

ARSÊNIO MURATORI JUNIOR

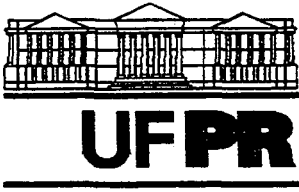
**O GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO ESTUDO
DAS ÁREAS VERDES NO MUNICÍPIO
DE CURITIBA, PARANÁ**

Dissertação de mestrado apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Mantovani

CURITIBA

2001



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA: CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO) e
MONITORAMENTO, MODELAGEM E GESTÃO AMBIENTAL(DOUTORADO)
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-350-5648
E-mail: pgcisolo@agrarias.ufpr.br

P A R E C E R

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **ARSÊNIO MURATORI JUNIOR**, com o título: "**O Geoprocessamento aplicado ao estudo das áreas verdes no Município de Curitiba-PR.**", para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, com o conceito "**A**", completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba 30 de novembro de 2001.

Prof. Dr. Luiz Eduardo Mantovani, Presidente.

Prof. Dr. Carlos Aurelio Nadal, Iº Examinador.

Prof. Dr. Sony Cortese Caneparo, IIª Examinadora.

AGRADECIMENTOS

Ao se concluir um trabalho verifica-se que foram tantas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a sua concretização que se torna difícil nominá-las. Dessa maneira, agradeço a todos os colegas de profissão, professores, que se mostraram amigos nas horas em que a eles recorri.

*Em especial, quero expressar minha gratidão e respeito profissional ao meu orientador, **Professor Doutor Luiz Eduardo Mantovani** que acreditou em mim e me conduziu com competência nesta trajetória.*

*Ao **Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo**, pelo alto nível de ensino proporcionado.*

*Ao **CNPq**, que permitiu minha manutenção durante esse período,*

E agradeço também:

*Ao **Professor Doutor Helio O. da Rocha**, pelo apoio e incentivo para ingressar no curso de pós-graduação,*

*Ao IPPUC, na pessoa de **Oscar Ricardo Schmeiske**,*

*Ao ICI, na pessoa de **Luis Alexandre Fagundes**,*

*A **Mirna Cortopassi Lobo**,*

Aos meus amigos e familiares.

O homem transformou a Terra, domesticou suas superfícies vegetais, tornou-se senhor de seus animais. Mas não é senhor do mundo, nem mesmo da Terra.

Edgar Morin

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -ÁREAS VERDES POR HABITANTES E POR BAIRRO, EM CURITIBA, 1996.....	66/67
TABELA 2 -INCIDÊNCIA DAS ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES LITOLÓGICOS.....	72
TABELA 3 -INCIDÊNCIA DAS ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES HIPSOMÉTRICOS.....	77
TABELA 4 -INCIDÊNCIA DAS ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES PEDOLÓGICOS	83
TABELA 5 -LOCALIZAÇÃO E ÁREA DOS PARQUES DE CURITIBA POR RUA, BAIRRO E ADMINISTRAÇÃO REGIONAL	88
TABELA 6 -INCIDÊNCIA DAS ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE A RENDA MEDIA DO CHEFE DE FAMILIA POR SETOR CENSITARIO.....	96

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO	11
FIGURA 2	- CARTOGRAMA DE LOCALIZAÇÃO DE CURITIBA.....	30
FIGURA 3	- IMAGEM TM LANDSAT.....	33
FIGURA 4	- IMAGEM SPOT PAN	34
FIGURA 5	- IMAGEM TM LANDSAT GEORREFERENCIADA	59
FIGURA 6	- IMAGEM SPOT PAN GEORREFERENCIADA.....	60
FIGURA 7	- IMAGEM TM/LANDSAT/SPOT PAN.....	63
FIGURA 8	- MAPA DE ÁREAS VERDES DO MUNICÍPIO DE CURITIBA	65
FIGURA 9	- MAPA GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA	69
FIGURA 10	- MAPA DA INCIDÊNCIA DE ÁREAS VERDES DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES LITOLÓGICOS.....	71
FIGURA 11	- MAPA HIPSOMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA	74
FIGURA 12	- VISTA DA PORÇÃO LESTE DE CURITIBA	75
FIGURA 13	- MAPA DE INCIDÊNCIA DE ÁREAS VERDES DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES HIPSOMÉTRICOS	76
FIGURA 14	- VISTA PARCIAL DA VÁRZEA DO RIO BARIGÜI.....	78
FIGURA 15	- MAPA DA REDE DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE CURITIBA ..	80
FIGURA 16	- MAPA PEDOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA.....	82
FIGURA 17	- MAPA DA INCIDÊNCIA DAS ÁREAS VERDES DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES PEDOLÓGICOS.....	84
FIGURA 18	- MAPA SIMULADO DA VEGETAÇÃO PRIMITIVA DO MUNICÍPIO DE CURITIBA.....	86
FIGURA 19	- VISTA PARCIAL DA CIDADE DE CURITIBA	87
FIGURA 20	- OPERA DE ARAME.....	90
FIGURA 21	- JARDIM BOTÂNICO.....	92

FIGURA 22 - MAPA DE AREAS VERDES SOBRE A RENDA MEDIA DO CHEFE DE FAMILIA POR SETORES CENSITARIOS DO MUNICIPIO DE CURITIBA.....	94
FIGURA 23 - MAPA DA INCIDÊNCIA DE ÁREAS VERDES NO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE A RENDA MÉDIA DO CHEFE DE FAMÍLIA POR SETORES CENSITÁRIOS.....	95

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - INCIDÊNCIA DE AREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES LITOLÓGICOS.....	72
GRÁFICO 2 - INCIDÊNCIA DE ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES HIPSOMETRICOS.....	77
GRÁFICO 3 - INCIDÊNCIA DE ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES PEDOLÓGICOS	83
GRÁFICO 4 - INCIDÊNCIA DE ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE A RENDA MÉDIA DO CHEFE DE FAMÍLIA POR SETORES CENSITÁRIOS.....	96

LISTA DE SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
CCD	<i>Charge-Coupled Device</i>
CNES	Centro Nacional de Estudos Espaciais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COMEC	Coordenadoria da Região Metropolitana de Curitiba
COPEL	Companhia Paranaense de Energia Elétrica
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DGPS	<i>Differential Global Positional System</i>
DSG	Diretoria do Serviço Geográfico do Exército
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
ERTS	<i>Earth Resources Technology Satellite Program</i>
GIS	<i>Geographic Information System</i>
GPS	<i>Global Positional System</i>
HRV	<i>High Resolution Visible</i>
IAPAR	Instituto Agrônomo do Paraná
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPPUC	Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
LANDSAT	<i>Land Satellite</i>
ML	<i>maximum likelihood</i>
MNT	Modelo Numérico do Terreno
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OMS	Organização Mundial da Saúde

PAN	Pancromática
REM	Radiação Eletromagnética
SAD69	<i>South American Datum 1969</i>
SGE	Serviço Geográfico do Exército
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SPOT	<i>Système Probatoire d'Observation de la Terre</i>
s.n.m.	Sobre o nível do mar
SUDESUL	Superintendencia de Desenvolvimento do Extremo Sul
TM	<i>Thematic Mapper</i>
UNILIVRE	Universidade Livre do Meio Ambiente
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>

RESUMO

A presente pesquisa, tendo como objeto de estudo o município de Curitiba, onde está instalado o sítio urbano da cidade de Curitiba, capital do Paraná, elaborou um diagnóstico das áreas verdes de Curitiba, com interpretação de imagens, utilizando técnicas de interpretação do sensoriamento remoto, a partir de imagens orbitais de baixo custo. O produto final foi a elaboração de um mapa de áreas verdes. De posse desse mapa fez-se um cruzamento com outras informações já existentes, tais como geologia, hipsometria e solos, utilizando-se as técnicas de análise espacial do geoprocessamento. Como resultado do processo de tomada de decisão, ou seja a escolha de alternativas, construiu-se um modelo simulado do que deveria ter sido a vegetação original, a qual ocupava a área onde hoje se assenta a cidade de Curitiba. A abordagem de cada tema foi sob a ótica sistêmica, tendo em vista que cada elemento que compõe a paisagem e uma parte de um todo e que não pode ser entendido separadamente, visão essa que passa a ser cada vez mais utilizada em trabalhos de caráter ambiental. Neste contexto, este estudo consistiu em uma descrição e análise dos elementos naturais e antrópicos no âmbito da área do município, bem como das condições atuais do meio ambiente urbano, conduzindo a algumas proposições para mudanças em relação aos problemas ambientais locais, e de forma específica sobre as áreas verdes que ainda existem em Curitiba. Dessa forma, procurou-se verificar como ocorre o trânsito da matéria e da energia, influenciando na dinâmica das paisagens curitibanas, com um componente muito importante representado pela intervenção humana e passível de provocar situações de desequilíbrio no meio ambiente.

Palavras-chave: áreas verdes; meio ambiente; sensoriamento remoto; geoprocessamento.

ABSTRACT

The object of study of this paper is the municipality of Curitiba, capital of Paraná state, including the urban grounds. Satellite image interpretation and remote sensing were used to generate green areas diagnosis, starting from images of low cost. Then, a basic map was then used to cross information with other themes, such as geology, hypsometry and soils, using the spacial analyses techniques available in GIS. As a result of the decision-making process, that is, the selection of alternatives, a simulation model of the original vegetation of the Curitiba city area was built. Each theme was approached from a systemic standpoint. Each element composing the landscape is part of a whole and cannot be understood separately. This standpoint is being more frequently used in environmental work. In this context, this study is consisted by a description and an analysis of natural and man-made elements in the area of the municipality and by the current conditions of the urban environment, resulting in proposals to change the local environmental problems and specifically, for remaining green areas in Curitiba. The transit of the energy and the matter was analyzed to define its influence in the dynamic of the local landscape. This is a very important component represented by human intervention, and might produce environmental situations in which the natural equilibrium is lost.

Word-key: green areas; environment, remote sensing , GIS

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE GRÁFICOS.....	vii
LISTA DE SIGLAS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSCTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A BASE CONCEITUAL.....	4
2.2 PREMISSAS BÁSICAS.....	7
2.3 SENSORIAMENTO REMOTO: EVOLUÇÃO E IMPORTÂNCIA.....	10
2.3.1 O programa LANDSAT.....	13
2.3.1.1 Características das Órbitas LANDSAT.....	13
2.3.1.2 Nível de processamento das imagens LANDSAT.....	14
2.3.1.3 Características e potencialidades de uso de bandas no LANDSAT 5..	15
2.3.2 O programa SPOT.....	17
2.3.2.1 As características técnicas gerais dos satélites SPOT.....	18
2.3.2.2 Faixa de varredura.....	18
2.3.2.3 Modos de imageamento e Bandas Espectrais.....	19
2.3.2.4 Conhecimentos necessários para trabalhar com uma imagem SPOT ...	20
2.3.3 Geoprocessamento.....	23
2.3.3.1 Tipos de dados em Geoprocessamento.....	25
2.3.3.2 Estruturas de dados em Geoprocessamento.....	26
2.3.3.3 Dados Temáticos.....	26
2.3.3.4 Dados Cadastrais.....	27

2.3.3.5 Redes	28
2.3.3.6 Modelos Numéricos de Terreno.....	28
2.3.3.7 Imagens.....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 LOCALIZAÇÃO	30
3.2 MATERIAL	30
3.2 MATERIAL	31
3.2.1 Cartas	31
3.2.2 Fotografias aéreas e imagens digitais	32
Inserir figura 3	33
Inserir figura 4	34
3.2.3 Hardware.....	35
3.2.4 Software	35
3.3 A METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	36
3.3.1 Coleta e análise de bibliografia e documentos cartográficos.....	37
3.3.2 Interpretação visual de fotografias aéreas e de imagens.....	38
3.3.3 Interpretação automática das imagens	39
3.3.4 Visitas a campo para controle dos dados obtidos em laboratório	40
3.3.5 Confeção dos mapas	40
3.3.6 Avaliação dos resultados	41
3.3.7 Elaboração de documentos cartográficos temáticos e do texto final	41
3.3.8 Determinação do índice de Áreas Verdes por habitante	42
4 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA	43
4.1 ESTRUTURA E CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DO MEIO FÍSICO	43
4.1.1 Os condicionantes geológico-geomorfológicos	43
4.1.2 Características da rede hidrográfica	45
4.1.3 Os condicionantes pedológicos	46
4.1.4 Os condicionantes climáticos.....	50

4.2 INTERAÇÃO MEIO FÍSICO/BIOSSISTEMA E A DINÂMICA DAS MODIFICAÇÕES ANTRÓPICAS	51
4.2.1 A Floresta Ombrófila Mista.....	51
4.2.2 A Estepe Gramíneo-Lenhosa	52
4.2.3 A cobertura vegetal atual: a mudança.....	53
4.2.4 As formas de ocupação atual do sítio urbano de Curitiba	54
4.2.5 O meio ambiente de Curitiba resultante da artificialização : uma nova leitura do espaço.....	56
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	58
5.2 ÁREAS VERDES NO MUNICÍPIO DE CURITIBA: UM DESAFIO À COMPETÊNCIA DO GOVERNO E À PARTICIPAÇÃO DA SOCIEDADE	90
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100

1 INTRODUÇÃO

Curitiba, capital paranaense, tem sido considerada uma das cidades brasileiras com melhor qualidade de vida, embora apresente, na atualidade, crescentes problemas de ordem ambiental.

A progressiva artificialização do seu ambiente natural expôs de forma muito clara, nestes últimos anos, a grande fragilidade do habitat curitibano, apesar da intenção dos planejadores e do ideal de uma cidade com padrão europeu.

O fato é que, como a grande maioria das cidades brasileiras, Curitiba apresenta como herança de todos os séculos de sua existência, problemas sociais e econômicos agravados pelas contradições mais agudas das décadas recentes que terminam, sempre se refletindo no meio ambiente.

Em Curitiba, o sistema ambiental natural foi intensamente alterado pela expansão das áreas urbanas, particularmente no que diz respeito às suas bases biogeográficas. Praticamente, foi eliminada grande parte da fauna e flora e foram alteradas as condições ambientais do território onde está implantada a malha urbana.

Utilizando essas premissas como hipóteses da presente pesquisa, foi realizado um levantamento e um cadastro de Áreas Verdes de Curitiba que permitisse avaliar com maior precisão este parâmetro de qualidade de vida, internacionalmente reconhecido e aceito, no que concerne à disponibilidade de áreas vegetadas por habitante.

Dessa maneira, os objetivos foram, em primeira instância, fornecer um panorama quantitativo da situação das áreas verdes do Município de Curitiba, utilizando como instrumentos, técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, assim como a utilização de imagens TM Landsat e SPOT aproveitando-se as suas melhores resoluções espectrais e espaciais.

Foi especialmente construído um Sistema de Informações Geográficas (SIG) que pode ser utilizado pelas autoridades competentes no monitoramento de Áreas Verdes do Município de Curitiba, além de permitir a consulta sobre temas associados como geologia, hipsometria, solos e vegetação.

A importância do presente trabalho, além da discussão do seu objeto de estudo, as áreas verdes de Curitiba, se atém também, ao uso de parâmetros inter e multidisciplinares, uma vez que é parcial discutir a questão ambiental sem abordar aspectos físicos e humanos envolvidos, discutidos nas áreas agrônômica, geográfica e florestal assim como a de sistemas de informação.

Como forma de atingir as finalidades propostas no presente trabalho, os tópicos foram ordenados como segue.

Na introdução, foi apresentado o tema de estudo, as áreas verdes, sendo determinados os objetivos do trabalho. Na revisão de literatura foram utilizados autores que contemplassem tanto o meio ambiente como as distintas formas de abordá-lo e analisá-lo. No item relativo a material e métodos, foram discutidas e demonstradas as técnicas utilizadas e as suas potencialidades para os estudos ambientais, com destaque para o sensoriamento remoto e o geoprocessamento. Na análise de resultados, tendo em vista que o foco das discussões refere-se aos condicionantes físicos, biológicos e antrópicos que interagem, modelando o território do Município de Curitiba, foi feita uma descrição e uma interpretação de seus principais elementos. E por, último, nas considerações finais, foram destacados os resultados alcançados, bem como suas possíveis contribuições em torno do assunto, com destaque para as áreas verdes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Já tem sido exaustivamente demonstrado que a vegetação exerce um papel fundamental e imprescindível no meio ambiente, seja na função de produção no meio rural, seja na função de equilíbrio físico e biológico no meio rural e urbano, interferindo nos aspectos psíco-sociais dos habitantes desses espaços (CUSTÓDIO, 1982, p.1-2).

Infelizmente, a discussão sobre a sua importância só recentemente tem sido ampliada e numa situação em que pelo menos no estado do Paraná, a vegetação primitiva está totalmente alterada. Num período de cerca de 40 anos, entre 1940 e 1980, as florestas que ocupavam cerca de 84% do território estadual, foram dizimadas. Neste início do século XXI, restam cerca de 4,9% de áreas florestadas (BACHA, 1996, p. 157-158) onde está ausente a maior parte de espécies mais nobres, como o pinheiro paranaense (*Araucaria angustifolia*) em fase adulta.

Dessa forma, a questão relacionada às áreas verdes exige uma discussão e reflexão e isso se torna essencial principalmente nos espaços urbanos, cada vez mais artificiais e impermeabilizados, onde o verde cede espaço, a cada dia, às edificações.

A abrangência do tema relativo ao ambiente urbano de Curitiba, tendo como objeto de estudo as áreas verdes impõe de início, a definição de alguns termos que constituem a sua base conceitual, destacando-se o significado de meio ambiente, áreas verdes e as implicações decorrentes em relação à qualidade de vida da população.

Não menos importante, uma revisão de literatura sobre a potencialidade dos produtos utilizados para os levantamentos automatizados de áreas verdes e temas correlatos através de técnicas de sensoriamento remoto também é necessária, tendo em vista que a sua escolha é fundamental para a obtenção de informações cartográficas precisas dentro da escala prevista, permitindo uma interpretação adequada dos fenômenos.

2.1 A BASE CONCEITUAL

Grande parte dos trabalhos que examinam o meio ambiente tem considerado a abordagem sistêmica, isto é, uma abordagem que leva em consideração um conjunto de elementos em interação, seus fluxos de entrada, seus processos de transformação interna e suas saídas em termos de matéria, energia e informação.

Sob essa ótica, para MORAES (1992, p. 27-31), “o meio ambiente é constituído pelos objetos materiais fixos e diferentes fluxos que interconectam os objetos e o homem, qualificado pelas suas relações sociais, culturais, ideário, mitos, símbolos, utopias e conflitos”. Dessa forma, o meio ambiente inclui todas as formas e processos que ocorrem na biosfera, na dependência de fatores abióticos, na interface entre a litosfera, a hidrosfera e a atmosfera, numa dinâmica têmporo-espacial.

Meio ambiente pode ser definido também como “O conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”, de acordo com o art. 3º. I, da Lei 6.938/81 que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente. Desta forma, envolve o meio ambiente natural (recursos naturais integrantes da biota, constituídos pelo solo, água, ar atmosférico, flora e fauna; o meio ambiente artificial, constituído pelas edificações e pelos equipamentos urbanos; o meio ambiente cultural, integrado pelo patrimônio arqueológico, artístico, histórico, paisagístico e turístico), de acordo com PINTO (1998). Dependendo de interpretação, o termo composto pode ser entendido ainda como um “sistema de interações entre fatores físicos, químicos, biológicos e sociais susceptíveis de ter um efeito direto ou indireto, imediato ou de longo prazo, sobre os seres vivos e as atividades humanas” (BRAILOVSKI¹, *apud* ORELLANA, 1985).

Dentre as questões que envolvem o meio ambiente e, em especial, o meio ambiente urbano, destacam-se as chamadas áreas verdes. Embora não haja uma definição rígida para o seu significado, as áreas verdes constituem espaços abertos,

¹ BRAILOVSKI, A. E. El medio ambiente y la integración Latinoamericana. *Integración Latinoamericana* 3(29), Buenos Aires, out. 1978, p. 20-34.

como parques e praças (MILANO, 1990, p. 62), zoológico, jardim botânico (LIMA *et al.*, 1990, p. 181), podendo incluir áreas privadas de remanescentes florestais.

De acordo com CUSTÓDIO (1982, p. 18):

a definição de áreas verdes propriamente ditas é de alcance amplo, abrangendo em seu conteúdo toda parte do solo coberta ou a ser coberta de vegetação arbórea ou de outra espécie vegetal. Trata-se de conceito relativamente recente, de rápida evolução, especialmente no Direito Urbanístico contemporâneo, como medida de conscientização geral, a fim de reprimir ou prevenir os reiterados abusos decorrentes de processos empíricos, de autorização administrativa inoportuna ou de meios técnicos especulatórios, que ocasionam a redução progressiva da vegetação.

Para GRIFFITH e SILVA ²(1987) *apud* BIONDI (1990, p. 31), uma área verde é uma paisagem natural pouco alterada no seu estado original ou uma paisagem quase artificial, com pouca evidência de jardinagem ou arborização. Neste contexto incluem-se além dos parques, praças e bosques, os cemitérios, aeroportos, corredores de linhas de abastecimento de água, coleta de esgoto e transmissão de energia elétrica e faixas de domínio legal para vias públicas de transporte, como rodovias e ferrovias. Segundo esses autores, poderiam ser considerados ainda os quintais arborizados e ajardinados das residências urbanas, tendo em vista que os mesmos são um suporte importante que pode alterar as condições adversas do ecossistema urbano. Nesse sentido, LOMBARDO (1985, p.214), salienta que as áreas com cobertura vegetal dentro das estruturas urbanas atuam com moderadoras das temperaturas, controlando os ventos, e a umidade: "... nas regiões com maior concentração de espaços livres, com vegetação e nas proximidades ou junto aos reservatórios d'água as temperaturas sofrem declínios acentuados".

Esses espaços são protegidos por uma legislação pertinente destacando-se a Lei Federal nº 6 535 de 15 de julho de 1978, complementando a Lei Federal nº 4 771 de 15 de setembro de 1965, que diz que as florestas e outras formas de vegetação natural existentes nas áreas metropolitanas devem ser consideradas de preservação

² GRIFFITH, J. J. e SILVA, M. S. M. F. Mitos e métodos no planejamento de sistemas de áreas verdes. In: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana, 2, Maringá, 1987. *Anais*. Maringá, 1987. p. 34-42.

permanente. É importante citar também a Resolução 04 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 18 de setembro de 1985, que estabelece que as florestas e demais formas de vegetação natural, situadas em áreas metropolitanas, definidas em lei, são consideradas Reservas Ecológicas, quando a vegetação natural se encontrar em clímax ou em estágios médios e avançados de regeneração. Isso quer dizer que ficam vedados quaisquer atos exploratórios em florestas e outras formas de vegetação natural, quando identificados tais estágios (GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, 1987, p. 10).

É importante citar ainda as chamadas Áreas de Proteção Ambiental - APA (IBAMA - FUPEF, 1999, p. 31-33, v. 1) que foram propostas pela Lei Federal nº 6.902 de 27 de abril de 1981, e regulamentadas pelo Decreto 99.274 de 6 de junho de 1990. São áreas geralmente extensas, podendo ser ocupadas, e dotadas de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais, especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e têm como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais .

Uma Área de Proteção Ambiental – APA pode ser constituída por terras públicas ou privadas. Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização das terras pertencentes às propriedades privadas ali localizadas. As condições para a realização de pesquisa científica e visitação pública nas áreas sob domínio público são estabelecidas pelo órgão gestor da unidade. Nas áreas sob propriedade privada, cabe ao proprietário estabelecer as condições para pesquisa e visitação pelo público. A Área de Proteção Ambiental – APA é administrada por um conselho presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente (IBAMA - FUPEF, 1999, p. 31-33, v. 1).

O Município de Curitiba tem sua própria legislação ambiental, devendo-se destacar a Lei nº 77.933/91, apresentada como a “nova lei do meio ambiente de Curitiba” , permitindo um melhor ajuste dos instrumentos de aplicação da política municipal de meio ambiente (UNILIVRE, 1992, p. 1).

A partir dessa lei foi possível criar novos bosques e parques públicos mas muitos desses espaços já haviam sido criados, principalmente a partir de 1972, após a Primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente. Foram implantados os parques da Barreirinha, o São Lourenço e o Barigüi. E, em 1974, foi feito o primeiro cadastramento das áreas verdes de Curitiba, tendo sido criado o Plano de Arborização Urbana (MENEZES, 1996, p. 102-105).

Em 1989, foi criado o Bosque Gutierrez, onde foi erguido um monumento ao líder ambientalista da Amazônia, Chico Mendes e também o Bosque Reinhard Maack em homenagem ao geólogo e geógrafo que foi um pioneiro na discussão das questões ambientais no estado do Paraná. Outros parques foram criados, merecendo destaque o Parque Municipal do Passaúna, em 1991, o qual está localizado na porção oeste de Curitiba, no limite do município. De acordo com MENEZES, (1996, p. 167), sua criação ocorreu em um outro contexto. A partir de 1989, “as áreas dos mananciais e parques lineares passaram a ser institucionalizadas por meio de decretos específicos, configurando essas áreas como Áreas de Proteção Ambiental (APA)”. Assim, a área abrangida pela bacia hidrográfica do rio Passaúna, afluente do rio Iguaçu, foi decretada como uma APA (Decreto 80/91), tendo em vista que contém uma represa, cujas águas servem como uma das fontes de abastecimento para o Município de Curitiba.

2.2 PREMISSAS BÁSICAS

O comportamento predatório da sociedade atual em relação à natureza acompanha toda a sua trajetória na superfície terrestre. E, desde os primeiros passos do homem na Terra, a sua relação com o meio que o cerca e sustenta tem sido conflituosa. De início, devido a não compreensão dos fenômenos da natureza, da qual dependia de uma forma direta, e que lhe impunham medo e, na atualidade, também, mas por uma razão quase que oposta. Ao tentar sobrepujá-la está percebendo a sua fragilidade e as respostas que a mesma lhe dá, em função de sua exploração.

Assim, as relações entre as sociedades e o meio ambiente têm sido encaradas de diferentes formas de acordo com o momento histórico vivido.

Durante os séculos XVI, XVII e XVIII, as correntes filosóficas imperantes tinham uma concepção mecanicista de mundo, fundamentada em cientistas como Copérnico, Kepler e Galileu. Desses pensadores que provocaram uma revolução científica, Galileu é considerado o pai da ciência moderna por combinar a linguagem matemática às experimentações científicas na formulação das leis da natureza (CAPRA, 1987).

De acordo com o mesmo autor, dois outros cientistas do século XVII influenciaram profundamente a investigação científica: Francis Bacon e René Descartes que entendiam que o objetivo da ciência relacionava-se ao domínio e controle da natureza. Newton, no quadro dessa visão cartesiana de mundo completou a revolução científica através da mecânica newtoniana, sendo que seu modelo vigorou ao longo do século XIX.

Ainda nesse século, através da teoria do sistema solar, elaborada mecanicamente por Pierre Laplace e filosoficamente por Immanuel Kant, os conceitos de eletrodinâmica de Maxwell e a teoria da evolução das espécies de Charles Darwin, complementada por estudos de fósseis nos Estados Unidos, modificaram o enfoque da visão cartesiana e da mecânica newtoniana, passando a predominar uma nova concepção do universo como um sistema em evolução (CAPRA, 1987).

De acordo com esse autor, com o rápido avanço da tecnologia, no século XX, passou a predominar a idéia de que a natureza poderia ser inteiramente dominada, sendo expressa por um redesenho do espaço, ou seja, a segunda natureza, o espaço construído. Após a Segunda Guerra Mundial, com o crescimento acelerado dos grandes centros urbanos, da industrialização dependente de processos complexos, começou-se a perceber os sinais de desequilíbrio do meio ambiente. Surgiu então, um novo entendimento na forma de encarar o uso dos recursos naturais. Movimentos surgiram, encontros e congressos foram feitos e a discussão em torno da questão ambiental passou a ser intensamente divulgada pelos meios de comunicação, embora os resultados tenham sido pouco significantes. Prosseguiu a marcha da destruição dos recursos renováveis e não renováveis.

No entanto, a vulgarização do tema contribuiu de forma positiva para o surgimento de discussões entre cientistas, governos e setores da população sobre

as condições de vida da Terra. Frente à desordem ambiental passou a surgir uma crescente conscientização de que todos têm direito a um planeta sadio e que a questão ambiental envolve concepções fundamentais acerca do relacionamento social, havendo a necessidade de uma naturalização da cultura e uma “culturização” da natureza. Sob este aspecto, defende-se que para a recuperação do ambiente degradado relacionado à escassez de recursos naturais há a “necessidade de uma reorientação da ética política calcada numa conscientização ecológica, voltada para recuperar a cultura” pois a questão ambiental é também geopolítica, tendo em vista que o comportamento relativo ao meio ambiente deriva da forma pela qual são estabelecidas as relações sociais. Sendo assim, a recuperação ambiental não está afeta tão somente a ações no sentido de despoluir a atmosfera, proteger os mananciais hídricos ou conservar os solos, uma vez que a crise ambiental deriva de um modelo de desenvolvimento desigual para as sociedades humanas e que é agressor para os sistemas naturais (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991; AJARA, 1993, p. 9-11).

Inclusive, há que ter cuidado em relação à defesa de certas propostas ambientais, pois segundo DAVIDOVICH (1995, p.79-96), as mesmas podem ter um significado negativo em relação à modernidade, constituindo-se “num bloqueio do processo de transformação efetiva da sociedade”, sendo que a defesa do chamado desenvolvimento sustentável pode esconder uma instrumentação política de regulação do uso do território, dirigida especificamente aos países subdesenvolvidos.

De acordo com NOVO (1988, p. 44), deve-se considerar também que muitas vezes, a transformação da natureza é benéfica. Exemplifica com a seleção das espécies que impulsionou a agricultura e a utilização dos combustíveis fósseis. No entanto, há um limiar que não deve, mas que tem sido transposto, ocasionando a degradação ambiental. Neste contexto, o autor destaca o papel do sensoriamento remoto como uma técnica de análise e de controle ambiental.

2.3 SENSORIAMENTO REMOTO: EVOLUÇÃO E IMPORTÂNCIA

NOVO (1988, p. 44), citando CURRAN³ (1986) define “sensoriamento remoto como uma técnica que permite adquirir informações sobre a superfície terrestre a partir da detecção e registro da energia resultante da interação entre a radiação eletromagnética e a matéria em estudo” ou segundo o IBGE (2001, p. 13) sensoriamento remoto “consiste na medição ou aquisição de dados sobre um objeto ou cena à distância ou, mais especificamente, obtenção de informações sem entrar em contato direto com a área ou fenômeno sobre investigação.”

De acordo com o IBGE (2001, p. 13):

Um dos principais objetivos do sensoriamento remoto é a aquisição de informações sobre a superfície da Terra para mapeamento e avaliação de recursos terrestres e monitoramento ambiental. Todos os materiais (naturais ou artificiais) da superfície da Terra, com temperatura superior a zero absoluto (0° K), podem emitir, refletir, transmitir ou absorver seletivamente radiação eletromagnética. A energia eletromagnética -EM- mais familiar e importante em sensoriamento remoto é a energia solar.

A radiação eletromagnética (REM) que é refletida ou emitida a partir de um objeto é usualmente uma fonte de dados de sensoriamento remoto. Os sensores remotos, com destaque para as imagens de satélite, ampliaram de forma significativa a possibilidade de otimizar os levantamentos de aspectos naturais como antrópicos da superfície terrestre. As diferentes combinações de canais de sensores remotos passaram a permitir a aplicação de técnicas que estão possibilitando a obtenção de dados de uma forma mais rápida e eficiente, assim como o acompanhamento da sua dinâmica têmporo-espacial. Numa imagem de satélite detecta-se o conjunto integrado de elementos que compõem o ambiente, sendo possível separá-lo em diferentes unidades e temas (AMARAL, 1990, p.27).

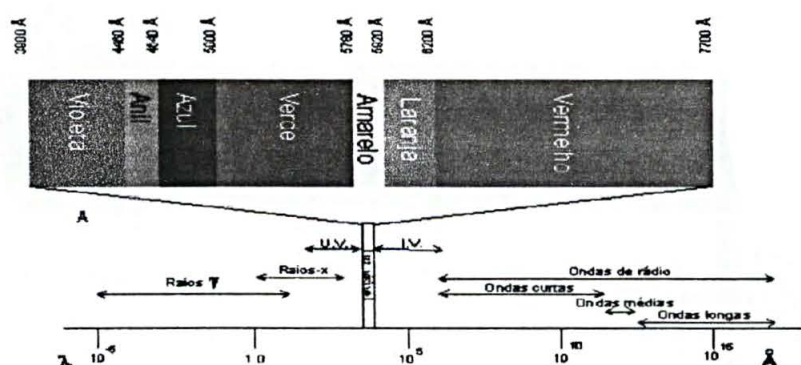
Segundo esse autor, são características importantes de imagens de satélite o número de bandas do espectro eletromagnético imageadas, resolução espectral, a área da superfície terrestre observada instantaneamente por cada sensor (resolução

³ CURRAN, P. J *Principles of Remote Sensing*. London, Longman, 1986.

espacial) e o intervalo entre duas passagens do satélite pelo mesmo ponto (resolução temporal).

De acordo com CHUVIECO (1990, p. 48), pode-se descrever qualquer tipo de energia radiante em função de seu comprimento de onda ou frequência. Embora a sucessão de valores do comprimento de onda seja contínua, pode-se estabelecer uma série de bandas onde a radiação eletromagnética (REM) manifesta um comportamento similar. A organização dessas bandas de comprimento de onda ou frequência se denomina de espectro eletromagnético (figura 1). Compreende um contínuo, desde os comprimentos de ondas mais curtas (raios gama, raios-X) até as quilométricas (ondas de rádio). Convém ressaltar algumas bandas espectrais que são mais comumente empregadas. O espectro visível corresponde às cores espectrais. Distinguem-se três bandas elementares que se denominam azul (0,4 - 0,5 μm), verde (0,5 - 0,6 μm) e vermelho (0,6 - 0,7 μm). O *range* espectral do infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas pode ser denominado infravermelho refletido (0.7 - 3.0 μm), porque essa faixa é mais influenciada pela radiação solar do que emissão da superfície. Na banda do infravermelho termal a emissão da superfície da Terra domina a energia radiante com pouca influência da reflexão solar. A radiação de microondas, medidas em centímetros, pode ser detectada passivamente ou ativamente. As radiações TV e rádio podem ser medidas desde metros até quilômetros (CHUVIECO, 1990, p. 49).

FIGURA 1 – ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO



As características de um objeto podem ser determinadas através da compreensão da REM refletida ou emitida pelo objeto. Isto é, cada objeto tem uma única e diferente característica de reflexão ou emissão se o tipo de objeto ou as condições ambientais são diferentes.

Toda matéria reflete, absorve, transmite ou emite REM de uma forma única, que é denominada característica espectral. As características de absorção, reflexão e emissão da REM por um determinado alvo dependem da interação da REM em nível atômico ou molecular. Um exemplo simples da interação da REM com a matéria deve-se ao fato das folhas serem verdes: a clorofila (pigmento fotossintético das folhas) absorve nas faixas azul e vermelha do espectro e refletem no verde.

Devido à característica espectral dos alvos tem-se que a refletância espectral é assumida ser diferente para diferentes tipos de cobertura na superfície da Terra. Devido à diferença na refletância espectral dos alvos é que se pode interpretar, em muitos casos, os alvos terrestres. Por exemplo, a clorofila presente nas folhas, tem alta absorção entre 0.45 e 0.67 μm , e um pequeno pico de refletância no verde (0.5 a 0.6 μm). A alta refletância no infravermelho próximo (0.7 a 0.9 μm) é devida à estrutura interna da folha. A absorção é causada pela presença de água na folha. Assim, esta faixa é utilizada para estudo de vigor vegetativo. No caso da água ocorre uma baixa refletância ao longo de todo o espectro devido à absorção principalmente no infravermelho. As diferenças de refletância da água ocorrem devido à variação na concentração de matéria inorgânica em suspensão: a água turva aumenta a refletância no vermelho, a matéria orgânica dissolvida diminui muito a refletância no visível e o pigmento clorofila, a absorção no azul e no vermelho (CHUVIECO, 1990. p. 64 - 68).

Em relação ao solo as principais características que influenciam a resposta espectral são; a umidade, o conteúdo de matéria orgânica, e a composição do solo (IPARDES.1994).

2.3.1 O programa LANDSAT

Em 1972, a NASA (National Aeronautics and Space Administration) lançou nos Estados Unidos um primeiro satélite chamado ERTS 1 (Earth Resources Technology Satellites), no quadro do Programa Espacial "Earth Resources Technology Satellite", logo rebatizado e conhecido como 'LANDSAT' para melhor sugerir o enfoque do seu esforço sobre Sensoriamento Remoto de Recursos Naturais Terrestres. Desde esta data, foram lançados sete satélites, sendo que seis deles forneceram imagens da Terra. Destes, estão ativos apenas três, os LANDSAT 5, 7 e 4, sendo que este último não imageia. A primeira geração do programa LANDSAT, composta de três satélites, LANDSAT 1, 2 e 3, tinha dois importantes instrumentos: a Câmera RBV, Return Beam Vidicon (RBV) e o MSS (Multispectral Scanner). Em razão de problemas técnicos no RBV, e da superioridade técnica do instrumento MSS do ponto de vista espectral e radiométrico, o RBV foi muito pouco utilizado. A segunda geração do programa LANDSAT foi iniciada em 1982, com o lançamento do satélite LANDSAT 4, que já possuía o instrumento Thematic Mapper (TM) além do MSS. O LANDSAT 5, de acordo com as previsões técnicas baseadas nas performances atuais do satélite, deverá ficar operacional por mais alguns anos. O LANDSAT 6 foi perdido logo após o seu lançamento. E, finalmente, o LANDSAT 7 marcou o início da terceira geração do programa (MARCOS DE LA PENHA; NOVAES, 1982, p. 1-15; CHUVIECO, 1990, p. 29-37).

2.3.1.1 Características das Órbitas LANDSAT

As órbitas do LANDSAT são repetitivas e circulares, heliosíncronas, ou seja, sincronizadas com o sol, passando na mesma hora solar em qualquer ponto observado. São quase polares, permitindo assim uma cobertura da Terra entre 81° N e 81° S, a uma altitude de 705 km, com uma velocidade equivalente a 7,7 km/seg no solo. O ciclo orbital dos LANDSAT 4, 5 e 7 é de 16 dias. Atualmente, o LANDSAT 5 e o LANDSAT 7 estão com um intervalo de tempo de 8 dias para imagear a mesma área. A área imageada pelo LANDSAT, seja MSS ou TM, é uma faixa de 185 km, recortada em cenas de 185 km x 170 km. O satélite demora 24 segundos para imagear esta área (ENGESAT, 2001).

2.3.1.2 Nível de processamento das imagens LANDSAT

Usando a terminologia habitual no Brasil (ENGESAT, 2001), as cenas LANDSAT 5, completas, quadrante ou extrato, digital ou papel, estão disponíveis nos seguintes níveis:

Nível 4: sem correções geométricas, a não ser para compensar eventuais problemas de qualidade da imagem provocados pelo sistema de scanner, e calibração radiométrica com equalização de sensores;

Nível 5: Adicionalmente às correções existentes no nível 4, correções de sistema, orientado na órbita, reamostrado por "vizinho mais próximo" ⁴. Seu uso é aconselhado quando a imagem é usada para estudos de radiometria dos alvos. Já é possível escolher uma projeção cartográfica neste nível de produção como a UTM, e um Datum como o SAD 69, ou Córrego Alegre;

Nível 6: Adicionalmente às correções existentes no nível 4, correções de sistema, orientado na órbita, reamostrado por "Convolução Bicúbica" ⁵. Resulta numa qualidade gráfica superior da imagem;

Nível 7 Sistemático : Geralmente gerado a partir do nível 5 ou 6, são aplicados para este nível de correção os parâmetros orbitais do satélite para obtenção de uma imagem retificada e orientada a Norte. É necessário escolher uma projeção cartográfica neste nível de produção por exemplo, UTM e um Datum que pode ser SAD 69. A precisão relativa (precisão interna da imagem) alcançada é de 50 m, mas a precisão absoluta (erro de localização externa da cena) pode ser de até 600 m;

Nível 7 Precisão: A imagem é retificada e orientada a Norte e georreferenciada a partir de pontos de controle, obtidos em cartas topográficas ou por GPS. É

⁴ Trata-se de uma correção geométrica propriamente dita. Adota o nível de cinza do pixel (na imagem de ajuste) mais próximo do novo centro.

necessário escolher uma projeção cartográfica neste nível de produção (UTM, entre outras) e um Datum (SAD 69, Córrego Alegre). A precisão relativa ou precisão interna da imagem alcançada é de 50 m, e a precisão absoluta ou erro de localização externa da cena, é também de 50 m.

2.3.1.3 Características e potencialidades de uso de bandas no LANDSAT 5

De acordo com ROCHA (2000, p.122-128), as bandas no LANDSAT 5 se caracterizam, como se segue:

- A banda 1, com intervalo espectral entre 0,45 – 0,52 μm , apresenta grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides). Apresenta sensibilidade às plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
- A banda 2, com intervalo espectral entre 0,52 – 0,60 μm , apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Tem boa penetração em corpos de água.
- A banda 3, com intervalo entre 0,63 - 0,69 μm permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex: campo, cerrado e floresta). É a banda mais

⁵Trata-se de uma correção geométrica, usando o valor médio dos 16 pixels (janela 4 x 4) mais próximos.

utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.

- A banda 4, com intervalo entre 0,76 - 0,90 μm , apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal) e sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre geomorfologia, solos e geologia. Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (p.ex. aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
- A banda 5, com intervalo entre 1,55 - 1,75 μm , apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar o estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.
- A banda 6, com intervalo entre 10,4 - 12,5 μm , apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.
- A banda 7, com intervalo entre 2,08 - 2,35 μm , apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.

2.3.2 O programa SPOT

Segundo MENEGUETTE (1990, p. 209-218), o programa SPOT (Satellite Pour l'Observation de la Terre) foi planejado e projetado desde o início como um sistema operacional e comercial de observação da Terra. Estabelecido por iniciativa do governo francês em 1978, com a participação da Suécia e Bélgica, o programa é gerenciado pelo *Centre National D'Etudes Spatiales* - CNES, que é o responsável pelo desenvolvimento do programa e operação dos satélites. Já foram lançados com sucesso, o SPOT 1 (em 22 de Fevereiro de 1986, operacional), o SPOT 2 (22 de Fevereiro de 1986, operacional), o SPOT 3 (26 de Setembro de 1993, perdido em 14 de Novembro de 97) e o SPOT 4 (24 de Março de 1998). A construção do SPOT 5, com novas especificações, incluindo resolução espacial de 2,5 m numa faixa de 60 Km, está bem adiantada e com lançamento previsto para o início de 2002, assegurando assim a continuidade dos serviços e incluindo notáveis evoluções técnicas e comerciais.

2.3.2.1 As características técnicas gerais dos satélites SPOT

Os satélites SPOT 1, 2 e 3 caracterizam-se por apresentar uma órbita circular heliosincronizada, com uma inclinação de $98,7^\circ$, em um ciclo orbital de 26 dias e duração de uma órbita (nominal) de 101,4 minutos a uma altitude de 822 km. O SPOT 4 apresenta as mesmas características com pequenas alterações como a capacidade de gravação a bordo que passa de 2 x 22 minutos para 2 x 40 minutos mais três minutos, além de ser um pouco mais leve que os demais (SPOT IMAGE⁶, citado por ENGESAT, 2001).

2.3.2.2 Faixa de varredura

Dois sensores idênticos (HRV - *High Resolution Visible*) estão a bordo do satélite e podem ser utilizados independentemente, tanto na geometria de visada como no modo espectral. Cada instrumento tem uma faixa de varredura de 60 km. Quando os dois instrumentos operam em modo "geminado", imageando áreas contíguas, a área total coberta é de 117 km, ou seja, duas faixas de 60 Km de largura cada uma, com 3 km de sobreposição. Os instrumentos HRV podem imagear ao nadir, ou na vertical do plano orbital do satélite ou, graças a um espelho móvel que pode ser orientado, apontando para as áreas de interesse num corredor que vai até 27° lateralmente com relação a vertical, para leste ou oeste, tendo acesso então a uma faixa de 950 Km de largura. Quando as cenas são adquiridas com algum ângulo de visada, o efeito de perspectiva faz com que a área imageada possa ser mais larga, até 80 Km com visada de 27° lateralmente.

Esta possibilidade confere aos satélites SPOT uma capacidade de retorno a uma área de interesse de alguns dias (3 a 4 dias em média), muito superior a periodicidade da órbita que é de 26 dias, e permite igualmente a aquisição de imagens em estereoscopia.

⁶ SPOT IMAGEM. Empresa que comercializa os produtos e serviços SPOT.

2.3.2.3 Modos de imageamento e Bandas Espectrais

O SPOT opera em dois modos espectrais distintos que podem também ser programados simultaneamente para uma mesma área: Multiespectral XS ou XI, dependendo do satélite é Pancromático ou Monospectral, dependendo do satélite. Todas as imagens do SPOT são codificadas em 8 bits. Nos modos multiespectrais, as observações são feitas em três bandas espectrais (modo XS) para os SPOT 1, 2 e 3 e 4 bandas no SPOT 4 (modo X), sempre com resolução espacial de 20 metros. No modo Pancromático ou Monospectral, as observações são feitas por uma única banda, de 0,51 μm a 0,73 μm , no caso dos SPOT 1, 2 e 3, é de 0,61 a 0,68 μm e no SPOT 4, sempre com uma resolução espacial de 10 metros (ENGESAT, 2001).

O modo Pancromático ou Monospectral é aconselhado para aplicações que procuram precisão geométrica e resolução. O Modo Multiespectral XS ou XI é recomendado para aplicações temáticas, para estudos de vegetação, uso e ocupação de solos, entre outros. Os modos PAN e XS podem ser combinados rendendo uma imagem PAN+XS, colorida, com três bandas e 10 m de resolução espacial. As imagens PAN e XS dos SPOT de número 1, 2 e 3, ainda que adquiridas simultaneamente, não estão registradas entre si, o que pode fazer com que este processamento seja trabalhoso. Os modos M e XI do SPOT 4 XS podem ser combinados, rendendo uma imagem PAN+XS, colorida, com quatro bandas e 10 m de resolução. As imagens M e XI do SPOT 4, quando adquiridas simultaneamente, estão registradas entre si, o que faz deste processamento uma tarefa muito simples e sistemática. Isto é possível porque na imagem do modo Monospectral do SPOT 4, diferentemente do que acontece nos SPOT 1,2 e 3, é gerada pela banda 2 do instrumento XI de 20 m de resolução, sendo então plenamente compatível geometricamente com a imagem XI, adquirida simultaneamente pelo mesmo instrumento.

2.3.2.4 Conhecimentos necessários para trabalhar com uma imagem SPOT

De acordo com ENGESAT (2001) as imagens SPOT recobrem em visada vertical uma área de 60 por 60 km, ou seja, tal como captadas pelos sensores sempre têm inicialmente 3.000 linhas e colunas em modo XS ou XI, e 6.000 linhas e colunas no modo PAN ou M. Dependendo da visada, a área recoberta pode chegar a 80 km no sentido Leste-Oeste, e em função do modelo geométrico aplicado a cada nível de processamento, o tamanho final das imagens muda bastante, como será especificado para cada caso, a seguir.

- Nível 1A – Cenas sem correção geométrica

Nessas cenas a imagem não é submetida a nenhuma correção geométrica, é bruta, como uma grade de pixels, de forma quadrada. É realizada somente uma equalização linear dos barramentos de CCD entre elas, para eliminar eventuais diferenças de tonalidades internas da imagem. As imagens no nível 1A estão orientadas paralelamente à órbita do satélite, sem modificação na orientação das linhas, recobrando uma área de 60 Km no sentido Norte-Sul, por 60 ou até 80 Km no sentido Leste-Oeste, dependendo do ângulo de visada da cena em questão.

- Nível 1 AP : Cenas no nível 1 A para Fotogrametria e Estereoscopia

Essas cenas consistem em um produto fotográfico, em filme exclusivamente, especialmente desenvolvido para aplicações fotogramétricas com instrumentos (restituidores) analógicos.

É realizada a mesma equalização de detectores que sofre o produto do nível 1 A (equalização linear dos barramentos de CCD entre eles, para eliminar eventuais diferenças de tonalidades internas da imagem) Depois, uma filtragem do tipo *high-pass* que realça as feições locais e os detalhes da paisagem é aplicada de forma a salientar as características lineares na imagem.

- Nível 1B – Cenas com correções radiométricas e geométricas.

O nível de processamento 1 B inclui uma correção sistemática das distorções geométricas internas da imagem SPOT.

A cena sofre o mesmo processo de equalização de detectores CCD que no nível 1 A especificado acima. Os coeficientes de calibração absolutos que estão incluídos nos dados auxiliares permitem converter os valores digitais dos pixels em radiância.

As correções geométricas aplicadas servem para corrigir os erros inerentes ao conjunto em movimento terra-satélite, e às condições da tomada da imagem que provocam distorções internas na imagem: variação de atitude do satélite, efeito de perspectiva, rotação e curvatura da Terra e velocidade do satélite, entre outros, que ocorrem durante o tempo em que é imageada uma cena SPOT.

- Nível 2 A - Cenas com correção radiométrica mais correção geométrica de precisão com orientação a Norte e projeção cartográfica.

A imagem no nível 2 A sobre o mesmo processamento de equalização de detectores CCD que no nível 1 A especificado acima.

Os coeficientes de calibração absolutos que estão incluídos nos dados auxiliares permitem converter os valores digitais dos pixels em radiância.

- Nível 2 B : Cenas com correção radiométrica mais correção geométrica de precisão com pontos de controle, orientação a Norte e projeção cartográfica.

A imagem produzida no nível 2 B sofre a mesma equalização de detectores CCD que no nível 1 A especificado acima. Os coeficientes de calibragem absolutos que estão incluídos nos dados auxiliares permitem converter os valores digitais dos pixels em radiância.

As correções geométricas se baseiam num modelo de deformação que considera as distorções introduzidas pelas condições de aquisição da imagem, assim como as transformações necessárias para colocar a imagem de interesse na projeção cartográfica escolhida pelo usuário (Lambert, UTM, Stereográfica Polar, Policônica). As correções geométricas usam um modelo dinâmico da órbita do satélite e conforme os parâmetros de tomada da imagem (efemérides, altitude do satélite, entre outros) e dados geográficos ou cartográficos. Estas informações adicionais externas são medições feitas em pontos de controle ou de apoio, cujas coordenadas cartográficas ou geográficas foram medidas em mapas ou mesmo no solo por coleta de pontos GPS. Estas informações resultam num produto definitivamente muito superior em termos de precisão de localização de qualquer ponto da imagem corrigida no nível 2 B, que é tida como aceitável quando se aproxima do intervalo compreendido entre 10 e 30 m, de acordo com a qualidade das medições dos mapas ou da coleta GPS, e em terreno plano, sem levar em conta a paralaxe devida, por exemplo, ao relevo.

- Nível ORTHO: Cenas com correção radiométrica mais correção geométrica de precisão máxima com pontos de controle, MNT, orientação a Norte e Projeção Cartográfica

A imagem produzida no nível ortho sofre a mesma equalização de detectores CCD que no nível 1 A especificado acima. Os coeficientes de calibragem absolutos que estão incluídos nos dados auxiliares permitem converter os valores digitais dos pixels em radiância.

- Nível S - Cenas com correção radiométrica mais correção geométrica com ajuste manual a uma cena de referência, seja ela 1B, 2 A, 2B, Ortho, ou de outro satélite, independente do nível de processamento.

As cenas no nível S terão as mesmas características básicas que as cenas de referência, e adicionalmente no melhor dos casos, mais um erro de registro de uma

imagem com o outro valor estimado, utilizando pontos homólogos, aproximadamente no valor de até 1 pixel : 10 m no PAN ou M e 20 m no XS ou XI.

Dentre os novos recursos que estão sendo aplicados na identificação, análise e interpretação desses componentes naturais e construídos, destaca-se o aperfeiçoamento do geoprocessamento em sistemas que integram o tratamento digital de imagens. Tais recursos, envolvendo coleta de dados e gerenciamento de informações, têm a possibilidade de se adequar às mais distintas aplicações, conduzindo a um avanço no conhecimento técnico-científico.

2.3.3 Geoprocessamento

A evolução dos conhecimentos em informática representou um avanço incalculável para as áreas das ciências que tratam da questão espacial e dos problemas ambientais (EGENHOFER; FRANK, 1990, p. 95).

De acordo com esses autores, o desenvolvimento de sistemas computacionais para aplicações gráficas e de imagens vem influenciando de maneira crescente diversas áreas como cartografia, mapeamento, análise de recursos naturais, agricultura, planejamento urbano e regional. Esta tecnologia torna possível a automatização de tarefas realizadas manualmente e facilita a realização de análises complexas, através da possibilidade de integração de dados de diversas fontes e da criação de um banco de dados geocodificado. Os sistemas para tal fim são denominados Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Sistemas de Análise Geoambiental ou ainda Sistemas para Cartografia Automatizada (FATOR GIS, n. 1 e 2, 1993; IPARDES, 1994).

Um sistema de informação consiste em uma série de operações que compreendem desde o planejamento das observações e coleta de dados, até o armazenamento e análise dos dados. Utilizam-se as informações resultantes para planejamento e decisões. Por exemplo, um mapa é um tipo de sistema de informação onde os dados foram armazenados e analisados e a informação

resultante é útil para as mais variadas aplicações (SHERRIL,⁷ 1993, citado por GRANEMANN, 1993).

Entretanto, segundo CÂMARA e DAVIS (2001, p. 3-1), o termo “Sistemas de Informação Geográfica” (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com bases em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial.”

Dentro deste conceito, define-se um Sistema de Informação Geográfica como um sistema de base de dados específico, para dados referenciados espacialmente; um conjunto de operações para se trabalhar com os dados e uma ferramenta para manipular e armazenar dados não-espaciais. Dessa maneira, “os SIG incluem-se no ambiente tecnológico que se convencionou chamar de geoprocessamento, cuja área de atuação envolve a coleta e tratamento da informação espacial, assim como o desenvolvimento de novos sistemas de aplicações” (TEIXEIRA; MORETI; CHRISTOFOLETTI, 1992, p.12).

Um SIG computadorizado deve ser compreendido como a representação de um modelo do mundo real, capaz de codificar, armazenar e recuperar dados dos diferentes aspectos na superfície terrestre. Esta visão integrada nos estudos ambientais gera uma melhor compreensão das funções entre os diversos componentes do meio ambiente além de possibilitar que se mantenham atualizadas as informações. Um SIG permite realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Torna ainda possível ainda automatizar a produção de documentos cartográficos.

Segundo CÂMARA e DAVIS (2001, p. 3-1) “há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG: como ferramenta para produção de mapas; como suporte para análise espacial de fenômenos; como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial”.

Um mapa é uma representação gráfica dos fenômenos espaciais. Num ambiente computacional, a noção de mapa deve ser estendida para incluir diferentes tipos de dados como imagens de satélite e modelos numéricos de terreno. Os SIG procuram simular a realidade do espaço geográfico. Esta visão é importante nos

⁷ SHERRIL, D. E., Entrevista publicada, p. 63, da Gazeta do Povo de 12 de setembro de 1993.

estudos integrados, que procuram modelar a interação entre os diversos componentes do meio ambiente (IPARDES, 1994), ou resumindo, algumas das principais características dos SIG são:

- integrar numa única base, dados espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno;
- combinar os vários dados, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos e informações derivadas;
- consultar, tratar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados.

2.3.3.1 Tipos de dados em Geoprocessamento

Segundo CAMARA e DAVIS (2001, pg 2-7), os tipos de dados em geoprocessamento são:

- **Dados temáticos:** descrevem a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, expressa de forma qualitativa;
- **Dados cadastrais:** cada um de seus elementos é um objeto geográfico, que possui atributos e pode estar associado a várias representações gráficas;
- **Redes:** são estruturas lineares conectadas, que armazenam informações sobre recursos que fluem entre localizações geográficas distintas;

- Modelos numéricos do terreno: denotam a representação quantitativa de uma grandeza que varia continuamente no espaço;
- Imagens: obtidas por sensores, representam formas de captura indireta de informação espacial.

De acordo com IPARDES (1994) os dados tratados em geoprocessamento têm como principal característica a diversidade de fontes geradoras e de formatos apresentados.

2.3.3.2 Estruturas de dados em Geoprocessamento

Duas grandes classes de representação devem ser consideradas para compor o universo da estrutura de dados em geoprocessamento, são elas , a representação vetorial e a representação matricial.

Segundo CÂMARA e DAVIS (2001, p. 2-16), “na representação vetorial a representação de um elemento ou objeto é uma tentativa de reproduzi-lo o mais exatamente possível. Qualquer entidade ou elemento gráfico de um mapa é reduzido a três formas básicas: pontos, linhas, áreas ou polígonos.” E a “representação matricial (ou raster) consiste no uso de uma malha quadriculada regular sobre a qual se constrói, célula a célula, o elemento que está sendo representado. A cada célula atribui-se um código referente ao atributo estudado, de tal forma que o computador saiba a que elemento ou objeto pertence determinada célula.”

2.3.3.3 Dados Temáticos

Os dados temáticos são documentos em qualquer escala, sobre uma base geográfica e que representam distintos fenômenos naturais, sociais, culturais. Os dados temáticos contêm regiões geográficas definidas por um ou mais polígonos.

Exemplos são o uso do solo, a aptidão agrícola de uma região. Estes dados, obtidos a partir de levantamento de campo, são inseridos no sistema por digitalização ou, de forma mais automatizada, a partir de classificação de imagens. Para permitir uma representação e análise mais acurada do espaço geográfico, a maior parte dos sistemas armazena estes tipos de mapas na forma de *arcos* (limites entre regiões), incluindo os *nós* (pontos de interseção entre arcos) para montar uma representação topológica. A topologia construída é do tipo *arco-nó-região*: arcos se conectam entre si através de nós (pontos inicial e final) e arcos que circundam uma área definem um polígono (região). Um mapa temático também pode ser armazenado no formato raster. Neste caso, a área correspondente ao mapa é dividida em células de tamanho fixo. Cada célula terá um valor correspondente ao tema mais freqüente naquela localização espacial. As representações matricial e vetorial não são exatamente equivalentes. Em primeiro lugar, há uma perda de precisão ao se transformar do formato vetorial para o formato matricial. No entanto, a principal diferença diz respeito ao fato da representação vetorial ser mais adequada para identificar objetos localizados, onde se requer precisão; já a representação raster é mais adequada para fenômenos e grandezas que variam continuamente no espaço (modificado de ROSA, 1992, p. 104; IPARDES, 1994, p. 1-25).

2.3.3.4 Dados Cadastrais

De acordo com e CÂMARA e DAVIS (2001, p. 2-7), “um dado cadastral distingue-se de um dado temático, tendo em vista que cada um de seus elementos é um objeto geográfico, que possui atributos e pode estar associado a várias representações gráficas. Por exemplo, os lotes de uma cidade são elementos do espaço geográfico que possuem atributos (dono, localização, IPTU devido, etc.) e que podem ter representações gráficas diferentes em mapas de escalas distintas.” Segundo o IPARDES (1994, p. 8), a parte gráfica dos dados cadastrais é armazenada em forma de coordenadas vetoriais, com a topologia associada. Não é usual representar estes dados na forma de varredura (raster).

2.3.3.5 Redes

Redes são estruturas lineares conectadas, que armazenam informações sobre recursos que fluem entre localizações geográficas distintas. As redes de água e esgoto de uma cidade são exemplos típicos. Como observa GOODCHILD⁸ (1992), citado por ASSAD e SANO (1998, p.16) uma rede é um sistema de endereçamento 1-D embutido no espaço 2-D. A localização deve ser exata e objeto é distinguível de seu entorno. Assim, é possível caracterizar uma rede a partir de seus atributos num banco de dados espaciais, pois as coordenadas em cada elemento são pontuais ou discretas.

As informações gráficas de redes são armazenadas em coordenadas vetoriais, com topologia *arco-nó*: os atributos de arcos incluem o sentido de fluxo e os atributos de nós sua impedância (custo de escoamento), podendo ser fontes ou sorvedouros (CÂMARA e DAVIS, 2001, p. 2-8; ROCHA, 2000, p. 62; IPARDES, 1994).

2.3.3.6 Modelos Numéricos de Terreno

Os modelos numéricos de terreno, denotam a representação quantitativa de uma grandeza que varia continuamente no espaço.

Sendo assim, apresentam dois tipos de representações:

- **Grade regular** - é uma representação matricial, na qual cada elemento da matriz está associado a um valor numérico;
- **Malha triangular** - é uma estrutura do tipo vetorial com topologia do tipo *arco-nó* e representa uma superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas. Para cada um dos três vértices da face do

⁸ GOODCHILD, M. F. *Geographical Data Modeling*. Computers & Geosciences, v.18, n. 4, 1992.

triângulo são armazenadas as coordenadas de localização (x, y) e o atributo z, com o valor de elevação ou altitude.

Entre os usos de modelos numéricos de terreno, pode-se enumerar os apontados por Burrough⁹ (1986), citado por CÂMARA e DAVIS (2001):

- Armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos
- Análise de corte-aterro para projetos de estradas e barragens;
- Cômputo de mapas de declividade e exposição para apoio a análises de geomorfologia e erodibilidade;
- Análise de variáveis geofísicas e geoquímicas;
- Apresentação tridimensional (em combinação com outras variáveis).

2.3.3.7 Imagens

Obtidas por sensores e armazenadas como matrizes, cada elemento da imagem (pixel) tem um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre correspondente .

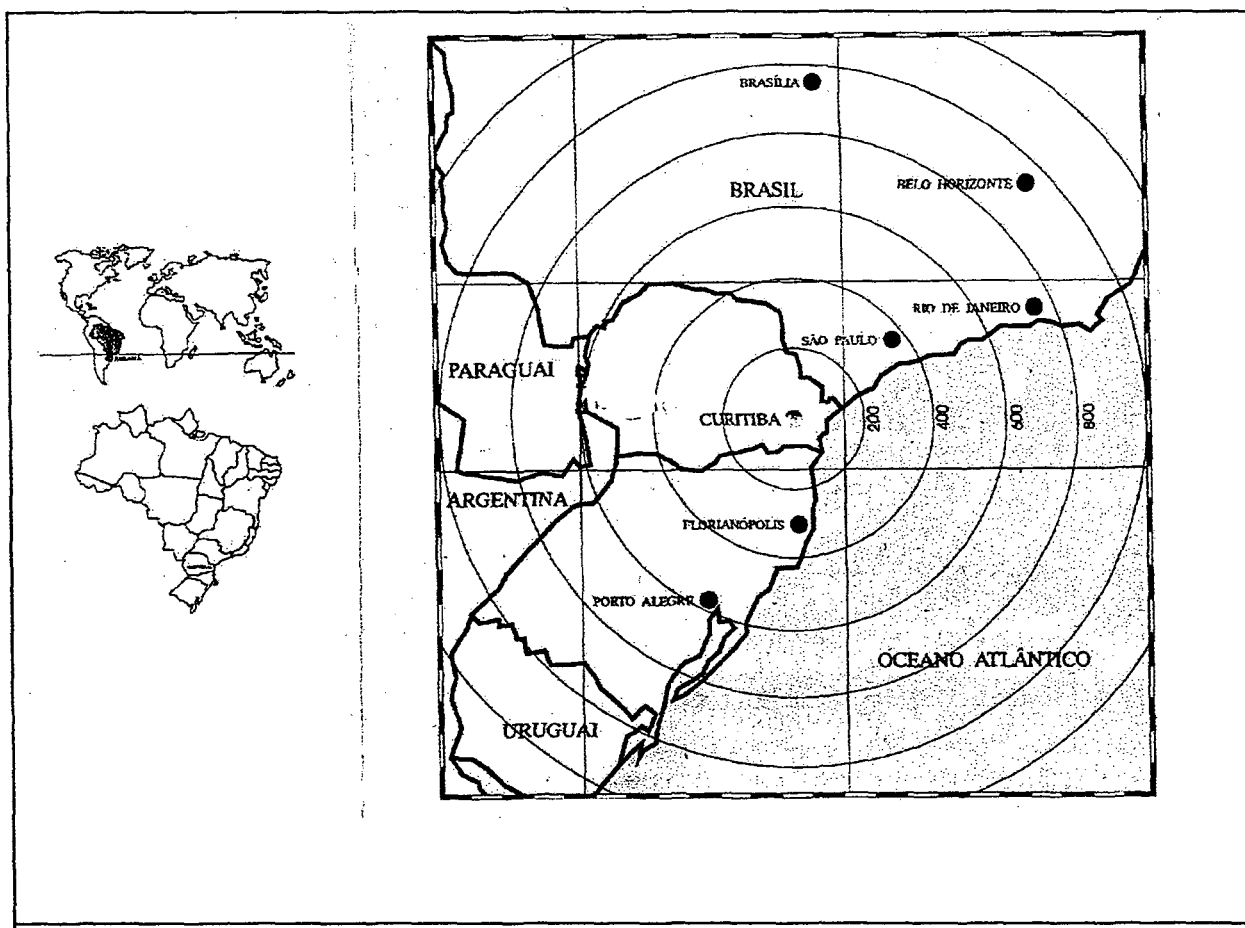
⁹ BURROUGH, P.A . **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford: Oxford University, 1986.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO

O Município de Curitiba (figura 2), como pólo da Região Metropolitana de Curitiba – RMC, está situado a leste do Estado do Paraná, na porção centro-sul do Primeiro Planalto Paranaense (MAACK, 1968, p. 86), com coordenadas entre 25° 22' e 25° 37' de Latitude Sul e 49° 11' e 49° 23' de Longitude Oeste. Limita-se ao norte com os municípios de Almirante Tamandaré e Colombo, a noroeste com Campo Magro, ao sul com Fazenda Rio Grande, a sudoeste com Araucária, a leste com Pinhais e São José dos Pinhais e a oeste com Campo Largo. Apresenta uma altitude média de 910 m , ocupando uma área de 432,17 km², com uma extensão de aproximadamente 35 km na direção N-S e de 20 km, na direção E-W (IPPUC, 1999, p. 6).

FIGURA 2 – CARTOGRAMA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA



3.2 MATERIAL

3.2.1 Cartas

- Base digital cadastral do IPPUC – 1998 (Formato AUTOCAD .dxf, posteriormente convertido para formato ARC/INFO - *coverage*): limite do município, pontos GPS cotados , quadras e lotes do Município de Curitiba;

- Cartas topográficas analógicas:

Folha Topográfica de Curitiba, S.G.22-K-II -3, escala 1:50.000, SGE, 1956;
Região Metropolitana de Curitiba, escala 1:150.000, COMEC, 1982.

- Cartas Geológicas analógicas:

Folha Geológica de Araucária, escala 1:50.000, MARINI; FUCK; LOPES;
TREIN; MURATORI, 1967;

Folha Geológica de Curitiba, escala 1:50.000, LOPES; BIGARELLA;
SALAMUNI; FUCK; MURATORI, 1965;

Folha Geológica de Piraquara, escala 1:50.000, FUCK; LOPES; TREIN;
MURATORI, 1967;

Folha Geológica de São José dos Pinhais, escala 1: 50.000, FUCK; LOPES;
MARINI; TREIN; MURATORI, 1966;

Folha Geológica de Campo Largo , escala 1: 50.000, MURATORI; FUCK;
BIGARELLA; SALAMUNI; PALKA; LOPES; ALESSI, 1966;

Mapa Geológico. Folha Curitiba, escala 1:100.000, CPRM, 1977;

Mapa Geológico. Região Metropolitana de Curitiba, escala 1:150.000,
COMEC/IPARDES, 1980.

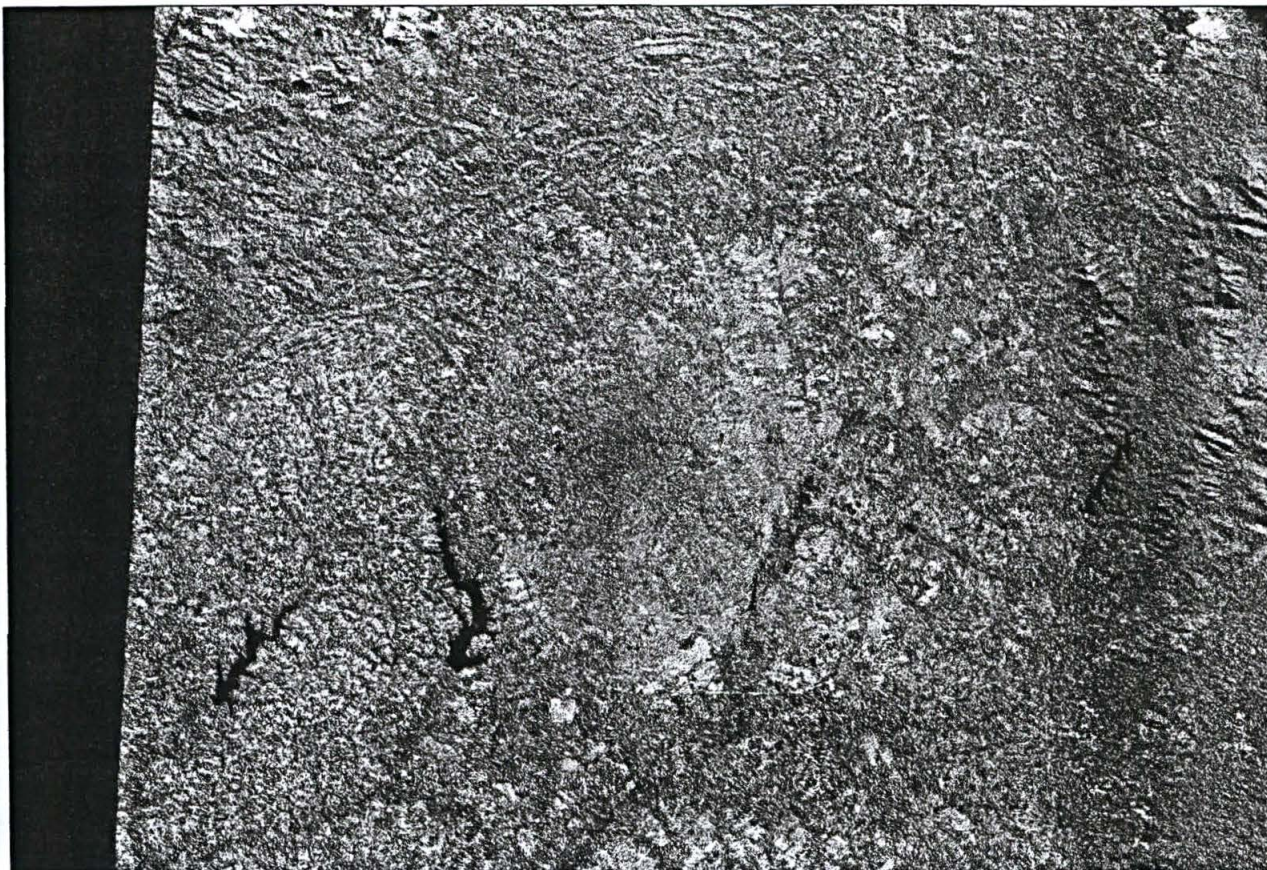
- Carta de Solos analógica: Mapa de Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado do Paraná, escala 1:600.000 EMBRAPA/IAPAR/SUDESUL, 1980;

- Ortofotocartas digitais do Município de Curitiba, Escala 1:10.000, ESTEIO Engenharia, 1999.

3.2.2 Fotografias aéreas e imagens digitais

- Fotografias aéreas digitais, escala 1: 8.000, 1998, do Município de Curitiba, IPPUC;
- Imagem LANDSAT TM, Cena 220-78, data de aquisição 24/06/98, Bandas 3-4-5, resolução espacial de 30 m, cedidas pela ENGESAT (Figura 3);
- Imagem SPOT Pancromática, Cena 712 - 400, Sat 9 – km 54, data de aquisição 13/05/96, resolução espacial de 10 m, cedidas pela ENGESAT (Figura 4).

**FIGURA 3: IMAGEM TM LANDSAT - Nível 4
Curitiba e Região Metropolitana
Bandas 3-4-5 (RGB)**



FONTE : ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE , 1998

FIGURA 4: IMAGEM SPOT - Nível 1A
Curitiba e Região Metropolitana
Banda Pan



FONTE : ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE , 1996

3.2.3 Hardware

- 1 Workstation IBM RISCSystem/6000 43P – 140 com 166 Mhz, 128 Mb RAM e 8,2 Gb Hd (Hard Disk);
- 1 PC Pentium II, 233 Mhz, 128 Mb de RAM e 4 Gb de Hd (Hard Disk);
- 1 Scanner HP SCANJET – 2200C
- 1 GPS GARMIN MODELO 92 (GARMIN CORPORATION)

3.2.4 Software

- ERDAS IMAGINE 8.4 (ERDAS);
- ARCINFO 7.0.3 (esri);
- ArcView 3.2a (ESRI);
- Authorware 4.0 (MACROMEDIA);
- Director 8.0 (MACROMEDIA);
- CorelDraw 9.0 (COREL);
- Sistema operacional UNIX AIX 4.2.1 (IBM);
- Sistema operacional Windows 98 (MICROSOFT).

3.3 A METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

A metodologia de trabalho foi baseada na utilização da abordagem sistêmica, desenvolvida na década de 30 pelo biólogo LUDWIG VON BERTALANFFY (BERTALANFFY, 1971) e aplicada, na atualidade, nas mais diferentes áreas, mas predominantemente naquelas que envolvem o meio ambiente.

De acordo com FORMAN e GODRON (1986, p.11), foram utilizados conceitos de estrutura, função e mudança, aplicados à questão ambiental. Nesse contexto, levou-se em consideração as características da paisagem curitibana, adaptando-se à conceituação desses autores, ou seja: uma unidade distinta, reconhecida espacialmente e mensurável, onde se distinguem três características:

- a **ESTRUTURA**, compreendendo as relações espaciais entre os distintos elementos presentes, ou mais especificamente, a distribuição da energia, dos materiais e das espécies, em relação ao tamanho, forma e número, constituindo-se num conjunto, reconhecido como paisagem;
- a **FUNÇÃO**, relativa à interação entre os elementos espaciais, isto é, os fluxos de energia, material e espécies entre os componentes da paisagem;
- a **MUDANÇA**, ou seja, a alteração na estrutura e função do mosaico paisagístico, ao longo do tempo.

Assim, foi considerada a combinação dos elementos naturais e antrópicos como partes de um sistema, tendo sempre como destaque as áreas verdes, sendo examinada a sua estrutura, a sua função e as mudanças ao longo do tempo, e relacionadas à geologia, aos níveis hipsométricos, aos solos e a sua ocupação.

Nessa abordagem sistêmica, tendo como base os autores citados, FORMAN e GODRON (1986, p. 11-31), foi utilizada uma série de procedimentos metodológicos que permitiram a construção e a interação de distintos mapas temáticos.

Dessa maneira, a pesquisa foi desenvolvida através de:

- coleta e análise de bibliografia e documentos cartográficos;
- interpretação visual de fotografias aéreas e de imagens;
- classificação supervisionada das imagens;
- visitas a campo para checagem dos dados obtidos em laboratório;
- tratamento dos dados obtidos;
- cruzamento dos dados obtidos
- avaliação dos resultados
- elaboração de mapas temáticos e do texto final.

3.3.1 Coleta e análise de bibliografia e documentos cartográficos

Em primeiro lugar, foi efetuada a pesquisa do material cartográfico disponível em diferentes órgãos de governo, tendo em vista a limitação de recursos para efetuar a primeira fase do trabalho de mapeamento de áreas verdes do Município de Curitiba.

Foi avaliada também, a necessidade de adaptar o material que poderia ser disponibilizado ao equipamento existente.

Assim, em uma primeira revisão dos produtos, foram avaliadas as possibilidades de utilizar fotografias aéreas, escala 1:8.000, de propriedade do IPPUC (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba).

Concomitantemente, foi coletado o material auxiliar na construção escrita da pesquisa.

3.3.2 Interpretação visual de fotografias aéreas e de imagens

De posse das fotografias aéreas, foi iniciado o processo de interpretação das mesmas em uma área específica para teste. E, mesmo considerando a excelente visibilidade dessas fotografias aéreas, na escala 1:8.000, o número excessivo de pares estereoscópicos em muito dificultaria a sua consecução. Além disso, o tamanho do acervo aerofotogramétrico digital alcança cerca de 70 Gb, o que inviabilizaria a interpretação e o processamento automatizado com recursos normais de hardware e software. Além disto, não se pôde estabelecer uma faixa de tonalidades específica da vegetação urbana, tendo em vista que este conjunto de fotografias aéreas não obedece a um padrão único de tonalidades, sendo multiformes e variáveis neste quesito. Dessa maneira, as fotografias foram abandonadas para efeito de classificação.

Em seguida, foi feita uma interpretação visual prévia da imagem TM LANDSAT, considerando que a resolução espectral nas bandas 3, 4 e 5 atenderia ao requisito de classificação das áreas verdes, porém com deficiências em relação à resolução espacial, quesito esse fundamental nos trabalhos em áreas urbanas.

Dessa maneira, foi feita a opção de utilizar também, a imagem SPOT Pancromática que tem como característica uma resolução espacial de 10 m que, somada às características espectrais da imagem TM LANDSAT se mostrou adequada às necessidades do trabalho.

3.3.3 Interpretação automática das imagens

A sistematização das informações gráficas ou mapas temáticos, iniciou-se com o georreferenciamento das imagens LANDSAT TM e SPOT PAN, utilizando-se as ortofotocartas digitais do IPPUC, a base cadastral do IPPUC, pontos levantados com DGPS pelo IPPUC/COPEL e as cartas topográficas, com verificação expedita de campo em pontos específicos, utilizando-se GPS de navegação.

A projeção utilizada foi a *Universal Transverse Mercator* (UTM), o datum horizontal, o *South American Datum 1969* (SAD69) e o datum vertical foi do marégrafo de Imbituba, Santa Catarina.

Foi dada seqüência ao processamento das imagens, com a utilização do algoritmo "*MERGE RESOLUTION*" (ERDAS IMAGINE 8.4) que consiste na fusão de uma imagem multiespectral de baixa resolução com uma imagem monocromática de alta resolução (ERDAS, 1996), gerando uma terceira imagem (TM LANDSAT + SPOT PAN) com características das duas imagens, ou seja, 10 m de resolução espacial e três bandas de resolução espectral.

A partir da obtenção dessa terceira imagem (figura 7), foi feita a classificação supervisionada da mesma que consiste na seguinte metodologia, de acordo com IBGE (2001, p. 79). A partir do conhecimento da área e também por inferências, foram relacionadas áreas da imagem com classes que se objetivava separar. Nessas áreas foram selecionadas amostras de treinamento, ou seja, conjuntos de pixels considerados mais representativos das classes de interesse. As classes foram então definidas previamente (corpos d'água, solo desnudo, ocupação urbana e áreas verdes) e o processo de classificação visou enquadrar cada pixel da imagem a uma classe. Todos os pixels das amostras de treinamento de cada uma das classes constituíram o conjunto de treinamento para aquela classe, o qual define um padrão de comportamento espectral da mesma.

Dando seqüência ao processo, foi utilizado o método da máxima verossimilhança ou *maximum likelihood* (ML). Esta técnica de classificação (ERDAS, 1996), leva em conta a covariância na definição das elipses de equi-probabilidade, de um pixel desconhecido pertencer a uma classe, e definidos os

parâmetros estatísticos, o algoritmo enquadra o pixel na classe para a qual apresenta a mais alta probabilidade. Este classificador encontra-se incluído no pacote do software ERDAS IMAGINE 8.4 .

Após a classificação, foi executada a vetorização do nível de informação áreas verdes, ou seja, a transformação do arquivo raster em vetorial (figura 8).

Para esse processamento das imagens foi utilizado o software ERDAS IMAGINE 8.4 para Unix (AIX) em uma estação de trabalho IBM RISC6000 43P, com 128 Mb de RAM e 4.0 Gb de Hd e posteriormente, para a vetorização foi utilizado o software ARCINFO para UNIX (AIX).

Deve-se salientar, porém, que devido à máxima resolução espacial (10 m), áreas diminutas, menores que 100 m² não foram consideradas nesse processamento, assim como corpos d'água e áreas impermeabilizadas em geral.

3.3.4 Visitas a campo para controle dos dados obtidos em laboratório

Tendo em vista, as facilidades de acesso existentes no Município de Curitiba, com conexões e vias para praticamente todos os bairros, foi feita uma checagem de algumas áreas que haviam gerado dúvidas quanto ao seu tamanho e mesmo a sua existência, já que as datas dessas imagens são de 1998 (TM LANDSAT) e 1996 (SPOT PAN), respectivamente.

3.3.5 Confeção dos mapas

O produto da classificação foi vetorizado no software ARC/INFO. Após a geração da topologia houve a transferência para o software ArcView em ambiente Windows 98 em um PC Pentium II 233 Mhz 128 Mb de RAM e 4 Gb de Hd para a edição da carta de Áreas Verdes na escala 1:50.000. Tendo em vista que a base cadastral digital do IPPUC se encontrava referenciada em coordenadas UTM, foi adotado esse sistema de coordenadas para apresentação de todos os mapas e mapas.

3.3.6 Avaliação dos resultados

Após a classificação executada sobre a imagem contida na figura 7, como forma de aprimorar a qualidade da informação, foi feita uma avaliação qualitativa, envolvendo uma amostra de áreas individuais de categorias conhecidas, designadas de áreas-teste. Foram escolhidos: o Parque Barigüi como representativo de área verde e por ser um dos últimos redutos da Floresta Ombrófila Mista; a Represa do Passaúna como amostra significativa de corpo d'água; as quadras do perímetro central da cidade, junto à praça Tiradentes que é marco zero da cidade de Curitiba, representando uma área densamente edificada; e o Bairro Novo como amostra de solo desnudo, por sua fraca densidade de ocupação. É preciso ressaltar que essas áreas-teste não foram escolhidas na fase de classificação supervisionada como áreas de treinamento, dessa maneira, obtendo-se com essa avaliação, um resultado considerado satisfatório.

3.3.7 Elaboração de documentos cartográficos temáticos e do texto final

Utilizando-se cartas topográficas da Região Metropolitana de Curitiba e do município nas escalas 1: 150.000 (COMEC, 1982) e 1:50.000 (DSG, 1956), e tendo como base informações obtidas de levantamentos já existentes de Curitiba, da Região Metropolitana de Curitiba e da porção oriental do Estado do Paraná, foram confeccionados os documentos cartográficos temáticos. Dessa maneira, foi elaborado o mapa de áreas verdes, observando-se que a resolução espacial utilizada foi a de 10 m oriunda da imagem SPOT PAN ou seja, áreas menores que 100 m² não foram consideradas. O mesmo foi apresentado na escala 1: 200.000 e na escala 1: 50.000, e os demais mapas de geologia, hipsometria e solos, foram apresentados na escala 1: 200.000.

Com essa base de dados, os quais constituem estratos de informação, aliados ao mapa de Áreas Verdes, foi possível recompor o que deve ter sido a cobertura vegetal original do Município de Curitiba, também apresentado na escala 1: 200.000.

3.3.8 Determinação do índice de Áreas Verdes por habitante

De acordo com MENEZES (1996, p. 102), a Organização Mundial de Saúde (OMS), considera que o índice mínimo de área verde em um centro urbano deve ser de 16 metros quadrados por habitante. Para definir o tamanho da área verde da cidade, o critério utilizado nesta pesquisa foi o de áreas sob o controle ou monitoramento da Prefeitura Municipal de Curitiba, ou seja, bosques de áreas nativas, tanto públicos como particulares, parques, praças e arborização pública.

Dessa maneira, utilizando essa metodologia da Organização Mundial da Saúde (OMS) foi dividida a área obtida pelo número de habitantes, resultando nos índices de área verde por habitante.

4 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA

4.1 ESTRUTURA E CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DO MEIO FÍSICO

4.1.1 Os condicionantes geológico-geomorfológicos

Como unidade fisiográfica, o Primeiro Planalto Paranaense ou Planalto de Curitiba, onde está situado o Município de Curitiba, é limitado a leste pela Serra do Mar, separando o litoral do interior como serra marginal e a oeste pelas bordas da Bacia Sedimentar do Paraná, no limite do Segundo Planalto Paranaense. Estende-se de norte a sul, sob a forma de um grande arco com abertura voltada para o leste, com uma largura entre 70 a 90 km, em altitudes compreendidas entre 850 a 1 000 m acima do nível do mar (MAACK, 1968, p. 295-308).

De acordo com esse autor, do ponto de vista geológico-geomorfológico reconhecem-se três grandes unidades no Primeiro Planalto Paranaense.

Ao norte, dispõe-se um relevo mais enérgico, relacionado a rochas do Grupo Açungui, do Pré-Cambriano. O Grupo Açungui compreende uma seqüência de rochas epimetamórficas, dobradas, destacando-se os filitos, em sua maior parte, além dos calcários e quartzitos. Esses materiais são atravessados por diques de diabásio, do Jurássico-Cretáceo com direção NW-SE.

Na porção central, onde está assentada grande parte da área do Município de Curitiba, o relevo é constituído por colinas suavemente onduladas, constituídas, em sua maioria por sedimentos da Formação Guabirota, do Pleistoceno ou mais provavelmente, do Plioceno (IPPUC, 1996, p. 23).

Ao sul, afloram os migmatitos e gnaisses do Complexo Gnáissico-Migmatítico que constituem o arcabouço da região, com ocorrências de gnaisses graníticos ou granodioríticos do Complexo Granítico-Gnássico que determinam um relevo mais acidentado com morros de encostas convexas. Estruturalmente, os migmatitos compõem um flanco de dobra, com direção geral NE-SW, do Proterozóico indiviso (VIEIRA, et al. , 2001, p. 6).

Ao longo do rio Iguaçu e seus afluentes dispõem-se sedimentos aluvionares recentes, com espessuras variáveis, entre 3 e 4 metros, recobertos por solos orgânicos, com 1 a 2 metros de espessura (VIEIRA et al., 2001, p. 5). Ao longo dos rios Iguaçu e Passaúna, estão presentes terraços aluvionares, formados por sedimentos similares ou dos aluviões atuais, com espessuras de até 5 metros, situados logo acima do nível atual da planície de inundação.

O relevo da área é condicionado por características climáticas passadas, que estabeleceram níveis de erosão, pela alternância de umidade e aridez e condições atuais de clima úmido que determinaram uma rede hidrográfica com grande número de rios, destacando-se dois sistemas de drenagem: o do rio Ribeira e do rio Iguaçu. O rio Ribeira e seus afluentes que drenam áreas dos municípios situados ao norte de Curitiba, imprimiram, em concordância com a litologia e estruturas o aspecto acidentado da porção setentrional do Primeiro Planalto, tendo em vista o grande desnível e a proximidade do seu nível de base de erosão no Oceano Atlântico. O rio Iguaçu, com um curso geral voltado para oeste, mas para o sul em seu alto curso, nas proximidades de Curitiba, trabalhou de forma diferenciada a região centro-sul, constituindo, inclusive, uma região aplanada, embutida no planalto, formada por extensas várzeas (MAACK, 1968, p. 304).

A área que comporta o Município de Curitiba está situada, em grande parte, na chamada Bacia Sedimentar de Curitiba, cujos sedimentos, constituídos predominantemente por argilitos de cor esverdeada e lentes descontínuas de arcósios, constituem a Formação Guabirota, de idade pleistocênica (BIGARELLA e SALAMUNI, 1962).

De acordo com dados mais recentes de SALAZAR JR. ⁷ et al. (1999), comentados por VIEIRA et al. (2001, p.5) a idade presumida é do Terciário/Quaternário (?). Sua origem se deve à deposição de sedimentos sob a forma de leques aluviais e de depósitos fluviais ou, ainda, de depósitos de *playa*,

⁷ SALAZAR JR., O. et al. **Mapeamento geológico-geotécnico nas folhas A060, A098, A099, A101, A103 e A134.** Curitiba: COMEC, 1999. e Convênio COMEC/MINEROPAR.

represados, provavelmente, por sistemas de falhamentos. Esses sedimentos, assentados sobre o embasamento, apresentam espessura variável, que pode alcançar 80 m. Segundo esses autores, os sedimentos da Formação Guabirotuba foram produzidos por processos de natureza química, em climas úmidos e depositados sob condições de semi-aridez, durante chuvas concentradas que provocavam torrentes de lama. O clima semi-árido explicaria a presença de argilas 2:1 no solo que apresentam uma série de problemas à estabilidade das fundações das edificações.

Numa pequena área, no extremo norte do município, afloram filitos do Grupo Açungui. Estão presentes também os migmatitos, do cristalino, em algumas áreas ao norte e a sudoeste, em encostas em cujos topos estão assentados os sedimentos da Formação Guabirotuba, e em alguns leitos de rios.

Datam do Holoceno os sedimentos recentes em planícies de inundação dos principais rios que drenam a região (FUCK, 1967; LOPES, 1965; MARINI, 1967; MURATORI, 1966).

A partir do arcabouço geológico, a paisagem relativa à Bacia Sedimentar de Curitiba evoluiu sob a ação do sistema de drenagem do rio Iguaçu, constituindo uma superfície de erosão, ou Superfície de Curitiba ou Pediplano 1 ou Pd1 (BIGARELLA et al. 1965, p.133), com terraços embutidos e que é circundada por uma superfície mais antiga. Compõem essas superfícies uma sucessão de colinas com vertentes assimétricas e suaves, em altitudes que variam de 960 m nos topos, constituídas por sedimentos mais antigos, a 870 m nas áreas de várzeas que correspondem aos depósitos mais recentes, ainda em formação. Os vales, em geral, são muitos abertos e apresentam fundo plano (IPPUC, 1996, p. 23).

4.1.2 Características da rede hidrográfica

A cidade de Curitiba está assentada sobre terrenos que são modelados pela rede fluvial da bacia do rio Iguaçu. São rios de pequeno e médio porte, afluentes da margem direita do mesmo.

O rio Iguaçu é formado por uma série de afluentes de cabeceira que se originam ao norte, nordeste e leste do município, destacando-se os rios Atuba, Palmital, Irai, Piraquara, Itaqui e Pequeno (IPPUC, 1996, p. 27).

Seu curso segue no sentido sul e, em seguida, para oeste, recebendo alguns afluentes importantes para o Município de Curitiba, tais como o rio Belém que nasce na região norte e atravessa o município no sentido sudeste. São importantes também, o rio Bacacheri, o rio Padilha, o rio Barigüi e o rio Passaúna, além dos seus afluentes que estão ligados à paisagem curitibana. Destacam-se os rios Barreirinha, Juvevê, Ivo e Água Verde, que percorrem bairros de mesmo nome com exceção do rio Ivo que atravessa o centro de Curitiba.

Esses rios apresentam um padrão de drenagem subdendrítico nas suas nascentes, sendo que os rios principais têm um padrão subparalelo e adaptado a lineamentos tectônicos (LOPES, 1966, p. 4).

4.1.3 Os condicionantes pedológicos

Os condicionantes geológico-geomorfológicos e climáticos, relativos ao Município de Curitiba, propiciaram o surgimento de toposseqüências onde os Latossolos que ocupam os topos corresponderiam ao Pd1. Os Cambissolos, localizam-se nas rampas de colúvio mais longas e em presença de lentes de arcósios, estão localizados os Litólicos ou Neossolos. Nos terraços, próximos às várzeas, estão os Gleis Húmicos, atualmente denominados de Gleissolos, e na dependência da maior proximidade das calhas fluviais, surgem os Solos Orgânicos ou Organossolos e os Aluviais ou Neossolos Flúvicos (EMBRAPA/IAPAR/SUDESUL, 1980 e EMBRAPA, 1999).

O Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura argilosa, desenvolveu-se em áreas que posteriormente foram ocupadas pela Floresta Ombrófila Mista (DIAS, 1987, p. 41-47) como também em alguns locais de domínio do campo (Estepe stricto sensu), ou seja, em áreas de relevo suave ondulado a ondulado.

Sobre os migmatitos, em relevo ondulado, e sobre os filitos, em relevo forte ondulado, além de em algumas porções dos sedimentos cenozóicos está presente o Cambissolo Álico, de textura argilosa (DIAS, 1987, anexo).

Em síntese, e tendo em vista que não existe mapeamento atualizado, feito de acordo com o novo sistema de classificação de solos da EMBRAPA (1999), preferiu-se conservar a antiga denominação, apenas correlacionando-a com a nova nomenclatura. Dessa maneira, os principais solos e associações de solos que fazem parte da área onde se insere o Município de Curitiba, são:

Os Cambissolos

- Ca5 - Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia (Floresta Ombrófila Mista), relevo forte ondulado, substrato filitos;
- Ca8 - Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical, relevo suave ondulado, substrato sedimentos pleistocênicos;

As associações de Cambissolos com Latossolos

- Ca2 + LVA8 -Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado, substrato migmatito + Latossolo Vermelho-amarelo Álico, pouco profundo, A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical (Estepe), relevo suave ondulado;
- Ca8 + LVA6 - Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical, relevo suave ondulado, substrato sedimentos pleistocênicos + Latossolo Vermelho-Amarelo Álico pouco profundo, A proeminente, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado e ondulado.

As associações de Cambissolos, Latossolos e Argissolos (Podzólicos)

- Ca8 + LVA6 + PVA21 - Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical, relevo suave ondulado, substrato sedimentos pleistocênicos + Latossolo Vermelho-Amarelo Álico pouco profundo, A proeminente, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado e ondulado + Associação Podzólico Vermelho-Amarelo álico Tb, textura média/argilosa com cascalho, relevo forte ondulado + Podzólico Vermelho Álico, textura argilosa com cascalho, relevo ondulado ambos A moderado, fase floresta subtropical perenifólia.

Os Gleissolos (Solos Hidromórficos)

- HG2 - Solos Hidromórficos Gleizados Indiscriminados, textura argilosa, fase campo e floresta subtropical de várzea, relevo plano.

As associações de Gleissolos (Solos Hidromórficos) e Solos Orgânicos (Organossolos)

- HG2 + HOA2 - Solos Hidromórficos Gleizados Indiscriminados , textura argilosa, fase campo e floresta subtropical de várzea, relevo plano + Associação Solo Orgânico + Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura indiscriminada, substrato sedimentos recentes, ambos fase campo e floresta subtropical de várzea, relevo plano.

Os Latossolos

- LVA 5 - Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, A moderado, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo ondulado.

As associações de Latossolos e Cambissolos

- LVA6 + Ca8 - Latossolo Vermelho-Amarelo Álico pouco profundo, A proeminente, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado e ondulado + Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical, relevo suave ondulado, substrato sedimentos pleistocênicos.

As associações de Latossolos e Argissolos (Podzólicos)

- LVA6 + LVA5 + PVA21 - Latossolo Vermelho-Amarelo Álico pouco profundo, A proeminente, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado e ondulado + Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, A moderado, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo ondulado + Associação Podzólico Vermelho Amarelo Álico Tb + Podzólico Vermelho Álico + Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado, substrato migmatito.
- LVA8 + Ca2 - Latossolo Vermelho-amarelo Álico, pouco profundo, A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical (Estepe), relevo suave ondulado + Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado, substrato migmatito.
- PVA21 + Ca2 - Associação Podzólico Vermelho Amarelo Álico Tb textura média/argilosa com cascalho, relevo forte ondulado + Podzólico Vermelho Álico, textura argilosa com cascalho, relevo ondulado ambos a moderado, fase floresta subtropical perenifólia + Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado, substrato migmatito.

4.1.4 Os condicionantes climáticos

As condições climáticas vigentes estão na dependência preferencial da atuação do Anticiclone do Atlântico Sul, do qual se origina a massa Tropical Atlântica, e do Anticiclone Migratório Polar, que dá origem às correntes perturbadas do sul, ou seja, a Massa Polar Atlântica e a respectiva Frente Polar. Embora as condições meteorológicas que compõem o clima de Curitiba sejam produto de interações entre as massas provenientes dessas duas áreas anticiclônicas, podem estar presentes também, outros centros de ação como a da Baixa Pressão do Chaco. O jogo de forças entre as massas Tropical Atlântica e Polar Atlântica alterna-se genericamente durante o ano todo, sendo que a primeira tem sua ação preferencial no verão e a última, durante o inverno (BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 1994, p. 79).

A conjunção de fatores relacionados à posição latitudinal que condiciona a presença dessas massas, aliada a outros fatores, onde se destaca o relevo, fazem com que o clima atual de Curitiba seja enquadrado no tipo climático Cfb de Köppen, com invernos frios, com presença de geadas, verões brandos, temperatura média anual de 16,5° C e precipitação média anual de 1.451 mm (MAACK, 1968, p. 186). A elevação do planalto na área de Curitiba entre 850 e 1050 m confere um clima de caráter subtropical a toda a região, implicando geadas fortes durante o inverno que limitam a presença de espécies vegetais, tanto nativas quanto introduzidas, sensíveis ao congelamento.

4.2 INTERAÇÃO MEIO FÍSICO/BIOSSISTEMA E A DINÂMICA DAS MODIFICAÇÕES ANTRÓPICAS

O revestimento florístico natural em solos, resultantes da pedogênese dos materiais constituintes da Formação Guabirota, era predominantemente de campos ou Estepe Gramíneo-Lenhosa (IBGE 1992, p. 30) com alguns enclaves de Floresta Ombrófila Mista nos solos mais espessos resultantes da alteração dos migmatitos (MAACK, 1950).

Junto às várzeas, a vegetação original de florestas de galeria ou Floresta Ombrófila Mista Aluvial (IBGE, 1992, p. 20).

Tal característica foi registrada por BIGG-WITHER (1974, p. 51), um engenheiro inglês que esteve trabalhando no estado do Paraná, em meados do século XIX, mais precisamente entre 1872 e 1875, como se segue:

“Os lagos acima mencionados pareciam ser as nascentes do rio Iguazu, perto de cujas cabeceiras Curitiba está situada. Tivemos boas oportunidades, nesta pequena excursão, de observar aspectos gerais da região. Vimos que a cidade ficava numa planície aberta, embora à pequena distância do lado norte, começassem os pinheirais entremeados de pastagens. Para o lado sul, tudo era uma planície aberta de se perder de vista e tanto do lado do ocidente como o do oriente eram de extensas pastagens, entrecortadas embora de moitas e matas.”

4.2.1 A Floresta Ombrófila Mista

A Floresta Ombrófila Mista, presente no Município de Curitiba, dominou boa parte da região sul do Brasil, ocupando originalmente uma área de cerca de 177.600 km². De acordo com LEITE (1994, p.42), teve um importante papel na dinâmica evolutiva do Sul do Brasil, de acordo com as flutuações climáticas que ocorreram no Quaternário. Serviu de palco à dispersão natural da araucária brasileira (*Araucaria angustifolia*) conhecida como Pinheiro do Paraná.

Segundo o IBGE (1992), a sua composição florística se caracteriza por gêneros primitivos como *Drymis* e *Araucaria* (Australásicos), e *Podocarpus* (Afroasiático), sugerindo uma ocupação recente, a partir de refúgios, e apresentando duas subformações distintas: a Formação Montana, situada de 400 até mais ou

menos 1000 m de altitude e a Formação Aluvial, em terraços antigos, situados ao longo dos rios.

Conhecida como “mata-de-araucária” ou “pinheiral” é a vegetação típica do Planalto meridional. Além da predominância da *Araucaria angustifolia*, estão presentes a imbuia (*Ocotea porosa*) que se encontra ameaçada de extinção no Estado, a erva-mate (*Ilex paraguariensis*), e o pinheiro-brabo (*Podocarpus lambertii*).

A sua distribuição no território onde se situa hoje a capital paranaense, era irregular combinando-se aos campos (Estepe Gramíneo-Lenhosa, de acordo com a classificação do IBGE, 1992) , já descritos por SAINT HILAIRE⁸ (1851), *apud* ROMARIZ (1953, p. 603).

4.2.2 A Estepe Gramíneo-Lenhosa

É encontrada no Município de Curitiba, sendo definida no sistema de classificação gerado a partir do Projeto RADAMBRASIL em escala 1: 1.000.000 (IBGE, 1992). Compreende a área de campos cortados por florestas de galeria e capões com araucária, respectivamente definidos como Floresta Ombrófila Mista Aluvial e Floresta Ombrófila Mista Montana, e as Formações Pioneiras de Influência Fluvial, ou seja, brejos e várzeas ocupados por vegetação herbáceo-arbustiva, além, é claro, dos campos propriamente ditos: Estepe *stricto sensu* e Estepe higrófila (ZILLER, 2000), ou seja:

- Estepe *stricto sensu*, compreendendo vegetação herbáceo-arbustiva e constituindo os chamados campos secos ou campos limpos;
- Estepe higrófila, correspondente às áreas de campos de má drenagem, onde há surgência de água e fisionomia predominantemente herbácea;

⁸ SAINT-HILAIRE, A. de. *Voyage dans le provinces de Saint-Paul et de Sainte Catherine*. Tome second. Paris: 1851, p.1-423.

- Formações Pioneiras da Influência Fluvial, também de fisionomia herbáceo-arbustiva, associados ou não a cursos d'água, ocorrentes como freqüência em pontos restritos de surgência de água nos campos, constituindo basicamente os brejos e várzeas;
- Floresta Ombrófila Mista Montana, ou floresta com araucária, tipicamente representada por capões no campo, em geral formados ao redor de nascentes ou cursos d'água;
- Floresta Ombrófila Mista Aluvial, ou floresta de galeria, desenvolvida predominantemente sobre Neossolos Flúvicos e solos com hidromorfia ao longo de cursos d'água e intensamente pelas variações do regime hídrico dos rios.

BIGG-WITHER (1974, p.104), descreveu o entrelaçamento entre campo e floresta em Curitiba com muita propriedade:

É simples. Não há nesta província, a rigor uma divisão bem definida separando a floresta do prado. Não são ambos divididos por nenhuma linha única e estreita. Ao contrário, sempre notei que existe uma zona ou faixa que varia, em largura, de dez a trinta milhas aproximadamente de terreno neutro, por assim dizer, ou seja uma região que nem é toda de floresta, nem toda de prado, mas dividida entre si, havendo mais daquela do que deste.

4.2.3 A cobertura vegetal atual: a mudança

Na atualidade, a vegetação está totalmente descaracterizada, foi quase que totalmente dizimada, principalmente em suas espécies mais nobres como o pinheiro paranaense (*Araucaria angustifolia*) e a imbuia (*Ocotea porosa*) entre outras, e substituída por espécies exóticas como reflorestamentos de pinus (*Pinus spp.*) e eucaliptos (*Eucalyptus spp.*) que são pouco significativos no Município de Curitiba, ou espécies nativas, em arborização de ruas, porém deve-se ressaltar que a maior parte da arborização viária do município não é nativa, ainda que muitas espécies

sejam abrasileiradas, não pertenciam originalmente a este ecossistema (ZILLER, 2000). As áreas de campo, correspondentes ao relevo suave dos argilitos da Formação Guabirota, foram ocupadas pelo tecido urbano.

De acordo com KLEIN e HATSCHBACH (1962, p. 6-8), a sua fitofisionomia atual é composta pelos reflorestamentos de bracatinga (*Mimosa scabrella*) na porção nordeste. Os campos (Estepe) e capões estão distribuídos na porção centro-leste e no sul, sendo que nos campos (Estepe) a gramínea predominante era quase sempre a *Paspalum notatum* com presença de carqueja (*Baccharis spp.*). Nos capões estão presentes: o pinho-bravo (*Podocarpus lambertii*), a aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*), e a capororoca (*Rapanea ferruginea*). As florestas-de-galeria, ao longo do rio Iguaçu e de alguns de seus afluentes, são dominadas pelo branquilha (*Sebastiania coomersoniana*) e jerivá (*Syagrus romanzoffiana*).

De acordo com levantamento efetuado por DIAS (1987), até o ano de 1987, as áreas verdes de Curitiba, constituídas por florestas, ocupavam 7,64% do território, sendo que 2,43% pela floresta com *Araucaria angustifolia*, os reflorestamentos 1,93%, as capoeiras 5,49% enquanto outras ocupações como áreas edificadas e alguns resquícios de campos (Estepe) ocupavam 84,94%.

4.2.4 As formas de ocupação atual do sítio urbano de Curitiba

De acordo com MURATORI (2001), o núcleo central de comércio dispõe-se ao longo das ruas XV de Novembro, Marechal Deodoro, Emiliano Perneta, Vicente Machado e Carlos de Carvalho e suas transversais, cuja aparência tem mudado ao longo do tempo. As antigas casas de comércio, estão sendo rapidamente substituídas por prédios modernos, como na rua Marechal Deodoro, sede dos grandes bancos de Curitiba, embora junto a Praça Tiradentes, marco zero de Curitiba, exista a preocupação de conservar antigas fachadas que lembram a história da cidade. Entretanto, a urbanização dessa área não permitiu a manutenção de espaços verdes e nem mesmo de alamedas.

A esses elementos fixos, estruturais, ocorre durante os dias úteis da semana, o crescente fluxo de pessoas que trabalham naqueles prédios, que vão realizar negócios ou fazer compras. Este fluxo ficou facilitado pela rua dos pedestres que, a

princípio, estava limitada ao trecho central da rua XV de Novembro e hoje se estende pelas vias transversais entre a Marechal Deodoro e a Praça Tiradentes. No limite deste circuito de pedestres foi-se instalando um comércio informal, ambulante, preferencialmente em direção à praça Rui Barbosa onde estão localizadas as principais linhas de ônibus para a periferia da cidade (MURATORI, 2001).

Pela vivência e observação constatou-se que outro eixo semelhante é constituído pela rua João Negrão, a partir do prédio central da Universidade Federal do Paraná. O comércio informal se mescla às lojas populares até a conhecida Rodoviária Velha, ponto terminal de ônibus com linhas que unem Curitiba às cidades dormitórias dos municípios vizinhos. Nas proximidades deste anel central dispõe-se uma área comercial, constituída por lojas, e por centros comerciais. No seu entorno situam-se áreas residenciais com prédios antigos, mas em bom estado de conservação e um comércio variado. Esta área central está, dessa forma, praticamente impermeabilizada, quer seja por prédios, como por ruas asfaltadas e calçadas de cimento. A vegetação existente, além da arborização das ruas, com árvores de pequeno porte, limita-se às praças como a Tiradentes, Largo da Ordem, Osório, Carlos Gomes, Santos Andrade, com poucas árvores, dispostas em jardins. Localiza-se neste setor o Passeio Público, como área verde mais importante da região central.

Em seguida, em alguns núcleos, dispõem-se poucos bairros residenciais com residências de alto padrão, como o Jardim Schaffer, o São Lourenço, o Jardim Social e o Jardim Los Angeles, em torno dos quais os prédios residenciais estão ocupando espaço, denotando uma maneira preferencial de moradia, devido às facilidades e à segurança que os condomínios oferecem. São corredores que se formam ao longo de ruas como a Visconde de Guarapuava, a Sete de Setembro, a Avenida Iguaçu e a Avenida Batel, além de avenidas que funcionam como eixos estruturais que ligam o centro à periferia.

No seu entorno, estão localizados os bairros de classe média com poucos prédios, destacando-se os bairros Água Verde, Juvevê, Bacacheri, Tarumã, Portão, Pilarzinho, Santa Quitéria, para citar os principais em que se incluem também pequenas casas de comércio e alguns outros serviços. No passado, formavam núcleos de imigrantes poloneses, alemães, libaneses e italianos. Nestes núcleos

muitos lotes tinham espaço de pequenas chácaras o que contribui para uma existência de uma maior porcentagem de áreas verdes.

Neste contexto, destaca-se o bairro de Santa Felicidade, habitado pela colônia italiana, o qual ao longo dos últimos anos, transformou-se num ponto de atração turística pelos serviços de comida típica e artesanato, porém estruturado em torno de um espaço que se torna mais agradável a medida que ainda se conservam muitas áreas verdes.

Fora dessa área, e na continuação daqueles bairros tradicionais, foi-se agregando nos últimos anos, uma população extremamente pobre, em áreas de várzeas dos rios Belém, Bacacheri, Barigüi e Iguaçu. A grande maioria é constituída por construções clandestinas, com populações vindas do interior do Paraná e mesmo de outros estados. Nesses casos as edificações não apresentam geralmente nem recuo lateral nem frontal deixando poucas áreas livres. Estão concentradas, também, junto à Cidade Industrial, na porção oeste da cidade, junto ao Município de Araucária (MURATORI, 2001).

De acordo com essa autora, o governo, nos últimos anos da década de 90, procurou urbanizar alguns desses locais, financiando casas, criando, inclusive, bairros para o sul e sudeste da cidade, em terrenos menos nobres e que constituíam vazios urbanos para valorização, como, por exemplo, áreas onde se situam o Sítio Cercado e o Bairro Novo, domínio dos campos (Estepe) de Curitiba. Foram os últimos grandes espaços naturais a serem ocupados.

4.2.5 O meio ambiente de Curitiba resultante da artificialização : uma nova leitura do espaço

A artificialização ambiental pode ser entendida no sentido de uma maior alteração dos fluxos de energia e matéria incidentes sobre uma determinada área, relativamente ao que ocorre espontaneamente e sem nenhuma intervenção.

As condições relativas a ofertas de serviços, de incentivos ao lazer e à cultura que o governo de uma cidade oferece, determina o que DAVIDOVICH (1993, p. 80), denomina de *positividade* da cidade. Em tal caso se situa Curitiba, que passou a ter um reconhecimento nacional e até mundial, devido a um planejamento preocupado

com as questões do bem estar da população, reordenando a conformação espacial da cidade e discutindo a cidadania.

Segundo DAVIDOVICH (1993, 80), a legitimação da cidadania constitui-se num “elemento chave para o desenvolvimento de uma consciência ético-ambiental”. No entanto, para a autora, o caráter de cidadania no Brasil é incompleto pois se consagrou apenas na sua face civil e política, relegando-se a face social, do direito ao bem estar e da qualidade de vida.

Sendo o princípio do bem estar social e da qualidade de vida referente às condições de vida da população, considera-se que nele estão embutidas as características ambientais e dentro delas a vegetação, representada pelas áreas verdes que, no caso de Curitiba, foge dos padrões das demais cidades brasileiras, dado o elevado número de áreas verdes distribuídas no território curitibano, embora, não estejam localizadas da maneira mais apropriada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A utilização de imagens orbitais para a observação e interpretação de dados da superfície terrestre, quer seja de elementos naturais ou artificiais, facilita sobremaneira o seu conhecimento e a avaliação, seja em termos de custo como de tempo, seja do ponto qualitativo como quantitativo.

Dessa maneira, com base em bibliografia específica e dados cartográficos e valendo-se das imagens TM LANDSAT e SPOT PAN, foi feito o georreferenciamento das mesmas a partir da base cartográfica digital e pontos cotados a partir de DGPS levantados pelo IPPUC/COPEL e recorte de acordo com os limites municipais, segundo Base Cadastral do IPPUC (figuras 5 e 6).

FIGURA 5: IMAGEM TM LANDSAT
Município de Curitiba
Bandas 3-4-5 (RGB)



FONTE : ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE , 1998
ESCALA: 1:200.000

SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO - SGB
SISTEMA DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA - UTM
ACRESCIDAS AS CONSTANTES NAS
COORDENADAS N 10 000 000 m e E 500 000 m
DATUM VERTICAL - MAREGRÁFO IMBITUBA,SC
DATUM HORIZONTAL - SAD69

5000 0 5000 10000 metros



FIGURA 6: IMAGEM SPOT
Município de Curitiba
Banda PAN



FONTE : ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE , 1996

ESCALA: 1.200.000

5000 0 5000 10000 metros



SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO - SGB
SISTEMA DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA - UTM
AGREGADAS AS CONSTANTES NAS
COORDENADAS N 10.000.000 m e E 500.000 m
DATUM VERTICAL - MARÉGRAFO IMERTUBA-SC
DATUM HORIZONTAL - SAD69



Na imagem TM LANDSAT (figura 5), foram observadas características espectrais adequadas, pois foram evidenciados os remanescentes das áreas verdes, as áreas artificializadas e os corpos d'água, porém, para uma melhor definição dos limites entre classe na escala desejada (1:50.000) após vários testes foi verificado que sua resolução espacial era incompatível com os objetivos propostos, impossibilitando sua utilização isolada.

Em relação à imagem SPOT PAN (figura 6), foi verificada uma insuficiência de resolução espectral compatível com a necessidade básica do projeto de pesquisa, pois, apesar das informações obtidas em sua interpretação visual serem bastante relevantes, indefinições de limites e diferenciação entre classes também impediram sua utilização de maneira isolada, assim como ocorreu com a TM LANDSAT, o que conduziu para a utilização das imagens de forma conjunta, aproveitando as melhores características espectrais e espaciais das duas imagens, necessárias para a realização dos objetivos propostos.

Todavia, algumas considerações podem ser feitas, pois, em uma interpretação visual da imagem SPOT PAN (figura 6), foi verificado que as tonalidades claras expressam áreas intensamente antropizadas pelo processo de urbanização e de implantação de indústrias. Destacou-se, neste particular, a grande área de conformação oval praticamente conurbada com os municípios de Pinhais, a leste e Colombo ao norte. Ao longo de uma área próxima ao extremo oeste do Município, ficou evidente a mancha urbana de Santa Felicidade e arredores, a noroeste e a grande área antropizada da Cidade Industrial a sudoeste.

Os diversos matizes de tonalidade escura materializam áreas de menor densidade populacional que incluem remanescentes mais expressivos da vegetação original.

Merecem destaque a faixa que margeia o Rio Iguaçu a sudeste, reconhecida como o Parque Iguaçu que se alarga no extremo sul, na confluência com o Rio Barigüi, o vale do Rio Passaúna e o vale do curso superior do Rio Barigüi, a montante de Cidade Industrial.

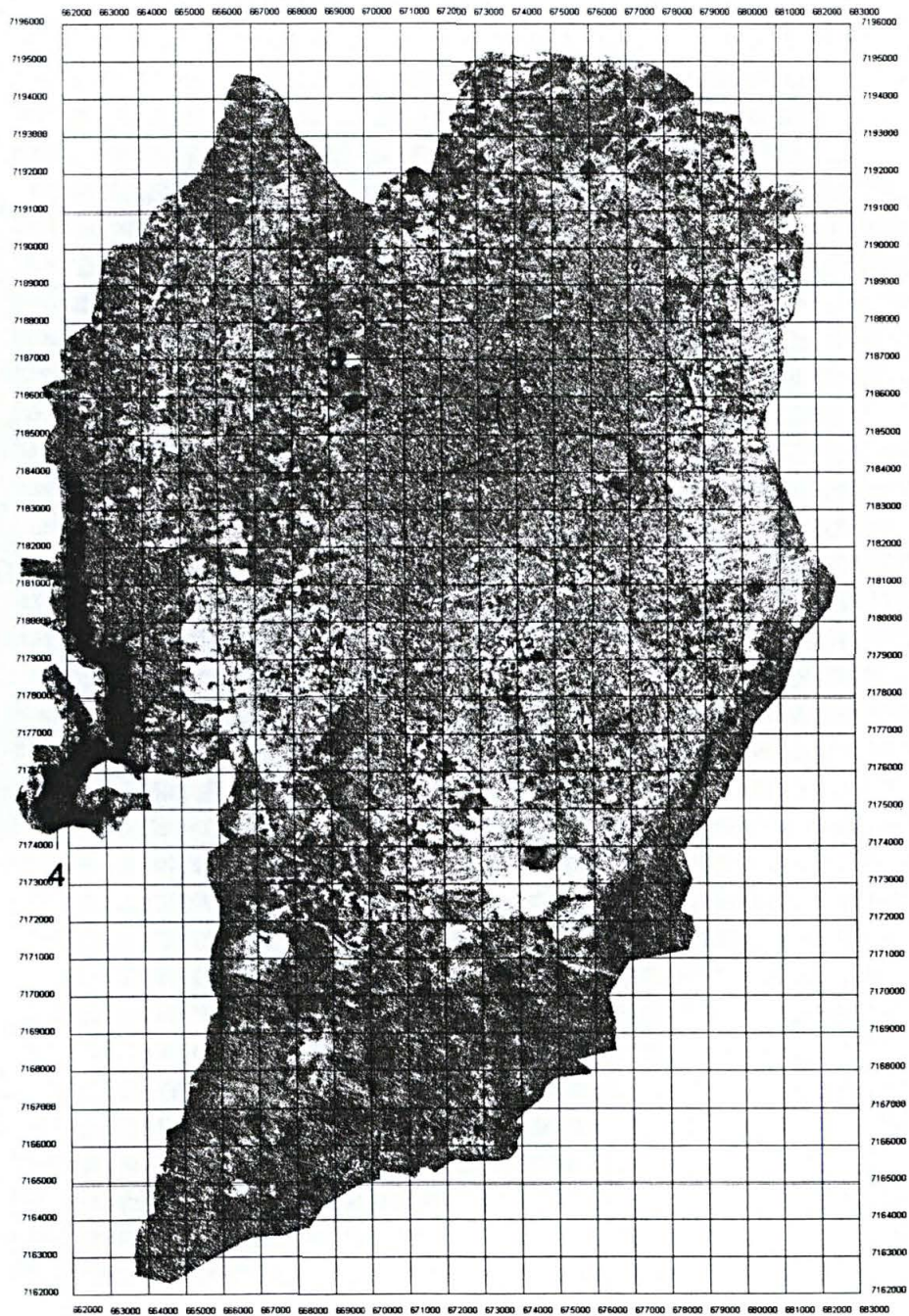
Estas informações foram de grande valia para a execução da classificação supervisionada da imagem orbital resultante do *MERGE RESOLUTION*.

Na seqüência, foi feito o processamento das imagens TM LANDSAT e SPOT PAN, (figura 7), possibilitando a fusão de resoluções espacial e espectral - *MERGE RESOLUTION* - (ERDAS, 1996) sobre a qual foi possível a melhor identificação de elementos.

Em seguida, foi efetuada a classificação supervisionada da imagem em quatro classes distintas: áreas densamente urbanizadas, fracamente urbanizadas, remanescentes da vegetação primitiva e corpos d'água.

O passo seguinte foi a checagem da classificação com a aquisição de quatro áreas-teste conhecidas; onde o confronto dos resultados obtidos segundo a avaliação quantitativa da matriz de erro alcançou a acurácia geral de 87% de concordância dos pixels das classes acima descritas em relação às áreas-teste, resultado este considerado como satisfatório.

FIGURA 7: IMAGEM TM LANDSAT/SPOT
Produto do 'MERGE RESOLUTION'
Município de Curitiba



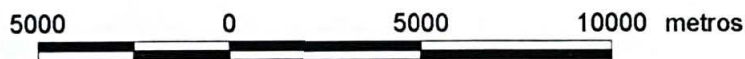
LEGENDA

ÁREAS TESTE

- 1 - ÁREA DENSAMENTE URBANIZADA (MARCO 0 DO MUNICÍPIO DE CURITIBA)
- 2 - ÁREA FRACAMENTE URBANIZADA (BAIRRO NOVO)
- 3 - ÁREA COM REMANESCENTES DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA (PARQUE BARIGUÍ)
- 4 - CORPO D'ÁGUA (REPRESA DO PASSAUNA)

ESCALA: 1:200.000

SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO - SGB
 SISTEMA DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA - UTM
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES NAS
 COORDENADAS N 10.000.000 m + E 500.000 m
 DATUM VERTICAL, MAREGRÁFO IMBITUBA, SC
 DATUM HORIZONTAL - SACS68

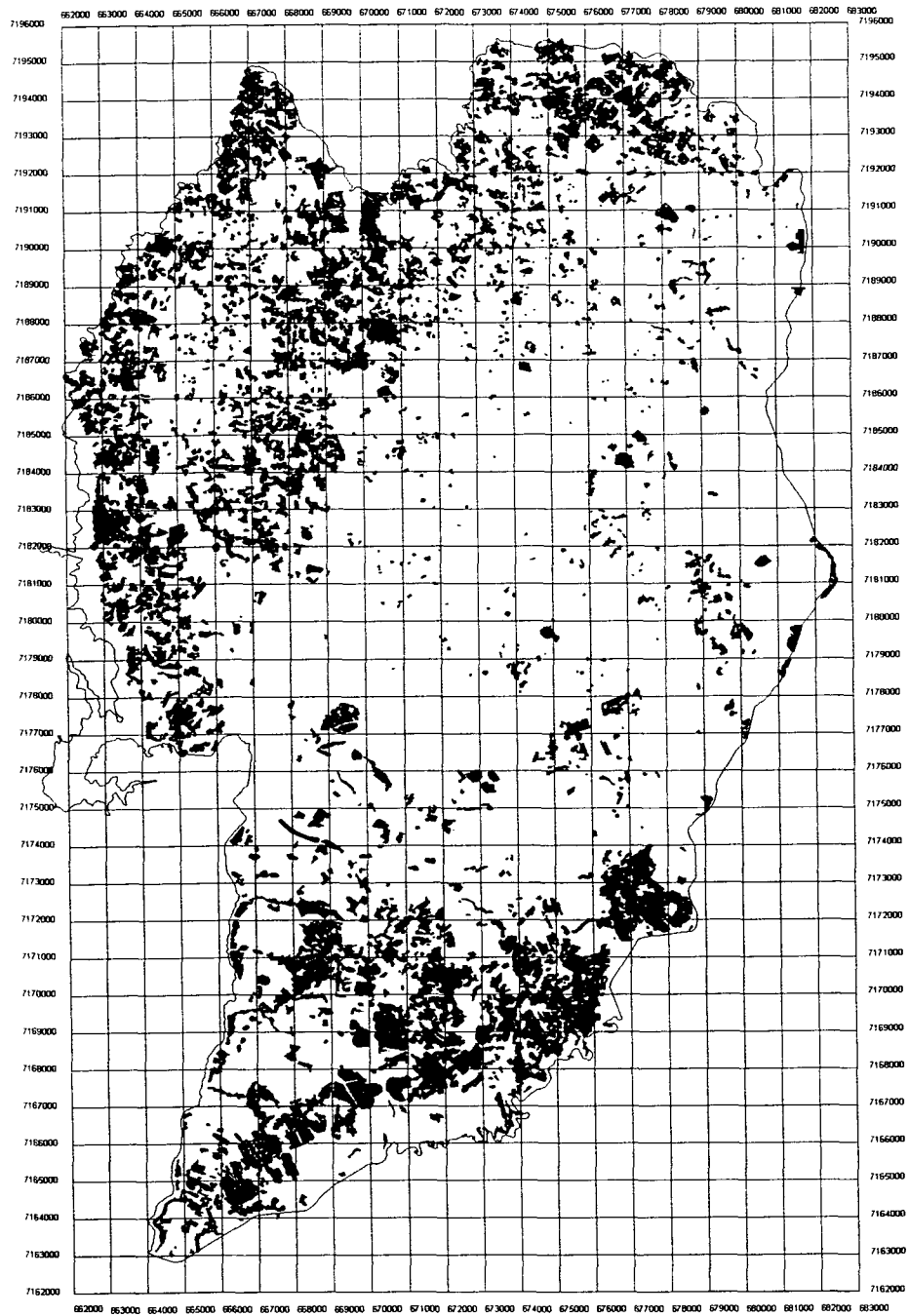


5.1 A COMPOSIÇÃO DO SISTEMA AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE CURITIBA

Foi utilizada a metodologia proposta por FORMAN e GODRON (1986, p.11), anteriormente explicitada, no sentido de compreender as relações espaciais entre os elementos que compõem a paisagem do Município de Curitiba, ou seja, a sua estrutura, como estes elementos interagem entre si ou a função que exercem, e como esses elementos se modificaram ao longo do tempo, ou seja, a mudança, tendo sempre, como enfoque principal, as áreas verdes do Município de Curitiba.

O produto da classificação da imagem após vetorizada foi o mapa de áreas verdes, cujos valores em m² estão expressos na tabela 1, tendo sido inserido também, o número de habitantes, de acordo com a divisão em bairros do Município de Curitiba (IPPUC, 1996), objetivando-se avaliar o índice de áreas verdes por habitante.

FIGURA 8: MAPA DAS ÁREAS VERDES DO MUNICÍPIO DE CURITIBA



ESCALA: 1:200.000

LEGENDA

■ Áreas verdes

FONTE : ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE

5000 0 5000 10000 metros



SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO - SGB
SISTEMA DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA - UTM
ADICIONADAS AS CONSTANTES NAS
COORDENADAS N 10 000 000 m e E 500 000 m
DATUM VERTICAL - MAREGRÁFO IMBITUBA, SC
DATUM HORIZONTAL - SAD68



TABELA 1 - ÁREAS VERDES POR HABITANTES E POR BAIRRO, EM CURITIBA, 1996

continua

Bairros	Área do Bairro (m ²)	Habitantes no Bairro	Áreas Verdes do Bairro		
			Área em m ²	%	m ² / hab
Abranches	4.318.000,00	9.494	752.825,33	17,43	79,29
Água Verde	4.764.000,00	49.863	13.964,31	0,29	0,28
Ahú	1.844.000,00	10.194	75.072,69	4,07	7,36
Alto Boqueirão	12.112.000,00	47.619	2.160.327,20	17,84	45,37
Alto da Glória	882.000,00	5.788	28.007,43	3,18	4,84
Alto da XV	1.504.000,00	8.683	1.646,43	0,11	0,19
Atuba	4.269.000,00	11.230	289.068,84	6,77	25,74
Augusta	8.841.000,00	3.151	3.022.695,30	34,19	959,28
Bacacheri	6.981.000,00	23.080	358.775,18	5,14	15,54
Bairro Alto	7.018.000,00	38.034	109.080,22	1,55	2,87
Barreirinha	3.733.000,00	16.167	959.335,53	25,70	59,34
Batel	1.760.000,00	11.665	33.387,20	1,90	2,86
Bigorriho	3.503.000,00	25.331	157.337,11	4,49	6,21
Boa Vista	5.136.000,00	29.288	165.317,32	3,22	5,64
Bom Retiro	1.944.000,00	5.890	65.734,58	3,38	11,16
Boqueirão	14.802.000,00	66.462	332.390,32	2,25	5,00
Butiatuvinha	10.583.000,00	8.997	2.662.274,20	25,16	295,91
Cabral	2.040.000,00	8.987	139.417,80	6,83	15,51
Cachoeira	3.069.000,00	6.615	655.960,78	21,37	99,16
Cajuru	11.552.000,00	84.286	259.519,70	2,25	3,08
Campina do Siqueira	1.693.000,00	7.177	19.746,84	1,17	2,75
Campo Comprido	8.549.000,00	20.134	2.071.795,50	24,23	102,90
Campo de Santana	21.574.000,00	6.895	3.945.531,97	18,29	572,23
Capão da Imbuia	3.163.000,00	19.639	33.177,21	1,05	1,69
Capão Raso	5.063.000,00	33.424	3.423,69	0,07	0,10
Cascalinha	2.567.000,00	1.651	961.733,20	37,47	582,52
Caximba	8.167.000,00	1.790	2.005.135,59	24,55	1.120,19
Centro	3.297.000,00	35.845	65.875,79	2,00	1,84
Centro Cívico	965.000,00	5.167	60.800,31	6,30	11,77
Cidade Industrial	43.378.000,00	150.985	4.243.023,40	9,78	28,10
Cristo Rei	1.464.000,00	12.291	6.824,64	0,47	0,56
Fanny	1.996.000,00	8.346	26.000,07	1,30	3,12
Fazendinha	3.717.000,00	25.364	100.772,64	2,71	3,97
Ganchinho	11.196.000,00	5.847	4.402.122,70	39,32	752,89
Guabirota	2.631.000,00	10.379	111.339,10	4,23	10,73
Guairá	2.322.000,00	13.988	3.953,24	0,17	0,28
Hauer	4.021.000,00	12.936	106.454,34	2,65	8,23
Hugo Lange	1.150.000,00	3.406	16.097,24	1,40	4,73
Jardim Botânico	2.772.000,00	6.670	232.036,15	8,37	34,79
Jardim das Américas	3.874.000,00	12.906	44.646,35	1,15	3,46
Jardim Social	1.885.000,00	6.055	24.712,19	1,31	4,08
Juvevê	1.227.000,00	11.223	7.496,90	0,61	0,67
Lamenha Pequena	3.396.000,00	648	1.476.074,10	43,47	2.277,89
Lindóia	1.180.000,00	8.213	0,00	0,00	0,00
Mercês	3.276.000,00	14.613	88.568,76	2,70	6,06
Mossunguê	3.381.000,00	4.436	823.685,52	24,36	185,68

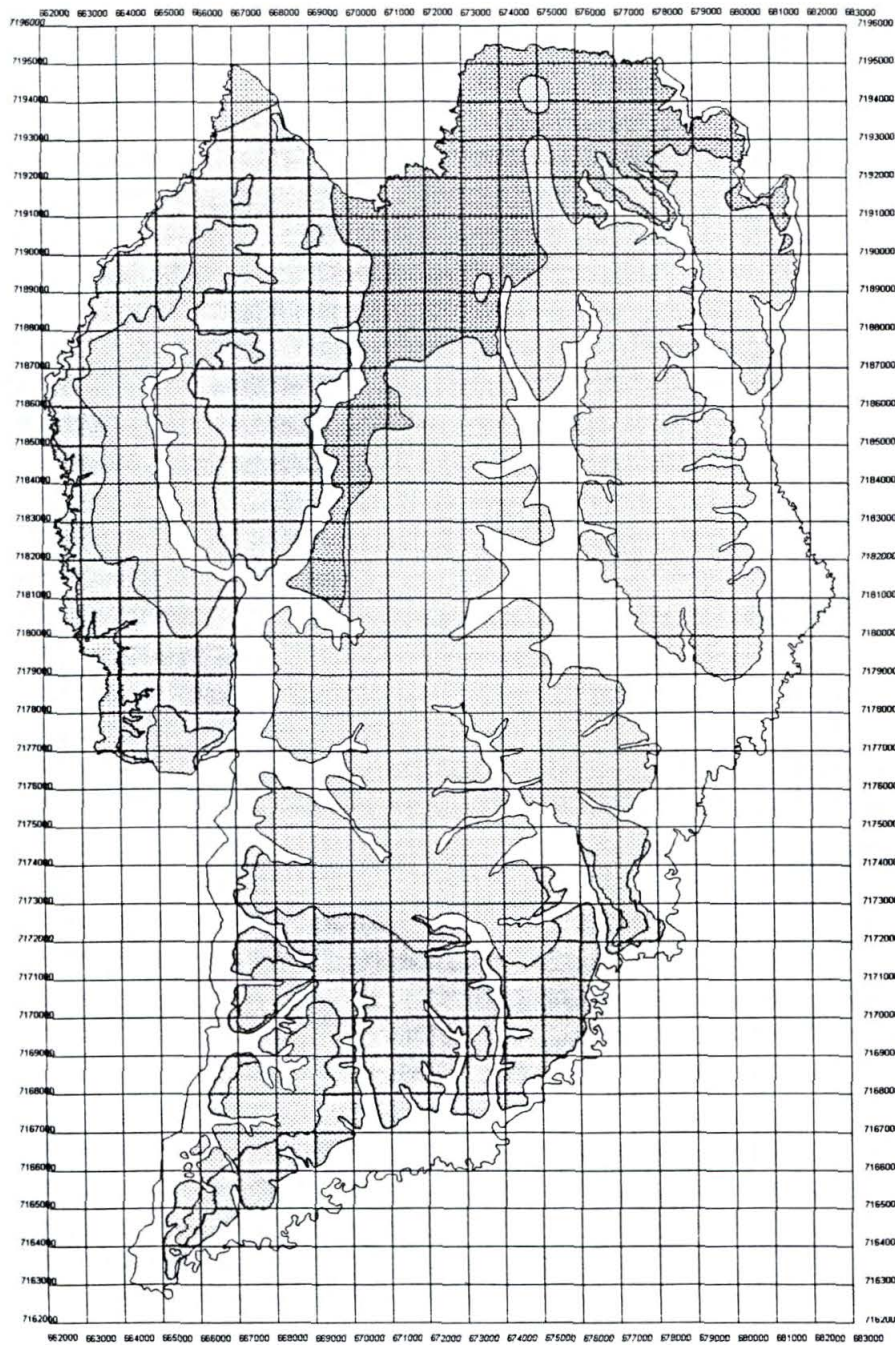
Bairros	Área do Bairro	Habitantes no Bairro	Áreas Verdes do Bairro		
	(m ²)		Área em m ²	%	m ² / hab
Parolin	2.253.000,00	11.880	6.484,50	0,29	0,55
Pilarzinho	7.131.000,00	25.497	1.225.884,80	17,19	48,08
Pinheirinho	10.734.000,00	48.036	604.299,98	5,63	12,58
Portão	5.695.000,00	40.581	56.856,39	1,00	1,40
Prado Velho	2.430.000,00	7.822	38.269,63	1,57	4,89
Rebouças	2.982.000,00	15.166	0,00	0,00	0,00
Riviera	2.360.000,00	217	737.744,18	31,26	3.399,74
Santa Cândida	10.325.000,00	24.003	2.621.366,70	25,39	109,21
Santa Felicidade	12.274.000,00	23.154	2.469.857,50	20,12	106,67
Santa Quitéria	2.088.000,00	11.248	0,00	0,00	0,00
Santo Inácio	2.716.000,00	5.727	706.977,62	26,03	123,45
São Braz	5.006.000,00	21.944	346.696,77	6,93	15,80
São Francisco	1.363.000,00	7.470	23.751,47	1,74	3,18
São João	3.029.000,00	2.624	1.183.487,50	39,07	451,02
São Lourenço	2.255.000,00	5.726	316.498,34	14,04	55,27
São Miguel	7.002.000,00	2.895	1.370.623,60	19,57	473,45
Seminário	2.128.000,00	7.650	88.816,94	4,17	11,61
Sítio Cercado	11.123.000,00	89.034	294.360,17	2,65	3,31
Taboão	1.715.000,00	2.326	282.846,27	16,49	121,60
Tarumã	4.167.000,00	6.838	103.222,03	2,48	15,10
Tatuquara	11.229.000,00	19.469	3.364.046,80	29,96	172,79
Tingui	2.107.000,00	11.123	38.488,68	1,83	3,46
Uberaba	14.086.000,00	45.676	1.056.365,50	7,50	23,13
Umbará	22.474.000,00	12.003	6.492.948,90	28,89	540,94
Vila Izabel	1.211.000,00	10.408	12.914,26	1,07	1,24
Vista Alegre	3.691.000,00	9.751	553.481,53	15,00	56,76
Xaxim	8.924.000,00	50.237	359.800,06	4,03	7,16
Curitiba	432.170.000,00	1.476.253	58.563.108,21	13,55	39,67

Fonte: IPPIIC, 1996






Com base em material cartográfico pré-existente foram feitos diversos cruzamentos que resultaram em distintos mapas e permitiram avaliações, consideradas na seqüência.

Assim, foi feito o mapa geológico, conforme a figura 9, analisada, a seguir.

FIGURA 9 : MAPA GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA



LEGENDA

- CENOZÓICO**
-  HOLOCENO - Depósitos Aluvionares
 -  PLIOCENO - PLEISTOCENO (?) - Formação Guabirotuba
- PROTEROZÓICO**
-  PROTEROZÓICO SUPERIOR - Grupo Açungui
 -  PROTEROZÓICO INFERIOR - Complexo Gnáissico-Migmatítico (migmatitos heterogêneos)
 -  PROTEROZÓICO INFERIOR - Complexo Gnáissico-Migmatítico (migmatitos homogêneos)

ESCALA: 1:200.000

FONTES: TM LANDSAT/SPOT PAN
 IPPUC/SMMA
 FUCE, et al., 1967.
 LOPES, et al., 1965.
 MARINI, et al., 1967.
 MURATORI, et al., 1966
 CPRM, 1977.

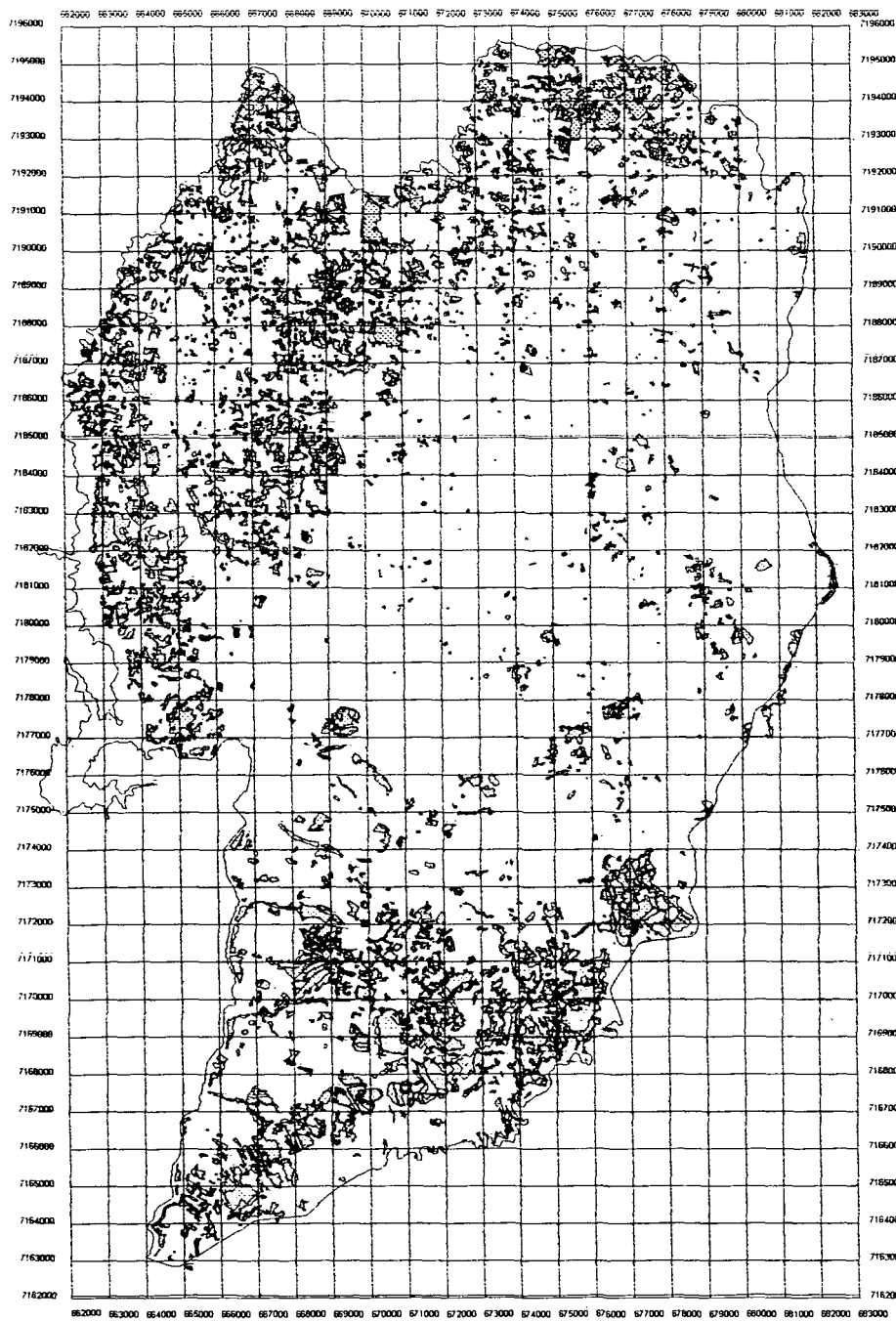
SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO - SGB
 SISTEMA DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA - UTM
 ADRS: 23JUBA AS 23JUBA
 COORDENADAS N 10 000 000 m e E 500 000 m
 DATUM VERTICAL: MAREGRAFO INEITUBA, SC
 DATUM HORIZONTAL: SAUBA



No processamento das imagens orbitais, comparadas às unidades geológicas foram verificados dois aspectos fundamentais: a notável coincidência entre áreas razoavelmente preservadas do ponto de vista da sua vegetação e as áreas de afloramento do Complexo Gnáissico-Migmatítico, nas vertentes onde a cobertura sedimentar foi removida (figura 10); a expressiva concentração urbana sobre terrenos de natureza sedimentar, constituintes da Bacia Sedimentar de Curitiba (Formação Guabirotuba) e de parte das várzeas do Rio Iguaçu e seus afluentes.

Dessa maneira, a identificação e mapeamento litológico do território curitibano constituíram-se num importante método auxiliar na identificação dos seus distintos ambientes florísticos.

FIGURA 10: MAPA DA INCIDENCIA DE ÁREAS VERDES
SOBRE OS COMPONENTES LITOLÓGICOS

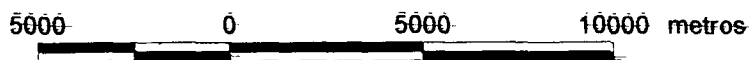


LEGENDA

- CENOZÓICO**
- HOLOCENO - Depósitos Aluvionares
 - ▨ PLEIOCENO - PLEISTOCENO (?) - Formação Guabirota
- PROTEROZÓICO**
- ▨ PROTEROZÓICO SUPERIOR - Grupo Açungui
 - ▨ PROTEROZÓICO INFERIOR - Complexo Gnáissico-Migmatítico (migmatitos heterogêneos)
 - ▨ PROTEROZÓICO INFERIOR - Complexo Gnáissico-Migmatítico (migmatitos homogêneos)

ESCALA: 1:200.000

FONTES: TM LANDSAT/SPOT PAN
IPPUC/SMA
FUCK, et al., 1967.
LOBES, et al., 1965.
MARINI, et al., 1987.
MURATORI, et al., 1966
CPRM, 1977.



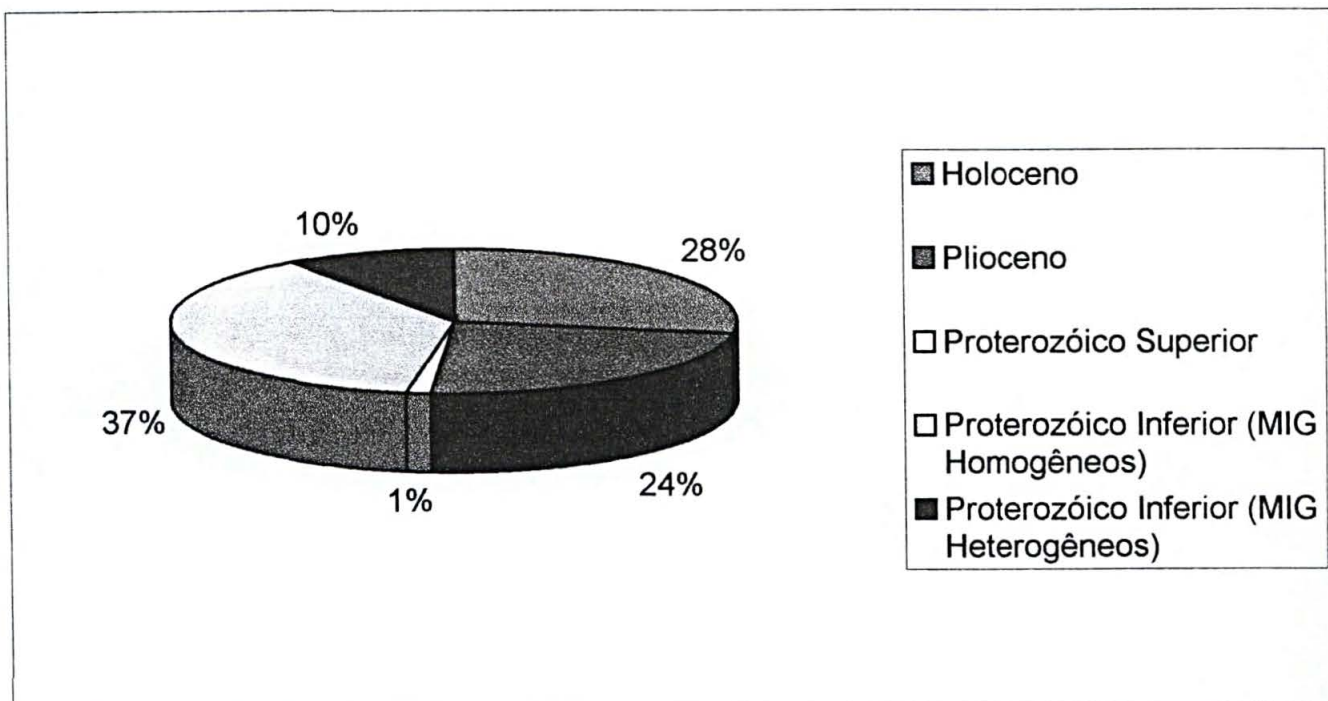
Entretanto, pela análise do cruzamento do mapa de áreas verdes (figura 8) e do mapa geológico (figura 9) foi possível constatar que a distribuição de áreas verdes em relação aos elementos litológicos está distribuída conforme mostra a tabela 2 e gráfico 1, a seguir:

TABELA 2 – INCIDÊNCIA DAS ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES LITOLÓGICOS

GEOLOGIA	ÁREAS VERDES (%)
Holoceno (Aluviões)	28%
Plioceno (Argilitos e Arcósios)	24%
Proterozóico Superior (Quartzitos, Filitos, Calcários)	1%
Proterozóico Inferior (Migmatitos Homogêneos)	37%
Proterozóico Inferior (Migmatitos Heterogêneos)	10%
TOTAL	100%

FONTE: figura 10

GRÁFICO 1 - - INCIDÊNCIA DAS ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES LITOLÓGICOS



FONTE:Figura 10

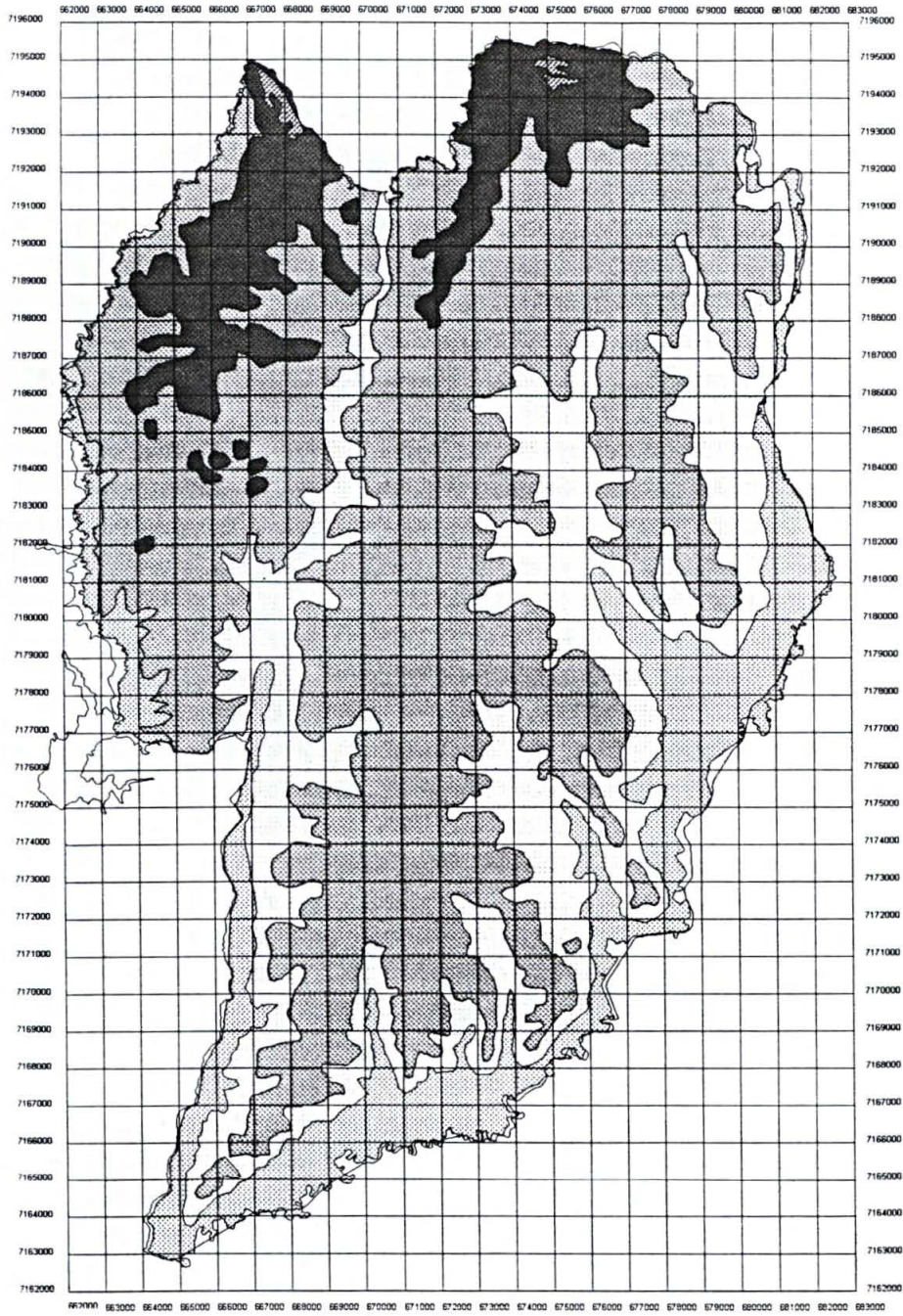
Aspectos do relevo foram representados na figura 11, referindo-se ao mapa hipsométrico do território compreendido nos limites administrativos do Município de Curitiba. Foi possível verificar a predominância uma superfície compreendida entre 920 e 960 m que, aparentemente, corresponde, em grandes linhas, aos sedimentos da Formação Guabirota.

A compartimentação dos grandes traços do relevo do Município de Curitiba, expressa de forma sumária, compreende a presença de três grandes interflúvios grosseiramente alinhados segundo uma direção geral Norte-Sul e limitados por vales de afluentes do Rio Iguaçu (Passaúna, Barigüi, Belém e Atuba).

Ao norte, estes interflúvios constituem verdadeiros espigões estreitos e alongados, separados por vales relativamente encaixados e de vertentes íngremes, conforme se pode observar em campo.

Em direção ao sul, o relevo se torna plano a plano-ondulado e os vales se alargam dando lugar a extensas planícies de inundação.

FIGURA 11 : MAPA HIPSOMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA



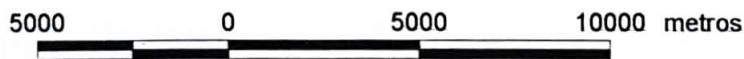
LEGENDA

- ACIMA DE 1000 m
- ENTRE 960 E 1000 m
- ENTRE 920 E 960 m
- ENTRE 880 E 920 m
- MENOR QUE 880 m

ESCALA: 1:200.000

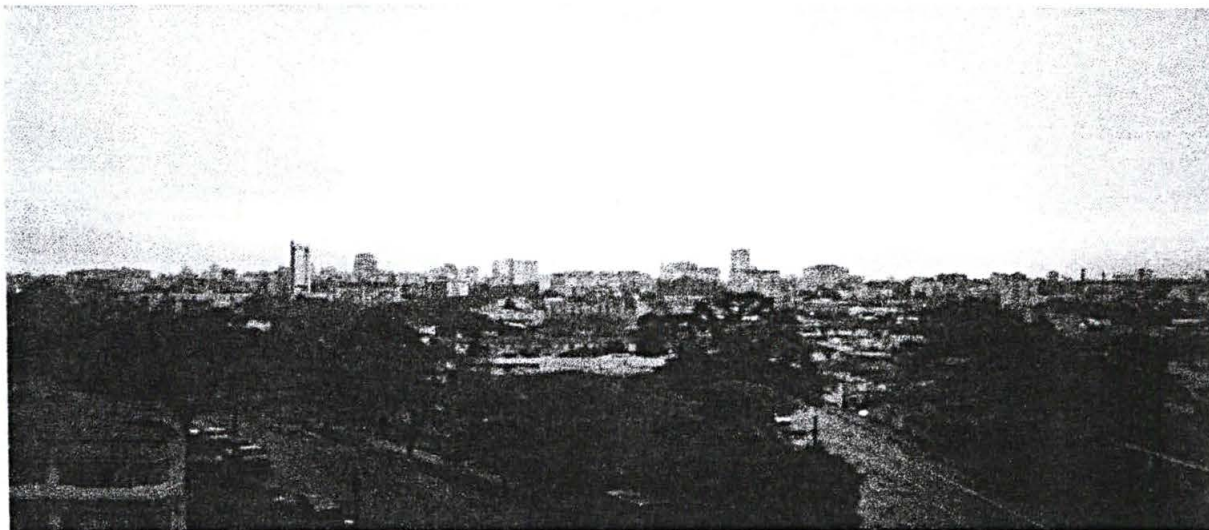
FONTES: ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE
 IPPUC
 SMMA
 COMEC

SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO - SGB
 SISTEMA DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA - UTM
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES NAS
 COORDENADAS N: 10.000.000 m e E: 500.000 m
 DATUM VERTICAL: MAREGRÁFO IMBITUBA, SC
 DATUM HORIZONTAL: SAD69



Como grande parte do território do município refere-se à cobertura sedimentar da Formação Guabirota, o relevo resultante é, em parte, pouco acidentado (LOPES, 1966, p.3), como mostra a figura 12.

FIGURA 12 – VISTA DA PORÇÃO LESTE DE CURITIBA

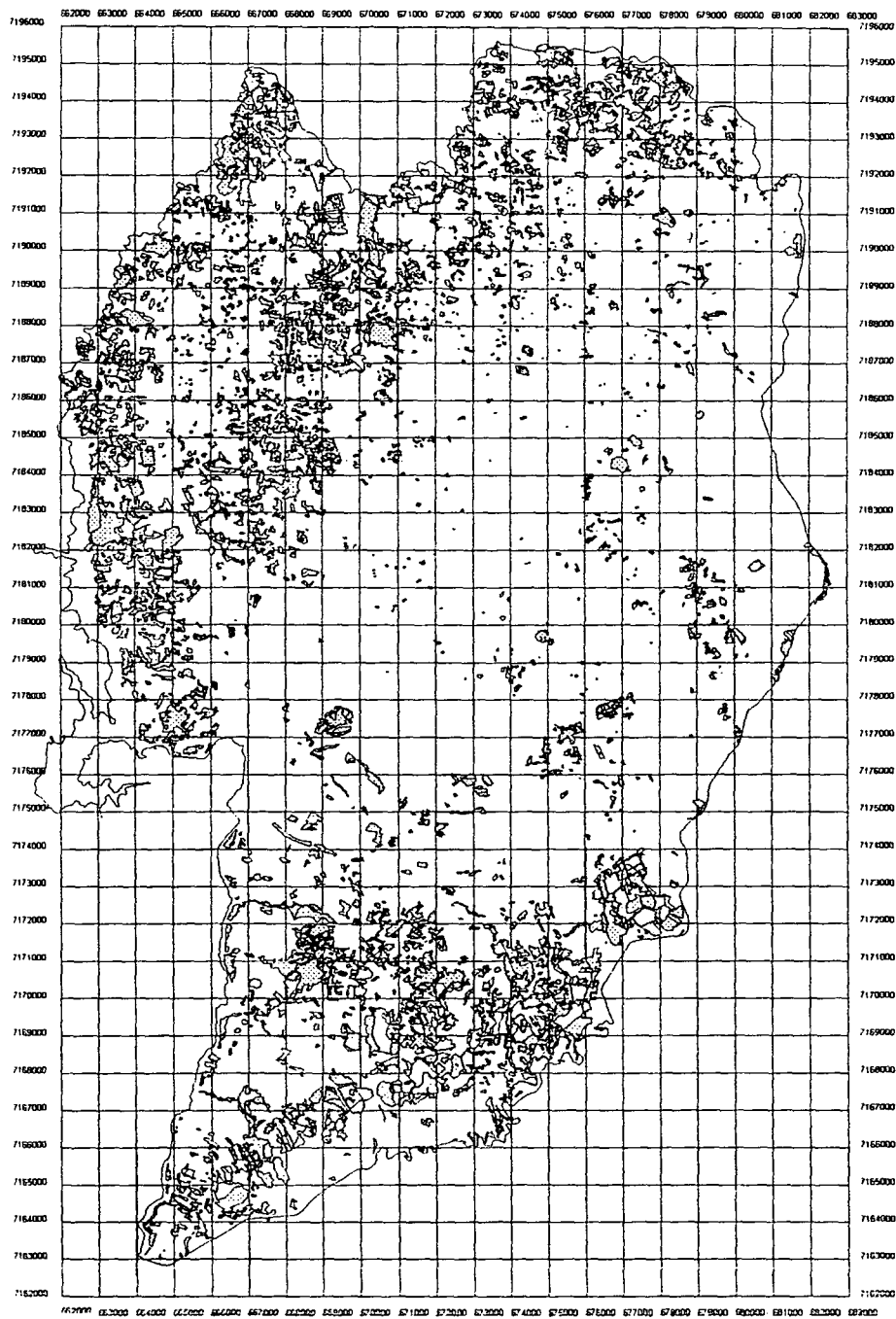


FONTE: o autor, 2000






NOTA: A fotografia mostra uma certa uniformidade do relevo da região central de Curitiba, sem grandes desníveis, constituído pela superfície de erosão, reconhecida como Pd1 por BIGARELLA et al. (1965).

Pela análise do cruzamento do mapa de áreas verdes (figura 8) e do mapa hipsométrico, (figura 11) foi possível constatar que a concentração da vegetação em relação à hipsometria (figura 13), está concentrada entre 920 e 960 m, conforme a tabela 2, e o gráfico 2, a seguir:

FIGURA 13 : MAPA DE INCIDÊNCIA DAS ÁREAS VERDES DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES HIPSOMÉTRICOS



LEGENDA

-  ACIMA DE 1000 m
-  ENTRE 960 E 1000 m
-  ENTRE 920 E 960 m
-  ENTRE 880 E 920 m
-  MENOR QUE 880 m

ESCALA: 1:200.000

FONTE: Figura 8
Figura 11

5000 0 5000 10000 metros

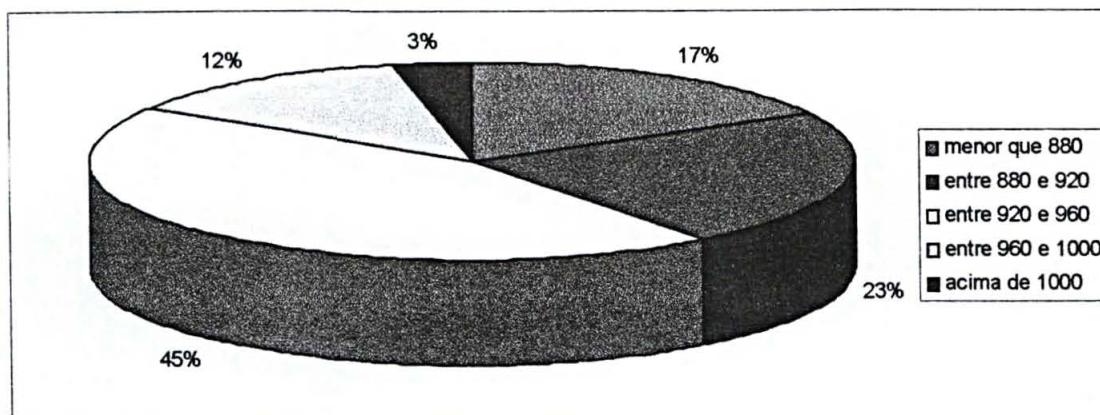


TABELA 3 – INCIDÊNCIA DAS ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES HIPSOMÉTRICOS (m)

ALTITUDE	ÁREAS VERDES (%)
Menor que 880	17%
entre 880 e 920	23%
entre 920 e 960	45%
entre 960 e 1000	12%
acima de 1000	3%
TOTAL	100%

FONTE: Figura 13

GRÁFICO 2 - INCIDÊNCIA DAS ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES HIPSOMÉTRICOS



FONTE: Figura 13

Em relação à rede de drenagem, as suas funções potenciais estão relacionadas ao desempenho do próprio caudal em si e da sua área de influência, compondo a bacia hidrográfica. Combinadas aos aspectos litoestruturais, eles diferem em cada trecho, constituindo zonas com características singulares. Nas áreas correspondentes aos migmatitos de natureza impermeável (MARINI, 1967, p.5), a rede de drenagem é mais densa do que nas áreas correspondentes aos sedimentos da Formação Guabirotuba.

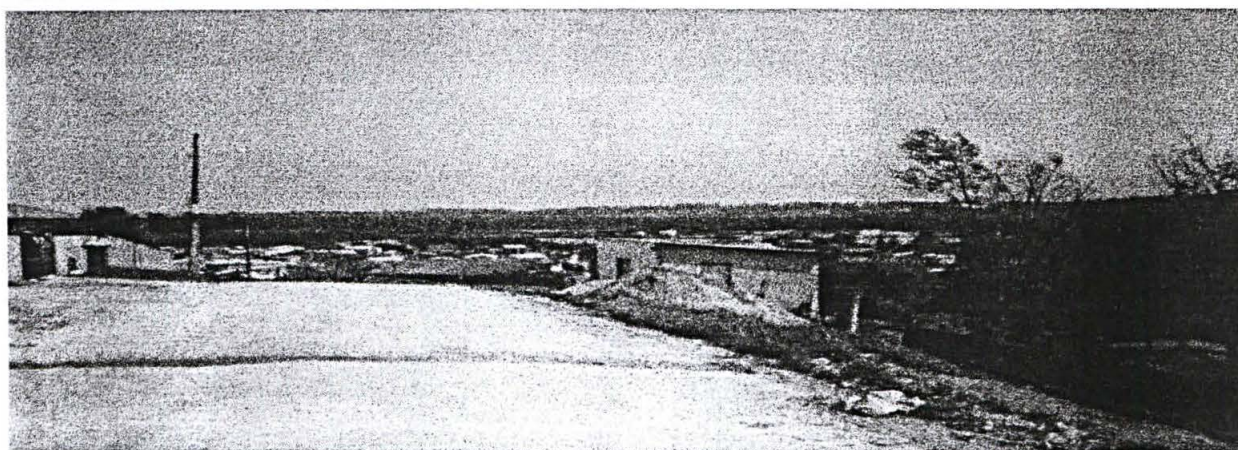
Pela interpretação visual da imagem LANDSAT/SPOT PAN foi possível identificar que os entalhes dos vales a montante são em forma de "v", mais fechados, num relevo mais acidentado e se alargam para o sul, formando extensas várzeas que imprimem à paisagem um relevo aplanado, onde ocorre um dos eixos

de maior expansão urbana do município, junto às várzeas dos rios Iguaçu, Belém e Barigüi.

No geral, a presença de sedimentos cenozóicos não consolidados induz a permeabilidades elevadas do terreno (MARINI, 1967, p.5) e, como consequência, a densidades de drenagem menores do que sobre os terrenos cristalinos circundantes. Desta forma, a urbanização é favorecida por uma maior regularidade topográfica e pela necessidade diminuída de obras de arte.

Visto no seu conjunto, o sistema de drenagem do Município de Curitiba apresenta vários problemas de degradação ambiental. De acordo com observações de campo (figura 14), não existe nenhum rio que da nascente à foz, tenha vegetação ciliar. Ela está, na maioria das vezes, segmentada. Devido à falta de proteção pela ausência da vegetação, tanto o fluxo das águas das chuvas como os sedimentos sólidos ou detritos antrópicos, chegam de maneira mais fácil ao leito dos mesmos. Acrescentando-se o volume de esgotos clandestinos que é despejado nos rios, o quadro se completa. Os rios de Curitiba são emissários de esgoto e deixaram de cumprir sua função primordial que é a do abastecimento de água, além da função estética que há muito se perdeu.

FIGURA 14 - VISTA PARCIAL DA VÁRZEA DO RIO BARIGÜI



FONTE: o autor, 1999.

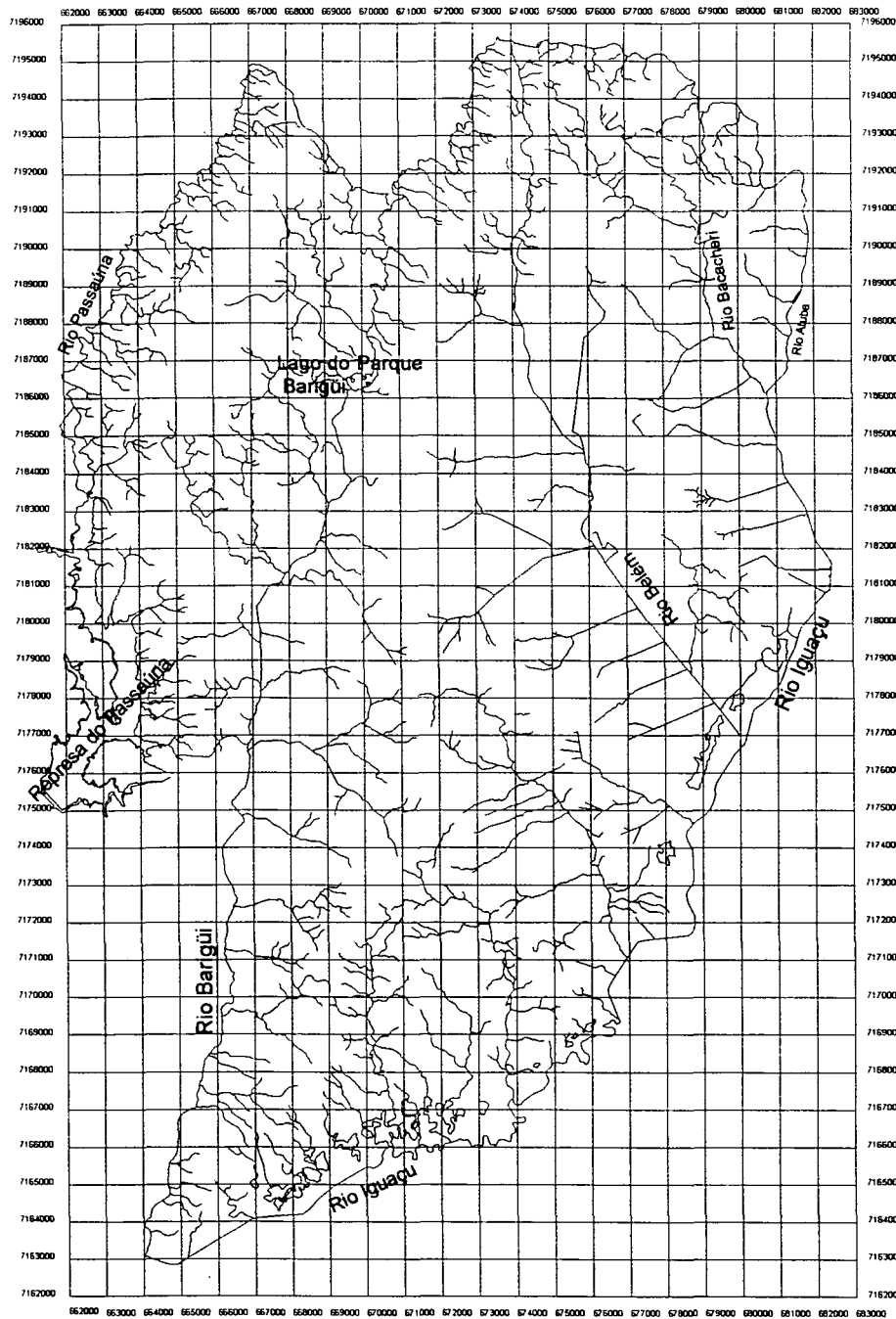
NOTA: A fotografia retrata uma cena comum em relação aos rios de Curitiba: ausência de floresta-ciliar e ocupação indevida das várzeas.

A figura 15 representa o sistema de drenagem de Curitiba, tendo sido possível constatar de forma clara, os padrões de drenagem e o sentido sul da maior parte dos

rios, em direção ao rio Iguaçu. Comparando-se o mapa geológico com essa figura, detectou-se que a maior densidade de drenagem está junto aos migmatitos, .

A rede hidrográfica do Município de Curitiba, obtida a partir da interpretação de imagens orbitais e cartas existentes revela, não obstante a existência de extensos segmentos retificados por dragagem, uma significativa adaptação a linhas estruturais pré-existentes (falhas e fraturas) com predominância das direções N-S e NW-SE, conforme foi constatado também, através do exame das folhas geológicas de FUCK, 1966; LOPES, 1966; MURATORI, 1966 e MARINI, 1967.

FIGURA 15 : MAPA DA REDE DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE CURITIBA



ESCALA: 1:200.000


LEGENDA

 REDE DE DRENAGEM

FONTE : ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE - IPPUC SMMA

SISTEMA GEOCÊNTRICO BRASILEIRO - SGB
 SISTEMA DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA - UTM
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES NAS
 COORDENADAS N 10 000 000 m e E 500 000 m
 DATUM VERTICAL - MARSERRFO/IMB/TUSA/SC
 DATUM HORIZONTAL - SAD69

5000 0 5000 10000 metros



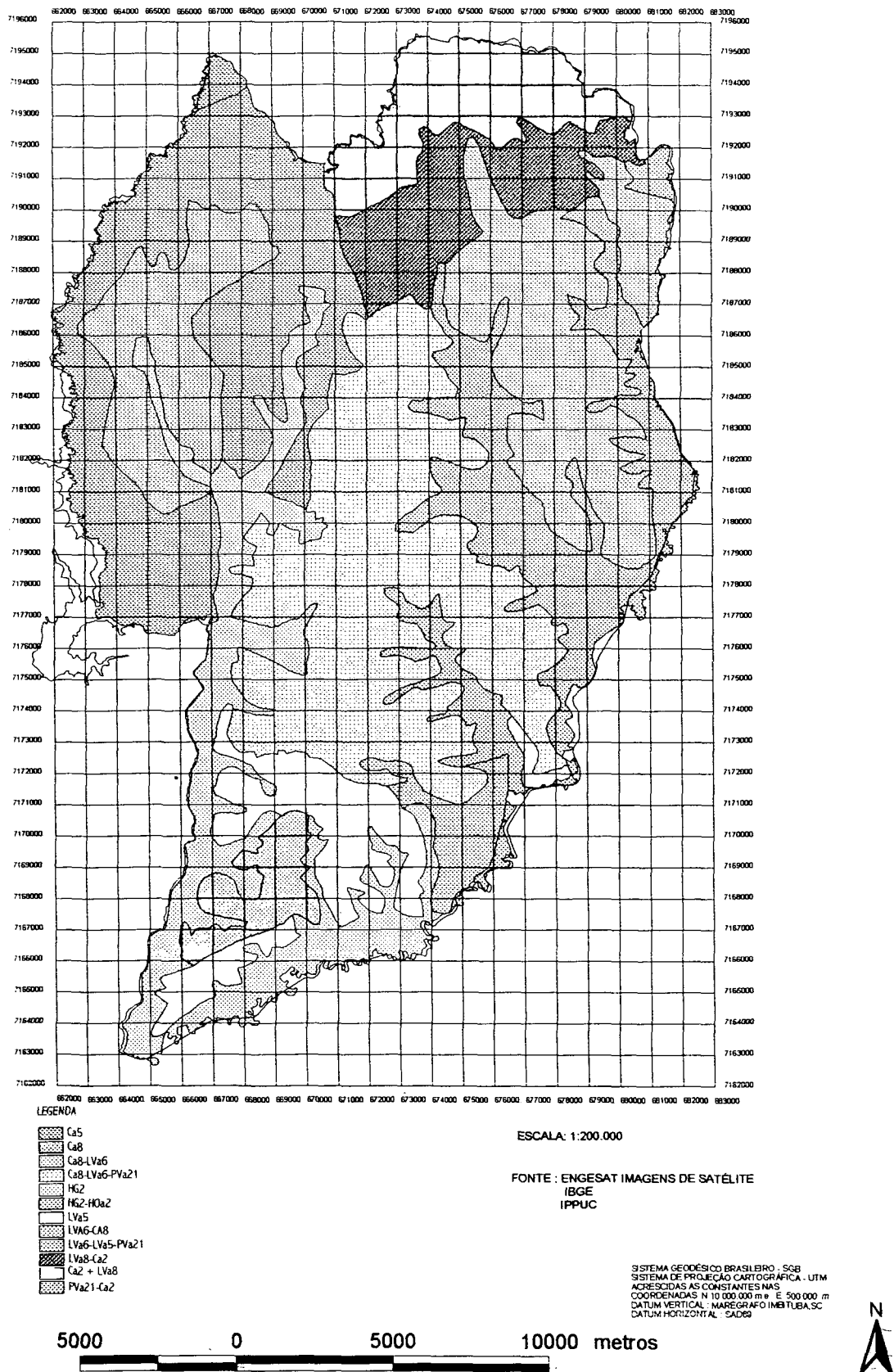

Em relação às grandes unidades ou grupos predominantes de solos do Município de Curitiba os mesmos refletem, de maneira significativa, o condicionamento geológico-geomorfológico regional (figura 16).

Nos interflúvios aplainados ou plano ondulados, esculpidos sobre sedimentos da Bacia de Curitiba, observou-se a dominância dos Cambissolos Álicos com manchas de Latossolos Vermelho-Amarelo Álicos, capeando as porções mais elevadas.

Nos locais onde os sedimentos da Formação Guabirota foram removidos pela implantação e dissecação dos afluentes do Rio Iguaçu, surgiram solos mais profundos oriundos da pedogênese sobre migmatitos e filitos do embasamento, com predominância de Latossolos associados a Argissolos e Cambissolos.

As planícies de inundação do Rio Iguaçu e de seus afluentes são recobertas por Gleissolos, geralmente com elevados teores de matéria orgânica.

FIGURA 16 : MAPA PEDOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA



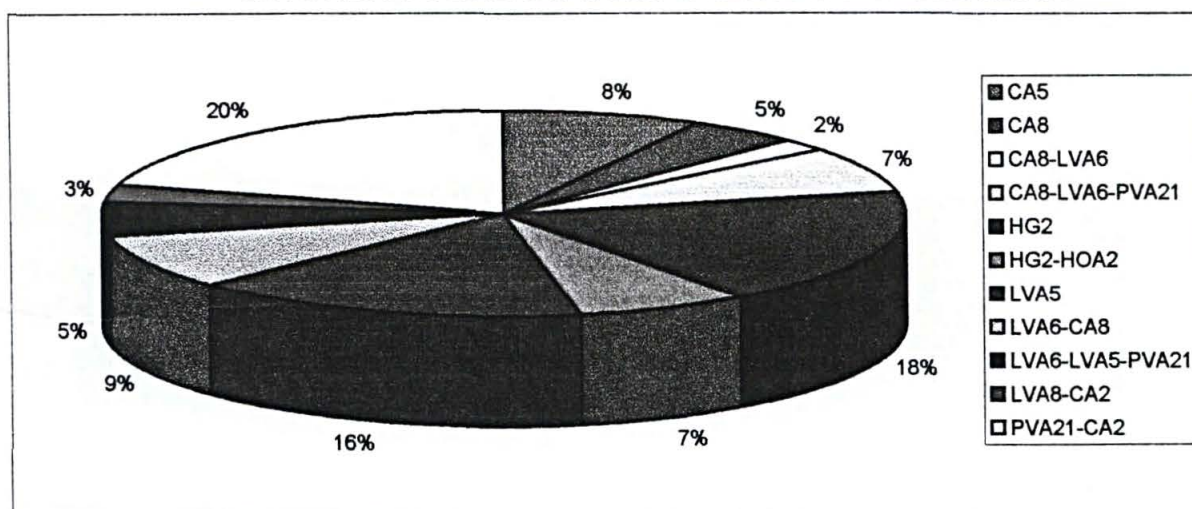
No cruzamento do mapa de áreas verdes (figura 8) com o mapa pedológico (figura 16), foi constatado que as áreas verdes estão concentradas nos Latossolos e associações (figura 17), conforme demonstrado pela tabela 4 e o gráfico 3, seguir:

TABELA 4 – INCIDÊNCIA DAS ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES PEDOLÓGICOS

SOLOS E ASSOCIAÇÕES	AREAS VERDES (%)
CA5	8%
CA8	5%
CA8-LVA6	2%
CA8-LVA6-PVA21	7%
HG2	18%
HG2-HOA2	7%
LVA5	16%
LVA6-CA8	9%
LVA6-LVA5-PVA21	5%
LVA8-CA2	3%
PVA21-CA2	20%
TOTAL	100%

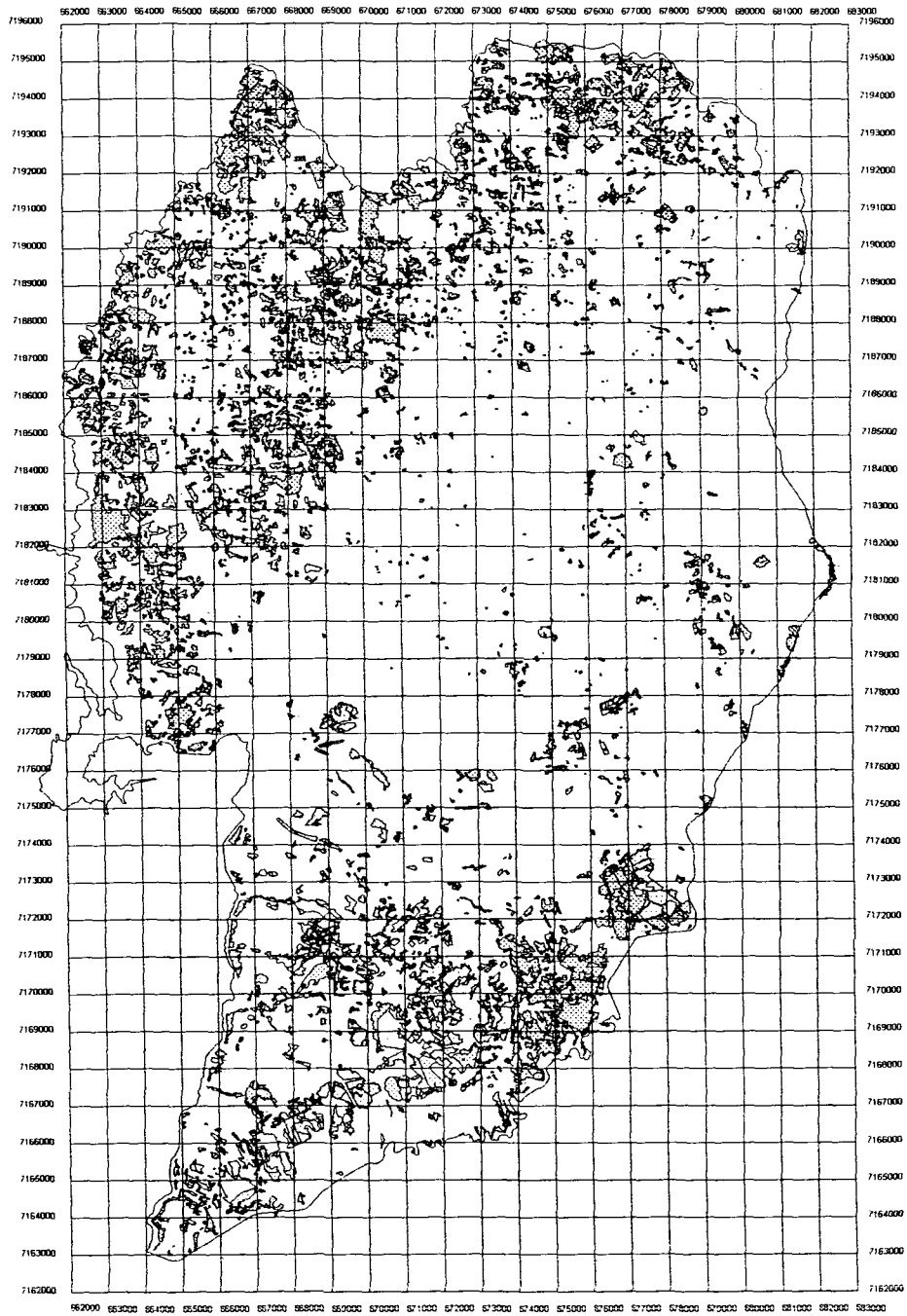
FONTE: Figura 17

GRÁFICO 3 - INCIDÊNCIA DAS ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE OS COMPONENTES PEDOLÓGICOS














FONTE: Figura 17

**FIGURA 17: MAPA DA INCIDENCIA DE ÁREAS VERDES
SOBRE OS COMPONENTES PEDOLÓGICOS**

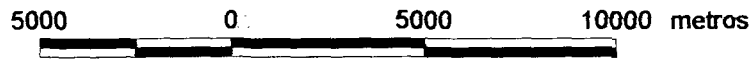


LEGENDA

-  CA5
-  CA8
-  CA8-LVA6
-  CA8-LVA6-PVA21
-  HG2
-  HG2-HGA2
-  LVA6-CA8
-  LVA6-LVA5-PVA21
-  LVA8-CA2
-  LVA5
-  PVA21-CA2

ESCALA: 1:200.000

FONTES: Figura 8
Figura 16

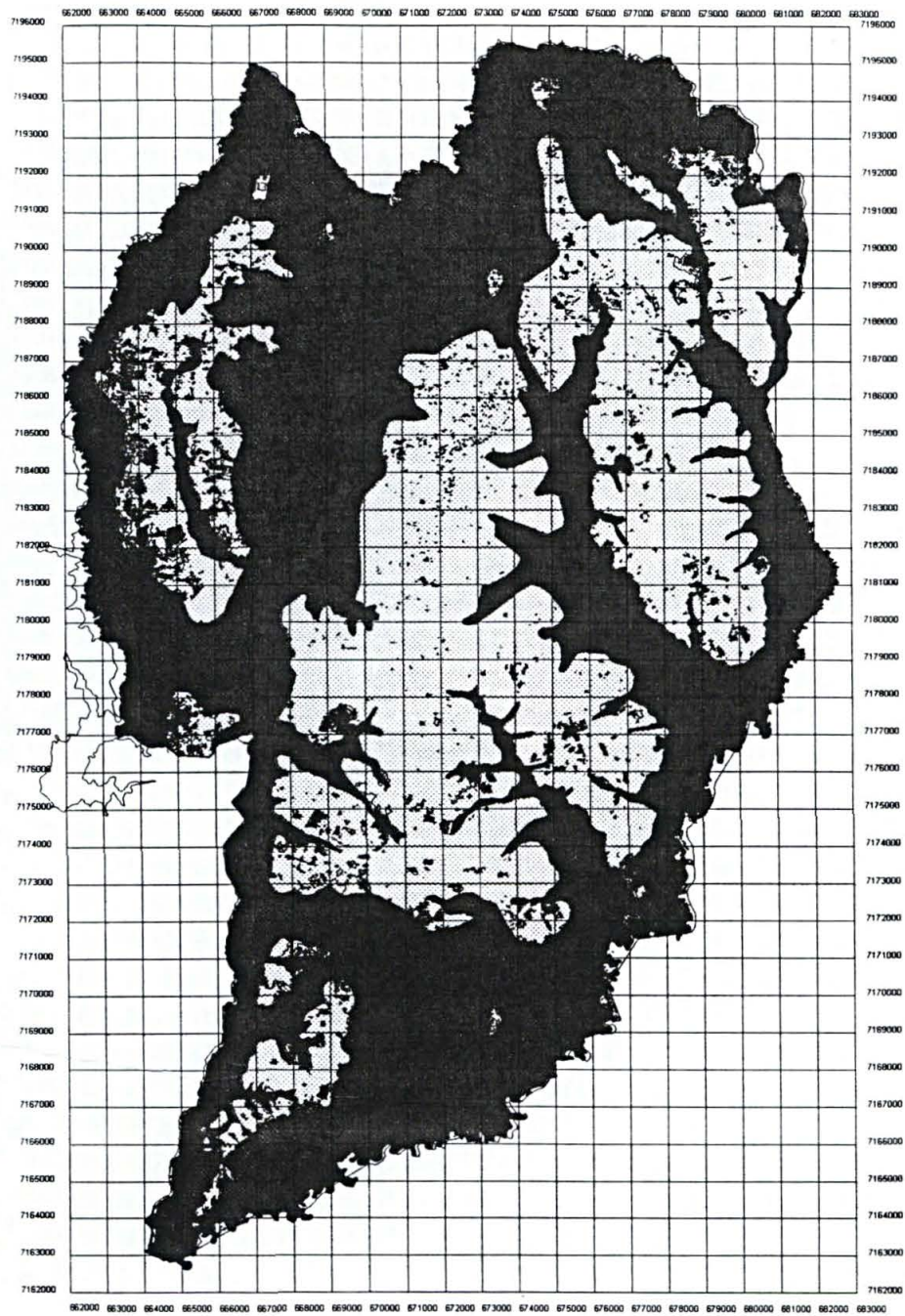


O cruzamento de informações relativas à estrutura da paisagem do Município de Curitiba (relevo, drenagem, características do substrato e solos produzidos) às suas características funcionais (tendências dos fluxos de energia, vegetação, morfogênese x pedogênese) e aquelas relativas à dinâmica das modificações nela introduzidas, possibilitou a elaboração do mapa de vegetação primitiva (figura 18). Ele representa uma tentativa de reconstruir o cenário de interação entre o meio físico e o biosistema anterior à ocupação do território pelo colonizador, com ênfase para a distribuição preferencial das áreas ocupadas originalmente pela Floresta Ombrófila Mista.

Este mapa da vegetação primitiva (figura 18) que foi composto em parte pelo mapa de áreas verdes (figura 8), permitiu verificar que as maiores concentrações de remanescentes da floresta estão notavelmente contidas nos espaços teoricamente por ela ocupados.

Ressalta, entretanto, que as áreas mais intensamente urbanizadas, modificadas antropicamente, são, coincidentemente, aquelas onde originalmente deveria existir a vegetação estépica.

FIGURA 18 : MAPA SIMULADO DA VEGETAÇÃO PRIMITIVA DO MUNICÍPIO DE CURITIBA



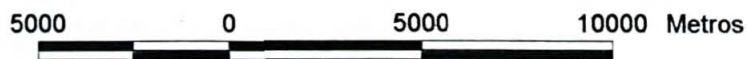
LEGENDA

- Floresta Ombrófila Mista Montana
- Floresta Ombrófila Mista Aluvial
- Estepes (stricto sensu + higrófila)

ESCALA 1: 200.000

FONTE : ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE
 MAPA DE ÁREAS VERDES (FIG.8)
 MAPA GEOLÓGICO (FIG.9)
 MAPA HIPSONÉTICO (FIG. 11)
 MAPA PEDOLÓGICO (FIG. 16)
 IBGE
 ZILLER

SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO - SIB
 SISTEMA DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA - UTM
 ACRESCIMOS AS CONSTANTES MM#
 COORDENADAS N 10 000 000 m e E 500 000 m
 DATUM VERTICAL: BARRÉDRARO INHUBA.SC
 DATUM HORIZONTAL: SADS



Curitiba, como capital e cidade pólo, concentra, nos dias atuais, 16% da população do Estado do Paraná, tendo-se transformado em pouco mais de 20 anos, em uma área essencialmente urbana. E, de acordo com a lógica desenvolvimentista dominante na maior parte das cidades brasileiras, à medida que tal fato foi ocorrendo, descaracterizou-se, quase que completamente, a paisagem natural e com ela, a vegetação primitiva (figura19).

FIGURA 19 - VISTA PARCIAL DA CIDADE DE CURITIBA



FONTE: o autor, 1998

NOTA: Vista parcial da cidade de Curitiba, sendo possível verificar o contraste entre os bairros e a porção central, onde fica evidente a rarefação das áreas verdes.

Comparando-se a área total do Município (432,17 km²) em relação à área dos parques (18.407.873 m²), onde está concentrada a maior parte da vegetação arbórea e de porte significativo, conforme mostrado na tabela (5) que segue, verificou-se um percentual de apenas 4,27% de ocupação por esses espaços, valor esse semelhante ao de BACHA (1996).

TABELA 5 – LOCALIZAÇÃO E ÁREA DOS PARQUES DE CURITIBA POR RUA, BAIRRO E ADMINISTRAÇÃO REGIONAL

Bairro	Regional	Nome do Logradouro	Localização	Área (m ²)
Centro	AR1-MZ	Passeio Público	R. Carlos Cavalcanti X Av. João Gualberto X R. Pres. Faria	69.285
Jardim Botânico		Jardim Botânico		
Botânico	AR1-MZ	Fanchette Rischbieter	R. Prof. Lothário Meinster X R. Ostoja Roguski	278.000
Mercês	AR1-MZ	Parque Barigüi	Br-277 X Av. Cândido Hartmann X Av. Manoel Ribas	1.400.000
Total de Parques da Adm. Reg. Matriz			3	1.747.285
Alto Boqueirão		Parque Regional do Iguaçu		
Boqueirão	AR2-BQ	do Iguaçu	Av. Marechal Floriano Peixoto X Rio Iguaçu	8.264.316
Total de Parques da Adm. Reg. Boqueirão			1	8.264.316
Abranches	AR4-BV	Parque das Pedreiras	R. João Gava	103.500
		Parque General		
Bacacheri	AR4-BV	Iberê de Mattos	R. Canadá X R. Rodrigo de Freitas X R. Paulo Nadolny	152.000
		Parque Municipal		
Barreirinha	AR4-BV	da Barreirinha	Av. Anita Garibaldi	275.380
Taboão São Lourenço	AR4-BV	Parque Tanguá	R. Oswaldo Maciel	450.000
		Parque São Lourenço	Entre R. Mateus Leme – Nilo Brandão – Santa Rita Durão	203.918
Total de Parques da Adm. Reg. Boa Vista			5	1.184.798
Augusta São João	AR5-SF	Parque Passaúna T	R. Eduardo Sprada	6.500.000
		Parque Tingui	R. Fredolin Wolf – R. José Valle	380.000
Total de Parques da Adm. Reg. Santa Felicidade			2	6.880.000
Cidade Industrial			Acesso pela R. Raul Pompéia (Próx. Av. Juscelino K. de Oliveira)	
Industrial	AR7-PR	Parque dos Tropeiros		173.474
Cidade Industrial			Entre Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira e Pq. dos Tropeiros	
Industrial	AR7-PR	Parque Diadema		112.000
Cidade Industrial			Entre Av. Juscelino K. de Oliveira e R. Maria Locher de Athaide	
dustrial	AR7-PR	Parque Caiuá		46.000
Total de Parques da Adm. Reg. Portão			3	331.474
TOTAL DE PARQUES EM CURITIBA			14	18.407.873

FONTE: SMMA/Parques e Praças, IPPUC-Banco de Dados

Ao se comparar os dados obtidos por DIAS (1987, p. 47-48) com os dados das tabelas 1 e 2, complementados por trabalhos de observação em campo, onde se verificou uma baixa densidade arbórea, principalmente das espécies características do estágio avançado da Floresta Ombrófila Mista, constatou-se a gravidade da situação, tendo em vista sua quase extinção.

Quanto aos resultados da análise do mapa de Áreas Verdes (figura 8 e anexo 1) do Município de Curitiba, entendido como sendo a representação cartográfica de remanescentes da Floresta Ombrófila Mista, reflorestamentos, parques, vegetação ciliar e demais áreas vegetadas com superfície igual ou superior a 100 m², ficou evidente a presença de um grande vazio de vegetação nas áreas de maior densidade de ocupação urbana, destacando que a lógica da urbanização pressupõe o progressivo desflorestamento.

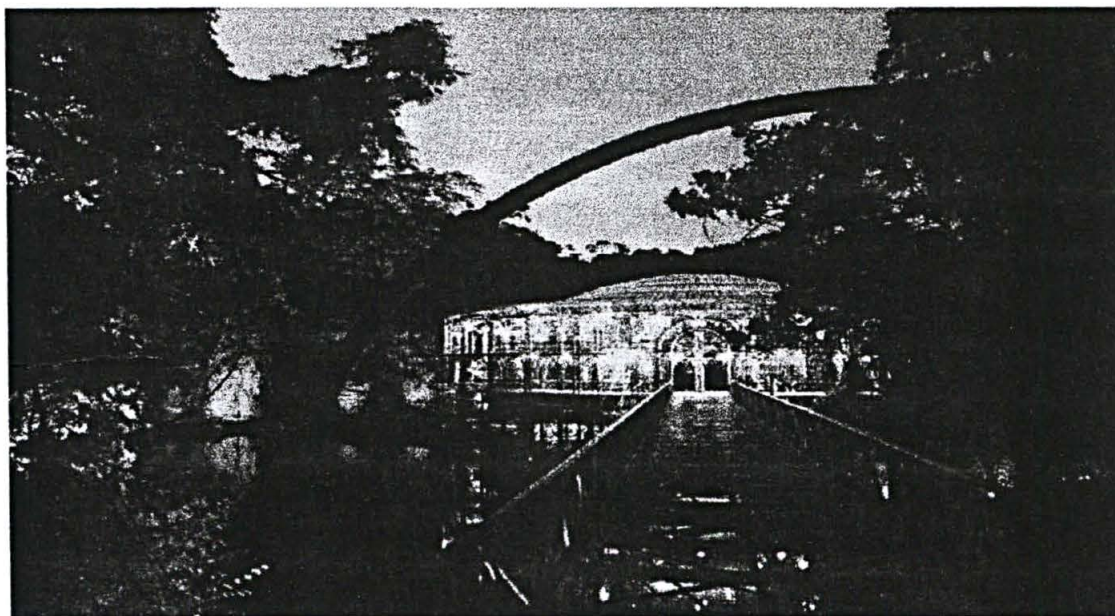
Quanto a sua localização, os núcleos com maior concentração de remanescentes da floresta primitiva estão situados sobretudo nas porções N e S do Município e dessa forma, a expansão territorial do processo de ocupação urbana do Município de Curitiba, não poderá ocorrer sem uma dramática redução de suas áreas verdes.

Quando foram sobrepostos os prováveis limites entre Floresta Ombrófila Mista, a Estepe Gramíneo-Lenhosa e as Formações Pioneiras de Influência Fluvial (brejos e várzeas) como mostrado na figura 18, tornou-se possível verificar que há uma significativa concentração de núcleos preservados da Floresta Ombrófila Mista, associada a terrenos de composição gnáissico-migmatítica com predominância de solos profundos e maduros.

5.2 ÁREAS VERDES NO MUNICÍPIO DE CURITIBA: UM DESAFIO À COMPETÊNCIA DO GOVERNO E À PARTICIPAÇÃO DA SOCIEDADE

Quem chega a Curitiba já traz uma imagem positiva da cidade pela propaganda que é feita pelo governo, pela aprovação da população curitibana que quer vê-la como cidade-modelo e pela ordenação imposta ao território, com boa oferta de serviços públicos, principalmente em locais estratégicos. Todo esse conjunto transmite ao observador uma idéia de modernidade, de progresso e de um equilíbrio entre seus habitantes e o ambiente natural. São ícones que sugerem bem estar pela presença de parques, de ambientes inusitados em locais como pedreiras e que, através de soluções arquitetônicas, criam um elo entre o natural e o artificial, o velho e o novo, o simples e o sofisticado, o rústico envolto pela vegetação e pelas águas, tocando no íntimo das pessoas, fazendo-as pensar nas origens ao aproximá-las dos elementos essenciais à vida. Esta estrutura planejada tem feito da cidade de Curitiba uma mercadoria cobiçada e que está sendo posta à venda pelas paisagens, pelas obras arquitetônicas, pela cultura, pela preocupação com o meio ambiente. É a positividade da cidade (figura 20).

FIGURA 20 - ÓPERA DE ARAME



FONTE: o autor, setembro de 2001.

NOTA: Esta fotografia registra um trecho do Parque das Pedreiras, no bairro Abranches, onde está inserido um dos pólos de atração turística de Curitiba, a Ópera de Arame, construída junto a uma antiga pedreira abandonada e onde se faz presente um resquício da Floresta Ombrófila Mista.

Esta é uma das faces da cidade, brilhante e sedutora. No entanto, como em todas as grandes cidades, há diferenças, há heterogeneidade. Tem seu lado feio, que é desconsiderado por parte da população, como se fosse um ônus obrigatório a pagar, por tudo que ela oferece de bom. É o pedágio da positividade que não é imposto e não é cobrado, mas tem sido pago.

Esta face oculta para os desavisados, se expressa pelos problemas sociais e pelos problemas ambientais.

Entre os problemas sociais mais graves, destaca-se o fluxo migratório campo-cidade, principalmente, desde a década de 70, quando houve o maior êxodo rural paranaense. Em tempos recentes, com a notícia da vinda de empresas multinacionais para Curitiba e com a sua implantação no ano de 98, o afluxo tem sido bastante grande, contribuindo para um crescimento acelerado de população em Curitiba e principalmente nos municípios vizinhos. Aumentaram as invasões e as favelas além de loteamentos clandestinos e/ou sem infraestrutura mínima. De acordo com o IBGE (1991, 1996), a Região Metropolitana de Curitiba teve a maior taxa de crescimento dentre as demais regiões metropolitanas brasileiras, durante o período entre 1991 e 1996, quando a população passou de 2.057.578 para 2.425.361 habitantes. Neste mesmo período, a população do Município de Curitiba que era de 1.315.035, passou para 1.476.253 habitantes com um incremento de quase 10%, o que equivale à população inteira de um município de porte médio do Estado do Paraná. Esclareça-se que na maioria dos municípios a população compreende a rural e a urbana e em Curitiba este acréscimo refere-se exclusivamente à população urbana.

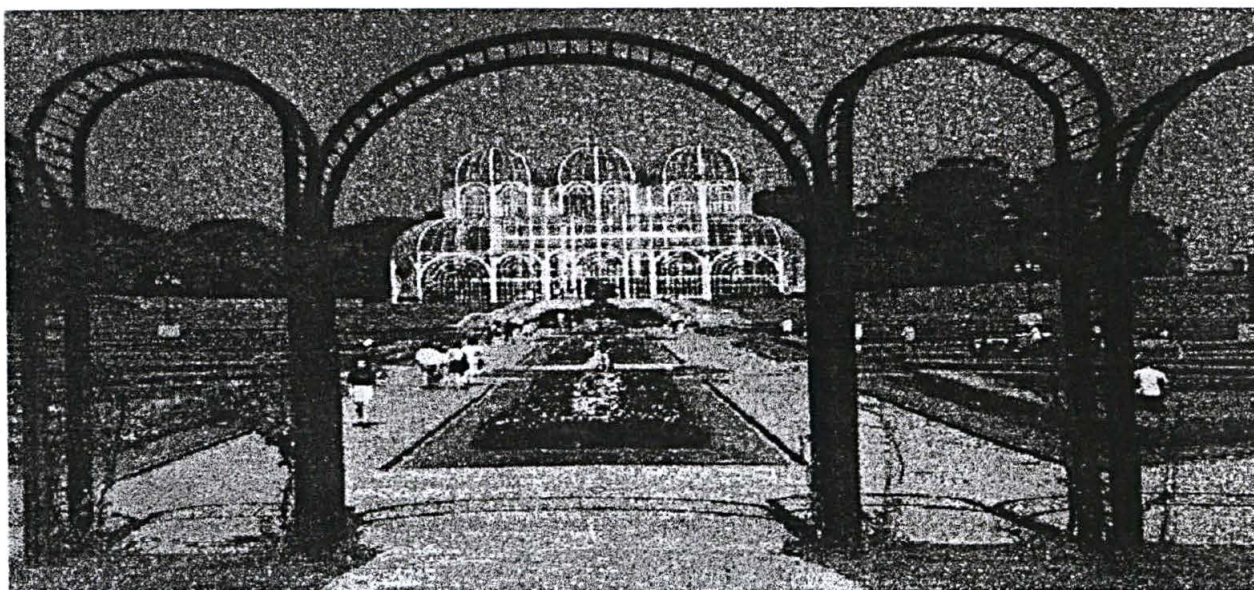
Ao mesmo tempo em que a cidade se modernizou, o afluxo de população cresceu até o ponto em que não há maneira de oferecer serviços públicos essenciais para toda a população, destacando-se como o mais grave, o saneamento básico. Como a cidade foi crescendo a um ritmo que não causava conseqüências visíveis imediatas, a deterioração ambiental foi sendo assumida sem que se fizesse alarde.

Em primeiro lugar, e como acontece em todos os locais que são ocupados, o primeiro impacto referiu-se à vegetação que foi sendo retirada e da qual hoje pouco resta. Como essa vegetação era, em parte, rasteira, constituindo os campos de Curitiba (BIGG-WITHER, 1972: 104), assentados sobre terrenos cenozóicos da

Formação Guabirota, as mudanças foram de reduzida expressão. As alterações mais visíveis em função da mudança de paisagem, ocorreram onde havia vegetação florestal e que cobria uma pequena parte da área do município, estando mais afeta às áreas fora dos limites municipais.

A presença de algumas áreas florestais protegidas, como a do Jardim Botânico (figura 21) e outros parques, a arborização das ruas e a vegetação existente em terrenos residenciais, somadas a pequenas áreas de reflorestamento na porção setentrional de Curitiba, propiciam um valor calculado de 39,67 m² de área verde por habitante, que comparada aos índices de outras capitais como Porto Alegre, que conta, na atualidade, com 13,62 m² de área verde por habitante (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2001) é um valor bastante elevado.

FIGURA 21 – JARDIM BOTÂNICO



FONTE: o autor, setembro de 2001.

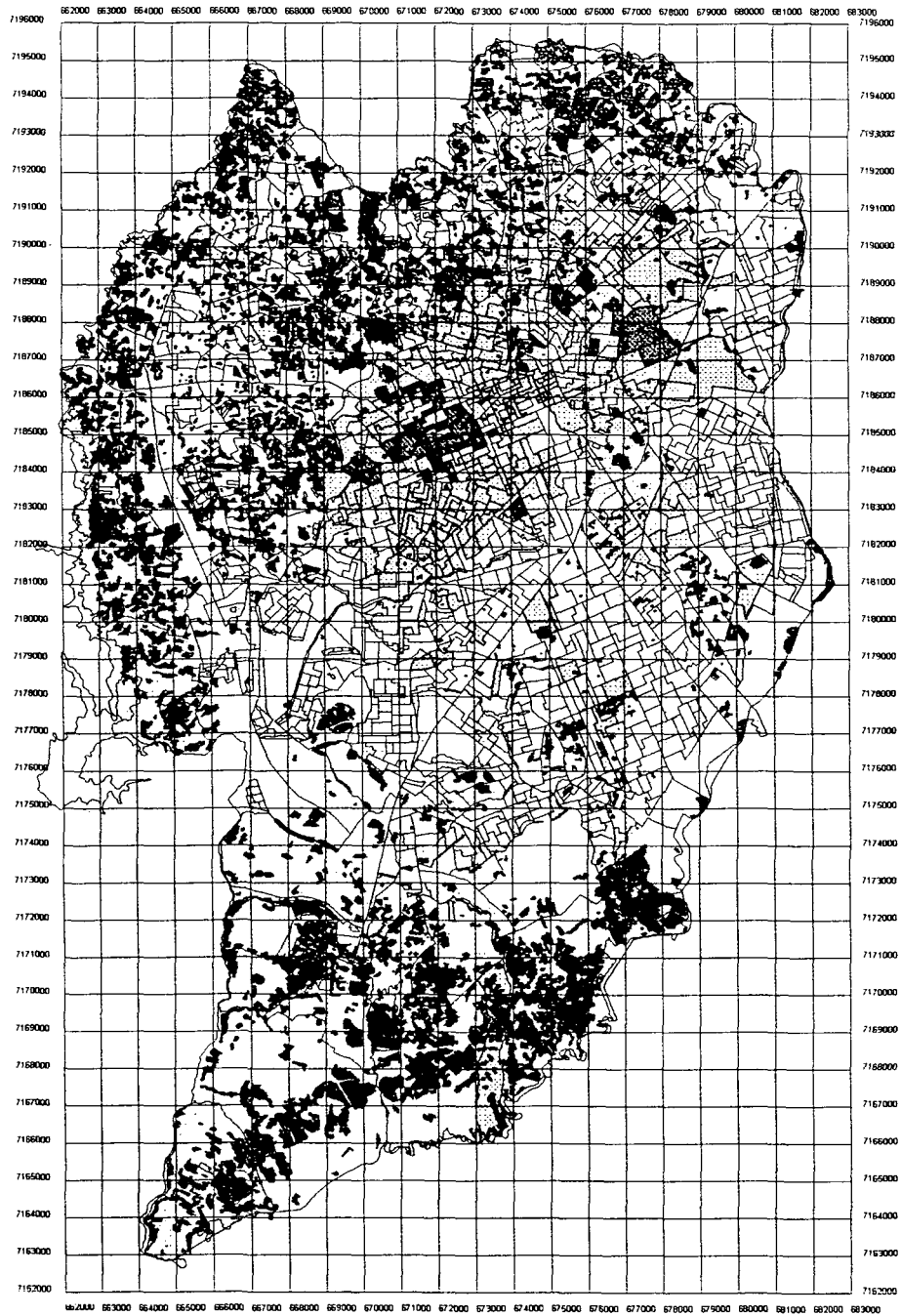
NOTA: Vista parcial de um dos parques de Curitiba que abriga ainda, uma pequena reserva florestal, reduto do pinheiro paranaense (*Araucaria angustifolia*)

A partir dessa avaliação sobre as condições ambientais em Curitiba foi avaliado que o município, se comparado a outras cidades brasileiras, mantém um padrão de qualidade de vida no que diz respeito aos espaços verdes mas que está no limiar de esgotamento, tendo em vista o acúmulo de situações de degradação ambiental que estão ocorrendo. Do ponto de vista social, há que tomar medidas, embora as mesmas não estejam no círculo restrito do Município nem do governo

estadual. As medidas devem ser tomadas em conjunto com o governo federal. Embora não detectável à primeira vista, desemprego no campo, êxodo rural, ausência de políticas habitacionais honestas, constituem problemas que se refletem no meio ambiente e que necessitam de medidas de caráter federal para sua solução.

Sob esse enfoque, a partir dessa análise, elaborou-se um mapa pela adição dos seguintes temas: renda média do chefe do domicílio por setores censitários (IBGE, 1991), e áreas verdes do Município de Curitiba (figura 8), resultando na figura 22.

FIGURA 22 : ÁREAS VERDES E RENDA MÉDIA DO CHEFE DE DOMICÍLIO POR SETORES CENSITÁRIOS (IBGE) NO MUNICÍPIO DE CURITIBA



LEGENDA

- ÁREAS VERDES
- < 3 SM
- de 3 a 6 SM
- de 6 a 10 SM
- de 10 a 15 SM
- > 15 SM

* SM= salário mínimo

ESCALA: 1:200.000

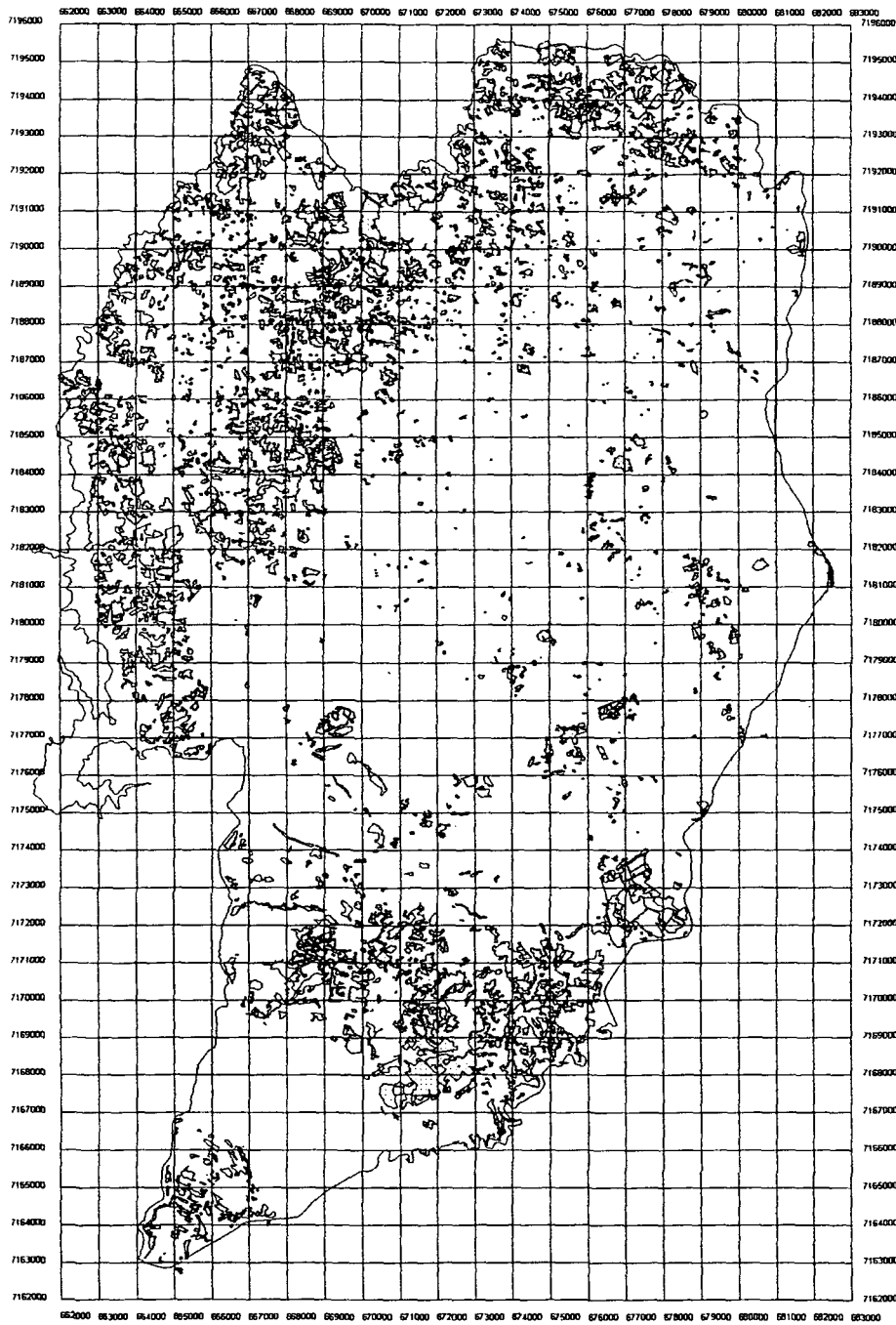
FORNE : ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE
IBGE
IPPUC

SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO - SGB
SISTEMA DE PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA - UTM
ACRESCIDAS AS CONSTANTES NAS
COORDENADAS N: 10 000 000 m e E: 500 000 m
DATUM VERTICAL: MAREGRÁFO IMBITUBA, SC
DATUM HORIZONTAL: SAD69






5000 0 5000 10000 metros



FIGURA 23: MAPA DA INCIDENCIA DE ÁREAS VERDES SOBRE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ÁREAS VERDES DO MUNICÍPIO DE CURITIBA EM RELAÇÃO A RENDA MÉDIA DO CHEFE DE DOMICÍLIO POR SETORES CENSITÁRIOS

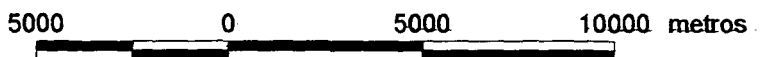


Legenda

-  < 3 sm
-  3 a 6 sm
-  6 a 10 sm
-  10 a 15 sm
-  > 15 sm

ESCALA: 1:200.000

FONTES: TM LANDSAT/SPOT PAN
 IPPUC/SMMA
 FUCK, et al., 1967.
 LOPES, et al., 1965.
 MARINI, et al., 1967.
 MURATORI, et al., 1966
 CPRM, 1977.



Feito o cruzamento do mapa de áreas verdes (figura 8) com o mapa que mostra a renda média do chefe do domicílio por setores censitários (IBGE, 1991), que resultou na figura 22, foram processados os dois níveis de informação constantes na figura 22, e foram obtidos os resultados expressos pela figura 23, o que permitiu a construção da tabela 6 e gráfico 4, para efeito de demonstração.

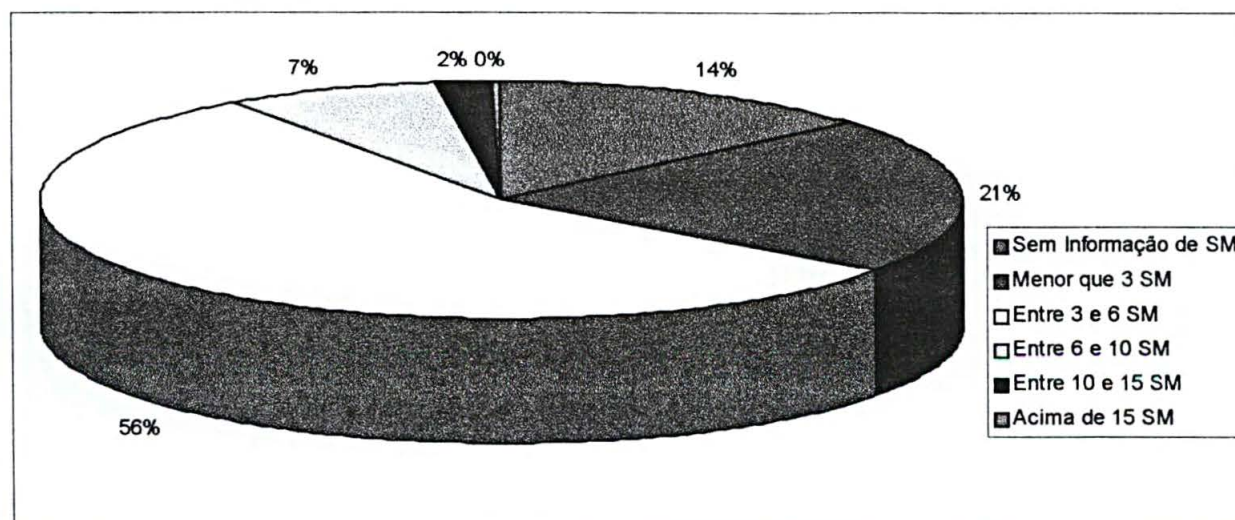
TABELA 6 – INCIDÊNCIA DAS ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE A RENDA MÉDIA DO CHEFE DE FAMÍLIA POR SETORES CENSITÁRIOS

RENDA	ÁREAS VERDES (%)
Sem Informação de SM	14%
Menor que 3 SM	21%
Entre 3 e 6 SM	55%
Entre 6 e 10 SM	7%
Entre 10 e 15 SM	2%
Acima de 15 SM*	0%
TOTAL	100%

FONTE: Figura 22

*Valor tão próximo a zero que não permitiu seu registro nos cálculos da tabela

GRÁFICO 4 - INCIDÊNCIA DE ÁREAS VERDES (%) DO MUNICÍPIO DE CURITIBA SOBRE A RENDA MÉDIA DO CHEFE DE FAMÍLIA POR SETORES CENSITÁRIOS



FONTE: Figura 22

A tabela 6 e o gráfico 4 expressam a distribuição das áreas verdes em relação aos setores censitários, de acordo com a renda média do chefe de família, permitindo algumas considerações, tais como: em relação à faixa acima de 15 salários mínimos o seu valor é tão insignificante que na confecção da tabela, foi considerado como 0%, embora apareça graficamente. É significativa a sua concentração naqueles bairros que compõem os setores censitários, os quais abrigam famílias de poder aquisitivo relativamente baixo.

De acordo com esses resultados alcançados (tabela 6), ficou evidente que sob o ponto de vista de conservação de áreas verdes, a cidade não privilegia nem os mais ricos, tendo em vista que no setor central, onde habitam pessoas com renda maior que 15 e até 10 salários mínimos, as áreas verdes são raras. Em realidade, estas áreas, ao contrário da maioria das cidades brasileiras, não constituem um privilégio das classes de maior poder aquisitivo mas são determinadas, principalmente por condições físicas: solos em interação com outros elementos como geologia, clima e relevo.

Quanto aos problemas de degradação no âmbito local, o mais grave para Curitiba, está relacionado à devastação da vegetação que trouxe como uma das conseqüências a decretação da morte dos rios de Curitiba, tendo em vista que retirou toda a proteção lateral das suas margens. Este processo foi acontecendo ao longo de muitos anos, sem que os governantes tomassem consciência da gravidade do que estava ocorrendo. Aos poucos, o sistema de drenagem foi recebendo resíduos de toda a ordem, transformando os rios em emissários de esgoto.

No entanto, é possível recuperar parcialmente esses espaços. É possível revegetar as margens dos rios, se governo e sociedade se unirem na busca de um dos fatores que melhoram em muito a qualidade de vida dos habitantes da cidade: o verde.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe uma dinâmica natural e sócio-econômica que interfere nas paisagens, atuando através de processos distintos tanto no espaço como no tempo.

No caso de Curitiba, o acelerado processo de urbanização modificou grandemente os espaços naturais que compõem o seu meio ambiente.

Esses espaços ficaram descaracterizados de acordo com a ocupação e com a retirada da vegetação, influenciando decisivamente para a mudança da paisagem. Ficou constatado que em relação à cobertura vegetal, hoje não existem mais que pequenas manchas protegidas, de maneira geral, sob a forma de parques e praças. No entanto, persistem ainda muitas áreas verdes em jardins particulares, quintais, pomares, terrenos desocupados e áreas marginais à rede de drenagem.

Nesse contexto, é fundamental ter à disposição mecanismos que permitam o monitoramento de tais fatos, como os que proporcionam as técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, tornando possível a tomada de decisões com base em dados atualizados.

Dessa forma, considera-se que a metodologia utilizada no presente trabalho, sob a ótica da abordagem sistêmica, permitiu que os objetivos propostos fossem atingidos, tendo em vista que em relação às áreas verdes como parte da questão ambiental, o que interessa não é um elemento isolado mas como esse elemento interage com outros e que vão constituir, no seu conjunto, o meio ambiente.

Quanto aos métodos utilizados, destacando-se o emprego de técnicas de sensoriamento remoto aliadas ao geoprocessamento, os mesmos revelaram-se um poderoso suporte para o mapeamento de áreas de grande extensão como o Município de Curitiba, conduzindo, de forma rápida e econômica, a uma melhor compreensão do meio ambiente curitibano, bem como dos seus espaços diferenciados, e contribuindo para previsões de como evitar a evolução da degradação do meio ambiente, em especial nos aspectos referentes à manutenção das áreas verdes do Município de Curitiba.

Quanto aos resultados alcançados, e de acordo com a metodologia utilizada, constatou-se que o índice de áreas verdes no Município de Curitiba é de 39,67 m²

por habitante, sendo tal valor muito superior aos 16 m² por habitante, estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

No entanto, e pelos levantamentos efetuados, verificou-se que a sua distribuição está inadequada às necessidades da população, tendo em vista que a parte central da cidade e as áreas periféricas de urbanização mais recente, carecem de espaços verdes.

Dois aspectos de natureza física parecem ter contribuído de forma significativa para essa distribuição espacial das concentrações urbanas: 1) a presença de campos nativos (*Estepe Stricto Sensu*) sobre Cambissolos e vegetação de várzea (Formações Pioneiras de Influência Fluvial) predominante em presença de solos imaturos, os Neossolos Flúvicos, e que oferecem facilidades para loteamentos; 2) a decomposição mais profunda dos migmatitos, propiciando solos maduros e a maior dissecação ocorrida na porção norte do município favorecem à implantação de florestas e geram óbices de natureza topográfica para o estabelecimento extensivo de loteamentos.

Dessa forma, os resultados do presente trabalho e as possibilidades de sua utilização poderão servir como um instrumento para o planejamento dessas áreas a fim de proporcionar uma melhor qualidade de vida da população para a qual as áreas verdes desempenham um papel fundamental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJARA, C. A abordagem geográfica: suas possibilidades no tratamento da questão ambiental. In: **Geografia e questão ambiental**. Rio de Janeiro: IBGE. Departamento de Geografia, 1993.

AMARAL, G. Princípios de Sensoriamento Remoto. In: Geoprocessamento. **Anais**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1990. p. 27-36.

ARC/INFO Data Management – Environmental Systems Research Institute, Inc . (ESRI) 1994.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas**. Aplicações na agricultura. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 1998.

BACHA, C. J. C. Gestão Florestal no Paraná. In: **Gestão ambiental no Brasil: experiência e sucesso**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1996.

BERTALANFFY, L. von **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1971.

BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R. Caracteres texturais dos sedimentos da Bacia de Curitiba. Contribuição à Geologia Regional. In: Boletim Universidade do Paraná. **Geologia 7**, Curitiba, 1962.

_____; MOUSINHO, M. R.; SILVA, J. X. da. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. In: Boletim Paranaense de Geografia, 16 e 17, julho de 1962. Curitiba: Imprensa da Universidade do Parana, 1965, p. 117-149.

_____. BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. dos. **Estrutura das Paisagens tropicais e subtropicais**. Fundamentos geológico-geográficos. Alteração química e física das rochas. Relevo cárstico e dômico. Florianópolis: Editora da UFSC. 1994.

BIGG-WITHER, T. P. **Novo caminho no Brasil meridional: a Província do Paraná**. Três anos em suas florestas e campos 1872/1875. Rio de Janeiro/Curitiba: Livraria José Olympio Editora/Universidade Federal do Paraná, 1974.

BIONDI, D. Situação da arborização urbana e das áreas verdes da cidade de Recife – PE. In: III ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 1990, Curitiba. **Anais**. Curitiba: FUPEF e UFPR, 1990. p. 27-40.

BRASIL. **Lei 4.771** de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 09.nov.1965. Retificado em 22. nov. 1965.

_____. **Lei 6.938** de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 02. set 1981.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO A.; D'ALGE, J. (ed.) **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Disponível em <<http://www.dpi.inpe/gilberto/livrosonline>. Acesso em 20 set.2001.

CAPRA, F. **O ponto de mutação, a ciência, a sociedade, a cultura emergente**. São Paulo: Cultrix, 1982.

CHUVIECO, E. **Fundamentos de Teledetección Espacial**. Madrid: Ediciones Rialp, 1990.

COMEC. COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. IPARDES. INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Geologia**. Curitiba:COMEC/IPARDES, 1:150 000, 1980.

COMEC. **Região Metropolitana de Curitiba**. Primeiro Mapa oficial da RMC. Curitiba: COMEC, escala 1:150 000, 1982.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991).

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº. 004** de 18 de setembro de 1985.

CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS. SUREG –SP. COMISSÃO DA CARTA GEOLÓGICA DO PARANÁ. **Projeto Leste do Paraná**. Folha Curitiba. (SG.22 –X – D – I). Curitiba : Convênio DNPM - BADEP – UFPR.

CUSTÓDIO, H. B. **Áreas verdes: competência do Município para sua proteção**. Belo Horizonte: Instituto Brasileiro de Direito Municipal, 1982.

DAVIDOVICH, F. R. Considerações sobre a urbanização no Brasil. In: BECKER, B. et al. **Geografia e Meio Ambiente no Brasil**. São Paulo: Hucitec, 1995.

DIAS, V. das N. **Distribuição Geográfica de Pinheiros de Araucaria angustifolia no Município de Curitiba**. Curitiba, 1987. 58 p. Monografia (Curso de Geografia). Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

DSG. DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO. MINISTÉRIO DO EXÉRCITO. **Curitiba**. SG.22. K-II -3, escala 1:50 000, 1956.

EGENHOFER, M; FRANK, A.U. Prospective viws of gis technologies and applications. In: Simpósio brasileiro de Geoprocessamento. 23-25 de maio, 1990, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1990. p.95-101.

EMBRAPA. IAPAR. SUDESUL. **Mapa de Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Paraná**. Escala 1: 600 000, 1980.

_____. Centro Nacional de pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA. Produção de Informação. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999.

ENGESAT IMAGENS DE SATÉLITE. **Ficha Técnica Resumida LANDSAT**. Disponível em : <<http://www.Engesat.com.br>. Acesso em 20 set. 2001.

_____. **Ficha Técnica Resumida SPOT**. Curitiba: EngeSat, 2001.

ERDAS IMAGINE Users Guide – ERDAS, 1996.

FATOR GIS. Ano 1, n. 1. Curitiba: Sagres Editora, abril de 1993.

_____. Ano 1, n. 2. Curitiba: Sagres Editora, julho de 1993.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley & Sons. 1986.

FUCK, R. et al. **Folha Geológica de Piraquara**. Curitiba: Comissão da Carta Geológica do Paraná, escala 1:50 000, 1967.

_____. **Folha Geológica de São José dos Pinhais**. Curitiba: Comissão da Carta Geológica do Paraná, escala 1:50 000, 1967.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Diretrizes ambientais para o desenvolvimento integrado da Região Metropolitana de Curitiba**. Plano diretor de manejo florestal. Documento Proposta. Curitiba: COMEC; COPEL; IBDF. Julho de 1987.

GRANEMANN, E. **Na Trilha Certa**. Informação ao alcance de todos. Caderno Viver Bem, Gazeta do Povo. Curitiba, 12.09.1993.

IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, PR. **Cartas Climáticas do Estado do PR**. Londrina, 1994.

IBAMA/FUPEF. **Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu**. Publicação interna, não editada. v. 1-3, 1999.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil - região sul**. v. 2. Rio de Janeiro: IBGE, 1990.

_____. **Contagem de População**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

_____. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências, nº 1. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

_____. **Introdução ao Processamento Digital de Imagens**. Série Manuais Técnicos em Geociências, nº 9. Rio de Janeiro: IBGE, 2001.

IPARDES. INSTITUTO PARANANENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Curitiba: CTD. **Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. 1994.

IPPUC. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. **Curitiba em dados**. Curitiba: IPPUC, 1996.

KLEIN, R. M.; HATSCHBACH, G. Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica do Município de Curitiba e arredores (Paraná). In: Geografia Física, 4, dez.1962, Curitiba. **Boletim da Universidade Federal do Paraná**: Instituto de Geologia, 1962.

LA PENHA, G. M de S. M. de . Palestra de abertura. In: II Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 10-14 de maio, 1982, Brasília. **Anais**. Brasília: CNPQ/INPE. 1982.

LEITE, P. F. **As diferentes unidades fitoecológicas da região sul do Brasil** : proposta de classificação. Curitiba, 1994. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná.

LIMA, A . M. L. P. et al. As áreas verdes de Piracicaba. In: III ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 1990, Curitiba. **Anais**. Curitiba: FUPEF e UFPR, 1990. p. 181-187.

LOMBARDO, M. A . **Ilha de Calor nas Metrôpoles**. O exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

LOPES, J. A . et al. **Folha Geológica de Curitiba**. Escala 1: 50 000. Curitiba: Comissão da Carta Geológica do Paraná, 1967.

_____. Nota explicativa da Folha Geológica de Curitiba. In: **Boletim da Universidade Federal do Paraná**. Geologia. 20, novembro, 1966.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 1ª Edição. Curitiba: Papelaria Max Roesner, 1968.

_____. **Mapa fitogeográfico do Estado do Paraná**. . Escala 1: 750 000. Curitiba: IBPT e Instituto Nacional do Pinho, 1950.

MARINI, O . J. **Folha Geológica de Araucária**. Escala 1: 50 000. Curitiba: Comissão da Carta Geológica do Paraná, 1967.

MENEGUETTE, A . A . C. Aplicações cartográficas de imagens SPOT. In: Simpósio brasileiro de Geoprocessamento. 23-25 de maio, 1990, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1990, p.209-218.

MENEZES, C. L. **Desenvolvimento Urbano e Meio ambiente: a Experiência de Curitiba**. Campinas: Papyrus, 1996.

MILANO, M. S. Planejamento da arborização urbana: relações entre áreas verdes e ruas arborizadas. In: III ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 1990, Curitiba. **Anais**. Curitiba: FUPEF e UFPR, 1990. p. 60-71.

MORAES, A . C. R. Interdisciplinaridade e gestão ambiental. **Ciência e ambiente**. Santa Maria, v.3, n.4, p. 27-31, jan./jun. 1992.

MURATORI, A . **Folha Geológica de Campo Largo**. Escala 1: 50 000. Curitiba: Comissão da Carta Geológica do Paraná, 1966.

MURATORI, A . M. **Notas de aula da disciplina de Planejamento Ambiental**. Inédito. UFPR, 2001.

NOVAES, R. A . **Perspectiva do Sensoriamento Remoto no Brasil**. . In: II Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 10-14 de maio, 1982, Brasília. **Anais**. Brasília: CNPQ/INPE. 1982.

NOVO, E. M. L. de M. **Utilização de Dados de Sensoriamento Remoto em Estudos Ambientais**. **Geografia**, 13(25): 43-51, abril 1988.

ORELLANA, M. P. **Metodologia integrada no estudo do meio ambiente**. In: **Geografia**. Rio Claro: Associação de Geografia Teorética. 10(20) 125-148, outubro de 1985.

PINTO, A. C. B. **Turismo e meio ambiente**. Aspectos jurídicos. Campinas : PAPIRUS, 1998. - (Coleção Turismo).

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Indicadores de qualidade de vida**. <<http://www.portoalegre.rs.gov.br>> Acesso em: 22 outubro 2001.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento. Tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: editora do autor, 2000.

ROMARIZ, D. de A. **Mapa da vegetação original do Estado do Paraná**. In: **Revista Brasileira de Geografia**. 1952, Rio de Janeiro: IBGE-CNG. V. 4, ano XV, p. 597-611, outubro/dezembro, 1953.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Uberlândia: EDUFU, 1992.

TEIXEIRA, A. L. de A.; MORETI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica**. Rio Claro: Edição do Autor, 1992.

UNESP , :< www.igce.unesp.br/igce/petrologia/nardy/moluz.html > Acesso em 22 outubro de 2001

UNILIVRE. **Boletim Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente**. Ano I, n.2, jan./fev.1992.

VIEIRA, A. L. da C. et al. **Aspectos ambientais da mineração de areia do Alto Iguaçu**. Relatório Técnico apresentado à disciplina de Gestão e avaliação ambiental. Curso de Pós-Graduação em Geologia. Curitiba UFPR, Junho de 2001.

ZILLER, S. R. **A Estepe Gramíneo-Lenhosa no Segundo Planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica**. Curitiba, 2000. Doutorado (doutorado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná.