



Nº - 355/2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO GEOCIÊNCIAS

ÁREA - ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA EM RECURSOS MINERAIS

MARCELLO ALVES - COSTA

**SELEÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS PARA RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL, SÃO PAULO – BRASIL.**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências, na Área de Administração e Política de Recursos Minerais.

ORIENTADORA: Profª. Drª. Sueli Yoshinaga Pereira

Campinas – São Paulo

AGOSTO / 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA CENTRAL DA UNICAMP
Bibliotecário: Helena Joana Flipsen – CRB-8ª / 5283

AL87s	Alves - Costa, Marcello. Seleção de áreas potenciais para recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, São Paulo-Brasil / Marcello Alves Costa. -- Campinas, SP : [s.n.], 2006. Orientador: Sueli Yoshinaga Pereira. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. 1. Bacias hidrográficas. 2. Recursos hídricos - Desenvolvimento - São Paulo (Estado). I. Pereira, Sueli Yoshinaga. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.
-------	--

Título em inglês: Selection of potential areas for hydric resource in the hydrographic basin of Rio Paraíba do Sul, São Paulo-Brazil.

Palavras-chave em inglês (Keywords): Basins, River, Water resources development - São Paulo (State).

Área de concentração: Administração e Políticas de Recursos Minerais.

Titulação: Mestre em Geociências.

Banca examinadora: Sueli Yoshinaga Pereira, Emilson Pereira Leite, Daniel Marcos Bonotto

Data da Defesa: 31-08-2006.

Programa de Pós-Graduação em Geociências.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM
ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE
RECURSOS MINERAIS

AUTOR: MARCELLO ALVES COSTA

SELEÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS PARA RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL, SÃO PAULO - BRASIL”

ORIENTADORA: Profa. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira

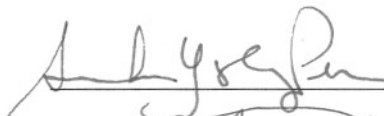
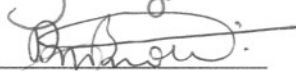
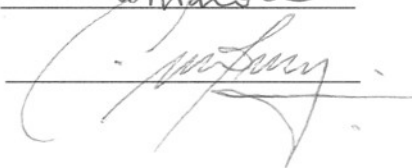
Aprovada em 31/08/2006

EXAMINADORES:

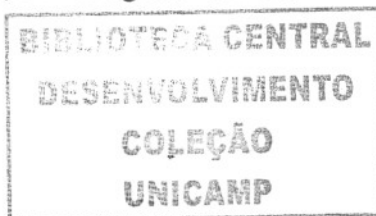
Profa. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira

Prof. Dr. Daniel Marcos Bonotto

Prof. Dr. Emilson Pereira Leite

 - Presidente



Campinas, 31 de agosto de 2006



"Não espere por uma crise para descobrir o que é importante em sua vida."

Platão (428 - 347 AC)

“À minha Família...”

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas pelo espaço concedido e pela estrutura.

Quero aqui agradecer a aqueles que literalmente me ensinaram a dar os primeiros passos. Meus professores da faculdade, Institutos de Pesquisa que passei, orientadores, colegas de pesquisa e em especial ao amigo Msc. Marcel Fantin.. Cada qual me mostrou um modo de ver as coisas, mas todos me ensinaram a sentir o que estava fazendo de forma intensa e prazerosa. Obrigado;

Prof. Dr Ademir Fernando Morelli.

Prof. Dr Mario Valerio Filho

Prof. Dr Antônio Miguel Vieira Monteiro

Prof. Dr. Wilson Cabral Junior

Prof. Dr. Paulo Valladares Soares

Profa. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira ,

Cada um de vocês fez parte deste processo de formação.

Marcello Alves - Costa

NOTA: O PRESENTE TRABALHO FOI DIVIDIDO EM 3 (TRÊS)
PARTES NO FORMATO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO GEOCIÊNCIAS**

Administração e Política em Recursos Minerais: Seleção de Áreas Potenciais para Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, São Paulo – Brasil.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado

Marcello Alves – Costa

The necessity of Public Political that give support to a sustainable development, in the current times is a premise that must be followed. The control and the aiming of the actions of the man on this space must be with priority. Areas as the hydrographic basins must be seen with bigger detailing, therefore in general, the same ones present a capacity of support to the transformations of the landscape, of limited character. Transformations these that many times affect the regimen of waters in a hydrographic basin, therefore the conditions of life quality of a region. The public power comes presenting projects that many times only aim at the “development” while the place demands one referring sustainable politics to the environment. These problems can be visualized in many regions in Brazil, between them the region of the hydrographic basin of Rio Paraíba do Sul- São Paulo - Brazil. This area presented and comes presenting a dynamics of transformation very sped up. Scene of the several economic cycles (coffee, cattle milkmaid and industrialization) the region of the Valley of the Paraíba counts on an increasing demand for hydric resources, however, what if it observes is the lack of public politics effective of regulation of the urban expansion and control of the use of the natural resources, water. In this direction, aiming at to supply the material lack of information and, also of a methodology of assist to the territorial planning elaborated this work. On the basis of the theoretical principles of the landscape ecology and according to participation in the process of infiltration of each element that composes this scene (Relief, Vegetal Covering, Rainfall, Soil and Geology). Aiming at to detect the areas with greater and minor relative capacity of infiltration and, therefore to assist the development of planning plans and territorial zoning in the hydrographic basin of Rio Paraíba do Sul - São Paulo - Brazil.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO GEOCIÊNCIAS**

Administração e Política em Recursos Minerais: Seleção de Áreas Potenciais para Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, São Paulo – Brasil.

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Marcello Alves – Costa

A necessidade de efetivação de políticas públicas que dêem suporte a um desenvolvimento sustentável, nos tempos atuais é uma premissa que deve ser seguida. O controle e o direcionamento das ações do homem sobre seu espaço devem ser prioritários. Áreas como as bacias hidrográficas devem ser vistas com maior detalhamento, pois em geral, as mesmas apresentam uma capacidade de suporte às transformações da paisagem, de caráter limitado. Transformações estas que muitas vezes afetam o regime das águas em uma bacia hidrográfica e, por conseguinte as condições de qualidade de vida de uma região. O poder público vem apresentando projetos que muitas vezes visam somente o “desenvolvimento” enquanto o local exige uma política sustentável referente ao meio ambiente. Deteriorização de materiais cartográficos, ausência de informações espaciais de auxílio a pesquisa são fatores básicos. Estes problemas podem ser visualizados em muitas regiões do país entre elas a região da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – São Paulo – Brasil. Esta área apresentou e vem apresentando uma dinâmica de transformação muito acelerada. Cenário dos ciclos econômicos do café, pecuária leiteira e industrialização, a região do Vale do Paraíba conta com uma demanda crescente por recursos hídricos, porém, o que se observa é a falta de políticas públicas efetivas de regulamentação da expansão urbana e de controle do uso do recurso natural, água. Neste sentido, visando suprir a carência material de informações e, também de uma metodologia de auxílio ao planejamento territorial elaborou-se este trabalho. Com base nos princípios teóricos da ecologia da paisagem e segundo o potencial participativo no processo de infiltração de cada elemento que compõe este cenário (Relevo, Cobertura Vegetal, Pluviosidade, Solos e Geologia) propõe-se a integração dos mesmos. Visando detectar as áreas com maior e menor capacidade relativa de infiltração e, por conseguinte auxiliar o desenvolvimento de planos de planejamento e zoneamento territorial na bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – São Paulo – Brasil.

SUMÁRIO I	
ARTIGO I - ELABORAÇÃO FUNCIONAL DE UM BANCO DE DADOS DE PARÂMETROS “GEOHIDROLÓGICOS” COMO SUBSÍDIO ÀS ANÁLISES DE DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS.	
Lista de Figuras I	xii
Lista de Tabelas I	xvi
Resumo	
Introdução	1
I - OBJETIVOS GERAIS	1
1.1 -Objetivos Específicos	1
I-LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO	1
III - COLETA DE DADOS	3
3.1 - A disponibilidade de materiais cartográficos e dados multifontes para a área estudada.	3
IV - OS “SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA” (SIG).	6
4.1 - Elaboração do banco de dados e escolha do programa computacional a ser utilizado.	7
4.2 - Composição do banco de dados Geohidrológico.	8
4.3 – Adequação de escala e elaboração de dados cartográficos	8
4.3.1 – Bases Planialtimétricas	8
4.3.2 – Utilização Imagens Orbitais.	11
4.3.3 – Isoietas de Pluviosidade	13
4.3.4 – Mapas temáticos	14
V - EQUIPAMENTOS.	15
VI – MÉTODO DE ENTRADA DE DADOS EM AMBIENTE SPRING	16
VII - INTEGRAÇÃO DE DADOS EM AMBIENTE SPRING 4.3.	17
7.1 - Utilização da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006) como ferramenta de auxílio na integração dos dados temáticos.	17
7.1.1 - Programação em legal.	17
VIII - MODELAGEM “OBJECT MODELING TECHNIQUE-G (OMT-G)” DO BANCO DE DADOS DE PARÂMETROS GEOHIDROLÓGICOS	19
IX – CONCLUSÕES	21
X - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	22

SUMÁRIO II

ARTIGO II – METODOLOGIA DE INTEGRAÇÃO DE ELEMENTOS DA PAISAGEM EM BACIAS HIDROGRÁFICAS COMO SUBSÍDIO À DETECÇÃO DE ÁREAS HOMOGÊNEAS PARA A DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS.	
Lista de Figuras II	xiv
Lista de Tabelas II	xvii
Resumo	
Introdução	24
I - OBJETIVOS GERAIS	24
1.1- Objetivos específicos	24
II - LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO	25
III – MATERIAIS	27
3.1- Material Cartográfico	27
3.2 - Equipamentos	27
IV – MÉTODO	27
4.1 - O Ciclo Hidrológico e a capacidade de infiltração dos elementos da paisagem	29
4.2 – Pluviosidade	32
4.3 - Uso e Cobertura Vegetal das Terras	33
4.4 - Solos (Pedologia)	34
4.5 – Geologia	36
4.6 – Hipsometria	37
4.7 – Tabela de Parâmetros (Pesos / Variáveis)	39
V – RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
5.1-Utilização da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (INPE, 2006) como ferramenta de auxílio na integração dos dados temáticos	40
5.1.1 - Programação em legal	40
5.1.2 - Integração dos dados temáticos com seus pesos agregados (Geração da grade de valores)	41
5.1.3-Integração das grades de valores numéricos das variáveis presentes na área estudada	43
5.1.4 - Qualificação dos intervalos de valores representativos e detecção dos “clusters” de eventos qualitativos homogêneos segundo a capacidade de infiltração na área de estudo	45
5.1.5 - Elaboração do mapa síntese das áreas homogêneas	46
VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

SUMÁRIO III

ARTIGO III – DETECÇÃO DE ÁREAS PASSÍVEIS DE RECUPERAÇÃO DO POTENCIAL DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO, TENDO COMO SUPORTE A INTEGRAÇÃO DE MAPAS DE ÁREAS HOMOGÊNEAS À DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS E O MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS DA ÁREA ESTUDADA.

Lista de Figuras III	xv
Lista de Tabelas III	xvii
Resumo	
Introdução	51
I - OBJETIVOS GERAIS	52
1.1 - Objetivos específicos	52
II - A INTEGRAÇÃO DE ELEMENTOS DA PAISAGEM COM BASE NO CICLO HIDROLÓGICO E SEUS PROCESSOS INTRÍNSECOS DE INFILTRAÇÃO COMO SUBSÍDIO A EFETIVAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS	53
III - LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO	54
IV – MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DE ÁREAS PASSÍVEIS DE RECUPERAÇÃO	56
V – RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
VI - ANÁLISE DE ÁREAS PASSÍVEIS DE RECUPERAÇÃO E APLICAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS	60
5.1 - Áreas com atividades de Pastagem e Agrícolas	60
5.2 - Áreas com atividades de Reflorestamento	64
VII – CONCLUSÕES	68
VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	71

LISTA DE FIGURAS I

ARTIGO I - ELABORAÇÃO FUNCIONAL DE UM BANCO DE DADOS DE PARÂMETROS “GEOHIDROLÓGICOS” COMO SUBSÍDIO ÀS ANÁLISES DE DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS.

Figura 2.1 - Localização da área de estudo	2
Figura 2.2 - Localização da área de estudo representando as zonas de Nascente e Foz do Rio Paraíba do Sul	3
Figura 4.1 - Diferença de grandezas escalares da base de Rede de Drenagem.	9
Figura 4.2 - Diferença de grandezas escalares da base de Rede Viária.	9
Figura 4.3 - Diferenças de grandezas escalares em curvas de nível em escala 1:50.000 (IBGE, 1965) e 1:100.000 (IBGE, 1973).	10
Figura 4.4 - Método utilizado para elaboração e composição do mapa de Uso e Cobertura Vegetal a partir da base elaborada pelo Instituto Florestal do Estado de São Paulo.	12
Figura 4.5 - Amostra do mapa final de Uso e Cobertura Vegetal das Terras após agrupamento das informações.	13
Figura 4.6 - Amostra do mapa de isoietas de pluviosidade elaborado por Genovez et.al (2000).	14
Figura 4.7 - Mapas temáticos (1 – Geomorfologia, 2 – Geologia, 3 – Pedologia) extraídos do projeto Macrozoneamento do Vale do Paraíba – MAVALE (Kurkdjian et al. 1992).	15
Figura 6.1 - Interface de importação de dados do programa SPRING 4.3 (SPRING / INPE, 2006).	16
Figura 6.2 – Painel de Controle do programa SPRING 4.3 (SPRING / INPE, 2006). Nele são alocados os dados para manipulação e tratamento.	17
Figura 7.1 - Exemplo de Programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006), desenvolvida para execução deste trabalho.	18
Figura 7.1- Modelo OMT-G elaborado para o banco de dados Geohidrológico.	20

LISTA DE FIGURAS II

ARTIGO II – METODOLOGIA DE INTEGRAÇÃO DE ELEMENTOS DA PAISAGEM EM BACIAS HIDROGRÁFICAS COMO SUBSÍDIO À DETECÇÃO DE ÁREAS HOMOGÊNEAS PARA A DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS.

Figura 2.1 - Localização da área de estudo.	25
Figura 2.2 - Localização da área de estudo segundo as zonas de Nascente e Foz do Rio Paraíba do Sul.	26
Figura 4.1 - O Ciclo Hidrológico	29
Figura 4.2 - Organograma representativo do Ciclo Hidrológico segundo o modelo de Horton	30
Figura 4.3 - Mapa de isoietas de pluviosidade	33
Figura 4.4 - Mapa de Uso e Cobertura Vegetal das Terras	34
Figura 4.5 – Mapa de Solos	35
Figura 4.6 - Mapa Geológico	36
Figura 4.7 – Mapa Hipsométrico	38
Figura 5.1 - Exemplo de Programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006), desenvolvida para a variável Pluviosidade (Programa “Ponderação” desenvolvido para execução deste trabalho)	42
Figura 5.2 - Exemplo do resultado obtido através da aplicação da Programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL, com intuito de atribuir os pesos às variáveis selecionadas. Exemplo da variável Pluviosidade (Imagem em nível e cinza e grade numérica de valores sobreposta)	42
Figura 5.3 - Exemplo de Programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006), desenvolvida para execução deste trabalho. Equação de soma das grades	43
Figura 5.4 - Representação da integração das camadas adotadas na utilização da função soma de grades	44
Figura 5.5 – Grade numérica e imagem em níveis de cinza resultante da integração dos dados	44
Figura 5.6 – Exemplo de Programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006), desenvolvida para execução deste trabalho. “Fatiamento de Áreas Homogêneas”	46
Figura 5.7 – Mapa das zonas homogêneas segundo a capacidade de infiltração dos elementos da paisagem na zona média e alta da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - SP - Brasil	47

LISTA DE FIGURAS III

ARTIGO III – DETECÇÃO DE ÁREAS PASSÍVEIS DE RECUPERAÇÃO DO POTENCIAL DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO, TENDO COMO SUPORTE A INTEGRAÇÃO DE MAPAS DE ÁREAS HOMOGÊNEAS À DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS E O MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS DA ÁREA ESTUDADA.

Figura 3.1 - Localização da área de estudo	55
Figura 3.2 - Localização da área de estudo representando as zonas de Nascente e Foz do Rio Paraíba do Sul	56
Figura 5.1 - Mapa das Zonas Homogêneas segundo a Capacidade de Infiltração dos elementos da paisagem na zona média da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – SP – Brasil	58
Figura 5.2 – Representação da integração dos produtos cartográficos temáticos: Mapa das Zonas Homogêneas á Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Pastagem e Atividade Agrícola	61
Figura 5.3 – Representação do programa em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006) utilizado na integração dos produtos cartográficos temáticos: Mapa das Zonas Homogêneas á Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Pastagem e Atividade Agrícola	61
Figura 5.4 – Mapa resultante da integração das Zonas Homogêneas á Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Pastagem e Atividade Agrícola. Aplicação de qualificadores segundo o grau do passivo de recuperação	62
Figura 5.5 – Representação da integração dos produtos cartográficos temáticos: Mapa das Zonas Homogêneas á Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Reflorestamento	65
Figura 5.6 – Representação do programa em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006) utilizado na integração dos produtos cartográficos temáticos: Mapa das Zonas Homogêneas á Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Reflorestamento	66
Figura 5.7 – Mapa resultante da integração das Zonas Homogêneas á Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Reflorestamento. Aplicação de qualificadores segundo o grau do passivo de recuperação	66

LISTA DE TABELAS I

ARTIGO I - ELABORAÇÃO FUNCIONAL DE UM BANCO DE DADOS DE PARÂMETROS “GEOHIDROLÓGICOS” COMO SUBSÍDIO ÀS ANÁLISES DE DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS.

Tabela 4.1 - Descrição e procedência de material cartográfico básico utilizado para elaboração do banco de dados Geohidrológico	8
Tabela 4.2 – Distribuição do período de dados observados (Genovez et al, 2000)	14

LISTA DE TABELAS II

ARTIGO II – METODOLOGIA DE INTEGRAÇÃO DE ELEMENTOS DA PAISAGEM EM BACIAS HIDROGRÁFICAS COMO SUBSÍDIO À DETECÇÃO DE ÁREAS HOMOGÊNEAS PARA A DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS.

Tabela 4.1 – Relação de qualificadores e seus respectivos pesos relativos	28
Tabela 4.2 – Relação dos atributos das variáveis e seus pesos relativos	33
Tabela 4.3 – Relação dos atributos das variáveis e seus pesos relativos	34
Tabela 4.4 - Grupos Hidrológicos de Solos (GHS) e suas características	35
Tabela 4.5 -Tipos de solos e os seus respectivos grupos hidrológicos conforme Lombardi Neto <i>et al.</i> (1991)	35
Tabela 4.6 - Relação dos atributos das variáveis e seus pesos relativos	35
Tabela 4.7 – Relação dos atributos das variáveis e seus pesos relativos	36
Tabela 4.8 – Relação Unidades Físicas do Relevo e Declividade Relativa	38
Tabela 4.9 – Relação dos atributos das variáveis e seus pesos relativos	38
Tabela 4.10 - Distribuição dos pesos relativos para todos os atributos das variáveis presentes no modelo de detecção de áreas homogêneas à capacidade de infiltração para a área estudada	40
Tabela 5.1 -Intervalos propostos para o fatiamento da grade numérica e seus respectivos “Qualificadores”	45
Tabela 5.2 – Valores de áreas em Km ² com a ocorrência dos eventos	47

LISTA DE TABELAS III

ARTIGO III – DETECÇÃO DE ÁREAS PASSÍVEIS DE RECUPERAÇÃO DO POTENCIAL DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO, TENDO COMO SUPORTE A INTEGRAÇÃO DE MAPAS DE ÁREAS HOMOGÊNEAS À DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS E O MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS DA ÁREA ESTUDADA.

Tabela 4.1 – Tabela com os valores de ocorrência de classes em Km ² e percentuais relativos para os municípios contidos na área estudada segundo a Capacidade de Infiltração em Zonas Homogêneas	59
Tabela 5.2 – Tabela com os valores em Km ² das áreas passíveis de recuperação nos municípios contidos na área estudada	62
Tabela 5.3 – Classificação por valores de áreas administrativas municipais segundo a capacidade qualitativa de recuperação em áreas de atividades de Pastagem / Áreas Agrícolas	63
Tabela 5.4 – Tabela com os valores em Km ² e seus percentuais relativos segundo a classe de uso Reflorestamento	65
Tabela 5.5 – Classificação por valores de áreas administrativas municipais segundo a capacidade qualitativa de recuperação em áreas de atividades de Reflorestamento	67

LISTA DE ANEXOS	
1 - Mapa de isoietas de pluviosidade.	72
2 - Mapa de Uso e Cobertura Vegetal das Terras.	73
3 - Mapa de Solos	74
4 - Mapa Geológico	75
5 - Mapa Hipsométrico	76
6 - Mapa das zonas homogêneas segundo a capacidade de infiltração dos elementos da paisagem na zona média e alta da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - SP - Brasil	77
7 - Mapa resultante da integração das Zonas Homogêneas á Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Pastagem e Atividade Agrícola. Aplicação de qualificadores segundo o grau do passivo de recuperação	78
8 - Mapa resultante da integração das Zonas Homogêneas á Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Reflorestamento. Aplicação de qualificadores segundo o grau do passivo de recuperação	79

ARTIGO I

Campinas – São Paulo – Agosto 2006

ELABORAÇÃO FUNCIONAL DE UM BANCO DE DADOS DE PARÂMETROS “GEOHIDROLÓGICOS” COMO SUBSÍDIO ÀS ANÁLISES DE DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS.

Marcello Alves ¹

Sueli Yoshinaga Pereira ¹

1. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP / Instituto de Geociências – IGe

IG-UNICAMP, Caixa Postal 6152, CEP: 13083-970 - Campinas – SP – Brasil

{malves, sueliyos}@ige.unicamp.br>

RESUMO

Este trabalho propõe analisar a disponibilidade e qualidade de materiais cartográficos e multifontes, no intuito de se elaborar um Banco de Dados Geográfico de parâmetros “Geohidrológicos” para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, localizada no Vale do Paraíba – SP – Brasil. Região esta de caráter estratégico devido à demanda crescente do uso dos recursos hídricos no local. Remetendo assim à efetiva necessidade de um conjunto de informações que possam contribuir com as mais diversas pesquisas científicas.

Palavras Chaves: Recursos hídricos, Vale do Paraíba, Bancos de Dados Geográficos.

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como premissa apresentar e discutir os temas, levantamento, disponibilidade, seleção e, por conseguinte coleta de dados geográficos para composição de um banco de dados de parâmetros “Geohidrológicos” para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, localizada no Vale do Paraíba – SP - Brasil.

A elaboração deste e seus componentes darão subsídios às possíveis análises de integração de elementos da paisagem segundo seu potencial participativo no processo de infiltração (Alves, 2006). Isto com base no caráter sistêmico proposto na metodologia deste trabalho, onde a soma das partes compõe o “todo” e o mesmo, segundo Capra (1999), não deve ser entendido ou mesmo reduzido a um pequeno conjunto de partes.

Bastante alterada através dos anos a região do Vale do Paraíba vem apresentando problemáticas no tocante à ocupação urbana e também no aproveitamento de seus recursos hídricos.

I - OBJETIVOS GERAIS

Buscam – se descrever os procedimentos, as dificuldades de aquisição e os métodos utilizados para alocação de informações em um banco de dados de parâmetros “Geohidrológico”. A denominação “Geohidrológico” parte do princípio de que o mesmo conta com um conjunto de dados geográficos e referentes ao meio físico da área estudada e tem como função subsidiar a realização de análises e a detecção de áreas homogêneas para a disponibilidade de recursos hídricos. Usando da integração dos elementos da paisagem segundo o potencial participativo no ciclo hidrológico.

1.1 - Objetivos específicos

Descrever a procedência do material selecionado, os métodos utilizados na adequação de grandezas escalares, alocação dos produtos em ambiente digital e o processo de integração e manipulação dos dados.

II - LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo situa-se nas porções de Nascente e final do trecho paulista, da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a aproximadamente 200 quilômetros da capital do estado, São Paulo, próximo aos limites dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro,

Segundo de Almeida & Carneiro (1998), o sistema de montanhas representado pelas serras do Mar e da Mantiqueira constitui a mais destacada feição orográfica da borda atlântica do continente Sul-Americano. Inserido neste contexto o Vale do Paraíba do Sul em sua porção média conforme a Figura 2.1 apresenta-se caracterizado por dois principais domínios, segundo Coltrinari (1974): 1 - embasamento cristalino de idade pré-cambriana, que é o arcabouço estrutural da Serra do Mar e da Mantiqueira, 2 - bacia sedimentar de Taubaté (Terciária) com depósitos aluviais associados (Quaternária).

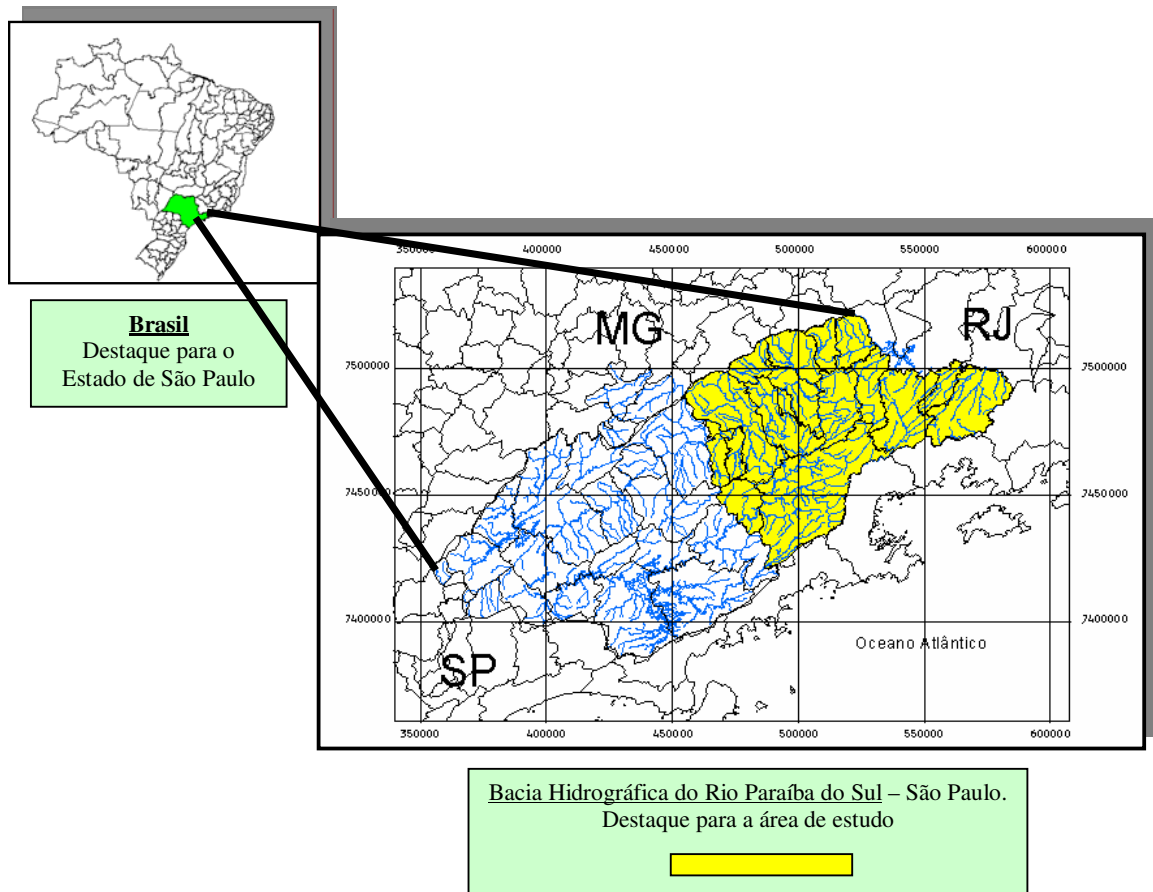


Figura 2.1 - Localização da área de estudo.

O embasamento cristalino da região está inserido no Complexo Embu que controla estruturalmente a bacia de Taubaté tanto ao norte quanto ao sul, e é composto basicamente de migmatitos. As rochas do embasamento cristalino, principalmente os migmatitos e gnaisses, são responsáveis pelas serras locais e morros alongados com espigões que se caracterizam por perfis retilíneos, localmente abruptos, com presença de serra locais, drenagem de alta densidade, com padrão dendrítico a pinulado, vales fechados, planícies aluvionares restritas.

A altitude variando de 500 a 2700 metros, alta pluviosidade com médias anuais de 80 a 120 mm, forte declive do relevo com áreas com declividade acima de 40 % e a baixa temperatura que em alguns locais durante o inverno podem atingir proximidades a 0° influem diretamente nos tipos de solos, entre eles: Podzolizado com cascalho, Latossolos Vermelho Amarelo fase rasa e Litossolos.

Os formadores do Rio Paraíba do Sul e seus afluentes de alto curso compõem esta região, que apresenta diversos parques e Áreas de Proteção Ambiental (APA) – Parque Nacional da Bocaina, Parque Estadual da Serra do Mar, Estação Ecológica de Bananal. Destaca-se que a área escolhida para a execução e análise neste trabalho abarca, como já dito, o conjunto de rios que formam o Rio Paraíba do Sul e o último trecho referente ao âmbito Paulista da bacia hidrográfica. Esta escolha torna-se providencial pelo fato de caracterizar os municípios que compõem a rede formadora do rio e os que se situam no transcorrer do trajeto do mesmo (Figura 2.2).

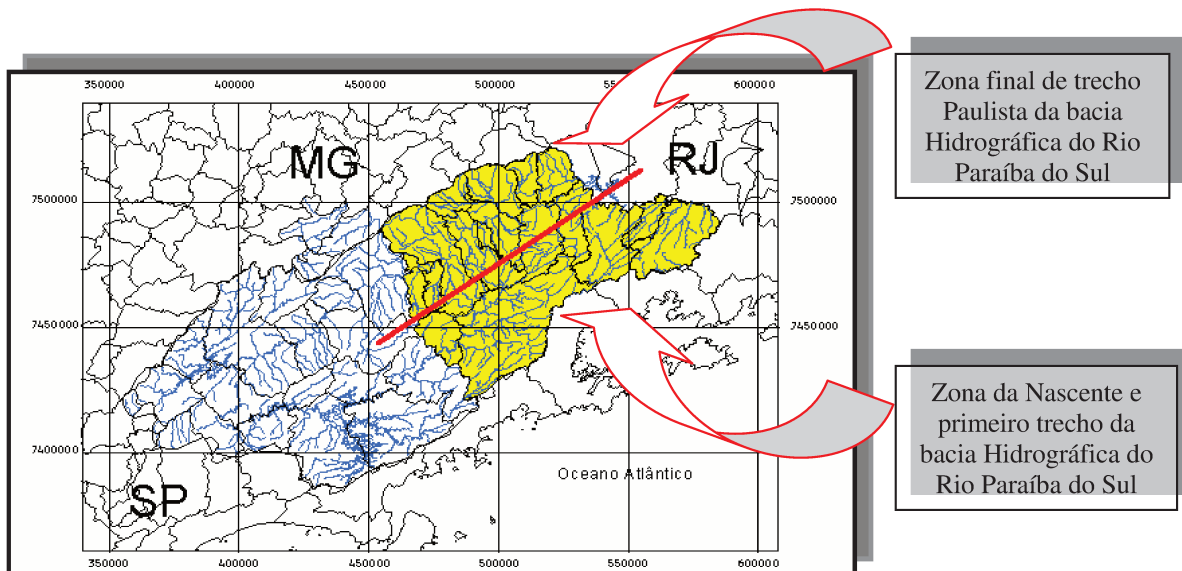


Figura 2.2 - Localização da área de estudo representando as zonas de Nascente e Foz do Rio Paraíba do Sul.

III – COLETA DE DADOS

3.1 - A disponibilidade de materiais cartográficos e dados multifontes para a área estudada.

Os estudos ambientais em determinadas áreas do Brasil apresentam sérios comprometimentos, devido à carência efetiva de materiais cartográficos em escalas reduzidas e mesmo informações sequenciais que possam expressar e dar suporte às análises multitemporais. Fundamento básico

para avaliação da dinâmica dos processos e do entendimento do histórico das modificações e/ou degradações ambientais.

Segundo de Albuquerque et. al. (2002), a produção cartográfica está associada a uma necessidade de apresentação de resultados. Ainda, segundo o autor, os produtos elaborados devem expressar um conjunto de informações como também estarem ajustados às necessidades e limitações de apresentações impostas por esta informação. Assim, o produto final deve assegurar uma satisfação de exigência própria do projeto que lhe compete.

A carência de materiais cartográficos principalmente em formatos digitais é significativa. Em algumas regiões do país em decorrência dos planos de trabalho e estudos desenvolvidos anteriormente, grande parte dos produtos que se encontram à disposição estão em âmbito regional em escalas de 1:100.000 ou 1:250.000. Isto dificulta o acesso a bases cartográficas em escala de análise reduzida ou local variando de 1:10.000 a 1:50.000, ou mesmo àquelas em formato digital de caráter temático (Geologia, Pedologia etc) e básico (Rede de Drenagem, Estradas, Curvas de Nível).

Muitas vezes os produtos nestas escalas em formato digital são de caráter privado e ocasionalmente, inacessíveis por apresentarem custos de aquisição elevados.

Da mesma forma, a digitalização destas bases cartográficas demandaria um tempo bastante dispendioso o que tornaria inviável a realização de projetos de análise espacial em caráter local visando resoluções imediatas. Outro elemento a destacar é que a disponibilidade deste material nas prefeituras e órgãos administrativos responsáveis muitas vezes não é linear.

Estas instituições muitas vezes não conduzem bem seus arquivos apresentando dados danificados ou mesmo o extravio de informações em âmbito geral. Este fato pressupõe a integração de pessoal não capacitado para execução e, por conseguinte manipulação dos dados. Outro agravante, ainda segundo de Albuquerque et al. (2002), está relacionado ao desconhecimento dos objetivos cartográficos e a falta de cultura na utilização de seus produtos pela sociedade, expresso neste sentido como uma ferramenta de auxílio para compreensão dos problemas físicos, humanos e culturais.

Um dos últimos grandes trabalhos de mapeamento e elaboração de produtos cartográficos temáticos realizados para a área estudada foi o Projeto MAVALE (Macrozoneamento do Vale do Paraíba, KURKDJIAN et. al. ,1992). O mesmo apresenta um conjunto de informações

compiladas em mapas na escala 1:250.000, em função do objetivo deste projeto, a análise regional.

Entretanto, outros produtos cartográficos em escalas maiores (1:10.000 e 1:50.000) foram produzidos, mas são de caráter planialtimétricos e estão muitas vezes defasados no tocante a algumas informações (Redes Viárias e Redes de Drenagem). Os demais produtos cartográficos presentes para a região, restringem-se a levantamentos aerofotogramétricos realizados em diferentes escalas como base de trabalhos elaborados pelo Instituto Cartográfico – IC, Eletropaulo, Instituto Agrônomo de Campinas - IAC e também imagens orbitais disponíveis para aquisição no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. O incremento das imagens de satélite é sem dúvida um grande benefício no auxílio da geração de subprodutos suprimindo muitas vezes a carência de mapeamentos.

Outro fator a destacar é o custo de um mapeamento em escalas grandes que muitas vezes se apresenta fora dos padrões e disponibilidades de projetos.

No entanto, não são somente as bases cartográficas que se apresentam escassas e restritas a escalas de análise regionais, no contexto da área estudada. Os dados multifontes e tabulados referentes à produção agrícola, sócio-econômicos e de população em geral, que Câmara (SPRING / INPE, 2006) define como dados espaciais, pois se apresentam ligados a um objeto no espaço ou mundo real, também compõem um problema constante na execução de projetos de pesquisa para a área estudada.

Muitas informações a respeito de vazão de rios e índices pluviométricos tal qual relatam Genovez et al (2000), apresentam-se defasadas e em alguns casos com estações sem operação há mais de 15 (quinze) anos.

Ainda segundo os autores, são necessárias ações de interpolação de dados vizinhos para se atingir os objetivos da pesquisa, desde que os dados da base de coleta não estejam mais disponíveis. No entanto, os autores também afirmam que muitas vezes não é possível contar com uma boa série de dados de pluviógrafos no local de estudo ou mesmo próximo a ele.

Problemas semelhantes foram encontrados por Fantin et al. (2005) em seus estudos. Estes ressaltaram que a carência de dados cartográficos, a falta de acesso aos dados produzidos ou mesmo a falta de precisão e confiabilidade da geoinformação existente nas bases municipais, podem dificultar ou restringir a eficácia de estudos e políticas públicas em âmbito municipal. Daí, a importância de se fornecer subsídios à formulação de políticas públicas voltadas a

geoinformação, com a aquisição e produção de dados municipais que permitam melhor visualizar a realidade local e gerar metodologias de integração mais adequadas. Os autores afirmaram ser de fundamental importância instrumentalizar o poder público e a comunidade científica com dados adequados, os quais, analisados de maneira integrada possibilitem uma melhor observação das dinâmicas municipais.

Um dos temas abordados durante as seções temáticas do V Simpósio Brasileiro de Geoinformática - GEOINFO (Campos do Jordão, 2003) trouxe a tona opiniões de pesquisadores de renome na área de bancos de dados, tais como Gilberto Câmara e Antônio Miguel Vieira Monteiro do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Os mesmos afirmaram que a disponibilização de dados multifontes por diversos órgãos, sendo eles públicos estaduais, federais, ou mesmo privados, tornaria extremamente eficaz e vantajosa à elaboração de trabalho de integração de dados espaciais que visem resultados sociais e ambientais.

A disponibilização das bases de dados propostas como as da Agência Nacional de Águas, Concessionária Bandeirante de Energia ou mesmo da Companhia de Saneamento básico do Estado de São Paulo - Sabesp, tornariam os estudos locais e regionais muito mais eficientes e dinâmicos.

Outro fator a destacar é que a aquisição de mapas e, produtos cartográficos em caráter temáticos, tanto quanto os dados tabulados referentes a informações espaciais apresentam-se nas mais diversas formas e escalas. Assim, a utilização de um Sistema de Informações Geográficas para fins de compilação e adequação de escalas é a alternativa mais viável para trabalhar nas condições acima expostas.

IV - OS “SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA” (SIG)

O Sistema de Informação Geográfica – SIG é um conjunto de ferramentas que auxilia as análises espaciais em diversas frentes de pesquisa.

De acordos com o INPE (SPRING / INPE, 2006) o termo “Sistemas de Informação Geográfica” (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. Devido à sua ampla gama de aplicações, destacando-se aqui algumas como agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia), há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG: como ferramenta para produção de mapas; suporte para

análise espacial de fenômenos e como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Este instrumento é uma das técnicas que compõem as “Geotecnologias”, que segundo Valerio Filho et. al. (2002) é o conjunto de ferramentas e materiais utilizados no auxílio de análises espaciais, podendo citar as imagens de satélite, os Sistemas de Posicionamento Global - GPS, os “Sistemas de Informação Geográfica” – SIG, entre outros.

Ainda segundo os autores, as ferramentas dos “Sistemas de Informação Geográfica” - SIG vêm sendo utilizadas como importantes instrumentos de auxílio, no tocante ao subsídio ao planejamento e as ações em diversas áreas de aplicação do conhecimento.

Nos tempos atuais, em decorrência da constante dinâmica espacial e da possibilidade de integração de diversas variáveis em um único banco de dados, com diferentes escalas os “Sistemas de Informação Geográfica” – SIG vêm se apresentando de fundamental importância, pois proporcionam a compatibilização das mesmas em uma escala de trabalho final coerente com os dados básicos de análise propostos a qualquer área de estudo.

Não obstante, Burrough (1986), relata que os “Sistemas de Informação Geográfica” são representado por programas capazes de armazenar, integrar, manipular e visualizar diferentes informações da superfície terrestre. Tais elementos compõem o denominado mundo real em termos de posicionamento e estão alocados segundo um sistema de coordenadas. Os “Sistemas de Informação Geográfica” - SIG tornam-se então uma importante ferramenta de auxílio aos estudos de áreas ambientais e recursos naturais, subsidiando o planejamento e as ações em diversas áreas.

4.1 - Elaboração do banco de dados e escolha do programa computacional a ser utilizado.

A elaboração do banco de dados deste projeto tem com base os parâmetros “Geohidrológicos” e teve como meta tornar funcional as consultas e, por conseguinte a integração dos elementos que compõem a paisagem da área estudada.

A utilização de um Sistema de Informação Geográfica de aquisição gratuita e com tecnologia nacional, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE, intitulado; Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas – SPRING foi providencial, em vista do caráter gratuito de sua aquisição, www.dpi.inpe.br/spring (SPRING / INPE 2006), e do suporte técnico eficiente.

4.2 - Composição do banco de dados Geohidrológico.

As informações coletadas para a realização e elaboração do presente banco de dados levaram em consideração as diferenças escalares e também as mais diversas extensões computacionais, pois muitas informações foram criadas por iniciativas privadas e projetos institucionais.

A tabela 4.1 apresenta o conjunto de dados cartográficos utilizados na elaboração do banco de dados geográfico e suas características.

Tabela 4.1 - Descrição e procedência de material cartográfico utilizado para elaboração do banco de dados Geohidrológico

Material	Elaborador	Escala / Formato
Cartas Temáticas (Levantamento de Solos e Geologia)	Projeto MAVALE - Macrozoneamento do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo (Kurkdjian et al. 1992).	1:250.000 - ASCII/ SPRING.
Cartas topográficas, obtidas a partir da restituição aerofotogramétrica.	IBGE, 1973.	1:50.000 – ASCII / SPRING , DXF.
Cartas topográficas, obtidas a partir da restituição aerofotogramétrica.	IBGE, 1965.	1:100.000 - ASCII/ SPRING, DXF.
Levantamento da Vegetação Natural e Reflorestamento e Constituição de Base Georreferenciada da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul / Mantiqueira.	Instituto Florestal.	1:50.000 – SHAPEFILE (ARCVIEW), DXF.
Mapa de isolinhas de Pluviosidade, Isoetas das chuvas máximas diárias para tempo de retorno de 5 (cinco) anos.	Genovêz et. al. ,2002.	1: 100.000 - ASCII/ SPRING.
Mapa Geológico do Estado de São Paulo.	DAEE-UNESP, 1984.	1:250.000, Folha Guaratinguetá - ASCII/ SPRING

4.3 – Adequação de escala e elaboração de dados cartográficos

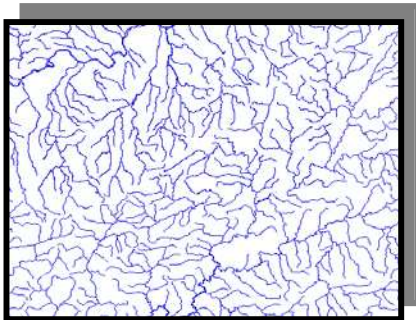
4.3.1 – Bases Planialtimétricas

A variação da procedência dos produtos cartográficos denota uma gama de escalas e, por conseguinte diferentes níveis de resolução e qualidade.

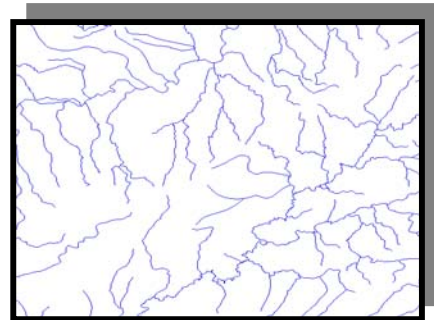
Este fator tende a ser um empecilho na elaboração de produtos finais de análise, pois os mesmos devem ser elaborados respeitando a compatibilidade das escalas dos produtos contidos na base de dados e a análise desejada, neste caso o caráter regional.

O importante na seleção destes produtos é respeitar alguns princípios ligados diretamente à qualidade, disponibilidade e fidedignidade.

As figuras 4.1 e 4.2 apresentam-se respectivamente como exemplo de alguns dilemas estabelecidos nas diferenças escalares. Nesse caso, entre duas bases de drenagem e duas redes viárias. A primeira em escala 1:50.000 e a segunda em escala :100.000.

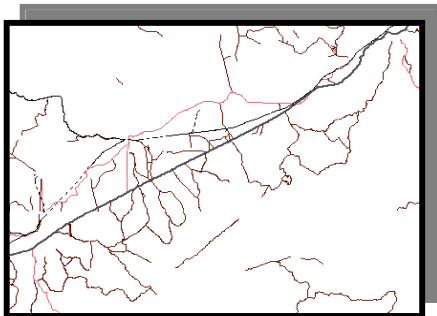


1:50.000

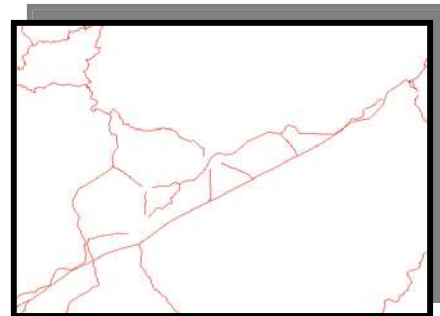


1:100.000

Figura 4.1 – Representação vetorial de bases de Rede de Drenagem em diferentes escalas. Observa-se os diferentes níveis de informação entre elas



1:50.000



1:100.000

Figura 4.2 - Representação vetorial de bases de Rede de Drenagem em diferentes escalas. Observam-se os diferentes níveis de informação contidos em diferentes escalas.

As figuras acima demonstram que o nível de definição e conteúdo de informações é maior em escalas maiores.

No contexto da elaboração deste trabalho, seguindo os padrões apresentados anteriormente de qualidade, disponibilidade e fidedignidade foram utilizadas as bases cartográficas de drenagem e rede viária (planimetria) em escala 1:50.000 (IBGE; 1973).

Em decorrência da falta de disponibilidade e também do alto custo de aquisição em empresas particulares de mapeamentos e levantamentos cartográficos as curvas de nível (altimetria) a serem usadas serão em escala 1:100.000 (IBGE, 1965), disponibilizadas gratuitamente na base digital elaborada para a composição do banco de dados Atlas Brasil (SPRING / INPE, 2006).

No intuito de demonstrar as diferenças escalares em produtos altimétricos utilizou-se como exemplo as curvas de nível 1:50.000 (IBGE; 1973). As mesmas foram selecionadas de um banco de dados elaborado para o município de São José dos Campos como subsídio e base de análise do Projeto Macrodrenagem de São José dos Campos (Prefeitura Municipal de São José dos Campos e Universidade do Vale do Paraíba, 2002) (Figura 4.3).

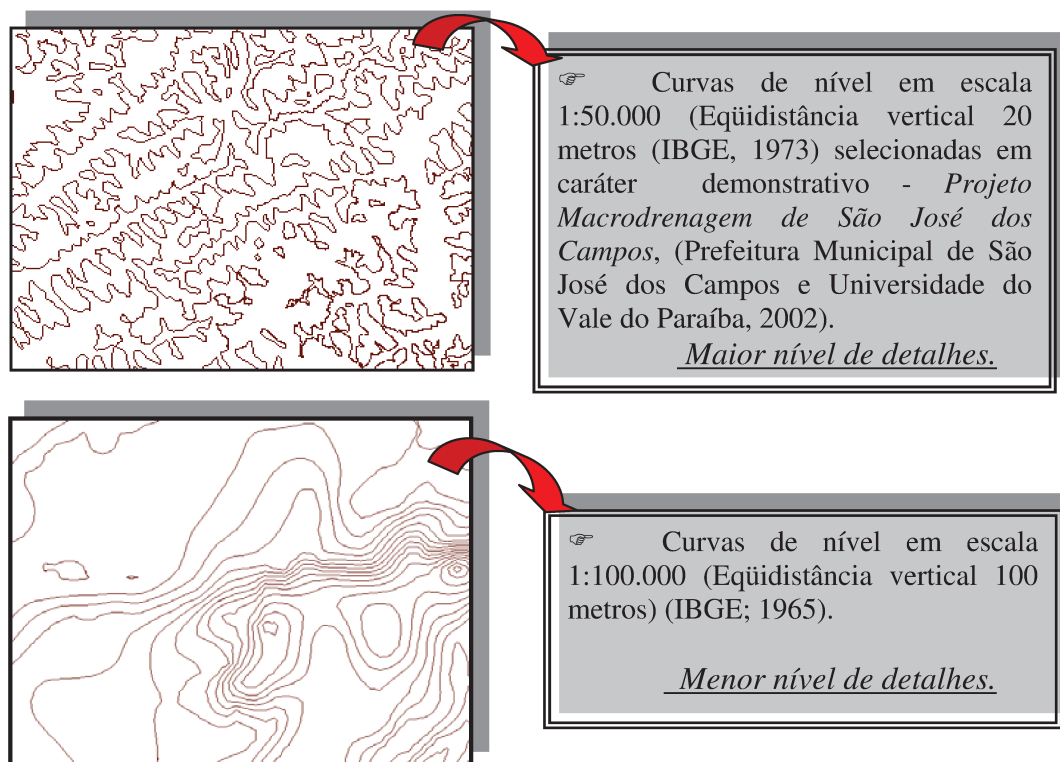


Figura 4.3 - Diferenças de grandezas escalares em curvas de nível em escala 1:50.000 (IBGE, 1965) e 1:100.000 (IBGE, 1973)

Outro fator a destacar no tocante a aquisição das curvas de nível do terreno (altimetria) é que as mesmas são elementos fundamentais na elaboração de subprodutos cartográficos de qualidade, tais como, mapas de declividade, cartas hipsométricas e perfis topográficos.

4.3.2 – Utilização de Imagens Orbitais.

O incremento das imagens orbitais favoreceu a elaboração de subprodutos ou mesmo de produtos cartográficos de qualidade, tais como, as análises de Uso e Cobertura Vegetal das Terras, ou mesmo Modelos Numéricos do Terreno, neste caso utilizando-se de dados coletados pela *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM, NASA, 2000).

Para este trabalho as mesmas foram utilizadas na elaboração do Uso e Cobertura Vegetal das Terras. A base das informações coletadas para elaboração do produto final foi o Levantamento da Vegetação Natural e Reflorestamento da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul / Mantiqueira (Instituto Florestal, 2000). A adequação sugerida e realizada foi o incremento das informações espaciais de áreas com usos de Pastagem e Cultura Agrícola não presentes no mapeamento original realizado pelo Instituto Florestal (2000).

Com a utilização de imagens orbitais do ano 2002 dos satélites LANDSAT 5 e 7, estes munidos respectivamente com sensores TM e TM/PLUS, realizaram-se o incremento das classes de uso propostas (Pastagem e Cultura Agrícola).

As datas de imageamento selecionadas para análise foram os meses de janeiro, fevereiro e setembro. Isto devido as diferentes características dos usos presentes na paisagem da área estudada em períodos de estiagem e chuvas prolongadas.

As informações complementares levantadas foram resultados de classificação automática utilizando o classificador MAXVER que segundo (SPRING / INPE, 2006) deriva do método estatístico de *Máxima Verossimilhança* e é o método de classificação "pixel a pixel" mais comum. O mesmo considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos.

Outro fator a destacar é que a base do produto elaborado pelo Instituto Florestal -Levantamento da Vegetação Natural e Reflorestamento e Constituição de Base Georreferenciada da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul / Mantiqueira (Instituto Florestal, 2000) são também imagens orbitais provenientes dos satélites LANDSAT 5 e LANDSAT 7, munidos com sensores TM e

TM/PLUS respectivamente. Isto descaracterizou os possíveis problemas referentes à resolução espacial dos produtos na composição do produto final.

Vale destacar que a resolução espacial de um produto orbital, segundo Novo (1989), “*mede a separação angular ou linear entre dois objetos. Ou seja, quando dizemos que um produto possui uma resolução de 30 metros nos referimos ao fato de que todo e qualquer produto presente entre esta medida não será discriminado pelo sistema*”.

Outro fator de destaque é que em resoluções espaciais de 30 metros, tais como, nas imagens orbitais dos satélites LANDSAT 5 e 7 os produtos finais e subprodutos são aceitos em escalas 1:50.000, pois apresentam boa adequação a base de detalhamento do mapeamento.

Assim foram levantadas as informações complementares referentes ao Uso e Cobertura Vegetal das Terras. As mesmas foram agregadas ao produto elaborado pelo Instituto Florestal (2000). Este procedimento pode ser visualizado nas figuras 4.4 e 4.5.

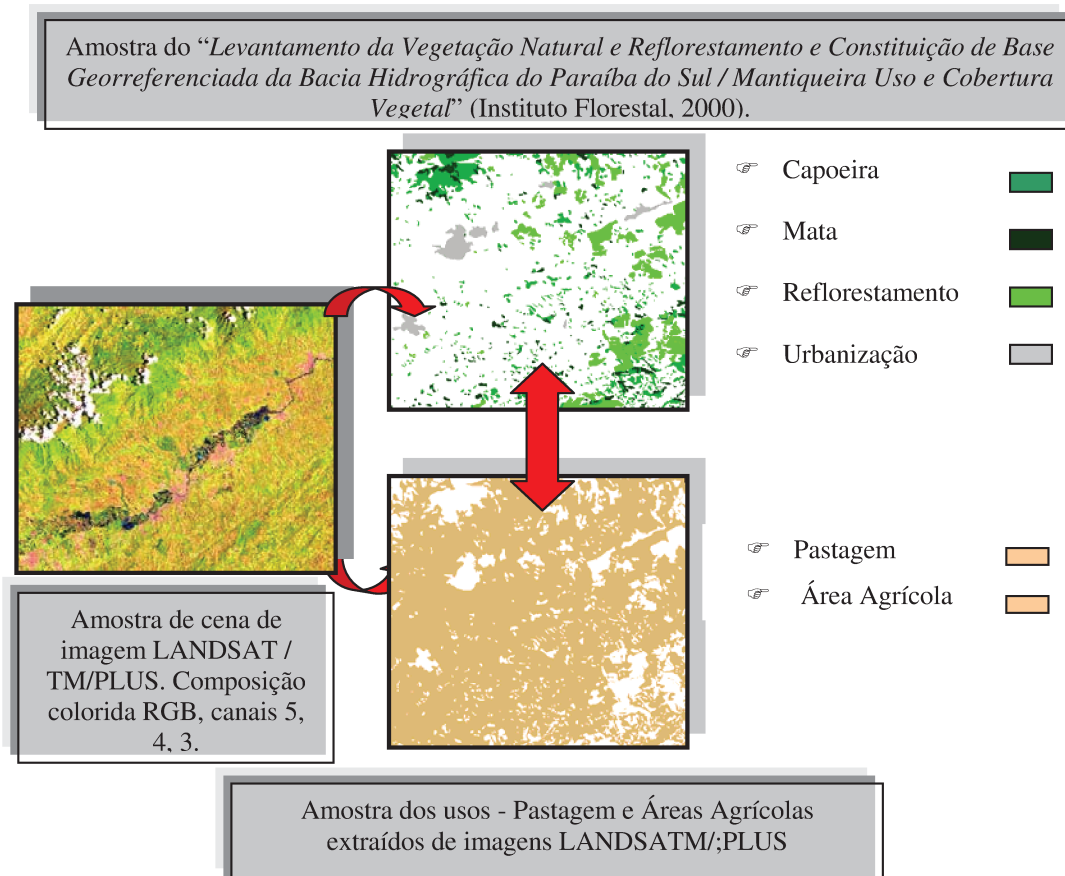


Figura 4.4 – Demonstração do método utilizado para elaboração e composição do mapa de Uso e Cobertura Vegetal das Terras a partir da base elaborada pelo Instituto Florestal do Estado de São Paulo.

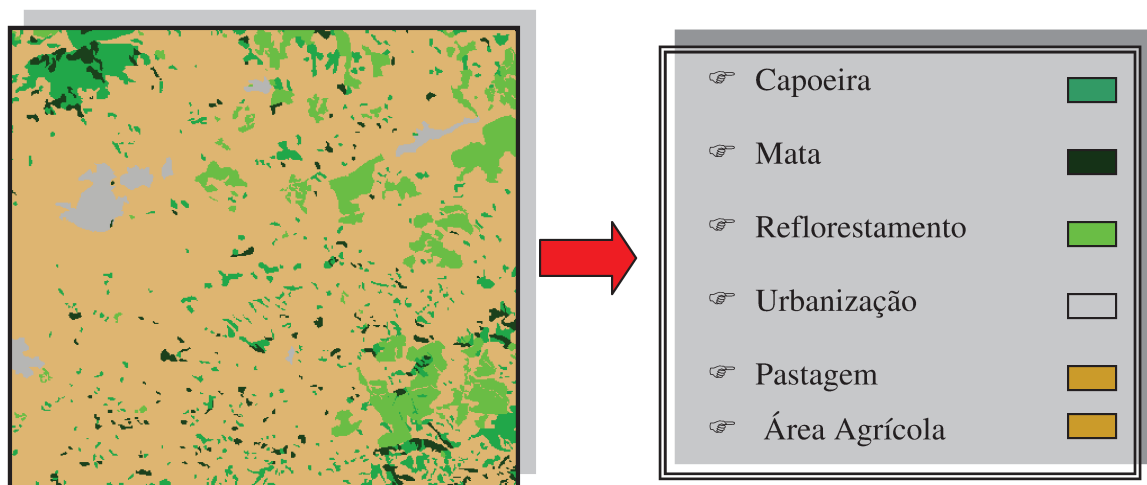


Figura 4.5 - Amostra do mapa final de Uso e Cobertura Vegetal das Terras após agrupamento das informações.

4.3.3 – Isoietas de Pluviosidade

Outros subprodutos utilizados neste trabalho foram as Isoietas de Pluviosidade elaboradas por Genovez et. al. (2000) para todo Estado de São Paulo.

Segundo os autores o período de coleta de informações usada na elaboração do modelo é de 30 anos, informações estas coletadas nas estações pluviométricas do Departamento de Águas e Energia do Estado – DAEE e cedidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INEMET.

Utilizou-se do período de retorno de 5 anos, pois, muitas das estações não estão mais coletando informações e dados na área estudada, o que dificultaria e tornaria pouco confiável uma projeção de retorno de 10, 50 ou mesmo 100 anos.

A escala e a definição deste produto remete à disponibilidade de informações das estações de medição. Segundo os autores, infelizmente os dados de intensidade de chuvas ou séries de dados são pequenos para as várias partes do Brasil e do mundo. O que neste caso não permite uma estimativa razoável das intensidades de chuvas para fins de projetos de engenharia.

Para elaboração deste produto os autores utilizaram séries atualizadas de aproximadamente 556 pluviômetros para o estado, com séries de dados superiores há 30 anos. Ainda segundo os autores somente um pluviômetro apresentava uma série menor de 23 anos.

Para obter os valores máximos associados aos períodos de retorno utilizou-se a distribuição probabilística de Gumbel. Isto a partir da determinação do ano hidrológico das séries observadas (01 de Outubro / 30 de Setembro).

As isoetas foram obtidas segundo os autores através do programa SURFER (KECKLER, 1995) utilizando-se do método geoestatístico de Kriging. A tabela 4.2 apresenta o número de pluviômetros analisados.

Tabela 4.2 – Distribuição do período de dados observados (Genovez et al, 2000).

Anos de dados	Nº de postos	Nº de postos (%)
23	01	0,2
30 – 39	202	36,3
40 – 49	163	29,3
50 – 58	190	34,2

A figura 4.6 apresenta uma amostra do mapa de isoietas de pluviosidade elaborado por Genovez et al (2000). Para utilização destas informações no banco de dados as mesmas foram agrupadas em intervalos ou classes

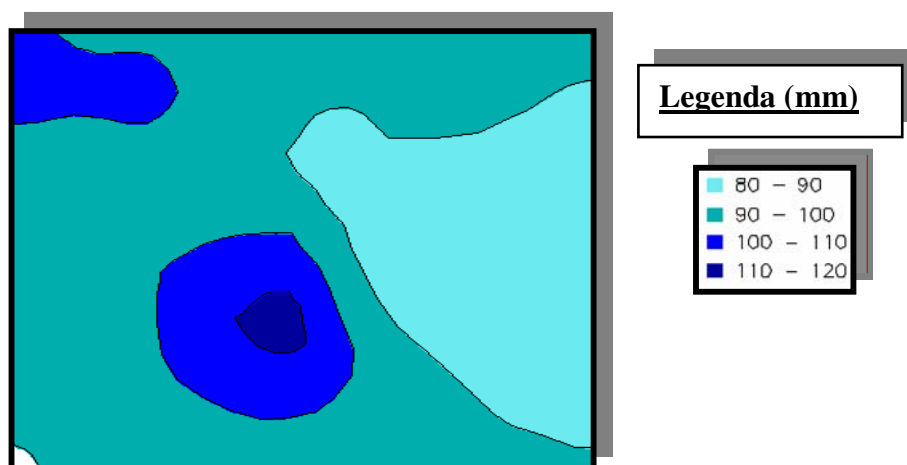


Figura 4.6 - Amostra do mapa de isoietas de pluviosidade elaborado por Genovez et.al (2000).

4.3.4 – Mapas temáticos

Os produtos temáticos referentes à Geologia, Pedologia e Geomorfologia utilizados e agregados ao banco de dados Geohidrológico apresentam-se em escalas 1:250.000. Os mesmos são provenientes do DAEE-UNESP (1984), e do projeto Macrozoneamento do Vale do Paraíba – MAVALE (Kurkdjian et al. 1992). A figura 4.7 apresenta estes produtos.

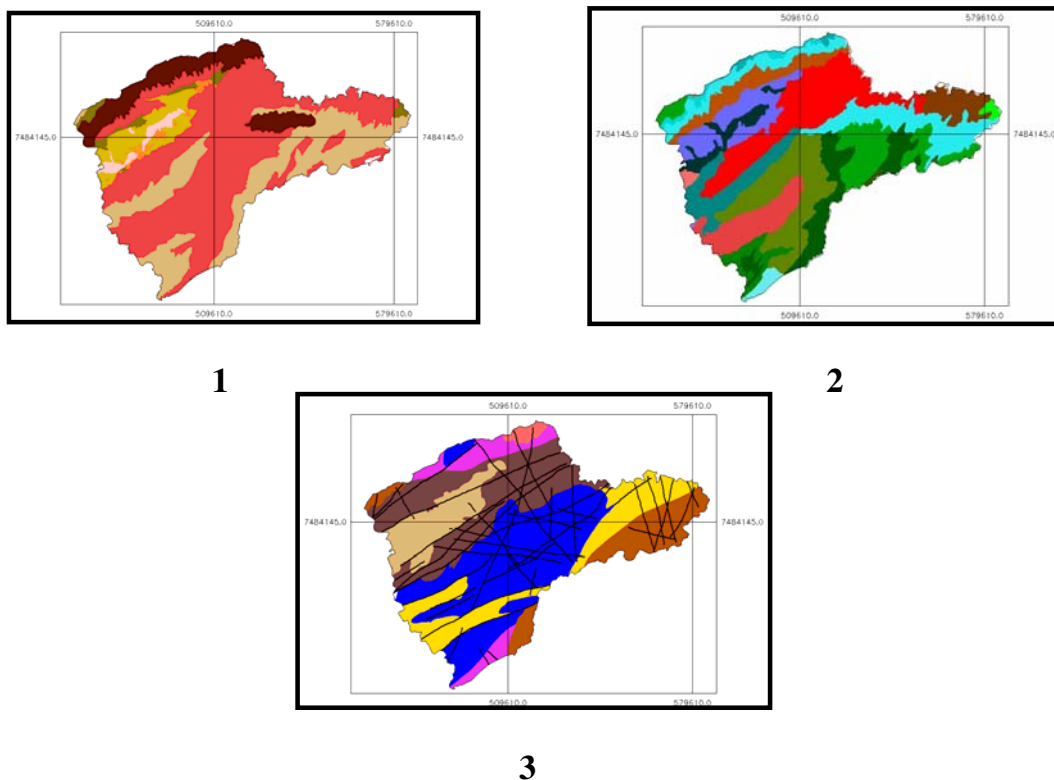


Figura 4.7 - Mapas temáticos (1 – Geomorfologia, 2 – Pedologia) - Projeto Macrozoneamento do Vale do Paraíba – MAVALE (Kurkdjian et al. 1992), (3 – Geologia) DAEE-UNESP (1984) e Projeto Macrozoneamento do Vale do Paraíba – MAVALE (Kurkdjian et al. 1992)

V - EQUIPAMENTOS.

Os equipamentos de auxílio e subsídio a entrada, organização, manipulação, processamento e saída das informações são os seguintes:

- a) Micro padrão IBM / PC - Pentium IV equipado com mesa digitalizadora marca Digigraf, modelo Van Gogh, tamanho A1 e instalado com o sistema de informação geográfica SPRING 4.3 (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - SPRING), desenvolvido no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (SPRING / INPE, 2006), que conjuga funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais;
- b) Sistema de Posicionamento Global (GPS), modelo Garmin SRV II com precisão de 5 a 3 m no modo diferencial dinâmico e de 3 a 1 m para o modo diferencial estático, para localização das coordenadas geográficas dos pontos visitados em campo.

VI – MÉTODO DE ENTRADA DE DADOS EM AMBIENTE SPRING

A entrada de dados no banco Geohidrológico obedece aos padrões estabelecidos pelo programa SPRING 4.3 (SPRING / INPE, 2006).

Os dados já referenciados geograficamente são anexados ao banco de dados utilizando-se uma interface amigável de importação apresentada na figura 6.1.

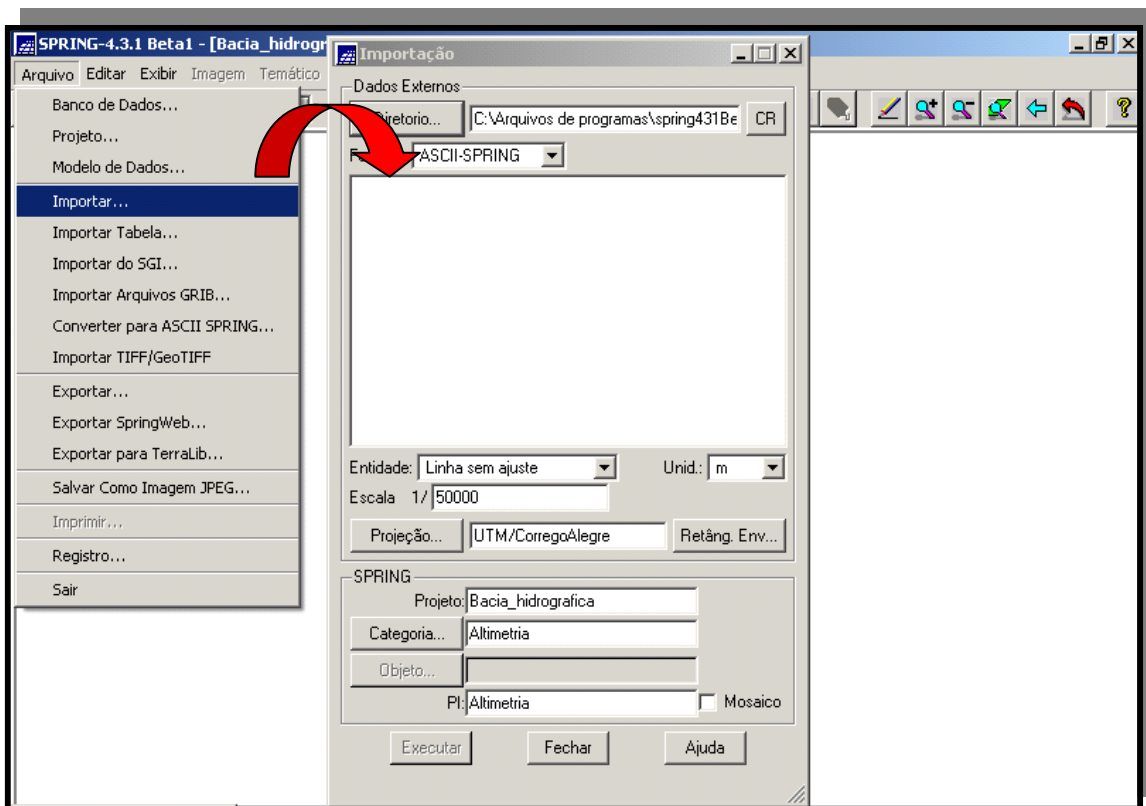


Figura 6.1 - Interface de importação de dados do programa SPRING 4.3 (SPRING / INPE, 2006).

Em ambiente SPRING, após criar um projeto, as devidas categorias de informações e os planos de informação de destino podem importar os dados nas mais diversas extensões, entre elas SHAPEFILE e DXF.

Os dados importados necessitam apresentar um sistema de georreferenciamento ou então será necessária a realização desta ação.

Após isto os dados serão alocados em um painel de controle como um “Plano de informação”, sempre relacionado a sua respectiva categoria previamente atribuída em um projeto (Figura 6.2).

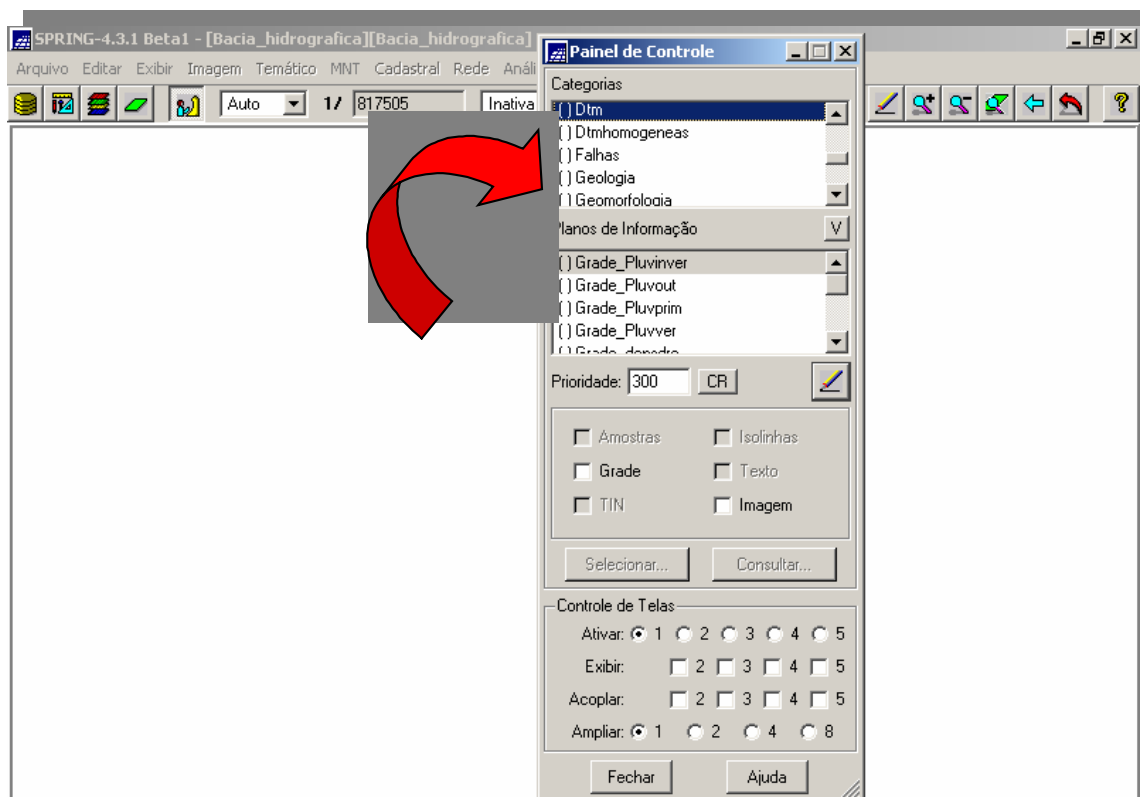


Figura 6.2 – Painel de Controle do programa SPRING 4.3 (SPRING / INPE, 2006).

Nele são alocados os dados para manipulação e tratamento.

VII - INTEGRAÇÃO DE DADOS EM AMBIENTE SPRING 4.3

7.1 - Utilização da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006) como ferramenta de auxílio na integração dos dados temáticos.

Para execução e integração dos dados temáticos utilizou-se como recurso à função de programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL do programa SPRING 4.3 (SPRING / INPE, 2006).

7.1.1 - Programação em legal.

O recurso Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL está contido no programa SPRING 4.3 (SPRING / INPE, 2006).

A programação em LEGAL, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (SPRING / INPE, 2006), permite “a definição de operações sobre dados representados em um

projeto de um banco de dados SPRING, sob a forma de expressões “algébricas” dos tipos: Temático, Numérico, Imagem, Cadastrais, Objetos e Reais”.

Ainda de acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (SPRING / INPE, 2006), a linguagem em LEGAL baseia-se no modelo de dados do programa SPRING, onde, “Os operadores atuam sobre representações de dados dos modelos Numérico (grades regulares), Imagem, Temático, Cadastral e Objeto. Os modelos Objeto e Cadastral são complementares, e essencialmente permitem a espacialização de atributos de tabelas de bancos de dados sob a forma de mapas cadastrais”.

A funcionalidade do programa é definida pela construção de expressões semânticas que determinam as categorias a serem utilizadas no procedimento desejado, os planos de informação a serem recuperados para execução da operação e a descrição da operação a ser efetuada.

Assim, baseando-se em uma lista de sentenças que determinam a função do programa que segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (SPRING / INPE, 2006) é composta por 4 (quatro) estruturas:

- ✓ Declarações de variáveis;
- ✓ Instanciações: de variáveis;
- ✓ Operações da álgebra de mapas;
- ✓ Comandos de controle;

A figura.7.1 apresenta um exemplo de programação em LEGAL utilizada na composição de subprodutos agregados ao banco de dados “Geohidrológico”.

```
{
  Digital grdPluv {"Dtm"};

  Tematico Pluv {"Isolinhas_pluviosidade"};

  Tabela wei (Ponderacao);

  Pluv = Recupere (Nome="Isolinhas_pluviosidade");

  grdPluv =
  Novo (Nome = "Grade_Pluv", ResX=50, ResY=50, Escala=50000, Min=0, Max=4);

  wei=Novo (CategoriaIni="Isolinhas_pluviosidade",
           "80 - 90":1,
           "90 - 100":2,
           "100 - 110":3,
           "110 - 120":4);
  grdPluv = Pondere (Pluv, wei);
}
```

Figura 7.1 - Exemplo de Programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006), desenvolvida para execução deste trabalho.

VIII - MODELAGEM “OBJECT MODELING TECHNIQUE-G (OMT-G)” DO BANCO DE DADOS DE PARÂMETROS GEOHIDROLÓGICOS

Segundo RATI (apud Davis, 2000), “o modelo OMT-G parte das primitivas definidas para o diagrama de classes da Universal Modeling Language (UML), introduzindo primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a capacidade de representação semântica daquele modelo, reduzindo assim a distância entre o modelo mental do espaço a ser modelado e o modelo de representação usual”.

Ainda segundo os autores, o modelo proporciona uma expressividade gráfica que conduz a uma forte capacidade de representação onde as integrações e relações existentes entre os dados e elementos que compõem o banco são expressas e representadas de forma dinâmica e funcional.

Assim, atendendo às premissas estipuladas na concepção da modelagem OMT-G formulou-se o modelo do banco de dados de parâmetros Geohidrológicos, tal qual pode-se observar na figura 8.1. O mesmo apresenta todos os dados que compõem o banco georeferencial e, por conseguinte os produtos cartográficos básicos e os derivados de cruzamentos e integração.

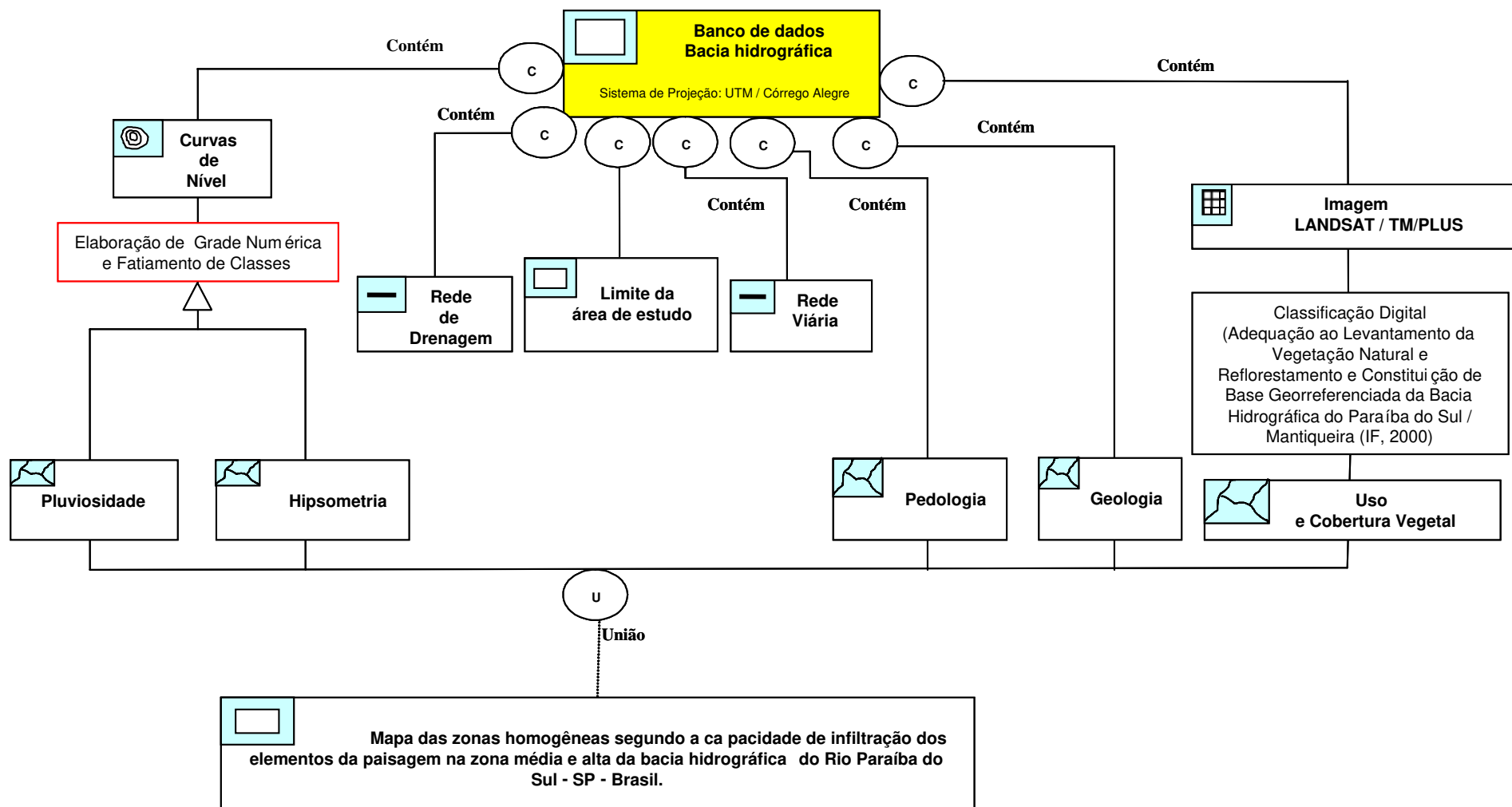


Figura 7.1- Modelo OMT-G elaborado para o banco de dados “Geohidrológico”.

I X - DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Durante o processo inicial de elaboração deste trabalho foram encontrados diversos problemas relacionados à disponibilidade, fidelidade e confiabilidade dos produtos selecionados para composição do Banco de dados de parâmetros “Geohidrológicos”.

Em virtude disto a escala final do trabalho teve que ser adaptada à disponibilidade dos produtos que variavam de 1:50.000 a 1:250.000.

Outro fator a destacar é a indisponibilidade de produtos em escalas grandes já em formato digital e com qualidade. Muitos produtos cartográficos disponíveis para área apresentam um custo muito elevado de aquisição, pois foram elaborados por empresas privadas.

Este fator tornou inviável a utilização de muitas das bases cartográficas em escalas grandes, tais como a base altimétrica em escala 1:50.000 (IBGE, 1965) que apresentava um custo aproximado de 600 reais por folha segundo a empresa Imagem Sensoriamento Remoto LTDA. Por sua vez foi utilizada a base 1:100.000 (IBGE, 1973)

Outra dificuldade encontrada foi o despreparo de muitos funcionários de Prefeituras municipais em especial nos Departamentos de Planejamento Urbano municipais, isto no que se refere a disponibilização de dados. Alguns dos mesmos desconhecem os produtos, não sabem como foram gerados ou mesmo desconhecem a existência em seus respectivos arquivos.

Isto remete ao fato de muito dos produtos cartográficos em formato analógico, essenciais à elaboração de bancos de dados estarem se deteriorando em repartições públicas locais.

No entanto como solução para este problema as Concessionárias de energia elétrica, água e saneamento poderiam tornar públicas suas bases e produtos, no intuito de gerar diversos produtos de análise científica e também uma base de dados única em parceria com os pesquisadores regionais e locais.

A efetivação de políticas de fornecimento de dados, as pesquisas e as consultas dos mesmos no Brasil deve passar a ser um elemento básico de discussão no tocante a disponibilidade da geoinformação como subsídio à tomada de decisões.

Neste sentido, o presente trabalho espera haver contribuído com este objetivo fornecendo assim um conjunto de dados que possam vir a subsidiar os estudos posteriores na área estudada, a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, localizada no Vale do Paraíba – SP – Brasil.

IX - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

V Simpósio Brasileiro de Geoinformática - GEOINFO (Campos do Jordão, 2003). CdRom.

BURROUGH, P.A.Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Clarendon Press, Oxford, 1986.

CAPRA, Fritjof. Ecoliteracy: the challenge for education in the next century.Liverpool Schumacher lectures, Berkeley, California. March 20, 1999.

COLTRINARI, L. Z. D. Contribuição e geomorfologia da região de Guaratinguetá – Aparecida. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 1974.

DAVIS JR., C. A. Múltiplas representações em sistemas de informação Geográficos. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2000;

DE ALMEIDA, Fernando Flávio Marques; CARNEIRO, Celso Dal Ré. Origem e evolução da serra do mar. Revista Brasileira de Geociências, 28(2):135-150, junho de 1998.

DE ALBUQUERQUE, Paulo César Gurgel et al. Ensinando Cartografia- in - IV Curso de Uso de Sensoriamento Remoto no Meio Ambiente. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2002.

FANTIN, Marcel, ALVES, Marcello, MONTEIRO, A. M. A Relevância de uma Infra-estrutura Geoinformacional como Subsídio ao Desenvolvimento de Políticas Urbanas: O Caso da Integração de Características do Meio Físico e Dados Sócio-territoriais no Município de São José Campos” - XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, São Paulo, 2005.

GENOVEZ, A. M.; L. F. C. DE OLIVEIRA; A.I. BORRI GENOVEZ (2000) – Chuvas Intensas no Estado de São Paulo: Isoietas de Precipitação Máxima Diária. A Água em Revista, CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA –IBGE. Levantamento Cartográfico do Território Nacional em escala 1:100.000, 1965;

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA –IBGE. Plano Cartográfico do Estado de São Paulo, 1973;

INSTITUTO FLORESTAL - IF. Levantamento da Vegetação Natural e Reflorestamento e Constituição de Base Georreferenciada da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul / Mantiqueira, 2000 (Cd RW).

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE- SPRING. Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas. <http://www.dpi.inpe.br/spring>, 2006. Acesso em: 26 de julho de 2006.

KECKLER, D. 1995. SURFER for Windows User's Guide. Golden: Golden Software Inc.

KURKDJIAN, M. L. N. O; VALÉRIO FILHO, M; VENEZIANI, P; PEREIRA, M. N.; FLORENZANO, T. G.; DOS ANJOS, C. E.; OHANA, T.; DONZELI, P.L.; ABDON, M. N.; SAUSEN, T. M.; PINTO, S.A .F.; BERTOLDO, M. A.; BLANCO, J. G.; CZORDAS, S. M. Macrozoneamento da Região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do estado de São Paulo. São José dos Campos, 176. (INPE- 5381-prp / 165), 1992.

NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações. São Paulo. Ed : Edgar Blücher, 1989, 308p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS / UNIVAP. Projeto Macrodrenagem do Município de São José dos Campos – SP. São José dos Campos, 2002

SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION HOME PAGE. <srtm.usgs.gov/>. Acesso em: 26 de julho de 2006.

VALERIO FILHO, M; ALVES, M; FANTIN, M; GARCIA, R. “Geotecnologias Aplicadas na Avaliação das Áreas Urbanizadas e seus Impactos na Rede de Drenagem”. Simpósio Nacional de Impactos Ambientais Urbanos, Curitiba - PR, Junho 2002.

ARTIGO II

Campinas – São Paulo – Agosto 2006

METODOLOGIA DE INTEGRAÇÃO DE ELEMENTOS DA PAISAGEM EM BACIAS HIDROGRÁFICAS COMO SUBSÍDIO À DETECÇÃO DE ÁREAS HOMOGÊNEAS PARA A DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS.

Marcello Alves ¹

Sueli Yoshinaga Pereira ¹

1. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP / Instituto de Geociências – IG

IG-UNICAMP, Caixa Postal 6152, CEP: 13083-970 - Campinas – SP – Brasil

{malves, sueliyos}@ige.unicamp.br>

RESUMO

O presente trabalho visa auxiliar a definição de áreas potenciais à disponibilidade de recursos hídricos. Para tanto se busca compreender o ciclo hidrológico e suas interações. Esse entendimento envolve um conjunto de diferentes elementos que compõem a paisagem, entre eles, relevo, cobertura vegetal, pluviosidade, solos e geologia, que se apresentam na natureza com os mais diferentes aspectos e formas. Assim elaborou-se uma metodologia de integração destes elementos baseando-se nos princípios teóricos da ecologia da paisagem e segundo o potencial participativo no processo de infiltração. Como área de análise deste trabalho apresenta-se um trecho da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, localizada no Vale do Paraíba – São Paulo - Brasil. O alto grau de desenvolvimento, as ocupações excessivas de áreas para os mais diversos fins, a importância em âmbito federal por prover benefícios a 3 (três) estados brasileiros, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e a demanda crescente de recursos hídricos favorecem a escolha da área de estudo.

Palavras chaves - recursos hídricos, escassez, paisagem, ciclo hidrológico, integração, bacia hidrográfica, Rio Paraíba do Sul.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como foco principal propor um procedimento metodológico, para subsidiar as investigações dos fatores principais que influenciam na capacidade de infiltração das águas de uma bacia hidrográfica. Isto, fundamentado pelas seguintes premissas: (1) a capacidade de infiltração mantém, em períodos de estiagem, o escoamento básico de um rio, e é um dos principais responsáveis pela manutenção do escoamento dos rios e, por conseguinte, pela disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica, (2) O sistema ambiental tem um número ilimitado de elementos de análise e inter-relações, mas as mudanças e/ou alterações na disponibilidade hídrica são controladas por um número relativamente pequeno de processos fundamentais passíveis de análise.

Estes processos são descritos por Bertrand (1968) e caracterizados como resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos formando assim, um conjunto que o autor determinou, indissociável e em perpétua evolução.

I - OBJETIVOS GERAIS

Desenvolver a partir do referencial conceitual da ecologia da paisagem e com auxílio de geotecnologias, um procedimento metodológico para estudos do meio físico que permita a definição de áreas potenciais à disponibilidade de recursos hídricos. Para tanto, se avaliará o percentual de participação no contexto de “infiltração” dos diferentes elementos que compõem o cenário da paisagem da área estudada.

1.1-Objetivos específicos

- ✓ Levantar e caracterizar os principais elementos pertinentes à análise que compõem a paisagem da área estudada, (Geologia, Pedologia, Hipsometria e Uso e Cobertura Vegetal das Terras e Pluviosidade);
- ✓ Atribuir pesos a estes elementos, segundo sua capacidade de infiltração, propondo-se assim indicadores qualitativos ambientais de disponibilidade de recursos hídricos;
- ✓ Diagnosticar, segundo a integração destes elementos com seus respectivos pesos agregados, os clusters de áreas homogêneas de acordo com os intervalos qualitativos pré-estabelecidos. O mapa síntese destas relações é obtido então, com auxílio e suporte de geotecnologias, elaborado em função da maior ou menor potencialidade à disponibilidade

de recursos hídricos, principalmente em períodos de estiagem. Este mapa visa embasar as ações de intervenção e as políticas públicas em caráter local e regional, na tomada de decisões referentes ao manejo de áreas.

II - LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

Segundo de Almeida & Carneiro (1998), o sistema de montanhas representado pelas serras do Mar e da Mantiqueira constitui a mais destacada feição orográfica da borda atlântica do continente Sul-Americano.

Inserido neste contexto, o Vale do Paraíba do Sul em sua porção média conforme a Figura 2.1 apresenta-se caracterizado por dois principais domínios, segundo Coltrinari (1974): embasamento cristalino de idade pré-cambriana, que é o arcabouço estrutural da Serra do Mar e da Mantiqueira, e a bacia sedimentar de Taubaté (Terciária) com depósitos aluviais associados (Quaternária).

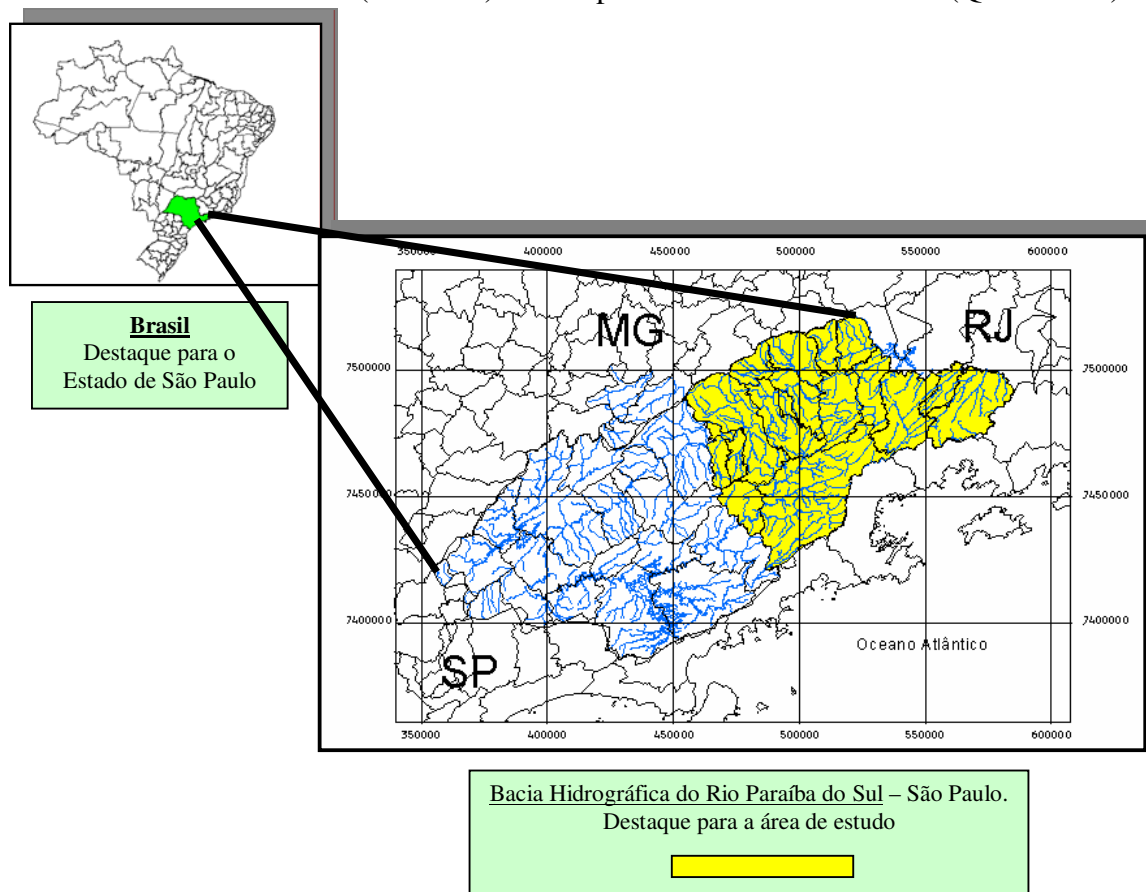


Figura 2.1 - Localização da área de estudo.

O embasamento cristalino da região está inserido no Complexo Embu que controla estruturalmente a bacia de Taubaté, tanto ao norte quanto ao sul, e é composto basicamente de migmatitos. As rochas do embasamento cristalino, principalmente os migmatitos e gnaisses, são responsáveis pelas serras locais e morros alongados com espigões que se caracterizam por perfis retilíneos, localmente abruptos, com presença de serra locais, drenagem de alta densidade, com padrão dendrítico a pinulado, vales fechados, planícies aluvionares restritas.

A altitude variando de 500 a 2700 metros, alta pluviosidade com médias anuais de 80 a 120 mm, forte declive do relevo com áreas com declividade acima de 40 % e a baixa temperatura que em alguns locais durante o inverno podem atingir proximidades a 0°, influem diretamente nos tipos de solo, entre eles: Podzolizado com cascalho, Latossolos Vermelho Amarelo fase rasa e Litossolos.

Os formadores do rio Paraíba do Sul e seus afluentes de alto curso também compõem esta região, que apresenta diversos parques e Áreas de Proteção Ambiental (APA) – Parque Nacional da Bocaina, Parque Estadual da Serra do Mar, Estação Ecológica de Bananal. Destaca-se que a área escolhida para a execução e análise neste trabalho abarca como já dito, o conjunto de rios que formam o Rio Paraíba do Sul e o último trecho referente ao âmbito Paulista da bacia hidrográfica. Esta escolha torna-se providencial pelo fato de caracterizar os municípios que compõem a rede formadora do rio e os que se situam no transcorrer do trajeto do mesmo (Figura 2.2).

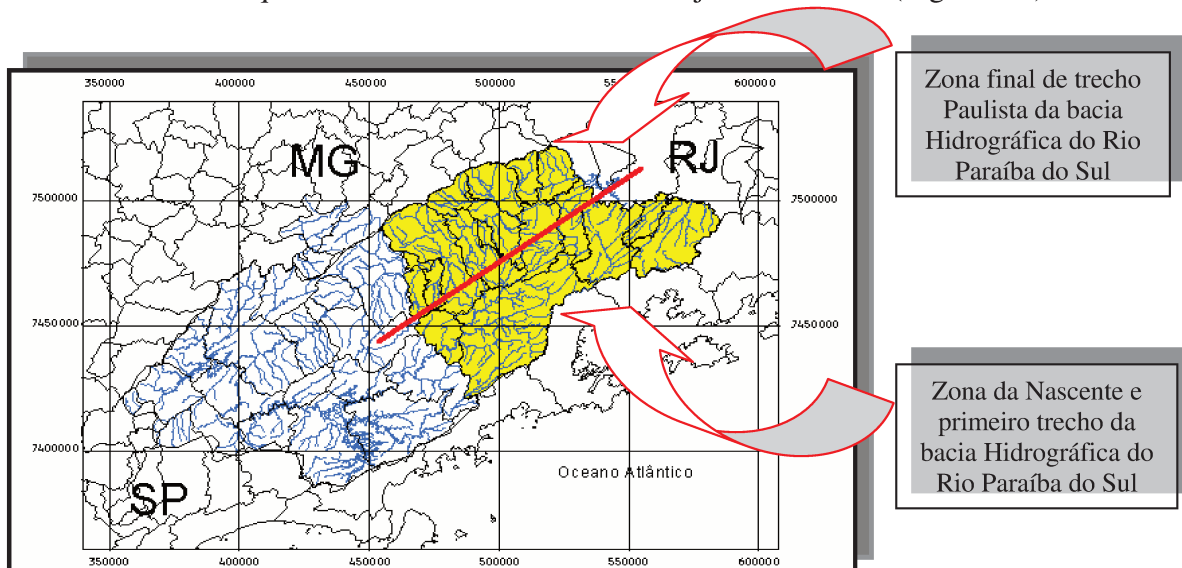


Figura 2.2 - Localização da área de estudo representando as zonas de Nascente e Foz do Rio Paraíba do Sul.

III - MATERIAIS

Para a execução deste trabalho foram utilizadas séries de dados em formatos analógicos e digitais, coletados em diversas fontes e formatos, segundo sua disponibilidade.

3.1- Material Cartográfico

Para a elaboração da base cartográfica presente no banco de dados foram utilizados os seguintes materiais cartográficos:

- a)** Carta Temática (Levantamento de Solos), na escala aproximada de 1:250.000 do Projeto MAVALE - Macrozoneamento do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo (Kurkdjian et al. 1992); **b)** Cartas topográficas do IBGE, na escala 1:50.000, obtidas à partir da restituição aerofotogramétrica de aerofotos obtidas em 1972 na escala 1:25.000 (IBGE; 1973); **c)** Cartas topográficas em escala 1:100.000. Projeção UTM. Editada em 1965 pelo IBGE (IBGE; 1965); **d)** Levantamento da Vegetação Natural e Reflorestamento e Constituição de Base Georreferenciada da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul / Mantiqueira - Arquivos Digitais (Instituto Florestal, 2000 / Cd-Rom); **e)** Mapa de Isolinhas de Média de Chuvas Máximas Anuais para Tempo de Retorno de “5 anos”, (Genovez et. al., 2000); **f)** Mapa Geológico do Estado de São Paulo em escala 1:250.000, Folha Guaratinguetá (DAEE-UNESP, 1984);

3.2- Equipamentos

Para a entrada, organização, manipulação, processamento e saída das informações do projeto foram utilizados os seguintes equipamentos:

- a)** Micro padrão IBM/PC - Pentium 4 com instalação do “Sistema de Informação Geográfica” SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas - SPRING), desenvolvido no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (SPRING / INPE 2006), que conjuga funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais;

IV - MÉTODO

Este trabalho propõe integrar os elementos da paisagem. Muitas vezes as respostas para diversas indagações no tocante à natureza ou mesmo seu comportamento sazonal podem ser supridas com

o fator de observação da paisagem. Considera-se então que a paisagem de um determinado local descrita por muito pesquisadores através da história entre eles, Alexander Von Humboldt (1811) ou mesmo August de Saint-Hilaire (1822) traz consigo respostas.

Desta forma, consideram-se os relatos de Capra (1999), o qual determina que vivemos em um sistema e para compreendê-lo devemos entender que o todo não é nada mais que a soma das partes.

Os diferentes elementos da paisagem (Geologia, Pedologia, Hipsometria e Uso e Cobertura Vegetal das Terras e Pluviosidade) que compõem a área estudada foram coletados através de cartas temáticas nas mais diversas escalas de representações, variando de 1:50.000 a 1:250.000. A escala adotada na elaboração do produto final deste trabalho é a de 1:250.000. Nas representações matriciais admitiu-se como tamanho mínimo estabelecido para os pixels, valor de 50 metros quadrados.

Após os passos de vetorização, edição e alocação em um Banco de Dados Geográfico, os diferentes elementos que compõem a paisagem e suas respectivas formas de ocorrência na área estudada foram avaliados segundo os critérios de Capacidade relativa de Infiltração, definida em item a seguir.

Utilizando-se de bibliografias específicas para cada elemento, buscou-se adequar índices qualitativos e pesos relativos às características intrínsecas dos diferentes elementos da paisagem diante do processo analisado, o Ciclo Hidrológico. Foram associadas a estas informações, classes qualitativas e pesos relativos que representem o grau de influência da variável no processo de infiltração (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Relação de qualificadores e seus respectivos pesos relativos

Classes Qualitativas	Pesos Relativos
Muito Baixa	1
Baixa / Média	2
Média	3
Alta	4

4.1 - O Ciclo Hidrológico e a capacidade de infiltração dos elementos da paisagem

De acordo com Garcez & Alvarez (1988), as relações intrínsecas dos elementos da paisagem e o comportamento natural das águas, tal qual seu comportamento com relação aos aspectos humanos pode ser bem caracterizado pelo Ciclo Hidrológico.

Segundo Silveira apud Tucci (1993) o ciclo hidrológico é um fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionada fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre.

De acordo com Starzinsk et. Al. (2004), a água se movimenta no planeta de maneira cíclica estando hora na superfície, hora na atmosfera e hora nos aquíferos. Em decorrência da presença de energia solar esta água é evaporada de organismos vivos, mares, solos, rios e se concentra na atmosfera sob a forma de vapor, constituindo assim as nuvens.

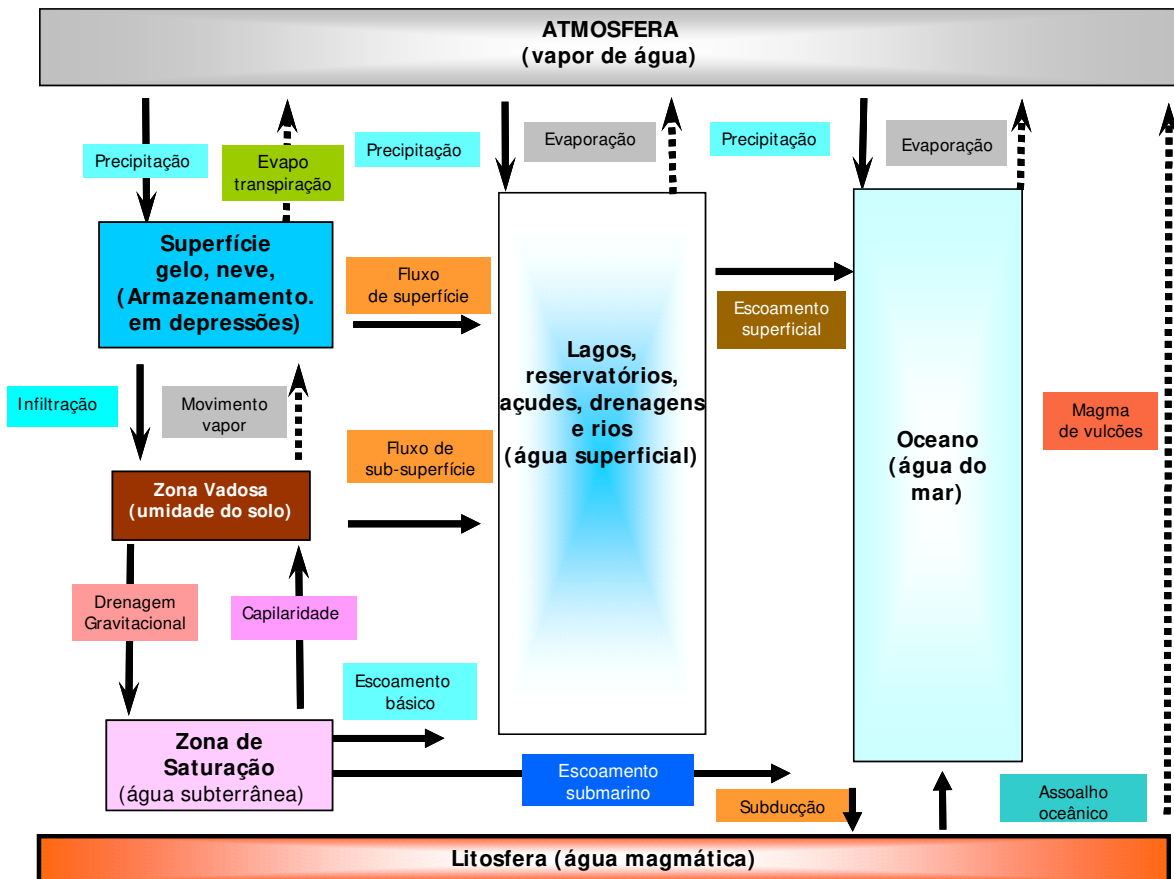
Ao devolverem a água à superfície em forma de chuva ocorre a interceptação pela vegetação, o escoamento superficial e a infiltração nos solos. Abastecendo assim os aquíferos que por sua vez reabastecem as nascentes, os riachos e rios. Formando um movimento contínuo e cíclico da água (Figura 4.1).



Fonte: www.casal-al.com.br/ciclo.htm - acesso em 2005

Figura 4.1- O Ciclo Hidrológico

A figura 4.2 representa o processo de infiltração em diferentes situações espaciais, segundo Horton (1940). Observa-se que para as diferentes superfícies há potencialidades diferenciadas de infiltração ou mesmo escoamento superficial. A água não infiltrada escoar em direção dos lagos, reservatórios, açudes e rios.



Fonte: Fetter, C.W. 2001.

Figura 4.2 - Organograma representativo do Ciclo Hidrológico baseado no modelo de Horton.

Segundo o modelo de Horton, descrito por Horton (1940) a água que logra infiltrar atinge um ponto onde o nível da umidade do solo norteia o fluxo de transposição. Isto segundo o grau de capilaridade, que determinará neste plano o índice de saturação e absorção. O percentual das águas que não deram continuidade ao fluxo contribuem com o escoamento sub -superficial, atingindo-se assim também os lagos, reservatórios, açudes, drenagens e rios. De acordo com o esquema, a Zona de Saturação contribui com o Escoamento Básico e com o Escoamento

Submarino, assim como proporciona a ocorrência de aquíferos. Isto por que uma parte é infiltrada e armazenada e outra retorna à superfície.

Pode-se afirmar que as particularidades estruturais e a composição de cada elemento determinam o seu grau participativo e, por conseguinte o nível de influência, no contexto local e regional do Ciclo Hidrológico básico de cada área.

Garcez (1988) ainda relata que o ciclo hidrológico pode ser composto por duas fases principais uma atmosférica e outra terrestre. Cada uma destas incluem o armazenamento, o transporte e as mudanças de estado d'água.

Deve-se também considerar, segundo Silveira apud Tucci (1993) que a precipitação, cuja forma mais comum é a chuva, já sofre evaporação em sua trajetória em direção à superfície terrestre, sendo que em algumas regiões esta evaporação é significativa e em outras a precipitação é totalmente vaporizada.

Ainda segundo o autor ao cair sobre a vegetação, parte do volume precipitado sofre a “interceptação” nos caules e nas folhas evaporando-se. Excedendo a capacidade de armazenamento nas vegetações, a água pode ser re-precipitada para os solos onde seguem diversos caminhos, entre eles a “infiltração”.

O solo é um material cuja capacidade de infiltração é relativa, isto segundo a porcentagem de 3 (três) elementos em sua constituição básica (Silte, Argila, Areia).

A “infiltração”, segundo Garcez (1988) pode ocorrer em 3 (três) fases distintas:

- **Fase de intercâmbio** - ocorrência na primeira camada superficial de terreno, onde as partículas ainda estão propensas a retornar à atmosfera através da evaporação ou da aspiração capilar ou pela transpiração das folhas das plantas;
- **Fase de descida** - A ação da gravidade superando a capilaridade abriga o escoamento descendente da água até atingir camadas impermeáveis;
- **Fase de circulação** - ao saturar-se o solo, observa-se a ocorrência de aquíferos.

Para Silveira et. al. apud Tucci (1993), ao atingir a capacidade de infiltração que ocorre nos solos, das camadas mais superiores às mais inferiores, parte da água infiltrada é transferida para as superfícies mais profundas e outra parte é transferida para a atmosfera.

Ainda de acordo com os autores a água que os vegetais não aproveitam tendem armazenar-se em determinados locais, dando assim suporte às vazões de base nos períodos de estiagem.

A transferência da água para as camadas mais profundas depende diretamente de diversos fatores e elementos da paisagem, entre eles fraturamento das rochas, inclinação do terreno, formas de relevo, intensidade das chuvas entre outras variáveis.

4.2 - Pluviosidade

Considerou-se como elemento principal as isolinhas de pluviosidade de chuvas máximas elaboradas por Genovez et. al. (2000), especificado no item 3.1.

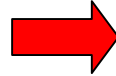
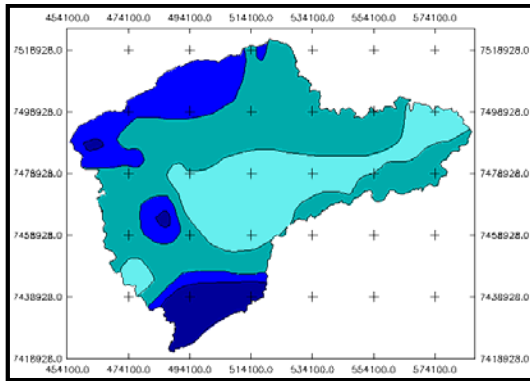
Segundo os autores, existem áreas do interior do estado de São Paulo que se apresentam com chuvas de alta intensidade em algumas épocas do ano, porém, para o restante do estado a diferença de chuvas máximas e chuvas mínimas é de 20 mm, o que não interfere muito no resultado final do modelo proposto e, por conseguinte, não modifica os valores propostos pelos autores.

Genovez et. al. (2000) comentam que o período de coleta de informações usada na elaboração do modelo é de 30 anos, informações estas coletadas nas estações pluviométricas do Departamento de Águas e Energia do Estado – DAEE e cedidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INEMET.

Utilizou-se do período de retorno de 5 (cinco) anos devido a muitas das estações não estarem mais coletando informações e dados na área estudada, o que dificultaria e tornaria pouco confiável uma projeção de retorno de 10, 50 ou mesmo 100 anos.

O determinante dos maiores e menores pesos atribuídos, foi os valores dos índices pluviométricos registrados nos intervalos das isoietas, as quais variam de 80 mm a 120 mm de média anual na região. Assim, menores índices / menores pesos, já, maiores índices / maiores pesos (Figura 4.3 / Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Relação dos atributos das variáveis e seus pesos relativos



Peso	1	2	3	4
Atributos (mm)				
80 – 90				
90 – 100				
100 - 110				
110 - 120				

Figura 4.3- Mapa de Isoietas de Pluviosidade.

4.3 - Uso e Cobertura Vegetal das Terras

Os diferentes usos e coberturas vegetais das terras receberam pesos distintos segundo sua capacidade de infiltração de acordo com metodologia proposta por Tucci (1993).

O mapa de uso e cobertura vegetal das terras foi elaborado através da interpretação de imagem do satélite LANDSAT 5 e 7 munidos respectivamente com os sensores TM e TM/PLUS. As classes (Mata, Capoeira, Reflorestamento e Áreas Urbanas) foram mapeadas pelo Instituto Florestal e adquiridas e disponibilizadas no cd -rom especificado no item (3.1). As demais classes, pastagem e cultura agrícola foram agregadas conforme relata Alves (2006).

Em virtude da escala de análise houve a definição de 6 (seis) classes pertinentes de Uso e Cobertura Vegetal das Terras que representariam de forma fidedigna as características espaciais da área estudada.

Utilizaram-se como base as classes propostas por Pereira et. al. (1988) para análise do Uso e Cobertura Vegetal das Terras, sendo elas:

- ✓ Urbanização;
- ✓ Áreas agrícolas;
- ✓ Mata;
- ✓ Capoeiras;
- ✓ Reflorestamento;
- ✓ Pastagem;

A ponderação obedeceu a uma análise qualitativa de áreas de maior potencial para infiltração para áreas de menor infiltração. As regiões com vegetação natural preservada obtiveram os maiores índices, seguidos das capoeiras e reflorestamento e também as áreas de cultura agrícola e urbanização. As áreas urbanizadas foram consideradas de baixa capacidade de infiltração devido a impermeabilização urbana “factual”. Neste caso não foi considerada aqui recarga artificial provenientes de perdas de água e esgoto das companhias de abastecimento urbano.

Devido a análise realizada neste trabalho algumas classes, por representarem capacidades semelhantes de infiltração foram agrupadas (Pastagem / Áreas de Cultura Agrícola). Sendo apresentadas no modelo proposto com os mesmos pesos relativos (Figura 4.4 / Tabela 4.3).

Tabela 4.3– Relação dos atributos das variáveis e seus pesos relativos

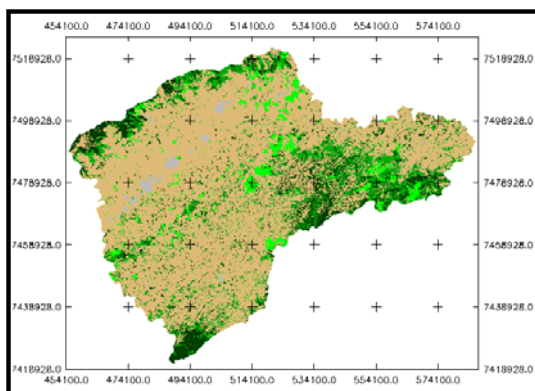


Figura 4.4 - Mapa de Uso e Cobertura Vegetal das Terras.

Peso	1	2	3	4
Atributos				
Urbanização				
Áreas de Cultura Agrícola / Pastagem				
Capoeiras / Reflorestamento				
Mata				

4.4 - Solos (Pedologia)

Este produto é resultado da digitalização e vetorização do Mapa de Solos adquirido segundo fonte descrita no item 3.1 e armazenados em ambiente SPRING 4.3 (SPRING / INPE, 2006).

O mapa de Solos da área estudada apresenta as diversas classes de solo avaliadas e levantadas no Projeto Macrozoneamento do Vale do Paraíba – MAVALE (Kurkdjian et al. 1992) (Figura 4.5).

Atribuiu-se às classes os pesos relativos segundo a capacidade de infiltração dos diversos grupos de solos de acordo com Lombardi Neto et al. (1991). (Tabelas 4.4, 4.5 e 4.6).

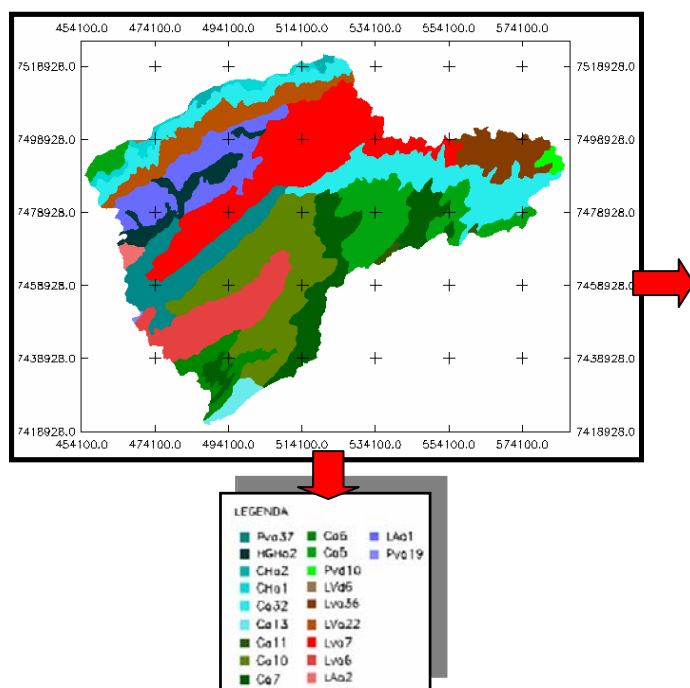


Figura 4.5 – Mapa de Solos

Tabela 4.6 - Relação dos atributos das variáveis e seus pesos relativos

Atributos	Peso	1	2	3	4
Solos Glei					
Podzólico					
Latossolo					
Cambissolo					

Tabela 4.4 - Grupos Hidrológicos de Solos (GHS) e suas características.

GHS	Características
A	Solos arenosos, profundos e bem drenados
B	Solos arenosos com pouca argila e solo orgânico
C	Solos mais argilosos que o GHS B, com baixa permeabilidade
D	Solos com argilas pesadas, muito impermeáveis

Tabela 4.5-Tipos de solos e os seus respectivos grupos hidrológicos conforme Lombardi Neto *et al.* (1991).

Tipo de solo	GHS
Latossolo	Solos arenosos, profundos e bem drenados
Podzólico	Solos arenosos com pouca argila e solo orgânico
Cambissolo	Solos mais argilosos que o GHS B, com baixa permeabilidade
Solos Glei	Solos com argilas pesadas,muito impermeáveis

Os pesos atribuídos acima são relativos a capacidade de infiltração da água nos diferentes grupos de solos presentes na região estudada. As presenças acentuadas de areia na composição dos diferentes grupos de solo definem a maior capacidade de infiltração e permeabilidade. Assim, o mesmo recebe o qualificador “A”, conforme apresentado na tabela 4.4. Sabe-se também que uma maior concentração de argilas muito impermeáveis representa a classificação “D” segundo Lombardi Neto et al. (1991).

Neste caso, o peso 4 (quatro) é referido ao grupo de solos “Latossolos”, por apresentarem características semelhantes às descritas no grupo “A”. Já o peso 1 (um) foi dado ao grupo de solos Glei, por apresentarem as características descritas do grupo “D”.

4.5 – Geologia

Utilizando-se do mapa do Substrato Geológico (DAEE – UNESP, 1984), especificado no item 3.1 atribuíram-se os pesos relativos segundo a capacidade de infiltração relativa e grau de fraturamento, descritos no Macrozoneamento do Vale do Paraíba - MAVALE (Kurkdjian et. al. 1992) (Figura 4.6). Os fatores analisados para cada atributo da variável determinaram os pesos atribuídos ao mesmo (Tabela 4.7).

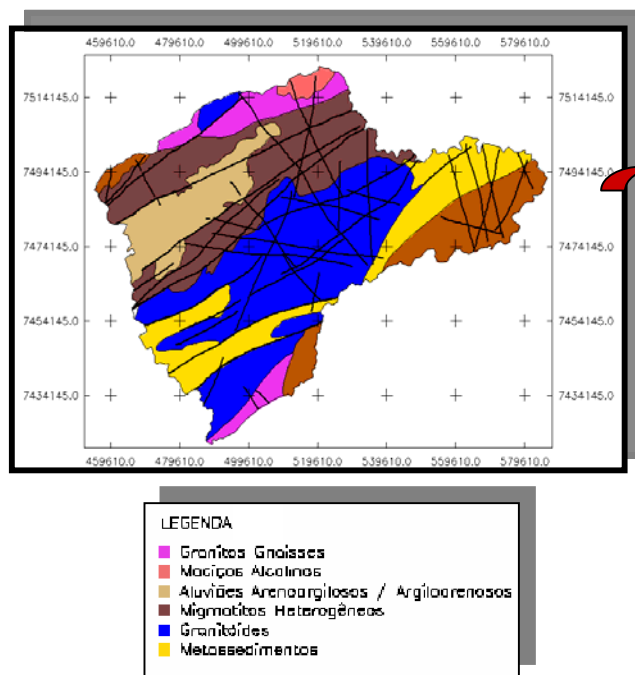


Figura 4.6 - Mapa Geológico.

Tabela 4.7– Relação dos atributos das variáveis e seus pesos relativos

Peso	1	2	3	4
Atributos				
Metassedimentos / Maciços Alcalinos				
<i>Não Contém</i>				
Granitos Gnaisses Migmatitos Homogêneos Aluviões Arenosargilosos Aluviões Argiloarenosos				
Granitóides Migmatitos Heterogêneos				

Os pesos atribuídos às classes geológicas presentes na área estudada são baseados nos padrões apresentados por VENEZIANI, P, *in* - Macrozoneamento do Vale do Paraíba - MAVALE (Kurkdjian et. al. 1992). Segundo o autor, tal qual apresenta-se na tabela acima, os Metassedimentos e os Maciços Alcalinos representam o menor peso, devido às características

presentes nesta unidade geológica. As rochas são de origem cristalinas ígneas intrusivas, fortemente coesas, com grau de fraturamento moderado, e muito pouco permeáveis.

Destaca-se que estas rochas são muito resistentes e seu potencial erosivo está associada ao forte escoamento superficial relativo a declividade potencial do relevo nas áreas de ocorrência da variável.

Segundo o autor, com maior peso relativo, segundo o potencial participativo no processo de infiltração, têm-se as classes Granitóides e Migmatitos Heterogêneos. As mesmas apresentam permeabilidade baixa e um grau de fraturamento elevado que representa assim a maior ocorrência de reservatórios (aqüíferos). Destaca-se que a ocorrência espacial desta classe esta ligada à localização das áreas de cabeceira dos rios locais (mananciais).

4.6 – Hipsometria

O mapa Hipsométrico também foi elaborado segundo metodologia aplicacional em ambiente SPRING 4.3 (SPRING / INPE, 2006).

Com base no uso das curvas de nível (amostras) digitalizadas, gerou-se uma grade numérica com os valores correspondentes as isolinhas e pontos cotados. Em seguida foram estabelecidos classes ou intervalos propostos segundo as unidades físicas do relevo da área estudada.

Estes intervalos foram utilizados como critérios para realização de um fatiamento, finalizando-se assim o processo de elaboração do mapa Hipsométrico da área estudada.

Os padrões pré-estabelecidos das unidades físicas do relevo da área estudada (Kurkdjian et. al. 1992) possibilitaram a definição de 5 (cinco) classes de altitude que variam desde as áreas mais baixas 500 m (Áreas de Várzea) a mais elevadas, 2700 m (Montanhas e escarpas).

Em virtude da escala de análise utilizada no trabalho, não foi utilizado o mapa de declividade. As características de declividade e as recomendações à ocupação, descritas em Kurkdjian et. al. 1992 para o mapa Geomorfológico, foram elementos balizadores na qualificação e nas análises das diversas unidades físicas do relevo segundo sua capacidade de infiltração (Figura 4.7 / Tabelas 4.8 e 4.9).

Tabela 4.8– Relação Unidades Físicas do Relevo e Declividade Relativa

Faixas de altitude	Unidades Físicas do Relevo	Declividades
500 – 550	Áreas de Várzea	Baixas
550 – 650	Várzea / Terraços sedimentares e Aluvionares	Baixas
650 – 900	Colinas e morrotes	Médias
900 – 1200	Morros	Moderadas - baixas
1200- 2700	Montanhas e escarpas	Altas

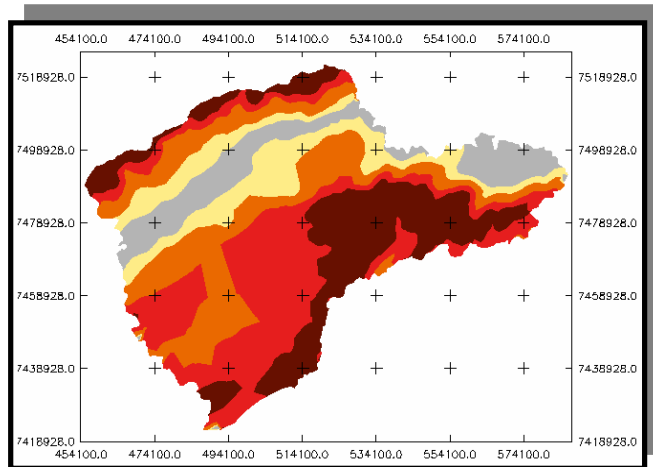


Figura 4.7 – Mapa Hipsométrico

Tabela 4.9 – Relação dos atributos das variáveis e seus pesos relativos

Pesos	1	2	3	4
Atributos				
1200 - 2700				
Não Contém				
500 – 550				
550 – 650				
650 – 900				
900 - 1200				

Como se pode observar na tabela 4.9, o menor peso relativo, segundo o contexto de infiltração é atribuído à classe Montanhas e Escarpas. Isto, segundo os dados do mapa Geomorfológico

presente em Kurkdjian et. al. 1992. Esta classe apresenta variações de altitude de 1200 a 2700 metros (Montanhas e Escarpas).

As mesmas caracterizam-se por fortes declives, que podem atingir inclinação de até 60° no relevo, favorecendo assim o escoamento superficial.

Por serem áreas com elevadas declividades há pouca tendência à ocupação urbana.

Diferente das áreas um pouco mais abaixo que representam menores declives e altitudes que variam de 900 a 1200 metros (Morros) e que contam também com rochas muito fraturadas.

São raras as ocorrências de grandes focos de urbanização nestas áreas, desmotivados pela forte declividade apresentada em determinados locais e pelo caráter de Área de Proteção Ambiental.

Outras variáveis que merecem destaque são as localizadas nas regiões mais baixas, correspondendo às Áreas de Várzea e Terraços Sedimentares e Aluvionares (500 – 550 / 550 – 650 - metros de altitude). As mesmas são áreas de descarga de aquífero (freático) e, por conseguinte têm predomínio de descarga e não recarga. Estas áreas receberam qualificadores intermediários no modelo proposto.

4.7 – Tabela de Parâmetros (Pesos / Variáveis)

Após o levantamento e tratamento de todas as informações, segundo os critérios pré-estabelecidos. Os qualificadores / pesos relativos dos diferentes elementos da paisagem são apresentados na tabela 4.10. Este material subsidiou a elaboração do produto final deste trabalho.

Tabela 4.10 - Distribuição dos pesos relativos para todos os atributos das variáveis presentes no modelo de detecção de áreas homogêneas à capacidade de infiltração para a área estudada.

Pesos	1	2	3	4
Atributos				
Hipsometria	1200- 2700	<i>Não Contém</i>	550 – 650 500 – 550 650 – 900	900 – 1200
Geologia	Metassedimentos / Maciços Alcalinos	<i>Não Contém</i>	Aluviões Arenó- argilosos / Aluviões Argilo- arenosos / Granitos Gnaisses / Migmatitos Homogêneos	Granitóides / Migmatitos Heterogêneos
Pluviosidade	80 – 90 (mm)	90 – 100 (mm)	100 – 110 (mm)	110 – 120 (mm)
Pedologia	Glei Húmico Álico	Cambissolos	Podzólicos	Latossolos
Uso e Cobertura Vegetal das Terras	Áreas Urbanizadas	Áreas de Cultura Agrícola / Áreas de Pastagem	Capoeira / Reflorestamento	Matas

V – RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1-Utilização da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (INPE, 2006) como ferramenta de auxílio na integração dos dados temáticos.

Para executar a integração dos dados temáticos com seus pesos relativos utilizou-se como recurso à função de programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL do programa SPRING 4.3 (SPRING / INPE, 2006).

5.1.1-Programação em legal

O recurso Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL compõe o programa SPRING 4.3 (SPRING / INPE, 2006).

A programação em LEGAL, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (SPRING / INPE, 2006), permite “a definição de operações sobre dados representados em um projeto de um banco de dados SPRING, sob a forma de expressões “algébricas” dos tipos: Temático, Numérico, Imagem, Cadastrais, Objetos e Reais”.

Ainda de acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (SPRING / INPE, 2006), a linguagem em LEGAL baseia-se no modelo de dados do programa SPRING, onde, “Os operadores atuam sobre representações de dados dos modelos Numérico (grades regulares), Imagem, Temático, Cadastral e Objeto. Os modelos Objeto e Cadastral são complementares, e essencialmente permitem a espacialização de atributos de tabelas de bancos de dados sob a forma de mapas cadastrais”.

A funcionalidade do programa é definida pela construção de expressões semânticas que determinam as categorias a serem utilizadas no procedimento desejado, os planos de informação a serem recuperados para execução da operação e a descrição da operação a ser efetuada.

Assim, baseando-se em uma lista de sentenças que determinam a função do programa a mesma segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (SPRING / INPE, 2006) é composta por 4 (quatro) estruturas:

- ✓ Declarações de variáveis;
- ✓ Instanciações: de variáveis;
- ✓ Operações da álgebra de mapas;
- ✓ Comandos de controle;

5.1.2-Integração dos dados temáticos com seus pesos agregados (Geração da grade de valores de atributos)

Para a realização desta fase, elaborou-se um programa em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL que foi intitulado “Ponderação”.

Todas as variáveis após a atribuição de seus respectivos pesos relativos foram submetidas à aplicabilidade deste recurso (Figura 5.1).

```

{
  Digital grdPluv ("Dtm");

  Tematico Pluv ("Isolinhas_pluviosidade");

  Tabela wei (Ponderacao);

  Pluv = Recuperar (Nome="Isolinhas_pluviosidade");

  grdPluv =
  Novo (Nome ="Grade_Pluv", ResX=50, ResY=50, Escala=250000, Min=0, Max=4);

  wei=Novo(CategoriaIni="Isolinhas_pluviosidade",
           "80 - 90":1,
           "90 - 100":2,
           "100 - 110":3,
           "110 - 120":4);
  grdPluv = Pondere (Pluv, wei);
}

```

Figura 5.1 - Exemplo de Programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006), desenvolvida para a variável Pluviosidade (Programa “Ponderação” desenvolvido para execução deste trabalho).

Este programa tem como função atribuir os valores numéricos pré-estabelecidos e ponderados segundo a capacidade de infiltração às classes das variáveis representadas nos mapas temáticos. Gerando-se assim uma grade numérica de valores ponderados e uma imagem em níveis de cinza para cada variável temática (Figura 5.2).

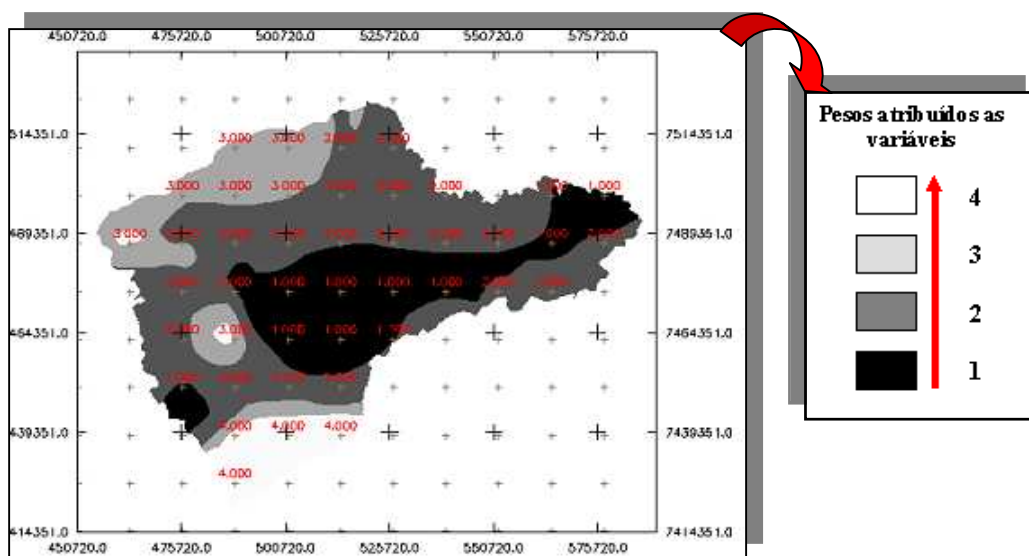


Figura 5.2 - Exemplo do resultado obtido através da aplicação da Programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL, com intuito de atribuir os pesos às variáveis selecionadas. Exemplo da variável Pluviosidade (Imagem em nível e cinza e grade numérica de valores sobreposta)

5.1.3-Integração das grades de valores numéricos das variáveis presentes na área estudada

Para execução desta fase foi necessária a elaboração de um outro programa, intitulado “Equação de Soma de Grades” utilizando-se da Programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006). Este procedimento tornou possível realizar a ação de soma das grades numéricas de valores, geradas para cada elemento da paisagem. Obtendo-se então uma nova grade de valores como também sua respectiva imagem em níveis de cinza (Figuras, 5.3, 5.4, 5.5).

```
{
Numerico Prec ("Dtm");
Numerico Uso ("Dtm");
Numerico Pedol ("Dtm");
Numerico Geol ("Dtm");
Numerico Hips ("Dtm");

Numerico Abomogeneas ("Dtmhomogeneas");

Prec = Recupere |Nome = "Grade_pluv"|;
Uso = Recupere (Nome = "Grade_uso");
Pedol = Recupere (Nome = "Grade_pedol");
Geol = Recupere |Nome = "Grade_geol"|;
Hips = Recupere (Nome = "Grade_hips");

Abomogeneas = Novo (Nome = "Abomogeneas", ResX = 50, ResY = 50, Escala =
250000, Min = 0, Max = 24);

Abomogeneas = (Prec + Uso + Pedol + Geol + Hips);
}
```

Figura 5.3 - Exemplo de Programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006), desenvolvida para execução deste trabalho.

“Equação de Soma de Grades”

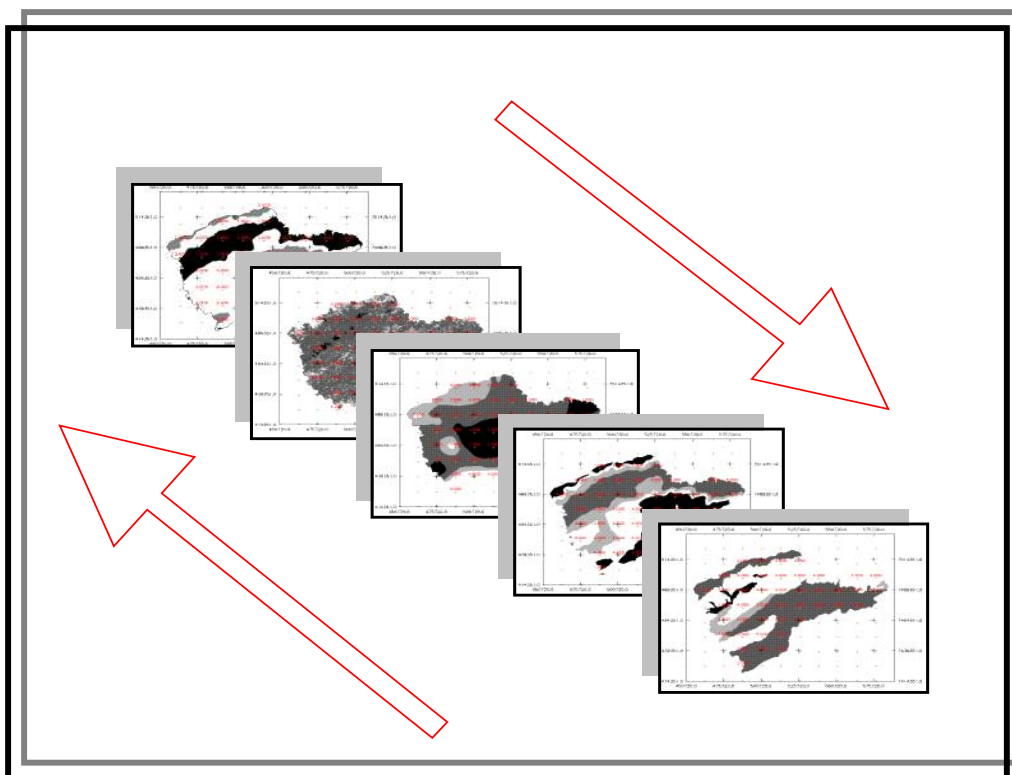


Figura 5.4 - Representação da integração das camadas adotadas na utilização do programa “Equação de Soma de Grades”

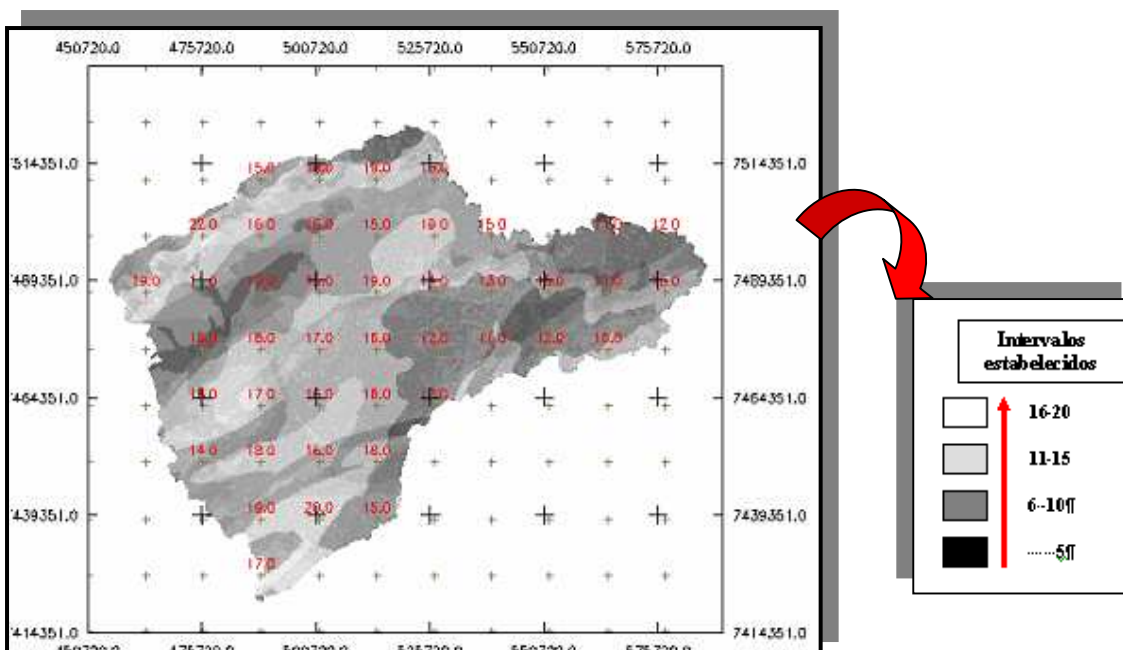


Figura 5.5 – Grade numérica e imagem em níveis de cinza resultante da integração dos dados

A grade numérica resultante apresenta uma variação de valores entre 5 (cinco) e 20 (vinte) pontos, pois atribuídos às variáveis os pesos que variam de 1 (um) a 4 (quatro) e contando com 5 (cinco) variáveis, a razão máxima da integração destes elementos é determinada pelo valor 20 (vinte) e a mínima pelo valor 5 (cinco).

5.1.4-Qualificação dos intervalos de valores representativos e detecção dos “clusters” de eventos homogêneos segundo a capacidade de infiltração na área de estudo

Após a elaboração da grade numérica resultante da integração dos pesos atribuídos aos elementos atributos da paisagem, presentes no modelo, estabeleceu-se um conjunto de intervalos variando entre os valores mínimos e os valores máximos adotados.

Isto tornou possível a detecção dos “Clusters” ou os “conjuntos espaciais de números contidos no mesmo intervalo” na área estudada.

Para melhor expressar o conceito de qualidade de áreas segundo sua capacidade de infiltração e também tornar possível à visualização em um mapa temático estabeleceu-se uma linguagem de qualificadores e uma escala cromática que representem cada um destes intervalos (Tabela 5.1).

Tabela 5.1-Intervalos propostos para o fatiamento da grade numérica e seus respectivos “Qualificadores”, segundo o potencial participativo no processo de infiltração.

Valores	Qualificadores
5	Muito baixa
6 - 10	Baixa / Média
11 – 15	Média
16 - 20	Alta

A classe “Regular” representa os valores mínimos obtidos na somatória dos pesos das variáveis. Este valor corresponde ao total de 5 (cinco) pontos, devido a utilização de 5 (cinco) variáveis no modelo e também pelo menor peso atribuído corresponder a 1 (um) ponto.

Esta classe apresenta o conjunto menos qualificado de elementos da paisagem no tocante a capacidade de infiltração. Neste caso, o conjunto de elementos que apresentou estas características representa o seguinte cenário:



☞ “Áreas com altitude variando de 1200- 2700, compostas por Metassedimentos e Maciços Alcalinos, com pluviosidade média anual de 80 – 90 (mm), caracterizada por solos, Gleis Húmicos Álicos.

Já, com melhores qualificadores, somando valores acima de 16 (dezesesseis) pontos, tem-se o considerado por este trabalho o cenário da paisagem ideal.



☞ “Áreas com altitude variando de 900 – 1200, compostas por Granitóides / Migmatitos Heterogêneos, com pluviosidade variando de 110 – 120 (mm), com presença de Latossolos e Cobertura vegetal de Matas”.

5.1.5-Elaboração do mapa síntese das áreas homogêneas

O mapa síntese dos procedimentos adotados, representando as zonas homogêneas com maior capacidade à infiltração na área estudada é resultado da metodologia apresentada nos itens anteriores e também da elaboração de um programa em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (INPE, 2006) denominado “Fatiamento de Áreas Homogêneas” (Figura 5.6)

```
{
Numerico Dtmhomogeneas ("Dtmhomogeneas");
Tematico Areashomogeneas ("Areashomogeneas");
Tabela tab (Fatiamento);

Dtmhomogeneas = Recuperar (Nome = "Ahomogeneas");
tab = Novo (CategoriaFim = "Areashomogeneas",
            [0,5] : "Muito baixa",
            [6,12] : "Baixa / Média",
            [13,18] : "Média",
            [19,24] : "Alta");

Areashomogeneas = Novo (Nome = "Areashomogeneas", ResX=50, ResY=50, Escala=250000);

Areashomogeneas = Fatie (Dtmhomogeneas, tab);
}
```

Figura 5.6 – Exemplo de Programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006), desenvolvida para execução deste trabalho.

“Fatiamento de Áreas Homogêneas”

A grade numérica contendo a soma dos pesos atribuídos a todas as 5 (cinco) variáveis, segundo a capacidade de infiltração é então fatiada utilizando-se como parâmetros a tabela 5.1 de valores / qualificadores. As zonas homogêneas são definidas segundo os “Clusters” na área estudada. Isto

tornou possível gerar o mapa temático de “Zonas Homogêneas segundo a capacidade de infiltração dos elementos da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - SP - Brasil” (Figura 5.7), detalhado na tabela 5.2.

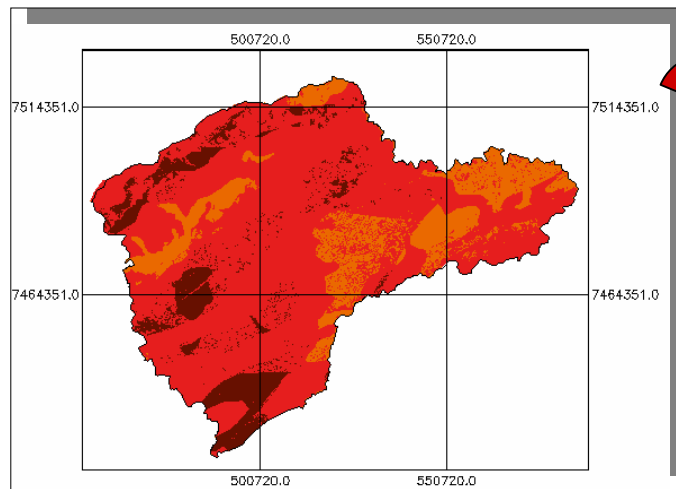


Figura 5.7– Mapa das Zonas Homogêneas segundo a capacidade de infiltração dos elementos da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - SP - Brasil.

Tabela 5.2– Valores de áreas em Km² com a ocorrência dos eventos

Intervalos Qualitativos das áreas	Áreas em Km ²
Muito Baixa	2.296
Baixa / Média	1101.294
Média	4634.344
Alta	669.519

VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de dados secundários de diversas fontes apresentou-se como uma limitação metodológica, não permitindo uma análise pelo método contínuo, possibilitando apenas a análise através de indicadores booleanos, uma vez que a análise final ficou dependente ao gerador primário do dado.

Os resultados obtidos tornaram possível inferir a respeito da capacidade de infiltração detectada na área de estudo. Este fato é considerado, pois ao observar o Mapa das Zonas Homogêneas segundo a capacidade de infiltração a grande maioria dos clusters espaciais é relativa às classes, Média e Baixa Média.

A possibilidade de se aplicar uma metodologia que favoreça não somente a detecção de áreas com potencialidade à disponibilidade de recursos hídricos como também a geração de subsídio às políticas públicas municipais, no tocante a viabilidade de alternativas à ocupação e a estruturação de planos de expansão urbanas, apresentou-se bastante proveitosa.

Considerando que a grande maioria das particularidades e das variáveis utilizadas na elaboração deste não podem ser modificadas ou mesmo corrigidas em uma escala de tempo humano, torna-se de suma importância avaliar e recriar conceitos a respeito de políticas de zoneamento urbano e rural.

Muitas das áreas propícias à disponibilidade hídrica apresentam indicadores baixos em virtude da ocupação desenfreada, expansão de silviculturas e pecuária.

Um maior detalhamento destas áreas será obtido através de análises posteriores onde serão desagregados os valores finais da soma das grades e diagnosticadas as variáveis que maior influenciaram o cenário final da paisagem estudada.

Avaliar a paisagem segundo a integração de seus elementos é atribuir valores a processos e formas contidas no meio estudado, considerando-se sempre que a paisagem de um local é reflexo de um conjunto de elementos integrados de forma vertical e horizontal.

Segundo o mapa das “Zonas Homogêneas Segundo a Capacidade de Infiltração dos Elementos da Paisagem na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - SP – Brasil”, o maior número de áreas homogêneas está caracterizado pelo qualificador de capacidade de infiltração “Média”, estas áreas apresentam, rochas bastante permeáveis, declividades baixas, altos índices pluviométricos, mas muitas vezes uma cobertura vegetal que reflete a negligente política territorial e a carência de desenvolvimento sustentável da região. A grande faixa de Mares de Morros e Colinas e Morrotes presentes na região apresenta a cobertura vegetal de pastagem que muitas vezes são expostas a queimadas ilegais para que não se caracterize a recomposição florestal “Pioneira”. O que já corresponderia a uma melhora significativa no cenário estudado.

A classe de capacidade de infiltração “Alta” se caracteriza pela localização na região de mananciais, estes protegidos por lei e com sérias implicações de uso.

As áreas de classe “Baixa / Média” apresentam este qualificador por abarcarem as áreas com maior intensidade de urbanização e também por simplesmente corresponder às áreas que não contam com bons qualificadores globais em seus elementos da paisagem segundo a capacidade de infiltração. Como é o caso da zona próxima à nascente do rio Paraíba do Sul que apresenta bons qualificadores, mas altas declividades, o que dificulta a infiltração.

VII- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTRAND, G. "Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Quest" Toulouse, 1968 - traduzido por Cruz, O. - Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia, São Paulo, 1971;
- CAPRA, Fritjof. Ecoliteracy: the challenge for education in the next century. Liverpool Schumacher lectures, Berkeley, California. March 20, 1999.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo, Edgard Blucher, 149p, 1974;
- COLTRINARI, L. Z. D. Contribuição e geomorfologia da região de Guaratinguetá – Aparecida. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 1974;
- DAEE UNESP. Mapas Geológicos do Estado de São Paulo, escala 1:250.000. Folha São Paulo, Guaratinguetá e Santos. Departamento de Águas e Energia Elétrica; Universidade Estadual Paulista – 1984.
- GARCEZ, L.N.; ALVAREZ, G.A. Hidrologia. 2ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, , 1988. 291p.
- GENOVEZ, A. M.; L. F. C. DE OLIVEIRA; A.I. BORRI GENOVEZ (2000) – Chuvas Intensas no Estado de São Paulo: Isoietas de Precipitação Máxima Diária. A Água em Revista, CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais;
- HORTON, R.E. An approach toward a physical interpretation of infiltration capacity. Soil Science Society of America Proc., 5: 399-417 -1940. Validation
- HUMBOLDT, ALEXANDER VON. *Atlas géographique et physique du royaume de la Nouvelle Espagne – 1811*;
- INSTITUTO FLORESTAL / FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS- FEHIDRO. Levantamento da Vegetação Natural e Reflorestamento e Constituição de Base Georreferenciada da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul / Mantiqueira, 2001 (Cd RW);
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA –IBGE. Levantamento Cartográfico do Território Nacional em escala 1:100.000, 1965;
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA –IBGE. Plano Cartográfico do Estado de São Paulo em escala 1:50.000, 1973;
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS- INPE- SPRING. Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas. <http://www.dpi.inpe.br/spring>, 2004;

KURKDJIAN, M. L. N. O.; VALÉRIO FILHO, M; VENEZIANI, P; PEREIRA, M. N.; FLORENZANO, T. G.; DOS ANJOS, C. E.; OHARA, T.; DONZELI, P.L.; ABDON, M. N.; SAUSEN, T. M.; PINTO, S.A .F.; BERTOLDO, M. A.; BLANCO, J. G.; CZORDAS, S. M. Macrozoneamento da Região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do estado de São Paulo. São José dos Campos, 176. (INPE- 5381-prp/165), 1992.

LOMBARDI NETO, F.; JUNIOR, R. B.; LEPSH, I. G.; OLIVEIRA, J. B.; BERTOLINI, D.; GALETI, P. A.; DRUGOWICH, M. I., Terraceamento. Agrícola. Boletim téc. 206, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, CATI, Campinas, 1991, 39 p

MORELLI, A. F. A transformação da paisagem no município de São José dos Campos (SP)- 1500 a 2000. Tese de doutorado. Universidade do Estado de São Paulo- UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas- Campus Rio Claro. 2002;

PEREIRA, M.N.; NOVO, E.M.L.M; KURKDJIAN, M. L. N. O.; D´ ALGE, Jcl. *Atualização do uso da terra do município de São José dos Campos através de dados de sensoriamento remoto*, INPE- DPA, mar.1988, p.71, CDU-528.711.7:551.4.

SAINT HILAIRE, Auguste. Segunda Viagem ao Rio de Janeiro, a Minas Gerais e a São Paulo (1822). São Paulo: Nacional, 1932. (tradução de Affonso de E. Taunay).

STARZINSKI, R. Precipitação. In: III Curso sobre Recursos Hídricos: Produção, Conservação e Recuperação. Cunha – São Paulo, 2004.

TUCCI, C.E.M. (1993) Hidrologia – Ciência e Aplicação, Porto Alegre, Ed. da Universidade, ABRH, EDUSP, 1993.

VALERIO FILHO, M; ALVES, M; FANTIN, M; GARCIA, R. “Geotecnologias Aplicadas na Avaliação das Áreas Urbanizadas e seus Impactos na Rede de Drenagem”. Simpósio Nacional de Impactos Ambientais Urbanos, Curitiba- PR, Junho 2002.

ARTIGO III

Campinas – São Paulo – Agosto 2006

DETECÇÃO DE ÁREAS PASSÍVEIS DE RECUPERAÇÃO DO POTENCIAL DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO, TENDO COMO SUPORTE A INTEGRAÇÃO DE MAPAS DE ÁREAS HOMOGÊNEAS À DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS E O MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS DA ÁREA ESTUDADA.

Marcello Alves ¹
Sueli Yoshinaga Pereira ¹

1. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP / Instituto de Geociências – IG-UNICAMP, Caixa Postal 6152,
CEP: 13083-970 - Campinas – SP – Brasil
{malves, sueliyos}@ige.unicamp.br

RESUMO

Nos últimos 30 anos no Brasil, a escassez relativa dos recursos hídricos gera os conflitos relacionados ao seu uso. As causas desta escassez são muitas, frequentemente relacionadas a uma histórica falta de políticas de planejamento e ordenamento territorial e ambiental. Na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul localizada no Vale do Paraíba – SP, por exemplo, as ocupações irregulares em áreas potenciais de recarga de aquífero, a demanda crescente do uso da água para os mais diversos fins sejam eles industriais ou mesmo doméstico remetem ao avanço de situações de alta criticidade às gerações futuras. A implementação de políticas públicas que possam restringir ou mesmo delinear as ações do homem sobre o espaço apresentam-se como recursos eficazes. Neste sentido, apresenta-se como suporte os resultados obtidos na metodologia de integração de elementos da paisagem com base no ciclo hidrológico e seus processos intrínsecos de infiltração. O presente trabalho, em âmbito regional visa apresentar um conjunto de dados que subsidiem a determinação de áreas para implementação de unidades de conservação, ou mesmo, de restrições ambientais para as leis orgânicas, planos diretores e leis de zoneamento municipais. Tendo como base a detecção de áreas com maior ou menor criticidade no tocante a capacidade relativa de infiltração e, por conseguinte, as zonas passíveis de recuperação e implementação de ações civis e políticas públicas de gestão ambiental. Visando superar o dilema estabelecido entre desenvolvimento e conservação da qualidade dos recursos ambientais.

Palavras chaves - recursos hídricos, escassez, paisagem, ciclo hidrológico, Rio Paraíba do Sul, Políticas públicas.

INTRODUÇÃO

A grande expansão tecnológica e econômica mundial em sua estrutura atual tem subjugado os ecossistemas terrestres. Neste caso, entende-se por subjugar o fato de que algumas corporações não estejam agindo de forma sustentável diante dos recursos naturais presentes no planeta Terra.

Atualmente questões como disponibilidade de água em quantidade e qualidade vem se apresentando juntamente com outros problemas ambientais, sejam eles relacionados à extinção de espécies vegetais e animais, destruição das florestas e o aquecimento global. No entanto, observa-se que não se tratam de problemas isolados, mas sim de um contexto global.

No que tange a questão dos Recursos Hídricos, a realidade é preocupante e enseja um profundo questionamento em face de como vem ocorrendo a gestão deste recurso natural essencial para a sobrevivência da humanidade.

A entrada da humanidade no século XXI, segundo Leme de Barros (2005), veio acompanhada de uma série de problemas, um dos mais críticos é o relacionado à escassez da água. Em algumas regiões, como na África Central e no Nordeste do Brasil, ocorrem secas intensas. Também, nas grandes cidades, como São Paulo e Cidade do México e outras, a disponibilidade de água de abastecimento está se tornando uma questão crucial.

Destaca-se que não somente busca-se chamar a atenção pela questão da disponibilidade de água, mas também o conjunto de elementos que compõem a estrutura da qualidade intrínseca deste recurso.

Sousa Júnior (2000) relata a questão da disponibilidade qualitativa dos recursos hídricos, afirmando que a escalada dos problemas ambientais do mundo moderno, deve-se em boa parte pelos resultados obtidos na industrialização e da massificação do consumo. Este fator acaba se refletindo nas águas, muitas vezes depositório dos resíduos gerados por várias atividades do homem sobre seu espaço.

Não obstante o grande crescimento urbano e populacional constatado no Brasil, em conjunto com um modelo de desenvolvimento com poucas preocupações ambientais provocou o aumento dos problemas e dos conflitos relacionados à escassez e ao uso de recursos hídricos.

Apresentando um intenso crescimento urbano e industrial a partir da década de 60 (Kurkdjian et. Al. 1992) o Vale do Paraíba vêm apresentando os reflexos da carência de políticas públicas que visem a sustentabilidade de seus recursos, principalmente a água. Neste sentido, a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul localizada no Vale do Paraíba - SP – Brasil apresenta-se como

objeto de estudo específico deste trabalho. A área selecionada caracteriza-se por ser o trecho final em território paulista (o Rio Paraíba cruza 3 (três) estados São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro) do Rio Paraíba do Sul e também por estar localizada sua nascente (Campos da Serra da Bocaina, no município de Areias).

A ocorrência de ocupações irregulares, sem maiores considerações com o meio físico, como em áreas potenciais de recarga de aquífero e também a demanda crescente do uso da água para os mais diversos fins sejam eles industriais, agrícolas ou mesmo domésticos remetem ao avanço de situações de alta criticidade às gerações futuras nesta região.

Sousa Júnior (2000) afirma que apesar de um certo consenso sobre a existência deste passivo ambiental relacionado à disponibilidade qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos, ainda se diverge sobre o diagnóstico e, mais ainda, sobre a abordagem para a solução destes problemas.

Entretanto, é de comum acordo a urgente necessidade de implementação de políticas públicas eficazes que possam restringir ou mesmo delinear as ações do homem sobre o espaço.

Como suporte dosador a este paradigma, têm-se os resultados obtidos na metodologia de integração de elementos da paisagem com base no ciclo hidrológico e seus processos intrínsecos de infiltração (Alves, no prelo).

Este trabalho elaborado em escala regional visa apresentar um conjunto de dados que subsidiem políticas públicas regionais e locais, através da determinação de áreas para implementação de “Espaços Territoriais Especialmente Protegidos” (Art. 225, § 1.º, inc VI, C.F.). Delimitações estas que subsidiariam as decisões ambientais contidas em leis orgânicas, planos diretores e leis de zoneamento municipais.

I - OBJETIVOS GERAIS

Apresentar um conjunto de dados e informações espaciais que possam subsidiar a elaboração de políticas públicas que visem a preservação e manejo de áreas com potencialidade à capacidade infiltração. Visando assim a disponibilidade do recurso natural, água.

1.1 - Objetivos específicos

- ☞ Avaliar, segundo o cruzamento do mapa final de áreas homogêneas com a Cobertura Vegetal, as áreas passíveis de recuperação e, por conseguinte, as que possibilitem a aplicabilidade de políticas públicas efetivas de recuperação e manejo.

- ☞ Propor um levantamento por município dos valores em área de cada grupo homogêneo, segundo o potencial participativo no processo de infiltração. Visando assim diagnosticar os municípios que apresentem situações de maior criticidade.
- ☞ Fornecer um conjunto de dados espaciais ambientais que possam auxiliar nas tomadas de decisões e no planejamento territorial.

II - A INTEGRAÇÃO DE ELEMENTOS DA PAISAGEM COM BASE NO CICLO HIDROLÓGICO E SEUS PROCESSOS INTRÍNSECOS DE INFILTRAÇÃO COMO SUBSÍDIO A EFETIVAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS.

Segundo Bucci (2002), as políticas públicas são um dos principais temas do moderno direito administrativo brasileiro e dizem respeito à interferência estatal na vida social para a consecução de objetivos de interesse comum. As mesmas são programas de ações governamentais e representam o encontro de elementos técnicos de administração de recursos e meios públicos com a escolha política de prioridades para uso desses recursos.

Dentre estes encontram-se os recursos naturais e, por conseguinte as políticas públicas em caráter ambiental.

Sendo assim, as Políticas Públicas Ambientais podem ser entendidas como um conjunto de normas, regulamentos, decisões, ações políticas, investimentos e estratégias que visam fomentar o desenvolvimento sustentável. Termo este definido no Relatório Brundtland como: “aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (CMMAD, 1991).

Campanhola et. al. (1991) estabelecem que “qualquer iniciativa de planejamento local deve se iniciar pela caracterização socioeconômica e ambiental dos recursos disponíveis e pelo zoneamento territorial de modo a que se tenha uma ocupação territorial organizada aos níveis locais e regionais, respeitando os princípios do desenvolvimento sustentável. Evita-se com isso a instalação de atividades em locais onde, por exemplo, haverá degradação ambiental, em áreas de maior risco para os mananciais superficiais e subterrâneos onde haverá maiores riscos à biodiversidade, ou áreas onde a população local não conseguirá manter os padrões mínimos de qualidade de vida”. Neste sentido propõe-se para a área estudada as considerações contidas no estudo referente às zonas homogêneas à capacidade de infiltração (Alves, no prelo).

Estas informações podem contribuir com a elaboração dos planejamentos territoriais na área estudada, uma vez que tem como premissa metodológica a identificação de zonas de importância para a preservação dos recursos hídricos locais e regionais. E, portanto, podem ser caracterizadas como um *“bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida (art. 225, C.F.)”* almejando o *“direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (art. 225, C.F.)”*.

Uma das formas de assegurar a efetividade desse direito pode ser considerada na definição de espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, uma vez que nestas áreas é *“vetada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção”* (Art. 225, § 1.º, inc III, C.F.).

A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal 6938/1981) em seu art. 9º define como instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente: o zoneamento ambiental (II) e a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público Federal, Estadual e Municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas (VI).

Na esfera municipal consideram-se como instrumentos fundamentais de proteção das zonas homogêneas à capacidade de infiltração: os Planos Diretores e as Leis de Zoneamento Municipais. O plano diretor é um instrumento utilizado para a execução da política de desenvolvimento e expansão urbana municipal, sendo caracterizado como um conjunto de normas legais e diretrizes técnicas, sob os aspectos ambientais, administrativos, físicos, sociais e econômicos. Este deve ser aprovado pela Câmara Municipal e é obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes (Art.182, §1º da C.F.).

Entretanto, convém salientar que a Constituição do Estado de São Paulo estende a obrigatoriedade de elaboração de Planos Diretores para todos os Municípios do Estado, devendo este abranger as zonas urbanas e rurais (Art. Estadual 181 da Constituição de São Paulo).

III - LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

Segundo de Almeida & Carneiro (1998), o sistema de montanhas representado pelas serras do Mar e da Mantiqueira constitui a mais destacada feição orográfica da borda atlântica do continente Sul-Americano.

Inserido neste contexto o Vale do Paraíba do Sul em sua porção média conforme a Figura 3.1 apresenta-se caracterizado por dois principais domínios, segundo Coltrinari (1974): 1 -

embasamento cristalino de idade pré-cambriana, que é o arcabouço estrutural da Serra do Mar e da Mantiqueira, 2 - a bacia sedimentar de Taubaté (Terciária) com depósitos aluviais associados (Quaternária).

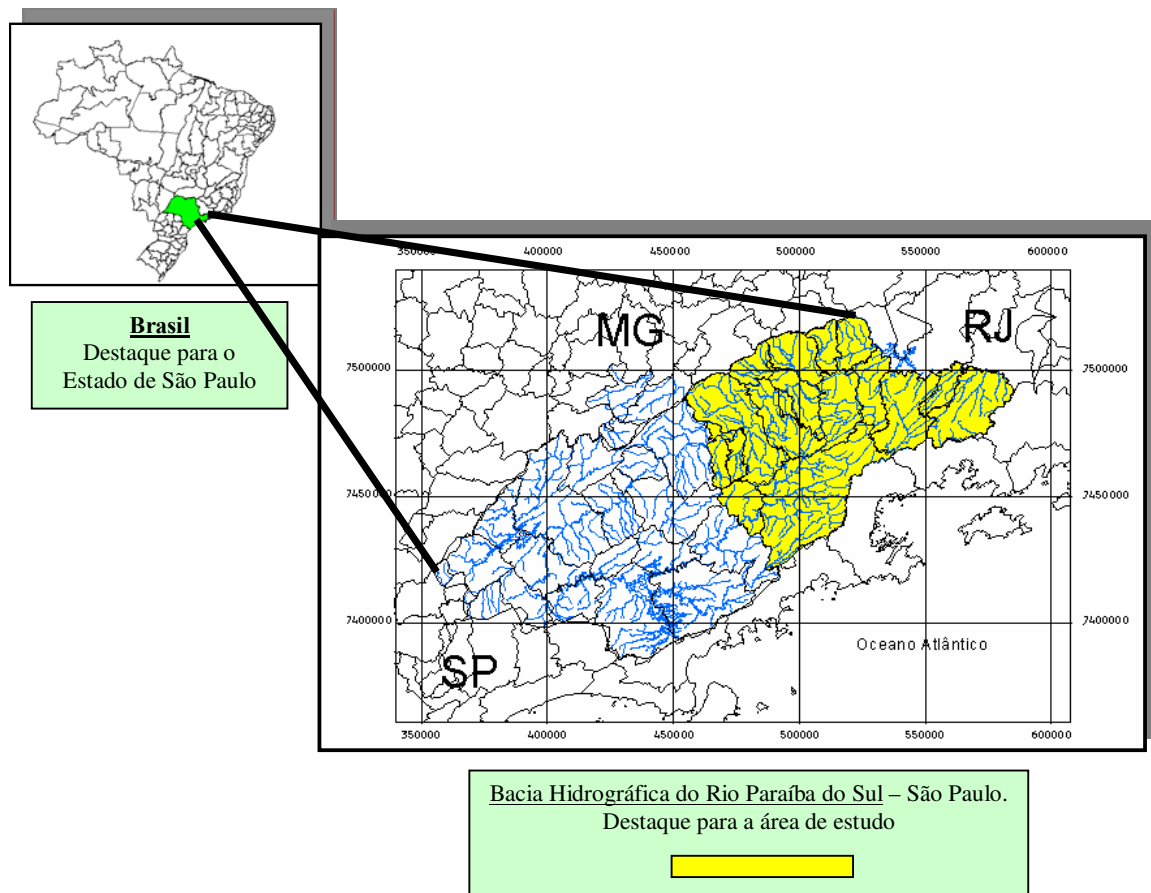


Figura 3.1 - Localização da área de estudo

O embasamento cristalino da região está inserido no Complexo Embu que controla estruturalmente a bacia de Taubaté tanto ao norte quanto ao sul, e é composto basicamente de migmatitos. As rochas do embasamento cristalino, principalmente os migmatitos e gnaisses, são responsáveis pelas serras locais e morros alongados com espigões que se caracterizam por perfis retilíneos, localmente abruptos, com presença de serra locais, drenagem de alta densidade, com padrão dendrítico a pinulado, vales fechados, planícies aluvionares restritas, declividades altas – 20 a 50%, e amplitudes entre 200 e 300 metros.

A altitude variando de 500 a 2700 metros, alta pluviosidade com médias anuais de 80 a 120 mm, forte declive do relevo com áreas com declividade acima de 40 % e a baixa temperatura que em

alguns locais durante o inverno podem atingir proximidades a 0° influem diretamente no tipo de solo: Podzolizado com cascalho, Latossolos Vermelho Amarelo fase rasa e Litossolos.

Os formadores do rio Paraíba do Sul, seus afluentes de alto curso compõem esta região, que apresenta diversos parques e Áreas de Proteção Ambiental (APA) – Parque Nacional da Bocaina, Parque Estadual da Serra do Mar, Estação Ecológica de Bananal. Destaca-se que a área escolhida para a execução e análise neste trabalho abarca como já dito, o conjunto de rios que formam o Rio Paraíba do Sul e o ultima trecho referente ao âmbito Paulista da bacia hidrográfica. Esta escolha torna-se providencial pelo fato de caracterizar os municípios que compõem a rede formadora do rio e os que se situam no transcorrer do trajeto do mesmo (Figura 3.2).

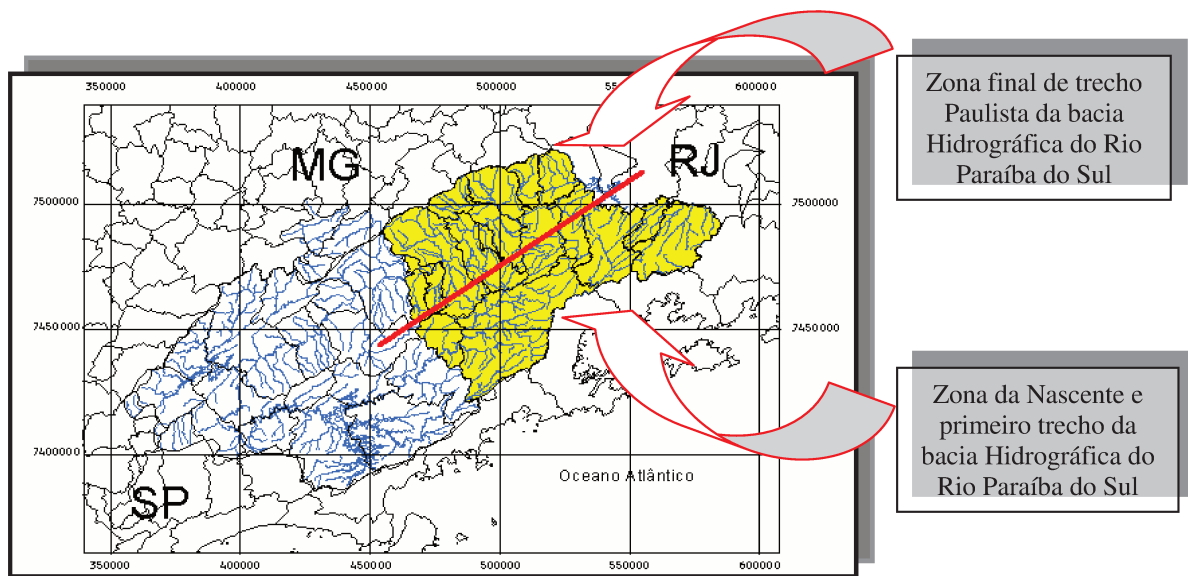


Figura 3.2 - Localização da área de estudo representando as zonas de Nascente e Foz do Rio Paraíba do Sul

IV – MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DE ÁREAS PASSÍVEIS DE RECUPERAÇÃO

De acordo com Alves (no prelo), “os diferentes elementos da paisagem (Geologia, Pedologia, Hipsometria e Uso e Cobertura Vegetal das Terras e Pluviosidade) que compõem a área estudada foram coletados através de cartas temáticas nas mais diversas escalas de representações, variando de 1:50.000 a 1:250.000. A escala adotada na elaboração do produto final deste trabalho é a de 1:250.000. Nas representações matriciais admitiu-se como tamanho mínimo estabelecido para os pixels, valor de 50 metros quadrados”.

Após os passos de vetorização, edição e alocação em um Banco de Dados Geográficos, os diferentes elementos que compõem a paisagem e suas respectivas formas de ocorrência na área estudada foram avaliados segundo os critérios de Capacidade relativa de Infiltração.

Utilizando-se de bibliografias específicas, buscou-se adequar índices qualitativos e pesos relativos às características intrínsecas dos diferentes elementos da paisagem diante do processo analisado, o Ciclo Hidrológico. Foram associadas a estas informações, classes qualitativas e pesos relativos que representem o grau de influência da variável no processo de infiltração.

V – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme os objetivos gerais deste trabalho, apresentar-se-á um conjunto de dados que subsidiem a determinação de áreas para implementação de unidades de conservação, ou mesmo, de limitações ambientais que sirvam de suporte a elaboração de leis orgânicas, planos diretores e leis de zoneamento municipais, baseando-se nas áreas previamente detectadas que representam a maior ou menor capacidade relativa de infiltração (Alves, no prelo).

Destaca-se também a possibilidade de implementação de programas diferenciais nas zonas passíveis de recuperação. Contemplando ações civis e políticas públicas de gestão ambiental.

A figura 5.1 apresenta o Mapa das Zonas Homogêneas à capacidade de infiltração na área estudada. Material elaborado por Alves (2006).

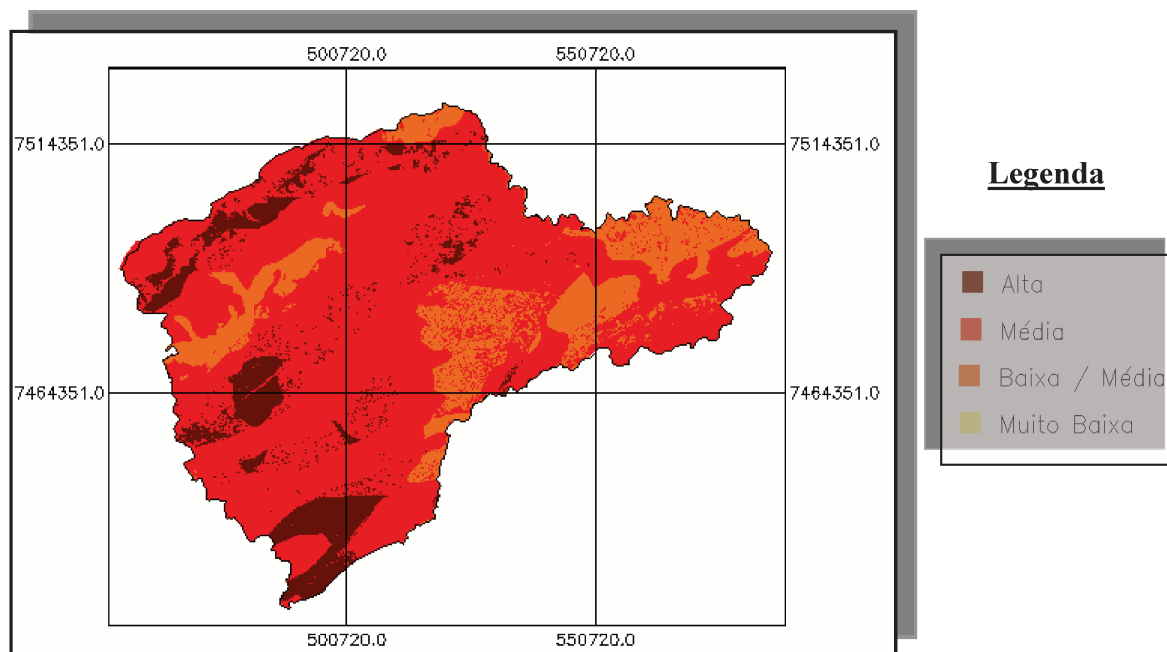


Figura 5.1 - Mapa das Zonas Homogêneas segundo a Capacidade de Infiltração dos elementos da paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – SP – Brasil

Os resultados espaciais obtidos pela elaboração deste produto favorecem basicamente, em função da escala (1:250.000) o contexto do planejamento regional. Contudo, em função da carência de dados em escalas reduzidas de análise, os mesmos apresentam-se como importante subsídio quando adaptados a estudos locais em âmbito municipal.

A tabela 5.1, apresenta os resultados espaciais obtidos com o mapa das zonas homogêneas segundo a capacidade de infiltração adaptada por municípios.

Tabela 5.1 – Tabela com os valores de ocorrência de classes em Km² e percentuais relativos para os municípios contidos na área estudada segundo a Capacidade de Infiltração em Zonas Homogêneas.

MUNICÍPIOS	ÁREAS (KM ²)			
	ALTA	MÉDIA	BAIXA / MÉDIA	MUITO BAIXA
Aparecida	18.356	74.153	27.009	0
Arapeí	0	46.653	109.100	0.066
Areias	15.787	233.163	57.331	0
Bananal	0	389.787	226.833	0.146
Cachoeira Paulista	7.317	257.524	22.254	0
Canas	0.598	47.480	10.465	0
Cruzeiro	28.690	266.462	11.130	0
Cunha	246.201	983.179	159.291	0.016
Guaratinguetá	189.753	495.437	66.546	0
Lagoinha	20.543	232.232	1.090	0.039
Lavrinhas	14.139	123.390	28.416	0.041
Lorena	7.292	354.418	56.395	0
Piquete	63.935	106.884	0.335	0
Potim	0	21.331	24.532	0.005
Queluz	11.540	199.480	39.450	0.060
Reseira	18.276	89.307	23.115	0.034
São José do Barreiro	3.221	387.314	174.771	0.010
Silveiras	24.469	326.150	63.602	0
SOMATÓRIA (Σ) DAS ÁREAS EM (KM²)	669.519	4.634.344	1.101.294	2.296
(%)	10,45	72,35	17,20	0,01

Os resultados obtidos demonstram que 10,45 % do total da área estudada representa a qualificação “Alta”, segundo a capacidade de infiltração. O maior percentual de ocorrência está ligado às zonas com capacidade “Média”, resultando em um montante aproximado de 72,35 % do total da área. As áreas com capacidade Baixa / Média de infiltração representam 17,20 %, enquanto as Baixas 0.01 %.

Mediante estes valores pode-se inferir que existem muitas zonas com capacidade efetiva de infiltração na área estudada. Isto, considerando os dados espaciais obtidos pelos qualificadores

das classes “Alta” e “Média” que apresentam um total aproximado de 82,8 % de toda área estudada.

Neste sentido, faz-se necessário detectar as áreas prioritárias dentro deste contexto territorial. Para tanto, a próxima fase busca integrar os resultados obtidos aos elementos espaciais presentes na paisagem da área estudada.

VI - ANÁLISE DE ÁREAS PASSIVEIS DE RECUPERAÇÃO E APLICAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Durante a elaboração deste trabalho considerou-se as dificuldades de ações efetivas em determinadas áreas, isto em virtude de determinados tipos de uso. Assim, buscou-se delinear a efetividade e racionalidade das ações.

Áreas com uso Urbano, por exemplo, apresentam-se com uma maior dificuldade no tocante a ações reparativas. Mesmo que estas estejam em zonas de boa qualificação no mapa de zoneamento da capacidade à infiltração (Alves, no prelo).

Destacam-se também as áreas com ocorrência de Matas e vegetação Capoeira, as quais, espera-se uma constante ação dos órgãos competentes no tocante à fiscalização e manejo.

Consideraram-se como áreas efetivas de recuperação e restrição as que apresentem usos relacionados a Pastagens, Atividades de Cultura Agrícolas e as áreas com atividades de Silvicultura (Reflorestamento com Eucalipto).

Para tanto, realizou-se um cruzamento utilizando-se como base o Mapa das Zonas Homogêneas de Capacidade à Infiltração (Alves, no prelo) e o Mapa de Uso e Ocupação das Terras, este representado tão somente pelas classes acima citadas. Este procedimento visa determinar as zonas de intersecção entre os dois produtos cartográficos temáticos e uma melhor identificação das zonas efetivas de recuperação e restrição.

5.1 - Áreas com atividades de Pastagem e Cultura Agrícola

Basicamente ocupam grande parte da área estudada, cerca de 4.538.271 Km², ou o equivalente aproximado de 70,87 % do total.

Não se propõem neste trabalho a desintegração de áreas com potencialidade agrícola, porém acredita-se que melhores práticas e métodos menos agressivos ao meio ambiente podem ser utilizados. Isto no tocante a qualidade e também à disponibilidade de água às gerações futuras.

O declínio das atividades de pastagem no Vale do Paraíba nos últimos anos apresenta um conjunto de áreas que podem ser replanejadas ou mesmo delineadas para atividades futuras. Este conceito remete à expansão urbana desenfreada que o Vale do Paraíba vem sofrendo nas últimas décadas e que não apresenta retração nos dias atuais.

As figuras 5.2, 5.3 e 5.4 representam respectivamente a sobreposição dos mapas temáticos, a linha de programação em LEGAL (SPRING / INPE, 2006) utilizada para efetuar a integração, e o mapa temático resultante. Já a tabela 5.2 apresenta os valores em Km² e também os percentuais de ocorrência dos eventos na área estudada.

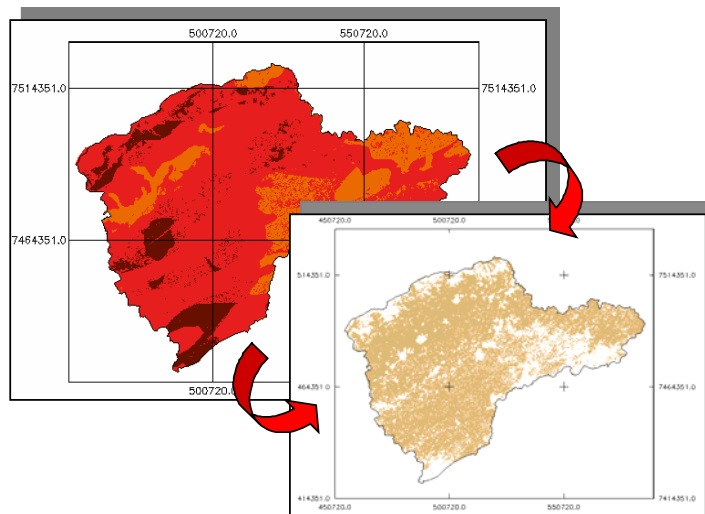


Figura 5.2 – Representação da integração dos produtos cartográficos temáticos: Mapa das Zonas Homogêneas à Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Pastagem e Atividade de cultura Agrícola

```

Tematico Rec0 ("Áreas_recuperaveis"), UsoI ("Cobertura_vegetal"),
HomogeneasII ("Áreashomogeneas");

UsoI = Recuperar (Nome= "Uso_final");
HomogeneasII = Recuperar (Nome= "Áreashomogeneas");

Rec0 = Novo (Nome= "Recuperavel_pastagem_agricola", ResX= 50, ResY=
50, Escala= 250000);

Rec0 = Atribua (CategoriaFim= "Áreas_recuperaveis")
{
    "Boa_recuperacao" : (UsoI.Classe == "Pastagem_agricola" &&
HomogeneasII == "Média"),
    "Moderada_recuperacao" : (UsoI.Classe == "Pastagem_agricola" &&
HomogeneasII == "Baixa / Média"),
    "Regular_recuperacao" : (UsoI.Classe == "Pastagem_agricola" &&
HomogeneasII == "Muito baixa");
}

```

Figura 5.3 – Representação do programa em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006) utilizado na integração dos produtos cartográficos temáticos: Mapa das Zonas Homogêneas à Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Pastagem e Atividade de Cultura Agrícola

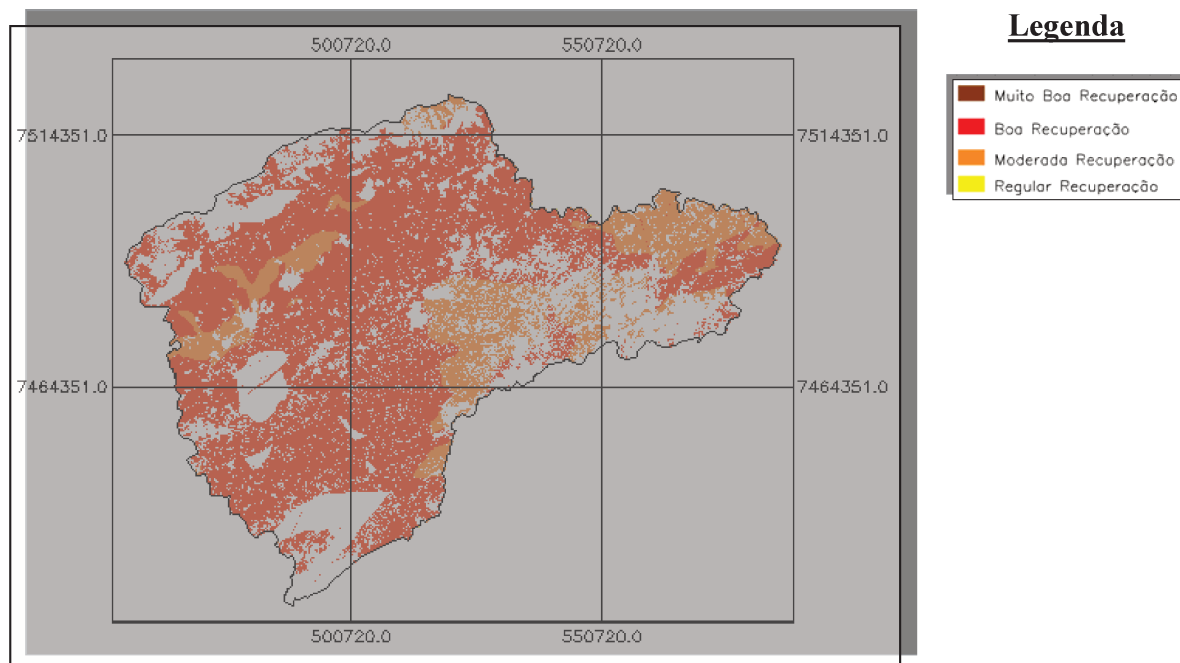


Figura 5.4 – Mapa resultante da integração das Zonas Homogêneas à Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Pastagem e Atividade de Cultura Agrícola. Aplicação de qualificadores segundo o grau do passivo de recuperação.

Tabela 5.2 – Tabela com os valores em Km² das áreas passíveis de recuperação nos municípios contidos na área estudada.

QUALIFICADORES DE CAPACIDADE DE RECUPERAÇÃO	ÁREA TOTAL DE ESTUDO (KM ²)	ÁREAS PASSÍVEIS DE RECUPERAÇÃO ÁREA (KM ²)	(%)
Muito boa	6.403.205	0	0
Boa	6.403.205	3.363.645	52,53
Moderada	6.403.205	866.223	13,52
Regular	6.403.205	0	0

Visando uma maior efetividade das ações em âmbito municipal elaborou-se também uma tabela com os valores efetivos de áreas passíveis de recuperação, por município. Isto, segundo a integração dos mapas de Zonas Homogêneas à Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Pastagem e Atividade de Cultura Agrícola (Tabela 5.3). Destaca-se que a apresentação dos valores percentuais para cada índice qualitativo representa um importante instrumento otimizador das ações políticas.

Tabela 5.3 – Classificação por valores de áreas administrativas municipais segundo a capacidade qualitativa de recuperação em áreas de atividades de Pastagem / Áreas de Cultura Agrícola.

		ÁREAS (KM ²)							
Municípios	Área municipal	Muito boa	(%)	Boa	(%)	Moderada	(%)	Regular	(%)
Silveiras	412.306	0	0	235.450	57,11	63.460	15,39	0	0
São José do Barreiro	564.731	0	0	181.510	32,14	113.370	20,08	0	0
Roseira	130.787	0	0	79.480	60,77	20.870	15,96	0	
Queluz	250.539	0	0	138.600	55,32	19.470	7,77	0,03	0,001
Potim	45.137	0	0	20.790	46,06	21.130	46,81	0	0
Piquete	170.708	0	0	65.970	38,64	0.050	0,01	0	0
Lorena	417.138	0	0	301.210	72,21	41.250	9,89	0	0
Lavrinhas	166.344	0	0	99.150	59,61	8.450	5,08	0	0
Lagoinha	253.013	0	0	195.270	77,18	0.960	0,01	0	0
Guaratinguetá	751.731	0	0	403.360	53,66	46.360	6,17	0	0
Cunha	1.387.642	0	0	756.810	54,54	146.650	10,57	0	0
Cruzeiro	305.821	0	0	197.090	64,45	10.110	3,31	0	0
Canas	58.936	0	0	46.300	78,56	9.420	15,98	0	0
Cachoeira Paulista	287.057	0	0	238.470	83,07	18.070	6,29	0	0
Bananal	614.786	0	0	152.580	24,82	182.260	29,65	0	0
Areias	306.218	0	0	163.640	53,44	56.740	18,53	0	0
Arapeí	155.865	0	0	22.090	14,17	87.210	55,95	0	0
Aparecida	119.510	0	0	64.840	54,25	20.020	16,75		

Pode-se observar na tabela acima que todos os municípios da área estudada não apresentam áreas caracterizadas pelo uso Pastagem / Cultura Agrícola com qualificadores de capacidade qualitativa de recuperação “Muito boa”. Porém, a grande maioria dos municípios da área estudada apresentam valores de área bastante altos referentes à capacidade qualitativa de recuperação “Boa” e valores inferiores de capacidade qualitativa de recuperação “Moderada”. Já as áreas de qualificador “Regular” apresenta valores irrisórios.

Estes valores demonstram que o homem busca incondicionalmente as melhores áreas para exercer suas atividades sobre o espaço. Discriminando as áreas que representariam a capacidade

qualitativa de recuperação “Muito Boa”, pois as mesmas compõem as áreas de preservação permanente e, por conseguinte área de mananciais com grandes declividades e de difícil acesso. Há também restrições às áreas com o qualificador “Regular”, pois apresentam limitações no tocante a construção civil (áreas de várzea) e muitas vezes às atividades de cultura agrícolas. Isto devido à qualidade inferior das águas em determinados trechos da bacia hidrográfica estudada.

O que se pode observar é um uso constante e atividades de expansão nas áreas localizadas próximas aos rios contribuintes, pois os mesmos em alguns casos ainda preservam a qualidade das águas e do ambiente.

Vale destacar que o método de integração de elementos da paisagem visando a detecção de áreas com melhor potencial à capacidade de infiltração pode ser expandido a toda a bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul como também empregando em escalas reduzidas segundo a disponibilidade de material cartográfico em escalas “grandes”.

Neste sentido, subsidiar os planos diretores e as leis municipais visando a um maior controle destas áreas faz-se necessário.

5.2 - Áreas com atividades de Reflorestamento

A crescente demanda por Papel e Celulose vem provocando um aumento substancial nas áreas de plantio de eucalipto no Vale do Paraíba e, por conseguinte o aumento dos valores em área deste tipo de uso.

Muitos estudos estão sendo realizados para determinar a capacidade de absorção líquida desta espécie vegetal e seus possíveis impactos no meio ambiente.

O que se vê atualmente é a expansão continua destas áreas. Segundo, a ONG Vale -Verde (2006) o Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul - CBH-PS promoveu em Novembro de 2005 o “1º Seminário sobre Eucalipto no Vale do Paraíba”. Nele foram discutidos diversos temas, entre eles a possibilidade do Grupo Votorantin Celulose e Papel que tem 25 mil hectares plantados com eucalipto no Vale do Paraíba expandir sua plantação em mais de 150 mil hectares. Destaca-se também que no mesmo evento um representante do Grupo Votorantin Celulose e Papel afirma, “que quanto aos impactos ambientais, a grande maioria é levantada por puro desconhecimento da silvicultura moderna e preconceito que atravessam décadas”.

A tabela 5.4 apresenta os valores em área da ocorrência de atividades de reflorestamento na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – SP - Brasil.

Tabela 5.4 – Tabela com os valores em Km² e seus percentuais relativos segundo a classe de uso Reflorestamento.

QUALIFICADORES	ÁREA TOTAL DE ESTUDO (KM ²)	ÁREAS PASSIVEIS DE RECUPERAÇÃO ÁREA (Km ²)	(%)
Muito boa	6.403.205	0	0
Boa	6.403.205	167.325	2,61
Moderada	6.403.205	29.670	0,46
Regular	6.403.205	0	0

Tendo como base os dados acima apresentados pode-se observar que a ocorrência de atividades de Reflorestamento na área estudada limita-se a um total de 3,07 % de área, com previsão de crescimento de 125 mil hectares nos próximos anos.

As figuras 5.5, 5.6 e 5.7 representam respectivamente a sobreposição dos mapas temáticos, a linha de programação em LEGAL (SPRING / INPE, 2006) utilizada para efetuar a integração, e o mapa temático resultante.

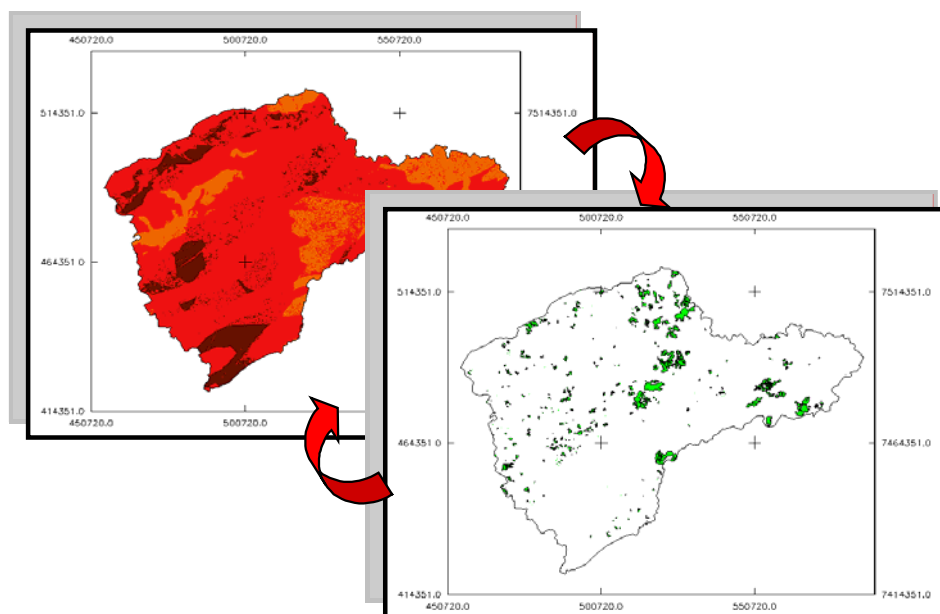


Figura 5.5 – Representação da integração dos produtos cartográficos temáticos: Mapa das Zonas Homogêneas à Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Reflorestamento

```

{
  Tematico Rec0 ("Areas_recuperaveis"), Usol ("Cobertura_vegetal"), HomogeneasII
  ("Areashomogeneas");

  Usol = Recupere (Nome= "Uso_final");

  HomogeneasII = Recupere (Nome= "Reflorestamento");

  Rec0 = Novo (Nome = "Reflorestamento", ResX= 50, ResY= 50, Escala= 250000);

  Rec0 = Atribua (CategoriaFim = "Areas_recuperaveis")
  {
    "Boa_recuperacao": (Usol.Classe == "Reflorestamento" && HomogeneasII == "Média"),
    "Moderada_recuperacao": (Usol.Classe == "Reflorestamento" && HomogeneasII == "Baixa
    / Média"),
    "Regular_recuperacao": (Usol.Classe == "Reflorestamento" && HomogeneasII == "Muito
    baixa");
  }
}

```

Figura 5.6 – Representação do programa em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL (SPRING / INPE, 2006) utilizado na integração dos produtos cartográficos temáticos: Mapa das Zonas Homogêneas à Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Reflorestamento.

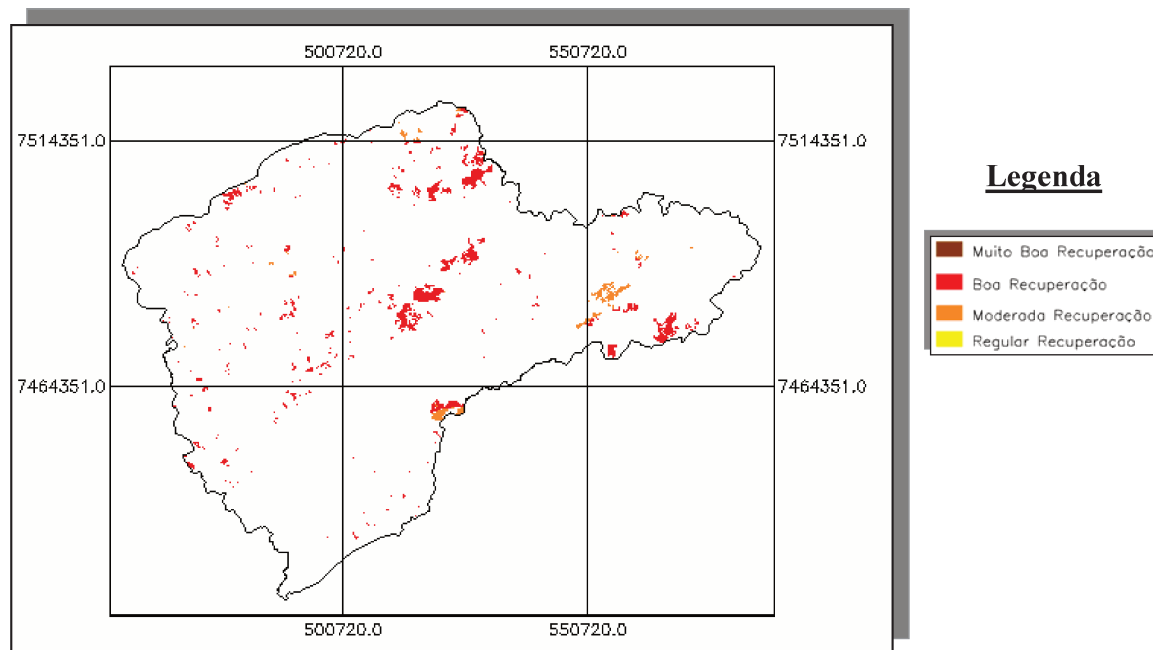


Figura 5.7 –Mapa resultante da integração das Zonas Homogêneas à Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Reflorestamento. Aplicação de qualificadores segundo o grau do passivo de recuperação.

Visando também uma maior efetividade das ações em âmbito municipal elaborou-se também uma tabela com os valores efetivos de áreas passíveis de recuperação segundo a integração dos

mapas de Zonas Homogêneas à Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Reflorestamento (Tabela 5.5). Destaca-se a apresentação dos valores percentuais para cada índice qualitativo, um importante instrumento otimizador das ações políticas.

Tabela 5.5 – Classificação por valores de áreas administrativas municipais segundo a capacidade qualitativa de recuperação em áreas de atividades de Reflorestamento.

		ÁREAS (KM ²)							
Municípios	Área municipal	Muito boa	(%)	Boa	(%)	Moderada	(%)	Regular	(%)
Silveiras	412.306	0	0	34.860	8,45	0.050	0,00	0	0
São José do Barreiro	564.731	0	0	4.280	0,76	3.690	0,65	0	0
Reseira	130.787	0	0	1.200	0,92	0.230	0,00	0	0
Queluz	250.539	0	0	32.530	12,98	1.620	0,65	0	0
Potim	45.137	0	0	0.260	0,00	0	0,00	0	0
Piquete	170.708	0	0	7.410	4,34	0.010	0,00	0	0
Lorena	417.138	0	0	9.880	2,37	1.550	0,37	0	0
Lavrinhas	166.344	0	0	6.540	3,93	1.640	0,99	0	0
Iagoinha	253.013	0	0	4.920	1,94	0.020	0,00	0	0
Guaratinguetá	751.731	0	0	11.180	1,49	0.060	0,00	0	0
Cunha	1.387.642	0	0	11.120	0,80	7.230	0,52	0	0
Cruzeiro	305.821	0	0	2.210	0,72	0	0,00	0	0
Canas	58.936	0	0	0.140	0,00	0	0,00	0	0
Cachoeira Paulista	287.057	0	0	2.810	0,98	0	0,00	0	0
Bananal	614.786	0	0	23.890	3,89	10.960	1,78	0	0
Areias	306.218	0	0	10.040	3,28	0	0,00	0	0
Arapeí	155.865	0	0	2.400	1,54	2.340	1,50	0	0
Aparecida	119.510	0	0	2.340	1,96	0	0,00	0	0

Todos os municípios da área estudada não apresentam intersecção de áreas caracterizadas pelo uso “Reflorestamento” com qualificador de área de capacidade qualitativa de recuperação “Muito boa” e “Regular”. Os baixos índices apresentados demonstram restrições intrínsecas e normas rígidas, tais como a Legislação de Proteção dos Mananciais, e o caráter de Áreas de Proteção Permanente ou Áreas de Proteção Ambiental.

Destaca-se que a grande maioria dos municípios da área estudada apresentam valores de área de intersecção bastantes altos, referentes à capacidade qualitativa de recuperação “Boa”. Este fator pode contribuir com as iniciativas de discussão de políticas públicas para controle do plantio desta espécie na região. Pode-se também observar a caracterização de valores inferiores de capacidade qualitativa de recuperação “Moderada”. Diante destes números pressupõe-se que a seleção das áreas utilizadas para o plantio de eucalipto na região visa muitas vezes as áreas com disponibilidade de recursos hídricos ou mesmo potenciais.

VII - CONCLUSÕES

O presente trabalho buscou proporcionar um conjunto de dados e informações que possam subsidiar as políticas públicas em ações regionais e municipais. Entretanto, para que sejam efetivadas ações claras sobre o espaço, tais como a implementação de “Espaços Territoriais Especialmente Protegidos” (Art. 225, § 1.º, inc VI, C.F.) há uma exigência clara de tempo e burocracia e, neste sentido, a disponibilidade de recursos hídricos para área estudada pode padecer.

Ações emergenciais não surtem efeitos quando o problema é de ordem sistêmica. Assim é necessário um conjunto de ações integradas de caráter multi-interdisciplinar buscando formas e direcionamentos, estas representadas por um código de conduta e valores éticos claros e acessíveis a toda a população.

Não se trata somente da preservação de um recurso mineral ou natural, mas sim de um contexto ambiental que pode trazer sérios danos às gerações futuras.

As áreas com uso de pastagem que apresentam boa capacidade de recuperação podem ser prioritária na elaboração de planos diretores e políticas públicas municipais. Para fins de efetiva recuperação e manejo sustentável. Principalmente nos municípios onde a criação de gado passou a ser caracterizada por “gado de corte” muitas vezes criados em ambientes confinados.

Propõem-se então a elaboração de um novo estudo regional para a área estudada. Vislumbrando uma política regional equalizada segundo o benefício comum; a disponibilidade hídrica local.

Em 1992 um grupo de pesquisadores do Instituto Nacional de pesquisas espaciais publicou um documento que tinha como proposta um ordenamento regional, o Macrozoneamento do Vale do Paraíba e Litoral Norte – MAVALE (Kurkdjian et al. 1992). Porém muito do que se tratou neste documento não saiu do papel. Propõem-se então a elaboração de um novo documento visando as

necessidades emergências, entre elas o paradigma: Crescimento, Desenvolvimento e Sustentabilidade, isto com base nos recursos hídricos da região.

Este novo plano de ação avaliaria os resultados obtidos no primeiro (KURKDJIAN et al, 1992) e delinearía as novas ações sobre o espaço, segundo os novos preceitos econômicos da região. E também, seria base para elaboração de políticas públicas municipais.

Outro fator a destacar é a necessidade de se considerar a agricultura familiar como meio de sustentabilidade econômica local. Isto por que as limitações geográficas, relativas ao relevo não permitem a agricultura em larga escala, pois não seriam lucrativas (não há como usar a maquinaria para colheita e plantio nestas áreas).

Logicamente não se considerou a agricultura de várzea. Esta planejada e estruturada desde 1940 pela política de reestruturação econômica elaborada por Getúlio Dornelles Vargas e Ademar de Barros (Revista Brasileira de Geografia, 1953).

Os trabalhos de agricultura em escala familiar trariam muitos benefícios e, por conseguinte um controle melhor e divulgação da estrutura da educação ambiental local. Sem contar com a condicionante econômica. Pois, poderiam se organizar em cooperativas e, por conseguinte suprir as necessidades locais e regionais.

Neste sentido, este trabalho espera haver contribuído com o planejamento futuro de uma das regiões mais importantes economicamente do Brasil. A bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - São Paulo – Brasil.

VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil (1988). 29 ed. São Paulo: Saraiva, 2002, 349 p.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (Política Nacional do Meio Ambiente). Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6803.htm>. Acesso em: 20 janeiro 2004.

BUCCI, M. P. D. Direito administrativo e políticas públicas. São Paulo: Editora Saraiva, 2002. 342 p.

CAMPANHOLA, C., GRAZIANO DA SILVA, J. Diretrizes de políticas públicas para o novo rural brasileiro: incorporando a noção de desenvolvimento local In: O novo rural brasileiro: políticas públicas. 1a.ed. Jaguariúna : Embrapa Meio Ambiente, 2000

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Relatório Brundtland. Nosso Futuro Comum. 2 Ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

COLTRINARI, L. Z. D. Contribuição e geomorfologia da região de Guaratinguetá – Aparecida. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 1974;

DE ALMEIDA, Fernando Flávio Marques; CARNEIRO, Celso Dal Ré. Origem e evolução da serra do mar. *Revista Brasileira de Geociências*, 28(2):135-150, junho de 1998.

ESTADO DE SÃO PAULO. Constituição do Estado de São Paulo (1989). Disponível em: <<http://www.legislacao.sp.gov.br/dg280202.nsf/0/46e2576658b1c52903256d63004f305a?OpenDocument>>. Acesso em: 20 janeiro 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS- INPE- SPRING. Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas. <http://www.dpi.inpe.br/spring>, 2006.

KURKDJIAN, M. L. N. O; VALÉRIO FILHO, M; VENEZIANI, P; PEREIRA, M. N.; FLORENZANO, T. G.; DOS ANJOS, C. E.; OHARA, T.; DONZELI, P.L.; ABDON, M. N.; SAUSEN, T. M.; PINTO, S.A .F.; BERTOLDO, M. A.; BLANCO, J. G.; CZORDAS, S. M. Macrozoneamento da Região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do estado de São Paulo. São José dos Campos, 1992 (INPE- 5381-prp/165).

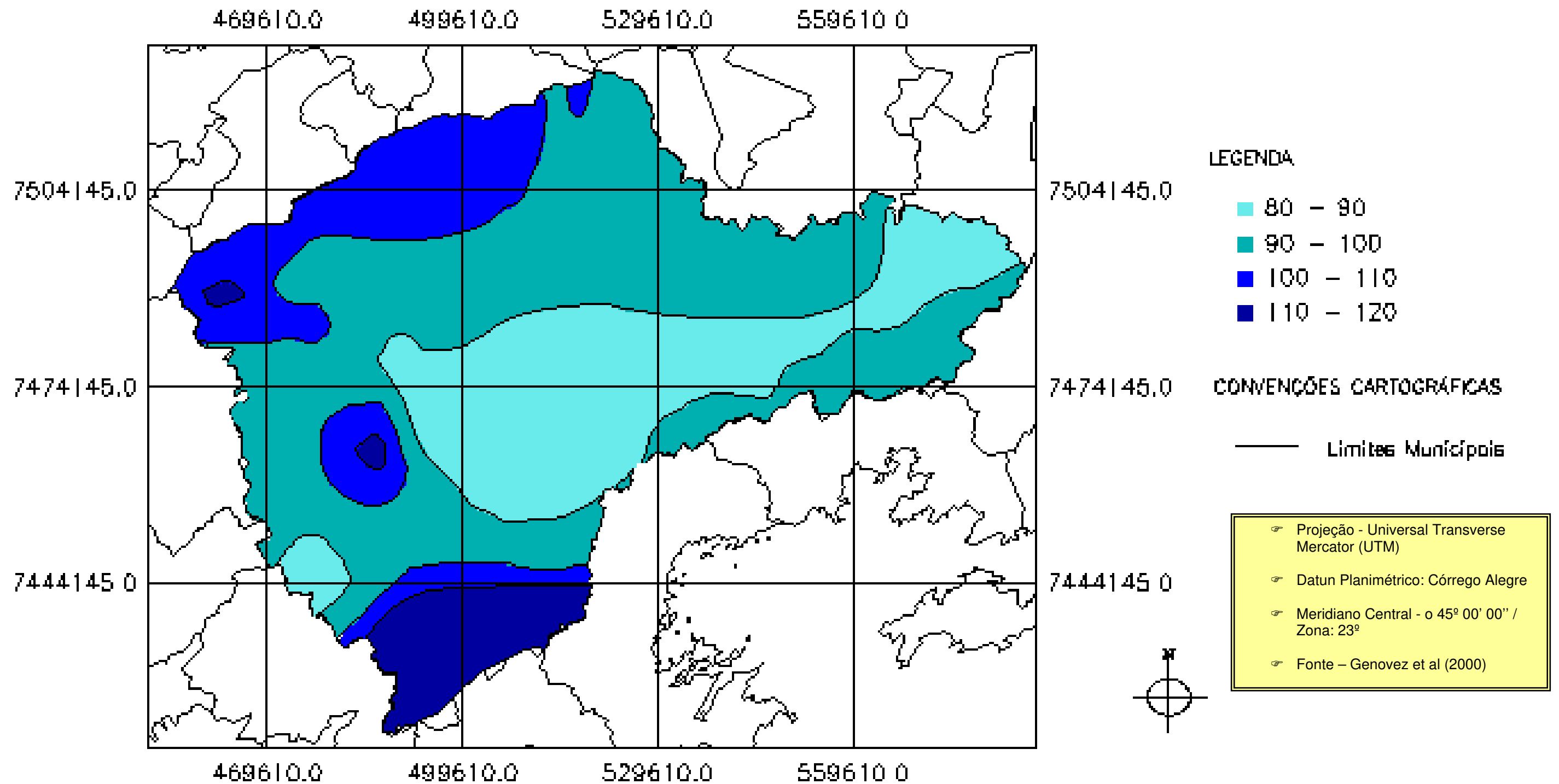
LEME DE BARROS, MARIO THADEU. Gestão de Recursos Hídricos. In: Curso Interdisciplinar de Direito Ambiental. São Paulo: Ed. Manole, 1.ed., 2005.

LONG, R. G. O Vale do Médio Paraíba - *in Revista Brasileira de Geografia*. São Paulo, Julho – Setembro, 1953.

SOUSA JÚNIOR, WILSON CABRAL DE. Gestão das águas no Brasil: reflexões, diagnósticos e desafios. Tese de Doutorado. Economia. Instituto de Economia da Unicamp, 2000.

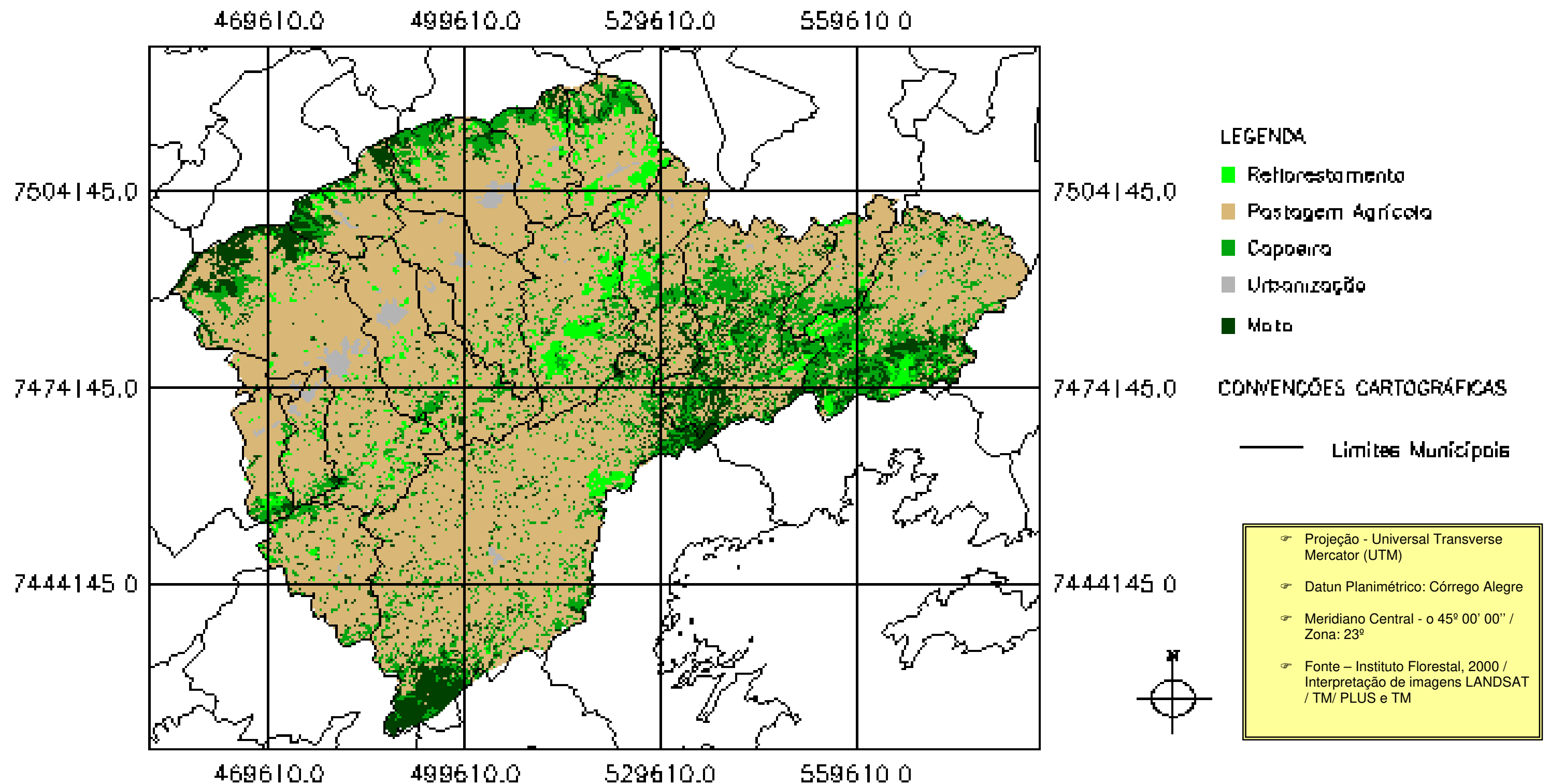
VALE VERDE - Organização Não Governamental – Informativo Virtual - Disponível em: <<http://www.valeverde.org.br/html/inform3.php?id=56>> Acesso em: 27 julho 2006

MAPA DE ISOIETAS DE PLUVIOSIDADE (GENOVEZ ET. AL. 2000)

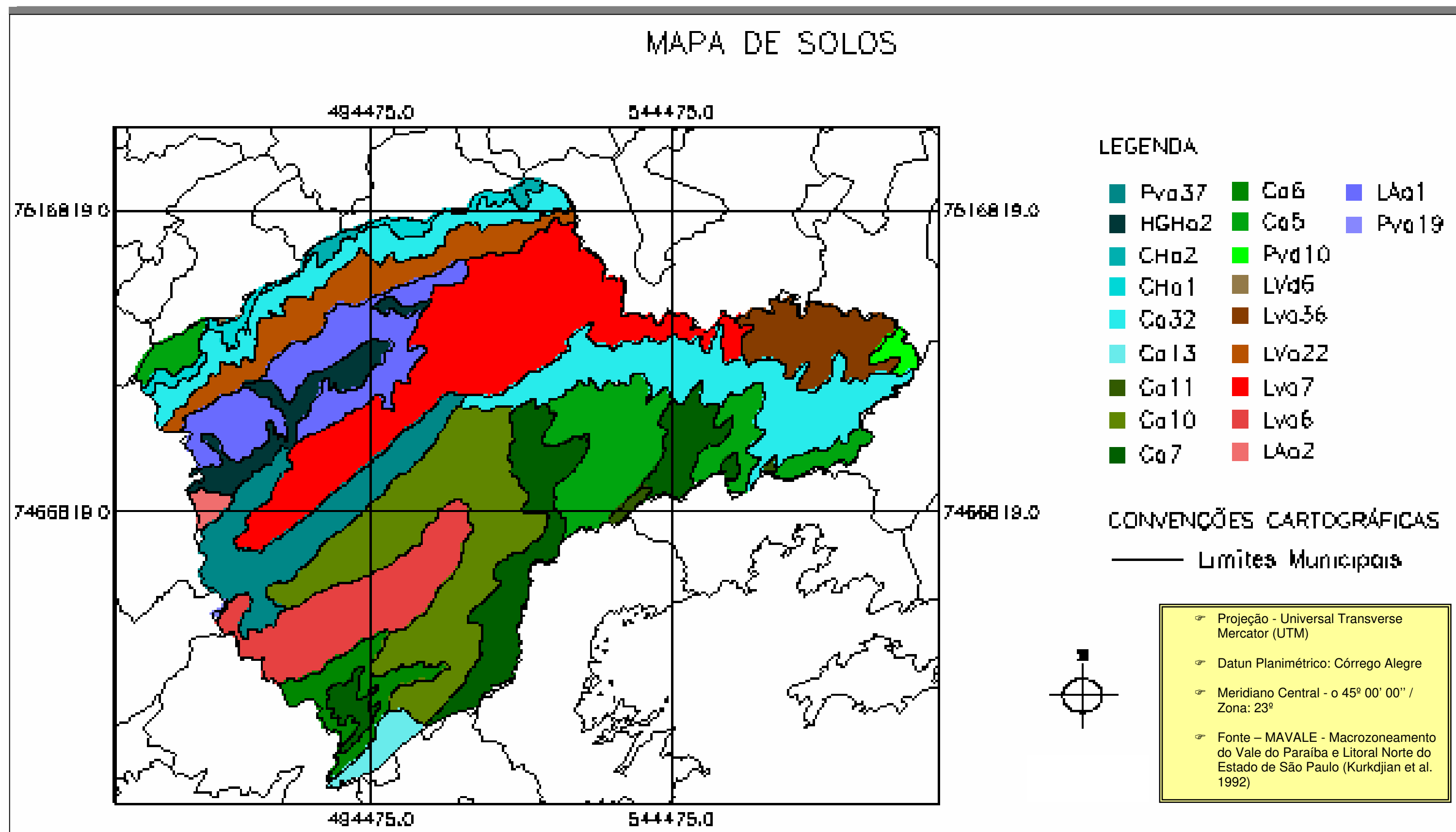


Mapa de Isoietas de Pluviosidade

MAPA DE USO E COBERTURA VEGETAL DAS TERRAS

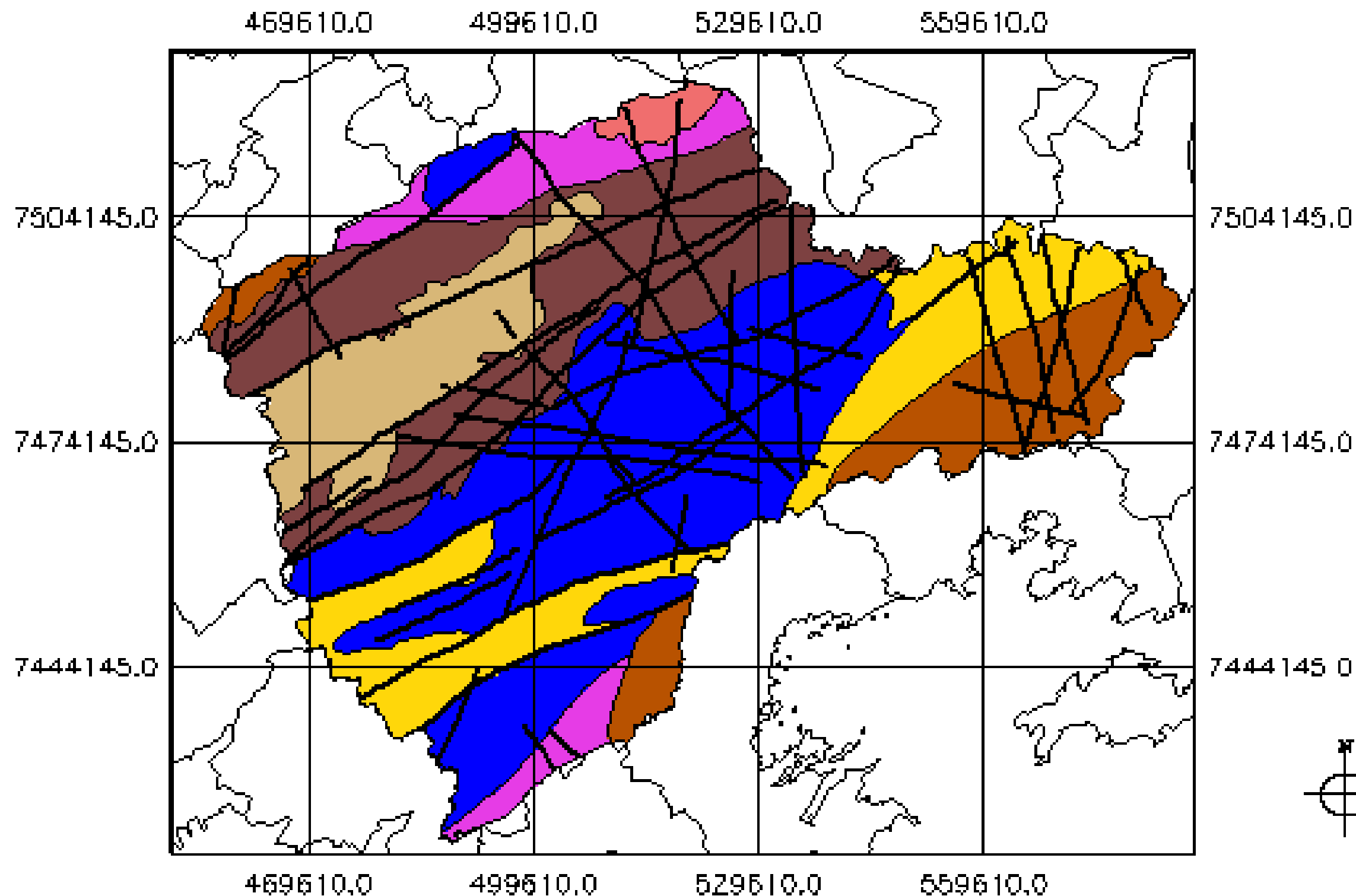


Mapa de Uso e Cobertura Vegetal das Terras.



Mapa de Solos.

MAPA GEOLÓGICO



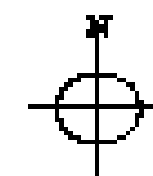
LEGENDA

- Granitos / Gnaisses
- Alu Arenoargilosas / Argiloarenosas
- Metassedimentos
- Granitóides
- Migmatitas Heterogêneas
- Maficos Alcalinos

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

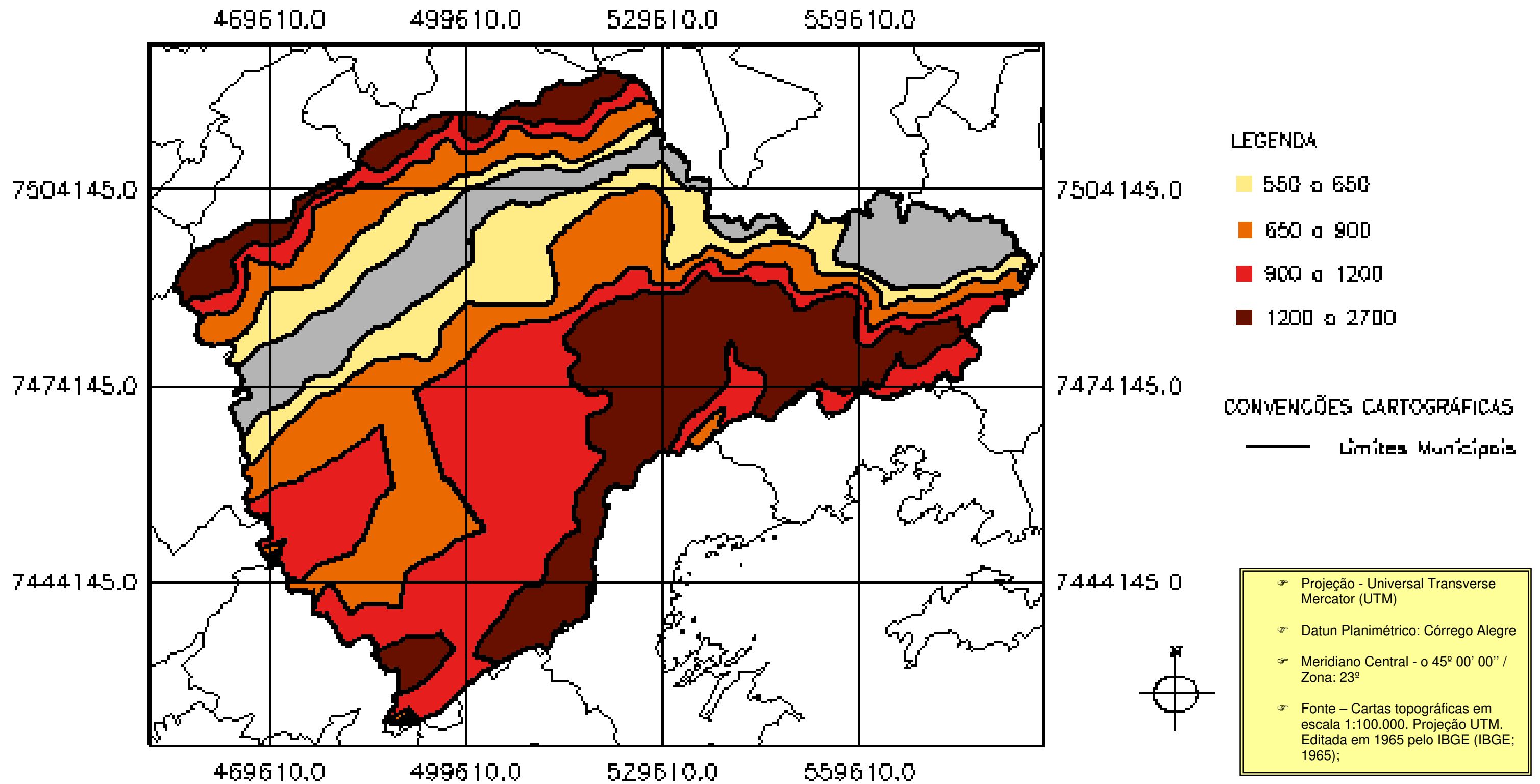
- Limites Municipais

- ☞ Projeção - Universal Transverse Mercator (UTM)
- ☞ Datum Planimétrico: Córrego Alegre
- ☞ Meridiano Central - o 45° 00' 00" /
- ☞ Zona: 23°
- ☞ Fonte - Mapa Geológico do Estado de São Paulo em escala 1:250.000, Folha Guaratinguetá (DAEE-UNESP, 1984)



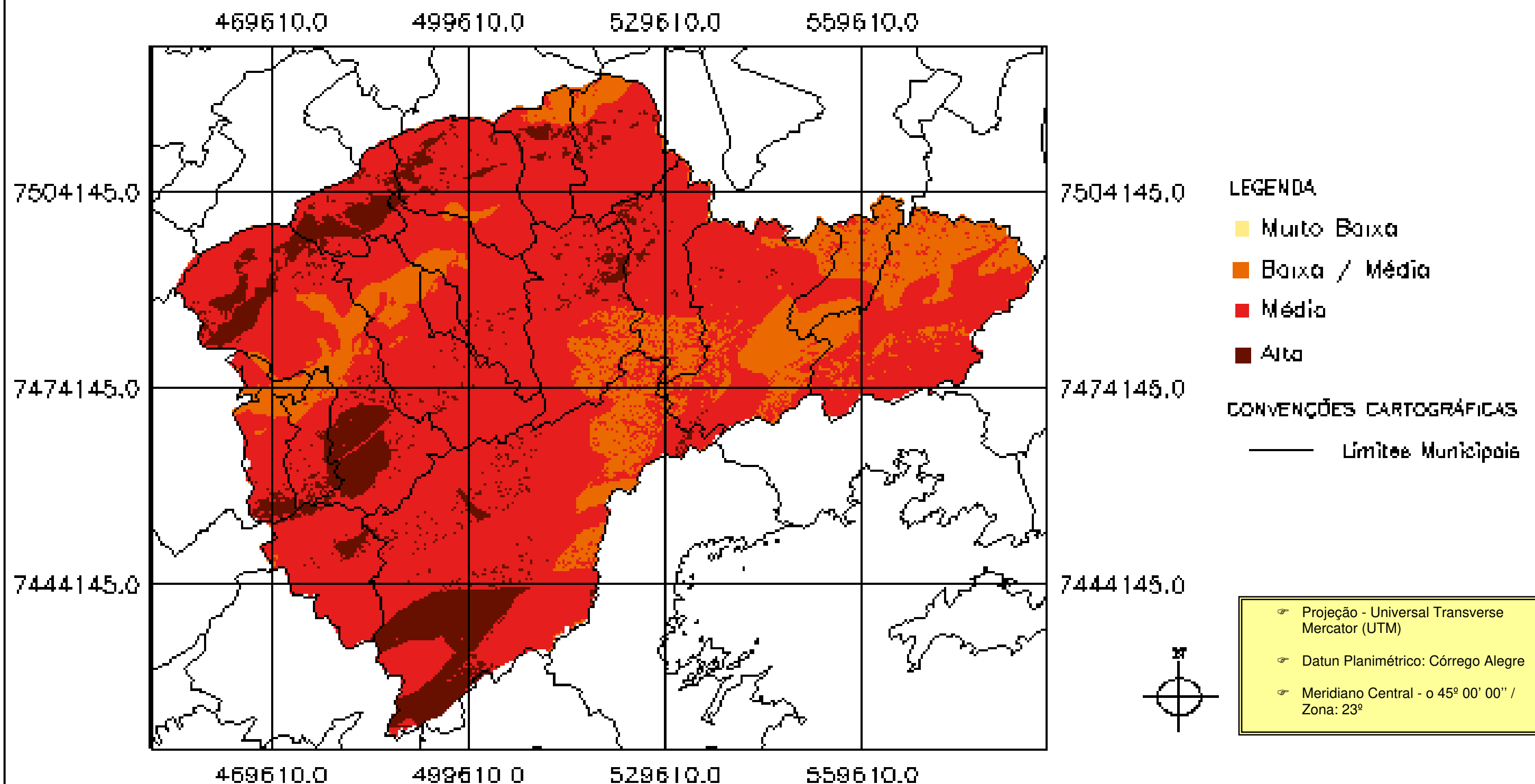
Mapa Geológico.

MAPA GEOLÓGICO



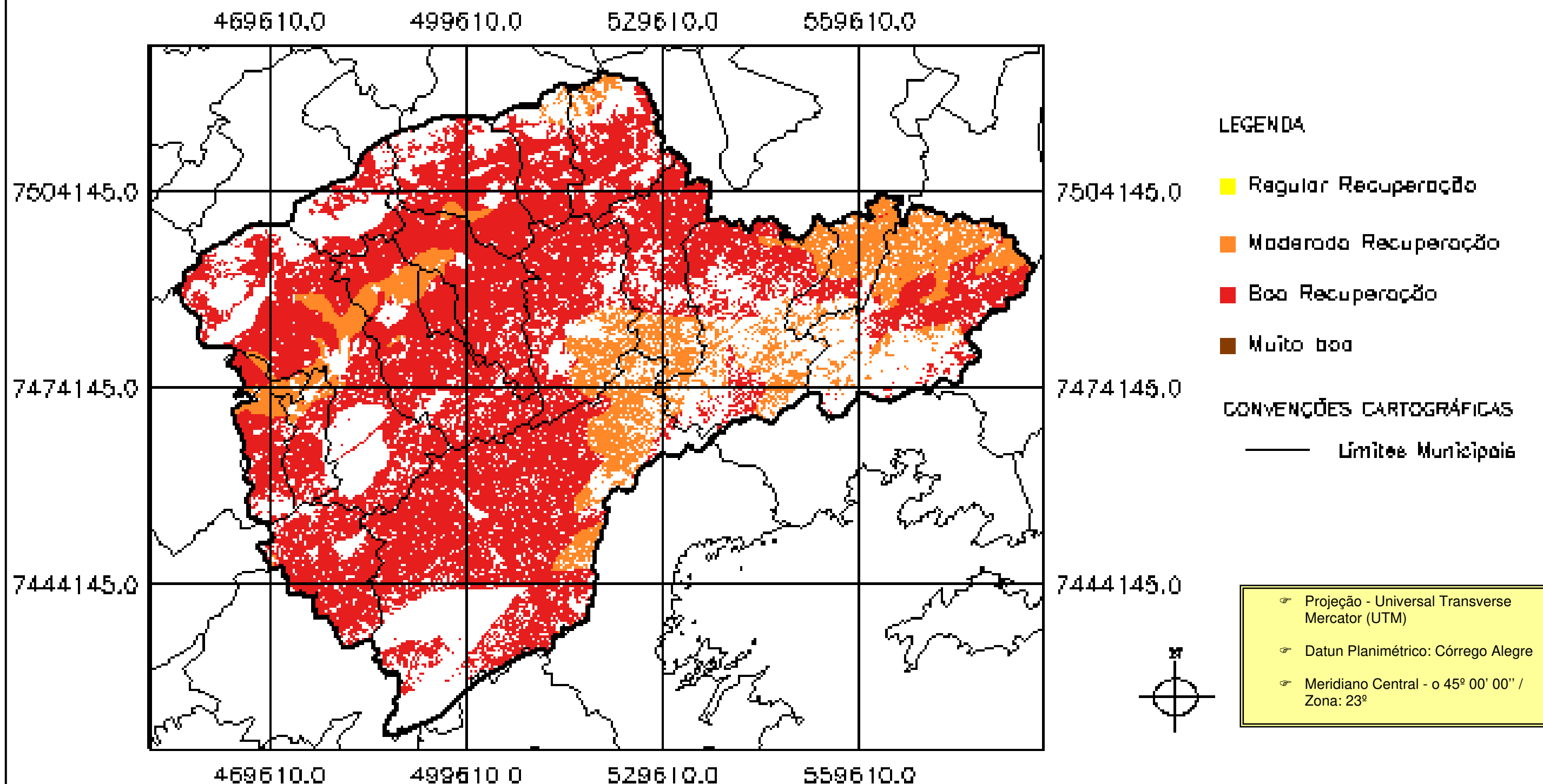
Mapa Hipsométrico.

Mapa das zonas homogêneas segundo a capacidade de infiltração
dos elementos da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – SP – Brasil



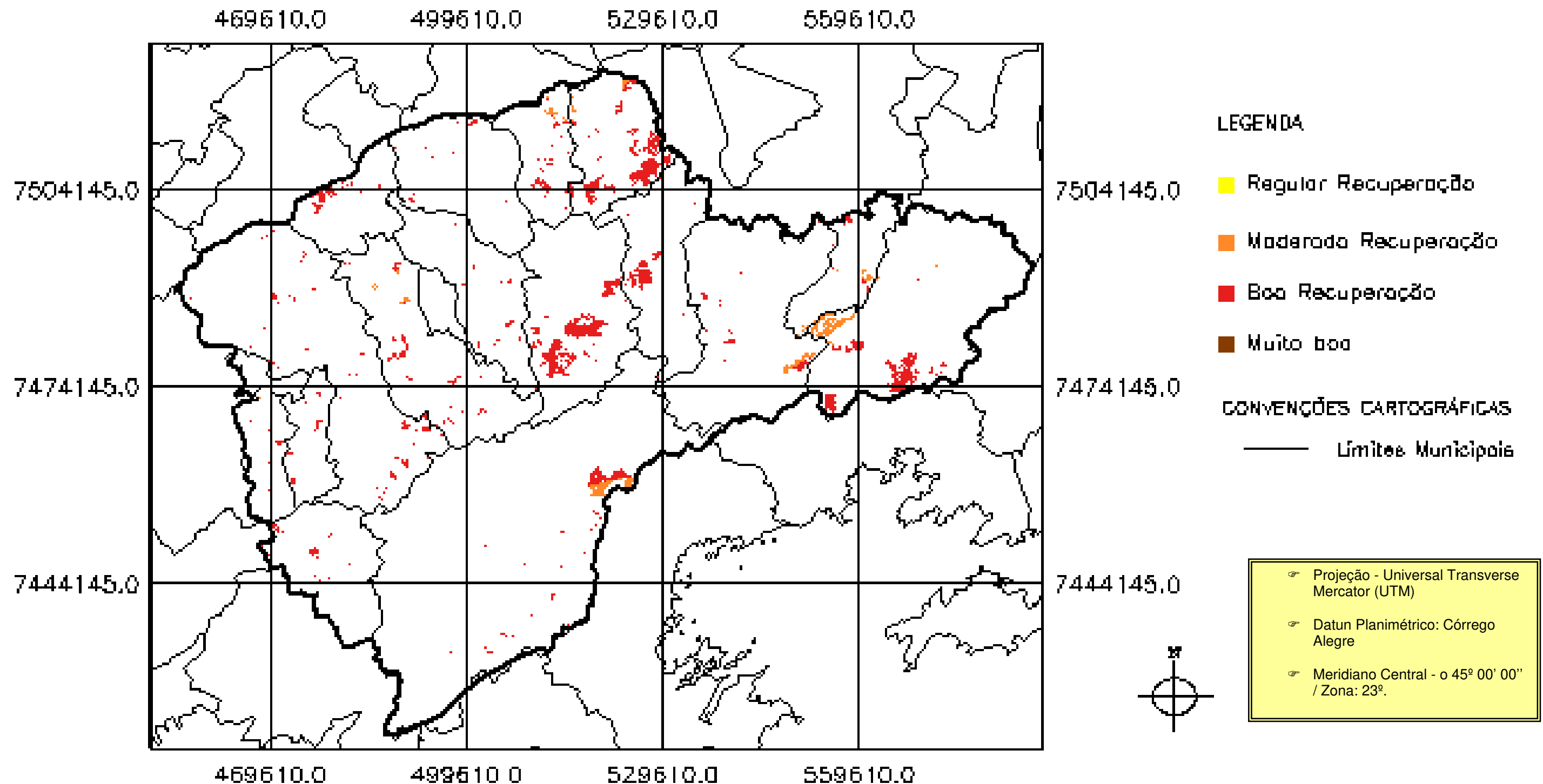
Mapa das zonas homogêneas segundo a capacidade de infiltração dos elementos da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - SP – Brasil.

Mapa resultante da integração das Zonas Homogêneas à Capacidade de Infiltração /
Mapa de áreas de Pastagem e Atividade Agrícola. Aplicação de qualificadores segundo
o grau do passivo de recuperação



Mapa resultante da integração das Zonas Homogêneas à Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Pastagem e Atividade Agrícola. Aplicação de qualificadores segundo o grau do passivo de recuperação.

Mapa resultante da integração das Zonas Homogêneas à Capacidade de Infiltração /
Mapa das áreas de Reflorestamento. Aplicação de qualificadores segundo
o grau do passivo de recuperação



Mapa resultante da integração das Zonas Homogêneas à Capacidade de Infiltração / Mapa de áreas de Reflorestamento. Aplicação de qualificadores segundo o grau do passivo de recuperação.