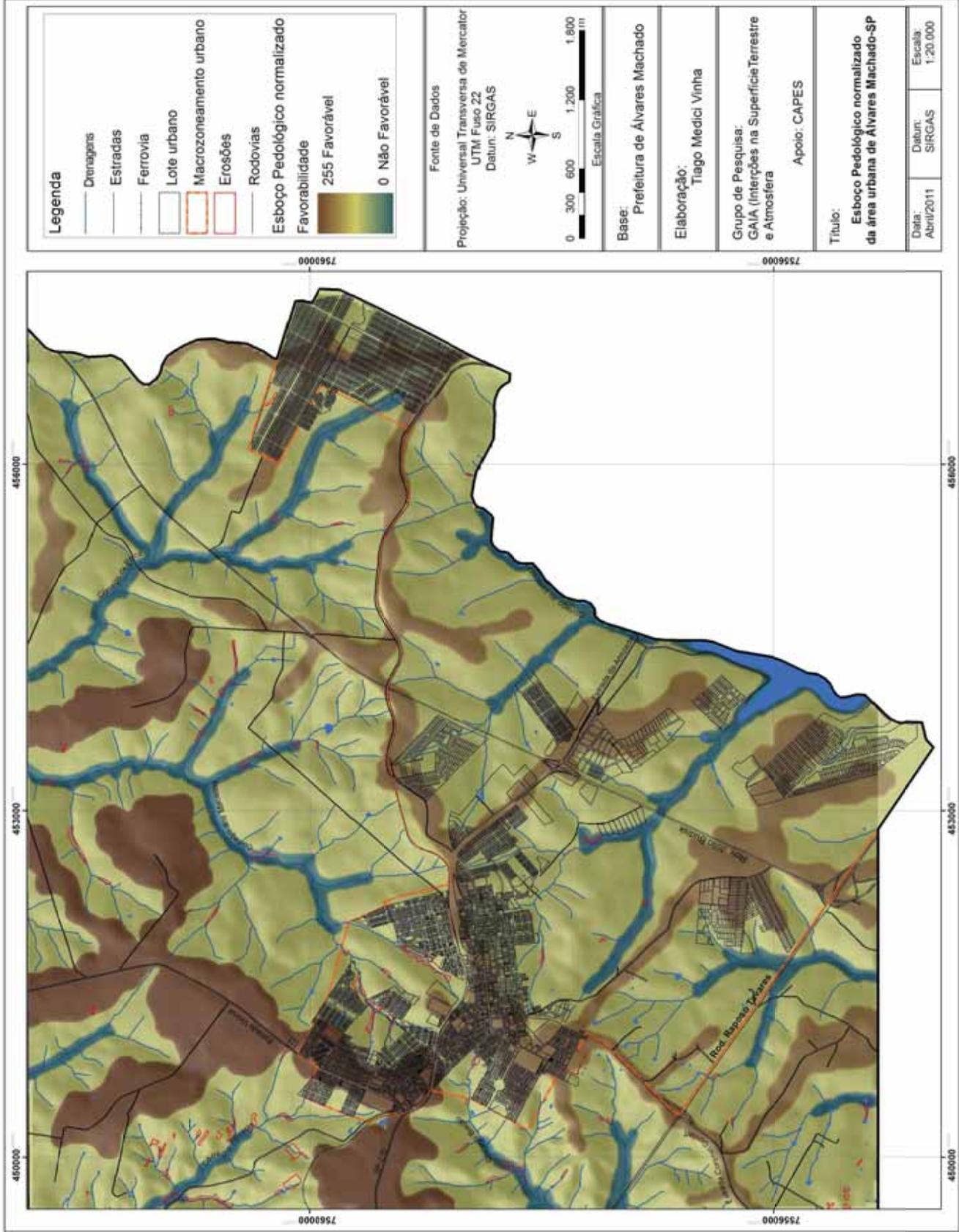


Figura 42 - Esboço pedológico normalizado

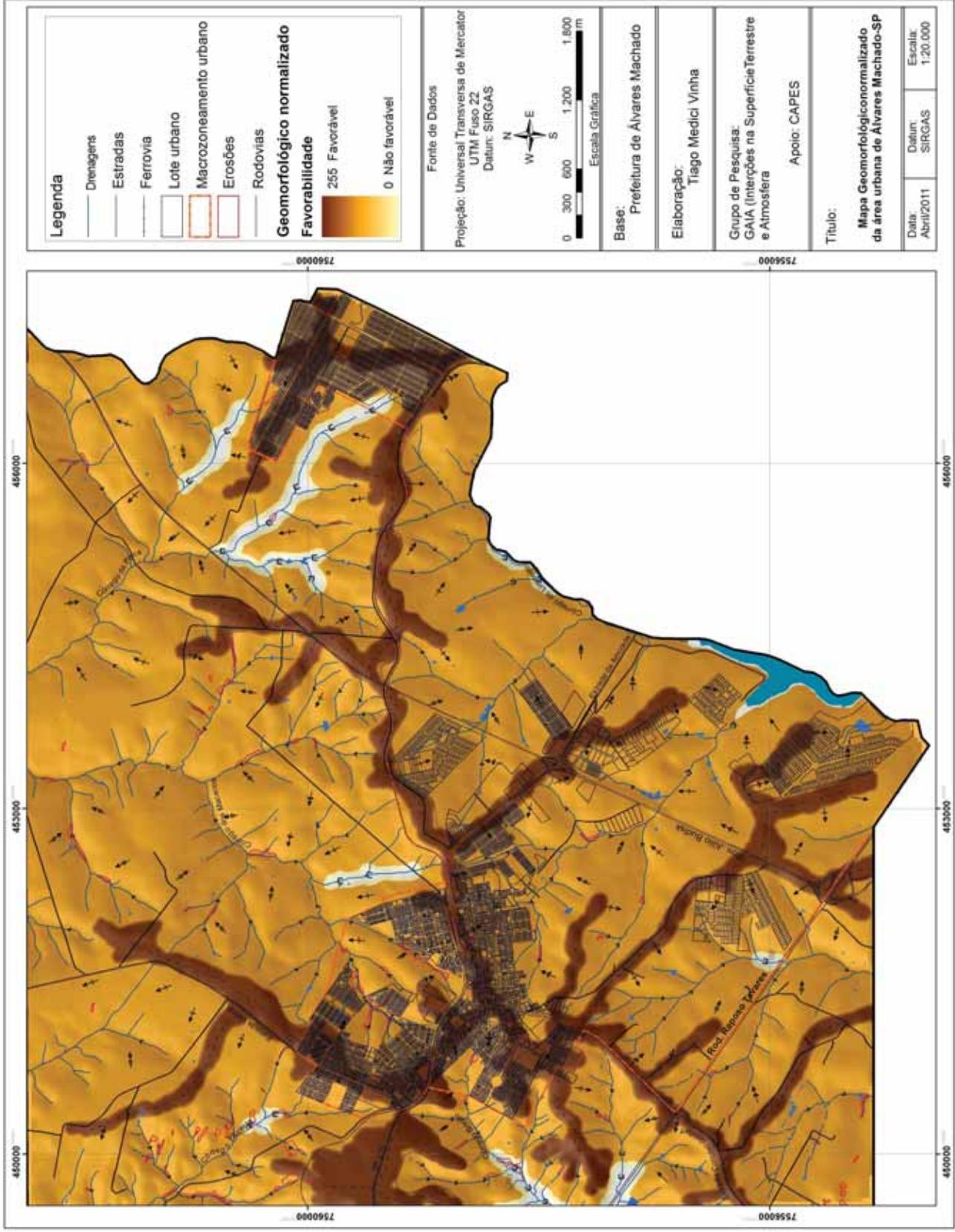


Figura 43 – Mapa Geomorfológico normalizado

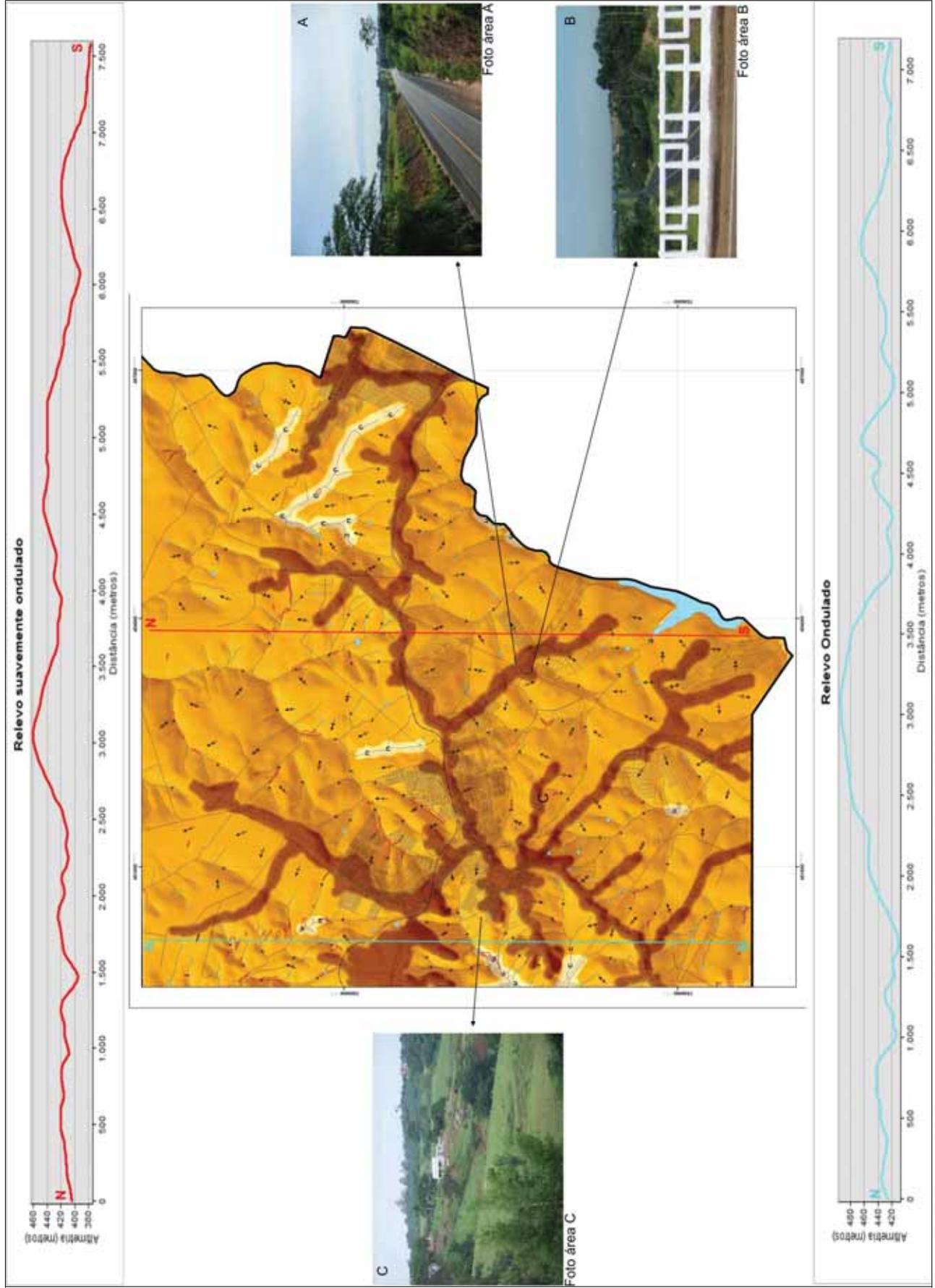


Figura 44 - Relevo ondulado a suavemente ondulado (Fonte: VINHA, Tiago Medici, 2010)

De acordo com os perfis topográficos elaborados, com o Mapa Geomorfológico proposto e aos trabalhos de campo, foi possível observar dois tipos de relevo predominantes na área: relevo suavemente ondulado e relevo ondulado, apresentado na Figura 44.

O setor oeste da área de estudo apresenta uma movimentação maior do relevo. Isso demonstra um processo erosivo diferenciado em alguns setores, o que pode indicar alterações de resistência quanto à ocorrência de agentes cimentantes na formação arenítica, associado, muitas vezes, a morfodinâmica recente de processos climáticos, além do tipo de uso do solo (Figura 44 - Foto área C). Nesse setor, os topos são mais amplos e suaves, com solos de maior profundidade. De maneira geral, essas áreas de topos extensos e suavemente ondulados, com solos profundos do tipo Latossolos, se constituem em áreas mais favoráveis a instalação de loteamentos residenciais.

O setor leste como um todo apresenta relevo mais suave e interflúvios mais distantes, com colinas mais amplas (Figura 44 - Fotos área A e B). A amplitude topográfica nessa área é menor, com comprimentos de rampa longos e menor declividade. Ao contrário do setor oeste, neste setor os topos são mais estreitos e com solos mais rasos. Os fundos de vale são mais abertos e as declividades possuem graus de inclinação menor. O que favorece a instalação de loteamentos residenciais nessa área são as amplas colinas de comprimento de rampa maior e mais suave quanto à inclinação do terreno.

Portanto, de uma forma mais abrangente na leitura da paisagem, a compartimentação topográfica da área de estudo, aponta para uma uniformidade do domínio morfológico: colinas amplas suavemente onduladas de vertentes e topos convexos.

Com relação às planícies aluviais e terraços, estas morfologias representam uma característica da morfodinâmica, pretérita e atual, além de processos de interferência antrópica na formação da paisagem, intensificando processos erosivos e a acentuação do assoreamento dos fundos de vale.

Na sequência, é apresentada a Figura 45, que retrata as características geomorfológicas da área de estudo.

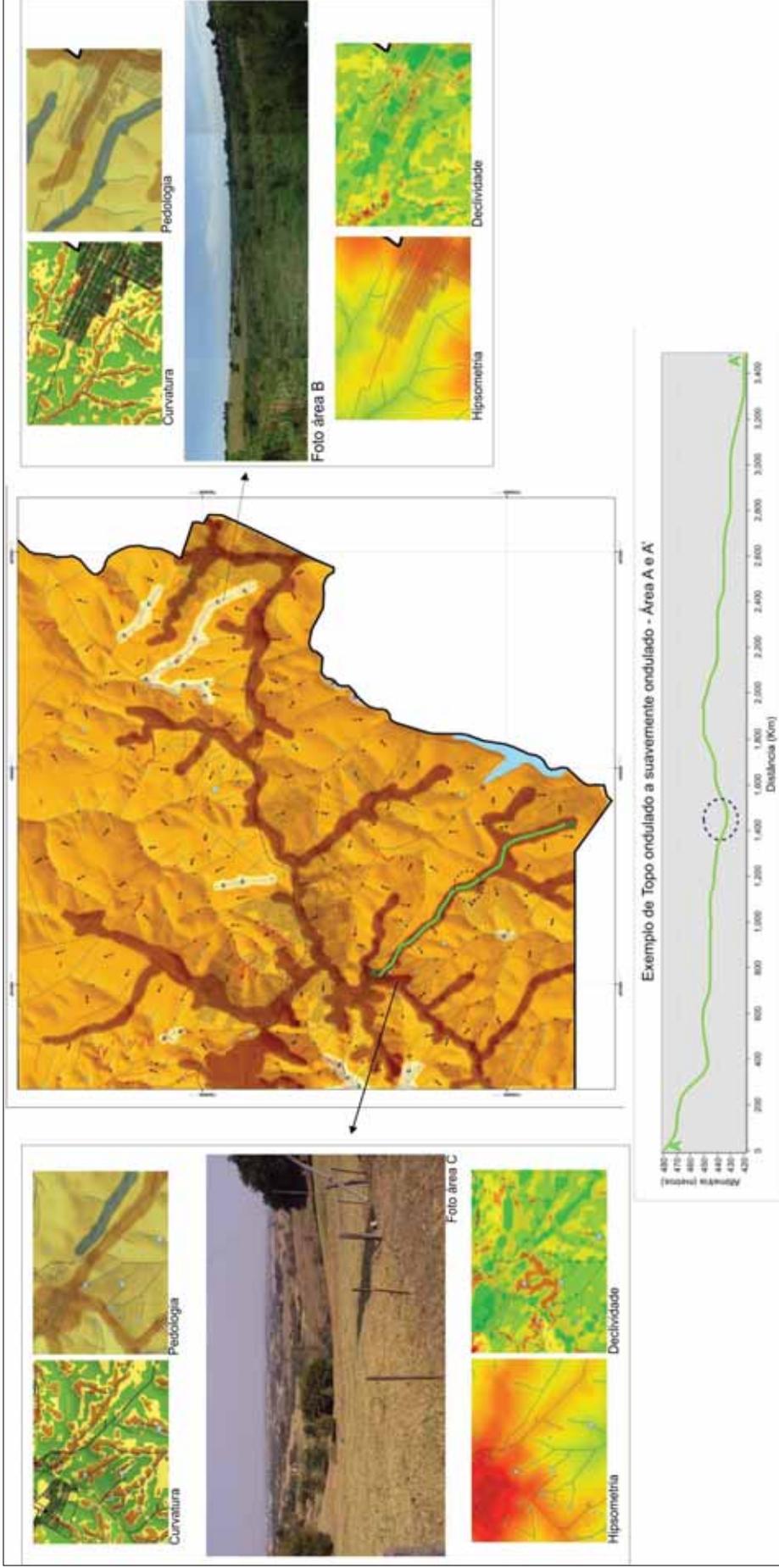


Figura 45 – Características geomorfológicas da área de estudo (Fonte: VINHA, Tiago Medici, 2010)

Na Figura 45 é possível observar as formas de relevo numa escala de detalhe maior. O perfil topográfico apresenta topo de colinas onduladas para suavemente onduladas. Esse exemplo mostra as variações que ocorrem na superfície da área de estudo. Os topos são amplos, formando pequenos espigões que dividem o local, bem como o município, em duas bacias hidrográficas, como já destacado anteriormente.

A área em destaque no perfil, associado ao mapa geomorfológico, apresenta nos topos morfologia do tipo "colos", sendo este um indicativo de processos erosivos diferenciais no tempo geológico. Eles são observados segundo a diferença topográfica ao longo da linha do divisor de águas. Os topos são, em sua maioria, convexos.

A Foto B (Figura 45) apresenta um fundo de vale amplo, com interflúvio distante entre os dois topos. A morfologia representa uma característica predominante para algumas áreas da pesquisa. Também se observa colinas médias e baixas suavemente onduladas. A morfometria da área indica comprimento de rampa longo, com baixa amplitude topográfica. A declividade é baixa, assim como em grande parte da área de estudo.

As vertentes são convexas nas regiões mais elevadas. Na média e baixa vertente, se apresentam mais retilíneas e côncavas, indicando vários trechos com embaciamento.

De forma geral, na área de estudo, as vertentes apresentam-se convexas e nos fundos de vale ocorre o processo de concavização. Os processos erosivos naturais e os induzidos pelo homem têm a predominância de ocorrer nas vertentes mais côncavas, já que o fluxo superficial tende a se concentrar nessas áreas, sendo esse tipo de vertente as mais propícias para a formação de erosão.

No caso das planícies aluviais, comumente são encontrados os depósitos tecnogênicos. Normalmente, essas regiões são as que mais sofrem pelo uso incorreto do solo, já que tendem a receber grande carga de sedimentos à montante. A falta de mata ciliar também auxilia nesse processo, uma vez que a sua presença funciona como barreira aos sedimentos de montante.

Nas planícies aluviais, os solos apresentam características hidromórficas, pois recebem maior contato com as águas superficiais e de subsuperfície ao longo do ano.

A Foto C (Figura 45) corresponde a uma morfologia mais movimentada e pode ser mais observado no setor oeste. Comumente nessas áreas, há a presença de maior densidade de drenagem, cujos interflúvios são mais próximos. As vertentes são mais convexas ao longo das colinas e a concavidade é mais acentuada próximo aos canais de drenagem. Nessas áreas, as declividades são mais acentuadas devido o uso inadequado do solo, o que favorece o aumento dos processos erosivos. O uso do solo nessas regiões é mais restrito, pois a alta declividade e o solo raso são fatores que dificultam a ocupação, fazendo dessas áreas alvo de atenção perante a administração pública.

A necessidade de práticas de conservação do solo é elemento fundamental para que os processos erosivos possam ser evitados. Em áreas destinadas à agropecuária, é necessária a construção de terraços que acompanhem as curvas de nível que diminuam o fluxo do escoamento superficial e favoreçam os processos pedogenéticos. A cobertura vegetal nessas áreas é fundamental, bem como nos fundos de vale, que comumente são em “V”.

Em setores urbanos, a declividade é um dos principais fatores de restrição, já que áreas com declividades elevadas não são indicadas para ocupação. Nesse caso, adotou-se 20% como fator máximo para ocupação, pois acredita-se que assim, encostas com maiores declividades podem ser devidamente preservadas. Declividades acentuadas apresentam risco maior de erosão e movimento do regolito.

De forma geral, o entendimento dos processos morfogenéticos pretéritos e atuais são importantes na compreensão das formas do relevo, sobretudo os fatores morfodinâmicos, levando em consideração os processos antropogênicos de alteração da paisagem. Nesse sentido, o estudo da compartimentação do relevo se torna fundamental para prevenir impactos ambientais e oferecer subsídios para o uso e ocupação do relevo de forma racional, evitando o direcionamento de recursos para áreas com baixo potencial a ocupação urbana.

Na Figura 46 a seguir, são exemplificados com fotos os tipos de solos da área de estudo.

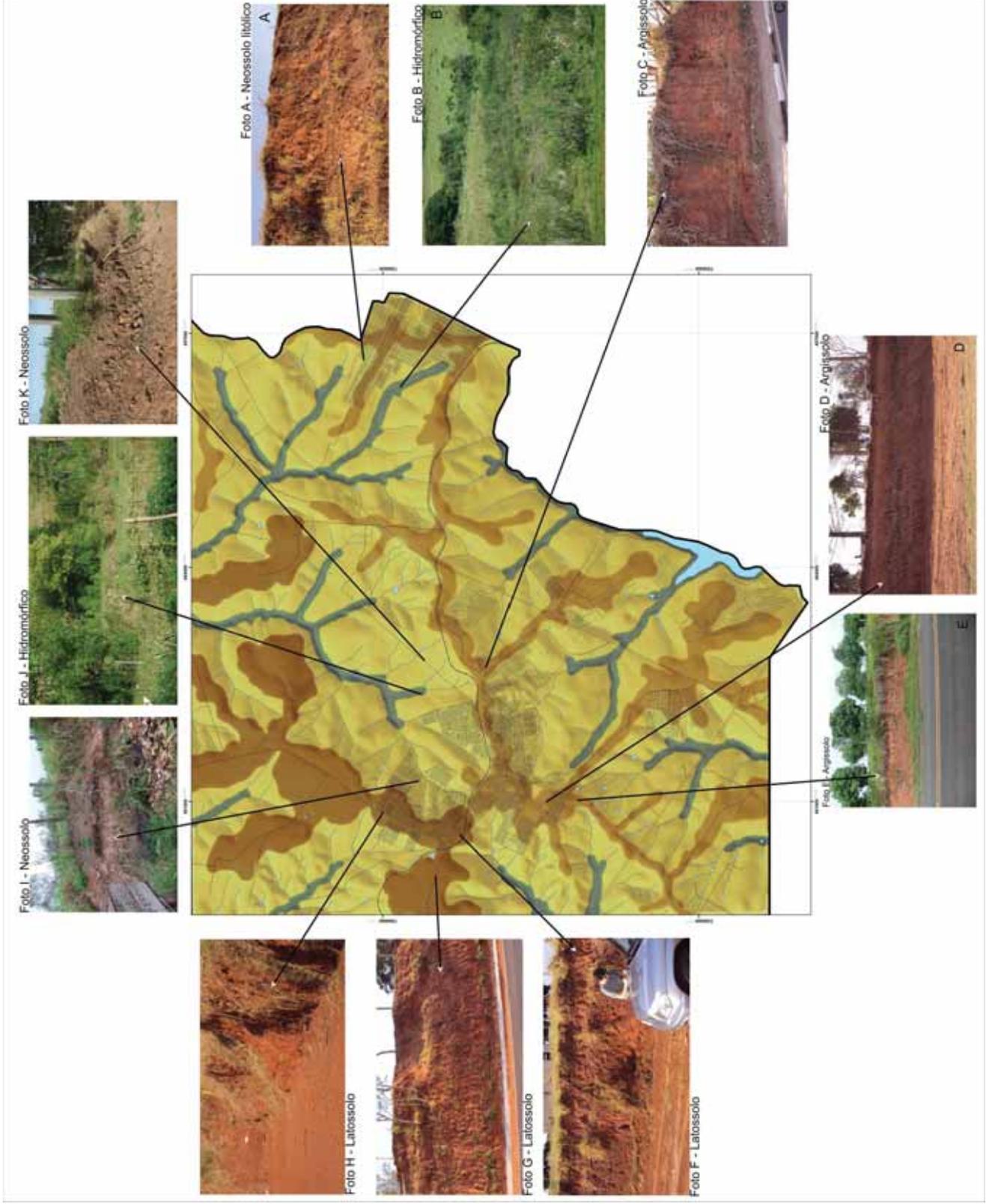


Figura 46 - Tipos de solos encontrados na área de estudo (Fonte: VINHA, Tiago Medici - 2010)

A Figura 46 representa os tipos de solos encontrados na área de estudo. De acordo com as fotos inseridas nessa figura, a região apresenta uma grande variação quanto aos tipos de solos, elementos decisivos no processo de áreas de expansão urbana.

O grande problema na delimitação de solos em áreas urbanas são as alterações ocasionadas nas características naturais do perfil. Desde o processo de derrubada da mata na região, os primeiros usos agrícolas e os posteriores processos de expansão urbana modificaram significativamente o horizonte superficial dos solos na área urbana e entorno da cidade de Álvares Machado. Conseqüentemente, a impermeabilização ocasionada pelo uso do solo no ambiente urbano, a retirada da cobertura vegetal e a falta de práticas de conservação, são os principais problemas observados com relação aos solos.

Nos trabalhos de campo, foram observados solos tanto em áreas totalmente urbanizadas como também em áreas de cultivo agrícola ou pastagens. Percorreram-se locais em que foi possível observar cortes de barranco ou erosões, permitindo a visualização e o contato tátil com o solo. O caminho percorrido levou em consideração os mapas produzidos, como hipsometria, declividade e geomorfologia, fatores que influenciam nos diferentes tipos de solos encontrados.

A Foto A (Figura 46) apresenta predomínio de Neossolo litólico. A área está muito alterada, desprovida de cobertura vegetal de porte. Neste setor, o perfil de solo foi observado em corte no talude, feito para futura construção de residência. O perfil mostra um solo raso, de aproximadamente 60 cm até o contato com o arenito fragmentado.

Na Foto B (Figura 46), foram identificados solos Hidromórficos. É uma área de planície aluvial que nos períodos de alta precipitação implica na elevação do nível de água e o extravasamento do leito maior sazonal. Este é um tipo de solo muito vulnerável a processos erosivos. Por estarem em áreas de preservação permanente, normalmente são inaptos para ocupações urbanas. A falta da mata ciliar densa facilita a ação de agentes erosivos.

A Foto C (Figura 46) apresenta o predomínio de Argissolo em área de topo de colina, estando todo ocupado. O horizonte superficial foi totalmente removido devido ao processo de aplainamento que o processo de uso e ocupação do solo exigiu.

A Foto D (Figura 46) também apresenta Argissolos muito alterados. É um setor de topo aplainado e estreito, com declividade menor que 5%. O horizonte superficial também foi integralmente removido.

Na Foto E (Figura 46), novamente observou-se a presença de um Argissolo. Quanto a sua estrutura de horizontes, este tipo de solo foi menos alterado. É uma região de topo mais estreito e aplainado. O entorno apresenta maior declividade e relevo mais ondulado, o que, de forma geral, favorece a morfogênese intensificada pela falta de cobertura vegetal.

A Foto F (Figura 46) mostra o predomínio de Latossolos. Foi observada grande profundidade do perfil, com horizontes pedológicos mais desenvolvidos, não sendo notado o horizonte C. É uma área de topo com baixa declividade (menor que 5%) usado no passado para a passagem da linha férrea.

Na Foto G (Figura 46) observada em área de topo aplainado, identificou-se Latossolos profundos com horizonte bem desenvolvido. A declividade no local é menor que 3%. É um setor de pastagens, com cultivos de frutas e plantio de eucalipto.

O setor da Foto H (Figura 46) é uma ramificação do espigão principal que se estende no sentido norte. Foi possível observar através dos cortes de barranco a presença de Latossolo na área urbanizada. Com relação a declividade, a área não ultrapassa os 6%.

A Foto I (Figura 46) apresenta um Neossolo raso e bastante alterado em sua estrutura. A morfologia da área possui comprimento de rampa extenso, com vertente convexa nas partes altas e tendendo a concavização na parte inferior.

A Foto J (Figura 46) é uma área de solos Hidromórficos em planície aluvial e fundo de vale aberto em formato de “berço”. Este vale apresenta-se muito degradado, principalmente devido aos processos de assoreamento e a falta de mata ciliar densa.

A Foto K (Figura 46) também corresponde a um solo significativamente alterado pelo uso e ocupação da área. É um setor de cultivo agrícola, com solos muito rasos e afloramento dos arenitos da Formação Adamantina. As vertentes são do tipo côncavo-convexa, com comprimento de rampa médio e declividade podendo chegar a 12%.

Em suma, percebe-se: ambientes muito alterados, com precariedade na implantação de fatores conservacionistas de proteção aos solos, e descaso quanto

aos fatores de proteção nas áreas de descarga de águas pluviais, o que reflete em erosões laminares e lineares.

Foram observadas muitas ravinas e, principalmente, uma enorme voçoroca em área urbana e que traz riscos para a população que reside no entorno.

De maneira geral, cidades que promovem a sua expansão em áreas com solos cuja textura predominante é arenosa, deveriam ter atenção especial em relação aos processos erosivos. As erosões urbanas, na maior parte dos casos, ocorrem devido à falta de planejamento urbano que dê o merecido destaque a dimensão ambiental. As erosões em áreas urbanas podem ser ocasionadas pela intensidade de áreas construídas e pavimentadas, que de certa forma concentram o escoamento superficial em regiões com solos de textura arenosa. Este é o caso da voçoroca urbana na cidade de Álvares Machado (Figura 47).



Figura 47 - Voçoroca em área urbana na cidade de Álvares Machado (Fonte: VINHA, Tiago Medici, 2010)

Alguns elementos contribuem para a intensificação dos processos erosivos no meio urbano. Salomão (2005) descreve algumas das causas que desencadeiam processos erosivos em áreas urbanas:

- Plano de obra inadequado do sistema viário que pode ser agravado pela falta de pavimentação, guias e sarjetas. Ruas sem pavimento e áreas urbanas muito suscetíveis a erosão, provocam o entupimento de galerias, principalmente em áreas de baixa declividade;

- Traçado inadequado do sistema viário que não considera a declividade e o comprimento das vertentes. As águas pluviais devem ser diminuídas pelo espalhamento e direcionadas para vários coletores, evitando assim o uso de um único coletor de diâmetro maior;

- Deficiência do sistema de drenagem de águas pluviais e servidas. Através de estudo prévio da topografia local, os canais coletores devem situar-se em ruas secundárias e utilizar as ruas de pequena declividade, evitando o acúmulo de drenagem nas ruas de grande declividade;

- Expansão urbana descontrolada. Implantação de loteamentos em locais que apresentam terrenos suscetíveis a erosão.

### **3.3 Zoneamento Ambiental Urbano de Álvares Machado**

Em síntese, pode-se dizer que para almejar o Zoneamento Ambiental Urbano, diversos outros “zoneamentos” foram construídos com diferentes análises e abordagens. Afirmamos que estes produtos não foram elaborados nos moldes da Lei de uso e ocupação do solo, porém, observamos grande adequabilidade da proposta em relação aos fatores ambientais urbanos estudados.

Os produtos gerados segundo os critérios de variáveis ambientais urbanos (aspectos geomorfológicos, pedológicos, declividade, infraestrutura urbana e dos usos restritos ou nulos observados dentro da zona urbana) passaram por um processo de atribuição de pesos para a participação na lógica Fuzzy, que associados aos produtos booleanos, apontaram para uma identificação de áreas com diferentes graus de favorabilidade à expansão urbana (Figura 48).

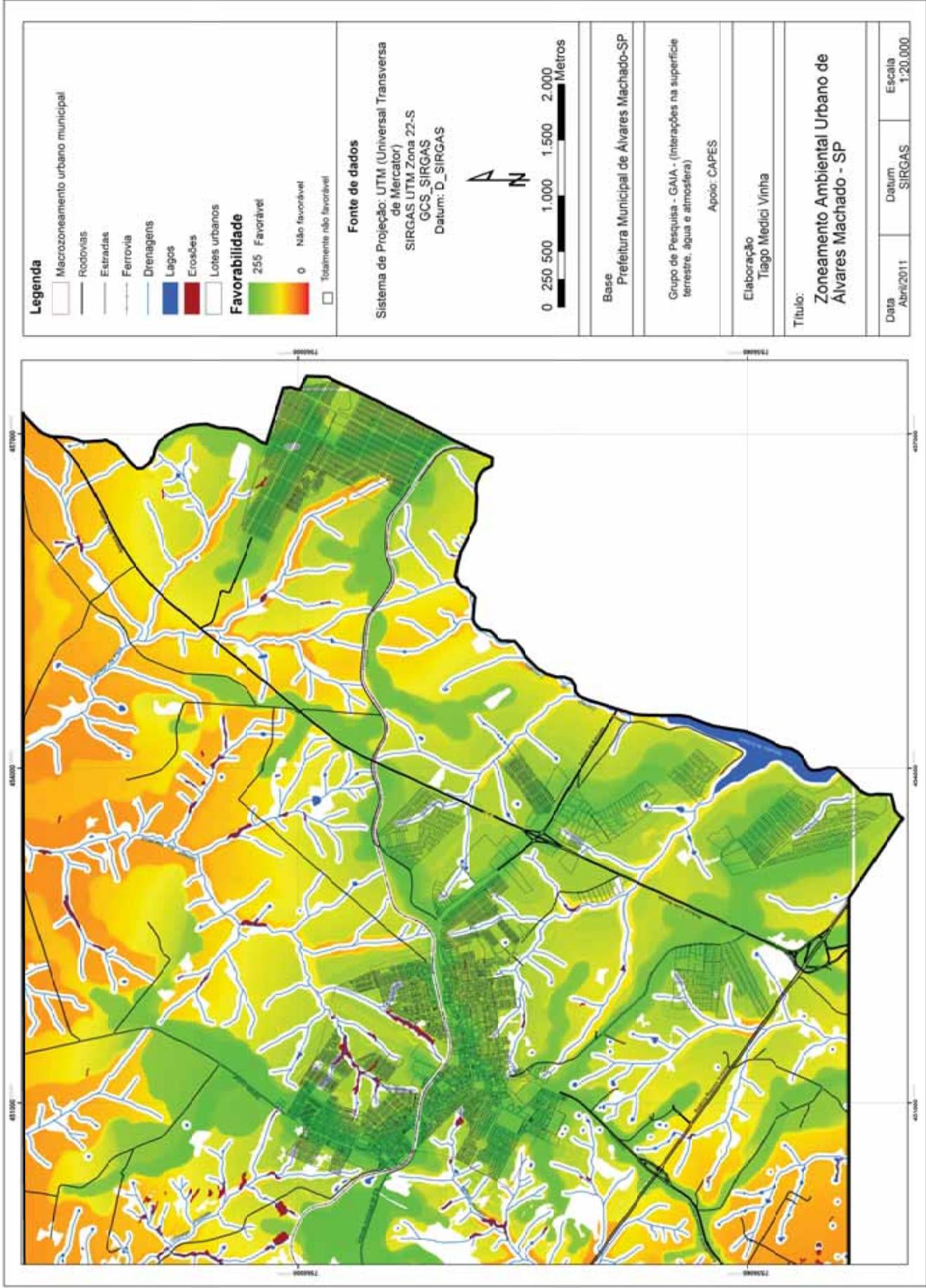


Figura 48 – Zoneamento Ambiental Urbano de Alvares Machado

### 3.4 Avaliação de áreas para expansão urbana em Álvares Machado

Como explicitado ao longo do trabalho, a elaboração de elementos de informações geográficas para a área urbana de Álvares Machado, permitiu o cruzamento dos mapas de ponderações de fatores *Fuzzy* com os mapas booleanos de áreas não-favoráveis.

As áreas de topo e vertentes com baixas declividades e desprovidas de ocupação urbana, são os setores mais favoráveis à expansão (tons de verde). No que diz respeito aos fundos de vale, planícies aluviais, áreas de APP, solos hidromórficos e matas residuais, estes apresentam caracteres de restrição - tons de vermelho a branco.

A malha urbana foi sobreposta no mapa final afim de identificar alguns bairros em situação irregular que ocupam áreas de APP ou declividades acentuadas. A Figura 49 evidencia alguns exemplos dessas áreas.

De acordo com a Figura 49, o setor representado pela Foto A apresenta, a princípio, condições de favorabilidade, pois possui solos profundos, topos alongados e baixa declividade. Entretanto, a distância de equipamentos de infraestrutura urbana, torna essa região pouco favorável, uma vez que o custo de implantação desses tornar-se-ia alto e a intervenção no ambiente também traria impactos desnecessários.

A região da Foto B (Figura 49) apresentou-se como um dos mais degradados devido à presença de uma voçoroca de grande proporção, com mais de 10 metros de profundidade e mais de 20 metros de largura em alguns pontos. Essa área ao entorno e a montante da erosão deve ser preservada, com a aplicação de obras de contenção para a diminuição dos fluxos de águas pluviais que são direcionados para o fundo de vale e que posteriormente se converge para dentro da erosão. Feita a contenção, é necessário a realização de um plano de manejo para a recuperação paisagística do setor.

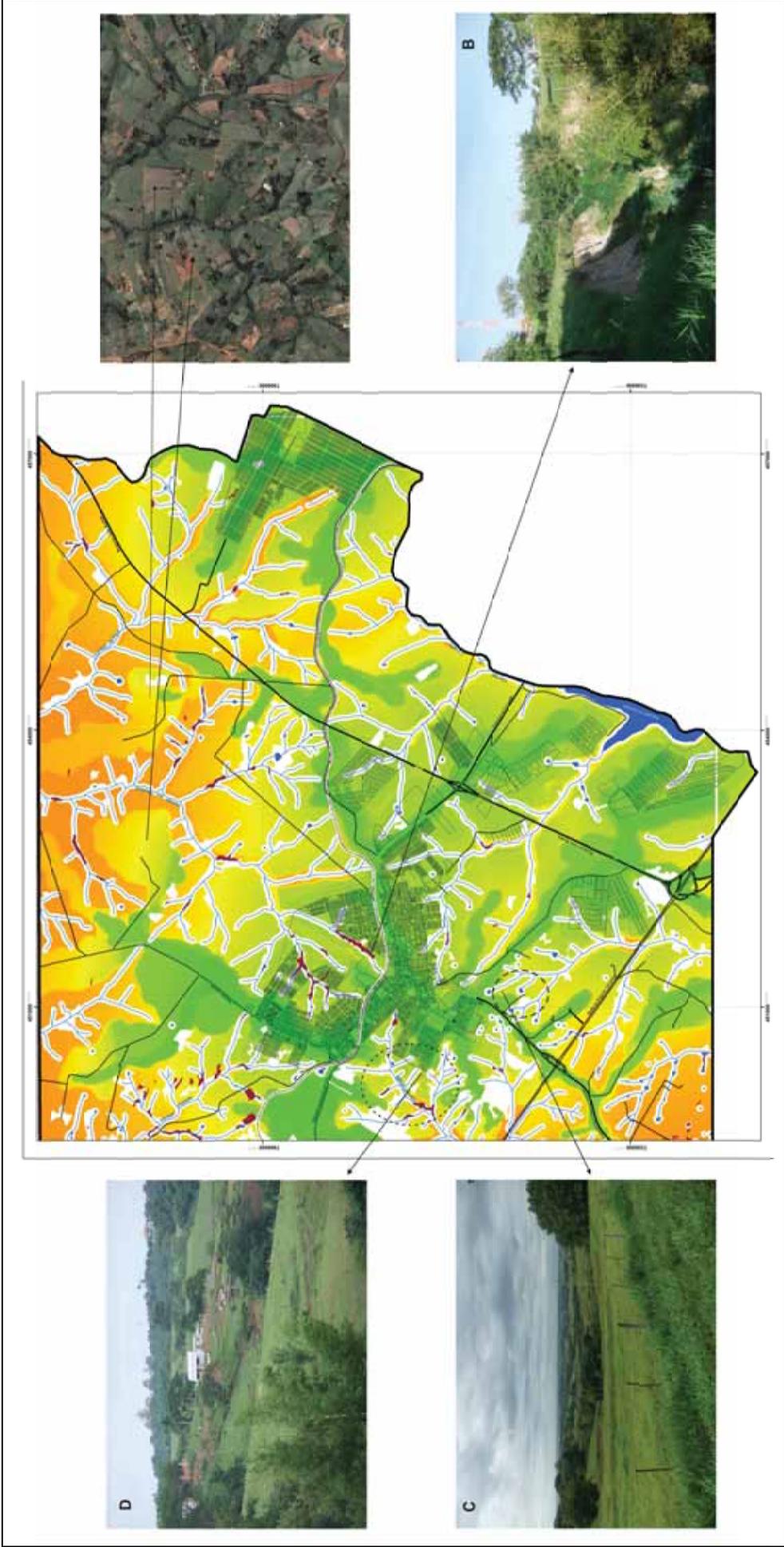


Figura 49 - Áreas não favoráveis a expansão urbana (Fonte: VINHA, Tiago Medici, 2010)

O setor da Foto C (Figura 49) é constituído por vertentes dissecadas e elevada densidade de drenagens. As declividades nessa área também são maiores, além de se tratar de solos muito rasos no sentido jusante. Este setor apresenta matas ciliares mais densas e conservadas. As áreas com predomínio destas características são pouco favoráveis a expansão urbana.

A região da Foto D (Figura 49) apresenta solos rasos, com declividades acima de 20%, interflúvios próximos e intensos processos erosivos (ravinamentos) que o caracteriza como uma área não-favorável para fins de ocupação urbana.

A Figura 50, a seguir, mostra exemplos de áreas que poderiam ser aproveitadas para fins de expansão urbana de uso residencial.

A Figura 50 demonstra que é possível expandir e preencher vazios urbanos sem a necessidade da ocupação de áreas tão distantes e de terrenos acidentados.

A região da Foto A (Figura 50) corresponde a um topo plano, com baixa declividade e solos profundos. O fato de existir uma via de acesso passando pelo topo favorece a expansão para esse setor. A proximidade de infraestruturas básicas também aumenta o índice de favorabilidade dessa área. Mesmo estando fora dos limites de macrozoneamento proposto pela prefeitura, consideramos esse setor favorável para fins de expansão urbana de uso residencial.

A região da Foto B (Figura 50) também apresenta relevo favorável, com topos suavemente ondulados e vertentes com pouca inclinação, além de solos mais profundos. Outro aspecto é a proximidade com áreas já urbanizadas, evitando, assim, a criação de novos vazios urbanos, auxiliando no preenchimento de áreas ociosas.

Portanto, além dos exemplos avaliados como favoráveis, o estudo proposto permite que se avaliem outras áreas com características de favorabilidade para expansão urbana residencial, colaborando para o uso adequado do solo e respeitando caracteres legais, ambientais e sociais.

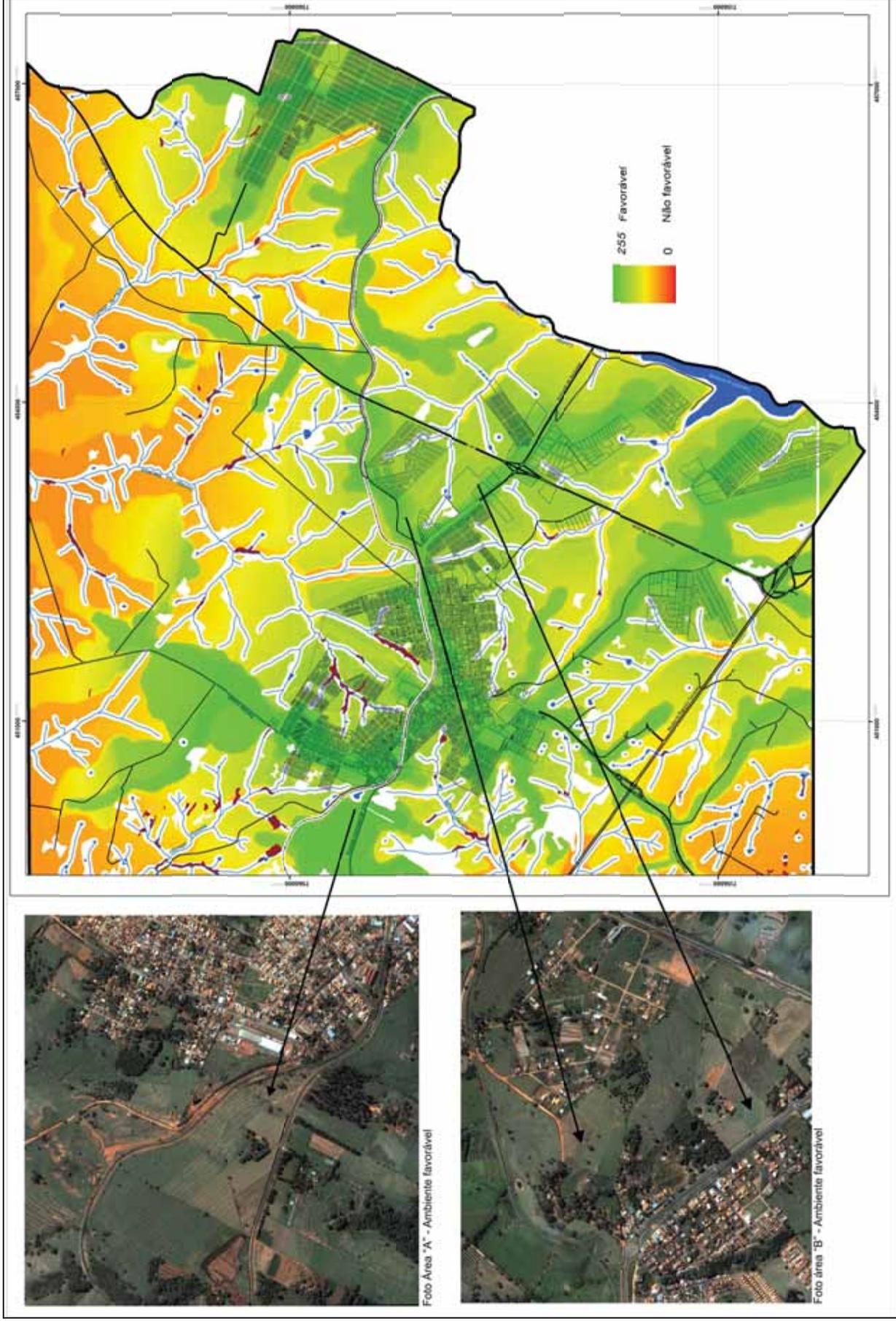


Figura 50 - Exemplos de áreas favoráveis a expansão urbana (Fonte: VINHA, Tiago Medici, 2010)

## Considerações Finais

A aplicação de metodologias de análise espacial foi considerada satisfatória para a leitura da paisagem. A transformação social, econômica e ambiental ocorrida no município de Álvares Machado ao longo das últimas décadas, associada ao uso de tecnologias de análise espacial, possibilita a apresentação de novas leituras.

O emprego da lógica *Fuzzy*, associada à técnica AHP e a lógica *booleana*, comprovaram-se como uma metodologia eficaz na análise espacial, possibilitando maior flexibilidade na tomada de decisão, a geração de cenários para as diferentes formas de avaliação e diagnósticos.

Nesse sentido, o Quadro 3, sintetiza a leitura da paisagem de Álvares Machado, com base em conceituações teóricas, metodológicas, visitas a campo, uso de sistemas de informações geográficas e no olhar do pesquisador.

Mesmo reconhecendo as limitações que uma dissertação possa apresentar, buscou-se contribuir amplamente com o conhecimento geográfico a partir de reflexões que centralizam a paisagem sem negar, contanto, a perspectiva interdisciplinar que a pesquisa deve abranger. Para tanto, aglutinou-se elementos que, diante do nosso ponto de vista, auxiliam na minimização dos impactos que uma ocupação urbana desordenada pode ocasionar, fazendo do zoneamento uma proposta em que as limitações naturais e legais sejam respeitadas.

Ainda, deseja-se que esta pesquisa possa servir como um banco de informações que viabilize diferentes objetivos, cenários e que finalmente, colabore com os processos de planejamento e gestão de uso e ocupação do solo.

Quadro 3. Síntese dos compartimentos de relevo da área urbana de Álvares Machado-SP							
Morfoestrutura - Bacia Sedimentar do Paraná							
Morfoescultura - Planalto Ocidental Paulista							
Padrão de forma de relevo - Colinas amplas onduladas a suavemente onduladas, com predomínio de vertentes côncavas e convexas, fundos de vale em "V" e declividades que variam entre 0 e 20% e presença de colos, terraços e cabeceiras de drenagem em anfiteatro							
Compartimentos de relevo	Tipologia da formação do relevo	Litologia	Atividade antrópica - uso e ocupação	Cobertura vegetal	Solos	Morfodinâmica predominante	Favorabilidade a ocupação urbana
 Topos suavemente ondulados das colinas convexizadas	Topos convexas com declividades médias de 0 a 10% apresentando regiões de colos	Afloramento da Formação Adamantina	- ocupação urbana (uso misto) - rodovias e estradas - ferrovia - agropecuária	- predomínio de gramíneas - cultura agrícola	- Latossolo - Argissolo	- Processo inicial de expansão urbana - Ambiente muito alterado - Prevalência morfogêse	Favorável a ocupação urbana desde que próximo a outras infraestruturas urbanas
 Domínio das vertentes côncavas, convexas e retilíneas	- Vertente côncava com declividade aproximada de 5 a 20% - Vertente convexa com declividade aproximada de 5 a 20% - Vertente retilínea com declividade aproximada de 5 a 20%	Afloramento da Formação Adamantina	- ocupação urbana (uso misto) - rodovias e estradas - agropecuária	- predomínio de gramíneas - cultura agrícola - matas residuais ou reflorestamento	- Neossolo - Argissolo	- Ambiente muito alterado - Prevalência morfogêse - Erosões lineares e laminares	Favorabilidade média a restrita a ocupação urbana
 Planície aluvial	Fundos de vale predominantemente em V com declividade aproximada de 0 a 20%	Afloramento da Formação Adamantina	- ocupação urbana (uso misto) - rodovias e estradas - agropecuária	- predomínio de gramíneas - mata galeria remanescente	- Neossolo - Hidromórfico	- Ambiente muito alterado - Prevalência morfogêse - Erosões lineares e laminares - Assoreamento - Deposição de resíduos sólidos irregulares e despejo de resíduos cloacais	Favorabilidade restrita à nula para ocupação urbana

Organização: VINHA, Tiago Medici (2010)

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. A Geomorfologia do Estado de São Paulo. **Aspectos Geográficos da Terra Bandeirante**. Rio de Janeiro: IBGE, 1954.

AB'SABER, A. N. Organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 41, IGUSP, 1973.

AB'SABER, Aziz Nacib. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n<sup>o</sup> 18, p. 1-23, 1969.

ABREU, D. S. **Formação histórica de uma cidade pioneira paulista: Presidente Prudente**. Presidente Prudente: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 1972.

ABREU, A. A. Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Crítica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Ano 4, N<sup>o</sup> 2, 2003, p. 51-67.

BAGLI, P. **Rural e urbano nos municípios de Presidente Prudente, Álvares Machado e Mirante do Paranapanema: dos mitos pretéritos às recentes transformações**. Presidente Prudente: [s.n], 2006. Dissertação (mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

BECKER, B. K; EGLER, C. A. G. Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico econômico pelos estados da Amazônia Legal. LAGET/UFRJ, 1996. Disponível em: <[http://www.laget.igeo.ufrj.br/egler/pdf/Metodo\\_ZEE.pdf](http://www.laget.igeo.ufrj.br/egler/pdf/Metodo_ZEE.pdf)> Acesso em: 20 de abril de 2010.

BRAGA, R. Planejamento urbano e recursos hídricos. *In* BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. **Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal-IGCE-UNESP. 2003, p.113-127.

BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. Instrumentos urbanísticos e gestão de resíduos: comentários sobre sua aplicação. *In* CAMPOS, J. O.; BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. **Manejo de Resíduos: pressuposto para a gestão ambiental**. Rio Claro: LPM/UNESP, 2002, p. 99-110.

CÂMARA G.; DAVIS, C. Introdução. *In*: CÂMARA, G.; DAVIS, G; MONTEIRO, A. M. V. (Ed.). **Introdução à ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE,

2001. p. 5. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43>>. Acesso em 12 de maio de 2009.

CÂMARA G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos básicos em Ciência da Geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, G; MONTEIRO, A. M. V. (Ed.). **Introdução à ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 35. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43>>. Acesso em 12 de maio de 2009.

CÂMARA G. et al. Técnicas de Inferência Geográfica. In: CÂMARA, G.; DAVIS, G; MONTEIRO, A. M. V. (Ed.). **Introdução à ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p.48. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43>>. Acesso em 12 de maio de 2009.

CÂMARA, G.; DAVIS, G; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. 344p (INPE-10506-RPQ/249). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43>>. Acesso em 12 de maio de 2009.

CARVALHO, W. A. et al. In. Levantamento semidetalhado dos solos da Bacia do Rio Santo Anastácio – SP. **Bol. Ci.** FCT/UNESP, Presidente Prudente, n. 2, 1996.

CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia: Ed. UFG, 1994.

CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia: Editora UFG, 2001.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 28 de maio de 2009

CEREDA JUNIOR, A. Mapeamento da fragilidade ambiental na bacia do Ribeirão Monjolinho - São Carlos – SP – Utilizando ferramentas de Geoprocessamento. 2006. p. 112. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR

CUNHA, J. M. P. Migração e urbanização no Brasil: alguns desafios metodológicos para análise. **São Paulo Perspectiva**. vol.19 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-88392005000400001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392005000400001)>. Acesso em 25 de junho de 2009.

Cunha, C. M. L. A Contribuição da Cartografia Geomorfológica para a Síntese da Paisagem no Planejamento e Gestão Ambiental. In: **A CARTOGRAFIA DE SÍNTESE NO PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL**. ZACHARIAS et.al. Disponível em:

<[http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/comunicacao\\_coordenada/001.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/comunicacao_coordenada/001.pdf)> Acesso em: 25 de agosto de 2009

DAVIS, C.; CÂMARA G. Arquiteturas de Sistema de Informação Geográfica. In: CÂMARA, G.; DAVIS, G; MONTEIRO, A. M. V. (Ed.). **Introdução à ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 35. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43>>. Acesso em 12 de maio de 2009.

DEFFONTAINES, P. Regiões e Paisagem do Estado de São Paulo: primeiro esboço de divisão regional. **Boletim da Associação dos Geógrafos Brasileiros**. São Paulo. Ano 1, nº2., 1935.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994, 3ª ed.

GIRÃO, O., CORRÊA, A. C. B. A contribuição da Geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE DCG/NAPA, v. 21, n.2, jul/dez. 2004.

Disponível em: <<http://www.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista>>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2009.

GUERRA, A. J. T; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2006.

HISSA, C. E. V. Geografia e planejamento: entre o puro e o aplicado. **Geonomos**. Belo Horizonte: v. 6, n. 2, p. 33-43, 1998.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). Mapa geológico do Estado de São Paulo: 1:500.000. São Paulo: IPT, vol. I, 1981, p. 46-8; 69 (Publicação IPT 1184).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1981.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 15 de maio de 2010.

KLIMASZEWSKI, M. Detailed geomorphological maps. **ITC Journal**. Kraków. 1982.

LEEF, E. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis: Vozes, 2001.

LEITE, J. F. **A Ocupação do Pontal do Paranapanema**. São Paulo: Hucitec, 1998.

LEME, Maria Cristina da Silva. A formação do pensamento urbanístico no Brasil: 1895-1965. In: LEME, Maria Cristina da Silva; FERNANDES, Ana; GOMES, Marco Aurelio Filgueiras (org.) **Urbanismo no Brasil 1895-1965**. São Paulo: Studio Nobel/FAU USP/FUPAM, 1999.

MENEGUETE, A. A. C. **Curso virtual de Cartografia e SIG**. Presidente Prudente: UNESP, 2003.

Disponível em: <[HTTP://www.multimidia.prudente.unesp.br/catosig/index.html](http://www.multimidia.prudente.unesp.br/catosig/index.html)>. Acesso em: 20/10/2009.

MESRCERJAKOV, J.P. Les concepts de morphostructure et de morphsculpture: un nouvel instrument de l'analyse géomorphologique. **Annales de Géographie**. Paris, 77, n°423, set./out., 1968.

MEDEIROS, J. S.; CÂMARA G. Georprocessamento para projetos ambientais. In: CÂMARA, G.; DAVIS, G; MONTEIRO, A. M. V. (Ed.). **Introdução à ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 36. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43>>. Acesso em 12 de maio de 2009.

MIYASAKI, V. K; WHITACKER, A. M. O processo de aglomeração urbana: um estudo sobre Presidente Prudente e Álvares Machado no Estado de São Paulo, Brasil. **Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales**. Barcelona: Universidad de Barcelona, vol. IX, núm. 194 (110), 2005.

Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-110.htm>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2009.

MIYAZAKI, V. K. **Um estudo sobre o processo de aglomeração urbana: Álvares Machado, Presidente Prudente e Regente Feijó**. Presidente Prudente: [s.n], 2008. Dissertação (mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

MONBEIG, P. A Divisão Regional do Estado de São Paulo. **Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros**. São Paulo. v. I, 1945-46, 1949.

MOREIRA, F. R. S., ALMEIDA FILHO, R., CÂMARA GILBERTO. Aplicação da abordagem da Importação Semântica (IS) para a caracterização de contatos geológicos. **Anais X SBSR**, Foz do Iguaçu, 21-26 abril 2001, INPE, p 283-290.

MOREIRA, F. R. S. **Uso da avaliação de técnicas de integração e análise espacial de dados em pesquisa mineral aplicadas ao planalto de Poços de Caldas**. 2001. 164 p. (INPE-9481-TDI/825). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2001.  
Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/jeferson/2003/10.10.07.29>>. Acesso em: 23 de novembro de 2009.

MOURA, A. C. M. Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano. Belo Horizonte: Ed. da autora, 2003.

NASCIMENTO, M. A; CARVALHO, P. F. Pensando o planejamento ambiental para cidades pequenas: o caso de Perdões – MG. In **Revista Estudos Geográficos**. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/gpapt/gpapt.htm>>. Acesso em: 02 de junho de 2010.

NASCIMENTO, V. M. L. C.; LIMA, E. R. V.; SANTOS, C. A. G. - SIG na avaliação de áreas para ocupação urbana de João Pessoa, PB. (2009). **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n.1, p. 107-123, jan./mar. 2009. Disponível em:<<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruído/article/view/5698/5042>>. Acesso em 27 de novembro de 2008.

NUNES, J. O. R. **Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada a escolha de áreas para a construção de aterro sanitário em Presidente Prudente – SP**. Presidente Prudente: [s.n], 2002. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

NUNES, J. O. R; SAMIZAVA, T. M; KAIDA R. H. Estudo da dinâmica da paisagem em uma área do Município de Presidente Prudente – SP: uma proposta de zoneamento ambiental urbano. **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. USP. 2005.

NUNES, J. O. R. Paisagem e ambiente: uma conjunção dialética. **II Semana de Geografia da Unesp de Ourinhos**. Texto apresentado em palestra. Ourinhos, 2006.

NUNES, J.O.R., et al. **A influência dos métodos científicos na Geografia Física.** São Paulo, Terra Livre, ano 22, v. 2, n. 27, 2007. p. 119-130

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil:** guia auxiliar para reconhecimento. Jaboticabal: FUNEP, 1992.

OLIVEIRA, J. B. *et al.* **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida.** Campinas, Instituto Agrônomo/EMBRAPA Solos. Campinas. 1999. 64p. Inclui mapas.

PEDRO, L. C. **Ambiente e apropriação dos compartimentos geomorfológicos do Conjunto Habitacional Jardim Humberto Salvador e Condomínio Fechado Damha.** Presidente Prudente: [s.n], 2008. Dissertação (mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

POLETTE, M. Paisagem: uma reflexão sobre um amplo conceito. Itajaí. **Turismo – Visão e ação** – ano 2 – n.3, p. 83-94. Abr/Set 1999.

RÊGO, L.F. de M. Notas sôbre a Geomorfologia de São-Paulo e sua Gênese. **Boletim Geográfico.** Conselho Nacional de Geografia. Ano IV, nº37 e 38. Abr/Mai, 1946.

ROCHA, W. F.; CARTER, G. B.; MISI, A. Estimando a favorabilidade para recursos minerais na bacia de Irecê pelos métodos da lógica nebulosa e pesos das evidências. **SITIENTIBUS,** Feira de Santana, n.22, p. 27-54, jan./jun., 2000.

RODRIGUES, C. Limites e possibilidades da Geomorfologia aplicada. **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia.** Goiânia-GO, 2006. Disponível em: <<http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/sinageo/aut/articles/373.pdf>>. Consultado em: 17 de outubro de 2009.

ROSS, J. L. S. **Estudo e Cartografia Geomorfológica da Província Serrana – MT.** 1987. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e ciências humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo.

ROSS, J. L. S & MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia.** Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas São Paulo, Nº10, 1996

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

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAs - RIMAs. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p.291-336.

ROSSATO, M. S; SILVA, D. L. M. A reconstrução da paisagem metropolitana de Porto Alegre: o tempo do homem e a degradação ambiental da cidade. In **Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação**. Org. VERDUM, R.; BASSO, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A. Porto Alegre: Ed. UFRGS 2004.

SABOYA, R. **Urbanismo e planejamento urbano no Brasil – 1875 a 1992**. Disponível em: <<http://urbanidades.arq.br/2008/11/urbanismo-e-planejamento-urbano-no-brasil-1875-a-1992>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2009

SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In **Erosão e conservação dos solos**. Org. GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. 2ª ed – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

SAMIZAVA T. M. **Utilização de técnicas de geoprocessamento para seleção de áreas potenciais para instalação de aterro sanitário no município de Presidente Prudente – SP**. Presidente Prudente, 2006. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia.

SAMIZAVA T. M. et. al. Suavização dos contatos entre compartimentos de relevo através de modelagem por inferência fuzzy: mapeamento geomorfológico no município de Presidente Prudente - SP – Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia** – Ano 9 n°2. p. 65-73, 2008.

SILVA, D. M. R. **Aplicação do método AHP para avaliação de projetos industriais**. Rio de Janeiro: 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifca Universidade Católica – PUC - Rio. Disponível em: [http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0511098\\_07\\_pretextual.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0511098_07_pretextual.pdf) Acesso em 25 de junho de 2010.

SILVA, F. P. **Geologia de subsuperfícies e hidroestratigrafia do Grupo Bauru no Estado de São Paulo**. Rio Claro: 2003. Tese (doutorado em Geociências). Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas.

SILVA JUNIOR, J. J. **A lógica contraditória da expansão territorial urbana em Álvares Machado - SP: uma faceta da urbanização desigual.** Presidente Prudente: [s.n], 2007. Monografia (Bacharelado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

SILVEIRA, R. W. D.; VITTE, A. C. Reflexões sobre o conceito de forma na Geografia Física: as contribuições de Kant e Goethe. **XIII Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada.** Viçosa-MG, 2009. Disponível em: <[http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo4/021.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo4/021.pdf)>. Consulta em: 25 de março de 2010.

SOUZA, M. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos.** Rio de Janeiro: Bertrand, 2002.

SOUZA, M. L.; RODRIGUES, G. B. **Planejamento urbano e ativismos sociais.** São Paulo: UNESP, 2004

SPÓSITO, E. S. **Migração e permanência das pessoas em cidades pequenas: o caso de Álvares Machado e Pirapozinho.** São Paulo, 1983, 290p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas.

SPOSITO, M. E. B. **Capitalismo e urbanização.** São Paulo: Contexto, 1988.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço geográfico uno e múltiplo. In: **Ambiente e lugar no urbano: a Grande Porto Alegre.** Org. SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2000.

SUERTEGARAY, D. M. A.; GUASSELLI, L. A. Paisagens (imagens e representações) do Rio Grande do Sul. In **Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação.** Org. VERDUM, R.; BASSO, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A. Porto Alegre: Ed UFRGS 2004.

SUERTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. A natureza da Geografia Física na Geografia. **Terra Livre.** São Paulo, n.17, p.11-24, jul/dez 2001.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Geografia Física e Geomorfologia uma (Re)Leitura.** Porto Alegre: UNIJUI, 2002.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente fluvial**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1990.

TAKENAKA, E. M. M. **Raízes de um povo: a colônia japonesa de Álvares Machado – SP**. Presidente Prudente: [s.n], 2003. Dissertação (mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP.

TEIXEIRA, J. C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas**. Três Lagoas-MS, V 2 – n.º 2 – ano 2, Setembro de 2005. Disponível em: <<http://www.cptl.ufms.br/agbtl/jodenir.pdf>>. Acesso em 25 de abril de 2009.

TRICART, J. **Princípios e Métodos da Geomorfologia**. Paris: Masson, 1965.

TOLEDO, A. H. P.; CAVALCANTI, M. **Planejamento urbano em debate**. São Paulo: Cortez e Moraes, 1978.

VILLAÇA, Flávio. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DEÁK, Csaba; SCHIFFER, Sueli Ramos (org.) **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: EdUSP, 1999. p. 169 – 243.

VILLAÇA, Flávio. **As ilusões do plano diretor**. São Paulo, 2005.

VITTE, A. C. Da Ciência da Morfologia à Geomorfologia Geográfica: uma contribuição à história do pensamento geográfico. **Mercator** - Revista de Geografia da UFC, ano 07, número 13, 2008. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/>>. Acesso em: 25 de março de 2010.

WEBER, E., HASENACK, H. Avaliação de áreas para instalação de aterros sanitários através de análises em SIG com classificação contínua de dados. **LABGEO** –Laboratório de Geoprocessamento, 2000. Disponível em: <<http://www.ecologia.ufrgs.br/paginas.centro/idrisi/artigos/aterro.pdf>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2010.

## Anexo 1

### **PREFEITURA MUNICIPAL DE ÁLVARES MACHADO**

#### **Lei nº 2467/06**

Dispõe sobre: o Plano Diretor do Município de Álvares Machado e dá outras providências.

#### **Com relação ao Ordenamento Territorial sobre o macrozoneamento:**

**Art. 6º** – São objetivos do macrozoneamento:

*I – O ordenamento territorial;*

*II – O cumprimento da função social da propriedade, impedindo a retenção especulativa de bem imóvel;*

*III – Evitar a sub-utilização de infra-estrutura urbana e equipamentos comunitários;*

*IV – Impedir a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;*

*V – Proteger, preservar e recuperar o meio ambiente natural e cultural.*

Com relação às delimitações:

**Art. 7º** – Visando o ordenamento presente, e o planejamento futuro, o território do Município de Álvares Machado fica dividido em zona urbana e rural [...]

**§ 1º** - O zoneamento criado pela presente Lei somente poderá ser alterado por Lei local, de natureza complementar, ouvido o Conselho de Planejamento e Desenvolvimento.

**§ 2º** - O Município poderá, por meio de Lei local, de natureza complementar, criar zonas de expansão urbana, desde que haja a ocupação progressiva dos vazios urbanos não parcelados inseridos no perímetro urbano.

**Art. 9º** – De modo a garantir os objetivos do macrozoneamento, definidos no art. 2 da presente Lei, são definidas e delimitadas as seguintes áreas [...]:

*I – Áreas Especiais de Interesse Social (AEIS);*

*II – Área de Ocupação Prioritária (AOP);*

*III – Áreas de Preservação Permanente (APP);*

*IV – Áreas de Proteção Ambiental (APA);*

*V – Áreas de Interesse Ambiental (AIA);*

*VI – Áreas de Risco para Ocupação (ARO).*

**Art. 11** – As **Áreas Especiais de Interesse Social** são locais que apresentam carência de equipamentos comunitários e de lazer, de algum tipo de infra-estrutura urbana, geralmente não se integrando plenamente com o restante do tecido urbano. [...]

**Art. 13** – A **Área de Ocupação Prioritária** é a região dentro do Município de Álvares Machado que possui em suas quadras concentração de lotes vazios ou sub-utilizados, não habitando nesse local população de baixa renda e havendo oferta de infra-estrutura adequada e equipamentos comunitários. [...]

**Art. 14** – O objetivo da definição dessa área é garantir o cumprimento pleno da função social da propriedade, barrando a especulação imobiliária e os inconvenientes gerados pela sub-utilização desses locais.

**Art. 15** – As **Áreas de Preservação Permanente** são aquelas definidas como tal pela Lei Federal nº 4771/1965, estando situadas em área urbana, ou não, e devendo ser preservadas visando o benefício que esses locais proporcionam à população. [...]

**Art. 16** – A delimitação de **Áreas de Interesse Ambiental** visa garantir uma proteção maior aos mananciais que cruzam a zona urbana. São compostas por faixas adjacentes de 30 metros para além das APP, estabelecidas no artigo anterior. [...]

§ 1º - Lei complementar de uso e ocupação do solo urbano definirá índices urbanísticos diferenciados para as AIA, permitindo uma urbanização coerente com a proposta desses locais.

§ 2º - À Prefeitura Municipal fica vedada a canalização fechada de córregos, e outros cursos d'água, com exceção à situações já consolidadas e casos excepcionais.

§ 3º - Para garantir melhor urbanização futura, a Prefeitura Municipal poderá regularizar o caminho dos cursos d'água, desde que respeite o parágrafo anterior.

**Art. 17** – As **Áreas de Risco para Ocupação** são os locais passíveis de degradação ambiental (erosões, terrenos alagadiços, etc.), ou que ofereçam dano potencial ou real à saúde da população (aterros, lixões, etc.), e que não deverão ser ocupados por novos parcelamentos de solo.

Com relação ao Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) e Relatório de Impacto de Vizinhança (RIV).

**Art. 18** – De modo a garantir um crescimento ordenado e de acordo com a realidade estabelecida no Município de Álvares Machado, fica instituído o EIV como ferramenta obrigatória para a instalação de todos os novos empreendimentos ou atividades, públicas ou privadas, que possam vir a gerar transtornos ao ambiente urbano. [...]

**Art. 19** – Será considerada atividade de impacto, devendo por esse motivo elaborar EIV e RIV para sua aprovação ou licenciamento, aquela que:

**I** – Coloque em risco a paisagem e o ambiente natural ou cultural;

**II** – Seja efetivamente ou potencialmente poluidora;

**III** – Sendo insalubre, deseje se instalar ou esteja instalada em local inadequado para isso;

**IV** – Gere sobrecarga no sistema viário;

**V** – Promova um adensamento incompatível para a infra-estrutura e os equipamentos comunitários existentes no local;

**VI** – Gere uma grande valorização ou desvalorização imobiliária.

**Art. 22** – A exigência de EIV/RIV não substitui, no que couber, a elaboração e aprovação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

#### Do parcelamento dos Solos para Fins Urbanos

**Art. 26** – Somente serão aprovados parcelamentos de solo dentro dos perímetros urbanos e da zona de expansão urbana do Município, e que não acarretem grande impacto no meio urbano.

**Art. 27**– O parcelamento do solo não será permitido nos seguintes locais:

**I** – Terrenos alagadiços e sujeitos à inundações salvo o caso onde haja projeto de contenção e controle apresentado à Órgão municipal competente;

**II** – Em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública como aterros e lixões;

**III** – Em terrenos com declividade igual ou superior a 30% salvo se atendidas as exigências específicas das autoridades competentes;

**IV** – Em terrenos onde as condições geológicas não são aconselháveis à edificação;

**V** – Em áreas de preservação permanente (APP), de preservação de mananciais hídricos e fundos de vales;

Do meio ambiente:

**Art. 40** – Todas as ações do Poder Público Municipal serão tomadas respeitando-se o disposto no Art. 225, da CF, com vistas a melhoria da qualidade de vida da população e resguardadas as condições ambientais para as atuais e futuras gerações.

**Art. 41** – A Administração Pública deve promover ações de Educação Ambiental, segundo a Lei Federal n.º 9795, de 27 de abril de 1999, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental, [...]

**Art. 43** – A arborização nos logradouros públicos tem por finalidade contribuir com a melhoria do bem estar da população compatibilizando a ocupação antrópica e a arborização nas vias, parques e praças, oferecendo os seguintes benefícios ao ambiente urbano:

**I** - Conforto térmico;

**II** - Aumento da umidade relativa do ar;

**III** - Sombreamento nos passeios públicos;

**IV** - Ampliação de áreas permeáveis, retardando e diminuindo o escoamento de águas pluviais;

**V** – Aspectos estéticos, através da integração na paisagem urbana com elementos arbóreos;

**VII** – Melhoria na qualidade do ar.

**Art. 50** – O Município deve garantir sua participação nos Comitês das Bacias Hidrográficas do Pontal do Paranapanema e dos Rios Aguapeí e Peixe, nos quais faz parte, visando a qualidade dos recursos hídricos, por meio dos seguintes itens:

**I** – Assegurar a produção de água dos mananciais que abastecem o Município;

**II** – Articular o gerenciamento de políticas e ações que garantam a disponibilidade e conservação dos recursos hídricos;

**III** – Criar e implementar mecanismos legais para a minimização de áreas degradadas por erosões;

**IV** – Promover estímulos de combate ao desperdício de água, difundindo práticas do seu uso racional;

**Art. 51** – Para assegurar a qualidade dos recursos hídricos, cabe ao Poder Público articular sua forma de gestão de acordo com os princípios da Lei federal nº9.433 de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e efetivar permanente fiscalização das diversas fontes poluidoras.

**Art. 56** – A Administração Pública deve exigir plano de expansão do serviço de abastecimento por água potável, visando atingir a universalização no atendimento.

**Art. 60** – Visando a demanda do tratamento de esgotos no Município de Álvares Machado e a saturação da Estação de Tratamento de Esgotos de Presidente Prudente, deve-se criar uma Estação de Tratamento de Esgotos que atenda toda a população.

**Art. 66** – O poder público estabelecerá a divisão do território na Zona Urbana em sub-bacias hidrográficas que serão diferenciadas por numeração, de acordo com plano de drenagem para o Município.

**Parágrafo Único** - As ações efetuadas nesse território deverão obedecer à escala de prioridade atribuída a cada sub-bacia, por meio de estudo que se encontra em elaboração.

**Art. 67** – O Poder Público, articulado com a CATI, tem obrigação de criar um Plano de Drenagem para o Município.

**Art. 69** - Para efetivar o Plano de Drenagem, devem ser tomadas as seguintes medidas:

**I** – Conservação e recuperação de áreas de preservação permanentes situadas na área urbana e áreas de interesse para a drenagem urbana, como fundos de vale;

**II** – Limpeza de todas as bocas de lobos, canais e galerias do sistema de drenagem, sendo efetuadas pelo serviço de limpeza pública, devendo ser intensificada na época de chuvas;

**III** – Disciplinar a ocupação em cabeceiras e várzeas das sub-bacias, tendo em vista a proteção da vegetação e sua recuperação;

**IV** – Estabelecer pisos drenantes nas pavimentações em todos os projetos no âmbito do Plano Diretor de Drenagem, retendo o solo e evitando o carreamento pelas águas superficiais.

**Art. 70** – O Município de Álvares Machado, por meio de órgão competente do Poder Público, tem o compromisso de estabelecer política local de resíduos sólidos [...]

**Art. 76** – O solo urbano apresenta alta taxa de impermeabilização, processo que deve ser revertido através da ampliação das áreas permeáveis, favorecendo a infiltração de água e retardando o escoamento superficial.

**Art. 77** – A Prefeitura Municipal é responsável por articular com órgãos competentes a recuperação das áreas degradadas por processos erosivos, por meio de:

**I** – Provimento de adequação do sistema de drenagem;

**II** - Recuperação e ampliação da cobertura vegetal das áreas erodidas, em especial as situadas: no Jardim Antonio Pichioni, Vila N.S. da Paz e Jardim das Rosas;

**III** – Incentivo para efetivar a interligação de fragmentos de mata remanescentes ao sistema de áreas verdes na área urbana;

**IV** – Proteção e manutenção de áreas que formam cabeceiras de cursos de água, fundos de vale, áreas comprometidas pela erosão, para recuperação e propagação da vegetação;

*V – Implantação e manutenção, onde for recomendável, de terraceamento e curvas de nível, para contenção do escoamento superficial, mesmo em áreas particulares ainda não ocupadas por loteamentos.*

***Art. 81** – Constituem áreas de risco ambiental, conforme mostra RC 07 (área sede) e as áreas do Distrito e os demais bairros serão apresentados em lei complementar, e, portanto, carecem de atenção redobrada por parte do Poder Público*

#### Do Sistema de Planejamento

***Art. 127** – Fica institucionalizado o Sistema de Planejamento do Município de Álvares Machado integrado pela Divisão de Planejamento, Habitação e Desenvolvimento como órgão central e por um Conselho Municipal de Planejamento e Desenvolvimento com poder consultivo.*

***Art. 128** – A Divisão de Planejamento, Habitação e Desenvolvimento é responsável pela elaboração, atualização, controle, acompanhamento e avaliação do Plano Diretor do Município de Álvares Machado.*

***Art. 137** - Compreende-se por gestão urbana todo o conjunto de atividades que tenham por objeto assegurar o desenvolvimento integrado do Município mediante o uso dos instrumentos de política urbana e do planejamento local, com suporte nas decisões oriundas das instâncias legislativa, administrativa e participativa do Município de Álvares Machado.*

***Parágrafo único.** A participação da sociedade civil na gestão urbana será feita através do Conselho Municipal de Planejamento e Desenvolvimento*