

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE SANEAMENTO

**SELEÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS PARA
IMPLEMENTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS VIA
SIG. ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE
CAMPINAS ÁREA COMPREENDIDA ENTRE OS
MERIDIANOS $47^{\circ} 14' 37''$ e $46^{\circ} 49' 12''$ W e OS
PARALELOS $22^{\circ} 52' 47''$ S e $23^{\circ} 03' 50''$ S**

Angela Cristina Orsi

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CAMPINAS - SÃO PAULO

Novembro - 1997

697
Or8s

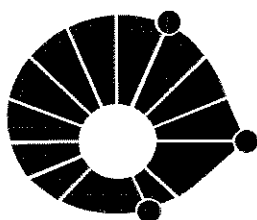
35635/BC

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Or8s Orsi, Angela Cristina
Seleção de áreas favoráveis para implementação de aterros sanitários via SIG. Estudo de caso no município de Campinas área comprometida entre os meridianos $47^{\circ} 14' 37''$ e $46^{\circ} 49' 12''$ W e os paralelos $22^{\circ} 52' 47''$ S e $23^{\circ} 03' 50''$ S. / Angela Cristina Orsi.--Campinas, SP: [s.n.], 1997.

Orientador: Ardemírio de Barros Silva
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil.

1. Aterro sanitário. 2. Campinas (SP). 3. Planejamento urbano. 4. Sistemas de informação geográfica. 5. GRASS (Sistema de computador). I. Silva, Ardemírio de Barros. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil. III. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE SANEAMENTO

**SELEÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS PARA
IMPLEMENTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS VIA SIG.
ESTUDO DE CASO: ÁREA DO MUNICÍPIO DE
CAMPINAS COMPREENDIDA ENTRE OS MERIDIANOS
47° 14' 37" e 46° 49' 12" W e OS PARALELOS 22° 52' 47" S e
23° 03' 50" S**

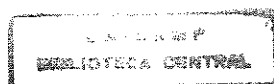
Angela Cristina Orsi

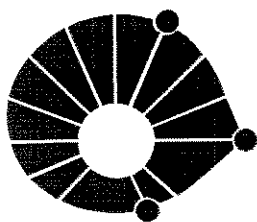
Orientador: Prof. Dr. Ardemírio de Barros Silva - FEC/UNICAMP

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia
Civil da UNICAMP, para obtenção do título de
Mestre em Engenharia Civil, Área de Saneamento

*Atesta que esta
é a versão definitiva
da Dissertação
Ardemirio de Barros Silva*

**CAMPINAS - SÃO PAULO
Novembro - 1997**



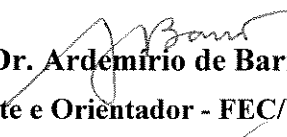


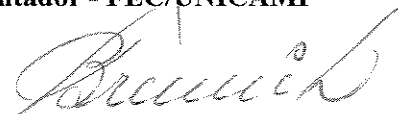
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE SANEAMENTO

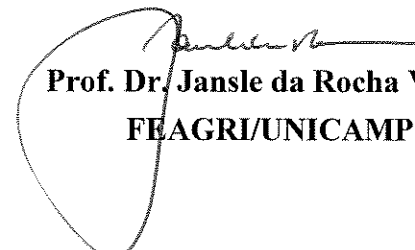
**SELEÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE
ATERROS SANITÁRIOS VIA SIG. ESTUDO DE CASO: ÁREA DO
MUNICÍPIO DE CAMPINAS COMPREENDIDA ENTRE OS
MERIDIANOS 47° 14' 37" e 46° 49' 12" W e OS PARALELOS 22° 52' 47" S
e 23° 03' 50" S**

Angela Cristina Orsi

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:


Prof. Dr. Ardemirio de Barros Silva
Presidente e Orientador - FEC/UNICAMP


Prof. Dr. Bruno Coraucci Filho
FEC/UNICAMP


Prof. Dr. Jansle da Rocha Vieira
FEAGRI/UNICAMP

Campinas, 28 de Novembro de 1997

À memória de meu pai, Reinaldo Tarquínio Orsi, que mesmo estando passeando nos campos do Senhor jamais deixou de me dar muita força e carinho, levando-me a acreditar que eu conseguiria chegar ao fim desta árdua jornada.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ardemírio de Barros Silva, pela sua orientação e por mostrar-me um novo mundo com sua paixão por SIG.

À FAPESP - Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro.

Ao Prof. Dr. Álvaro P. Crosta pelo empréstimo do Laboratório de Imagem (LAPIG) do Instituto de Geociências da UNICAMP para a etapa formação do banco digital de imagens.

À funcionária do Instituto de Geociências Valdirene Pinotti pela amizade e inestimável ajuda em todos os momentos.

Às funcionárias da Biblioteca do Instituto de Geociências Dora Inácio e Cássia R. Da Silva pelo carinho e dedicação demonstrados; e, a Patrícia Cerqueira Leite, do LAPIG na etapa de formação do banco de dados.

Às funcionárias da Secretaria de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil Paula, Benigna e Rosângela pelo apoio e carinho.

Aos funcionários do Setor de Computação da Faculdade de Engenharia Civil Paulo Buissa, Alex Mozer, Tânia C. Laudeauzer da Silva, Maria Camila P. Queiros, Vagner K. Okuda e Jorge C. Socolowski por inestimáveis ajudas prestadas.

À Profa. Dra. Rachel Cavalcanti, do Instituto de Geociências, que durante o exame de qualificação prestou valiosas sugestões.

Aos professores da Faculdade de Engenharia Civil, em especial as professoras Rosely, Emília, Stellamaris e Lucila.

Ao Prof. MSc. R. Ferraresi, pela amizade e valioso apoio.

À minha mãe, Aparecida Bernardo dos Santos, que com seu sentimento de orgulho nunca me deixou duvidar que este dia chegaria.

À minha irmã Célia Regina Orsi Bardelotti e sua família, que sem o incondicional apoio nada disto teria sido possível.

À Sérgio Paulo Bordonalli pelas sugestões, carinho e inenarrável apoio durante exatamente todos os momentos

À Dayse e José Maria Bordonalli pelo carinho e amizade.

À Maria Tereza Ludovice por todas as orações, palavras de conforto e amizade.

À Rose Clayd Carneiro e Suzete Trazzi Breviglieri, pela preciosa amizade que nem mesmo o tempo e a distante deixaram que se esvasisse.

À Karla de Sá Fioretti e Alessandra Prata pela amizade e carinho nos momentos mais críticos.

A todos os colegas pela amizade, carinho e companheirismo.

RESUMO

O foco desta dissertação é a geração de banco de dados espaciais da área compreendida entre os meridianos 47° 14' 37" e 46° 49' 12" W e os paralelos 22° 52' 47" e 23° 52' 47" e 23° 03' 50" S na cidade de Campinas, no Estado de São Paulo. Esta região foi escolhida devido ao grande desenvolvimento industrial e ao crescimento urbano verificado nas últimas décadas, quando, na maioria dos casos, o crescimento tem ocorrido de forma caótica gerando sérios impactos ambientais.

Baseado na evolução das análises ambientais e na tecnologia de SIG foi possível montar um banco de dados digital e a partir dele selecionar áreas propícias à implantação de aterros sanitários. Utilizando-se de análises booleanas, para cada um dos atributos referentes as variáveis escolhidas foram atribuídos pesos em potência de 2 que possibilitou apresentação de valores individualizados, gerando 3.960 categorias.

A partir destas categorias, utilizando-se de comandos do GRASS 4.1, os resultados foram satisfatórios, pois um mapa com 230 possibilidades foi gerado, sendo que a base digital geo-referenciada criada pode atender a outros objetivos em diferentes áreas do conhecimento científico.

ABSTRACT

The aim of this dissertation is to analyze the methodological approach of creating a digital spatial data base of the southern part of Campinas, in the State of Sao Paulo. This region has been chosen because of the large industrial development and urban growth shown in last decades, where of the cases this growth has generated serious environmental impacts.

The digital data base produced is based on environmental evaluation analysis and GIS technology. Those methodologies were used with the specific purpose of selecting favorable areas for landfill, one of most commonly technical solution used for waste and garbage disposals.

For each variable chosen different grades, were attributed in terms of power of two, which generating 3960 categories. The results achieved were considered satisfactory and a map with 230 possibilities was created. Another important conclusion of this dissertation is the plausibility of use of this georeferenced digital data base created in several different areas of the scientific knowledge.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE QUADROS.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xii
 INTRODUÇÃO.....	 1
 I. A EXPANSÃO URBANA E SEUS EFEITOS NO MEIO AMBIENTE.....	 4
I.1 ECOSISTEMA URBANO.....	7
I.2 METABOLISMO DAS CIDADES.....	9
I.3 CRESCIMENTO URBANO.....	12
I.4 QUESTÕES AMBIENTAIS & URBANIZAÇÃO.....	14
 II. PLANEJAMENTO: UM BREVE HISTÓRICO, OS CONCEITOS E USO.....	 20
II.1 PLANEJAMENTO PARA DISPOSIÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS.....	27
II.2 GERAÇÃO DE RESÍDUOS.....	29
II.3 ATERRO SANITÁRIO.....	32
II.4 OUTRAS FORMAS DE DISPOSIÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	33
II.5 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	37
 III. ÁREA DE ESTUDO.....	 40
III.1 LOCALIZAÇÃO.....	41
III.2 ZONAS DE PLANEJAMENTO AMBIENTAIS.....	42
III.2.1 Macrozona 01 - Área de Proteção Ambiental.....	46
III.2.2 Macrozona 03 - Área com Restrição à Urbanização.....	48

III.2.3 Macrozona 04 - Área de Urbanização Consolidada.....	49
III.2.4 Macrozona 05 - Área de Recuperação Urbana.....	50
III.2.5 Macrozona 06 - Área de Urbanização Controlada.....	52
III.2.6 Macrozona 07 - Área Imprópria à Urbanização.....	54
III.3 INDICADORES SÓCIO ECONÔMICOS.....	54
III.4 INDICADORES FÍSICOS.....	64
III.4.1 Tipos de Terrenos.....	65
III.4.2 Geologia.....	70
III.4.3 Geomorfologia.....	73
III.4.4 Hidrografia.....	74
III.4.5 Climatologia.....	75
III.5 A GERAÇÃO DOS RESÍDUOS EM CAMPINAS.....	75
III.6 ATERROS E BOTA-FORAS LOCALIZADOS NA ÁREA DE ESTUDO.....	80
III.6.1 Lixão da Pirelli.....	80
III.6.2 Aterro Sanitário Parque Santa Bárbara.....	82
III.6.3 Complexo Delta.....	83
III.6.4 Bota-foras.....	84
 V. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA - SIG: a utilização da técnica.....	 86
IV.1 SIG APLICADO À ANÁLISE DE QUESTÕES AMBIENTAIS.....	90
IV.2 FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS DIGITAL.....	95
IV.2.1 Base Cartográfica.....	95
IV.2.2 Digitalização de Mapas.....	96
IV.2.3 Funções de Análise.....	101
IV.2.3.1 Operações Booleanas.....	102
IV.2.3.2 Análises de Proximidade.....	102
IV.2.3.3 Operações de Vizinhança.....	103
IV.3 DIRETRIZES.....	103

V. INTEGRAÇÃO DOS DADOS.....	105
V.1 SIMULAÇÕES E CRUZAMENTOS DE DADOS.....	109
V.1.2 Critérios Utilizados Para Obtenção do Mapa Final.....	109
VI. CONCLUSÕES.....	128
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130

LISTA DE FIGURAS

Figura III.1 - Localização do Município de Campinas em Relação ao Estado de São Paulo.....	41
Figura III.2 - Áreas de Planejamento Contidas na Área de Estudo.....	43
Figura III.3- Macrozoneamento Contidas na Área de Estudo.....	45
Figura III.4- Tipos de Terrenos Contidas na Área de Estudo.....	66
Figura III.3- Geologia da Área de Estudo.....	72
Figura IV.1 - Representação Esquemática da Estrutura de Um Sistema Modificado de Valenzuela (1988).....	89
Figura V.1 - Mapa Rodoviário.....	110
Figura V.2 - Relação Espacial de Proximidade para Mapa Rodoviário.....	112
Figura V.3 - Mapa da Rede Hídrica.....	113
Figura V.4 - Relação Espacial de Proximidade para Mapa da Rede Hídrica.....	114
Figura V.5 - Mapa de Susceptibilidade à Contaminação de Aquíferos Subterrâneos.....	115

Figura V.6 - Relação Espacial de Vizinhaça para o Mapa de Susceptibilidade à Contaminação de Aquíferos Subterrâneos.....	116
Figura V.7 - Mapa de Modelo Digital de Terrenos.....	117
Figura V.8 - Relação Espacial de Vizinhaça para Mapa de Modelo Digital de Terrenos.....	118
Figura V.9 - Mapa de Áreas de Planejamento.....	119
Figura V.10 - Relação de Vizinhaça para Mapa de Áreas de Planejamento.....	121
Figura V.11 - Mapa de Macrozoneamento.....	122
Figura V.12 - Análise de Vizinhaça para Mapa de Macrozoneamento.....	123
Figura V.13 - Mapa Final de Áreas Propícias e Impróprias para Implantação de Aterros Sanitários.....	125
Figura V.14 - Mapa de Áreas Propícias para Instalação de Aterros Sanitários.....	126
Figura V.15 - Mapa de Áreas Propícias à Instalação de Aterros Sanitários com mais de 200.000 m ²	126

LISTA DE TABELAS

Tabela III.1 - Indústria: Número de Estabelecimentos segundo Secretarias de Ação Regional/1990.....	59
Tabela III.2 - Indústria: Distribuição Relativa do Número de Estabelecimentos segundo Secretarias de Ação Regional/1990.....	60
Tabela III.3 - Movimento de Passageiros e Carga - Transporte Aéreo Campinas e Estado de São Paulo - 1985 a 1991.....	61
Tabela III.4 - Movimento: Transporte Aéreo Viracopos/Campinas - 1992.....	61
Tabela III.5 - Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Campinas em 1996.....	78
Tabela III.6 - Geração de Resíduos da Região de Governo de Campinas - 1985.....	79
Tabela IV.1 - Média do RMS(t) dos Mapas Digitalizados.....	98

LISTA DE QUADROS

Quadro III.1 - Áreas de Planejamento Contidas na Área de Estudo.....	47
Quadro III.2 - Densidade Demográfica por Unidades Territoriais Básicas.....	56
Quadro III.3 - Valores Percentuais Relativos às Classes de Rendimentos Médios Mensais do Chefe de Domicílio (expressos em salários mínimos).....	58
Quadro III.4 - Crescimento Populacional do Município de Campinas - 1940/1996.....	76
Quadro III.5 - Série Histórica e Projeção de Resíduos Urbanos Domiciliares do Município de Campinas: 1989/2002.....	77
Quadro IV.1 - Principais Vantagens da Utilização de Métodos Computacionais na Elaboração de Mapas.....	92
Quadro IV.2 - Categorização.....	99
Quadro V.1 - Comparação das Vantagens Entre os Modelos de Dados Raster e Vetorial.....	107
Quadro V.2 - Comparação das Desvantagens Entre os Modelos de Dados Raster e Vetorial.....	124

LISTA DE ABREVIATURAS

AP - Área de Planejamento
APA - Área de Proteção Ambiental
CAD - Computer Architectural Design
COHAB - Companhia Habitacional do Município de Campinas -
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz
DAAE - Departamento de Águas e Energia Elétrica
DIC - Distrito Industrial de Campinas
DXF - Drawing Interchange Files
GRASS - Geographic Resource Analysis Suport System
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IE - Instituto de Economia/ UNICAMP
IG - Instituto de Geociências de São Paulo
IPT - Instituto de Pesquisa Tecnológica
MDT - Modelo Digital de Terreno
ONG - Organização Não Governamental
PC - Personal Computer
PDC - Plano Diretor de Campinas
PI - Plano de Informação
PMC - Prefeitura Municipal de Campinas
RIMA - Relatório de Impacto Ambiental
RMS - Root Mean Square
SANASA - Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento
SAR - Secretaria de Ação Regional
SIG - Sistema de Informações Geográficas
SINERG - Sistema de Informações das Regiões de Governo
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas
UTB - Unidade Territorial Básica
UTM - Universo Transverso de Mercator

INTRODUÇÃO

É desnecessário afirmar que a apropriação do espaço terrestre é um dos maiores desafios que se impõem ao homem do século XX e, com maior peso, vai impôr-se no século XXI. Uma das manifestações mais contundentes dessa apropriação foi, sobretudo após a Revolução Industrial, o crescente e assombroso processo de urbanização. As estatísticas indicam que, até o final deste século, cerca de 80 a 90% das pessoas que povoarão o Planeta Terra viverão nas cidades.

O processo de urbanização intenso tem gerado uma série de desequilíbrios nas estruturas funcionais das cidades, desde os aspectos físicos até os administrativos e institucionais. A atuação do poder público no gerenciamento das cidades, independente de seu tamanho, tem sido sempre pautada pela supervalorização das grandes obras, grandes investimentos e a pouca importância dada aos serviços, à operação propriamente dita das cidades e à sua qualidade ambiental.

Não sendo exceção a esta regra, a cidade de Campinas enquadra-se perfeitamente a este lamentável quadro. Uma das razões da escolha desta região foi que em função do grande desenvolvimento e crescimento populacional e industrial verificado nas últimas décadas, a cidade cresceu de forma aleatória, gerando uma série de problemas que vão dizer respeito as formas e políticas adotadas nos cunhos urbano e ambiental.

Tendo em vista esses problemas supra citados e com o intuito de apresentar mais uma ferramenta de planejamento, a presente dissertação teve por objetivo gerar um banco de dados geo-referenciados sobre o meio físico da área de estudo, e, a partir deste banco de dados utilizar o Sistema de Informações Geográficas - SIG GRASS 4.1 a fim de buscar e propor novas áreas para a instalação de aterros sanitários, que, atualmente, representam um dos mais comuns métodos de disposição de resíduos sólidos.

Realizou-se uma revisão bibliográfica que teve por finalidade selecionar a fundamentação teórica para produzir esta dissertação, partindo-se do pressuposto de que a questão urbana, seu crescimento e suas formas de planejamento, estão intimamente relacionados a produção de resíduos e, a falta de áreas adequadas para sua disposição, ocasionando impactos cada vez maiores ao meio, sobretudo nas áreas de adensamento demográfico e alto índice de urbanização.

O tema urbanismo foi abordado sob o enfoque da grande mobilidade das cidades, suas características de impacto ao meio ambiente, principalmente no que vai dizer respeito ao processo de geração dos resíduos sólidos, uma vez que está diretamente relacionado ao universo da cidade, é variável em função da diversidade das fontes geradoras, cuja complexidade irá determinar o grau de heterogeneidade da massa de resíduos.

Várias tentativas tem sido realizadas para solucionar os problemas gerados pelo crescimento sem planejamento verificado nas cidades, entretanto a experiência recente tem demonstrado que a simples utilização de novas tecnologias de produção de conhecimento não assegura por si só a possibilidade de ruptura com os antigos paradigmas de aprendizagem. O mesmo se aplica ao planejamento urbano em que disponibilidade cada vez maior de meios tecnológicos de informação, não garante a ruptura com os antigos métodos e escalas de trabalho tradicionais.

A cultura de tratamento de informações nas cidades brasileiras apontam uma dispersão dentro dos deficientes órgãos das administrações, estas por sua vez apresentam, com frequência, sobreposição de dados e de fontes de uma mesma informação. Esta má gestão de dados acaba acarretando pontos de estrangulamento na estrutura funcional e técnico-administrativa, que não apenas contribuem para sua baixa produtividade, como ainda prestam um deserviço ao cidadão, obstruindo o acesso à informação.

A coleta e, especialmente a disposição do lixo constituem um dos mais típicos e graves problemas de escala urbana, embora a existência seja percebida pelos

cidadãos apenas quando não há coleta regular. Porém, mesmo quando o lixo é coletado, também pode ocorrer a falta de espaço ou de alternativas para a sua disposição sendo que, freqüentemente, ele é disposto em “lixões”, constituindo grave problema sanitário.

Na atualidade, os processos de modernização da produção sócio-econômica tem incorporado como elementos básicos os conceitos de redução de impactos ambientais. Acrescenta-se ainda, que a humanidade descobre a passos largos que os materiais denominados genericamente como resíduos podem e devem ser focalizados sob uma ótica, onde os custos para tratamento ou disposição de materiais considerados “descartáveis” atingiram níveis proibitivos, acarretando um inevitável esforço, via tecnologia, para sua reabsorção.

Estas tecnologias vão dizer respeito também a uma busca rápida de soluções, uma vez que isto se torna extremamente necessário quando analisamos o caráter dinâmico do ambiente urbano e dos dados referentes à produção de resíduos. Atualmente, as ciências ambientais, principalmente aquelas que manipulam dados cartográficos, contam com um instrumento específico que permite o armazenamento, o tratamento e a análise de dados relacionados à superfície do terreno. Este instrumento, baseado no tratamento de dados por meio de SGBD - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados, tem o nome de Sistema de Informação Geográfica - SIG.

Nesta ferramenta cada componente a ser estudado é considerado um tema, quando representado em produto cartográfico, cada tema pode ser associado a um arquivo. Assim, uma certa porção da superfície terrestre pode ser representada por vários arquivos no interior do sistema, esses arquivos são chamados de planos de informação. A nível municipal, o tratamento geo-referenciado é apenas um dos benefícios imediatos desta tecnologia nas administrações tanto em micro quanto em macro escala e os dados podem ser manipulados e atualizados da forma como o usuário necessitar.

I. A EXPANSÃO URBANA E SEUS EFEITOS NO MEIO AMBIENTE

Nas últimas décadas, o processo de urbanização acelerada e desordenada, e a concentração da população e das atividades econômicas no mesmo espaço, têm reforçado um padrão ambiental altamente degradado em consequência de um modelo de desenvolvimento que leva ao uso predatório dos recursos naturais. As cidades estão no cerne dessa questão: centros de produção e consumo são grandes exploradoras de recursos naturais - como água, combustíveis fósseis e terra agriculturável, concentrando os problemas mais sérios de degradação ambiental.

O quadro urbano brasileiro expressa uma gigantesca concentração de miséria e um comprometimento ambiental que provocam graus crescentes de deterioração da qualidade de vida. Enchentes, erosões, deslizamentos, poluição das águas e do ar, a diminuição do “verde”, atingem o cotidiano da população e, principalmente, o dos setores mais pobres e em regiões carentes de infra-estrutura.

Uma das causas da degradação do ambiente urbano é a densificação desordenada das cidades. A situação no Brasil é paradoxal: enquanto a maioria das cidades tem uma densidade média no entorno de 50 a 80 habitantes por hectare, o que faz com que os custos de infra-estrutura por pessoa sejam altíssimos, existem áreas urbanas com densidades líquidas muito altas, particularmente nos grandes centros urbanos, embora com um percentual de vazios urbanos expressivo. Vários exemplos poderiam ser citados de cidades em todo o país que apresentam esse quadro de ineficiência na ocupação do solo: nas cidades médias a proporção de lotes vagos fica em torno de 50%, o município do Rio de Janeiro igualmente apresenta um índice de ociosidade próximo de 50% da área urbanizada, enquanto a área central de São Paulo chega a 27% de subutilização.

Essa situação, associada a desenhos urbanos e habitacionais inadequados, leva a padrões de qualidade de vida muito baixas. A combinação desses fatores com as limitações econômicas na produção de habitações populares e provisão de serviços

gera, como consequência óbvia, um espaço urbano de baixa ou nenhuma qualidade de vida.

A questão do tamanho das cidades também afeta a qualidade do meio ambiente. Existe uma correlação muito forte entre tamanho urbano e degradação ambiental, observada na maioria dos países, e também no Brasil.

Os dados disponíveis evidenciam que todos os indicadores ambientais - relativos à poluição do ar, da água e do solo - são piores nas maiores concentrações urbanas. Esse quadro pode ser explicado por uma série de fatores:

- dificuldades de expandir as redes de serviços de saneamento para as periferias urbanas, de ocupação mais recente, e pela obsolescência das redes instaladas nos núcleos que sofreram um adensamento não planejado;
- problemas gerados pela baixa capacidade de gestão urbana e ambiental sobre um espaço em constante expansão e alteração de usos;
- dificuldades enfrentadas pelas cidades para financiar a provisão de serviços de infra-estrutura, em consequência da crise econômica que afetou, por um lado, a capacidade de investimento do Governo e, por outro lado, a capacidade da população de pagar os altos custos dos serviços.

Os problemas enfrentados pelas cidades brasileiras, em constante e desordenado crescimento, vêm se constituindo em um grande desafio à capacidade técnico-administrativa dos responsáveis pelo gerenciamento urbano, principalmente após a constatação de que os efeitos das poluições provocadas pelo meio urbano são também de dimensões maiores do que se imaginava, aliado ao fato de que as cidades continuam a crescer de forma cada vez mais acelerada, tanto em termos de espaço, quanto em termos de população (TAUK-TORNISIELO, *et alii*, 1995).

A maioria dos projetos urbanos produz algum tipo de impacto, com efeitos positivos ou negativos das alterações ambientais sobre a dinâmica e equilíbrio de um local ou região, considerados quaisquer de seus elementos, produzindo importantes

reações em cadeia (CLÁUDIO, 1986).

Ao abordarmos o tema cidades sob a ótica de que ela produz impactos no meio ambiente enquanto expande, devemos necessariamente avaliar os processos causados por estas alterações, principalmente os relativos às interações físico-químicas na água e no solo, a erosão pela água, a deposição dos sedimentos e a circulação de partículas e gases no ar. O meio biótico das cidades, neste capítulo foi analisado segundo o conceito de ecossistema, abrangendo a comunidade biótica que interage com o meio físico, a qual está quase sempre sujeita a alterações pela maioria das atividades contidas nas cidades, que, entre outras, causam o rompimento da cadeia alimentar (ou trófica)¹ e da estrutura trófica dos ecossistemas² bem como dos seus fluxos energéticos³ e de materiais (VASCONCELOS *et alii*, 1995).

À luz da premissa de que o ambiente urbano envolve inúmeros aspectos de elevado grau de complexidade, DIAS apud HARDT (1992a) afirma que os sistemas urbanos têm sido evitados em estudos ambientais integrados, por serem demasiadamente complexos para análises precisas.

¹ “O canal de transferência de energia entre os organismos; cada conexão (elo) alimenta-se do organismo precedente e, por sua vez, sustenta o próximo organismo” (GOODLAND, 1975)

² “A comunidade total de organismos, junto com o ambiente físico e químico no qual vivem se denomina ecossistema, que é a unidade funcional da ecologia” (BERON, 1981).

³ “É a circulação, entrada e saída de nutrientes do ecossistema que são afetados pelo comportamento animal, especialmente alimentar e reprodutivo” (NEGRET, 1982).

I.1 ECOSSISTEMA URBANO

BELART (1976) classifica os ecossistemas em naturais e artificiais, incluindo nestes últimos as cidades. Os centros urbanos, segundo MESQUITA (1978), tendem a uma complexidade natural decrescente e a um aumento cada vez maior de elementos e estruturas artificiais.

É possível, portanto, o estabelecimento de uma escala de alteração dos ecossistemas. Do ponto de vista humano, SUTTON & HARMON (1977) dividem os ecossistemas em quatro classes:

- ecossistemas naturais maduros, que não são utilizados nem habitados pelo homem;
- ecossistemas naturais controlados, que são controlados pelo homem para uso recreativo ou para produção de recursos naturais;
- ecossistemas produtivos, que são empregados para produção intensiva de alimentos ou de recursos naturais;
- ecossistemas urbanos, onde o homem vive e trabalha.

DIAS (1992) afirma que os sistemas urbanos têm se tornado uma fonte de aumento de instabilidade na biosfera.

SUTTON & HARMON (*op cit*) comentam que a expansão da população mundial tem requerido um controle ambiental intensivo, com a intervenção do homem criando ambientes completamente novos. Um ecossistema urbano constitui o ambiente onde o homem exerce seu controle mais intensivo.

Para PERLOFF *apud* HARDT (1994) o meio urbano é um sistema aberto, que pode ser considerado como um sistema autocontido, porém não fechado, e altamente inter-relacionado, formado por elementos naturais e produzidos pelo homem, em distintas combinações. Como sistema, está condicionado a processos diversos de retroalimentação.

McLOUGHLIN (1971) afirma que um sistema é um conjunto de partes

interconectadas, porém, cada qual pode considerar-se como um sistema por si mesmo e todo o sistema pode integrar uma parte maior.

Para ODUM (1985), os aglomerados urbanos diferem dos ecossistemas heterotróficos comuns por apresentarem um metabolismo muito mais intenso por unidade de área, exigindo um influxo maior de insumos energéticos e uma grande necessidade de entrada de materiais, com dispersão significativa de energia.

BOYDEN *et alii* apud DIAS (1989) ilustra a cidade como um gigantesco animal imóvel que consome oxigênio, água, combustíveis, energia e alimentos, e excreta despejos orgânicos e gases poluentes, o qual não sobreviveria por muitos dias sem a entrada, nesse complexo sistema, dos recursos naturais dos quais depende.

Para MESQUITA (1978), os centros urbanos são ecossistemas *sui generis*, onde a intervenção humana causa profunda modificação do biótopo natural, substituição da comunidade biótica primitiva diversificada por outra com dominância do homem (antropocenose) e mudanças substanciais nas inter-relações dos organismos, entre si e com o ambiente e indica os seguintes componentes para um sistema ecológico urbano:

- abióticos, correspondendo ao biótopo, ou seja, o componente modificado do sítio;
- bióticos, comportando a biocenose, onde existe o predomínio do homem sobre a ocorrência de plantas e animais naturais remanescentes ou introduzidos.

Segundo BRANCO (1989), os componentes bióticos são responsáveis pelas seguintes funções:

- produção (econômica e cultural), especialmente para satisfação de necessidades humanas (*e.g.*: alimentação, abrigo, energia, cultura e transporte);
- importação de insumos ao sistema;
- transformação e consumo;

- exportação de resíduos e efluentes e conseqüente poluição (indicada como uma forma de decomposição).

Como qualquer ecossistema, o meio urbano é o resultado da combinação dinâmica dos fatores ambientais de ordem física, biológica e antrópica, que em determinada porção do espaço, tempo e momento social, formam um conjunto único e indissociável, que traz em seu interior toda uma herança e que se encontra em constante evolução. Como ecossistema, está relacionado a níveis de qualidade. A qualidade de vida, por sua vez, é o resultado da relação recursos/população.

1.2 METABOLISMO DAS CIDADES

A análise do metabolismo de uma cidade permite a verificação da qualidade do desenvolvimento (grau de sustentabilidade) e da eficiência global da cidade.

A mutilação das cadeias tróficas e o transtorno dos ciclos biogeoquímicos nas cidades originam a redução da capacidade auto-reguladora e anulação da auto-suficiência do ecossistema. Portanto, o sistema urbano não pode ter um limite em si mesmo, pois carece de suficiente autonomia e o sistema da matéria no meio urbano é acíclico (BRANCO, 1989).

MESQUITA (*op cit*) comenta que os estágios da matéria são fortemente modificados no meio urbano, com alterações provocadas por poluições no ciclo dos gases, imobilizações no ciclo dos minerais e alterações qualiquantitativas no ciclo das águas.

Tal como no caso da poluição do ar, a grande concentração industrial e urbana apresenta elevadas cargas orgânicas e inorgânicas em relação à capacidade assimilativa dos corpos receptores e torna suas águas incompatíveis para a maioria dos usos. Embora a poluição pontual das águas, associada à falta de saneamento básico, seja relevante, ela atua em conjunto com a poluição difusa, que remete ao

problema da contaminação hídrica por defensivos agrícolas, metais pesados, tóxicos e fertilizantes, mineradoras e industriais, que afetam o equilíbrio ecológico das bacias hidrográficas.

O despejo de esgotos domésticos *in natura* compromete os mananciais de abastecimento, reduzindo a capacidade de utilização dos corpos d'água. O escoamento superficial urbano contém vários poluentes que se depositam na superfície do solo, valas, bueiros, etc, e são arrastados pelas chuvas para os cursos d'água, constituindo uma fonte de poluição tanto maior quanto mais deficiente for a limpeza pública.

Predominantemente, a energia no meio urbano tem origem solar ou é derivada de importações (eletricidade, combustíveis fósseis e vegetais). A maior parte da energia calorífica proveniente do sol sofre absorção pelo ambiente e estruturas físicas urbanas ou dispersão. A energia calorífica transforma-se em energia cinética, e esta, por sua vez, em energia potencial, até atingir a degradação. Outra parte, menos significativa, é transformada em energia química de nutrição pela vegetação (BRANCO, 1989).

De forma geral, as importações e exportações das cidades são de grande significado no entendimento do meio urbano, principalmente se levarmos em conta que o homem tem necessidades tanto biológicas quanto culturais (SUTTON & HARMON, 1977).

Entre as necessidades biológicas estão ar, água, espaço, energia (alimentos e calor), abrigo e locais de eliminação de seus desperdícios. Como a maioria da população humana está concentrada nas áreas urbanas, os recursos do ambiente não são muitas vezes suficientes para as suas satisfações ou estão deteriorados. Com recursos culturais (em especial tecnológicos), o homem origina grandes entradas para a cidade. Mesmo se desconsiderarmos as atividades industriais e os movimentos atmosféricos, a pressão a qual está sendo submetida a natureza pelos resíduos urbanos é equivalente a 2,35 bilhões de toneladas (FRAGOMENI, 1992).

As necessidades culturais do cidadão envolvem desde organizações políticas, sistemas de trocas econômicas, tecnologia, transporte, comunicações, atividades sociais e intelectuais, além de sistemas de proteção e segurança.

L3 CRESCIMENTO URBANO

O rápido crescimento urbano é uma característica dominante do desenvolvimento das economias mais avançadas, verificado principalmente após o fenômeno da Revolução Industrial que foi o principal responsável pela migração campo/cidade na busca de uma melhor condição financeira. A ocorrência deste crescimento é tão generalizada, e suas implicações são tão amplas, que é possível considerar muito da história social e econômica recente como tentativas de co-habitar com as suas variadas consequências (SINGER, 1985).

Os dados acerca da mobilidade urbana, a atual forma de divisão social do trabalho, a redução da população economicamente ativa na agricultura indicam tendência a uma urbanização ainda maior. Apontam nessa direção outras evidências empíricas, como a propensão crescente à baixa natalidade, ao mesmo tempo em que há crescimento da população ativa. Aumenta o número de cidades e sua força, assim como os centros regionais, enquanto as metrópoles (como por exemplo, Salvador, Curitiba e Porto Alegre) tendem a crescer relativamente mais que as próprias metrópoles do sudeste do Brasil (SANTOS, 1994).

A expansão das grandes cidades e de suas crescentes áreas de influência iniciaram uma mudança que passou de lugares e padrões de vida predominantemente rurais para predominantemente urbanos, afetando a maioria dos países nos últimos anos. Atualmente, não somente grandes números de pessoas vivem em cidades ou em suas adjacências imediatas, mas segmentos inteiros da população são completamente dominados pelos valores, expectativas e estilos de vida urbanos. Desde as suas origens, como um lugar de emprego não-agrícola, a cidade tornou-se o foco dos maiores estímulos social, cultural e intelectual na sociedade urbana moderna (CLARK, 1985).

As cidades surgem quando as instituições e mecanismos sociais estão desenvolvidos, o que capacita a população a co-habitar em grandiosas concentrações

no espaço. A organização social está, portanto, primeiramente em concordância com o desenvolvimento econômico, na qualidade de variável independente no crescimento urbano, exigindo cada vez mais dos governantes, tanto a nível municipal, quanto estadual e federal, a apresentar novas formas de planejamento, criando instrumentos que tornem mínimos os impactos causados pelo crescimento urbano (RODRIGUES, 1994).

A tendência que se verifica é de que as cidades não deverão parar de crescer, no entanto, podem crescer melhor se forem entendidas como um conjunto. Para que isto ocorra é necessário que se utilize as ferramentas do planejamento e estabelecer diretrizes que visem não apenas a ocupação de espaços simplesmente, mas que levem em conta que aquele espaço é parte integrante de um todo, que muitas vezes podem causar interferência negativa na comunidade que o cerca (PARANHOS, 1979).

L4 QUESTÕES AMBIENTAIS & URBANIZAÇÃO

A literatura tem comprovado através das últimas décadas que uma das conseqüências do processo de urbanização é a poluição do meio ambiente, onde a crescente falta de equilíbrio entre o homem e a natureza já se faz evidente, especialmente quando se verifica os altos níveis de erosão do solo, poluição em geral e o desgaste da qualidade estética de alguns componentes do ambiente arraigados em certas culturas (SIMMONS, 1982).

MOTA (1981), descreve a poluição como qualquer alteração das características de um ambiente (água, ar ou solo) de modo a torná-lo impróprio às formas de vida que ele normalmente abriga. Essas modificações podem ser resultantes da presença, lançamento ou liberação, no ambiente, de matéria ou energia, em quantidade ou intensidade tais que o tornem impróprio.

Desta forma o processo de urbanização resulta em modificações sobre o meio ambiente, como conseqüência de:

- alterações no ambiente terrestre, necessárias à implantação da cidade;
- utilização dos recursos naturais, como fonte de matéria e energia necessárias às atividades humanas;
- lançamento no ambiente de resíduos resultantes de processos biológicos do homem.

Para JACOBI & TEIXEIRA (1996) o conflito ambiental no contexto urbano assume diversas características enquanto fator constitutivo da reprodução social e das suas contradições. O processo de urbanização acelerado e desordenado que se verifica hoje na maior parte dos centros urbanos de médio e grande porte no Brasil gerou o atual quadro de degradação ambiental e tem como principal característica a ausência de políticas públicas de uso e ocupação do solo, onde as leis de zoneamento

não atendem a realidade e este quadro geral é agravado pela ausência de fiscalização diante dos agravos ambientais provocados por atividades poluidoras das mais diversas origens.

Premeditada por um estilo de desenvolvimento que impôs alto grau de centralização e concentração urbana, a dinâmica de modificar o espaço que se verifica nas cidades tem modificado o traçado urbano e suas formas de expansão, em particular nas grandes cidades. A forma como se produz a ocupação sem qualquer regra ou limite, sem previsão de áreas para equipamentos públicos nem infraestrutura, e tampouco restrição à ocupação de áreas de risco (inundáveis ou sujeitas a deslizamentos) ou à proximidade com fontes poluidoras, tudo isso acrescido de precário sistema de controle e fiscalização das unidades produtivas, armazenamento e transporte de substâncias tóxicas (FÓRUM DE ONGs BRASILEIRAS - 1992).

RODRIGUES (1994), relata que a questão ambiental deve ser compreendida como um produto da intervenção da sociedade sobre a natureza, dizendo respeito não apenas a problemas relacionados à natureza mas sobretudo às problemáticas decorrentes da ação social, ou seja, a forma como esta sociedade se apropria do espaço a ser ocupado.

As alterações introduzidas pelo homem no ambiente são sempre procedidas de forma rápida e variada, tornando difícil a recuperação normal da natureza. Se entendermos a cidade como uma unidade ambiental, dentro da qual todos os elementos e processos do ambiente são inter-relacionados e interdependentes, veremos que uma mudança em um deles resultará em alterações em outros componentes. Com o crescimento acelerado das cidades, as necessidades deste ecossistema urbano aumentam na mesma medida que cresce também as modificações ambientais, com grandes prejuízos para o próprio meio (HARDT, 1992b).

Para JUCHEM (1992), a questão da área de influência permanece indefinida quanto a critérios, metodologia e escalas apropriadas para estudo de diversos tipos de interferências modificadoras do ambiente.

Em todos os ecossistemas há uma interação entre seus diversos elementos: a temperatura, os ventos, as chuvas, as águas de superfície e subterrâneas, a altitude e a inclinação dos terrenos, a vegetação, o tipo de solo etc. Nas cidades, o homem e suas construções mudaram drasticamente o funcionamento desses elementos, rompendo um equilíbrio que antes havia na natureza (HARDT, 1994).

Vários são os efeitos no meio ambiente quando se fala em crescimento urbano sem planejamento. No clima e ar, o adensamento de volumes construídos provoca uma série de alterações microclimáticas, envolvendo características de temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, nebulosidade, radiação, regime de ventos, entre outras. A emissão de poluentes gasosos e de materiais particulados à atmosfera gera a deterioração da qualidade atmosférica, assim como a geração intensa de ruídos (principalmente da circulação de veículos e das atividades industriais e de serviços) conduz à poluição sonora. Outra característica climática a ser considerada nos ambientes urbanos é a formação das chamadas "ilhas de calor" (HARDT, 1992b).

Alterações qualiquantitativas da água superficial e subterrânea são determinadas pela impermeabilização extensiva do solo, rebaixamento do lençol freático e emissão de poluentes hídricos. As várias transformações da conformação original da superfície, modificações nos níveis de consistência, compacidade e transmissividade hidráulica do solo, além da emissão de poluentes edáficos, promovem alterações físicas, químicas e biológicas do solo e subsolo (HARDT, 1992b).

A redução da diversidade biológica pela eliminação gradativa da cobertura vegetal nativa é certamente uma das principais características do ecossistema urbano, gerando condições propícias ao sinantropismo e proliferação de vetores, a partir da destruição de habitats naturais (HARDT, 1992a).

CAVAGUTI (1995), alerta que nas cidades a maior parte das erosões foi causada pela atividade antrópica, com uso e ocupação inadequada do solo. Caminhos criados em áreas com cobertura vegetal, desmatamentos, queimadas, abertura de

vicinais e rodovias pavimentadas sem infra-estrutura adequada, núcleos habitacionais com ruas de traçado inadequado, sem pavimentação e sem infra-estrutura drenante (ou quando presente, sem estrutura de dissipação de energia adequados nos pontos de descarga), sistema de galerias pluviais deficientes (erros de projeto e/ou construídos e/ou de manutenção) têm sido as principais causas geradoras das erosões.

Verifica-se que a multiplicação dos elementos construídos e atividades no ambiente urbano propiciando desconforto ambiental urbano e das edificações, a degradação da paisagem e, conseqüentemente, a poluição visual (HARDT, 1992a).

Se por um lado a concentração de pessoas e de atividades nas cidades promove a otimização da infra-estrutura e serviços urbanos, por outro a expansão da cidade e crescimento da população provocam uma pressão constante que determina a tendência à deficiência dos sistemas (WARD, 1994).

No sistema de circulação (sistema viário e transportes), são crescentes as dificuldades de deslocamento pelo aumento progressivo da intensidade de fluxos. No saneamento são várias as insuficiências, com a impermeabilização excessiva do solo, erosão e inundações prejudicando a drenagem urbana, o comprometimento de mananciais provocando reflexos imediatos no abastecimento d'água, o acréscimo constante de efluentes líquidos orgânicos pressionando o esgotamento sanitário, e a quantidade crescente de lixo saturando as condições de coleta, tratamento e disposição final de resíduos sólidos (HARDT, 1994).

No sistema de energia, verifica-se o acentuado desperdício e a crescente importação de eletricidade e de insumos para fins térmicos (combustíveis fósseis e vegetais); e nos sistemas de comunicações, através de seus meios indiretos, reduzem a diversidade de formas de sociabilidade.

Quanto mais complexa se torna a estrutura urbana, presenciam-se problemas variados de administração e finanças públicas, especialmente pela baixa capacidade de gestão urbana de seus responsáveis diretos, notadamente no que tange aos países de Terceiro Mundo. Além disso, ocorrem muitas vezes conflitos entre normas e

legislações específicas, além da falta de adequada aderência às características locais urbanísticas (ROLIM, 1990).

Cabe salientar que cada um dos fatores citados não deve ser interpretado individualmente, mas em interação com os demais, em diferenciados níveis de complexidade. A inter-relação de todos os fatores urbanos revela, por conseguinte, a qualidade ambiental da cidade, ou seja, a condição do meio de passar normalmente por ciclos e evoluir (HARDT, 1992b).

Sob este aspecto, DIAS (1989) comenta que os sistemas urbanos parecem ter uma tendência oposta a dos ecossistemas naturais pois, a estabilidade diminui com o crescimento de sua complexidade, o que os torna mais frágeis e passíveis de disrupção. Parte dessa vulnerabilidade deve-se ao não reconhecimento das comunidades urbanas como sistemas, na verdade, ecossistemas; como consequência o planejamento e a viabilização de uma cidade carecem dessa visão sistêmica.

Desta forma, os gestores urbanos tem criado mecanismos de planejamento no intuito de tentar minimizar os efeitos causados por este crescimento. Um fato marcante que significou grandes mudanças na consciência ambiental foi a Resolução No. 01/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) que define o instrumento de avaliação dos empreendimentos impactantes no meio ambiente — RIMA (Relatório de Impacto Ambiental). O uso continuado deste instrumento leva alguns órgãos estaduais responsáveis pela política ambiental a considerá-lo uma ferramenta fundamental no planejamento ambiental. Deste modo, o planejamento, em todos os níveis, atinge um novo patamar que vem sendo consolidado após a Constituição Federal de 1988 por uma série de leis e decretos nos níveis municipal, estadual e federal (HARDT *et alii*, 1990).

No entanto, o processo de planejamento não termina após estar resolvidas estas questões, pois o Homem continuará incessantemente influndo de forma positiva ou negativa sobre o meio ambiente que ocupa, onde verifica-se que os fatores acima relacionados, resultado da combinação de uma modernização conservadora, aliada a

uma urbanização acelerada, são marcados por duas características fundamentais: um processo especulativo que norteia toda a produção do ambiente urbano, onde a deterioração das condições ambientais e das condições de vida são a contraface da valorização acentuada dos capitais que produzem o urbano.

Assim sendo, este processo necessita ser reavaliado e reanalisado de tempos em tempos. Para SCHEIBER *et alii* (1993) e SANTOS(1996), um dos aspectos de grande importância para planejamentos é analisar, em tempos futuros, a capacidade de manejo ou de implementação das diretrizes propostas em um plano, em vários níveis de administração governamental.

Outro fato verificado através da literatura é que muitos autores relacionam o fracasso de alguns planos por basearem-se em conceitos de desenvolvimento unidimensional ou conjunto de ações que não representam a realidade, por não apresentarem o conjunto de dados intrinsecamente integrado (SANTOS, 1996). Para que isto deixe de ocorrer faz-se necessário esta reavaliação do planejamento através de atualização do banco de dados que possa ser acessado com rapidez e eficiência, geo-referenciado, cruzado e historiado, para que possa ser consultado permanentemente.

II. PLANEJAMENTO URBANO: BREVE HISTÓRICO, OS CONCEITOS E USOS

À nível mundial dois fatos históricos tiveram grande importância na popularização do termo planejamento: o primeiro Plano Quinquenal da antiga União das Repúblicas Soviéticas, decorrente da Revolução Russa e, o Plano Econômico dos Estados Unidos, decorrente da quebra da bolsa de Nova York em 1929. Estas fórmulas propagaram-se rapidamente pelas Américas, passando pelo México, Colômbia, Chile, Cuba, Argentina e Brasil (ALMEIDA *et alii*, 1993).

No Brasil, podemos destacar alguns fatos que tiveram destaque, obviamente, muitos outros acontecimentos de igual importância fazem parte da história do planejamento no Brasil, esta pequena retrospectiva é nada mais que um breve resumo, onde procurou-se destacar, no nosso século, em ordem cronológica, fatos relevantes conforme segue:

- década de 20: em meados desta década, surgem os primeiros planos de grande alcance com propósito de viabilizar o desenvolvimento econômico da recém criada República Brasileira. Um projeto que merece destaque é o da Light para o fornecimento de energia para a capital federal e a próspera cidade de São Paulo. Para tanto, o Engenheiro Hyde projeta o Sistema Pomba e o Sistema Grande (conhecido hoje como Sistema Billings); estes dois sistemas não só aboliram a deficiência energética das duas cidades, mas individualmente interligado-as entre si;
- 1939: a era Vargas tentou trazer o planejamento institucional através do I Plano Quinquenal (Plano Nacional de Obras Públicas e de Aparelhamento de Defesa Nacional), que visava captação de recursos no exterior, no entanto, o planejamento terminou por ficar em segundo plano;

- década de 40: com a era Vargas é implantada o Plano de Obras de Equipamentos e através da tecnoestrutura nota-se um excepcional impulso nos setores de indústria pesada, exploração mineral, transportes e produção de bens de consumo. Através do Plano Salte marca-se uma fase de planejamento setorial dirigido pela economia estatal;
- década de 50: a era JK faz surgir o planejamento global e de longa duração através do Programa de Metas. Nesta época discutia-se no mundo todo o planejamento democrático como instrumento de planejamento, tal fato fez com que o Brasil trouxesse técnicos estrangeiros para ministrar estes procedimentos aos técnicos das instituições administrativas;
- década de 60: surgem os primeiros planos de planejamento global ou integrado (Plano de Ação Econômica do Governo, Plano de Desenvolvimento Econômico e Metas e Bases para Ação do Governo);
- década de 1970: além dos planos globais, surgem os planos regionais e setoriais de interesse econômico (dos setores de saúde, transportes , etc.; planos nacionais de desenvolvimento; PLANASA - Plano Nacional de Saneamento, dentre outros; e a criação dos polos petroquímicos). Segundo ALMEIDA *et alii*. (1993) o planejamento integrado começa a entrar em declínio *“devido à dificuldade de assimilação pelas prefeituras, os legados das equipes técnicas externas, as dificuldades financeiras para a efetivação da gestão do plano, a descontinuidade e o desconhecimento técnico por parte dos executores nacionais, problemas políticos que atropelam o plano proposto, e a falta de praticidade das proposições contidas nos planos”*;
- década de 80: surge o planejamento participativo através da participação da comunidade no processo de tomada de decisões através de negociações do agente interventor com os segmentos sociais interessados. No que tange ao planejamento ambiental ele começa a ser realmente reconhecido através da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei N°. 6.938, de 31 de agosto de 1981) de início apenas como parte dos planejamentos urbano, territorial e regional, e depois através da Resolução N°.

no espaço de processo de segregação social conflitantes com a ação homogeneizadora do meio urbano (BARAT, 1979).

Existem numerosas definições de planejamento. A maioria dos livros oferecem novas definições e muitos documentos de política nacional introduzindo sua própria definição para mostrar seus conceitos particulares de planejamento os quais os convêm. Entretanto, para CONYERS *et alii* (1992) “*a despeito da grande gama de definições existentes, planejamento é um processo contínuo o qual envolve discussões ou escolhas sobre maneiras alternativas do uso de recursos disponíveis, tendo como alvo a busca de sucesso em algum tempo no futuro*”. Esta definição tenta incorporar os principais pontos incluídos na maioria das outras definições e então convergir para os importantes elementos do conceito de planejamento com o objetivo de explorar a natureza do planejamento em mais detalhes. Para que esta visão (ou conceito) se transforme em algo viável e exequível, o autor atenta que é necessário analisar cada um dos seguintes elementos básicos:

- planejar significa escolher;
- o planejamento deve ser entendido como um significado de alocação de recursos;
- planejar com o significado de busca de objetivos; e,
- planejar para o futuro.

CONYERS *apud* SANTOS (1996), define planejamento como “*um processo contínuo que envolve decisões, ou seleções acerca de formas alternativas de utilizar recursos disponíveis, com o objetivo de atingir metas específicas em um determinado tempo no futuro*” ou ainda “*...é a elaboração, por etapas e a partir de bases técnicas, utilizando-se de roteiros e métodos determinados, de planos e programas com objetivos definidos*”.

Para NOGUEIRA (1980), planejamento nada mais é do que um instrumento de

no espaço de processo de segregação social conflitantes com a ação homogeneizadora do meio urbano (BARAT, 1979).

Existem numerosas definições de planejamento. A maioria dos livros oferecem novas definições e muitos documentos de política nacional introduzindo sua própria definição para mostrar seus conceitos particulares de planejamento os quais os convêm. Entretanto, para CONYERS *et alii* (1992) “*a despeito da grande gama de definições existentes, planejamento é um processo contínuo o qual envolve discussões ou escolhas sobre maneiras alternativas do uso de recursos disponíveis, tendo como alvo a busca de sucesso em algum tempo no futuro*”. Esta definição tenta incorporar os principais pontos incluídos na maioria das outras definições e então convergir para os importantes elementos do conceito de planejamento com o objetivo de explorar a natureza do planejamento em mais detalhes. Para que esta visão (ou conceito) se transforme em algo viável e exequível, o autor atenta que é necessário analisar cada um dos seguintes elementos básicos:

- planejar significa escolher;
- o planejamento deve ser entendido como um significado de alocação de recursos;
- planejar com o significado de busca de objetivos; e,
- planejar para o futuro.

CONYERS *apud* SANTOS (1996), define planejamento como “*um processo contínuo que envolve decisões, ou seleções acerca de formas alternativas de utilizar recursos disponíveis, com o objetivo de atingir metas específicas em um determinado tempo no futuro*” ou ainda “*...é a elaboração, por etapas e a partir de bases técnicas, utilizando-se de roteiros e métodos determinados, de planos e programas com objetivos definidos*”.

Para NOGUEIRA (1980), planejamento nada mais é do que um instrumento de

ação com adequação conforme funções existentes (integrada), com antecipação de resultados (relacionada ao futuro).

Para RODRIGUEZ (1994) o planejamento é um procedimento técnico-administrativo, que possui um caráter normativo e instrumental, sendo que sua concepção metodológica é um elemento básico. O autor dá ênfase de que este processo deve ser realizado através de pelo menos seis etapas, que se caracterizam *“por seus componentes específicos, seus produtos ou resultados, e por instrumentos concretos da análise regional”*. Cada fase deve ter prazos de execução dentro do planejamento urbano e são:

- Fase de Organização: diz respeito à implementação metodológica e operativa do processo em si;
- Fase de Inventário: é a base operacional de todo o processo de planejamento (caracterização geoecológica e sócio-econômica);
- Fase de Análises: refere-se à análise das propriedades das unidades geoecológicas e na sistematização dos indicadores ambientais básicos;
- Fase de Diagnóstico: avalia o potencial dos recursos, do estado e a deterioração geoecológica, os riscos, a avaliação da eficiência de uso e impacto atual, e a identificação dos problemas ambientais;
- Fase Propositiva: consta da elaboração do modelo de Organização Ecológico-Territorial, mediante o estabelecimento dos tipos fundamentais de uso; a sustentação dos princípios e critérios geoecológicos do modelo proposto; a proposição do sistema de medidas (aproveitamento, restauração, conservação e proteção), dirigidas a assegurar as políticas de gestão ecológica; o prognóstico das tendências e cenários alternativos do modelo e o estabelecimento dos instrumentos administrativos, jurídicos, legais e sociais que asseguram a aplicação do programa de Organização

ação com adequação conforme funções existentes (integrada), com antecipação de resultados (relacionada ao futuro).

Para RODRIGUEZ (1994) o planejamento é um procedimento técnico-administrativo, que possui um caráter normativo e instrumental, sendo que sua concepção metodológica é um elemento básico. O autor dá ênfase de que este processo deve ser realizado através de pelo menos seis etapas, que se caracterizam *“por seus componentes específicos, seus produtos ou resultados, e por instrumentos concretos da análise regional”*. Cada fase deve ter prazos de execução dentro do planejamento urbano e são:

- Fase de Organização: diz respeito à implementação metodológica e operativa do processo em si;
- Fase de Inventário: é a base operacional de todo o processo de planejamento (caracterização geoecológica e sócio-econômica);
- Fase de Análises: refere-se à análise das propriedades das unidades geoecológicas e na sistematização dos indicadores ambientais básicos;
- Fase de Diagnóstico: avalia o potencial dos recursos, do estado e a deterioração geoecológica, os riscos, a avaliação da eficiência de uso e impacto atual, e a identificação dos problemas ambientais;
- Fase Propositiva: consta da elaboração do modelo de Organização Ecológico-Territorial, mediante o estabelecimento dos tipos fundamentais de uso; a sustentação dos princípios e critérios geoecológicos do modelo proposto; a proposição do sistema de medidas (aproveitamento, restauração, conservação e proteção), dirigidas a assegurar as políticas de gestão ecológica; o prognóstico das tendências e cenários alternativos do modelo e o estabelecimento dos instrumentos administrativos, jurídicos, legais e sociais que asseguram a aplicação do programa de Organização

Ecológico-Territorial;

- Fase de Execução: consiste da instrumentação dos mecanismos de gestão, informação e sínteses (regulação e controle), dirigidos a assegurar a aplicação do modelo proposto de Organização Ecológico-Territorial.

Para SANTOS (1996) quando se trata da área de estudo e escala de trabalho em processos de planejamento costuma-se interpretar um conjunto de informações regionais referenciadas espacialmente e apreendidas de maneira holística.

Metodologicamente, esta concepção exige, a princípio, uma definição de unidade de trabalho a partir da compreensão da área que contenha as interações e pressões sobre os sistemas naturais ou antrópicos a serem estudados. A definição desta área não é simples. SANTOS (*op cit*) relata em sua experiência: “*Tem-se verificado que, na prática, a delimitação de áreas de influência ou de contenção de impactos ou pressões tem se mostrado uma tarefa extremamente difícil e complexa*”.

BIRKHOLZ (1979) nos relata que as cidades têm sido planejadas desde que o homem passou a residir em comunidades por ele construídas, sendo que o conceito de planejamento tem passado por uma série de variações, assim é que no passado “*o planejamento territorial referia-se somente às áreas urbanizadas, às cidades e denominava-se Urbanismo*”. Para ele o campo de planejamento teve uma significativa ampliação a partir da Carta de Le Tourrette onde o conceito passa “a abarcar o território como um todo, suas regiões, as áreas rurais, a rede urbana como um conjunto e cada cidade, do ponto de vista particular. Essa ampliação de escalões de planejamento, levou os autores da Carta a se preocuparem com o planejamento de países, continente e, num último e final escalão, até mesmo da própria terra”.

Desta forma, a literatura nos mostra que o Homem tem planejado as cidades por serem elas o habitat de grande parte da população humana, a interferência antrópica na

natureza levou-o a (re)pensar sua qualidade de vida, e a planejar o seu meio ambiente, primeiro com interesses econômicos e depois pela preocupação com o nível de vida em si e o planejamento tem passado por subdivisões criando-se assim, o termo “planejamento ambiental”, não como parte dissociante dele, mas sim como parte integrante do processo (RODRIGUES, 1994).

Dentre as definições da literatura pesquisada optou-se por usar nesta dissertação, o pensamento de PARANHOS (1989), porque este autor apresenta uma visão holística do planejamento urbano, onde o espaço não deve ser trabalhado como parte isolada mas como algo integrante de todo o conjunto.

II.1 PLANEJAMENTO PARA DISPOSIÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS

Toda história de surgimento e consolidação das sociedades sempre se deu à custa de transformações da natureza ocasionando impactos ambientais sendo que uma das interferências mais abruptas é a própria existência da cidade. O processo de impacto ambiental é um processo histórico, do homem em um tempo histórico, alterando a natureza de formas diferenciadas, e a cidade é o clímax das relações sociais, possuindo, portanto, a capacidade de interferir em todos os ecossistemas (MELLO, 1995).

Para MAGLIO (1995), dentre os principais problemas ambientais que qualquer cidade enfrenta estão: a coleta e disposição inadequados de resíduos sólidos (serviço deficiente, e disposição imprópria de resíduos nas áreas de drenagem e nas margens dos rios); erosão e sedimentação, provocado por desmatamentos; atividades de mineração e urbanização irregular em relação à aptidão física do solo.

Estão sendo encontradas várias formas para aliar o planejamento ao equacionamento do problema dos resíduos sólidos. Talvez a mais famosa de todas as experiência seja o programa “Lixo que Não é Lixo” da Prefeitura Municipal de

Curitiba/PR, que surgiu para tentar minimizar as conseqüências do acúmulo de lixo na cidade de Curitiba e visando aumentar a vida útil do aterro sanitário. Este programa aproveita o lixo reciclável e conseqüentemente resulta em maior conservação da natureza, gera novas tecnologias capazes de permitir o reaproveitamento do material, produz uma série de novos empregos, permite uma maior conservação da natureza e proporciona uma melhoria na qualidade de vida da população (BSI, 1997).

Na cidade de Recife, a seleção e o tratamento do lixo impunham-se como fator determinante para a recuperação do meio urbano. Tornava-se, então, necessário motivar a mudança de hábitos da população para reduzir os resíduos descartados, estimular e articular a comercialização dos materiais recicláveis e possibilitar, assim, a geração de renda. Com o intuito de atingir as mais diversas camadas da população, a Coleta Seletiva efetiva-se por meio dos projetos “Nosso Papel é Reciclar” (coleta seletiva nos órgãos públicos), “Coleta Seletiva nas Escolas”, “Vidro Novo de Novo” e “Coleta Seletiva nos Condomínios”.

Outro programa pode ainda ser citado é o “Triturar para Construir”, uma antiga pedreira localizada na zona sul de Londrina/PR integrada a cadeia uso-reciclagem-uso. Nela foi instalada uma usina de moagem de entulhos, uma solução que pretende dar destino ecológicamente correto às quase 400 toneladas diárias de restos da construção civil, depositados principalmente nos fundos de vale. Do material reciclado, podem ser obtidos tijolos pré-fabricados, tubos de concreto, bloquetes para calçamento e outros materiais que atendam à necessidade de barateamento de casas populares – principal orientação do projeto. A Central de Moagem de Entulhos, ao reduzir e reciclar os resíduos da construção civil dispostos nos fundos de vale, responde com benefícios à população de baixa renda e contribui para a recuperação do meio ambiente.

Estes são apenas alguns exemplos de como o planejamento pode auxiliar na melhoria da qualidade ambiental, existem muitos outros que merecem citação. Na atualidade, inúmeros fatores contribuem para a formação da massa de resíduos sólidos

urbanos acompanhando as modificações sociais, notadamente as transformações tecnológicas que acontecem em ritmo cada vez mais acelerado, a produção de resíduos também se altera. Provavelmente as experiências citadas necessitem ser melhoradas ou mesmo que outras as substituam, mas é uma demonstração de que a criatividade aliada à boa vontade dos governos podem auxiliar para planejar a redução dos resíduos junto à população.

II.2 GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Resíduo é tudo aquilo que em determinado momento passou a não ter valor para seu atual proprietário. Por exemplo, no Brasil não temos minas de prata, entretanto somos produtores de chumbo cujo resíduo é a prata, que não é o principal objeto da atividade, pode retornar ao mercado, pois, outros têm interesse em adquiri-lo. Resíduo, portanto, é um estágio (LINDBERG, 1994).

Ao efetuarmos a análise dos últimos dados estatísticos publicados constata-se que pouco mais de 60% dos domicílios brasileiros têm coleta de lixo, representando cerca de 22 milhões de domicílios com cobertura destes serviços. Os 12 milhões restantes utilizam diversas formas de destino final: 37% queimam ou enterram o lixo, 47% jogam em terrenos baldios e outros locais, o restante dá outro tipo de destinação para o lixo. Esses dados indicam que um percentual muito pequeno dos resíduos sólidos recebem tratamento adequado (IBGE, 1991).

Em todas as regiões do país, o problema que se coloca é muito sério, uma vez que a 75% da população despeja seus resíduos em vazadores a céu aberto (lixões), e apenas 25% recebem tratamento mais adequado: 12% em aterro controlado, 9% em aterro sanitário e o restante em compostagem, incineração e reciclagem. Somente 55% dos municípios brasileiros declaram ter recolhimento de lixo hospitalar, sendo que quase

50% são despejados em vazadouros a céu aberto e 45% desse lixo não têm coleta especial (GESNET 1997).

A adoção de vazadouro a céu aberto como solução para disposição final dos resíduos representa um sério risco que não se circunscreve apenas à área onde se localiza. Pelo fato de não receberem qualquer tipo de tratamento e controle, os lixões liberam gases e substâncias líquidas de elevadas toxibilidades, que poluem o ar, o solo, os rios e aquíferos subterrâneos e superficiais. Além de provocarem problemas ambientais contribuem para a degradação da paisagem urbana, afetando direta e indiretamente a população que mora em suas vizinhanças. Esses problemas concentram-se nos bairros periféricos, onde vivem as camadas mais pobres da população (RISSO, 1994).

A inexistência de sistemas adequados ao tratamento de resíduos líquidos e sólidos, resultantes tanto das atividades econômicas (agrícola, industrial e mineradora), além das domésticas, tem provocado também altos índices de poluição hídrica. Em relação ao setor industrial, destaca-se que a maior parte dos estabelecimentos com alto potencial poluidor da água localiza-se na região Sudeste, representando 52% do total, sendo que 21% estão no Nordeste e 19% no Sul. A concentração de estabelecimentos se dá nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, representando respectivamente 31% e 12% do país (GESNET, *op cit*).

Os resíduos sólidos urbanos são oriundos, segundo ORSI ,1993, basicamente das seguintes atividades:

- domésticas: incluindo as atividades comerciais e de serviços;
- industriais (nestes incluem-se os resíduos tóxicos);
- do serviço público: principalmente as aparas de gramas, podas de árvores e varrição;
- especiais: representadas pela indústria da construção civil, das festividades, das feiras livres e/ou similares;

- inerentes à saúde pública.

O lixo domiciliar é aquele originado da vida diária das residências, constituído por restos de alimentos (tais como, cascas de frutas, verduras etc.), produtos deteriorados, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens. Contém ainda, alguns resíduos que podem ser tóxicos - como por exemplo, tintas, solventes, pesticidas, repelentes, pilhas, frascos de aerossóis em geral (IPT, 1995).

As aparas de gramas e podas de árvores são realizadas tanto manualmente como por tratamento químico com herbicidas e devem ser efetuadas, em média, a cada três meses. Um planejamento mais detalhado deve considerar a velocidade de crescimento do mato e o serviço de podas, que varia significativamente conforme a estação do ano (IPT, *op cit*).

Define-se como lixo hospitalar os resíduos gerados nos serviços de saúde, como farmácias, clínicas veterinárias, laboratórios, postos de saúde, hospitais, clínicas médicas etc.; estes resíduos podem ser sépticos (quando apresentam riscos de contaminação, sendo classificados como perigosos pela NBR 10.004, da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas) e exigem manejo especial. Os resíduos considerados não-sépticos são originados de cozinhas, áreas administrativas etc., dos estabelecimentos de saúde. Na prática, tem ocorrido a mistura indiscriminada desses dois tipos de resíduos, dificultando processos de segregação, aumentando o volume e, conseqüentemente, os custos com transporte adequado e destinação final (PMC, 1996).

São considerados resíduos sólidos industriais em estado sólido e semi-sólido que resultam da atividade industrial, incluindo-se os lodos provenientes das instalações de tratamento de águas residuárias, aqueles gerados em equipamentos de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isto, soluções

economicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível (CETESB, 1993).

São considerados como resíduos sólidos tóxicos, determinados resíduos do processamento industrial que apresentam, em teste de lixiviação, determinados elementos ou compostos acima de níveis fixados em normas ou regulamentos. Esses elementos ou compostos tóxicos, que conferem periculosidade ao resíduo são: cromo total, cádmio, mercúrio, chumbo, arsênio, bário, selenio, cianeto, prata, compostos organo-clorados, compostos organo-fosforado e produtos contendo bifenil-policlorado. A presença de alguns desses elementos ou compostos acima de certa concentração, no resíduo sólido, leva a considerá-lo como perigoso (REINISCH, 1996).

II.3 ATERRO SANITÁRIO

Segundo a NBR 8419, *“aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível, reduzindo-os ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou em intervalos menores se necessário”*.

Para LIMA (1991), aterro sanitário é definido como um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente o lixo domiciliar, que fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite uma confinação segura, em termos de controle da poluição ambiental e proteção ao meio ambiente.

Já para CETESB (1985), aterro sanitário é definido como um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente o lixo domiciliar, que

fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite uma confinamento segura, em termos de controle da poluição ambiental e proteção ao meio ambiente.

IPT (1995), atenta para que o conceito de aterro sanitário deve ser entendido como o local onde o “lixo” deve ser purificado, minimizando o impacto ao meio ambiente. Essa é a concepção moderna de aterros sanitários, em função da não-disponibilidade de áreas e aumento dos volumes. Essa idéia pressupõe não somente a cobertura do lixo e a sua longa digestão anaeróbia constituindo-se em fonte constante de poluição, como também, acelerar sua inertização, minimizando e recuperando as áreas de disposição. Deve-se quebrar o ciclo do processo acumulativo do lixo, que polui o solo, a água e o ar, impedindo o uso mais nobre das áreas dos aterros.

Mesmo considerado como o método mais simples de destinação final e sanitariamente aceitável, o aterro sanitário exige cuidados especiais e técnicas específicas que devem ser seguidos, com base em critérios de engenharia (projeto, aterramento, drenagem, compactação, etc.) e procurando alcançar condições sanitárias adequadas - não poluição das águas, não proliferação de vetores, etc. (RISSO, 1994).

II.4 OUTRAS FORMAS DE DISPOSIÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Um fato determinante do grau de degradação ambiental que se verifica hoje nas cidades está inexoravelmente interligado aos problemas gerados pela destinação final dos resíduos sólidos¹ que tornou-se um problema emergente com o esgotamento da capacidade de armazenamento dos aterros em funcionamento e também com a ausência

¹ “Colocação definitiva dos resíduos no solo, de tal modo que não serão mais removidos daí, podendo ou não sofrerem transformações de sua composição após a disposição no solo” (RISSO, 1994).

de espaço físico adequado para a construção de novos (KLÜPEL, 1991).

Dentre os métodos mais comuns de tratamento de resíduos sólidos, considerados adequados sob o ponto de vista sanitário e ecológico, podemos citar além de aterros sanitários, os métodos de incineração, pirólise, compostagem e reciclagem (LEITE, 1995).

Para LIMA *apud* FERRUCCIO (1996), incineração é o processo de redução de peso e volume do lixo através de combustão controlada em temperaturas elevadas (871°C a 1204°C). Os remanescentes são geralmente gases (CO_2 , SO_2 , N_2 , gases inertes provenientes do ar e do próprio lixo e oxigênio do ar em excesso), água, cinzas e escórias que se constituem de metais ferrosos e inertes como vidros e pedras.

A pirólise, ou destilação seca é o processo pelo qual a biomassa é aquecida com taxas de temperatura controlada, em ambiente fechado, na ausência de agente oxidante (oxigênio). Pode ser chamado de destilação seca, pois ocorre uma decomposição térmica de biomassa, separando-a em vários componentes. Os componentes obtidos e suas quantidades dependem basicamente de quatro fatores: taxa de aquecimento, temperatura final, tempo de exposição à temperatura final e das dimensões da biomassa pirolisada (BEZZON, 1994)

Segundo ABNT (1988), incineração de resíduos sólidos é o processo de oxidação a alta temperatura que destrói, reduzindo o volume, ou recuperando materiais ou substâncias neles presentes.

Compostagem é a decomposição da matéria orgânica que ocorre por ação de agentes biológicos e, portanto, precisa de condições físicas e químicas adequadas para levar à formação de um produto de boa qualidade (IPT, 1995).

A incineração e a compostagem podem se tornar, em alguns casos, viáveis economicamente ou até mesmo necessárias, principalmente nas grandes cidades,

devendo-se ressaltar que tais métodos não descartam a existência de aterros sanitários em suas proximidades, uma vez que esses sistemas produzem resíduos de processo que não são aproveitáveis, ou ainda por fatores de segurança, na ocorrência de imprevistos que paralise as instalações, impossibilitando assim a recepção do lixo coletado (LEITE, 1995).

No caso específico dos incineradores, a situação é muito mais grave quando observada do ponto de vista dos ambientalistas e da corrente de cientistas que acreditam que o uso destes equipamentos quando utilizados para queima de resíduos clorados, incluindo lixo urbano, resíduos industriais e lixo hospitalar são responsáveis por 95% de todas as emissões conhecidas de dioxinas e que estas ao serem liberadas na atmosfera provocam câncer e já podem estar causando danos no sistema reprodutivo, de desenvolvimento e imunológico (EPA, 1989).

Algumas destas formas de tratamento e disposição tem sido melhoradas com o avanço tecnológico e a mais recente delas é uma nova maneira de tratar o lixo hospitalar e foi desenvolvido pelo IPT (1996). Ao invés de acumular as cinzas contaminadas dos incineradores hospitalares e o lodo rico em metais pesados das galvanoplastias em aterros sanitários ou em galpões, os pesquisadores submetem estes resíduos a altíssimas temperaturas - de 10.000 a 20.000°C - obtidas com a energização de gases.

O processo é chamado de tocha de plasma, porque se alcança o chamado quarto estado da matéria: o plasma ou um estado de vapor ionizado altamente condutivo onde, os resíduos sobem a temperaturas superiores a 1.500°C, fundem-se e ficam inertes. Os autores afirmam que as cinzas ou o lodo são transformados em sólido e resolvem o problema ambiental para o futuro, ou seja, os resíduos deixam de ser classe 1 e se transformam em classe 2 ou, se investirmos mais na depuração, podem até chegar a classe 3 ou 4. Além disso, alguns metais com baixo ponto de fusão - como o chumbo e o zinco - podem ser recuperados por evaporação em câmaras fechadas e reutilizados.

Segundo os pesquisadores, essa recuperação é um subproduto e só corresponde a 50% desses metais, reduz o volume do resíduo em até 90% e elimina o risco de contaminação. Pode-se investir na depuração e conseguir uma recuperação melhor, com um grau de pureza maior, para que os metais voltem a ser utilizados como matéria prima reciclada. Atualmente, tanto as cinzas de incineradores hospitalares, como o lodo de galvanoplastia são um grave problema ambiental. Acumulados em aterros sanitários ou galpões, muitas vezes sem a impermeabilização adequada do solo, tais resíduos acabam por atingir e contaminar lençóis freáticos e cursos d'água. As galvanoplastias mantêm estoques de seus efluentes a altos custos, uma vez que não podem ser jogados nos rios, nem misturados ao cimento, uma prática agora proibida pela Cetesb, a Companhia de Tecnologia e Saneamento Básico de São Paulo.

Reciclagem é a capacidade de um determinado elemento retornar ao ciclo de origem. Desta forma, os materiais biodegradáveis são também recicláveis pela ação dos microorganismos decompositores (SCHNEIDER, 1994).

Todas as atividades de reciclagem são precedidas pela separação dos diferentes tipos de materiais recicláveis presentes no lixo, que pode ser realizada na fonte de geração ou nos locais de disposição final (usinas ou pontos de recebimento). Estas formas irão definir os procedimentos geralmente empregados pelas Prefeituras na implantação de programas de reciclagem e coleta seletiva (IPT, 1995).

PMC (1996) aponta que o Brasil tem um perfil de produção de lixo com características tanto dos países desenvolvidos, com alto percentual de embalagens, como de nações em desenvolvimento, pela elevada participação de matéria orgânica.

De acordo com CALDERONI *apud* SCHARF (1997), o Brasil deixa de ganhar cerca de R\$ 4,6 bilhões anuais por não investir na coleta seletiva e na reciclagem. As indústrias do papel e do plástico são as que mais economizariam em água, energia e matérias-primas. O País emprega menos de um quinto de sua capacidade de

reaproveitamento de embalagens e outros produtos de consumo rápido, como jornais e revistas. Com isto, sofrem as prefeituras, que têm de construir novos aterros, e sobretudo as indústrias, que auferiram lucros extras derivados da reciclagem.

Os dados mais significativos de reciclagem são os de vidros e plásticos, programas comunitários implantados na cidade do Rio de Janeiro mostram que cerca de 40 toneladas/mês de garrafas deixam de ser levadas para os aterros. Os plásticos

Dentre os esforços para resolver os problemas ambientais nas cidades vários grupos tem sido fundados para auxiliar no equacionamento da questão da disposição de resíduos sólidos a partir da criação de programas de educação ambiental que são levados nas escolas de 1º e 2º graus, universidades e centros comunitários. No entanto, verifica-se que é necessário uma maior agressividade por parte das autoridades governamentais na implementação destes programas pois são eles a base para o sucesso de qualquer tentativa cujo objetivo seja a proteção ambiental.

A necessidade de superar a disposição em aterros, aliada à urgência reclamada para a viabilização de alternativas, tem colocado no cenário social a emergência de um novo conflito de natureza ambiental envolvendo os mesmos atores. Entretanto, os poderes públicos acreditam que os aterros são a única forma de evitar o colapso com relação ao sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos (JACOBI *et alii*, 1996).

II.5 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A legislação ambiental brasileira ganhou mais força a partir dos anos 80, tanto devido aos crescentes problemas provocados pela poluição quanto pela maior conscientização da população de que poderia ter, por meios legais, uma melhoria na qualidade de vida.

A estrutura administrativa criada pela Lei Nº 6.938/81 para o gerenciamento das ações de utilização dos recursos naturais e proteção da qualidade ambiental está constituída pelo Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, que tem como órgão superior o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA e tinha como órgão central a Secretaria Especial de Meio Ambiente - SEMA sendo constituído por todos os órgãos e entidades federais (órgãos setoriais), estaduais (órgãos seccionais) e municipais (órgãos locais) envolvidos com esse gerenciamento. As atribuições da SEMA foram transferidas ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, pela Lei Nº 7.735 em 22 de fevereiro de 1989 (REINISCH, 1996).

Como instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei Nº 6.938/81), podemos citar:

- normas e padrões de qualidade ambiental;
- zoneamento ambiental;
- licenciamento ambiental;
- incentivos à produção e instalação de equipamentos e criação ou absorção de tecnologias, voltadas para a melhoria da qualidade ambiental;
- penalidades ao descumprimento das medidas necessárias à preservação ou recuperação da qualidade ambiental.

Assim, o ponto de partida paradigmático para o estudo da legislação ambiental brasileira é a Lei Nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Tal diploma definiu a Política Nacional do Meio Ambiente, contemplando instrumentos e princípios a serem utilizados na sua realização, tornando-se a primeira tentativa de sistematização da matéria e entre outros, conceitua legalmente o termo “meio ambiente”² (FELDMAN, 1986).

² “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite

Segundo HARDT (1992a), o termo “impacto ambiental tenha sido utilizado sob a égide da legislação brasileira desde os instrumentos de implementação da Política Nacional do Meio Ambiente, objeto da Lei Federal Nº 6938, de 31 de agosto de 1981³, e sua regulamentação pelo Decreto Federal Nº 88.351, de 01 de junho de 1983⁴, sua definição legal é tratada pelo CONAMA no Artigo 1º, de sua Resolução Nº 001, de 23 de janeiro de 1986⁵ (HARDT, 1992a), alterada pelas Resoluções Nº 11/86 e Nº 05/87).

Na tentativa de minimizar o quadro de conflitos ambientais gerados entre as atividades urbanas, o aparato administrativo dos governos em suas diversas instâncias tem buscado criar leis de cunho ambiental primeiramente analisando a questão como um bem à toda a humanidade, como pode se observar na Constituição Federal Brasileira em seu Artigo 225, Parágrafo 1º⁶, e, na Constituição Federal do Estado de São Paulo, através do Capítulo IV, Seção I, Artigos 191 e 192⁷.

abrigar e reger a vida em todas as suas formas”

³ O Artigo 9 prevê a avaliação de impactos ambientais - AIA.

⁴ O Artigo 10, em seus Parágrafos 1º e 2º, fixa a exigência de estudos de impacto ambiental para fins de licenciamento de atividades potencialmente poluidoras ou empreendedoras capazes de causar degradação ambiental.

⁵ “considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais (PARANÁ, 1990).”

⁶ Art.225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

⁷“Art. 191 - O Estado e os Municípios providenciarão, com a participação da coletividade, a preservação, conservação, defesa, recuperação e melhoria do meio ambiente natural, artificial e do trabalho, atendidas as peculiaridades regionais e locais e em harmonia com o desenvolvimento social e econômico.

“Art. 192 - A execução de obras, atividades, processos produtivos e empreendimentos e a exploração de

Entre os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (Parágrafos 1 e 2⁸), criou-se o licenciamento ambiental como prática de regulamentação das atividades consideradas impactantes, estabelecidas na Lei nº 6938 (Art. 9º) e alterada pela Lei nº 7.804/89 (Art. 10º) e pelo Decreto nº 99.274/90 (Art. 19º).

Este licenciamento está vinculado à questão dos resíduos sólidos, podendo ser verificado na Portaria Federal nº 053, datada de 01 de março de 1979, onde esta questão encontra-se incluída entre as atividades de Controle da Poluição e Meio Ambiente⁹, sendo os resíduos veículos de poluição do solo, do ar e das águas e de que as áreas utilizadas para sua disposição são passíveis de deterioração.

A disposição final dos resíduos sólidos é inexoravelmente circundada pela expectativa de impactos ambientais de diversas ordens, durabilidade e graus de reversibilidade, principalmente quando dispostos de forma inadequada, podem causar a poluição tanto da água como do ar e, principalmente, do solo e subsolo. Quando esses são fragmentados em pequenas partículas e transformados em pó também podem causar a poluição do ar (ORSI, 1993).

recursos naturais de qualquer espécie, quer pelo setor público, quer pelo setor privado, serão admitidas se houver resguardo do meio ambiente ecologicamente equilibrado.”

⁸ “Parágrafo 1 - A outorga de licença ambiental, por órgão ou entidade governamental competente, integrante do sistema unificado para esse efeito, será feita com observância dos critérios gerais fixados em lei, além de normas e padrões estabelecidos pelo Poder Público e em conformidade com o planejamento e zoneamentos ambientais.”

“Parágrafo 2 - A licença ambiental, renovável na forma da lei, para a execução mencionadas no “caput” deste artigo, quando potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente, será sempre precedida, conforme critérios que a legislação especificar, da aprovação do Estudo Prévio de Impacto Ambiental e respeito relatório a que se dará prévia publicidade, garantida a realização de audiências públicas. ”

⁹ “I - Os projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos bem como a fiscalização de sua implantação, operação e manutenção, ficam sujeitos à aprovação do órgão estadual de controle da poluição e de preservação ambiental, devendo ser enviadas à Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), cópias das autorizações concedidas para os referidos projetos.”

III. ÁREA DE ESTUDO

III.1 LOCALIZAÇÃO

A região em estudo localiza-se no município de Campinas, na região sudeste do Estado de São Paulo, distante 90 km da capital, com acessos principais pela Rodovia dos Bandeirantes, Via Anhanguera e Rodovia D. Pedro I. A área de estudo está entre os meridianos $47^{\circ} 14' 37''$ e $46^{\circ} 49' 12''$ W e os paralelos $22^{\circ} 52' 47''$ e $23^{\circ} 52' 47''$ e $23^{\circ} 03' 50''$ S (Figura III.1).

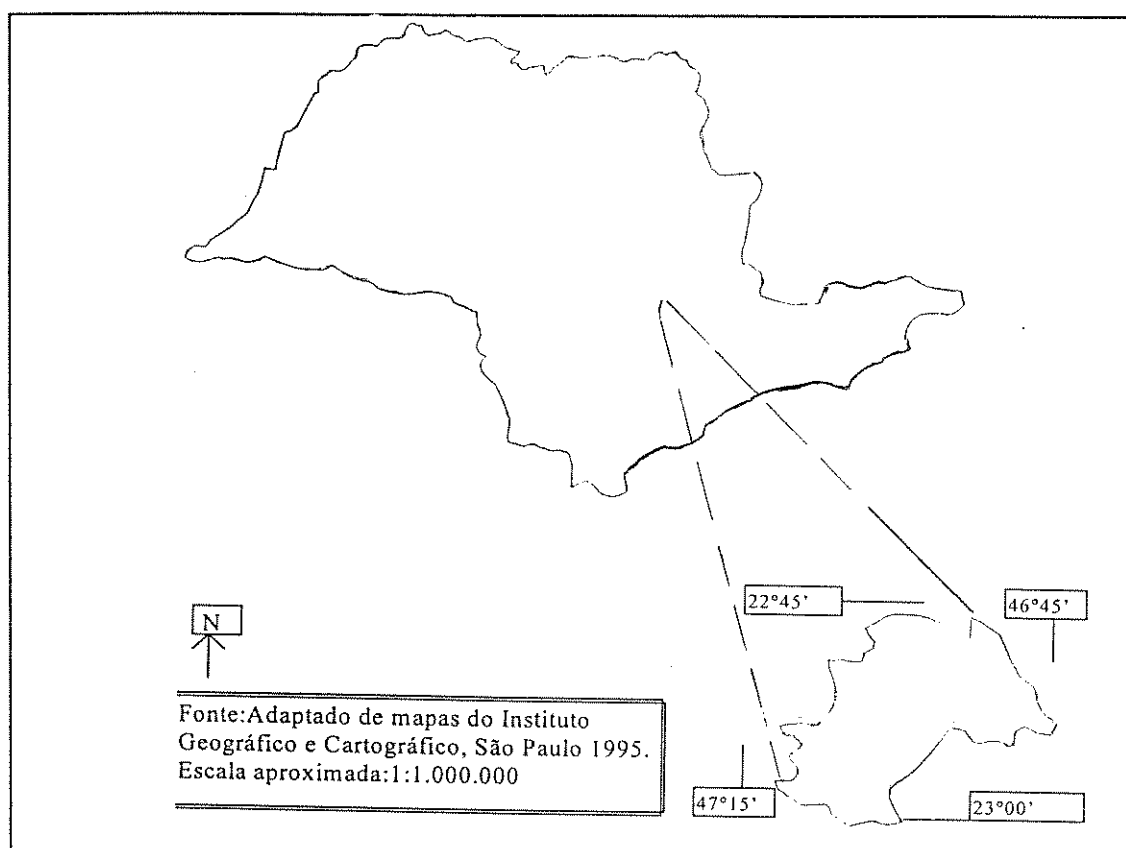


Figura III.1 Localização do Município de Campinas em Relação ao Estado de São Paulo

Fonte: SOUZA, 1997.

III.2 ZONAS DE PLANEJAMENTO AMBIENTAIS

Para fins de planejamento a Prefeitura Municipal de Campinas dividiu a cidade em quatro grandes áreas denominadas de Secretarias de Ação Regional - SARs, sendo elas: SAR Norte, SAR Leste, SAR Oeste e SAR Sul, que tem o papel de apoio no desenvolvimento e implantação das políticas públicas e dos Planos Locais. Estas Secretarias, por sua vez, foram subdivididas em 07 macrozonas (Figura III.2), delimitadas de acordo com critérios de identificação de barreiras físicas, tais como sistema viário, córregos e rios, que separam porções do espaço urbano que guardam grau significativo de homogeneidade. Como limites das macrozonas foram utilizados principalmente os divisores de água das microbacias e as barreiras físicas existentes no município. Foram identificadas macrozonas de planejamento com o seguinte perfil:

- macrozona de proteção e preservação ambiental, para as quais são estabelecidos critérios de proteção dos mananciais e do patrimônio natural e cultural;
- macrozona de restrição à urbanização, em função da qualidade ambiental e da existência de áreas rurais produtivas distantes da área urbana consolidada e para as quais não é indicada a urbanização a curto e médio prazos;
- macrozona de urbanização controlada, compreendendo áreas com características físico-ambientais a serem preservadas e áreas em processo de parcelamento e ocupação que necessitam de controle para sua incorporação à área urbana;
- macrozona de urbanização consolidada, correspondendo à área mais densamente ocupada da cidade, com destaque para o centro histórico, para a qual tornam-se necessários a otimização da infra-estrutura e dos investimentos públicos, o controle do processo de adensamento e programa específico de revitalização, buscando a preservação do patrimônio histórico-cultural e a obtenção de um espaço construído de qualidade;

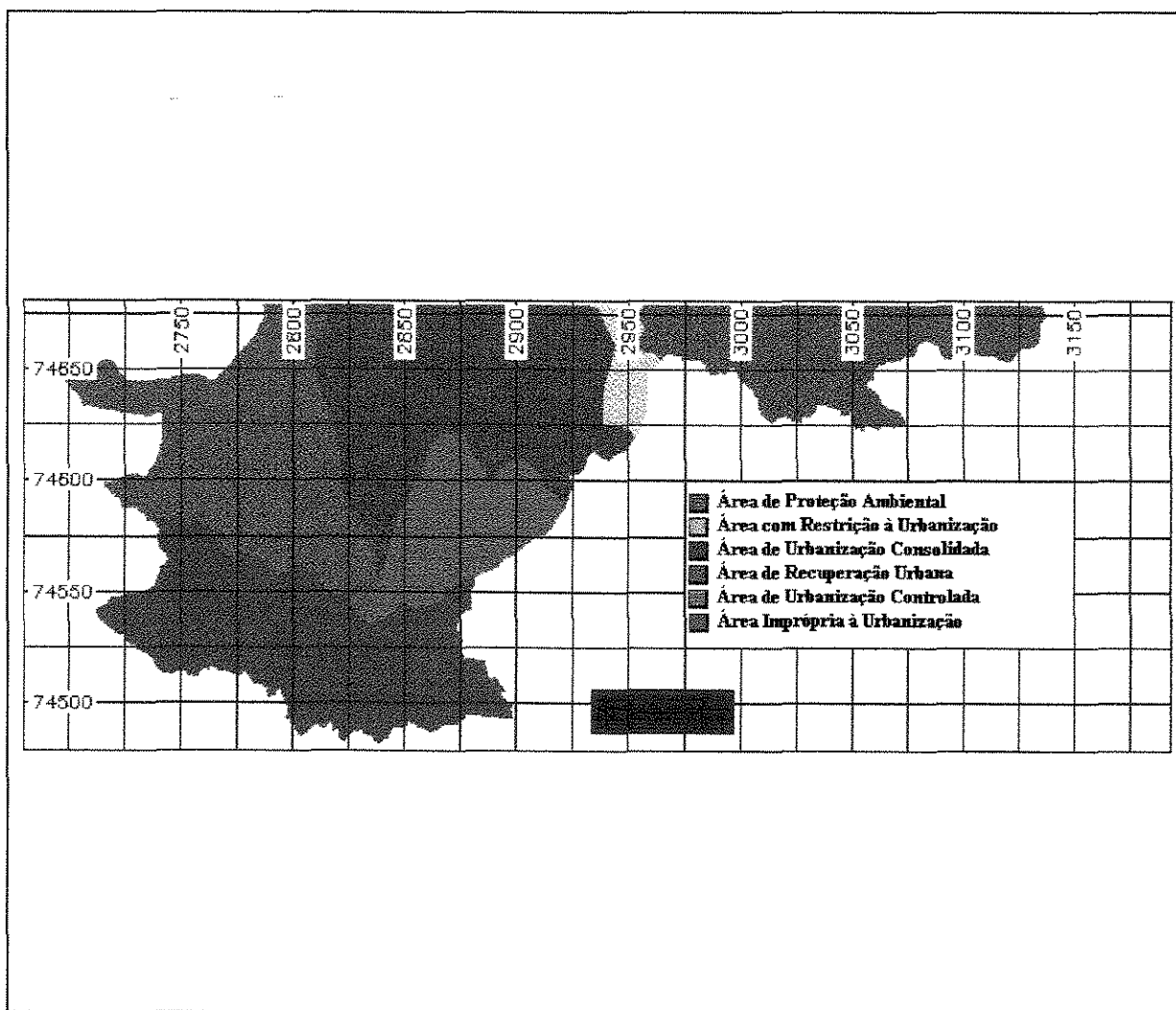


Figura III.2 - Macrozoneamento Contido na Área de Estudo

- Macrozona de recuperação urbana, abrangendo a região do município que apresenta condições precárias de urbanização e carência de infra-estrutura, equipamentos e serviços com demanda de equacionamento a curto prazo.

Estas macrozonas estão compostas por 37 áreas de planejamento (APs), constituem recortes espaciais delimitados em função da dinâmica de estruturação urbana e da inter-relação dos problemas localmente identificados. Desta forma, apresentam diferentes extensões territoriais e contingentes populacionais, que variam segundo o grau de consolidação e a complexidade urbana. A Figura III.3 mostra as áreas de planejamento contidas nas área de estudo

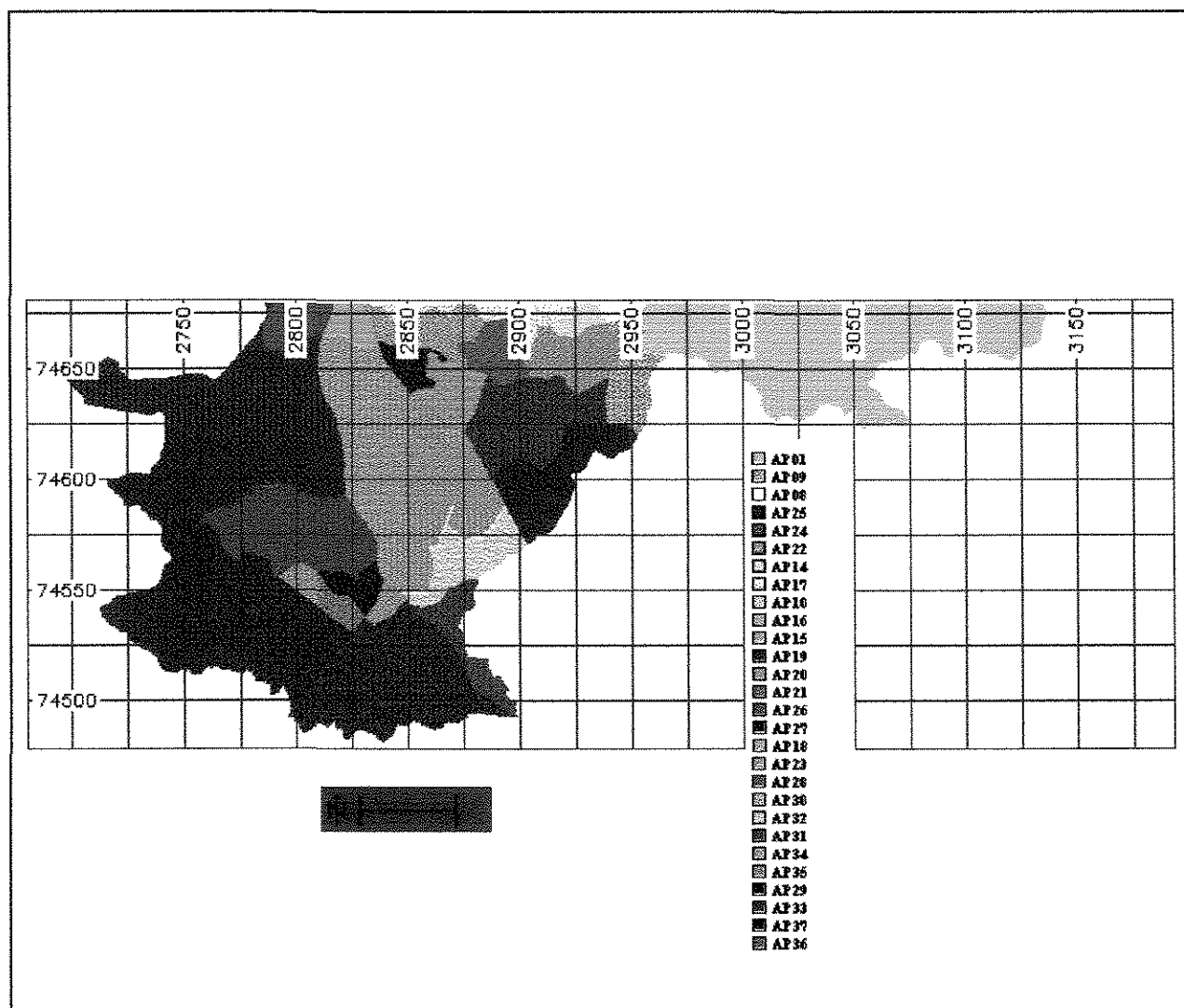


Figura III.3 - Áreas de Planejamento Contidas na Área de Estudo

A área urbana do município foi subdividida em 77 unidades territoriais básicas, que correspondem, cada qual, a um bairro ou a um conjunto de bairros. O critério desta subdivisão foi a identificação de barreiras físicas, tais como: sistema viário, córregos e rios que separam porções do espaço urbano, além de que foram também levados em consideração informações relativas a níveis de renda e padrões de ocupação. As denominações destas unidades procuraram consagrar os nomes pelos quais a população reconhece as unidades em questão, no entanto, para fins de planejamento foram utilizados números para cada Unidade Territorial Básica - UTB, assim como para cada Área de Planejamento - AP e cada macrozona, conforme poderá ser observado no Quadro III.1 que apresenta a listagem de bairros que compõem a área de estudo de acordo com sua respectiva área de planejamento e macrozona.

Algumas das principais características das macrozonas contidas na área de estudo são descritas nos sub-ítem seguintes.

III.2.1 Macrozona 01 - Área de Proteção Ambiental

Ocupando 15,23 % (59,58 km²) da área de estudo, esta macrozona compreende as APAs municipais dos distritos de Sousas e Joaquim Egídio, onde se localiza o Observatório de Capricórnio, parte da APA estadual dos rios Piracicaba e Jaguari, a área entre os rios Atibaia e Jaguari, até a região dos bairros Carlos Gomes, Monte Belo e Chácara Gargantilha.

Caracteriza-se pelos relevos do Planalto Atlântico, onde se destacam três unidades distintas: morrotes alongados paralelos, serras alongadas e morros com serras distintas.

Quadro III.1 - Áreas de Planejamento Contidas na Área de Estudo

MACROZONA	ÁREAS DE PLANEJAMENTO	UNIDADES TERRITORIAIS BÁSICAS
Macrozona 01 - Área de Proteção Ambiental	01(parte)	APA's de Sousas e Joaquim Egidio e interflúvio dos rios Atibaia e Jaguari
Macrozona 03 - Área com Restrição à Urbanização	08 (parte) 09	Parque Imperatriz/Fazenda Brandina Região Notre Dame/Condomínios Gramado e Alto Nova Campinas
Macrozona 04 - Área de Urbanização Consolidada	14(parte) 15 16 17(parte) 18 19 20 21 22 23 24 25	Área da Feac/Faz. São Quirino Boa Vista/Vila Norte Jd. Eulina/ Vila Nova Taquaral/N.S. Auxiliadora Jd. Garcia/Campos Elíseos/N.C.Elíseos/Santa Lucia/Maria Rosa Jd. Aurélia Vila Teixeira/Pq. Itália/Pq. Industrial/São Bernardo Centro/Cambuí/Bosque/Guanabara Vila Brandina/Nova Campinas/Bairro das Palmeiras/Pq. Ecológico Vila Pompéia/Jd. do Lago Proença/Ponte Preta/Nova Europa/Swift/São Fernando Esmeraldina/São Vicente
Macrozona 05 - Área de Recuperação Urbana	27	Região do Campo Grande/Florence
	28	Região do Ouro Verde/Mauro Marcondes/Dic's Cohab
Macrozona 06 - Área de Urbanização Controlada Sul	30	Região do Jardim das Bandeiras
	31	Região do Parque Jambeiro/Fazenda Remonta
	32	Região do Saltinho
Macrozona 07 - Área Imprópria à Urbanização	29	Distrito Industrial (parte)
	33	Região rural de Friburgo/Aeroporto de Viracopos
	34	Jd. Planalto de Viracopos
	35	Distrito Industrial
	36	Região rural divisa com Valinhos
	37	Região do Campo Belo/Região rural do Descampado

Fonte: PMC (1995)

O patrimônio mineral é constituído por rochas ornamentais, pedra de talhe e cantaria, e ainda, areia e material de empréstimo, que têm sido explorados pela construção civil.

Os processos erosivos que ocorrem, condicionados pelas características dos solos e pela morfologia dos terrenos, são intensificados pelo parcelamento inadequado do solo para fins urbanos e pela mineração predatória. Tais processos, além de descaracterizarem a paisagem, assoreiam os rios, comprometendo também os recursos hídricos (IPT, 1990).

Trata-se de uma área de recarga regional do aquífero subterrâneo da cidade, onde encontram-se os mananciais hídricos dos rios Atibaia e Jaguari. Apresenta exploração não-criteriosa de águas subterrâneas e, em loteamentos urbanos, captação através de poços, cacimbas e nascentes contaminados por fossas negras em áreas sem saneamento básico.

É a região do Município onde a cobertura vegetal primitiva está mais bem representada, com fragmentos florestais descontínuos, mas em condições de preservação, o que ainda permite a sua recuperação. Também registram-se segmentos importantes de mata ciliar a serem expandidos (PMC, 1995).

III.2.2 Macrozona 03 - Área Com Restrição à Urbanização

Apenas 2,56% (10,02 km²) desta macrozona encontra-se na área de estudo. Nesta macrozona é preocupante o avanço acelerado da urbanização em áreas com solos férteis, bem como a presença de loteamentos e condomínios com finalidade urbana em zona rural na região do Sítio Alto Nova Campinas.

Constitue-se por terrenos colinosos ondulados e suavemente ondulados, favoráveis a diferentes modos de ocupação, tanto em consequência das características dos seus componentes, como por seu comportamento bastante estável. Situa-se aí a

maior reserva de latossolo roxo do município.

Nesta macrozona observa-se atividade de lavras de areia e de argila, bem como de material de empréstimo (saibro). Os impactos associados a essas atividades são a erosão nas margens do rio e a formação de cavas alagadas e abandonadas na várzea (areia e argila) e, ainda, barrancos de corte abandonados, fazendo-se necessária a reversão dessas situações de degradação.

A região do Parque Imperatriz tem ocupação recente, apresentando carência de infra-estrutura, principalmente no sistema viário. Já nas áreas da região de Notre Dame, Condomínios Gramado e Alto Nova Campinas, por localizarem-se próximos ao centro urbano, apresentam ótima acessibilidade pela rodovia D. Pedro I e pelo eixo da rodovia Heitor Penteado e Av. Moraes Salles, que dão acesso à região central e aos distritos de Sousas e Barão Geraldo.

Um fato importante a ser ressaltado nesta macrozona é que, embora apresente predominância de baixas e médias densidades de ocupação, as suas drenagens, córrego do Quilombo e ribeirão Anhumas, tem águas bastante poluídas e apresentam possibilidade de enchentes acentuadas. Isto ocorre principalmente devido ao lançamento de esgotos *in natura* e à ocupação das faixas ribeirinhas de proteção (PMC, 1995).

III.2.3 Macrozona 04 - Área de Urbanização Consolidada

Esta macrozona compreende a região mais adensada do Município e caracteriza-se por abranger a área central e bairros predominantemente de classe média e alta, concentrando o maior número de atividades urbanas do Município. Ocupa 25,78% da área de estudo (100,86 km²) e está compreendida pelos bairros Jardim Garcia, Bandeirantes e Santos Dumont.

Esta macrozona é constituída por terrenos colinosos ondulados e inclinados,

colinosos suavemente ondulados e colinosos ondulados. Ocupa a totalidade do interflúvio entre a bacia dos rios Atibaia e Capivari, englobando as cabeceiras dos rios que fluem para estas bacias, tais como: ribeirão Anhumas, córrego do Quilombo e córrego Piçarrão.

Nesta área destaca-se a ocorrência de processos erosivos nos terrenos colinosos ondulados, abaixo da via Anhangüera, onde se observam voçorocas e ravinamentos de alta intensidade e frequência, causados pela ocupação urbana, que acelera a dinâmica superficial do solo, expondo o solo residual, mais susceptível à erosão das águas. A concentração de águas pluviais e a desordenação do escoamento superficial são outros fatores que favorecem a formação de processos erosivos de alta intensidade (PMC, 1995).

Quanto aos recursos minerais existem diversos empreendimentos ativos, apesar dos conflitos gerados pelo avanço da urbanização sobre as áreas de exploração, sendo eles lavras de areia e argila na várzea do rio Capivari e lavra de diabásio para brita na rodovia Campinas-Monte-Mor. Esta exploração gera impactos como formação de cavas alagadas e abandonadas e comprometimento da mata ciliar, provocando degradação intensa da várzea do rio Capivari e grande área de lavra abandonada com taludes íngremes, associada à antiga pedreira de diabásio para brita (PMC, *op cit*).

III.2.4 Macrozona 05 - Área de Recuperação Urbana

Ocupa 23,27% da área de estudo (91,06 km²), sua maior parte encontra-se dentro do perímetro urbano e compreende as áreas de planejamento 27 (região do Campo Grande/Florence), 28 (região do Ouro Verde/Mauro Marcondes e Dic's Cohab) e 29 (parte do Distrito Industrial).

Em sua maior parte, é constituída por terrenos colinosos ondulados, pertencentes à bacia do rio Capivari. Ocupa também porções de terrenos colinosos

suavemente ondulados, dominantes nos divisores d'água das bacias dos rios Capivari, Atibaia e Capivari-Mirim.

Os terrenos colinosos ondulados são muito susceptíveis à erosão em sulcos, ravinas e voçorocas, bem como apresentam erosão fluvial acentuada. Estes processos freqüentemente acentuados por arruamentos inadequados, pela falta de obras de drenagem de águas superficiais, falta de pavimentação, desbastes e terraplanagem dos loteamentos implantados, que vêm comprometendo a qualidade dos loteamentos, com problemas de assoreamento e inundação na região do rio Capivari e na bacia do Piçarrão (PMC, 1995).

A macrozona apresenta ainda deficiências quanto à disponibilidade de água subterrânea, que é restrita à zona do aquífero sedimentar que ocorre apenas em sua porção norte. Parte da várzea do Rio Capivari encontra-se bastante alterada por atividades de mineração de areia e argila.

Compõe-se por grandes adensamentos populacionais, com características exclusivamente habitacionais, apresentando condições precárias de urbanização, carência de infra-estrutura de serviços e empregos.

Possui grande número de barreiras físicas naturais - rio Capivari e afluentes; e, córrego do Piçarrão e afluentes - e construídas como a rodovia dos Bandeirantes, linhas de alta-tensão, oleoduto e o Complexo Delta.

Na região do Campo Grande /Florence-Parque Valença (AP 27), registra-se a presença dos aterros sanitários no Complexo Delta e do lixão da Pirelli; no bairro Santa Bárbara (AP 26) encontra-se o aterro Santa Bárbara. Todos encontram-se descritos no Capítulo 06. Além das áreas de aterro, o Distrito Industrial de Campinas (AP 29) está consolidado nesta área, onde existem cerca de dezenove indústrias de grande e médio porte. Tanto a presença dos aterros quanto do lixão podem causar impactos ao meio ambiente, o que tem exigido um monitoramento por parte do poder público.

Nesta região os problemas apontados por PMC (*op cit*) são principalmente a lavra predatória de argila e areia às margens do rio Capivari (AP 27 e AP 28); proximidade de loteamentos e de aterros sanitários nas áreas de exploração mineral (AP 28 e AP 29); possível conurbação com os municípios de Sumaré e Hortolândia em áreas passíveis de sofrerem processos erosivos.

III.2.5 Macrozona 06 - Área de Urbanização Controlada Sul

Ocupa 9,76% da área de estudo (38,19 km²), situando-se entre a Rodovia Santos Dumont e estrada velha de Indaiatuba e na área do rio Capivari concentra mais de 90% da população da macrozona, bem como a maior parte da população favelada. As regiões integrantes são: região do Jardim das Bandeiras; região do Parque Jambeiro/Fazenda Remonta e região do Saltinho.

A expansão da ocupação vem se dando com maior intensidade ao longo da estrada velha de Indaiatuba. Encontra-se em construção na região do Jardim Bandeiras um conjunto habitacional de padrão populacional de renda média-baixa, com cerca de 2.000 unidades em prédios de quatro pavimentos, e outros pedidos de construção de condomínios verticais estão em tramitação na Prefeitura Municipal de Campinas, cuja implantação vem sendo analisada (PMC, 1995).

Constitue-se essencialmente de terrenos colinosos ondulados e inclinados, que embora sejam apropriados a urbanização, apresentam problemas específicos relativos à declividade e à erosão, os quais exigem manejo adequado (TAVEIRA, 1986).

Apresenta potencialidade restrita para exploração de areia e argila nas proximidades do rio Capivari e de rocha gnaissica para brita. Registra-se a presença de lavras de areia e argila, associada ao leito ativo e várzea do rio Capivari, além da lavra de gnaiss para brita. Os impactos associados a esses empreendimentos referem-se à formação de cavas alagadas na várzea do rio (argila, areia); e à alteração no modelo de relevo e praça de lavra abandonada (brita). Há ainda olarias e cerâmicas ao

longo do rio Capivari, em zona urbana (PMC, *op cit*).

As atividades industriais são segregadas pela Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei No.6.031/88.) em algumas zonas específicas, predominantemente ao longo das rodovias Anhangüera, Bandeirantes e Santos Dumont, como no caso da Zona 18. No entanto, a maior parte desta área tem zoneamento habitacional (65%) e uma pequena parte é industrial 15% (PMC, 1995).

No tocante a infra-estrutura a área esta provida de saneamento básico e pavimentação instalada, à exceção de partes do bairro Novo Campos Elíseos e adjacências, que não estão servidas por rede de esgoto.

Com relação ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, segundo a SANASA, a região localizada entre a Rodovia Santos Dumont, estrada velha de Indaiatuba e rio Capivari é a que oferece melhores condições de atendimento, podendo receber empreendimentos a curto prazo.

III 2.6 Macrozona 07 - Área Imprópria à Urbanização

Ocupa 23,40% da área de estudo (91,55 km²) e mais da metade da população da região encontra-se alocada em áreas previstas para expansão do aeroporto de Viracopos. Por tratar-se de área com presença de mananciais hídricos do rio Capivari-Mirim, a montante da captação do município de Indaiatuba e do rio Capivari, é imprópria à urbanização.

Esta macrozona é composta por colinosos suavemente ondulados, amorreados de inclinação moderada a forte e pequena área com terrenos colinosos ondulados, onde destaca-se a existência de uma grande área com potencial de extração mineral (jazidas de argila para cerâmica vermelha na AP 33), de áreas de produção agrícola e de remanescentes de matas e de cerrado, únicos exemplares desta vegetação no município. Ainda na AP 33, existem áreas com reflorestamento de eucalipto, cultura

anual e áreas de pasto limpo (PMC, 1995).

O Plano Diretor prevê um projeto de grande impacto para esta região que é a ampliação do aeroporto de Viracopos, ampliando os atuais 5.000.000m² para 17.770.000 m², devendo ocupar grande parte da área urbana da macrozona.

A infra-estrutura da região é bastante precária, principalmente quanto ao abastecimento de água e à destinação final de esgoto. O problema de abastecimento de água acontece principalmente nos bairros que serão atingidos pela expansão do aeroporto. Nestes locais o abastecimento se dá através de poços domésticos e cisternas da SANASA.

III.3 INDICADORES SÓCIO-ECONÔMICOS

A história relata que o município de Campinas foi o que apresentou características mais marcantes do processo de urbanização e desenvolvimento verificado no interior de São Paulo na época da expansão cafeeira, evidenciando, desde aquela época, um grande dinamismo e capacidade de diversificação da economia regional, mostrados atualmente pela estrutura diferenciada e integrada da base produtiva regional, tanto na agricultura quanto nas atividades urbanas.

Este dinamismo econômico acabou refletindo também na dinâmica demográfica causando impacto direto no crescimento populacional do município e também de sua periferia mais próxima.

Neste aumento de concentração industrial e dos empregos urbanos, articulam-se urbanização e industrialização. O urbano no interior paulista e mais precisamente na Região de Campinas cresce e se diferencia. Deslocam-se para a região importantes indústrias de autopeças, mecânica e de material elétrico (PATAPOFF, 1990).

A partir de 1985 Campinas consolida-se como o mais importante espaço econômico do interior do Estado. Pode-se colocar alguns fatores que levaram a

alcançar tal posição como sua posição estratégica no sistema de transporte (ferroviário e rodoviário), e o fato de ser polo intermediário nas regiões interior-capital e, principalmente, toda sua trajetória histórica de desenvolvimento econômico assentada na acumulação cafeeira.

Segundo o IBGE (1991), a população de Campinas é de 845.126 habitantes. A consequência principal decorrente da dinâmica econômica que refletiu na demografia regional foi a gradual transformação de Campinas em um dos mais importantes polos migratórios do Estado. Como um centro de âmbito regional, o Município já se caracteriza como um dos principais destinos da produção de origem rural ou de cidades de menor porte da região. A distribuição espacial da população da área de estudo encontra-se no Quadro III.2 .

Quadro III.2 - Densidade Demográfica por Unidades Territoriais Básicas

UTB'S	População Total	Áreas de Planejamento	Densidade demográfica (habitantes/hectare)
01	810	2	0,69
09	1575	3	2,10
08	958	6	1,04
22	1275	7	0,89
14	876	10	0,73
15	142	10	0,73
23	15714	11	40,12
25	8539	11	40,12
24	3285	12	16,42
29	1945	14	6,28
16	6010	16	49,57
17	16462	16	49,57
18	12114	16	49,57
19	8623	16	49,57
27	22197	17	80,46
28	13505	17	80,46
32	16730	17	80,46
30	11560	21	96,51
31	26168	21	96,51
34	16626	21	96,51
35	14644	21	96,51
33	5800	22	17,01
36	7072	22	17,01
37	43	22	17,01
21	1019	1	0,65

Fonte: IBGE, Sinópsis do Censo Demográfico de 1991 in MORERO, 1996.

Pelas estimativas da Fundação PMC/UNICAMP (1993), a taxa média de crescimento populacional da região de governo de Campinas seria de 4,0% ao ano, entre 1980 e 1990, contra 3,8% do Município. Este acréscimo trará como tendência provável a intensificação da ocupação vertical no centro expandido de Campinas; incremento do processo de expansão periférica, no interior do Município, podendo diminuir, não só em função da extensão que esse fenômeno atingiu como, principalmente, das perspectivas problemáticas que se desenham do ponto de vista do financiamento, tanto para a implantação do parcelamento do solo conjugado à auto-construção, quanto para ação da COHAB.

Ainda, como consequência, as cidades do entorno deverão apresentar um crescimento maior do que a própria sede regional, como prevê que se aconteça em

outros grandes centros onde estes adensamentos tenderiam a avançar em direção a áreas intermediárias e dotadas de infra-estrutura (CLARK, 1985).

PMC (1995), aponta ainda para outra grave questão, envolvendo não apenas a cidade mas a maior parte da região, e que diz respeito à disponibilidade de água. As restrições nesse particular - ligadas às condições de operação da Bacia do Rio Piracicaba - fazem prever, para o futuro imediato, sérias limitações adicionais ao crescimento da mancha urbana e ao adensamento desmensurado, bem como à implantação industrial. A situação atual encontra-se caracterizada, além do crescimento vertiginoso na demanda, também pelo lançamento crescente e intenso de poluentes, alterando e prejudicando a qualidade das águas, num processo violento de alteração do ciclo hidrográfico, onde a água não mais se infiltra na terra mas corre pela superfície.

Segundo PMC, (1995), a renda média familiar da área do projeto varia entre 0 e 10 salários mínimos, conforme Quadro III.3.

Quadro III.3 - Valores percentuais relativos às classes de rendimentos médios mensais do chefe de domicílio (expressos em salários mínimos)

UTB	Total de Chefes	Até 01	1 - 3	3 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	+ 20
01	205	16,1	36,6	20,0	14,6	2,0	2,4	2,4
08	227	13,7	30,8	12,8	21,1	7,0	2,6	6,6
22	328	6,1	34,1	23,2	21,0	4,6	1,8	5,2
14	195	0,0	7,2	30,3	41,0	14,9	5,6	1,0
15	34	8,8	29,4	23,5	17,6	5,9	2,9	5,9
23	3838	9,6	27,1	20,1	22,2	8,6	3,6	4,8
25	2135	6,7	18,4	12,6	21,5	13,3	7,7	16,4
24	774	3,2	27,9	15,9	18,6	11,5	6,2	11,6
29	455	4,4	66,4	20,4	5,1	1,1	0,7	1,1
16	1738	3,6	18,2	12,0	23,8	16,9	8,6	15,2
17	4262	10,5	24,6	16,4	21,7	9,7	4,3	7,7
18	3351	3,9	12,6	10,6	23,0	17,2	10,4	20,2
19	2608	8,3	21,3	14,5	25,1	13,1	6,4	8,6
27	6354	5,4	19,5	13,9	24,8	14,4	7,9	11,8
28	3351	8,6	31,2	18,7	19,6	7,0	3,6	6,5
32	4607	4,5	15,9	13,1	23,9	16,0	9,1	14,2
30	4360	2,7	14,2	14,0	29,3	16,4	8,9	12,7
31	9126	2,2	9,0	8,7	19,9	17,3	10,5	29,3
34	6886	2,5	15,3	17,2	31,3	14,7	7,5	9,8
35	5408	3,3	13,4	13,5	26,7	18,0	9,4	13,2
33	1392	4,5	24,1	8,0	10,6	10,0	6,7	28,5
36	1778	1,6	7,0	5,5	12,1	13,3	11,2	44,8
37	9	0,0	88,9	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: IBGE, Sinópe do Censo Demográfico de 1991 in MOREIRO, 1996.

As menores rendas concentram-se na região da Fazenda São Quirino (Carrefour/Galeria), com menos de 3 salários mínimos e as maiores rendas estão no bairro Alto da Nova Campinas/Gramado.

Na área de estudo devemos destacar uma forte inclinação industrial, conforme Tabela III.1 e Tabela III.2.

Tabela III.1 - Indústria: Número de Estabelecimentos segundo Secretarias de Ação Regional/1990

RAMO DE ATIVIDADE	Secretarias de Ação Regional			
	Norte	Sul	Leste	Oeste
Extrativa	0	2	0	35
Minerais	29	32	42	23
Materiais de Construção	12	9	8	3
Metalúrgica	96	163	69	53
Mecânica	60	74	32	14
Elétrico/Comunicação	45	48	42	12
Transporte	14	8	8	17
Madeira	26	26	16	10
Mobiliário	50	73	44	20
Papel/Papelão	5	8	4	4
Borracha	3	3	3	3
Couro/Peles	3	13	9	3
Química	30	29	17	14
Farmacêuticos	13	5	9	3
Plástica	29	28	17	9
Têxtil	9	11	16	6
Vestuário	82	187	261	39
Alimentos	44	41	32	13
Bebidas	3	1	2	1
Fumo	0	0	0	0
Gráfica	22	56	53	8
Outros	49	45	61	22
TOTAL	624	862	745	312

Fonte: Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo. In: PMC, 1993

Tabela III.2 - Indústria: Distribuição Relativa do Número de Estabelecimentos segundo Secretarias de Ação Regional/1990

RAMO DE ATIVIDADE	Secretarias de Ação Regional			
	Norte	Sul	Leste	Oeste
Extrativa	0,00	0,23	0,00	11,22
Minerais-	4,65	3,71	5,64	7,37
Materiais de Construção	1,92	1,04	1,07	0,96
Metalúrgica	15,38	18,91	9,26	16,99
Mecânica	9,62	8,58	4,30	4,49
Elétrico/Comunicação	7,21	5,57	5,64	3,85
Transporte	2,24	0,93	1,07	5,45
Madeira	4,17	3,02	2,15	3,21
Mobiliário	8,01	8,47	5,91	6,41
Papel/Papelão	0,80	0,93	0,54	1,28
Borracha	0,48	0,35	0,40	0,96
Couro/Peles	0,48	1,51	1,21	0,96
Química	4,81	3,36	2,28	4,49
Farmacêuticos	2,08	0,58	1,21	0,96
Plástica	4,65	3,25	2,28	2,88
Têxtil	1,44	1,28	2,15	1,92
Vestuário	13,14	21,69	35,03	12,50
Alimentos	7,05	4,76	4,30	4,17
Bebidas	0,48	0,12	0,27	0,32
Fumo	0,00	0,00	0,00	0,00
Gráfica	3,53	6,50	7,11	2,56
Outros	7,85	5,22	8,19	7,05
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo. In: PMC, 1993

No que tange à transportes e comunicações, na área de estudo encontra-se o Aeroporto Internacional de Viracopos, que teve significativa evolução tanto no movimento de passageiros quanto no de cargas, conforme pode ser observado na Tabela III.3 e na Tabela III.4.

Tabela III.3 - Movimento de Passageiros e Carga - Transporte Aéreo Campinas e Estado de São Paulo - 1985 a 1991

Ano	Passageiros (em 1000)		Carga (em tonelada)	
	Viracopos	Total Estado	Viracopos	Total Estado
1985	235	6.996	61.558	204.693
1986	315	9.054	57.726	233.194
1987	283	9.104	62.234	218.918
1988	171	9.120	52.448	192.996
1989	146	10.444	57.086	307.019
1990	122	10.202	44.877	281.969
1991	125	10.906	29.613	242.624

Fonte: INFRAERO.In: PMC, 1993

Tabela III.4 - Movimento: Transporte Aéreo do Aeroporto Internacional de Viracopos/Campinas - 1992

DISCRIMINAÇÃO		Nº
Aeronaves	Pousos	5.039
	Decolagens	5.036
Passageiros	Embarques	29.351
	Desembarques	35.033
	Trânsito	10.735
Carga Postal	Embarques	9.534.473
	Desembarques	12.239.661
	Trânsito	2.446.406
Mala Postal	Embarques	442.053
	Desembarques	470.008
	Trânsito	15.109

Fonte: INFRAERO.In: PMC, 1993

Quando aos dados de uso do solo, de acordo com dados do PMC (1995), a área do município de Campinas teve, ao longo de sua história, um desenvolvimento desordenado e descontínuo devido a fatores diversos, como por exemplo, rodovias de caráter local e regional (Anhangüera, Santos Dumont, Bandeirantes e D. Pedro I);

políticas setoriais não integradas, atendendo a interesses do mercado imobiliário; implantação significativa de conjuntos habitacionais da COHAB na região sudoeste, entre outros.

Esta dissertação compreende a área localizada além da via Anhangüera em direção aos municípios de Sumaré, Indaiatuba e Vinhedo. Podemos subdividir esta área em dois trechos quase distintos. O primeiro compreendido entre as rodovias Anhangüera, Bandeirantes e Santos Dumont, apresenta uma mancha urbana mais contínua e com núcleos de favelas. No trecho após a Rodovia Santos Dumont, encontram-se áreas parceladas e não ocupadas e grande extensão de áreas não parceladas e institucionais, como a Fazenda Bradesco.

No primeiro trecho, verifica-se uma mancha de uso do solo bastante significativa, que se configura como o prolongamento de um dos corredores de transportes e que se liga ao centro, apresentando predominância de serviços diversificados de abrangência regional permeado por serviços de âmbito local e setorial. O comércio possui também um caráter local, pontuado por algumas indústrias de porte médio.

O segundo setor, localizado além da rodovia dos Bandeirantes, apresenta maior descontinuidade do tecido urbano, com conjuntos habitacionais mais recentes e uma ocupação com nível de renda baixo bastante homogêneo. É totalmente carente de atividades terciárias mais abrangentes, o que obriga a população a deslocar-se para o centro. Neste setor localiza-se o Distrito Industrial de Campinas - DIC.

Desta forma, Campinas enquadra-se na teoria utilizada por CLARK *apud* ORSI (1989) onde a expansão do centro comercial para as áreas circundantes forneceria um mecanismo básico para a mudança urbana. Neste caso, o centro comercial corresponderia ao centro de dominância cujas atividades invadiram outros territórios provocando o deslocamento desta população, até que este novo território fosse totalmente dominado. A conseqüente segregação da população estaria ligada ao valor do uso do solo.

O zoneamento em vigor estabelecido pela Lei 6031 de dezembro de 1988, conta com dezoito zonas de uso e ocupação do solo. Na área de estudo predomina a Z-1 a 4, seguidas de Z 14-15, Z-16 e Z-18, descritas a seguir:

- Z-1 a 4 - destinada aos usos habitacionais unifamiliares e multifamiliares horizontais;
- Z-14-15 - destinada predominantemente ao uso industrial não incômodo e incômodo;
- Z-16 - destinada estritamente ao uso industrial com características específicas;
- Z-18 - destinada a proteção de áreas de interesse ambiental e de edificações de interesse sócio-cultural.

No tocante à infra-estrutura da área de estudo, o Rio Capivari tem seus recursos hídricos aproveitados pela SANASA. O sistema de captação e tratamento tem capacidade total de 420 l/s. A qualidade da água é precária em função dos esgotos urbanos e industriais lançados a montante, bem como a pequena disponibilidade hídrica.

A coleta e tratamento de resíduos sólidos, devido ao seu porte atual, enfrenta sérios problemas quanto à coleta e tratamento, ocasionado pelo acelerado crescimento urbano e pela falta de planejamento adequado para este setor, impossibilitando-o de acompanhar o aumento da velocidade da geração de resíduos sólidos. Não possui coleta seletiva e os resíduos industriais, produzidos em grande escala, não possui também formas adequadas de tratamento.

No tocante ao sistema de esgotamento sanitário Campinas conta, segundo dados do PMC (1995), com cerca de 85% de sua população atendida com redes de esgotos, no entanto nem 105 desses efluentes recebem tratamento e 40% deles são lançados na bacia do rio Capivari.

O sistema elétrico da CPFL está inserido no sistema interligado da Região

Sudeste, cujo planejamento de sua extensão é coordenado pela ELETROBRÁS.

O sistema de transporte coletivo compõe-se, basicamente, de linhas radiais, com um sistema operacional composto de linhas tronco e alimentadoras, com integração física tarifária nos terminais urbanos, localizados ao longo dos corredores centrais.

A ineficiência e descontinuidade do sistema viário no Município são resultantes do descontrole da evolução da cidade, em decorrência, têm-se hoje, uma estrutura viária rádio-concêntrica, sobrecarregando a área central, que exerce função altamente polarizadora levando a uma condição de saturação, causando todo tipo de ônus.

III.4 INDICADORES FÍSICOS

A avaliação dos impactos ambientais causados pela ação humana requer do técnico planejador uma maior compreensão das interrelações rocha/relevo/solo/clima e das potencialidades minerais, de modo que se tenha uma visualização global do comportamento do terreno e de sua dinâmica frente aos diversos tipos de ocupação antrópica (SÃO PAULO, 1993).

Ao efetuar escolha de área(s) para aterro(s) sanitário(s), deve-se sempre ter em vista a importância das características do meio físico da área para sua instalação. Uma área adequada significa menos gastos com preparo, operação e encerramento do aterro, mas fundamentalmente significa menores riscos ao meio ambiente e à saúde pública. Deste modo, escolhendo uma boa área, o empreendedor estará se prevenindo contra os efeitos indesejáveis da poluição dos solos e das águas subterrâneas, além de eventuais transtornos decorrentes de oposição popular (IPT, 1995).

Na caracterização física que segue observa-se que a atividade antrópica, da própria instalação do crescimento urbano aliada às atividades minerárias trouxe um caótico quadro de degradação e degeneração do meio ambiente, uma vez que à

medida que a cidade se instalava não foram observados os devidos preceitos de planejamento tanto urbanos quanto ambientais.

III.4.1 Tipos de Terrenos

Adotou-se nos estudos do município de Campinas o termo “Tipos de Terreno”, que, dentro da abordagem utilizada, corresponde a uma área onde se mantém o arranjo espacial de seus componentes e atributos, bem como o padrão de repetição deste arranjo. O tipo de terreno é definido com base no relevo, que é considerado como uma síntese histórica e dinâmica das interações que ocorreram entre a litosfera, hidrosfera e atmosfera ao longo do tempo (SÃO PAULO, 1993). Os tipos de terrenos da área de estudo poderão ser melhor observados na Figura III.4.

PIRES *et alii* (1992), definem que o relevo controla a distribuição dos diversos tipos de solo e da vegetação e em consequência, a ocorrência dos processos erosivos e deposicionais na superfície do terreno. Por sua vez, a dinâmica superficial e as características da forma: declividade, amplitude, comprimento de rampa e sua constituição, controlam os diferentes modos de uso e ocupação. Além destes fatos, prontamente identificáveis no terreno, facilitam a implantação e a manutenção de um zoneamento do Município.

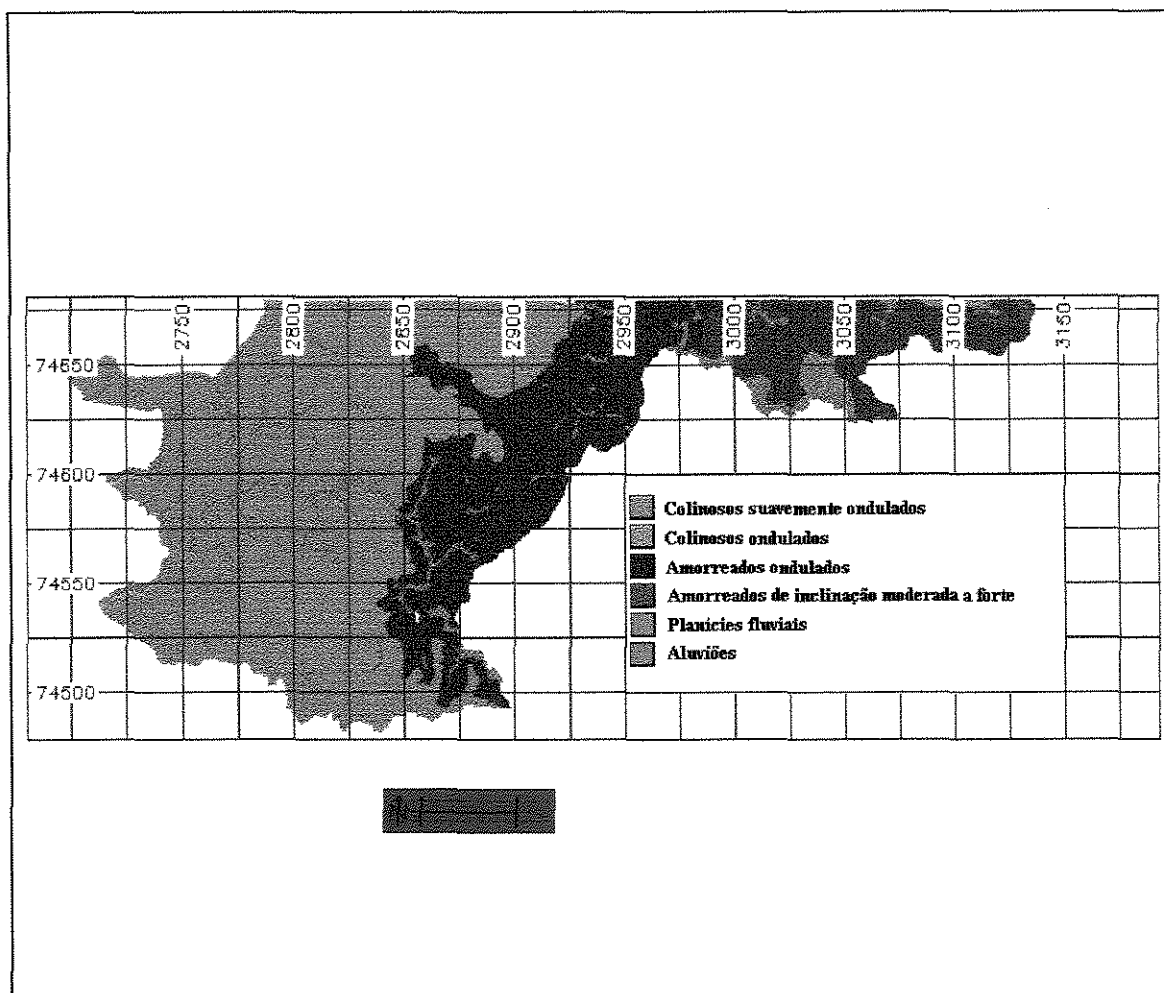


Figura III.4 - Tipos de Terrenos da Área de Estudo

Nos terrenos colinosos ondulados a ocorrência de relevos de colinas de menor porte (médias e pequenas)

é resultante dos processos de entalhe e dissecação da superfície erosiva Cenozóica.

Os relevos deste tipo de terreno apresentam declividades entre 4 e 16%, amplitudes pequenas (30-80m) e padrão de drenagem dendrítico. A impermeabilidade do material rochoso implica na densidade média de drenagem, e, em consequência, nas formas de menor porte do relevo.

O solo predominante é o podzólico vermelho-amarelo, com textura média, arenosa na porção superficial e siltosa em profundidade, e pequena espessura. Esse tipo de solo ocorre principalmente nas associações de ritmitos, arenitos finos, siltitos, diamictitos e lamitos do Subgrupo Itararé.

Nas áreas onde afloram os arenitos, nota-se uma maior permeabilidade do material rochoso, haja visto o padrão dendrítico com baixa densidade de drenagem. O solo predominante é latossolo vermelho-amarelo associado às areias quartzozas podzólicas profundas, com textura arenosa e grande espessura.

Os processos morfodinâmicos possuem maior intensidade e frequência próximas às cabeceiras de drenagem que estão dissecando a superfície erosiva. No entanto, em termos gerais, os terrenos apresentam uma baixa intensidade dos processos erosivos e solos com grau de erodibilidade baixa a média.

Nestes tipos de terreno, a ocorrência de voçorocas e ravinamentos de alta intensidade e frequência é causada pela ocupação urbana sem planejamento ou preocupações técnicas, que acelera a dinâmica superficial com a remoção da camada superficial do solo, expondo o solo residual mais susceptível à erosão às águas. A concentração de águas pluviais e a desordenação do escoamento superficial são outros fatores que favorecem a formação de processos erosivos de alta intensidade. Nesta área de estudo isto é verificado no Distrito Industrial. Este tipo de degradação

ambiental também é observada nas áreas de extração de material de empréstimo.

A operação de lavras de argila e areia de forma não racional promove o assoreamento de rios e degrada a planície com a abertura de cavas semi-secas e alagadas, além de comprometer intensamente a mata ciliar.

A vulnerabilidade natural dos aquíferos nas planícies de inundação é alta, com a possibilidade de contaminação do lençol freático por disposição de resíduos (domésticos e industrial) de efluentes e fossas negras.

Nos terrenos colinosos suavemente ondulados as principais características são declividade de 2 a 12%; amplitude de 20 a 90m; ocorrência principalmente de Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Roxo; baixa intensidade de processos erosivos.

Nas áreas de lavra de argila não racional observam-se degradação ambiental e alteração da paisagem através de erosão, assoreamento e conseqüente perda de solo. Nos locais de exploração de brita verificam-se ruídos, vibração e emissão de partículas. Nas áreas com ocupação de baixa renda existe contaminação de poços cacimbas por fossas negras.

As recomendações especificadas tanto por PMC (1995) quanto por SÃO PAULO (1993a) é de legalizar, disciplinar e racionalizar as lavras existentes, e a serem implantadas através da regulamentação da atividade mineral no município; além de promover o estabelecimento, através de normas específicas, da recuperação das áreas degradadas por revegetação; e, priorizar a implantação de saneamento básico.

Os terrenos colinosos ondulados caracterizam-se por possuírem declividade de 4 a 16%; amplitude de 30 a 80m; ocorrência de latossolo vermelho amarelo e areias quartozas; e erodibilidade de baixa a média (SÃO PAULO *op cit*).

Os problemas verificados nesta unidade diz respeito ao Distrito Industrial, onde existe ocorrência de solos argilosos ocorre formação de voçorocas e degradação

ambiental devido a lavra não racional; problemas com fundações e implantação de obras subterrâneas devido a presença de matacões em áreas de ocorrência de granitos equigranulares maciços e gnaisses bandados; alteração da paisagem, desmatamento e instabilização de encostas e taludes; instalação de processos erosivos e de assoreamento da drenagem de entorno por exploração de material de empréstimo; áreas de extração abandonada (PMC, 1995).

Além das recomendações quanto à legalização das lavras, da revegetação das áreas e da priorização ao saneamento básico, estas áreas necessitam de que se execute estudos geológicos-geotécnicos para implantação de obras em função da localização, frequência e dimensão de matacões (SÃO PAULO, 1993a).

Nas áreas de ocorrência de terrenos colinosos ondulados a inclinados suas principais características são declividade de 5 a 20%; amplitude de 30 a 10m; solo Podzólico Vermelho Amarelo; erodibilidade média a baixa.

Os problemas vão dizer respeito aos escorregamentos em taludes de corte quando da foliação da rocha é desfavorável a superfície do corte, quando a transição solo/rocha é exposta e o solo está saturado ou há surgência de água no local.

SÃO PAULO (1993a) e PMC (1995) recomendam delimitar lotes com dimensões diferenciadas em função de declividade natural; consultar as normas específicas para a implementação do sistema viário e loteamentos; proteger com solo superficial os taludes e áreas com o solo de alteração exposto e disciplinar as águas superficiais e subterrâneas; executar estudos geológicos-geotécnicos com ênfase a análise estrutural ao maciço para implantação de obras; consultar as normas gerais, bem como suas recomendações sobre o substrato litoestrutural (gnaisses e compartimento do maciço).

III.4.2 Geologia

De forma genérica o município de Campinas possui três tipos de terrenos geológicos, a saber:

- rochas Pré-cambrianas de alto e médio graus metamórficos com intrusão de granitos;
- rochas sedimentares do Subgrupo Itararé;
- diabásios da Formação Serra Geral.

A Leste observa-se a presença de rochas ígneas que sofreram migmatização gerando várias estruturas de granitóides denominados suíte Morungaba, suíte Jaguariúna e rochas metamórficas do Domínio do Complexo Itapira.

Segundo CAVALCANTE (1979), o Complexo Itapira corresponde a gnaisses com biotita e hornblenda, quartzitos e frequentes intercalações de termos básicos, além de cálcio-silicáticas e calcários. Este complexo está em contato a oeste com a Bacia do Paraná, fazendo parte da Faixa Alto Rio Grande de HASUI & OLIVEIRA (1984), correspondendo a rochas metamórficas de alto e médio graus.

As rochas componentes da Suíte Jaguariúna ocorrem em pequena escala, sendo recobertas pelos diabásios da Bacia do Paraná, e em parte recobertas pelo Subgrupo Itararé. Esta unidade é composta por hornblenda-biotita granito-gnaisse porfirítico ou facoidal e biotita granito-gnaisse inequigranular. Já a Suíte Granítica Morungaba é constituída na porção sul por granitos equigranulares e inequigranulares datados do Proterozóico Superior.

A Oeste há ocorrência de rochas sedimentares do Grupo Tubarão, Subgrupo Itararé, da Bacia do Paraná, de idade Permocarbonífera sendo que em São Paulo, na maior parte de sua extensão, encontra-se em contato direto com as rochas do embasamento Cristalino. Ele inclui arenitos, diamictitos, siltitos, argilitos, lamitos, ritmitos e camada de carvão.

De modo geral a produção mineral do Município enfoca a potencialidade de produção de argila para cerâmica vermelha, rochas granitóides para produção de rocha ornamental e pedra de talhe e cantaria, e diabásio para a produção de brita. A geologia da área de estudo poderá ser observada na Figura III.5.

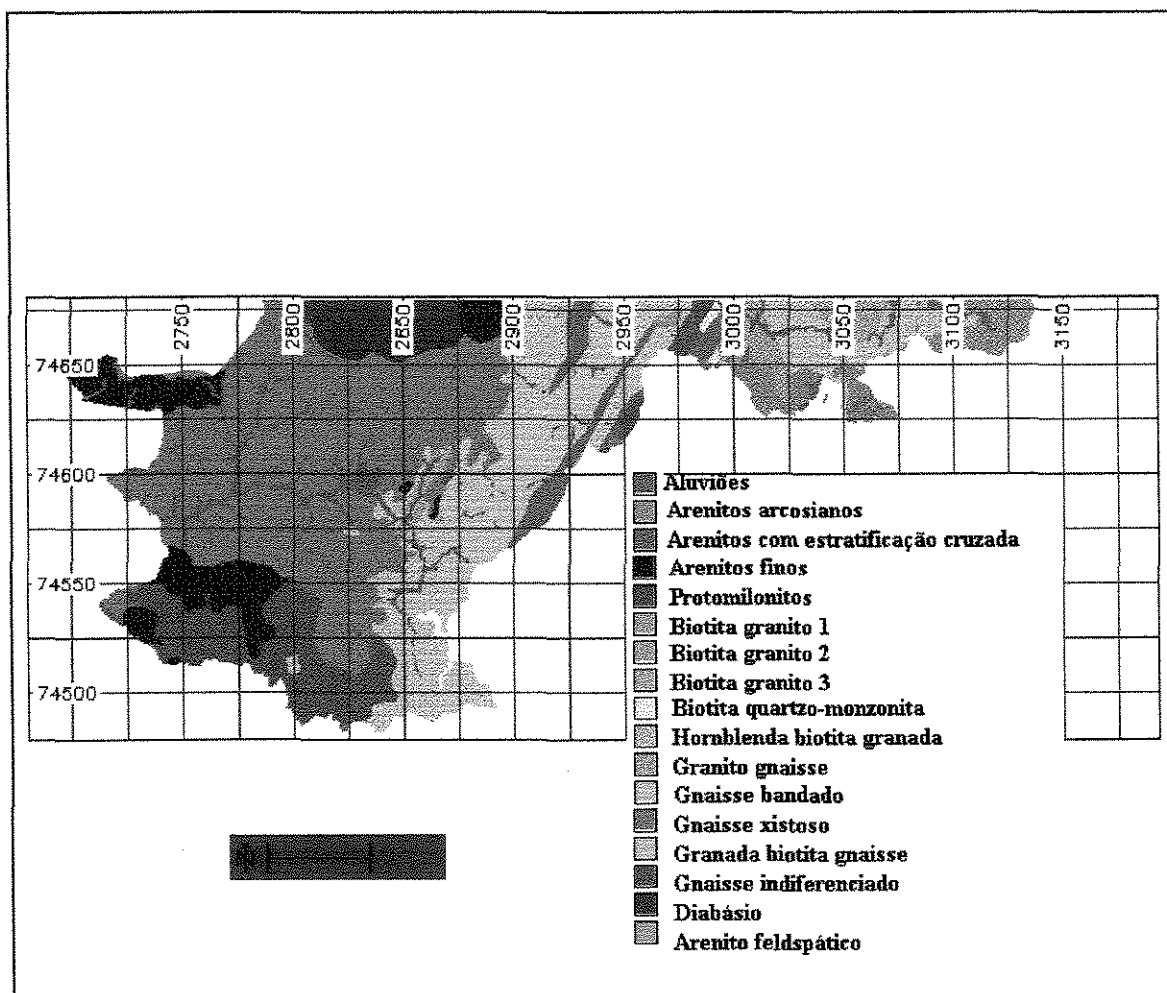


Figura III.5 - Geologia da Área de Estudo

III.4.3 Geomorfologia

O município de Campinas caracteriza-se por compreender uma região de transição entre dois compartimentos geomorfológicos distintos: o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica. A área deste projeto encontra-se inserida dentro do segundo compartimento, constituída de colinas e morrotes, com altitudes médias entre 600 e 700 metros, compreendendo a Zona do Médio Tietê (ALMEIDA, 1964).

A respeito da Depressão Periférica, CHRISTOFOLETTI (1968) observou que as formas de relevo apresentam-se, grosso modo, relacionadas ao substrato litoestrutural, podendo-se distinguir dois grandes domínios morfoestruturais: o sedimentar e o cristalino. Entretanto, considera que a delimitação morfológica não corresponde exatamente ao limite geológico entre o embasamento cristalino e os sedimentos da Bacia do Paraná, uma vez que, as formas de relevo não evidenciam esta passagem. O relevo colinoso mais suave, que predomina sobre os sedimentos Carboníferos e as intrusivas básicas, gradativamente começa a apresentar uma paisagem amorreada, à medida em que se penetra na área suportada por rochas cristalinas. Tal fato deve-se à grande espessura do manto de alteração nas rochas de embasamento próximo ao contato, condicionando um comportamento semelhante ao dos terrenos sedimentares.

AB'SABER (1969) abordou aspectos da província e sua gênese, descrevendo-a como um corredor de topografia colinosa, com aproximadamente 50 a 120 km de largura, embutido entre as cuestas basálticas e as elevações cristalinas do Planalto Atlântico.

Na porção compreendida entre a margem esquerda do Rio Capivari e o limite da sub-bacia do Rio Capivari-Mirim ocorrem, predominantemente, morrotes estreitos e alongados, com interflúvios próprios e topos nivelados a altitudes próximas a 680m; nas margens destes rios o nível de base local está em torno de 560m a 590m.

Toda a área de abrangência deste projeto possui solos podzolizados arenosos, ocorrendo, localmente, latossolos vermelho-amarelado, de textura arenosa, solos hidromórficos restritos. São, em sua maioria, de fertilidade baixa, com vocação para pastagens e reflorestamento e, ainda, culturas temporárias.

III.4.4 Hidrografia

O município de Campinas é drenado por três principais cursos d'água, quais sejam: o Rio Atibaia e o Rio Jaguari formadores do Rio Piracicaba, além do Rio Capivari, afluente pela margem direita do Rio Tietê.

A área do projeto faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari e Sub-bacia do Rio Capivari-Mirim, tributários do Médio Tietê.

Após nascer e atravessar um trecho de 15 km nos terrenos acidentados do Planalto Atlântico, o Rio Capivari tem parte de suas águas captadas para o abastecimento de Campinas e passa então a correr sobre terrenos colinosos da Depressão Periférica atravessando uma grande parte de área urbanizada. Sua bacia hidrográfica abrange cerca de 40% do território campineiro e seus poucos afluentes formam uma trama de baixa densidade de drenagem, onde o principal afluente pela margem direita é o Rio Piçarrão que despeja cerca de 1,5 m³/s de esgotos coletados no Município. Seu principal afluente pela margem direita é o Rio Capivari-Mirim que abastece o município vizinho de Indaiatuba.

Ao longo do Rio Capivari e em sua planície fluvial há exploração de areia com instalação de portos de areia onde verifica-se a inobservância da Legislação quanto à

proteção das faixas de mata ciliar, implicando em uma série de problemas ambientais como desmatamento, escorregamento e deslizamento; erosão e assoreamento entre outros.

III.4.5 Climatologia

Apesar da diversidade da paisagem do Município, pode-se definir o clima local como subtropical de altitude, com verão quente e úmido e inverno seco e frio. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.700 mm, onde os meses mais chuvosos são de outubro a março. A média anual de temperatura é de 20,6°, com a máxima alcançando 37,8°C e a mínima 0,2°C (IG, 1993).

III.8 A GERAÇÃO DOS RESÍDUOS EM CAMPINAS

A primeira iniciativa da municipalidade com relação aos resíduos sólidos efetuou-se em 1989 quando foi implantado um sistema alternativo de coleta e destinação final para resíduos sépticos, gerados em hospitais e postos de saúde. Nos anos 90, o sistema geral de coleta e disposição final começa a passar por um colapso devido à processos judiciais e manifestações por parte da população no sentido de que o governo municipal tome providências para acondicionamento adequado dos resíduos gerados pelo município.

O crescimento populacional verificado em Campinas após a década de 30 e que foi intensificado com a implantação de indústrias a partir da década de 80, gerou uma urbanização que acabou levando a cidade a crescer de forma desordenada ocasionando um descompasso no dimensionamento da infra-estrutura urbana para acompanhar essa evolução bem como o agravamento dos problemas sociais. O crescimento populacional do município pode ser melhor analisado no Quadro III.4.

Quadro III.4 - Crescimento Populacional do Município de Campinas - 1940/1996

ANO	POPULAÇÃO	TAXA DE CRESCIMENTO (% a.a)
1940	129.940	1,62
1950	152.547	3,70
1960	219.303	5,54
1970	375.864	5,86
1980	664.559	2,22
1991	846.238	2,22
1996*	944.435	-

Fonte: Fundação IBGE. Censos demográficos 1940 a 1980; resultados preliminares do Censo de 1991/Fundação Seade. In: PMC, 1996

* Atualização com base no Censo de 1991 (PMC - Seplama/Deplan)

Diante de tantos problemas, a ação para o gerenciamento adequado dos resíduos tornou-se limitada devido à escassez de recursos. As atividades de limpeza pública, em função do aumento de volume dos resíduos, passam a ter também um aumento dos custos representados pelos sistemas de tratamento. A evolução do crescimento histórico bem como uma projeção dos próximos cinco anos na geração dos resíduos do Município estão representados no Quadro III.5.

Em Campinas, hoje, são coletadas cerca de 700 toneladas diárias de resíduos sólidos, com elevado teor de matéria orgânica, incluindo-se nesse volume somente o lixo proveniente dos domicílios e o lixo comercial com características domiciliares, com geração de até 100 litros (PMC, 1996).

Quadro III.5 - Série Histórica e Projeção de Resíduos Urbanos Domiciliares do Município de Campinas: 1989/2002

ANO	POPULAÇÃO (habitantes)	QUANTIDADE (t/ano)	TAXA GERAÇÃO (per capita)
1989	809.082	135.583	0,459
1990	827.452	142.623	0,472
1991	846.238	164.846	0,534
1992	865.024	166.912	0,529
1993	884.228	170.799	0,529
1994	903.858	173.850	0,527
1995	923.924	200.212	0,594
1996	944.435	217.051	0,630
1997	965.401	246.660	0,700
1998	986.833	270.146	0,750
1999	1.008.741	294.552	0,800
2000	1.031.135	319.910	0,850
2001	1.054.026	346.248	0,900
2002	1.007.425	373.597	0,950

Fonte: Prefeitura Municipal de Campinas. Secretaria de Serviços Públicos. Departamento de Limpeza Urbana¹.

Ainda segundo o mesmo autor, este volume diário de geração de resíduos domiciliares representa mais de dois terços dos resíduos domiciliares gerados pelos demais 21 municípios que compõem a Região de Governo de Campinas (Tabela III.5 e Tabela III.6). Em 1993, o volume de lixo gerado em Campinas já atingia 500 t/dia de resíduos domiciliares, 10 t/dia de entulho da construção civil e 30 t/dia de resíduos vegetais, o que totalizava cerca de 1.500 t/dia de resíduos para serem tratados e dispostos adequadamente. Essa quantidade não incluía os resíduos industriais oriundos dos processos de produção, cuja estimativa diária era de 150 toneladas.

No que tange ao lixo industrial, o parque industrial de Campinas constitui uma

¹Dados apresentados a partir de 1989 em função da instalação da balança para controle operacional do Aterro.

A partir de 1995 considerou-se uma taxa de crescimento populacional de 2,22% ao ano.

A partir de 1996 a quantidade de resíduos foi calculada considerando-se uma taxa per capita de 0,630 kg/dia, variando 0,50 kg ao ano.

expansão regional do parque industrial paulista, apresentando um perfil de especialização nos setores de metalurgia e química, cujos processos produtivos levam à geração de resíduos sólidos com grande carga poluidora. Desta forma, os resíduos industriais da classe I, os considerados mais perigosos, são produzidos hoje à razão de 5 t/dia. Os resíduos industriais das classes II e III, são produzidos a uma quantidade de 245 t/dia (PMC, 1996).

A maior parte destas indústrias encontram-se localizadas em zonas de urbanização consolidada, não dispondo de áreas propícias para a instalação de sistemas de tratamento. A tendência atual encontrada pela Prefeitura Municipal para a solução desses entraves foi a construção de centrais de disposição, que possam acolher resíduos perigosos de diversas indústrias.

Tabela III.5 - Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Campinas em 1996

Tipo de Resíduo	Quantidade (t/dia)	Fonte Geradora	Coleta transporte	Destinação final	Avaliação da destinação
Resíduos domiciliares	700	Residências e comércio	Terceirizada	UTI - Usina de Reciclagem, Compostagem e Incineração	Sistema adequado (em implantação)
Resíduos industriais classe II, III	245	Indústrias	Gerador e/ou terceirizada	CRTI - Central de Tratamento de Resíduos Industriais	Sistema adequado (em implantação)
Resíduos industriais classe I	05	Indústrias	Gerador	CRTI - Central de Tratamento de Resíduos Industriais	Sistema adequado (em implantação)
Resíduos de serviços de saúde	07	Hospitais, farmácias, clínicas, postos de saúde e ambulatórios	Terceirizada	Pré-tratamento (Microondas) e posterior incineração	Sistema adequado (em implantação)
Resíduos da construção civil	1.800	Construções, reformas e demolições	Gerador e/ou terceirizada	CPRE - Central de Processamento e Reciclagem de Entulho	Sistema adequado (em implantação)
Resíduos vegetais	50	Parques, jardins e vegetação urbana	Terceirizada com pré-tratamento para compostagem	UTI - Usina de Compos-tagem	Sistema adequado (em implantação)
TOTAL	2807				

FONTE: Prefeitura Municipal de Campinas. Secretaria de Serviços Públicos. Departamento de Limpeza Urbana

Tabela III.6 - Geração de Resíduos da Região de Governo de Campinas - 1995

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO (habitantes)*	TOTAL COLETADO - média diária (t)**
Americana	167.420	100
Artur Nogueira	33.436	20
Cosmópolis	42.444	25
Engenheiro Coelho	8.687	05
Estiva Gerbi	11.242	07
Holambra	8.176	05
Hortolândia	90.958	55
Indaiatuba	120.815	72
Itapira	60.409	36
Jaguariúna	29.260	18
Mogi-Guaçu	121.776	73
Mogi-Mirim	70.763	42
Monte Mor	30.700	18
Nova Odessa	39.322	24
Paulínia	43.665	26
Pedreira	30.459	18
Santa Bárbara D'Oeste	176.833	106
Santo Antonio da Posse	15.789	09
Sumaré	287.462	172
Valinhos	79.698	48
Vinhedo	38.671	23
TOTAL	1.507.985	902

Fonte: Fundação IBGE. Resultados Preliminares do Censo 1991. In: PMC, 1996

* Taxa anual de crescimento populacional (2,22% a.a.)

** Taxa de geração de resíduos: 0,6 kg/hab/dia

Quando se verifica a totalidade dos resíduos gerados pelo Município e ao se pensar nas soluções tradicionais para tratamento e disposição dos resíduos, novos fatores agravantes somam-se ao problemas. A inexistência de áreas para construir aterros constitui um desafio difícil de enfrentar e a mancha urbana de Campinas, que ocupa quase 100% dos 871 km² de extensão total, é fator restritivo; além disso, o macrozoneamento ambiental também elimina boa parte das áreas, em função do uso preconizado para as diferentes zonas. A estes fatores, acresce a impossibilidade de instalar esse tipo de atividade no cone de aproximação do aeroporto, além dos altos

custos com desapropriações de áreas já ocupadas (FERRUCCIO, 1996).

Estima-se que, se não forem desenvolvidos programas de diminuição dos resíduos domésticos, a taxa diária de geração *per capita* poderá atingir 1,35 kg no ano de 2010, o que significará cerca de 2 mil t/dia para tratar e dispor (PAULELLA *et alli*, 1996).

III.6 ATERROS E BOTA-FORAS LOCALIZADOS NA ÁREA DE ESTUDO

Na área de estudo localizam-se várias áreas de disposição de resíduos: o antigo lixão da Pirelli, já desativado; o aterro sanitário de Santa Bárbara, que encontra-se fechado; e, o Complexo Delta, em fase de implantação. Cada um destes locais gerou muita polêmica tanto nas fases de implantação quanto na de desativação, conforme pode ser analisado no breve histórico de cada área.

III. 6.1 Lixão da Pirelli

Até 1972, o sistema de coleta de lixo era totalmente realizado pela Prefeitura Municipal, mas iniciou-se a disposição no Lixão da Pirelli (assim denominado devido à proximidade da área com as indústrias Pirelli), localizado na região do Campo Grande/Florence, em um loteamento aprovado pela Prefeitura em 1951 denominado “Cidade Satélite Iris”; em 1978 iniciou-se a disposição de resíduos em uma área de aproximadamente 400.000m².

No princípio a disposição se deu com o objetivo de recuperar a topografia do lugar. Por falta de controle adequado desenvolveu-se a atividade dos chamados catadores, reunindo cerca de 200 pessoas que passaram a sobreviver dos resíduos depositados no local. Esse sistema de disposição de todos os resíduos permaneceu sem nenhum critério técnico por 12 anos (FERRUCCIO, 1996).

Sua utilização se deu até 1984, quando foi abandonada devido à construção do Aterro Sanitário de Santa Bárbara, recebendo apenas uma cobertura superficial de terra, não sofrendo qualquer cuidado ou tratamento especial.

Segundo Laudo Técnico da CETESB nº. 043/92/IP anexado ao Processo protocolado sob Nº. 01/93-MA a ocupação do entorno é residencial, em expansão acelerada, e foram identificadas algumas casas em construção, onde há lixo enterrado. O aterro recebia resíduos industriais das classes I, II e III², domiciliares e hospitalares. A geologia local é constituída por arenito (Formação Itararé do Grupo Tubarão), cujo solo é bastante permeável e propício a afloramento do lençol em nascentes e minas d'água; de cuja água a população do local se utiliza para abastecimento e higiene pessoal. A área é propensa à instabilidade geotécnica devido ao acúmulo irregular do lixo, evidenciada por processos erosivos (pequenos sulcos e ravinas) e rastejamento do lixo; sendo que esses processos são incrementados por cortes e valas de fundação das casas em construção. O referido laudo atenta ainda para a provável acumulação de gases potencializando riscos de inalação e explosão.

Este antigo lixão tem sido objeto de inúmeras intervenções da Administração Municipal, visando à sua recuperação e à proteção da população localizada em seu entorno.

² Segundo CETESB (1985): "Resíduos Classe I- perigoso: resíduo sólido ou mistura de resíduos sólidos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar risco à saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças, e/ou apresentarem efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada."

"Resíduo Classe II - não inerte: resíduo sólido ou mistura de resíduos sólidos que não se enquadram na Classe I - perigosos, ou na classe III - inertes."

"Resíduo Classe III - resíduo sólido ou mistura de resíduo sólido que, submetidos ao teste de solubilidade (proposta de norma 1:63.02-003 - Solubilização de resíduos sólidos - Método de ensaio) não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados, em concentrações superiores aos padrões definidos na Listagem 8 (Concentração - Limite máximo no extrato obtido no teste de solubilidade)."

III.6.2 Aterro Sanitário Parque Santa Bárbara

Este aterro encontra-se localizado na Rodovia Campinas - Monte Mor, no bairro Parque Santa Bárbara, banhado pelo Córrego Piçarrão, pertencente a bacia do Rio Capivari, pela Rodovia Campinas-Monte Mor (ao Norte) nas proximidades do viaduto sobre a Rodovia dos Bandeirantes e pela linha férrea da FEPASA a Leste, tendo área de 480.000m². Era, a princípio, um lixão à céu aberto sendo posteriormente transformado em um aterro sanitário.

Quando da implantação do aterro, esta área já apresentava sérios problemas. De acordo com Laudo de Vistoria nº 148/92-ETCAMP da Secretaria de Meio Ambiente, anexado ao processo judicial sob protocolo de nº 04/92-MA, o Córrego existente na propriedade (afluente do Piçarrão) sofreu degradação de sua vegetação marginal e seu curso natural foi modificado para operação de máquinas para instalação deste aterro.

Segundo Laudo Técnico 015/92/IPCO da CETESP anexado ao Processo Judicial (*op cit*), o aterro vinha sendo operado sem observação de todas as normas técnicas e operacionais necessárias a um aterro que recebia resíduos domésticos, industriais das Classes II e III e sépticos, além de não estar sendo efetuada a queima dos gases. Devido à inobservância das normas que colocaria em risco a população local, este aterro foi desativado através de uma ação organizada pelos moradores do bairro.

A inexistência de medidas de proteção do entorno, como envoltórias de restrição urbana e outros instrumentos restritivos do uso e ocupação do solo no local, acarretou o adensamento populacional e a proximidade indesejável de áreas residenciais. As emissões de gás, odores e infiltrações oriundas de deficiências operacionais acabaram por gerar forte pressão popular, resultando no fechamento do aterro sanitário (FERRUCCIO, 1996).

Com o embargo da área, a Prefeitura viu-se obrigada a dispor os resíduos em outro local. Naquela época o Complexo Delta era apenas um projeto em vias de

aprovação legal e de acordo com o Processo protocolado sob nº 04/92-MA, não tinha ainda aprovado seus Estudos de Impacto Ambiental e respectivo Relatório. Na eminência de um quadro caótico a Prefeitura conseguiu liberação para dar início emergencial ao projeto que deveria ser instalado apenas anos depois.

III. 6.3 Complexo Delta

Localizado na zona Oeste do Município na região do Campo Grande/Parque Valença, sendo margeado pela Rodovia dos Bandeirantes e banhado pelas águas dos rios Capivari e Piçarrão e afluentes.

Este Complexo encontra-se ainda em fase de implantação, tratando-se de um megaprojeto com área de 2,5 milhões de m² e definida na Lei Municipal nº. 8.243, de 30 de dezembro de 1994. O projeto prevê uma unidade de tratamento integrado de resíduos domiciliares (reciclagem, compostagem e incineração), uma unidade de segregação e reciclagem (triagem e enfardamento), uma unidade de tratamento de resíduos hospitalares com desinfecção por microondas e incineração, uma central de tratamento de resíduos industriais e uma central de processamento e reciclagem de entulhos de construção civil.

Segundo a P.M.C. (1996), trata-se de uma região intensamente degradada em termos ambientais, concentrando população de baixa renda, com carência de infraestrutura, equipamentos urbanos e atividades terciárias. Verifica-se aí a degradação ambiental da bacia do Rio Capivari, em decorrência principalmente do grande volume de esgotos que recebe, além da lavra predatória de areia e argila, onde se observa o desrespeito à mata ciliar.

De acordo com PMC (1995), esta região esta região insere-se na área de expansão urbana do município, configurando-se como um vazio urbano. No entanto, apesar da baixa ocupação nas áreas próximas ao Complexo, estas se localizam dentro de um dos principais vetores de crescimento da cidade - a região de Campo Grande,

apresentando forte tendência ao adensamento.

No entanto, embora esta região se apresente hoje como vetor de crescimento urbano, tendo em vista as condicionantes físico-ambientais e de suporte de infra-estrutura, é desaconselhável manter esta tendência de adensamento. Neste caso, os instrumentos de planejamento urbano de que dispõe a administração devem ser utilizados para otimização dos investimentos públicos e para proteção da população (PMC, 1996).

III.6.4 Bota-foras

Atualmente cada Área de Planejamento de Campinas possui um bota -fora que funciona como descarga de resíduos gerados nas atividades de poda, capinação, roçagem, etc., bem como resíduos oriundos da construção civil. Esta atividade (aterros inertes) tem o objetivo de recuperar áreas cuja topografia foi alterada por processos de erosão (PMC, 1997). Na área de estudo estão localizados os seguintes:

- **SAR-OESTE**

12 botas-foras

Volume estimado: 600 m³/dia

Oficiais:

- Rua Pinguim - Vila Padre Manoel da Nóbrega
- Rua Vicente Belóquio - Jardim Garcia
- Rua Itatiba - Jardim Novo Campos Elíseos
- Avenida Ruy Rodrigues - Parque Universitário
- Acesso ao Jardim Santa Rosa
- Aterro Sanitário Delta IA

Clandestinos:

- Rua Padre Donizeti Tavares de Lima - Cidade Jardim
- Rua Mário Ribeiro do Amaral - Jardim Novo Campos Elíseos
- Avenida Transamazônica - Jardim Garcia
- Rua Monte Prano - Jardim Castelo Branco
- Avenida Presidente Juscelino - Jardim Novo Campos Elíseos

- **SAR - SUL**

11 botas-foras

Volume estimado: 550 m³/dia

Oficiais:

- Rua Jerônimo Tognolo - Parque da Figueira
- Rua Salomão Abud - Jardim Tamoio

Clandestinos:

- Avenida João Batista M. do Canto - Jardim São Bernardo
- Avenida Itaporanga - Jardim Futurama
- Entrada do Parque Jambeiro
- Avenida das Andorinhas - Jardim das Andorinhas
- Rua Serra da Tijuca - Jardim São Bernardo
- Avenida Lix da Cunha - Bonfim
- Avenida Dr. Lauro Sodré - Jardim São Bernardo
- Córrego do Piçarrão (atrás da Receita Federal)
- Hotel The Royal Palm Plaza

Ultimamente estes locais vêm sendo usados de uma maneira desordenada, não só pelas Administrações Regionais, mas também por toda a população que considera estes pontos áreas para descartar todo e qualquer tipo de resíduo e, muitas vezes os considerados especiais. A falta de conscientização, tanto da população como da própria Prefeitura e algumas indústrias estão causando sérios problemas de ordem ambiental e considerados inconvenientes na área de saúde pública (PMC, 1997).

IV - SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG): a utilização da técnica

O passo acelerado da urbanização tem causado impactos cada vez mais elevados no meio ambiente, e a avaliação ambiental causada por estes impactos tem sido uma tarefa cada vez mais difícil e complexa. Enquanto mais dados são acumulados, as tradicionais estruturas analíticas tem requerido reajustes constantes, e os órgãos tem sentido necessidade de tirar vantagem principalmente de novas ferramentas de trabalho para executar avaliações de impacto ambiental (EIA). Proeminente entre estas ferramentas são aquelas derivadas de modernas tecnologias de informação, especialmente os Sistemas de Informações Geográficas (GRIFFITH, 1980).

Com base nesta premissa, dentre muitas outras, é que partiu-se para a escolha de um SIG, e preferiu-se o GRASS 4.1 (Geographic Resource Analysis Support System), instalado em uma Estação de Trabalho IBM RISC-6000, cujos recursos se mostraram ideais para desenvolver o trabalho, uma vez que, de acordo com SILVA (1994), o mesmo possui uma linguagem de modelagem que permite um grande número de operações matemáticas e lógicas, possibilitando a elaboração de maneira a se fazer a associação entre os diversos planos de informação e atributos da forma que o usuário definir, além de permitir a avaliação da distribuição das classes de diferentes mapas entre si.

Segundo LAI (1990), este tipo de ferramenta permite cruzar informações contidas em diversas cartas existentes, permitindo criação de dados novos, estocagem, administração, manipulação e análise de dados. Desta forma, esta ferramenta possibilitará a produção de mapas cuja finalidade, nesta dissertação, é determinar áreas potenciais para instalação de aterros sanitários, em função dos condicionantes físicos e das condições atuais de uso e ocupação do solo.

Um SIG é uma ferramenta poderosa para trabalhar dados espaciais e manter dados em formato digital. Tem se verificado que quando sistemas

computadorizados são utilizados grandes quantidades de dados podem ser recuperados em grandes velocidades e baixo custo por unidade. A habilidade para manipular os dados espaciais e integrar diferentes tipos de dados em uma análise única e a uma alta velocidade é uma característica do SIG e não são atingidas por nenhum método manual. A habilidade para realizar análises espaciais complexas de forma rápida apresenta vantagens quantitativas e qualitativas. Cenários de planejamento, modelos de decisões, detecção e análises de mudanças, e outros tipos de planos podem ser desenvolvidos através de refinamentos (SOUZA, 1997).

A mesma autora ressalta ainda que a função de realizar análise espacial é que distingue o SIG de sistemas relacionados orientados por gráficos, como o CADD (Computer Aided Design and Drafting). As análises de séries de dados complexos, espaciais múltiplos e não-espaciais em uma maneira integrada respondem pela maior parte das funções dos SIG, não sendo possível através de sistemas manuais ou CADD.

ARONOFF (1989), explica que o SIG é frequentemente confundido com sistemas cartográficos que armazenam mapas de forma automatizada. Enquanto a principal função de um sistema cartográfico é gerar mapas armazenados em computador, a função de um SIG é, de certa forma, criar informação através da integração de planos de informação para mostrar o dado original de maneiras e perspectivas diferentes. Assim, a sua capacidade de integrar dados é que o diferencia destes outros sistemas de mapeamento.

Muitas são as definições para SIG, no entanto, neste trabalho utilizar-se-a definição adotada por SILVA (1994) onde *“um SIG necessita utilizar o meio digital, deve ter um banco de dados integrado com todos os dados geo-referenciados e possuir funções de análises desses dados que variem de álgebra cumulativa (operações aritméticas) até álgebra não-cumulativa (operações lógicas)”*. Para este autor os objetivos gerais de um SIG são:

- produzir mapas mais rapidamente;
- baratear os custos de produção de mapas;
- produzir mapas para usuários específicos;
- produzir mapas em circunstâncias particulares em que especialistas não estejam em disponibilidade;
- permitir experimentos com representações gráficas diferentes usando os mesmos dados;
- facilitar a utilização dos dados;
- produzir resultados mais sofisticados;
- possibilitar a automação de atualização, revisão e produção dos mapas;
- revolucionar a análise quantitativa de dados espaciais.

MOREIRA (1993), explica que os SIG são dotados de sistemas estruturados da seguinte forma: primeiramente procede-se à entrada dos dados, depois parte-se para a edição e agrupamento destas imagens para criação da base de dados. Segundo este autor, os sistemas têm duas bases: uma gráfica, gerenciando arquivos (ou imagens) raster, vetor e tabelas; outra, de atributos, operacionalizando as relações necessárias entre os dados. A Figura IV.1 exemplifica a estrutura de um sistema.

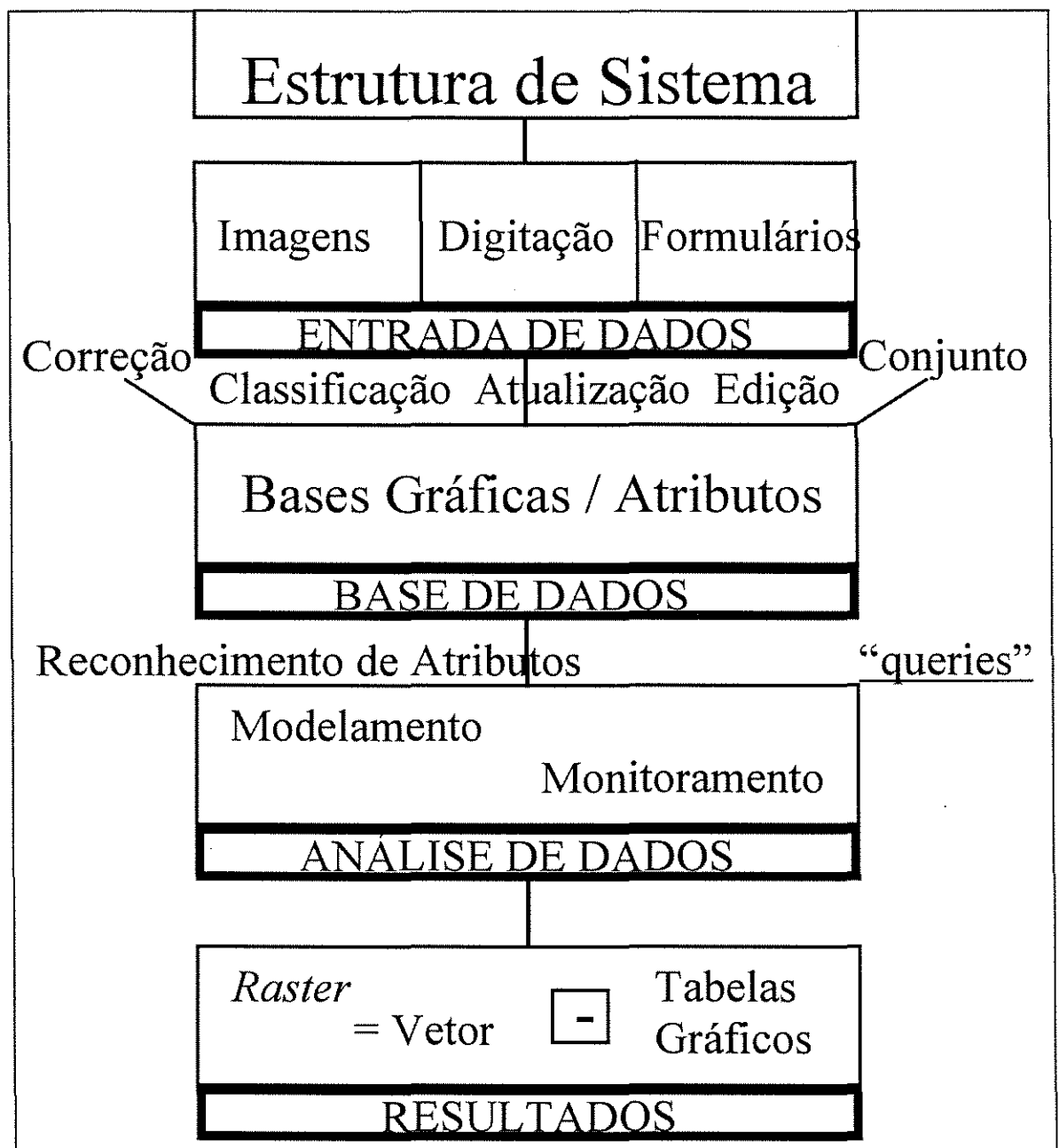


Figura IV.1 - Representação esquemática da estrutura de um sistema modificado de VALENZUELA (1988).
Fonte: MOREIRA (1993)

IV.1 - SIG APLICADO À ANÁLISE DE QUESTÕES AMBIENTAIS

Para ALMEIDA (1993), a análise de questões ambientais são parte de um processo de raciocínio cujas situações, na medida em que se apresentam, devem ser enfrentadas de maneira crítica. Para ele, o planejamento que envolve este tema não possui definição precisa, confundindo-se muitas vezes com o próprio planejamento territorial ou é tratado como extensão de outros planejamentos setoriais como o urbano, institucional ou administrativo, uma vez que estes foram acrescidos da consideração ambiental; e finaliza a questão conceitual de que “planejamento ambiental consiste em um grupo de metodologias e procedimentos para avaliar as consequências ambientais de uma ação proposta e identificar possíveis alternativas a esta ação (linha de demanda); ou um conjunto de metodologias e procedimentos que avalia as contraposições entre as aptidões e usos dos territórios a serem planejados (linhas de oferta).”

A complexidade do ambiente urbano envolve uma gama de aspectos de tal ordem, que seria impossível a apenas uma ciência ou a uma especialidade identificar ou propor soluções aos diferentes problemas que ocorrem neste ambiente (FORESTI *et alii*, 1995).

GONZALES (1980; 1981) explicita que o conjunto de conceitos bem como as diversas formas de ferramentas que são utilizadas, são partes integrantes de uma ação contínua que servem de instrumento dirigido a racionalizar as tomadas de decisões individuais ou coletivas em relação à evolução de determinado objeto; aplicação racional do conhecimento do homem ao processo de tomada de decisões, no intuito de conseguir que seja realizada ótima utilização dos recursos, a fim de obter o máximo de benefício à coletividade; definição e resolução de problemas.

A tecnologia do Sistema de Informação Geográfica se apresenta como instrumento importante na gestão urbana em relação a alguns indicadores físicos passíveis de quantificação e que por sua vez traduzem níveis de qualidade

ambiental urbana. Esses parâmetros, podem ser avaliados através de índices que subsidiam o planejamento na formulação de planos e programas que visem o desenvolvimento urbano (FORESTI, *op cit*).

Este fato é possível pois um SIG tem como característica gerar e manter mapas em diversas escalas, obter através de objetos geo-referenciados, associações com informações geográficas, cadastrais alfanuméricos, além de outras informações, fazer análise baseando-se no relacionamento espacial de diversos pontos de informação, possuir uma estrutura de armazenamento de dados em forma de atributos, ter banco de dados corporativos e incrementais, conter funções de busca no espaço a partir de dados alfanuméricos, relações topológicas, operações de sobreposição temática. Além disso tem que ter a característica específica de trabalhar com raster, multiplicar aplicativos prontos para uso, executar MDT, ter aceitação de formatos diversos, integração com Sistema Gerenciador de Banco de Dados e poder sofrer atualização tecnológica (MOURA, 1997).

BURROUGH (1987) aponta que a experiência do uso de computadores na confecção de mapas atingiu um patamar importante no fim da década de 70, onde diversos autores já apresentavam uma série de vantagens do uso da computação em relação às técnicas tradicionais de cartografia como pode ser observado no Quadro V.1 .

QUADRO IV.1 - Principais Vantagens da Utilização de Métodos Computacionais na Elaboração de Mapas

1. EXECUTAR OS MAPAS EXISTENTES MAIS RAPIDAMENTE;
2. EXECUTAR OS MAPAS EXISTENTES COM MENORES CUSTOS;
3. EXECUTAR MAPAS PARA NECESSIDADES ESPECÍFICAS DO USUÁRIO;
4. TORNAR POSSÍVEL A PRODUÇÃO DE MAPAS NAS SITUAÇÕES EM QUE EQUIPES ESPECIALIZADAS NÃO ESTÃO DISPONÍVEIS;
5. AUXILIAR NA EXPERIMENTAÇÃO COM DIFERENTES REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS PARA O MESMO DADO;
6. FACILITAR A CONFECÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE MAPAS QUANDO OS DADOS JÁ ESTÃO NA FORMA DIGITAL;
7. FACILITAR ANÁLISES DE DADOS QUE DEMANDAM INTERAÇÃO ENTRE ANÁLISES ESTATÍSTICAS E MAPEAMENTO;
8. REDUZIR O USO DE MAPAS IMPRESSOS COMO ARMAZENADOR DE DADOS E ASSIM REDUZIR OS EFEITOS DA CLASSIFICAÇÃO E GENERALIZAÇÃO NA QUALIDADE DOS DADOS;
9. ELABORAR MAPAS QUE SÃO DIFÍCEIS DE SER EXECUTADOS MANUALMENTE;
10. CRIAR MAPAS, NOS QUAIS OS PROCEDIMENTOS DE SELEÇÃO E GENERALIZAÇÃO SÃO EXPLICITAMENTE DEFINIDOS E CONSISTENTEMENTE EXECUTADOS;
11. A INTRODUÇÃO DA AUTOMAÇÃO PODE CONDUZIR PARA REVISÃO DE TODO O PROCESSO DE CONFECÇÃO DE MAPAS, O QUE, TAMBÉM PODE LEVAR A ECONOMIAS E APERFEIÇOAMENTOS.

Fonte: AUGUSTO FILHO, 1994 apud RHIND

Para CALKINS (1992) existe uma tendência crescente através do uso de análise e mapeamento computadorizado de vários tipos de fontes de dados. O pré-requisito para tal análise de mapeamento é codificar os dados em um computador de fomato compatível.

Estes sistemas vêm sendo empregados em vários campos de estudo, das análises relativas ao planejamento ambiental até a orientação e controle de sistemas de transporte e transmissão de energia, constituindo-se em importante ferramenta otimizadora (FUNCATE, 1993).

CRESTANA (1994), discutindo técnicas recentes de avaliação ambiental, afirma que é possível observar, modelar, avaliar e simular o comportamento local de variáveis ambientais via Sistema de Informações Geográficas.

MELLEROWICZ *et alii* (1994) enfatizam a importância do SIG para o planejamento do solo e da água. Os autores mostram ter havido um aumento da aplicação do SIG para este fim devido a diversos fatores como a melhora da qualidade, disponibilidade e facilidade de manipulação dos sistemas, o aumento da disponibilidade de informações básicas para alimentar o sistema (mapas cartográficos, pedológicos, imagens orbitais e fotografias aéreas, etc.), e o aumento da demanda por trabalhos de planejamento que exijam menor gasto de tempo.

LOWELL (1991), utilizou dados em formato raster de um SIG para uma área de 932 hectares na região central do Missouri com dados de vegetação, solos, aspectos topográficos e distância de uma floresta natural, coletados no período de 1939 até 1982, Uma análise de função discriminante foi utilizada para quantificar e descrever sucessões ecológicas na área durante aquele período.

GROS *et alii* (1986), utilizou SIG para analisar a ocorrência e distribuição de potencial de impacto ambiental associado com óleo, poços de gás e oleodutos através da interpolação de mapas de hidrologia associado a poços ativos e

inativos na área de estudo.

TEUBNER JR. (1991), identificou conflitos ambientais na Região Metropolitana de Vitória através da interpolação de dados de declividades em áreas urbanas e agrícolas, áreas de vazios e áreas sujeitas a expansão urbana.

RANIERI (1996), utilizou um SIG para determinação de risco em erosão em bacia hidrográfica através da interpolação de mapas hidrográficos, pedológicos, planialtimétricos e de uso da terra, determinando risco de erosão e perda de solo através de modelos matemáticos que forneceram resultados quantitativos sobre o objeto de estudo.

BESSA JR. *et alii* (1994), utilizou um SIG no estudo de impacto ambiental do ecoturismo na área de proteção ambiental de Guaraqueçaba/PR no litoral norte do Estado do Paraná. A elaboração de cartas temáticas da APA auxiliaram na análise do uso e ocupação do solo, definindo áreas críticas e sensíveis, bem como locais onde o ecoturismo oferece benefícios sociais sem comprometer o ambiente.

SIMÕES *et alii* (1994) realizou uma análise integrativa de dados para o projeto de zoneamento ecológico-econômico (ZEE) do Território Nacional através de Sistema de Informação Geográfica, com o objetivo de promover um balanço entre as potencialidades e limitações ecológicas, econômicas e sociais, pelo controle das atividades antrópicas atuais e futuras através da sugestão de medidas preventivas e corretivas que possam ser implementadas e que assegurem a qualidade ambiental. Para alcançar isto, tornou-se necessário a geração de uma base de informações homogênea sobre uma grande variedade de parâmetros geobiofísicos e sócio-econômicos que foram analisados e integrados sob uma ótica holística. A tecnologia de Sistema de Informação Geográfica forneceu ferramentas que viabilizaram e agilizaram o emprego de uma metodologia analítico-integrativa para a execução do ZEE.

Assim sendo, a interdisciplinariedade de aplicações desta ferramenta pode

ser embasada no pensamento de TAUKE-TORNISIELO *et alii* (1995) que defende a idéia de que a análise ambiental só poderia acontecer na era da informática, na medida em que pensarmos que sua amplitude de ação permite que o homem transcenda à sua temporalidade, desenvolvendo gestões que subsidiarão a execução de uma reforma política-econômica, onde os preços refletirão, na maioria das vezes, de forma decisiva nos custos das soluções para questões ambientais.

IV.2 FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS DIGITAL

IV.2.1 Base Cartográfica

Para realização dos trabalhos foram utilizadas cartas na escala 1:50.000, considera-se que esta escala é a mais adequada uma vez que o usuário tem uma visão integrada além de poderem identificar com facilidade elementos importantes, como por exemplo, rios e estradas, de sua área de trabalho (SÃO PAULO, 1993).

Os mapas estão projetados de acordo com o Universo Transverso de Mercator (UTM), produzidos pelo Instituto Geológico, pela Prefeitura Municipal de Campinas, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e, pelo Núcleo de Meio Ambiente. Estas cartas foram adquiridas junto aos respectivos órgãos de origem, e a relação de mapas utilizados foram:

1. do Instituto Geológico - IG:

- Tipos de Terreno;
- Geologia;
- Susceptibilidade à Contaminação de Aquíferos;
- Potencialidade Mineral;
- Potenciométrico.

2. da Prefeitura Municipal de Campinas - PMC:

- Infra-Estrutura;
- Áreas Mineradas;

- Abastecimento de Água.

3. do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

- Hipsométrico

3. do Núcleo de Meio Ambiente - NMA

- Rede Viária

IV.2.2 Digitalização de Mapas

Para este trabalho utilizou-se o programa AutoCad versão 12, mesa digitalizadora tamanho A-0 e PC disponíveis no Laboratório de Processamento de Imagens Geo-referenciadas - LAPIG, do Instituto de Geociências da UNICAMP.

A utilização do CADD deve-se ao fato deste permitir intercambiar dados com outros programas, facilitar processos de atualização do desenho, substituir mapoteca analógica e possibilitar a visualização no computador (SILVA, 1994).

A captura de dados vetoriais através do CADD deu-se através de mesa digitalizadora gerando-se assim, vários arquivos em formato vetorial. Estes arquivos foram calibrados segundo coordenadas UTM, permitindo desta forma a interação dos vários mapas gerados. Isto significa, que os diversos mapas podem ser sobrepostos, tendo desta forma a possibilidade de cruzamento dos vários níveis (layers) gerados.

O formato final do arquivo gerado pelo AutoCad é um arquivo DWG. Este formato de arquivo só é lido pelo próprio AutoCad. Uma vez que se deseja trabalhar com estes vetores gerados em SIG este arquivo DWG deve ser exportado no formato DXF. Este padrão DXF é lido por vários outros programas, entre eles, o GRASS4.1. Esta etapa dos procedimentos será descrita a seguir.

Para tornar possível o desenho dos mapas a calibração da mesa digitalizadora foi realizada utilizando-se procedimentos estatísticos baseados em RMS - Root Mean Square, permitindo que se tenha uma noção real da precisão

da digitalização. O RMS fornecerá o quanto estes mapas estarão deslocados de sua coordenada real. O RMS é dado pelas seguintes formulas:

$$RMA(x) = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(X_i - X_i^j)^2}{N}}$$

$$RMA(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(Y_i - Y_i^j)^2}{N}}$$

$$RMS_{(t)} = \sqrt{(RMS_x)^2 + (RMS_y)^2}$$

Para ARONOFF (1989) a qualidade do dado é crucial para aplicação de um SIG. Quando análises espaciais são realizadas manualmente usando sobreposição de mapas, usuários aprendem com muita rapidez a deslocar os mapas para alinhar os limites que deverão sobrepor. Uma superposição de mapas pode não ser deslocado de modo que algum local da área possa ser registrado suficientemente para o trabalho manual. Este tipo de problema não ocorre quando o uso de um SIG, pois os planos de informação estão geo-referenciados todos com a mesma base cartográfica.

Conforme já mencionado, foram utilizadas as quatro fontes de dados analógicos distintos (IG, PMC, IBGE e NMA) e na fase da digitalização observou-se uma incompatibilidade entre as mesmas, onde necessitou-se de ajustes, gerando-se assim uma base única e uniforme de dados. O RMS (t) e os mapas digitalizados estão descritos na Tabela VI.1.

Tabela IV.1 - Média do RMS(t) dos Mapas Digitalizados

MAPAS UTILIZADOS	RMS(t) em metros
Potencialidade Mineral	28
Potenciométrico	16
Tipos de Terrenos	22
Geológico	17
Vulnerabilidade à Contaminação de Aquíferos	34
Sistema de Abastecimento e Distribuição de Água	19
Áreas Mineradas	23
Infra-estrutura Urbana	11
MÉDIA	21

Os diversos mapas foram digitalizados em Planos de Informações (PI) através do comando "LAYER" no AutoCad, possibilitando apresentar os dados em diferentes níveis de detalhe, dentro do enfoque holístico ou analítico que se quer estudar a região. de modo a tornar possível a visualização de forma isolada ou combinada, e de maneira que não necessariamente se passe de um nível a outro numa sequência obrigatória.

Estando os mapas no formato DXF estes foram migrados para uma estação de trabalho IBM, constituindo-se em um banco de dados geo-referenciado, através do comando "v.in.DXF". A etapa seguinte foi a de edição de cada Plano de Informação, sendo realizada a reclassificação de todas as entidades, criando relações topológicas, preparando-as para serem transformadas do formato vetorial para raster.

A fase de categorização permitiu associar atributos a cada conjunto de entidades com alguma característica comum de interesse. Os polígonos e as linhas foram classificadas, em seguida, foram especificados os significados de cada uma das categorias presentes, bem como realização de um breve relatório da importância de cada mapa relacionado ao assunto tema desta dissertação. Esta

composição de atributos por mapas e respectivos significados, que estará também presente nos mapas RASTER - está detalhada no Quadro IV.3.

Quadro IV.2 - Categorização

MAPA	ATRIBUTOS	DESCRIÇÃO
POTENCIALIDADE MINERAL	1	Áreas com lavra ou cobertura de 2 a 5m
	2	Áreas com cobertura de 10 a 20m
	3	Áreas com lavra ou declividade mais favoráveis com coberturas inferiores a 10m
	4	Áreas sem lavra ou declividades menos favoráveis e com coberturas inferiores a 10m
	5	Rocha para talhe e cantaria
	6	Rocha ornamental
POTENCIOMÉTRICO	1	Rocha Intrusiva
	2	Rocha Sedimentar
	3	Embasamento Cristalino
MACROZONEAMENTO AMBIENTAL	1	Área intensamente degradada
	2	Área com vocação urbana e industrial
	3	Área de preservação permanente
HABITAÇÕES SUB-NORMAIS (Favelas)	1	Favelas urbanizadas
	2	Favelas em fase de urbanização
	3	Favelas com atendimento apenas emergencial
	4	Área em fase de ocupação por favelas
INFRA-ESTRUTURA	1	Áreas sem tratamento de esgoto
	2	Áreas sem tratamento de água e esgoto
	3	Complexo Delta
	4	Aterro Sanitário Parque Santa Bárbara
	5	Estação de Tratamento de Água
	6	Áreas destinadas à bota-fora

MAPA	ATRIBUTOS	DESCRIÇÃO
ÁREAS MINERADAS	1	Áreas de extração de areia e argila
	2	Áreas de extração de areia
	3	Áreas de extração de argila
	4	Áreas de argila para cerâmica vermelha
	5	Áreas de ocorrência de garimpo de areia
	6	Áreas de ocorrência de pedreiras
SUSCEPTIBILIDADE À CONTAMINAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	1	Aluvião
	2	Aluvião - water table 5m
	3	Aluvião - water table 10m
	4	Arenito - water table 5m
	5	Arenito - water table wt 10m
	6	Arenito - water table 20m
	7	Arenito - water table 30m
	8	Arenito - water table 40m
	9	Ritmito - water table wt 5m
	10	Ritmito - water table 10m
	11	Ritmito - water table 20m
	12	Ritmito - water table 30m
	13	Ritmito - water table 40m
	14	Associação de ritmitos, lamitos, diamictitos - wt 5m
	15	Associação de ritmitos, lamitos, diamictitos - wt 10m
	16	Associação de ritmitos, lamitos, diamictitos - wt 20m
	17	Gnaisses bandados intercalando hornblenda
	18	Diabásios
	19	Corpos hídricos
TIPOS DE TERRENOS	1	Colinosos suavemente ondulados
	2	Colinosos ondulados
	3	Colinosos ondulados a inclinados
	4	Amorreados de inclinação moderada a forte
	5	Planícies fluviais
TIPOS DE TERRENOS 1 - Áreas com potencialidade em recursos minerais	1	Argila com cobertura de 2 a 5m
	2	Pedra para brita
	3	Rocha para talhe e cantaria
TIPOS DE TERRENOS 2 - Água Subterrânea	1	Aquífero sedimentar
	2	Aquífero cristalino (similar 1)
	3	Aquífero cristalino (similar 3)
REDE HÍDRICA	1	1a. ordem
	2	2a. ordem
	3	3a. ordem
RELEVO	580 a 1019	menor cota = 580m maior cota = 1019m Obs: equidistância de 20m entre os pontos

- Operações booleanas para selecionar áreas , linhas ou pontos;
- Operações de Vizinhança para informações relevantes de “overlay”;
- Análise de Proximidade para aumentar a área de influência de feições particulares.

II.2.1 Operações Booleanas

Nas Operações Booleanas duas ou mais imagens são combinadas de acordo a regras lógicas para produzir uma nova imagem. Isso é possível com os seguintes operadores <NOT>, <AND>, <OR> e <XOR>, que satisfaçam duas condições básicas: falsa ou verdadeira , fixando o valor , respectivamente.

Na operação derivada do <NOT>, a nova imagem contém todos os atributos dos “layers” com exceção do atributo selecionado. A nova imagem produzida pela operação <AND> apresenta regiões onde ocorrem simultaneamente o mesmo atributo. Na <XOR>, a imagem final representa regiões onde não ocorrem simultaneamente determinado atributo. A <OR> cria uma nova imagem apresentando regiões onde ocorrem um determinado atributo em duas imagens, sem a necessidade de simultaneidade (SIMPLÍCIO, 1995).

II.2.2 Análises de Proximidade

A relação espacial de proximidade é dada pela distância mínima existente entre dois entes. Essa distância pode variar para subconjuntos dos entes, como por exemplo nas operações “buffer”, que é baseada na definição de espaços em torno de pontos, linhas e áreas.

Nesse tipo de função, quatro tipo parâmetros devem ser especificados: a localização do alvo (como por exemplo um aeroporto), a unidade de medida

(distância em metros), a função para calcular a proximidade (distância de linha reta) e a área para ser analisada. A técnica é frequentemente chamada de zona de “buffer” ou seja uma área específica em volta de um ou mais elementos do mapa.

II.2.3 Operações de Vizinhança

Este tipo de função considera o local ou as características da vizinhança dos dados com seus vizinhos, incluindo todas as funções que requerem a especificação de pelo menos três parâmetros básicos: uma ou mais localizações de alvos, a especificação de um vizinho de cada alvo e a função a ser realizada nos elementos dentro da vizinhança (ARONOFF, 1989). Nesta dissertação serão utilizadas os seguintes tipos: **overlay** (sobreposição de imagens) e reclassificação.

III.3 DIRETRIZES

Para obtenção das simulações de áreas possíveis para disposição de resíduos sólidos serão utilizados parâmetros considerados ideais segundo LIMA (1991), CETESB (1985) e NBR-10157 abaixo relacionados. Devido ao fato de uma porção significativa da área desta dissertação possuir área com forte tendência a industrialização (PMC, 1995), serão utilizados os critérios segundo normas estabelecidas para disposição de resíduos sólidos industriais e não apenas as normas de aterros sanitários domésticos.

- distanciamento mínimo de 02 metros entre a camada de lixo e o veio principal do lençol freático, devido ao caráter poluente do líquido percolado (chorume);
- locais com declividade de 2% a 10%;
- distância mínima de 200 metros de qualquer coleção hídrica ou curso de água;
- distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais superior a 5 km;

- próximo a áreas de rodovias de fácil acesso, permitindo desta forma que os resíduos sejam levados ao seu destino final de maneira rápida;
- distância máxima de 30 km dos centros produtores de lixo, uma distância maior oneraria o sistema tornando-o anti-econômico.

V INTEGRAÇÃO DOS DADOS

Um Sistema de Informação Geográfica - SIG tem como característica gerar e manter mapas em diversas escalas, obter através de objetos geo-referenciados associações com informações geográficas, cadastrais alfanuméricos, além de outras informações; fazer análises baseando-se no relacionamento espacial de diversos pontos de informação, possuir estrutura de armazenamento de dados em forma de atributos, ter banco de dados corporativos e incrementais, conter funções de busca no espaço a partir de dados alfanuméricos, relações topológicas, operações de sobreposição matemática. Além destes requisitos um SIG deve ter como característica trabalhar com mapas no formato raster, aceitar formatos diferentes como arquivo ASCII tipo DXF e raster, possuir integração com Sistema Gerenciador de Banco de Dados e poder sofrer atualização tecnológica (MOURA, 1997).

O objetivo geral de um SIG é o de permitir experimentos com representações gráficas diferentes, usando os mesmos dados, produzindo resultados mais sofisticados, possibilitando a automação de atualização, revisão e produção de mapas e finalmente revolucionar a análise quantitativa de dados espaciais.

Entende-se por dado espacial qualquer dado que esteja relacionado a um par de coordenadas e que possua um atributo. O atributo é um dado não-espacial e corresponde a um valor ou uma característica de um determinado local.

Na primeira etapa utilizou-se digitalização manual para a maioria das informações analógicas, com exceção das informações de Rede Hídrica, Rodoviário e Curvas de Nível, cedidos pelo Núcleo de Monitoramento Ambiental (NMA) da EMBRAPA.

TOMLINSON e BOYLE apud SCARIN *et alii*, 1994 explicam que a digitalização é o processo de conversão de pontos e linhas de um mapa convencional para um formato compatível no uso em computador. Pode ser executado por meio de uma das seguintes técnicas: digitalização manual usando mesa digitalizadora,

digitalização semi-automática usando *softwares* específicos e, digitalização automática através de técnicas de processamento digital de mapas.

Após a digitalização é preciso verificar se todas as informações foram colocadas e se há erros oriundos do processo como omissão de informações, duplicação de linhas, quebras de linhas que necessitam ser unidas (polígonos abertos), símbolos em posição errada, etc., e iniciar a fase de edição dos dados.

Quando as informações são migradas para um SIG elas estão no modelo vetorial, onde objetos ou condições do mundo real são representados por pontos, linhas e polígonos que definem seus limites como se eles estivessem sendo desenhados em um mapa. Existem vários modos de se produzir dado vetorial, os mais comuns são “spaghetti”, topológico e modelo de triângulos irregulares (ARONOFF, 1989).

Os dados desta dissertação foram digitalizados utilizando o modelo topológico. Este modelo consiste de série de pontos, finalizando arcos os quais possuem um ponto inicial e um ponto final. O final do arco é chamado de nó e pode ser um ponto de intersecção onde dois ou mais arcos se encontram. Desta maneira um polígono pode ser representado como arcos concatenados que representam seus limites. (SOUZA, 1991).

Após a edição a imagem é transformada para o formato raster. O modelo de dados espaciais neste formato tem como arcabouço a estrutura tipo matricial e uma das vantagens do modelo raster é que dados espaciais de diferentes tipos podem ser recobertos sem a necessidade de complexos cálculos geométricos que se requer para sobrepor diferentes mapas como no modelo vetorial. Cada *layer* de uma célula do *grid* em um modelo raster grava um atributo separado. As células são constantes em tamanho, e são geralmente quadradas, embora retângulos, hexágonos e triângulos equiláteros possam ser usadas. A localização das células estão endereçadas por número de linhas e colunas. As coordenadas espaciais são normalmente armazenadas explicitamente em cada célula, porque a ordem de armazenamento faz isto implicitamente. As informações sobre o número de linhas e colunas mais a localização

geográfica da origem estão salvas com cada *layer* (MOURA, 1997).

Tanto o formato vetorial quanto o raster apresentam algumas desvantagens as quais foram agrupadas e descritas por ARONOFF *apud* SOUZA (1997), conforme pode ser observado na Quadro V.1 e Quadro V.2.

Quadro V.1 - Comparação das Vantagens Entre os Modelos de Dados Raster e Vetorial

MODELO RASTER	MODELO VETORIAL
1. É uma estrutura de dados simples.	1. Fornece uma estrutura de dados mais compacta que o modelo raster.
2. Operações de superposição são eficientes e facilmente implementadas.	2. Fornece uma eficiente codificação da topologia, implementação de operações que exige informações topológicas mais eficientes.
3. Alta variabilidade é eficientemente representada em um formato raster	3. O modelo vetorial é mais apropriado para representar gráficos.
4. O formato raster é geralmente obrigatório para a manipulação eficiente de imagens digitais.	

Quadro V.2 - Comparação das Desvantagens Entre os Modelos de Dados Raster e Vetorial

MODELO RASTER	MODELO VETORIAL
1. A estrutura de dados raster é menos compacta. Técnicas de compressão de dados podem superar este problema.	1. É uma estrutura de dados mais complexa.
2. Relações topológicas são mais difíceis para representar.	2. Operações de superposição são mais difíceis de implementar.
3. A saída gráfica é menos elegante porque os limites possuem uma aparência quadriculada.	3. A representação de alta variabilidade espacial é ineficiente.

Após a fase de transformação para formato raster deu-se início à superposição de mapas que consiste na representação de diferentes atributos geográficos através de planos de informação integrados (BURROUGH, 1986).

O estabelecimento de cruzamentos no SIG constitui uma etapa simples do ponto de vista operacional. Estabeleceu-se um arquivo de regras através de álgebra booleana, que definiu os passos das operações de cruzamento dos diferentes polígonos envolvidos, em módulo específico do sistema.

A álgebra booleana utiliza os operadores <not>, <and>, <or> e <xor> para satisfazer as condições básicas: falso e verdadeiro, ou atribuir valores 0 e 1 respectivamente (SILVA, 1991).

- mesmo autor explica que o operador <not> é uma simples inversão. A nova imagem derivada desta operação contém todos os atributos do plano de informação, exceto aquele definido pelo operador. O operador <and> produz um novo mapa a partir dos atributos comuns entre os mapas anteriores. O operador <xor> produz uma imagem negando o que há de comum nas duas imagens anteriores. O operador <or> produz uma nova imagem onde o mesmo atributo em ambos os mapas sejam encontrados.

V.1 SIMULAÇÕES E CRUZAMENTOS DE DADOS

Essa fase depende da criatividade, da capacidade de análise dos resultados, e sobretudo, do tempo disponível para testes, discussões, avaliações, etc. A cada simulação novos mapas raster são criados contendo informações especificamente desejadas para algum tipo de avaliação.

Antes de dar início às simulações isolou-se as características para áreas não propícias a implantação de aterros, conforme abaixo descrito. Nesta fase utilizou-se, conforme descrito anteriormente, análises booleanas onde para cada mapa utiliza-se apenas duas categorias de valores 0 e 1, falso e verdadeiro, respectivamente. No entanto, para evitar ambigüidades a categoria de cada imagem booleana será 2^n , onde n expressa a nova categoria. SILVA *apud* SOUZA (1997), explica que o resultado final da soma das matrizes sempre apresentará valores individualizados, sendo o número total dos cruzamentos ou polígonos superpostos é igual a $2^m - 1$, onde m representa o número de atributos envolvidos na operação de soma.

V.1.2 Critérios Utilizados Para Obtenção do Mapa Final

Os mapas utilizados para serem somados e compôr o mapa de áreas propícias à implantação de aterros sanitários foram: Rede Rodoviária, Rede Hídrica, Susceptibilidade à Contaminação de Aquíferos Subterrâneos, Curvas de Nível, Macrozoneamento e, Áreas de Planejamento.

A partir do mapa “Rodoviário” (Figura V.1) possui informações acerca de Rótulas, Aeroporto, Rodovias e Vias. A partir do mapa original efetuou-se uma reclassificação e estas informações foram individualizadas com os seguintes temas: rotulas.rec, aeroporto.rec, rodovias.rec e, vias. rec. Após esta individualização das

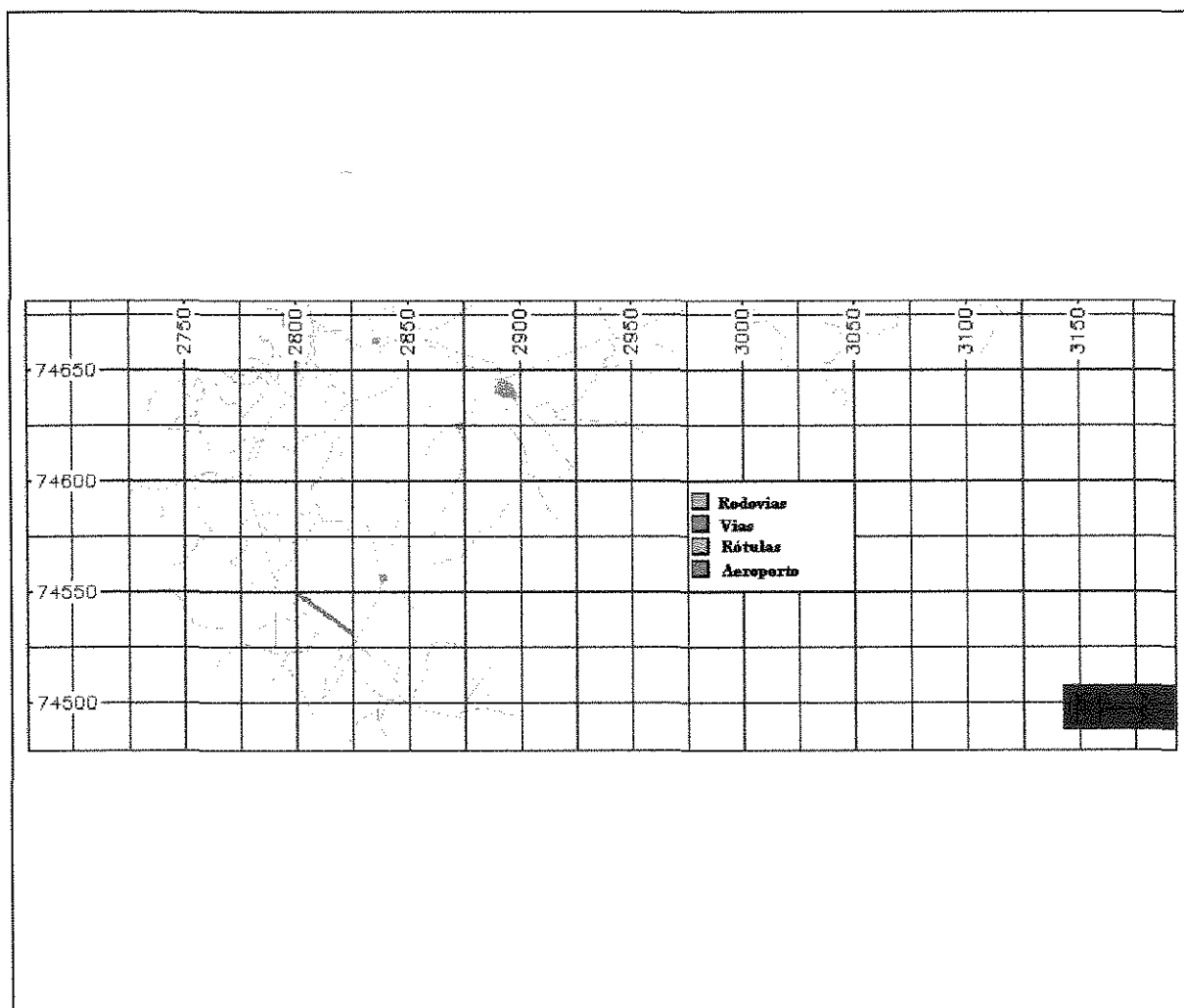


Figura V.1 - Mapa Rodoviário

diferentes informações, nova reclassificação foi realizada para novas atribuições de categorias, a saber: 1, 2, 4 e 8, respectivamente. A partir destes, realizou-se um “buffer” de 300 metros para rótulas, rodovias e vias e para o mapa Aeroporto utilizou-se 4.000 metros por medidas de segurança e proteção ao cone de aviação. Os mapas derivados e com área de “buffer” poderão ser observados na Figura V.2.

O mapa de “Rede Hídrica” (Figura V.3) contém informações acerca de Rios de 1ª Ordem, Rios de 2ª Ordem, Rios de 3ª Ordem e Lagos. A partir do mapa original realizou-se uma reclassificação onde as informações foram individualizadas, originando os mapas rio1.rec, rio2.rec, rio3.rec e rio4.rec. A partir dos novos mapas efetuou-se um “buffer” de 200 m (Figura V.4) para cada um e foram novamente reclassificados com o intuito de atribuir-lhes novas categorias, respectivamente, 16, 32, 64 e 128.

Operação semelhante foi realizado no mapa “Susceptibilidade à Contaminação de Aquíferos Subterrâneos” (Figura V.5), após uma reclassificação atribuiu-se categoria 0 para lençol freático a 5 e 10 metros de profundidade e, categoria 256 para aquífero sedimentar, corpos hídricos, aluviões, arenitos e diabásios. este mapa poderá ser observados na Figura V.6.

Através das curvas de nível o GRASS pode gerar o Modelo Digital do Terreno (Digital Terrain Model - DTM) com a inserção de cotas de cada curva de nível, conforme pode ser observado na Figura V.7. Após reclassificação, atribuiu-se categoria 0 para 21 a 111% e, a categoria 512 para declividades de 0 a 20% (Figura V.8).

O mapa “Áreas de Planejamento” também passou por uma reclassificação e foi atribuído atribuiu-se categoria 0 para AP9, AP 8, AP 21 AP 26, AP 27, AP 31, AP 32, AP 33, AP 36 e AP37 e, categoria 1024 para AP1, AP 10, AP14, AP 15, AP 16, AP 17, AP 18, AP 19, AP 20, AP 21, AP 22, AP 23, AP 24, AP 25, AP 28, AP 29, AP 30, AP 34 e AP35. O mapa original pode ser observado na Figura V.9 e sua reclassificação na

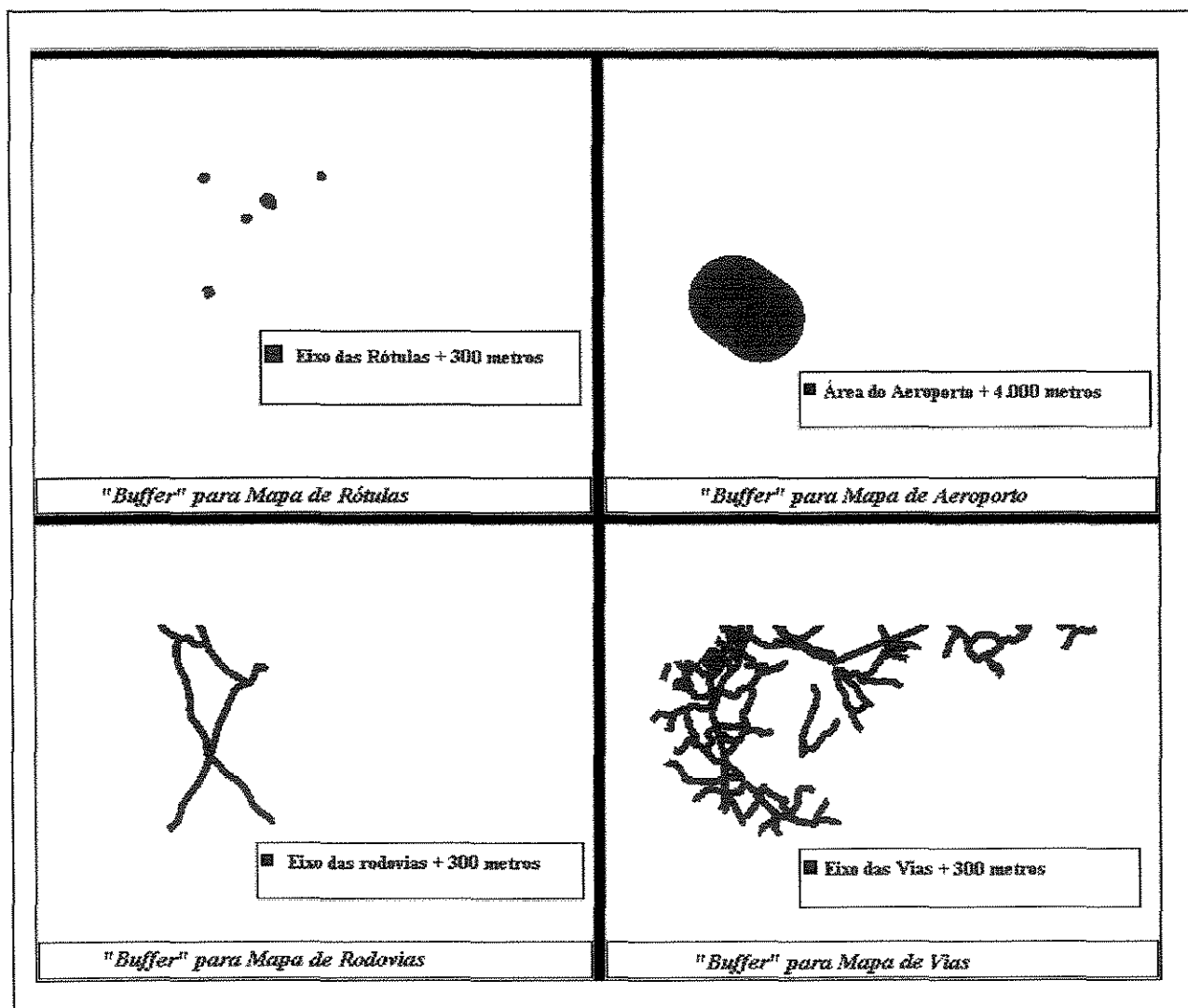


Figura V.2 - Relação Espacial de Proximidade para Mapa Rodoviário

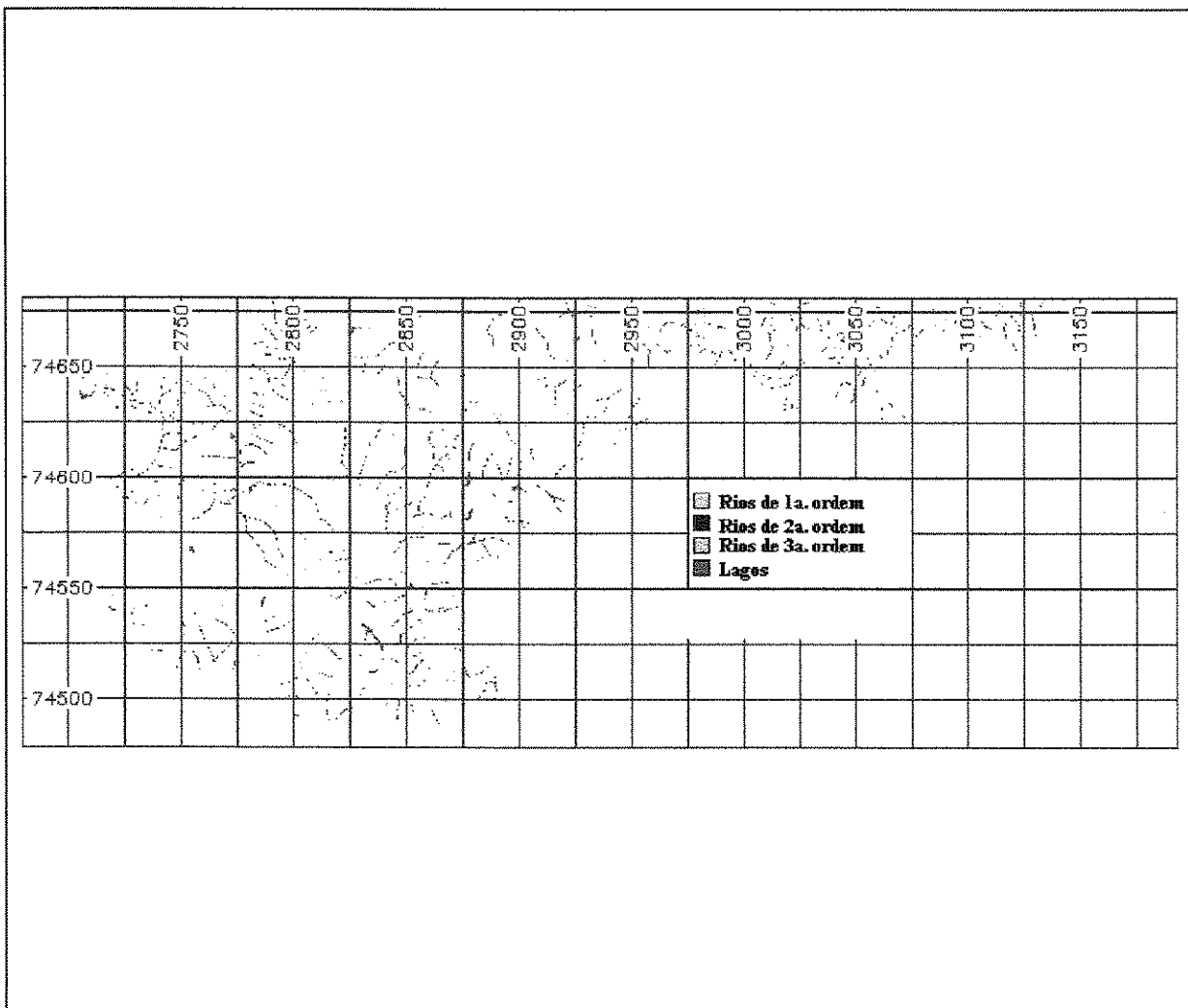


Figura V.3 - Mapa da Rede Hídrica

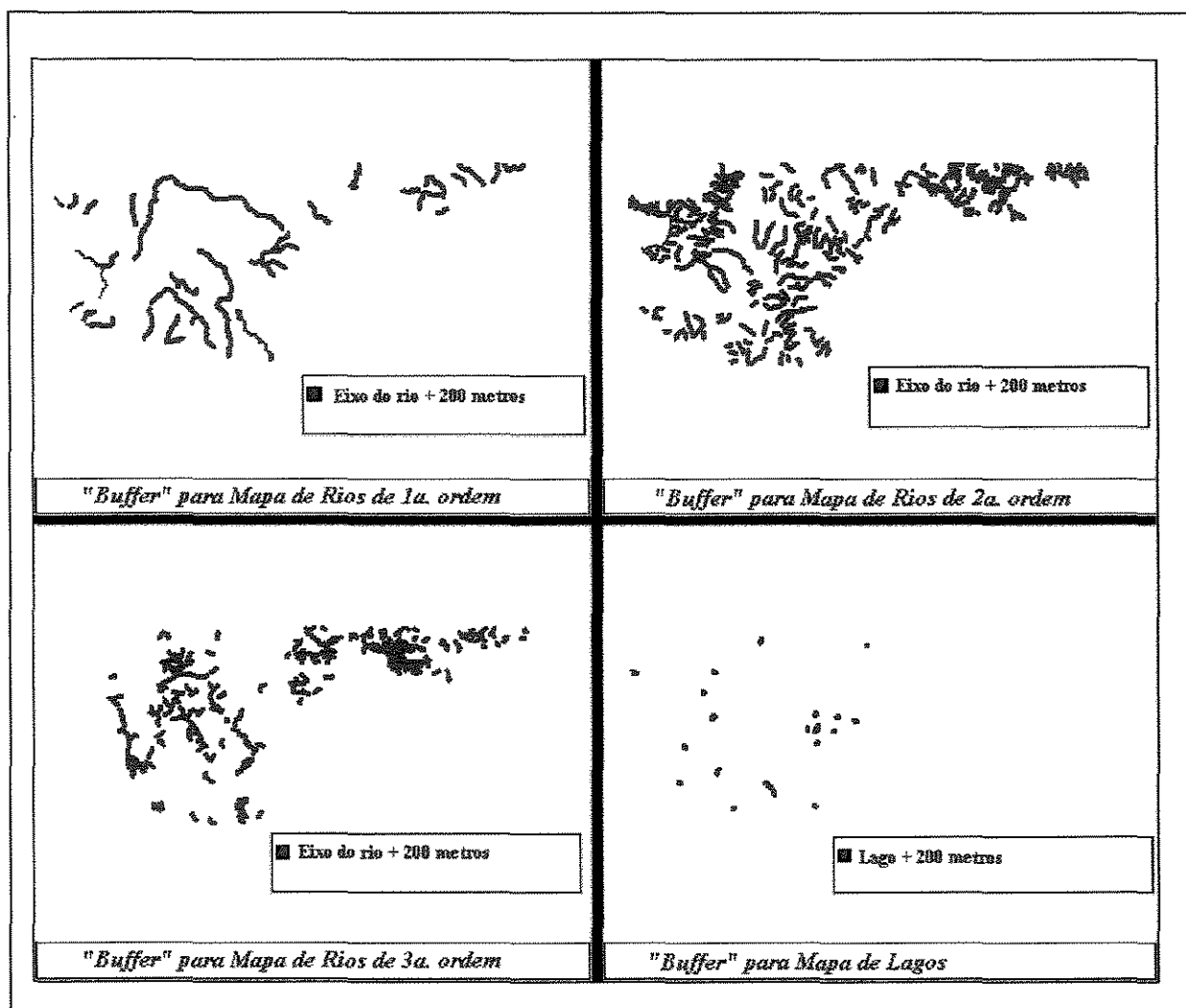


Figura V.4 - Relação Espacial de Proximidade para Mapa da Rede Hídrica

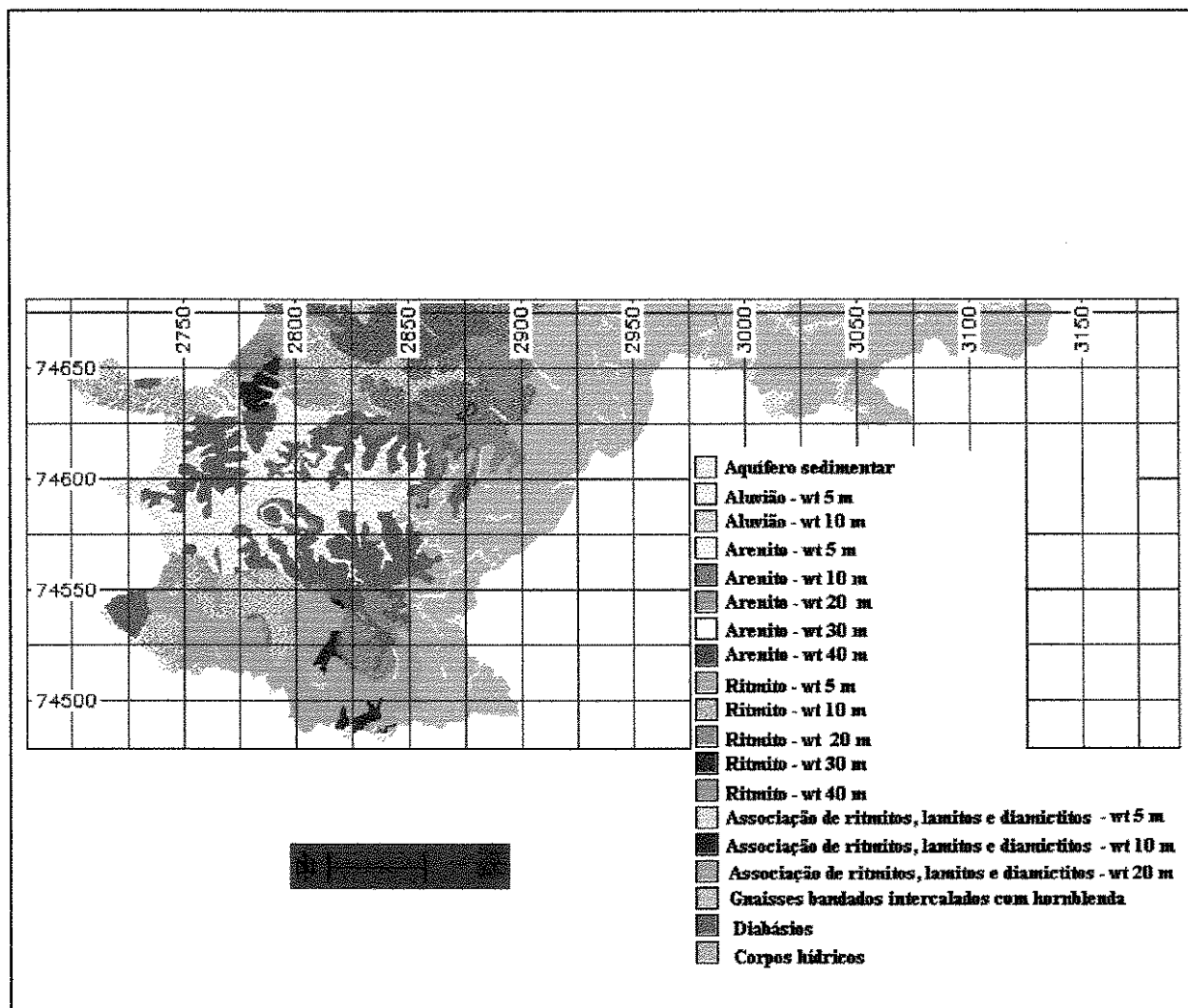


Figura V.5 - Mapa de Susceptibilidade à Contaminação de Aquíferos Subterrâneos

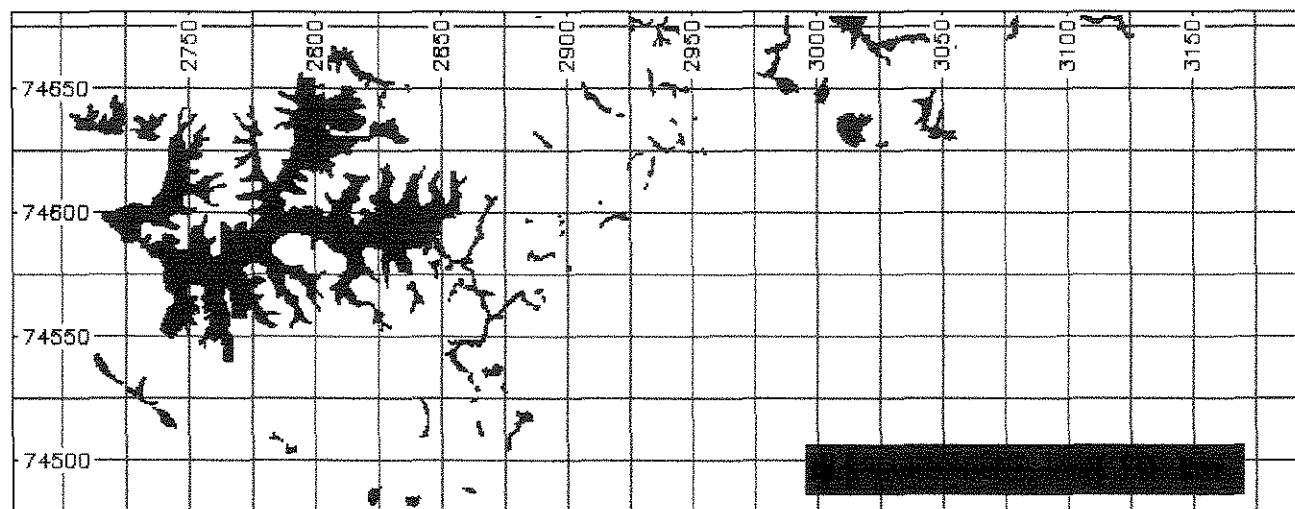


Figura V.6 - Relação Espacial de Vizinhança para o Mapa de Susceptibilidade à Contaminação de Aquíferos Subterrâneos

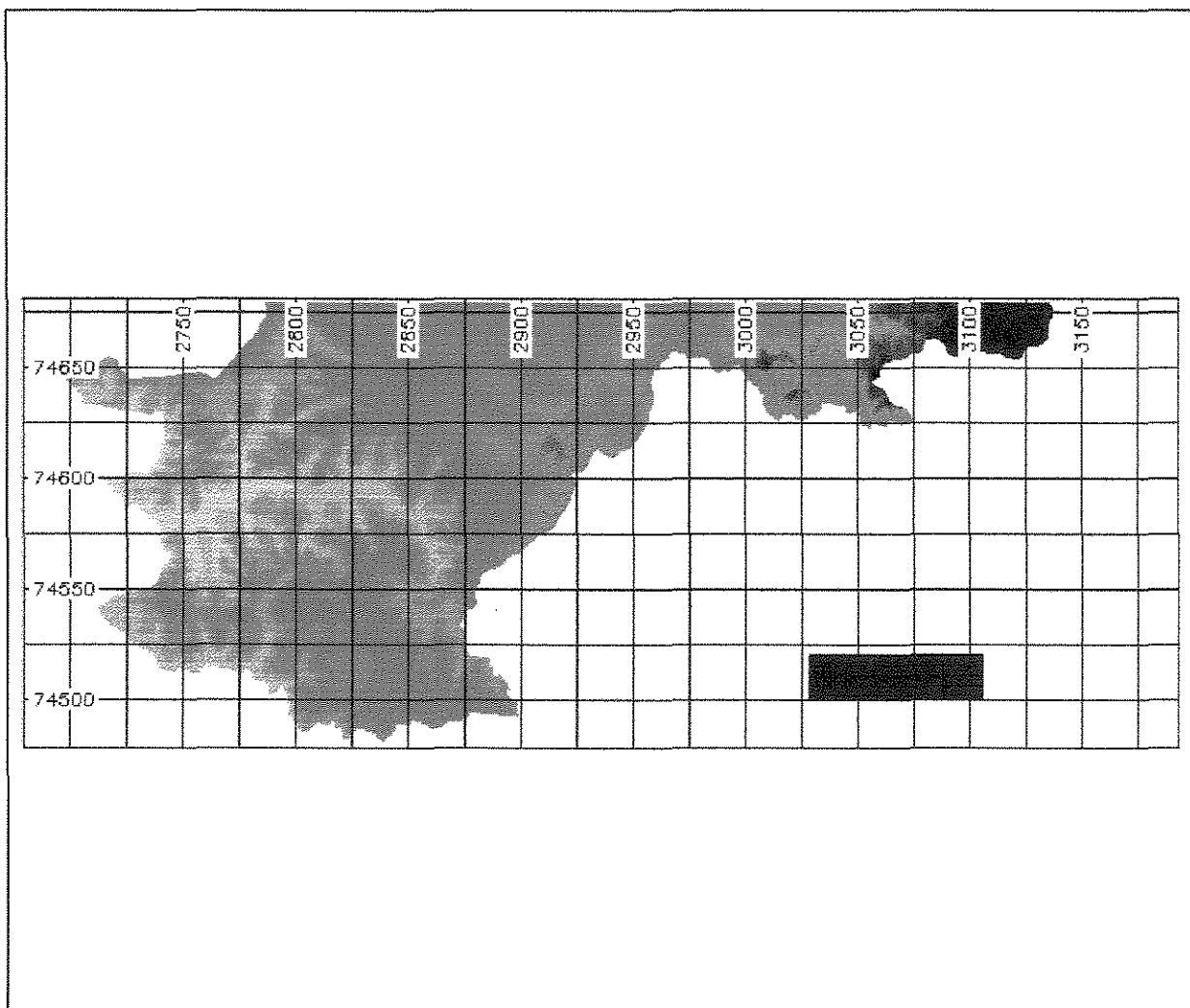


Figura V.7 - Mapa de Modelo Digital de Terreno

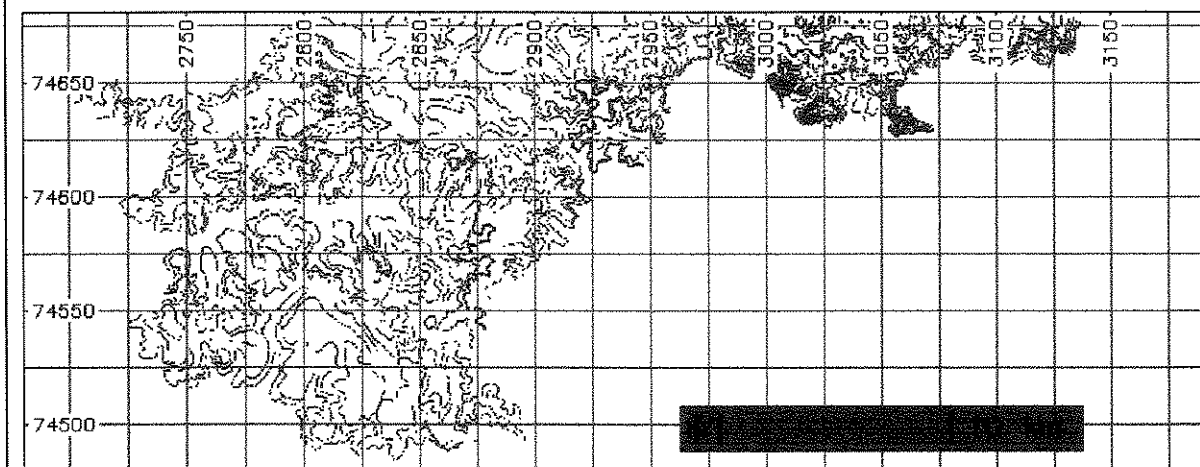


Figura V.8 - Relação Espacial de Vizinhaça para Mapa Hipsométrico

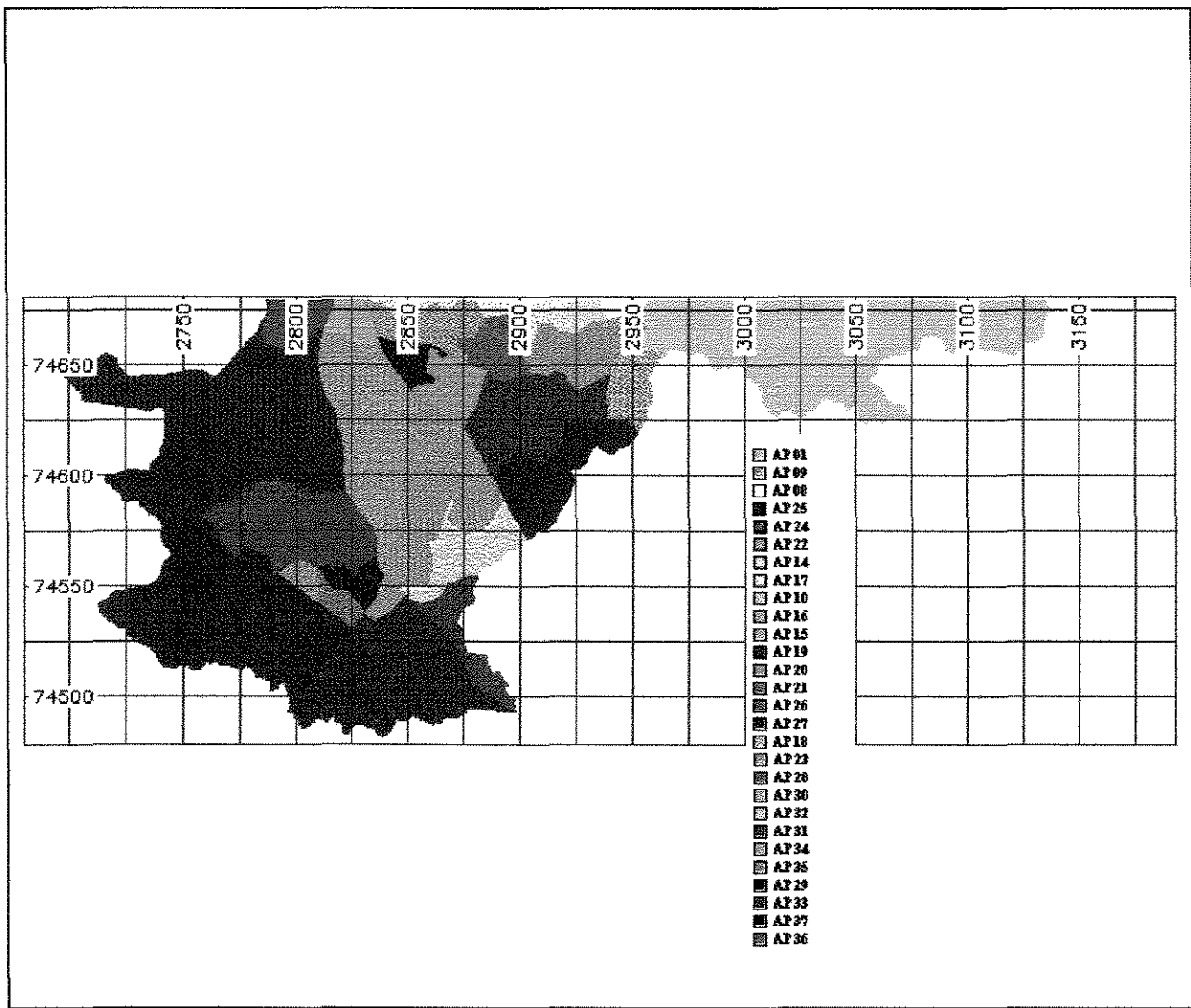


Figura V.9 - Mapa de Áreas de Planejamento

Figura V.10.

Ao mapa “Macrozoneamento” (Figura V.11) atribuiu-se a categoria 2048 para Área de Proteção Ambiental, Área de Recuperação Urbana e Área de Urbanização Controlada e, categoria 0 para Área de Recuperação Urbana e Área Imprópria à Urbanização, esta reclassificação pode ser observada na Figura V.12.

Os mapas de Geologia, Potenciométrico e Tipos de Terrenos não foram incluídos na soma do mapa final porque acredita-se que a engenharia possa intervir com critérios e normas de segurança e proteção quando da localização de aterros em áreas em rochas sedimentares ou terrenos ondulados, por exemplo. Desta forma, deu-se ênfase apenas aos dados que diziam respeito às questões legais.

Uma correspondência estatística foi realizada com o mapa de “Geologia” em relação às áreas propícias para implantação de aterros, onde o resultado foi: 2,15% coincidiram com aluviões; 28,28% com arenitos arcossianos; 32,42% com arenitos com estratificação cruzada; 19,24% com arenitos finos; 0,11% com áreas de biotita granito 1; 11,97% com áreas de gnaiss bandado; 3,62% com áreas de ocorrência de granada biotita gnaiss; e, 0,49% com áreas de ocorrência de diabásio. Desta forma, as áreas que representariam problemas são as de ocorrência de arenitos e as de aluviões, para as áreas de arenitos as técnicas de engenharia utilizadas atualmente podem perfeitamente impermeabilizar o fundo das células sem perigo de contaminação ao lençol freático, ao passo que as de ocorrência de aluvião devem ser descartadas.

A mesma correspondência estatística foi realizada para o mapa “Tipos de Terrenos”, onde: 9,96% coincidiram com terrenos suavemente ondulados; 80,64% com terrenos colinosos ondulados; 5,43% com terrenos amorreados ondulados; 0,06% com terrenos amorreados de inclinação moderada a forte.

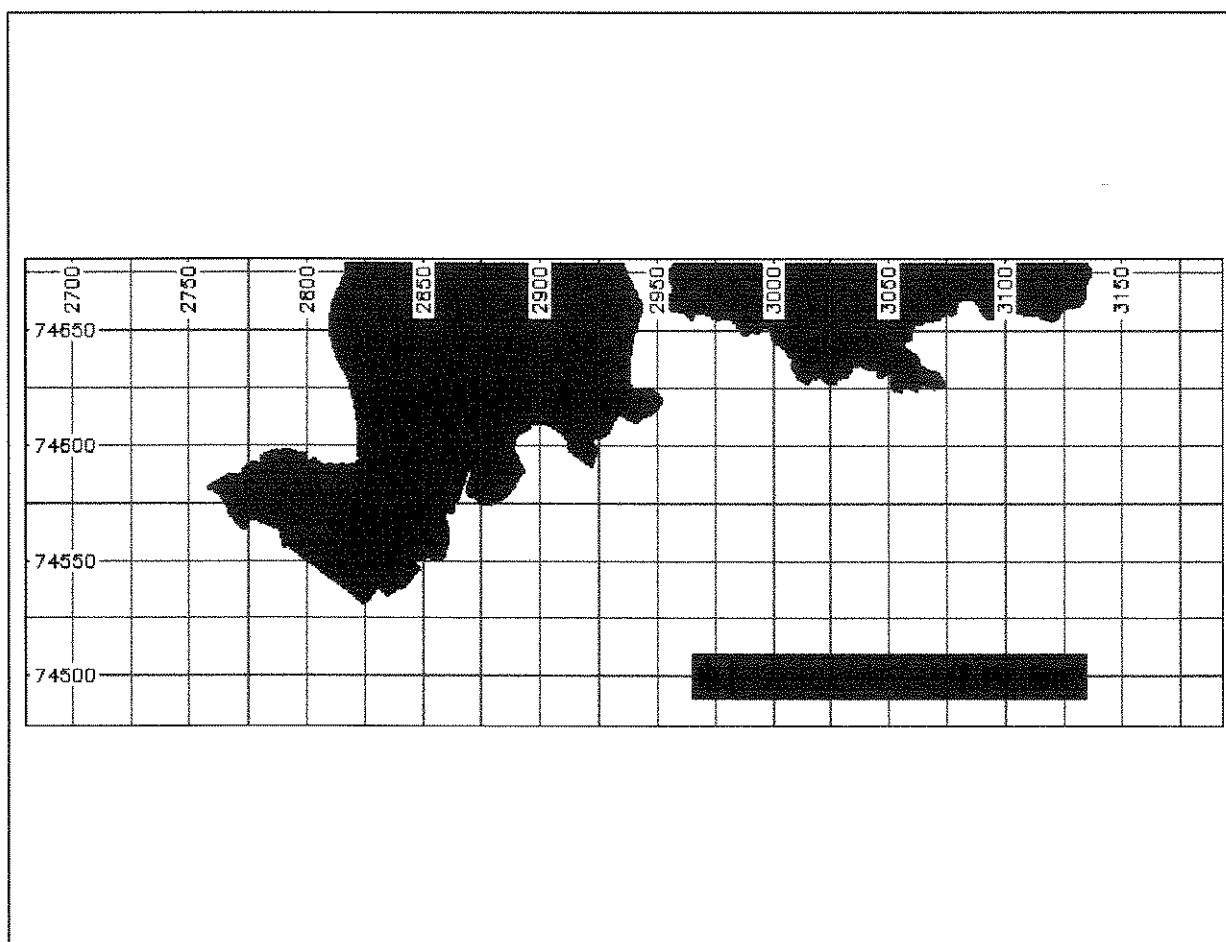


Figura V.10 - Relação Espacial de Vizinhança para Mapa de Áreas de Planejamento

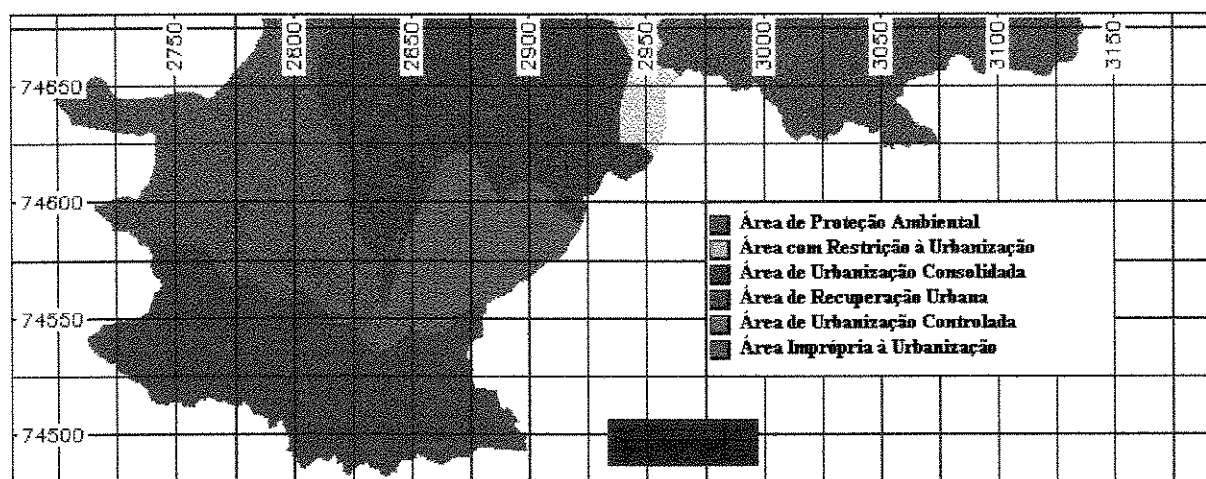


Figura V.11 - Mapa de Macrozoneamento

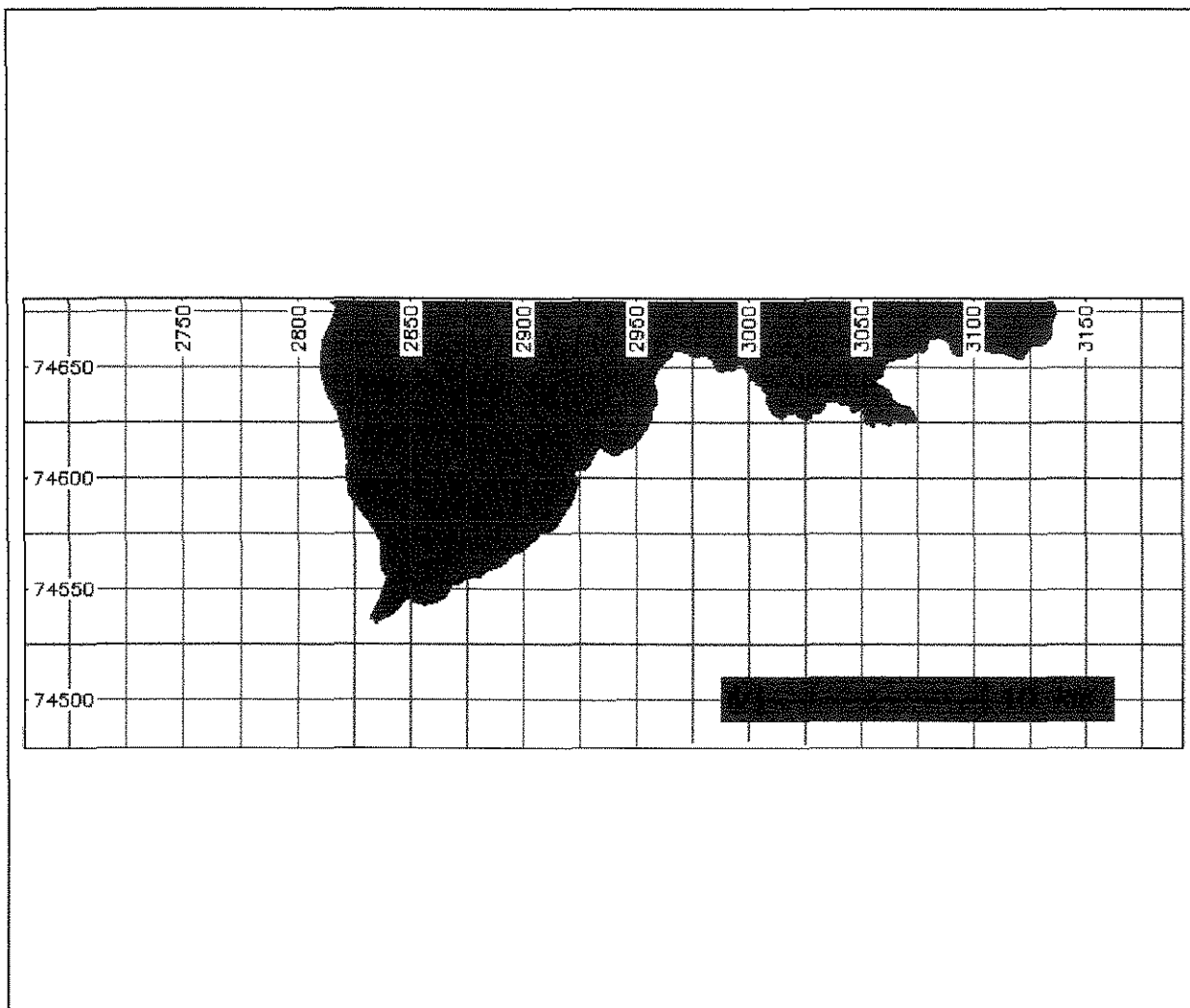


Figura V.12 - Análise de Vizinhança para Mapa de Macrozoneamento

O mapa final com o cruzamento dos dados poderá ser observado na Figura V.13 que se apresenta sem legenda pois esta operação apresentou 3.960 categorias e 230 áreas propícias a implantação de aterros sanitários. Para maior elucidação da quantidade de categorias que irão resultar à medida que um novo dado é acrescentado para cruzamento, poderá ser observado em alguns exemplos listados no Quadro V.4 e Quadro V.5.

Quadro V.4 - Resultado do Cruzamento do Mapa de Aeroporto, Rodovias e Vias

Categorias Iniciais	Resultados (em número de categorias)
02	02
04	04
08	06
	08
	10
	12
	14

Quadro V.5 - Resultado do Cruzamento do Mapa de Aeroporto, Rodovias, Vias, Rios de 1ª ordem, Rios de 2ª ordem

Categorias Iniciais	Resultados (em número de categorias)
02	02
04	04
16	06
32	08
	10
	12
	14
	16
	18
	20
	22
	24
	26
	28
	30

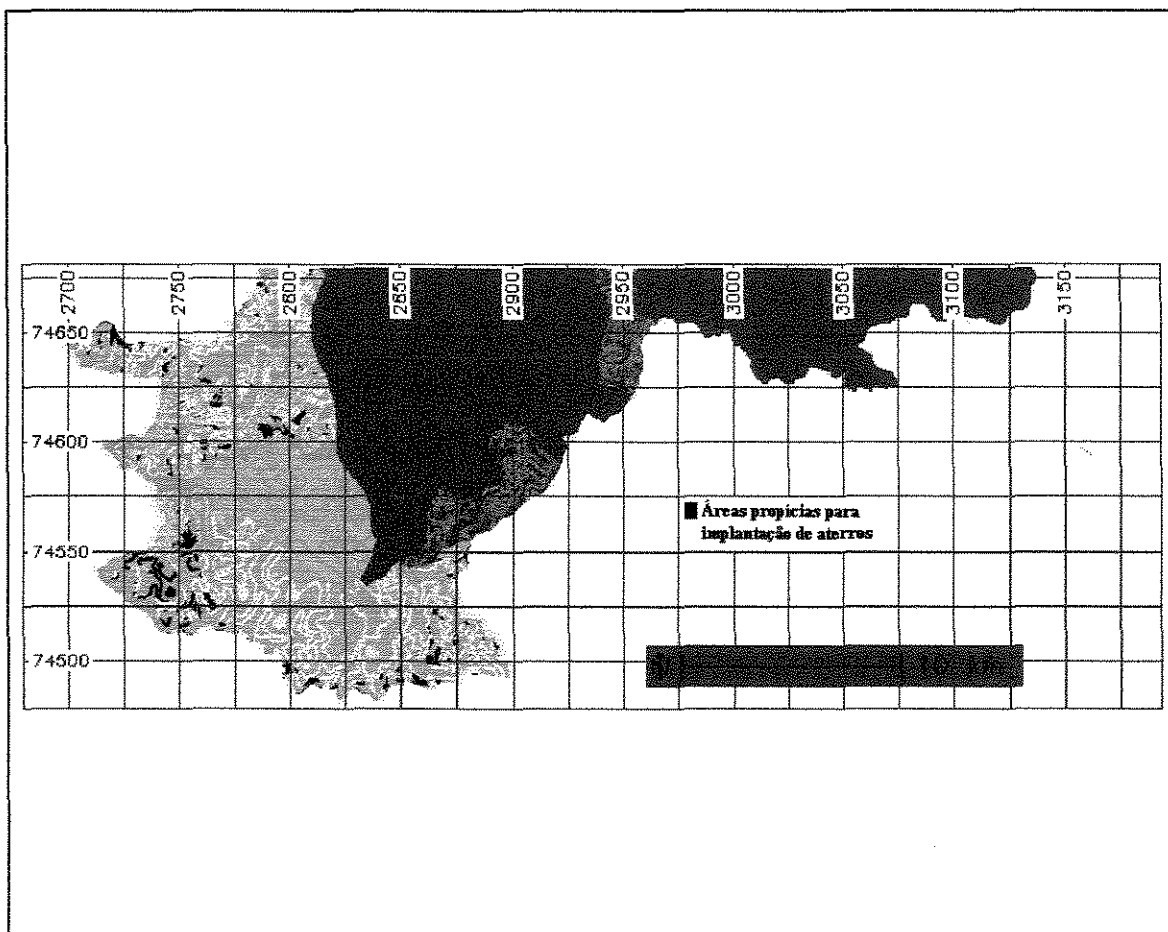


Figura V.13 - Mapa Final de Áreas Propícias e Impróprias para Implantação de Aterros Sanitários

As áreas propícias para implantação de aterros foram isoladas do Mapa Final e poderão ser observadas na Figura V.14. Como os dois últimos aterros instalados em Campinas possuem 400.000 m² e 480.000m², correspondendo, respectivamente, aos aterros Parque Santa Bárbara e Complexo Delta, selecionou-se do Mapa Final áreas que apresentam mais de 200.000 m² e um novo mapa foi montado (Figura V.15), a maior destas áreas possui 509.315 m².

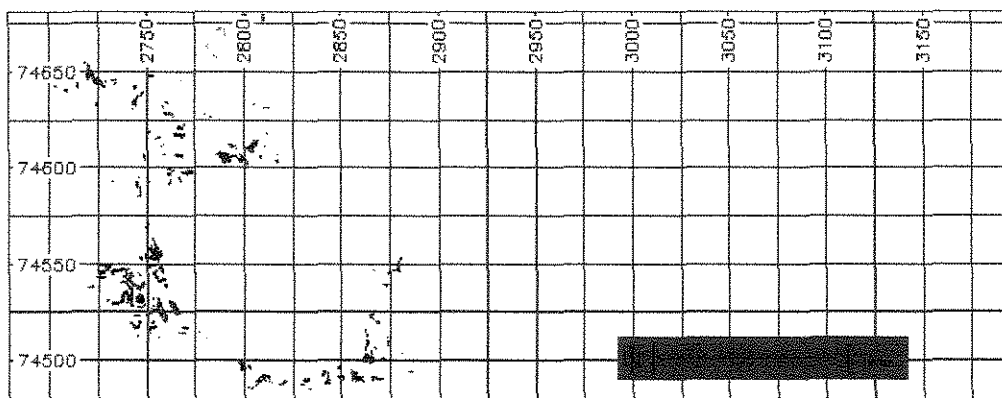


Figura V.14 - Áreas Propícias para Implantação de Aterros Sanitários

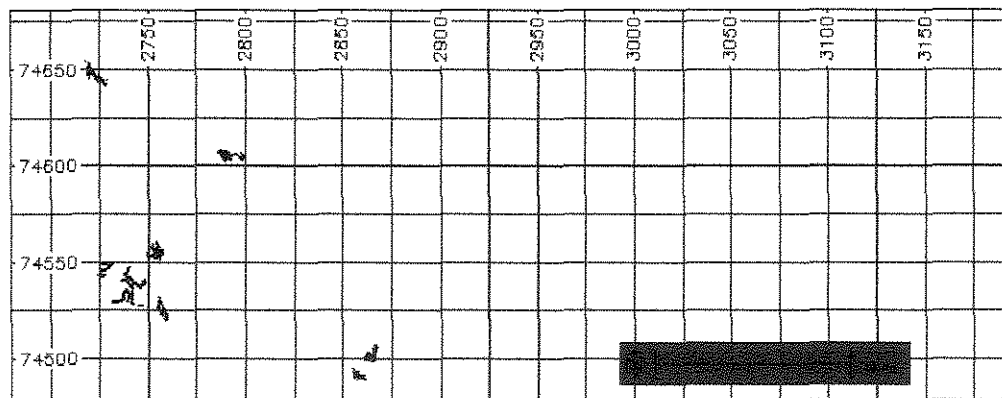


Figura V.15 - Áreas Propícias para Implantação de Aterros Sanitários com mais de 200.000 m2

CONCLUSÕES

Esta dissertação analisou apenas o suporte físico da área para implementação de aterro(s) sanitário(s), os meios biótico e antrópicos não foram contemplados devido à disponibilidade de tempo e recursos, o que tornou trabalho limitante sob o ponto de vista gerencial uma vez que ele não é totalmente concludente.

A literatura pesquisada revelou que cada cidade, região ou estado possuem características e realidades próprias, que na maioria das vezes sequer podem ser minimamente comparadas entre si. Assim, ao estudarmos um local é imprescindível estabelecer um conjunto de etapas que devem ser observadas no processo de caracterização e diagnóstico de ambientes..

Portanto, antes de se iniciar a realização do cruzamento de dados e simulações, é importante que se registre que a para que o objetivo final proposto fosse alcançado, foi extremamente necessário que se realizasse primeiramente um levantamento das características gerais da área de estudo: as diretrizes de uso do solo apontadas para a área, e, realização de análise de cada componente de forma a atentar às peculiaridades locais.

Cerca de 80% do tempo utilizado de todo trabalho computacional foi dispensado para captura e montagem do banco de dados que contêm informações acerca de todo meio físico (com exceção dos tipos de solos pois não existem para a região escolhida) da região desta dissertação. A metodologia escolhida para digitalização demandou grande tempo dos trabalhos pois optou-se para a digitalização manual. Dependendo da quantidade de dados que se tem para formação do banco de dados é possível que se demore muitos meses até que esta fase seja concluída, talvez uma escanização seguida de vetorização semi-automática viesse a encurtar o tempo na formação do banco de

dados.

Uma grande demora é verificada também na familiarização com o ambiente UNIX e os comandos de um SIG, às vezes perdem-se anos até que se tenha um completo domínio do sistema e para cada SIG que se for utilizar é necessário que se dispense um considerável tempo de estudos e dedicação na nova aprendizagem.

Outro fator limitante foi observado quando da transformação de arquivos DWG para DXF pois gera arquivos muito grandes que ocupam grande espaço de memória. Após a migração destes para o SIG é necessário que sejam compactados e guardados em meio ótico.

Algumas vantagens poderão ser listadas. Uma, e sem dúvida a mais importante, é que um banco de dados digital no formato DXF poderá ser lido por qualquer outro SIG que não apenas o GRASS4.1, facilitando assim o manuseio e podendo ser utilizada por um grande número de usuários.

Uma segunda vantagem é de que os dados podem ser atualizados com frequência e grande rapidez, o que não seria possível se fosse realizado da forma convencional; além de fornecer dados estatísticos em diferentes unidades de medida

Apesar das desvantagens a metodologia escolhida atendeu aos objetivos propostos para sugestões de áreas susceptíveis à implantação de aterro(s) sanitário(s), uma vez que as áreas foram encontradas 368 possibilidades, onde perfazem um total de 13,87 km² de áreas disponíveis onde a maior parte delas tem mais de 400.000m². Tal referência é bastante importante pois o Aterro Parque Santa Bárbara possuía 400.000m² e o aterro em operação atualmente possui 480.000m², desta forma, existe uma série de possibilidades que poderiam ser elencadas na eventualidade de esgotamento do Complexo Delta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. A Depressão Periférica Paulista: um setor das áreas de circundesnudação pós-cretácea na Bacia do Paraná. **Revista de Geomorfologia**, São Paulo: IGEP/USP, 1969. 11p.
- ALMEIDA, F.P.M.de. Os Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. **Boletim do Instituto Geológico Geográfico**. São Paulo: 1964. p. 169-263
- ALMEIDA, Jr. (coord.); ORSOLON, Ana Maria; MALHEIROS, Telma M.; PEREIRA, Sonia R.B.; AMARAL, F.; SILVA, Dalton M. **Planejamento Ambiental - Caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum. Uma necessidade, um desafio**. Rio de Janeiro: Thex Editora, 1993. 102p.
- ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: a management perspective**. WDT. Publications. 1989. 291 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. **NBR-8419**; apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. CB-2, CE-2: 09.38. Rio de Janeiro: 1984. 20 p.
- _____. **NBR-10157**; aterros de resíduos perigosos - critérios para projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1987. 22 p.
- _____. **Projeto 1:603.06-001**; Incineração de resíduos sólidos perigosos - padrões de desempenho. out. 1988
- BARAT, Josef. **Introdução aos problemas urbanos brasileiros**. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 1979. p.19-58.
- BELART, J. L. Natureza, recursos naturais, meio ambiente, ecologia e conservação da natureza. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro: v.34, n.234, p. 81-7, jan./mar. 1976.
- BESSA Jr., Oduvaldo *et alii*. APA de Guaraqueçaba CAD/GIS. GIS-BRASIL94 - Congresso e Feira de Usuários de Geoprocessamento. **Anais do Congresso e Feira de Usuários de Geoprocessamento**. Curitiba: Out. 1994, p. 22-24
- BERON, L. **La contaminación: fator de desequilíbrio ecológico**. Buenos Aires: Secretaria de Medio Ambiente, 1981. 49 p.
- BEZZON, G. Síntese de Novos Combustíveis Sólidos a partir de Resíduos Agroflorestais e Possíveis Contribuições no Cenário Energético Brasileiro. Campinas: FEM - UNICAMP, 1994. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1994.
- BIRKHOLZ, Lauro B. Metodologia Básica de Planejamento Regional. In: Curso de Especialização em Planejamento Regional. **Apostila**. FAU/USP, São Paulo, 1979. 30 p.
- _____. Os objetivos e os fundamentos do planejamento territorial.. Introdução ao Planejamento. **Apostila**. São Paulo: USP/FAU, 1980. p.19-20.
- BRANCO, Samuel M.. **Ecossistêmica; uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente**. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 141p.
- BSI. <http://www.bsi.com.br>. Pesquisa Internet, agosto de 1997.

- BURROUGH, P.A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assesment**. Clarendon: England, Oxford, 1986. 498 p.
- CALKINS, Hugh W. **Creating Large Digital Files from Mapped Data**. New York:, 1992. Chapter 15 , p. 210-214.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Resíduos Sólidos Industriais**. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1985. p. 13
- CLÁUDIO, Celina F. B. R. Avaliação do impacto ambiental orientando o desenho urbano. In: **II SEMINÁRIO SOBRE DESENHO URBANO NO BRASIL** Brasília, 1986. São Paulo: Pini, 1986. p.90-95.
- CLARK, David. **Introdução à Geografia Urbana**. São Paulo: DIFEL, 1985. p. 61-127.
- CAVAGUTI, Nariaqui. Análise da degradação do solo urbano de Bauru-SP por erosão linear. **Revista Bio**, São Paulo, out/dez, p. 53-56, 1995.
- COMPANHIA AUXILIAR DE VIAÇÃO E OBRAS - CAVO. **Central de Tratamento e destinação final de resíduos industriais de Campinas: projeto conceitual e sugestão sobre zoneamento do entorno**. Campinas: Ambiterria Ltda, junho 1994.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Resíduos Sólidos Industriais**. São Paulo: CETESB/ACETESB, 1985. 182 p.
- CONYERS, C. *et alii*. Notes on cumulative environmental change II: a contribution to methodology. **Journal of Environmental Management**, v. 35, n.1, p. 51-67, 1992.
- CONYERS,D. & HILLS,P. **An Introduction to Development Planning in the Trird World**. Chichester: John Wiley & Sons, 1984. 271 p.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. Fenômeno Morfogenético no Município de Campinas/SP. **Nota Geomorfológica**. Campinas: 1968. 59p.
- DIAS, Genebaldo Freire. **Populações Marginais em Ecossistemas Urbanos**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1989. 112p.
- EPA - United States Environmental Protection Agency..Decision-Makers Guide to solid waste management. **Solid Wast and Emergency Response (OS-305)**. EPA/530-SW-89-072, 1989.
- FELDMAN, Fábio J. A Política Ambiental e a Legislação Brasileira. **Revista Pau Brasil**, São Paulo, p. 31-41, Mai/jun. 1986.
- FERRARI, Célson. **Curso de Planejamento Municipal Integrado**. 2.ed. São Paulo: Guazzelli/Mackenzie, 1979. 631p.
- FORESTI, Celina *et alii*. Aspectos da Gestão Urbana e Qualidade de Vida Analisados com Utilização de Sensoriamento Remoto. In: **Análise ambiental - estratégias e ações**. São Paulo: T.A. Queiroz, Editor, 1995. p. 217-220
- FÓRUM DE ORGANIZAÇÕES NÃO GOVERNAMENTAIS. Ambiente e Desenvolvimento - uma visão das ONGs e dos movimentos sociais brasileiros. In: **Relatório do Fórum de ONGs brasileiras preparatório para a Conferência da Sociedade Civil sobre meio ambiente e desenvolvimento (Rio 92)**. Rio de Janeiro: Clip Produções Gráficas e Jornalísticas, 1992. 190p.
- FRAGOMENI, Luis H.C. Ecologia Aplicada Urbana. In: **Curso de Ecologia Urbana**. Curitiba: UFPR, 1992. p. 5-8.

- FUNCATE. **Mapeamento da Cobertura Florestal do Estado de Minas Gerais**. Governo do Estado de Minas Gerais: Belo Horizonte, 1993. p. 07-107.
- GESNET. <http://www.gesnet.com.br>. Pesquisa Internet, julho de 1997.
- GONZALES, Suely F. N.. Considerações em Torno do Planejamento Urbano. **Apostila do Curso de Planejamento**. Brasília: Instituto de Arquitetura e Urbanismo/Departamento de Urbanismo da Universidade de Brasília, 1980. p.12-21.
- _____. Planejamento urbano; introdução ao estudo da disciplina. **Apostila do Curso de Planejamento**. Brasília: Instituto de Arquitetura e Urbanismo/Departamento de Urbanismo da Universidade de Brasília, 1981. 7p.
- GOODLAND, R. **Glossário de ecologia brasileira**. Manaus: Imprensa Oficial do Estado, 1975. 446 p.
- GRIFFITH, N.S. Geographic Information Systems and Environmental Impact Assessment. In: **Environmental Management**. v.4, n.1, 1980, p. 21-25.
- GROS, Sally L. *et alii*. Environmental Impact Modelling of Oil and Gas Wells Using a GIS. In: **Proceedes of the 1988 ACSM-ASPRS Annual Convention of Environmental Impact Modelling**. Virginia: 1988, p. 216-225.
- HARDT, Leticia Peret Antunes *et alii*. Interpretação e síntese de resultados em estudos e relatórios de impacto ambiental. In: **SEMINÁRIO SOBRE AVALIAÇÃO E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL**. Curitiba, 1989. **Resumos**. Curitiba: FUPEF, 1990. p. 162-167
- HARDT, Leticia Peret Antunes. Recuperação e aproveitamento de áreas degradadas e marginais para áreas verdes urbanas. In: **CONGRESSO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1 / ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA - 4**. Vitória, 1992. **Anais**. Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, 1992a. p.73-91.
- _____. Características físicas, biológicas e antrópicas do ambiente urbano. In: **SEMINÁRIO SOBRE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM ÁREAS URBANAS**. Curitiba, 1992a. **Resumos**. Curitiba: Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Curitiba/Universidade Livre do Meio Ambiente, 1992b. p. 24-40.
- _____. **Subsídios ao planejamento de sistemas de áreas verdes urbanas baseado em princípios de ecologia urbana: aplicação a Curitiba - PR**. Curitiba: FEF, UFPR, 1994. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, 1994. 207p.
- HILHORST, J. G. M. **Planejamento regional: enfoque sobre sistemas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975. 189p. 2.ed
- IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Limpeza Pública**. Rio de Janeiro: Departamento Gráfico de Armas Ferreira da Cunha, 1973. 41p.
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. IPT elimina lixo tóxico com tocha de plasma. **Revista Ciência Aplicada** - <http://www. agestado.com/cet/caplic/ca21.htm>, em 23/10/96.
- _____. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo: CEMPRES, 1995. 278 p.

- JACOBI, Pedro R.; TEIXEIRA Marco A.C. Conflitos Sócio Ambientais : um diagnóstico da cidade de São Paulo. In: **Cadernos do CEAS**, São Paulo, p. 37-52, Jan./Fev. 1996.
- JUCHEM, P.A. (cord.). **MAIA - Manual de Avaliação de Impactos Ambientais**, Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná / GTZ, 2a. ed., 1993.
- KLÜPPEL, Nicolau I.. O planejamento urbano e o meio ambiente. In: ENCONTRO NACIONAL de EDUCAÇÃO AMBIENTAL, I., 1991, Curitiba. **Anais**. Universidade Livre do Meio Ambiente, 1991. p. 36-58.
- LAI, Pohchin. Feasibility of Geographic Information Systems approach for natural resource management. **Environmental Management**, New York, v. 14, N° 1, p.73-80, Jan. 1990.
- LEITE, Wellington C.R. de Almeida. Resíduos Sólidos Urbanos: contribuição para o gerenciamento. In: **Análise Ambiental - estratégias e ações**. São Paulo: T.A. Queiroz, Editor, 1995. p. 227-231
- LIMA, Luiz Mário Queiroz. **Tratamento de Lixo**. São Paulo: Hemus Editora Ltda, 1991. 240 p.
- LINDBERG, Roberto C. Aterro Contra Outras Formas de Tratamento. 6º Evento do Programa de Atualização em Tecnologias de Interesse Ambiental. **Anais do Seminário: Aterro Sanitário versus Lixão - Problemas e Soluções**. São Paulo: ABEQ/IPT/SABESP, 1994. p. 35-49
- LOWELL, Kim. Utilizing discriminant function analysis with a geographical information system to model ecological succession spatially. **Journal Geographical Information Systems**, 1991, Vol. 5. n. 2, 175-191.
- MAGLIO, Ivan C. Gestão Urbana e Qualidade de vida: um estudo de caso. In: **Análise ambiental - estratégias e ações**. São Paulo: T.A. Queiroz, Editor, 1995. p. 198-216
- McLOUGHLIN, J. B. El hombre en su asentamiento ecologico. In: **Planificación Urbana y Regional: um Enfoque de Sistemas**. Madrid: Instituto de estudios de Administración Local, 1971. p.11-37.
- MELLO, Loretta Portofé de. Metodologia de Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental em Áreas Urbanas. In: SEMINÁRIO SOBRE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM ÁREAS URBANAS. Curitiba, 1992. **Resumos**. Curitiba, Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Curitiba/Universidade Livre do Meio Ambiente, 1992. p. 114-118.
- MESQUITA, Liana de B.. **Condicionamento Ecológico dos centros urbanos**. Recife: Departamento de Desenvolvimento Local da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1978. 20p.
- MOREIRA, Éder C.. **Uma Análise da Automatização do Processo de Mapeamento Geotécnico**. São Carlos: FEC, USP, 1993. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, 1993. p. 1-54.
- MORERO, Andrea M.. **Planejamento Ambiental de Áreas Verdes - Estudo de caso: distrito sede de Campinas/SP**. Campinas: FEC, UNICAMP, 1996. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Campinas. p.43-122
- MOTA, Suetônio. **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental**. Edições UFC, Fortaleza, 1981. 145p.

- MOURA, Paulo Armando de.. **Potencialidade Mineral da Porção Média do Vale do Ribeira (SP) para mineralizações auríferas, obtida de um Sistema de Informação Geográfica - SIG** Campinas: IG, UNICAMP, 1997. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 1997. p. 48-66
- NEGRET, R. **Ecossistema: unidade básica para planejamento da ocupação territorial**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1982. 93 p.
- NOGUEIRA, Brenno C. et alii **Objetivos do Planejamento**. In: **Introdução ao Planejamento**. São Paulo: FAUUSP, 1980. p. 21-27.
- ODUM, Eugene P. **Fundamentos da Ecologia**. Tradução de C. M. Baeta Neves. 2. ed. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1976. 595p.
- _____. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1985. 434p.
- ORSI, Angela Cristina. **Boqueirão: a produção da estrutura interna do bairro**. Curitiba: Centro Politécnico, UFPR, 1989. Monografia (bacharelado), Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná, 1989. 102p.
- _____. **Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos**. In: SEMINÁRIO INTERNO SOBRE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE FURNAS. **Anais**. Foz do Iguaçu: 1993. p. 23-40
- PARANÁ - COMEC - Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. **Coletânea de Legislação Ambiental**. Curitiba: COMEC/Secretaria de Estado de Planejamento e Meio Ambiente, 1990. 596 p.
- PARANHOS, Alberto M.R. **A experiência curitiba e o planejamento urbano brasileiro**. In: **ESTUDO DE INTER-RELAÇÃO USO DO SOLO/TRANSPORTE**. **Brochura**. Curitiba: Brochura escrita para EBTU - Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos, 1979. p.95-105
- PATAPOFF, Patrícia. **Desenvolvimento Econômico e Urbanização: Estudo de Caso do Município de Americana**. Campinas: IE, UNICAMP, 1989. Monografia (bacharelado), Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, 1989. p. 30-33
- PAULELLA, E.D et alii. **Campinas - A Gestão dos Resíduos Sólidos de Campinas**. Campinas: Secretaria de Serviços Públicos, 1996. p.50-118
- PERLOFF, Harvey S. **La Calidad del Medio Ambiente Urbano**. 1.ed. Barcelona: Oikos-tau, 1973. p.9-41.
- PMC - Prefeitura Municipal de Campinas. **Campinas - gestão dos resíduos sólidos**. Campinas: PMC: 1996. 223 p.
- _____. **Plano Diretor do Município de Campinas**. Campinas: PMC: Secretaria de Serviços Públicos/Secretaria de Administração, 1995. 223 p.
- _____/UNICAMP. **Sumário de Dados - Economia Região de Campinas**. Campinas: Secretaria Municipal de Planejamento/Universidade Estadual de Campinas, 1993. 113 p.
- RANIERI, Simone B. L. **Avaliação de Métodos e Escalas de Trabalho para Determinação de Risco em Erosão em Bacia Hidrográfica utilizando um Sistema de Informações Geográficas-SIG**. São Carlos: FEC, USP, 1996. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade Estadual de São Paulo, 1996. p. 01-29

- REINISCH, Christianne C.S. **A Questão Ambiental Dentro das Indústrias de Santa Catarina: Uma abordagem para o segmento industrial têxtil.** Florianópolis: UFSC, FEP, 1996. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Faculdade de Engenharia de Produção, 1996. 233 p.
- RODRIGUES, Arlete M. A questão ambiental e a (re)descoberta do Espaço: Uma nova relação Sociedade/Natureza. In: **Boletim Paulista de Geografia**, n. 73, AGBV, São Paulo, 1994.
- RISSE, Wanda. Aterro Contra Outras Formas de Tratamento. 6º Evento do Programa de Atualização em Tecnologias de Interesse Ambiental. **Anais do Seminário: Aterro Sanitário versus Lixão - Problemas e Soluções.** São Paulo: ABEQ/IPT/SABESP, 1994. p. 7-21
- RODRIGUEZ, José Manuel M. Planejamento Ambiental Como Campo de Ação da Geografia. **Revista de Geografia**, v.2, n.8, p. 33-48, Ag. 1994.
- ROLIM, Cássio F.C. **Crise Econômica e Sistema Urbano: a trajetória espacial da crise brasileira do início dos anos oitenta.** São Paulo: FEA, USP, 1990. Tese (doutoramento) - Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, 1990. p.199-213
- SANTOS, Milton. Tendências da Urbanização Brasileira no Fim do Século XX. In: **Os Caminhos da Reflexão Sobre Cidade Urbana.** São Paulo: EDUSP, 1994. p. 17-26
- SANTOS, R.F. Aspectos Relacionados à Avaliação de Impacto Ambiental. Curso de Avaliação de Impacto Ambiental. **Apostila.** São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Química (ABEQ 989), 1996. 8p.
- SANTOS, José Antônio Lemos dos & KOHLSDORF, Maria Elaine. **O Conceito de Planejamento.** Brasília: Universidade de Brasília, 1976. 13 p.
- SÃO PAULO - MINISTÉRIO DE JUSTIÇA DO ESTADO DE SÃO PAULO - **Fórum de Campinas/Promotoria de Justiça do Meio Ambiente. Processo Jurídico Ambiental, protocolo Nº 04/92-MA - Desativação do Aterro Sanitário Parque Santa Bárbara.** Campinas, 1992. 146 p.
- _____. **Processo Jurídico Ambiental, protocolo Nº 091/93-MA - Reconstituição ambiental do antigo lixão da Pirelli.** Campinas, 1993. 137 p.
- _____. - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo - Instituto Geológico. **Subsídios ao Planejamento do Município de Campinas (SP).** São Paulo - 1993a, 79p. V1 - Relatório de Integração.
- SENGES, G.H. **Limpeza Urbana: métodos e sistemas.** Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Assistência aos Municípios, 1969. 58p.
- SCHARF, Regina. Reciclagem do Lixo Economizaria R\$ 4,6 bilhões. In: **Gazeta Mercantil**, 30/07/97, Seção Empresas & Negócios. p. C-1.
- SCHEIBER, G. *et alii.* **KADS - A principal approach to knowledge based system development.** Academic Press, 1993.
- SCHNEIDER, V.E. **Estudo do Processo de Geração de Resíduos Sólidos Domésticos na Cidade de Bento Gonçalves.** Campinas: FEC, UNICAMP, 1994. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 1994. p. 18-20

- SILVA, Ardemírio B. **Sistemas Georeferenciados de Informação: uma introdução.** Curso Sistemas de Informação Geográfica do Instituto de Geociências da UNICAMP, **Apostila.** 1994.
- _____. Evitando Ambiguidades no Processamento de Informações Georeferenciadas. In: **Caderno de Informações Geográficas.** Campinas: UNICAMP, 1996.
- SIMÕES, Margareth G. *et alii.* GIS-BRASIL94 - CONGRESSO e FEIRA de USUÁRIOS de GEOPROCESSAMENTO. **Anais.** Curitiba, Out. 1994. p. 22-24
- SIMMONS, I.G. **Ecologia de los Recursos Naturales.** Ediciones Omega S.A., Barcelona, 1982. 463p.
- SIMPLÍCIO, Maria Araguacy R. **O Emprego de Sistema de Informação Georeferenciada (SIG) na Identificação dos Corpos Máficos-Ultramáficos da Região de Uauá-Bahia.** Campinas: IG, UNICAMP, 1995. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. 121p.
- SINGER, Paul. **Economia Política da Urbanização.** São Paulo: Editora Brasiliense, 10a. Edição, 1985. p. 8-12.
- SOUZA, Mara Estela de. Campinas: **Utilização de Sistema de Informação Geográfica (SIG) na Análise do Meio Físico. Estudo de Caso: a área do município de Campinas entre os meridianos 47º15' e 46º45'W e os paralelos 22º45'W e 22º51'S.** FEC, UNICAMP, 1997. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Campinas. 84p.
- SUTTON, David B. & HARMON, N. Paul. **Fundamentos de Ecología.** México, Limusa, 1977. 293p.
- TAVEIRA, Luciano S. **Contribuição ao Mapeamento Geotécnico Preliminar da Área Urbana do Município de Campinas/SP.** São Carlos: FEC, USP, 1986. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo. 93p.
- TAUK-TORNISIELO, Sâmia *et alii.* **Análise Ambiental: os princípios da interdisciplinariedade. Análise Ambiental - estratégias e ações.** São Paulo: T.A. Queiroz, Editor, 1995. p. 09-12
- TEUBNER Jr., Fernando J. **A Identificação de Conflitos de Uso na Região Metropolitana de Vitória, ES, Com a Utilização de Um SIG.** Governo do Espírito Santo: Vitória, 1991. p. 1-15
- WARD, Bárbara. **Uma Terra Semente.** São Paulo: EDUSP, 1994. p. 129-153
- VASCONCELOS, M.M.T. Aspectos relevantes para o planejamento ambiental do aproveitamento de turfa na planície do Médio Mogi-Guaçu - SP. In: **Boletim de Resumos do IV Simpósio de Geologia do Sudeste.** Águas de São Pedro. SBG-SP/RJ/ES, 1995. 57.