



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

INPE-5441-TDI/487

**UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA O
PLANEJAMENTO DE ESPAÇOS LIVRES URBANOS DE USO COLETIVO**

MARIA ISABEL SOBRAL ESCADA

Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, orientada
pela Dra. Maria de Lourdes Neves de Oliveira Kurkdjian,
aprovada em fevereiro de 1992.

INPE
São José dos Campos
abril de 1992

SECRETARIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

INPE-5441-TDI/487

UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA O
PLANEJAMENTO DE ESPAÇOS LIVRES URBANOS DE USO COLETIVO

MARIA ISABEL SOBRAL ESCADA

Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, orientada
pela Dra. Maria de Lourdes Neves de Oliveira Kurkdjian,
aprovada em fevereiro de 1992.

INPE
São José dos Campos
abril de 1992

528.711.7:711.2

ESCADA, M.I.S.

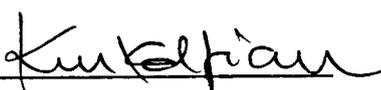
Utilização de técnicas de sensoria-
mento remoto para o planejamento de espa-
ços livres urbanos de uso coletivo. /

M.I.S.Escada. -- São José dos Campos:
INPE, 1992. 122p. -- (INPE-5441-TDI/487)

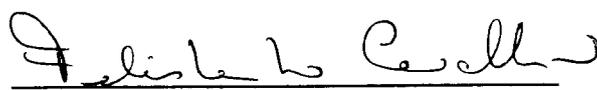
1. Planejamento urbano. 2. Banco de
dados. 3. Sistemas de Informações Geo-
gráfico. I. Título

Aprovada pela Banca Examinadora
em cumprimento a requisito exigido
para a obtenção do Título de Mestre
em Sensoriamento Remoto

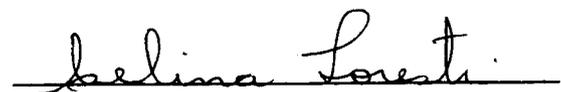
Dra. Maria de Lourdes N. O. Kurkdjian


Orientadora/Presidente

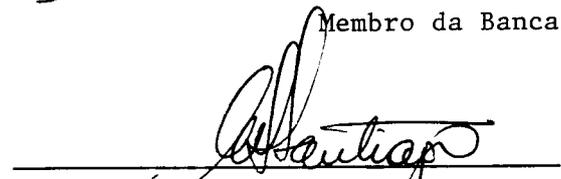
Dr. Felisberto Cavalheiro


Membro da Banca
- convidado -

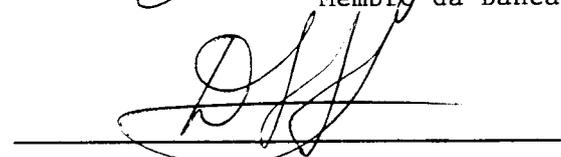
Dra. Celina Foresti


Membro da Banca

Dra. Maria Suelena Santiago Barros


Membro da Banca

Dr. Diógenes Salas Alves


Membro da Banca

Candidata: Maria Izabel Sobral Escada

São José dos Campos, 07 de fevereiro de 1992

AGRADECIMENTOS

À Dra. Maria de Lourdes N. de O. Kurkdjian pela orientação, apoio e colaboração.

Ao Ricardo Cartaxo de Souza, Júlio C. L. D'Alge, Guaracy José Erthal, Carlos A. Felgueiras, Acioli A. de Olivo e Miguel A. Carretero pelo apoio técnico, colaboração e sugestões.

Ao Joaquim Godoy Filho pela colaboração.

Ao chefe da Divisão de cartografia da ELETROPAULO da cidade de São Paulo, Nelson Pandelô e aos funcionários desta divisão, pelo empréstimo de fotografias aéreas, sem as quais este trabalho não se concretizaria.

Aos funcionários da Secretaria Municipal de Planejamento de São José dos Campos pela colaboração e fornecimento de dados.

Aos funcionários do Laboratório de Tratamento Digital de Imagens do INPE pela colaboração.

Aos funcionários do Laboratório de Geoprocessamento da Fundação Valeparaibana de Ensino pelo apoio técnico e colaboração.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, CAPES e FAPESP pelo auxílio financeiro e técnico.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

Foi elaborada uma metodologia para o planejamento de espaços livres urbanos de uso coletivo utilizando um Modelo Matemático, um Banco de Dados e um Sistema Geográfico de Informações. Este trabalho abordou dois tipos de espaços livres: recreacionais e de conservação. Considerando a característica dimensional das categorias de espaços livres abordadas, diferentes tipos de dados foram utilizadas: dados cartográficos, dados orbitais TM/LANDSAT e fotografias aéreas pancromáticas na escala 1:10.000. As Unidades de Conservação foram mapeadas utilizando-se parâmetros da legislação. Para o planejamento dos espaços livres recreacionais a cidade foi dividida em setores residenciais homogêneos através da análise de elementos texturais de fotografia aérea. Os terrenos públicos foram analisados e um Banco de Dados foi desenvolvido para armazenagem, manipulação e atualização dos dados, e para realizar a avaliação, através de um Modelo Matemático, de cada área para a localização de diferentes tipos de equipamentos. Este Banco de Dados foi integrado a um SGI fornecendo uma visão da distribuição espacial dos espaços livres dentro da estrutura urbana. A metodologia mostrou-se útil para o planejamento da rede de espaços livres de São José dos Campos e pode ser testada para outras localidades ou para outros temas, com pequenas modificações do modelo.

UTILIZATION OF REMOTE SENSING TECHNOLOGIES FOR PUBLIC URBAN
RECREATIONAL OPEN SPACE PLANNING

ABSTRACT

A methodology for open space planning using Data Base Management System, a Mathematic Model and Geographic Information System was tested for the town of São José dos Campos, Brazil. The approach concerns urban recreational and conservation open spaces. Public areas were analysed and evaluated in order to optimize the public land use to recreational equipments. Considering the dimensional characteristics of open spaces categories, several data sources were used: cartografic data, orbital data TM/LANDSAT, and aircraft data (Panchromatic fotografies 1:10,000). Looking forward the open space planning the whole city was divided in homogeneous residential sectors using textural elements of photointerpretation. The public lands were analysed and they were evaluated by the model for each kind of recreational equipment and their requirements. A Data Base was developed for storage, management and updating of these data and it performed the evaluation process. It was integrated with an Geographic Information System (GIS) supplying a spatial view of the open spaces and the urban structure. The project has proven that the methodology is useful for open space planning and can be tested for another place or equipment with some changes in the theoretical model.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE TABELAS.....	xv
<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</u>	<u>1</u>
<u>CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</u>	<u>7</u>
2.1 - Espaços livres.....	7
2.1.1 - Conceituação.....	7
2.1.2 - Função dos espaços livres.....	9
2.1.3 - Tipos de espaços livres.....	13
2.1.3.1 - Espaços livres para recreação.....	13
2.1.3.2 - Espaços livres para a conservação de recursos biofísicos.....	17
2.1.4 - Distribuição dos espaços livres.....	20
2.2 - Utilização de técnicas de sensoriamento remoto para estudos de planejamento urbano.....	22
2.2.1 - Dados de sensoriamento remoto.....	23
2.2.2 - Sistema de Informações Geográficas.....	43
2.3 - A utilidade dos bancos de dados em planejamento urbano.....	48
<u>CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....</u>	<u>51</u>
3.1 - Descrição da área de estudo.....	51
3.2 - Materiais e equipamentos utilizados.....	53
3.3 - Metodologia.....	55
3.3.1 - O modelo conceitual elaborado.....	58
3.3.2 - Mapeamento das unidades de conservação.....	62
3.3.3 - Análise da estrutura urbana.....	64
3.3.3.1 - Atualização cartográfica da estrutura urbana	65
3.3.3.2 - Setorização.....	65

3.3.3.3 - Estimativa populacional.....	70
3.3.4 - Análise dos espaços livres intra-urbanos.....	71
3.3.5 - Análise dos espaços livres inter-urbanos.....	74
3.3.6 - Avaliação dos espaços livres.....	77
3.3.6.1 - O modelo matemático utilizado.....	78
3.3.6.2 - O banco de dados utilizado.....	78
3.3.7 - Representação gráfica.....	88
3.3.8 - Interface entre o SGI e o banco de dados.....	89
3.3.9 - Índices de áreas verdes.....	90
3.3.10 - Decisão sobre o uso dos espaços livres.....	91
<u>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</u>	93
4.1 - Setores urbanos.....	93
4.2 - População urbana.....	93
4.3 - Espaços livres: diagnóstico.....	96
4.3.1 - Espaços livres urbanizados.....	97
4.3.2 - Espaços livres disponíveis: proposta.....	100
4.4 - Unidades de conservação: proposta.....	108
<u>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES.....</u>	111
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
APÊNDICE A - DADOS TÉCNICOS PARA LOTES DE RECREIO.....	121
APÊNDICE B - FAIXAS DE PRESERVAÇÃO.....	129
APÊNDICE C - SETORIZAÇÃO.....	131
APÊNDICE D - PROPOSTA PARA A REDE DE ESPAÇOS LIVRES DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS.....	133

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1 - Curvas espectrais de alvos urbanos.....	26
2.2 - Comparação entre tamanhos de parcelas de solo pa ra diferentes países com IFOVs de sistemas senso res.....	32
2.3 - IFOV em função do nível do mapeamento desejado..	34
3.1 - Localização da área de estudo: São José dos Cam- pos.....	51
3.2 - Metodologia proposta.....	56
4.1 - Densidade populacional.....	95
4.2 - Distribuição atual dos espaços livres.....	97
4.3 - Proposta para a rede de espaços livres de São Jo sé dos Campos: Parques Distritais.....	107
4.4 - Proposta para o mapeamento de Unidades de Con- servação e a estrutura urbana.....	109

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
2.1 - Resolução espectral de sensores orbitais.....	27
2.2 - Resolução espacial e mapeamento urbano.....	35
3.1 - Modelo conceitual elaborado.....	59
3.2 - Tabela de localização.....	80
3.3 - Requisitos para a pré-seleção.....	82
3.4 - Tabela de peso dos parâmetros.....	83
3.5 - Tabela de notas das variações dos parâmetros....	85
3.6 - Tabela de pesos da declividade para os diferen- tes tipos de equipamentos.....	88
4.1 - Espaços livres de São José dos Campos: Situação atual.....	99
4.2 - Áreas disponíveis selecionadas por equipamento..	101
4.3 - Proposta final para a rede de espaços livres e demanda.....	103

CAPÍTULO 1INTRODUÇÃO

O planejamento territorial urbano tem sido usado como uma forma de ordenar o crescimento das cidades, de modo a minimizar os problemas decorrentes da urbanização. Visa ordenar o espaço físico e prover elementos relativos às necessidades humanas, garantindo a qualidade de vida aos habitantes urbanos (Mota, 1981).

Partindo de uma concepção do espaço urbano simultaneamente fragmentado e articulado (Correa, 1989), o processo de planejamento deve ser encarado como um processo sistêmico, uma vez que cada uma das partes mantém relações espaciais com as demais, ainda que de intensidade variável (fluxo de veículos e de pessoas entre áreas residenciais e locais de trabalho, compras no centro, visitas em bairros residenciais, etc.).

O espaço urbano é heterogêneo, composto de unidades com características físicas e culturais peculiares que mantêm relações de interação e interdependência entre elas e a cidade de um modo mais geral.

Dentro de uma visão hierárquica de níveis de planejamento, que interagem e são interdependentes de níveis mais amplos, propõe-se estudar os espaços livres de uso coletivo da cidade de São José dos Campos, os quais se distribuem em categorias que servem tanto a pequenos conjuntos residenciais quanto a cidade como um todo.

Assim, neste processo, deve-se trabalhar com dados em escalas diferenciadas para se obter uma visão detalhada, do intra-urbano, e uma visão geral, do conjunto

urbano inserido no contexto regional mais amplo.

Produtos de sensoriamento remoto podem ser importante fonte de informação para estes propósitos. Os produtos fotográficos, em escalas grandes, obtidos com aeronave a baixa altitude, fornecem uma visão detalhada do espaço intra-urbano, enquanto que produtos orbitais podem fornecer uma visão sinótica da cidade inserida numa região.

A aquisição de dados de sensoriamento remoto é também importante para o processo de planejamento territorial municipal por constituir-se em procedimento rápido, econômico e preciso com relação aos procedimentos convencionais de trabalho de campo.

O espectro de utilização dos dados de sensoriamento remoto para fins de planejamento é amplo. Até mesmo para a obtenção de dados acerca da quantificação e caracterização da população estes dados têm se mostrado de extrema utilidade.

Informações demográficas e sócio-econômicas, acerca das populações dos municípios, a nível nacional, são obtidas de 10 em 10 anos através do censo, e são muitas vezes inadequadas aos propósitos de manipulação e controle do desenvolvimento urbano, uma vez que o processo de urbanização é bastante dinâmico.

Os levantamentos convencionais de campo, por serem onerosos são realizados para poucos municípios e num espaço de tempo muito grande.

Através de produtos de sensoriamento remoto pode-se obter informações úteis para o planejamento, de forma mais rápida e econômica e, no caso de produtos orbi-

tais, com frequência muito maior, pela economia de tempo e recursos permitidos.

Trabalhar com planejamento exige que se manipule um volume e diversidade de dados bastante grande, já que muitas considerações a respeito do meio físico e cultural devem ser feitas no intuito de conhecer e orientar a ação do homem sobre o ambiente.

Além do uso de dados de sensoriamento remoto como fonte de informação, a utilização de um Sistema de Informações Geográficas (SGI), permite que certas operações sejam automatizadas, vindo a representar um grande potencial ao planejamento por gerar novas informações georeferenciadas, adequadas para a tomada de decisões.

Os Bancos de Dados também se adequam à armazenagem e manipulação de grandes quantidades de informações pela maior facilidade e precisão de operações durante a atividade planejadora.

A criação de um banco de dados permite a obtenção de um sistema de informações flexível e preciso, cuja interdependência dos dados possibilita que, de um armazenamento único haja acesso aos mesmos de diferentes modos.

Possibilita ainda a supressão, adição ou alteração de dados, operações estas importantes, dado o dinamismo com que se realizam as transformações na cidade e seu retorno.

A solução de alguns problemas de planejamento urbano pode envolver o uso de modelos matemáticos para maior racionalização na tomada de decisão. Os modelos de

programação matemática do tipo alocação, inserem-se neste contexto, organizando objetivamente a distribuição de um conjunto de equipamentos de uso coletivo, segundo critérios que considerem as necessidades dos diferentes segmentos populacionais.

Tradicionalmente, planejadores têm resolvido problemas de alocação através de métodos não quantitativos, isto é, através da intuição, julgamentos subjetivos e critérios políticos. Esta prática corrente tem se revelado pouco eficiente, gerando soluções enviesadas e prejudicando as camadas mais carentes da população.

O uso de modelos matemáticos, entretanto, não basta para solucionar problemas de planejamento do setor público, que são de natureza complexa, com objetivos que muitas vezes não podem ser capturados pelos modelos.

Uma solução intermediária parece ser a mais indicada, com a interferência do usuário (planejador) na aquisição de parâmetros para a implementação de métodos quantitativos.

Estas interferências podem ocorrer no julgamento de critérios de avaliação, escolha de prioridades, ponderação de objetivos e mesmo na escolha de soluções adequadas, baseadas em experiências bem sucedidas.

Este trabalho pretende tratar um problema de planejamento urbano, e tem como objetivo principal:

- Elaborar uma metodologia para o planejamento de espaços livres urbanos de uso coletivo utilizando tecnologia de sensoriamento remoto sistematizando procedimentos para o emprego eficiente de um Banco

de Dados e um Sistema de Informações Geográficas para este fim.

Objetivos Específicos:

- 1) Elaborar um modelo conceitual para o planejamento de espaços livres de uso coletivo com função recreacional e de conservação, aproximando padrões internacionais à realidade da cidade em estudo.
- 2) Sistematizar procedimentos para a integralização de dados cartográficos pré-existentes, de campo e de sensoriamento remoto.
- 3) Testar a viabilidade de realizar a integração de um SGI, um Banco de Dados e um Modelo Matemático para o objetivo em questão.
- 4) Realizar o diagnóstico da cidade de São José dos Campos no que concerne os espaços livres de uso coletivo locais.
- 5) Realizar o planejamento dos espaços livres de uso coletivo de São José dos Campos.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão revistos e discutidos alguns tópicos mencionados na introdução e que estão inter-relacionados, constituindo o suporte para o entendimento da metodologia estabelecida neste trabalho.

Primeiramente, uma vez que o objeto de estudo e de planejamento são os espaços livres, faz-se necessário a compreensão do que venham a ser estes espaços, suas funções, distribuição na malha urbana e classificação.

Segue uma revisão sobre a utilização de produtos de sensoriamento remoto, com relação à sua resolução espacial, espectral e temporal; e à aplicabilidade destes produtos para estudos urbanos.

São abordados temas como a utilização de Sistema de Informações Geográficas, Banco de Dados e Modelo Matemático que constituem importantes ferramentas para o planejamento urbano.

2.1 - ESPAÇOS LIVRES

2.1.1 - CONCEITUAÇÃO

Áreas verdes, espaços livres e espaços abertos serão considerados no presente texto como sinônimos. Seria desejável evitar o termo espaço aberto já que se constitui em tradução errônea do termo inglês "open space".

A prefeitura de São Paulo define área verde da seguinte forma:

"Considera-se área verde a de propriedade pública ou particular, delimitada pela prefeitura, com o objetivo de implantar ou preservar arborização e ajardinamento, visando manter a ecologia e resguardar as condições ambientais e paisagísticas" (Geiser, 1976).

Essa definição não é completa, ligada exclusivamente à jardinagem e à conservação da natureza, deixa de lado sua utilidade com relação a população e à recreação.

Wright et al. (1976), consideram espaços livres como sendo:

"Toda a terra e água urbana, ambas de posse pública ou particular, que é aberta para o céu e razoavelmente acessível para atividades de livre escolha ou exploração visual e que serve ao homem e à natureza de uma forma educativa, estética, produtiva, protecionista ou recreativa".

Em Hamburgo, através da lei GVBI. IS-466 de 18/10/57 citada por Geiser (1976), definiu-se áreas verdes relacionando-as com a saúde e recreação da população, discriminando as áreas envolvidas pelo conceito. São elas: áreas com vegetação fazendo parte de equipamentos urbanos, parques, jardins, cemitérios existentes, áreas de "pequenos jardins", alamedas, bosques, praça de esporte, "playgrounds", "play-lots", balneários, camping e margens de rios e lagos.

Este trabalho trata de algumas categorias de espaços livres com função recreacional (parques que estão inseridos na malha urbana e uma categoria interurbana, de

maior porte em relação as demais) e espaços com função de conservação, portanto, ficam excluídos os espaços com função exclusivamente ornamental e outras categorias como cemitérios, alamedas, camping, balneários, etc.

Cabe aqui esclarecer que o termo áreas livres será empregado, algumas vezes, para designar as áreas que estão desprovidas de qualquer equipamento e disponíveis para uso recreacional .

2.1.2 - FUNÇÃO DOS ESPAÇOS LIVRES

É comum encontrarmos falhas nos projetos dos espaços livres, principalmente no que diz respeito a relação entre o projeto físico do espaço livre e suas funções (Wright et al., 1976). O projeto deve ser usado como um instrumento para que os espaços livres exerçam plenamente suas funções. Para isto é necessário que estas funções estejam bem definidas. Wright et al. (1976), agrupa-as em três conjuntos distintos:

1) Espaços Livres para Recreação

São espaços que proporcionam recreação física e psicológica para o ser humano. Esses espaços devem dar oportunidade ao ser humano de realizar atividades físicas, contato com a natureza, interação social ,repouso. Enfim, devem proporcionar a realização de atividades que ambientes interiores não podem oferecer devido as suas limitações.

Segundo Geiser et al. (1976) neste grupo estão os espaços livres correspondentes ao índice de áreas verdes proposto pela ONU ($12 \text{ m}^2/\text{hab}$) de responsabilidade do poder público, onde a vegetação atende sobretudo à organização e composição de espaços em função das atividades que

nele se realizam. Parte desta área, em especial aquela mais ligada à recreação passiva (na qual as atividades desenvolvidas são mais de caráter contemplativo), pode exercer algum papel de interação com o meio ambiente. Situam-se sempre na zona urbana, são elas:

- Pequenas áreas verdes mais ligadas à recreação passiva, com área menor que 2.000 m².
- Áreas verdes para crianças, parques de vizinhança, praças públicas e campos de esporte com área entre 2.000 a 10.000 m².
- Campos esportivos e centros de educação e esporte com área entre 10.000 a 100.000 m².
- Parque Distrital com áreas superiores a 100.000 m².

O crescimento urbano cria uma situação contraditória com relação aos espaços livres; enquanto a demanda por estes serviços cresce a oferta diminui. Bertalini (1987), sugere, dada esta falta de espaço, o aproveitamento do conjunto de espaços livres disponíveis, públicos e privados, incluindo espaços como ruas ociosas, lotes vagos (ainda que temporariamente), ou áreas privadas com vegetação significativa. Ainda menciona áreas de feira confinada ou estacionamentos de veículos que podem ter usos múltiplos em dias e horários alternados. Tais áreas não serão abordadas no presente trabalho, mas evidenciam a relevância do tema, a preocupação com a falta de espaços para este fim nas cidades.

2) Espaços Livres para a Conservação de Recursos Biofísicos

São espaços que têm o objetivo de satisfazer às necessidades da sociedade a longo prazo, responsáveis pelo equilíbrio entre o homem e os recursos da biosfera. São espaços pouco ou não alterados destinados à proteção da água de abastecimento, prevenção de enchentes pela absorção da água de escoamento, prevenção de deslizamento de terras em áreas de declive acentuado, proteção de áreas de valor paisagístico, arqueológico ou biológico.

Para Geiser et al. (1976) neste grupo estão, em geral, áreas não incluídas no índice de áreas verdes, situadas nas zonas urbanas e rural onde o papel fundamental da vegetação reflete a interação do homem com o meio ambiente, de maneira direta ou indireta. A vegetação pode também organizar grandes espaços:

- Parques metropolitanos;
- Reservas naturais e afins;
- Áreas vinculadas a proteção de mananciais.

3) Espaços Livres para o Desenvolvimento da Forma Urbana

São os espaços que têm o objetivo de modelar o padrão do desenvolvimento urbano dando uma idéia de identificação e territorialidade.

O processo de urbanização transforma em curto espaço de tempo a fisionomia dos lugares (terrenos acidentados são aplainados, rios são retificados, áreas rurais

diversificadas são homogeneizadas, etc.), desaparecendo, assim, referenciais que favorecem a formação de vínculos simbólicos da população com o lugar onde ela vive (Bartolini, 1987). Os espaços livres podem exercer importante papel, como um referencial, enfatizando as características físicas do sítio, atuando como limites de áreas urbanizadas, formando compartimentos de paisagem e, muitas vezes, funcionando, segundo Gold (1980), como áreas tampão entre usos do solo incompatíveis tais como setores residenciais e industriais. Podem, ainda, formar corredores de espaços livres integrando um parque a outro, evitando a formação de ilhas isoladas de vegetação.

Para Geiser et al. (1976) existem espaços livres não ligados a recreação; são áreas públicas ou não com fins ligados à ornamentação, enriquecimento visual, e outros, e com reduzida importância quanto às interações com o meio ambiente. São jardins internos, vasos, jardineiras em edifícios públicos e particulares; arborização de vias públicas; vegetação em canteiros centrais de avenidas; jardins e parques particulares: residenciais, industriais, clubes e outros. Estes espaços, como já foi dito anteriormente, não serão considerados neste trabalho.

Além dessas funções, que são mais importantes dentro do contexto deste trabalho, alguns autores citam outras funções, como por exemplo a função produtiva que pode estar relacionada com a produção de culturas, hortaliças, etc.

Outras funções são definidas no sentido de que esses espaços livres podem funcionar como atenuantes de alterações ambientais promovidas pelo processo de urbanização, podendo, por exemplo, influenciar o clima urbano, auxiliar no controle de ruídos, da poluição do ar, controle

de erosão, etc.

Classificar os espaços livres na prática segundo suas funções não é tarefa simples, uma vez que esses espaços frequentemente, acumulam mais de uma função. Muitas vezes os espaços que fornecem atividades recreacionais podem também exercer, concomitantemente, função ornamental ou protetora (Tankel, 1978).

Bartalini (1987), considera também que as funções não são excludentes, salientando que a importância desta divisão é apenas por conveniência de exposição.

2.1.3 - TIPOS DE ESPAÇOS LIVRES

O conceito de espaço livre é bastante amplo e engloba diversas categorias de espaços livres com funções também bastante diversificadas. Neste trabalho procurou-se limitar-se aos espaços livres de uso recreacional e de conservação que obedecessem certas condições em que fosse possível sistematizar procedimentos para obter-se um diagnóstico da cidade com relação a estes espaços como um ponto de partida para o planejamento.

As categorias de particular interesse são descritas abaixo:

2.1.3.1 - ESPAÇOS LIVRES PARA RECREAÇÃO

1) Parque de Vizinhança

Esta categoria é de uso localizado, ou seja, os espaços livres são planejados para servir à uma unidade de vizinhança ou de habitação, substituem as ruas e os quintais de casas das cidades menores. Pensar na cidade

como sendo formada por estes agrupamentos de habitações (as unidades de vizinhança) é importante no sentido de que pode facilitar o fornecimento de serviços comuns destinados à realização cômoda do abastecimento, da educação, da assistência médica ou da utilização das horas livres da população local (A carta de Atenas - IV CIAM, 1969).

Lynch (1972), embora reconheça a utilidade de se buscar agrupar as habitações em unidades de vizinhança, de forma que cada superbloco (isolados por vias expressas, cinturões verdes ou barreiras) seja autosuficiente com relação a todos os equipamentos de uso diário, alerta para um confinamento indesejável da população com todas as implicações de um local isolado e da falta de opção. Sugere que alguns equipamentos maiores sejam localizados ao longo de avenidas de fluxo mais intenso, servindo como ponte interligando unidades de vizinhança. Este, também, é o ponto de vista do presente trabalho.

Os Parques de Vizinhança são áreas com função recreacional que podem abrigar alguns tipos de equipamentos ligados a recreação. São espaços livres de dimensões reduzidas utilizados para recreação e que estão inseridos no projeto de loteamento ocupando 1 ou mais lotes. Devem conter elementos vegetais, de construção, ambientes de jogos, bancos para adultos etc. Para atender otimamente a população devem estar entre 100 e 1000 m de distância das residências ou do trabalho.

Os parques de vizinhança podem ser separados em quatro grupos:

a) Lotes de Recreio

São áreas reduzidas, destinadas à anciões e crianças, oferecendo experiências que não são possíveis em casa.

Devem ser situados à pequena distância (a pé) da maioria das residências que pretendem atender e devem ser de fácil acesso às mães e filhos. Nos equipamentos incluem-se caixas de areia, trepa-trepa, mesas e bancos, bebedouros e tanques d'água, áreas arborizadas, etc.

A tabela A.1 do apêndice, na página 114, define dados técnicos para este equipamento segundo os diversos autores consultados.

b) Parque de Recreio

Este grupo não necessita de uma dependência direta da habitação, mas de certa proximidade. Seus equipamentos consistem fundamentalmente em aparatos de jogos. As crianças jogam sob vigilância de suas mães, devendo haver também algum equipamento para as crianças menores.

Os autores relacionados na tabela A.2 do apêndice, na página 115, definem dados técnicos para esta categoria:

c) Campos de Recreio

Este grupo se destina às crianças que não necessitam de ser vigiadas. Os equipamentos devem atender a usos distintos: jogos de bola, pista para patins, pista para bicicletas, e zonas livres de uso indefinido. Quanto ao acesso devem estar localizados de forma que não se tenha

que atravessar ruas com intenso fluxo de trânsito.

A tabela A.3 do apêndice, na página 116, descreve esta categoria segundo propostas de alguns autores.

d) Áreas para Esporte

Estas áreas são definidas como centros recreacionais que devem ser relativamente planos, geralmente ligados às escolas à uma distância pequena do grupo populacional beneficiado por este equipamento. Exercem as seguintes funções: higiene, jogos e recreio e exercem, ainda, funções educativas.

A tabela A.4 do apêndice, na página 117, mostra alguns dados técnicos definidos para esta categoria, segundo os diversos autores consultados:

2) Parques de Bairro

Esses parques são de maiores dimensões e são utilizados para múltiplos jogos. Além de terem função recreacional intensa podem ter funções paisagísticas ou bioclimáticas. Ao contrário do primeiro grupo, não são concebidos como extensão das residências, às quais têm uma ligação mais tênue. A tabela A.5 do apêndice, na página 118, apresenta alguns dados técnicos acerca destes equipamentos.

3) Parques Distritais

Esta categoria de espaço livre é de grande dimensão, são áreas de bosques que contêm elementos naturais de grande beleza tais como rios, lagos, cachoeiras, praias, montanhas que devem ser conservadas na condição original. Devem ser organizados e equipados para permitir

acampamentos; possuir sistemas de veredas para passeios à pé e à cavalo; locais para banho, natação, pesca, passeios de barco e demais esportes (Birkholz, 1983).

A tabela A.6 do apêndice, na página 119, apresenta uma descrição destes equipamentos segundo os documentos consultados.

2.1.3.2 - ESPAÇOS LIVRES PARA A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS BIOFÍSICOS

Os espaços livres do segundo grupo, ou seja, as unidades de conservação não são classificadas segundo os parâmetros utilizados para as categorias descritas acima; para estas áreas outros aspectos devem ser considerados tais como declividade do terreno, presença de vegetação, faixas de drenagem, tipo de solo, etc.

Sob o ponto de vista agrícola, as terras podem ser classificadas para diferentes usos, de acordo com suas potencialidades e limitações. As classes de capacidade de uso são identificadas por meio de algarismos romanos que vão de um a oito (Vieira, 1975); a classe VIII seria aquela destinada a proteção e abrigo da flora e fauna silvestre porque inapta a qualquer atividade agrícola. Consiste, em geral, de áreas extremamente acidentadas, declivosas, pedregosas, inundáveis ou severamente erodidas.

O artigo 3º da lei federal Nº 6.766 (Brasil, 1979) proíbe o parcelamento do solo:

- 1) em terrenos alagadiços e sujeitos à inundaçãõ, antes de tomadas as providências para assegurar escoamento das águas;

- 2) em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;
- 3) em terrenos com declividade igual ou superior a 30%; salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;
- 4) em terrenos onde as condições geológicas não aconselham edificações.
- 5) em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis até a sua correção.

A lei Municipal de uso do solo nº 3721/90 (São José dos Campos, 1991) é compatível com estas disposições, mas não faz nenhuma referência ao inciso 4 sobre as condições geológicas do terreno.

A lei Federal nº 7.803 (Brasil, 1989), considera como área de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou qualquer curso d'água em faixa marginal, cuja largura mínima será:

- 1) De 30 (trinta) metros para cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- 2) De 50 (cinquenta) metros para cursos que tenham de 10 a 50 (cinquenta) metros de largura;
- 3) De 100 (cem) metros para os cursos que tenham entre 50 (cinquenta) e 100 (cem) metros de largura;

- 4) De 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que possuam entre 200 (duzentos) a 600 (sessentos) metros de largura;
- 5) De 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seicentos) metros.

Para as nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olho d'água", qualquer que seja sua situação estabelece um raio mínimo de preservação de 50 metros.

Na lei Municipal 3721/90 (São José dos Campos, 1991), o artigo 15 estabelece que "Ao longo dos cursos d'água correntes, intermitentes ou dormentes e das faixas de domínio público das rodovias, estradas municipais, ferrovias e dutos, é obrigatória a faixa "non edificandi", de no mínimo 15 m de cada lado de suas margens ou dos limites de faixa de domínio. Essas faixas podem ser destinadas para áreas verdes ou sistema viário.

Ao comparar as disposições estabelecidas pelo código florestal, com aquelas estabelecidas pela lei Municipal, observa-se incongruências no que tange à largura das faixas de drenagem e sua função. A Lei Municipal (São José dos Campos, 1991) trata essas faixas de drenagem como "faixas não edificandi"; estabelece uma largura de 15 m e permite dois tipos de usos: sistema viário e áreas verdes. A Lei Federal (Brasil, 1989) estabelece larguras variáveis para estas faixas, de acordo com a largura dos corpos d'água, e permite que essas áreas sejam utilizadas somente para a preservação.

Lorusso e Sharnberg (s.d.), com o objetivo de compatibilizar o código florestal com a Lei Municipal de uso da terra da cidade de Curitiba com relação as faixas de drenagem (uma vez que a largura de trinta metros, por exemplo, estipulada pela primeira é, muitas vezes, inaplicável para áreas urbanas), utilizaram para áreas com vegetação os critérios estabelecidos pela legislação Federal, e em áreas sem vegetação o critério utilizado foi o estabelecido pela Legislação Municipal, em que as faixas não edificáveis eram dimensionadas a partir da área de contribuição da bacia hidrográfica.

Estas faixas obedecem as relações estabelecidas na tabela B.1 do apêndice, na página 129.

2.1.4 - DISTRIBUIÇÃO DOS ESPAÇOS LIVRES

A distribuição de espaços livres no tecido urbano depende de vários fatores: das características físicas do sítio urbano (declividade, presença de corpos d'água, vegetação, etc.), da existência de áreas históricas, do uso do solo urbano, da estrutura urbana (no caso dos espaços com função de conservação e para desenvolvimento da forma urbana) como também da distribuição da população residente no espaço urbano bem como de suas características (no caso dos espaços recreacionais).

O ambiente urbano é sobretudo heterogêneo e , além da análise da distribuição populacional segundo sua densidade, como recomenda Velasco (1971), deve-se considerar as necessidades e desejo da população (de acordo com a composição etária, nível sócio-econômico, hábitos e costumes, extensão em que os espaços livres são utilizados) (Waite e Marcou, 1968). Estes dados podem ser obtidos através da aplicação de questionários. Embora estes dados sejam

de grande importância para o planejamento dos espaços livres, o levantamento dos mesmos demandam um certo tempo e custo, e, portanto, não serão considerados no presente trabalho.

O planejamento de espaços livres para a recreação deve ser realizado segundo a análise da população atual e futura (estimativa) e, segundo a distribuição espacial desta população. A análise destes dados e da rede de agrupamentos populacionais existentes, relacionados à critérios técnicos relativos aos diferentes tipos de equipamentos, permitem gerar medidas avaliativas da rede, que podem apontar as deficiências.

A política de um sistema de áreas verdes não pode se limitar a aquisição e reserva de grandes áreas na periferia da cidade. A carta de Atenas (1969), documento elaborado no IV Congresso Internacional de Arquitetura Moderna, já alertava para este problema, em que a falta de superfícies livres no interior das cidades faz com que as áreas verdes se situem na periferia, perdendo muitas vezes o caráter de prolongamento direto ou indireto da habitação.

A frequência da população nos espaços livres segundo Difídio (1985), é inversamente proporcional à distância ou tempo gasto para chegar nessas áreas, ou seja, quanto mais distante os espaços livres das residências e local de trabalho ou quanto maior o tempo gasto para se chegar nestes espaços, menor será a frequência. Porém, é preciso lembrar que a atratividade é um elemento que pode modificar esta relação devido à presença de certos tipos de equipamentos e atividades que a área pode proporcionar. Convém ressaltar que cada tipo de espaço livre exerce uma função diferente, uma vez que possui particularidades quanto aos equipamentos e atividades que podem ser desen-

volvidas neles e tem, portanto, associada uma atratividade.

Existem diferentes tipos de espaços livres para recreação e cada um deles, para exercer plenamente suas funções, possui diferentes graus de exigência quanto a alguns atributos locacionais, dimensionais e do meio físico.

Assim, é importante que os espaços livres, além de serem distribuídos equilibradamente na cidade (no sentido de que atendam igualmente aos vários setores urbanos segundo suas densidades e às necessidades da população), componham um sistema hierarquizado com equipamentos apropriados em cada nível, destinados a atender desde aos pequenos conjuntos residenciais até à cidade como um todo (vizinhança, bairros, distritos e cidade).

2.2 - UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA ESTUDOS DE PLANEJAMENTO URBANO

Estudos de planejamento urbano podem ser realizados através da aquisição e manipulação de dados em vários níveis de detalhe. A metodologia proposta para este trabalho envolve a análise da estrutura urbana de modo geral e detalhado. Geral, quando o propósito é subsidiar decisões acerca dos espaços livres propostos como equipamentos de uso coletivo para toda a população urbana. Detalhado, quando o propósito são as decisões relativas aos equipamentos locais e de bairro.

Para este fim produtos fotográficos, em escalas grandes, obtidos com aeronaves a baixa altitude, podem dar uma visão detalhada do espaço intra-urbano, enquanto que os produtos orbitais e fotografias aéreas em pequenas escalas dão uma visão sinótica da cidade em seu con-

texto regional.

A combinação de dados de diversas fontes e natureza, inclusive de dados orbitais com dados de campo ou cartas temáticas, é um dos procedimentos básicos para o planejamento urbano/regional em geral.

O Sistema de Informações Geográficas (SGI) é uma tecnologia de geoprocessamento que permite que sejam feitas combinações de dados georeferenciados automaticamente, gerando importantes informações para o processo de planejamento. A integração de um Banco de Dados e um SIG amplia sua capacidade na geração de informações úteis ao processo decisório.

A seguir discorre-se sobre a utilização de dados (de aeronave e orbitais), do Sistema de Informações Geográficas e de Bancos de Dados em estudos urbanos.

2.2.1 - DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Como já foi dito anteriormente, dados de sensoriamento remoto são de grande utilidade para os estudos urbanos. Permitem, no caso de fotografia aérea em grande escala, uma visão detalhada da malha e estrutura urbana, e uma visão sinótica, no caso dos produtos orbitais.

Inicialmente, os trabalhos de sensoriamento remoto em ambientes urbanos eram realizados com fotografia aérea. Com o desenvolvimento dos sensores orbitais multiespectrais, passou-se a pesquisar sobre o comportamento espectral dos alvos urbanos no intuito de conhecer e identificar os mesmos nas imagens geradas por estes sensores.

Diferente dos ambientes naturais, o espaço urbano é extremamente heterogêneo com relação as estruturas que o compõe, não somente no que se refere ao tipo de cobertura do solo, mas também com relação a densidade e a dimensão delas.

Os primeiros sensores orbitais desenvolvidos, como o sistema MSS/LANDSAT, apresentavam grandes limitações para os estudos urbanos, principalmente no que diz respeito à sua resolução espacial (80 m), incompatível com as dimensões dos elementos que compõe o espaço urbano.

Embora essas limitações restringissem a utilização desses produtos a estudos de cunho mais geral, esses sensores foram os precursores dos sensores atuais e das pesquisas em ambientes urbanos. Hoje, já é possível utilizar os produtos do satélite francês HRV/SPOT (resolução espacial de 10 e 20 m, nos modos pancromático e multiespectral, respectivamente) para alguns tipos de estudo no espaço intra-urbano, antes só realizados com fotografia aérea.

A revisão que segue trata do comportamento espectral dos alvos urbanos, resolução espectral e espacial dos sistemas fotográficos e orbitais. O objetivo desta revisão é fundamentar e justificar o uso de dados de sensoriamento remoto neste trabalho.

1) Comportamento Espectral de Alvos Urbanos

Em sensoriamento remoto, assinatura espectral de uma feição no terreno é um valor para a reflectância de um alvo correspondendo a um diferente e bem definido intervalo de comprimento de onda (Slater, 1980).

A assinatura espectral de um alvo não é constante; ela depende da relação geométrica entre energia incidente e ângulo de visada do sensor, dos efeitos atmosféricos e das propriedades físicas do alvo .

Medidas de reflectância podem ser realizadas de três maneiras: em laboratório, em campo ou através de um sensor em plataformas (satélite ou aeronave). Esses três tipos de medida de reflectância podem ter como resultado valores diferentes, uma vez que podem existir vários elementos interferindo e alterando os valores de reflectância do alvo em questão.

Devido a complexidade do ambiente urbano, grandes dificuldades são encontradas com relação ao estudo de comportamento espectral dos alvos pertencentes a este espaço. Muitas vezes a radiação percebida por um elemento de resolução (pixel) na imagem, pode ser composta de diferentes alvos e a resposta pode não representar nenhum deles.

O gráfico abaixo mostra a curva da reflectância de alguns componentes urbanos em função do comprimento de onda.

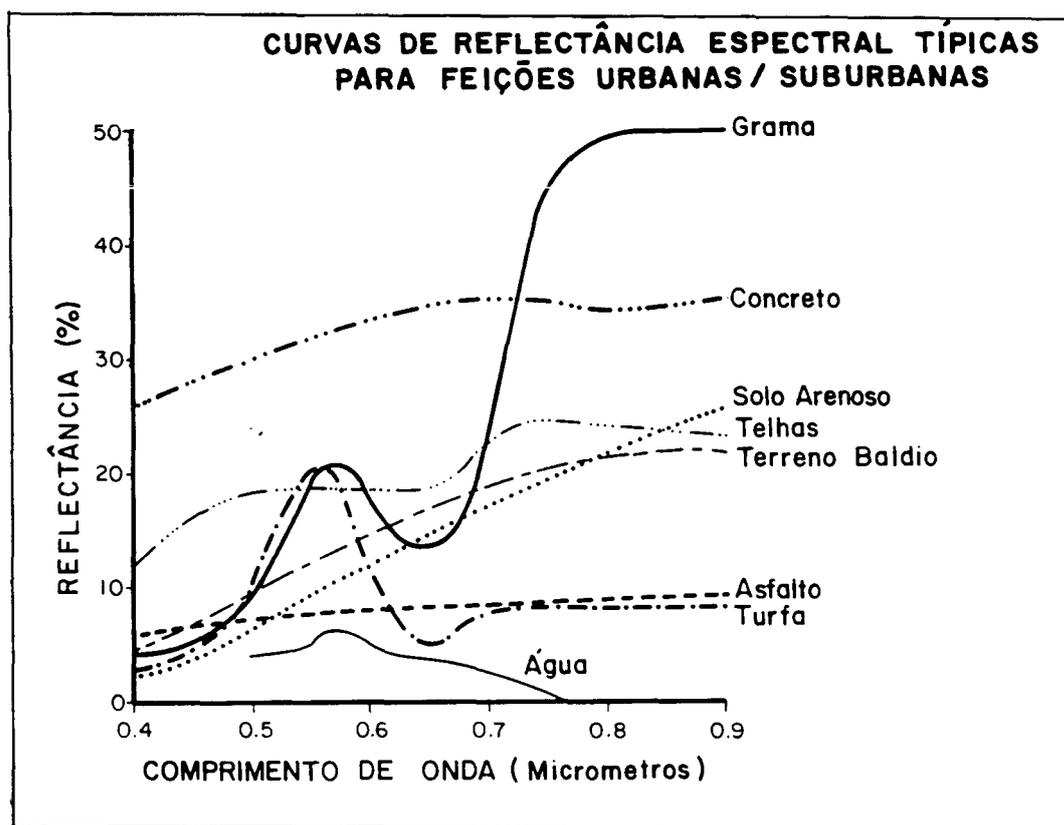


Fig. 2.1 - Curvas espectrais de alvos urbanos.

FONTE: Jensen (1983), p. 1572

De acordo com o gráfico apresentado, há um aumento na reflectância na região do vermelho (0,6 a 0,7 μm) e infravermelho (0,7 a 0,9 μm), para alguns elementos como grama, concreto e asfalto.

De um modo geral os materiais existentes no meio urbano como asfalto, concreto, etc., têm as mesmas propriedades de reflectância espectral, o que dificulta a identificação dos mesmos, fazendo-se necessário lançar mão de outros recursos de interpretação de imagem (análise de textura, forma, etc.).

2) Resolução Espectral

"A resolução espectral é uma medida de largura das faixas espectrais e da sensibilidade do sistema sensor em distinguir entre dois níveis de intensidade do sinal de retorno" (Novo, 1989).

Com relação aos produtos fotográficos a sensibilidade espectral vai variar de acordo com os filmes utilizados no sistema fotográfico, podendo ser eles: Filme pancromático preto e branco, filme colorido, filme infravermelho preto e branco e infravermelho falsa-cor (Jensen et al., 1983).

Quanto aos sistemas orbitais, a Tabela 2.1 descreve os principais sensores no que concerne suas respectivas resoluções espectrais.

TABELA 2.1 - RESOLUÇÃO ESPECTRAL DE SENSORES ORBITAIS

BANDA (MSS)	COMPRIMENTO DE ONDA (μ)	BANDA (TM)	COMPRIMENTO DE ONDA (μ)	BANDA (SPOT)	COMPRIMENTO DE ONDA (μ)
---	-----	1	0,45 a 0,52	---	---
4	0,5 a 0,6	2	0,52 a 0,62	XS1	0,50 a 0,59
5	0,6 a 0,7	3	0,62 a 0,69	XS2	0,61 a 0,68
6	0,7 a 0,8	4	0,76 a 0,90	XS3	0,79 a 0,89
7	0,8 a 0,9	5	1,55 a 1,75	---	-----
---	-----	6	10,4 a 12,5	---	-----
---	-----	7	2,03 a 2,35	PAN	0,51 a 0,73

O sensor TM/LANDSAT apresenta melhor resolução espectral com relação aos outros sensores, abrange um range maior no espectro eletromagnético e, seus 7 canais atuam em estreitos intervalos de comprimento de onda.

Para o sensor HRV/SPOT, embora suas bandas cubram um range menor do espectro eletromagnético, optou-se por uma melhor resolução espacial, o que em certos casos, como alguns estudos do espaço intra-urbano, pode ser um fator determinante na escolha do produto a ser utilizado.

A aplicabilidade das diferentes bandas e dos diferentes sensores para estudos urbanos varia de acordo com o escopo do trabalho. Os aspectos físicos, que podem variar de uma localidade para outra, também podem influenciar na escolha das bandas para determinadas aplicações.

Santos et al. (1981), recomendaram o canal MSS 5 (vermelho) como o mais apropriado para a identificação de áreas urbanas. Segundo os autores, nesta faixa espectral, as áreas urbanas apresentam-se com tonalidade mais clara quando comparada com os seus arredores. Nas composições coloridas em falsa cor, apresentam tonalidade azulada, sendo distinguível especialmente em regiões de vegetação densa que apresentam cor vermelha.

Forster (1981) comparou assinaturas espectrais de vários alvos para as diferentes bandas MSS (4, 5, 6 e 7) e obteve que a discriminação de alvos individuais foi maior em banda infravermelha, 6 e 7.

Nieiro e Foresti (1983) estudando alvos urbanos com dados MSS concluíram que os canais 5 e 6 foram os que apresentaram maior separabilidade de classes urbanas.

Jensen et al. (1983) recomendam estudos com a banda MSS 5, útil para indicação de limites entre feições naturais e culturais (áreas edificadas). As bandas MSS 6 e 7 apresentam valor operacional no infravermelho próximo para vegetação, água e delimitações culturais, mas os dados dessas bandas são redundantes.

Abrahão e Godoy (1988), avaliaram várias composições RGB, obtidas com dados TM/LANDSAT, tendo em vista sua utilização para análise do espaço intra-urbano na cidade de São José dos Campos (separabilidade de classes intra-urbana). As composições utilizadas foram as indicadas pela literatura em geral, TM 3, 2, 1 e TM 4, 3, 2 e as indicadas pelos resultados da aplicação da técnica de seleção de atributos.

As composições coloridas puderam ser ordenadas segundo sua propriedade para um determinado fim mas nenhuma foi destacadamente melhor para discriminar todas as classes de uso urbano. A composição TM 4, 5, 1 foi considerada a melhor dentre as nove avaliadas para análise da estrutura interna de São José dos Campos e a composição TM 4, 5, 3 foi avaliada e considerada uma substituta adequada à composição anterior em caso de forte interferência atmosférica na banda 1.

Para os autores, em localidades específicas, com características do meio físico e urbanísticas próprias, outras composições podem mostrar-se mais apropriadas.

Costa (1990), utilizou o método de seleção de atributos, utilizando a distância JM para a cidade de São José dos Campos e selecionou a banda 1 TM/LANDSAT como a banda que melhor separa, individualmente, a classe urbana da não-urbana. Para o período chuvoso a banda escolhida foi

a banda 3. A mesma banda (3) foi escolhida dentre todas como a melhor para a interpretação visual tanto no período seco como no período chuvoso.

Com relação a análise de produtos de sensores diferentes, Chavez (1988), concluiu que as bandas TM 1, 5 e 7 do LANDSAT têm mais informações espectrais do que as bandas do SPOT. Chavez comparou o conteúdo de informações dos dados TM/LANDSAT e HRV/SPOT para três diferentes sítios: urbano, agrícola e geológico. Os resultados para esses três sítios indicaram que dados SPOT, na maioria das vezes duplicam informações espectrais dos dados TM, enquanto que o TM possui informações não contidas nos dados SPOT. Para ambientes urbanos os dados HRV apresentaram mais informações em relação ao TM, e em parte, isto foi devido a um ligeiro aumento na resolução espacial, que tem um grande efeito em ambientes urbanos.

3) Resolução Espacial

A resolução espacial pode ser definida de maneira simplificada como sendo a distância mínima entre dois objetos que um sensor pode registrar distintamente (Simonett, 1983). A resolução espacial em termos de propriedades geométricas do sistema de imagem é usualmente descrita como Instantaneous Field of View (IFOV).

O IFOV é uma função da altitude orbital do satélite, tamanho do detector e da distância focal do sistema óptico; mas nem sempre o valor do IFOV é a verdadeira indicação do tamanho do menor objeto que pode ser detectado. Um objeto contrastando com o fundo, ou mais brilhante ou mais escuro, pode alterar a radiância total de um pixel de forma que tal objeto venha a ser detectado.

A resolução espacial do sistema de aquisição de dados em ambientes urbanos (especialmente para estudos intra-urbanos) é de grande importância devido a natureza heterogênea destes com relação aos vários tipos de coberturas que os compõe tais como asfalto, concreto, telhado, grama, árvore, solo, água, etc. Muitas dessas coberturas são menores do que o menor elemento de resolução (pixel) detectado por um determinado sensor, de forma que em seu produto o valor de um pixel pode não corresponder a assinatura de um alvo e sim a integração de assinaturas espectrais de vários elementos distintos (Forster, 1985).

Ainda sobre a heterogeneidade das áreas urbanas, a função de espalhamento de um sensor integra a resposta do pixel em observação e de seus vizinhos. Sobre áreas homogêneas isto não representa nenhum problema, exceto na interface entre duas classes diferentes, mas em áreas urbanas isso pode alterar significativamente a reflectância de uma dada cobertura se a classe vizinha é diferente (Forster, 1981).

Intrinsicamente à natureza heterogênea do ambiente urbano, existem outros fatores que devem ser considerados, como o tamanho e densidade de estruturas urbanas, bem como o contraste do ambiente. Estes fatores podem variar de acordo com a região geográfica; em países em desenvolvimento, por exemplo, como no caso do Brasil, as estruturas urbanas são muitas vezes pequenas e pouco espaçadas para acomodar grande quantidade de população; áreas de vegetação são de tamanho reduzido e muitas vezes as construções são feitas de materiais (madeira, palha, etc.) que se confundem com a paisagem natural (Welch, 1982). Assim, o contraste é reduzido e uma resolução espacial maior é necessária para definir detalhes na cena urbana.

Welch (1982) ao estudar as relações entre tamanhos e densidades de parcelas de terra e medidas da resolução espacial de sistemas sensores, recomenda em geral sistemas com resolução espacial entre 5 - 10 metros (resolução correspondente aos dados de fotografia aérea e do sensor HRV/SPOT) para detectar alvos urbanos de alta densidade e pouco contraste.

Para os Estados Unidos a resolução de 30 m pode ser adequada para estudos em algumas áreas, o mesmo não ocorre para outros países com padrões de espaçamento menores. A figura 2.2, a seguir, mostra a relação de IFOVs apropriados para as condições urbanas de vários países.

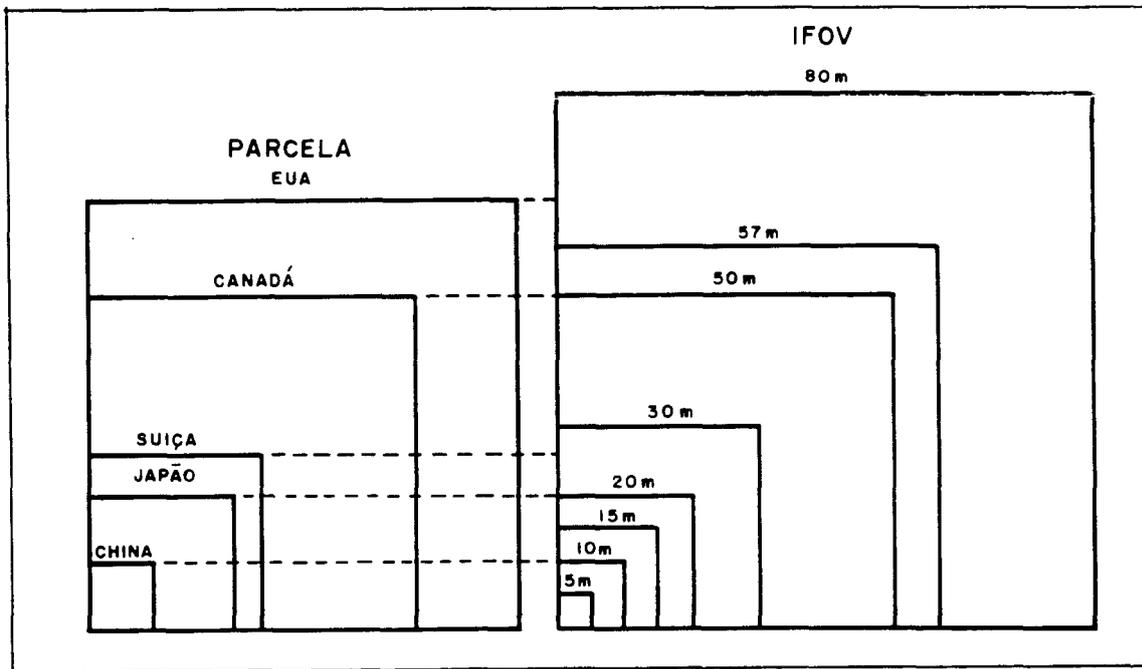


Fig. 2.2 - Comparação entre tamanhos de parcelas de solo para diferentes países com IFOVs de sistemas sensores.

Adaptada de Welch (1982), p. 143.

Hoyano e Komatsu (1988), em estudo utilizando dados MSS em algumas áreas da cidade de Tokyo, Japão, simularam várias resoluções espaciais. Com o declínio da resolução espacial, a razão entre pixels puros e mixels (pixels contendo mais do que um elemento), decresceu. A partir de 5 m de resolução espacial passaram a existir poucos pixels puros e quase todos eram mixels. Este valor é variável, dependendo da região em estudo.

Comparando as resoluções de 30 m (TM) e 10 m (SPOT) não encontrou alterações entre a proporção de pixel para mixel, em compensação encontrou alterações na qualidade dos dados, que melhorava com os 10 m de resolução.

Durante o mapeamento do uso do solo deve-se observar a relação entre a resolução espacial e sua potencialidade para realizar classificação.

Welch (1982), quantifica graficamente tamanhos de IFOV em função do mapeamento desejado para os quatro níveis de uso do solo considerados em Anderson et al. (1976)

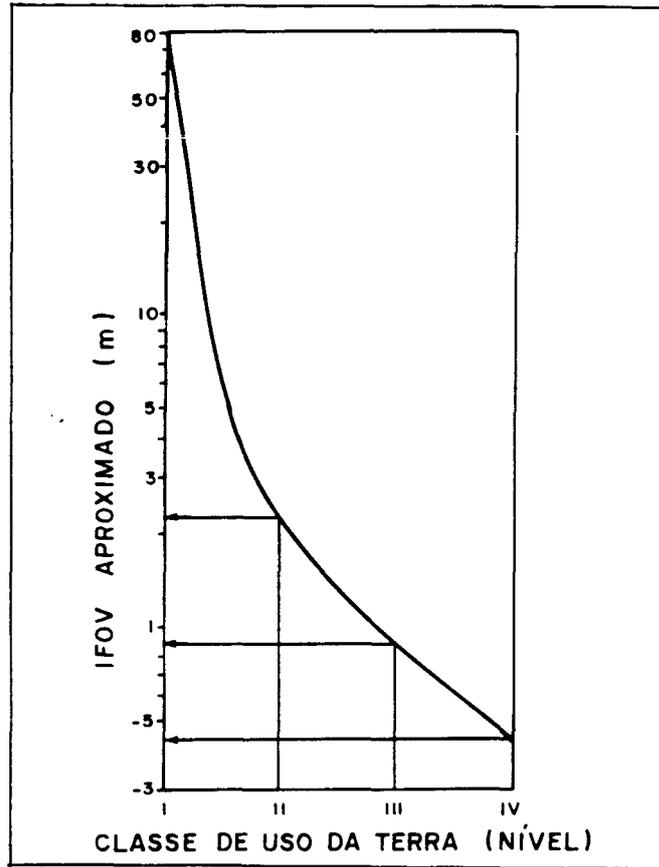


Fig. 2.3 - IFOV em função do nível de mapeamento desejado.

FONTE: Welch (1982), p. 143.

Pela figura 2.3 observa-se que há um aumento significativo na resolução exigida para a classificação no nível II de uso do solo. A partir deste nível torna-se necessário o uso de fotografias aéreas com resolução cada vez maior, como no caso do levantamento das informações intra-urbanas necessárias aos propósitos deste trabalho.

A tabela abaixo resume a adequabilidade dos sensores para o mapeamento urbano segundo sua resolução espacial.

TABELA 2.2 - RESOLUÇÃO ESPACIAL E O MAPEAMENTO URBANO

TIPO DE MAPEAMENTO URBANO	ESCALA DO MAPA	EXEMPLO DE USO	CATEGORIA DE RESOLUÇÃO NO TERRENO
.Diferenciação rural/urbana (Nível I) .Utilização de energia	1:1.000.000	.Análise demográfica .Planejamento de utilitários	Muito baixa 500 - 1.000 m (ex: AVHRR)
.Uso/cobertura da terra de modo geral .Grandes alterações no uso da terra (monitoramento de novas construções)	1:250.000	.Planejamento regional e estadual do uso da terra .Planejamento de transporte .Análise Ambiental	Baixa Resolução 80 m (ex: MSS)
.Uso/cobertura da terra de modo geral .Demarcação da franja rural/urbana	1:100.000	.Planejamento regional/municipal do uso da terra .Planejamento do transporte urbano .Análise Ambiental .Planejamento de recursos hídricos .Prevenção de desastres ambientais	Média Resolução 30 m (ex: TM)
.Nível II/III do uso da terra (detalhado) .Monitoramento de novas construções	1:50.000 1:25.000	.Planejamento regional/municipal do uso da terra .Cartografia .Planejamento do transporte urbano .Planejamento do desenvolvimento econômico e da comunidade .Análise Ambiental .Planejamento dos recursos hídricos .Prevenção de desastres ecológicos .Locação industrial e comercial	Alta Resolução 10 - 15 m (ex: HRV, Fotografia aérea)

FONTE: Todd e Wrigly (1986).

Para que as parcelas do terreno sejam precisamente identificadas e classificadas, elas devem ser várias vezes maiores do que o pixel, ou seja, cada classe deve ter dimensões suficientes para incorporar vários pixels. Assim, a resolução espacial deve ser menor do que a dimensão da parcela mínima para que se possa interpretar e delimitar feições urbanas.

4) Utilização de Fotografia Aérea para Estudos de Planejamento Urbano

Nos estudos de planejamento urbano, a divisão da cidade em setores, bem como a análise da população, em termos quantitativo, são métodos eficientes para o dimensionamento e localização de equipamentos urbanos de uso coletivo.

Produtos fotográficos são de grande importância para estes estudos que exigem um nível de detalhamento que produtos orbitais muitas vezes podem não oferecer.

Neste trabalho técnicas de estimativa populacional por fotografia aérea, bem como o método de setorização residencial por zonas homogêneas, são discutidos por constituírem-se elementos básicos para o planejamento dos espaços livre de uso coletivo:

a) Método das Zonas Homogêneas

A metodologia de setorização residencial tem como objetivo a realização do planejamento urbano. É um instrumento para a definição do referencial geográfico a ser utilizado na coleta e análise de dados, quando da realização de diagnóstico da área residencial da cidade e de características da população residente para subsidiar um

sistema de informações urbanas voltado para o planejamento (Kurkdjian, 1987).

Tradicionalmente a setorização é realizada de modo subjetivo utilizando-se apenas o critério grosseiro da contiguidade dos espaços.

A setorização para ser objetiva, deve refletir as características sócio-culturais da população residente e da ocupação espacial, por isso busca-se uma metodologia de análise urbana que utilize uma setorização sensível a essas características.

Muitas das técnicas utilizadas para setorização da área urbana, baseiam-se na divisão, através da cidade em setores homogêneos. No INPE, alguns trabalhos foram realizados utilizando-se aerofotos na escala 1:10.000 para este fim.

Manso et al. (1979) definiram uma metodologia visando identificar sinteticamente e objetivamente os agrupamentos urbanos. São identificados espaços físicos homogêneos (de mesma textura), os quais denominam-se zonas homogêneas e que correspondem a agrupamentos humanos coerentes sócio-culturalmente. As variáveis relevantes para a determinação de zonas homogêneas são as seguintes:

- área construída por imóvel;
- densidade fundiária;
- características de ocupação do lote;
- idade do imóvel;
- tecnologia construtiva da edificação;
- fase de ocupação urbana;
- característica do relevo;
- traçado e tratamento do sistema viário;

- barreiras físicas naturais;
- barreiras físicas artificiais.

Kurkdjian (1987) aprofundou o método para a identificação de setores residenciais urbanos homogêneos, através de dados de sensoriamento remoto. O objetivo primário do método proposto seria fornecer subsídios para a solução de problemas relacionados ao dimensionamento e localização de equipamentos de uso coletivo, principalmente aqueles de caráter local. Parte de que o uso residencial não constitui uma classe única, homogênea, mas ao contrário, pode ser subdividido em sub-classes, compondo um intrincado mosaico de utilização do solo.

Utiliza a definição de homogeneidade segundo Dolfus (1975, citado por Kurkdjian, 1987), "É uma consequência da repetição de um certo número de formas, de um jogo de combinações que se reproduzem de maneira semelhante, mas não perfeitamente idêntica, numa superfície"; assim, o elemento básico para a delimitação de setores residenciais é a textura.

Segundo a autora, componentes primários de tamanhos diferentes, ou tipos diferentes, definem texturas diferentes, bem como o número desses elementos, sua posição ou arranjo espacial. Assim, as áreas com residências grandes apresentam textura diferente de áreas com residências pequenas; áreas com residências de um pavimento apresentam textura diferente de áreas de apartamento; áreas densas apresentam textura diferente de áreas menos densa, etc.

A autora demonstrou que existe relação entre homogeneidade da textura e características sócio-econômicas da população residente.

O traçado dos limites dos setores homogêneos é definido por descontinuidade do tecido urbano: a detecção de bordas entre texturas residenciais diferenciadas e a existência de barreiras físicas (linhas de transmissão de força e luz, rodovias, fundos de vale, grandes espaços vazios, etc.). Os setores para análise urbana, devem ter unidade, ou seja, não podem apresentar descontinuidade em sua trama interna.

b) Estimativa Populacional

Jensen et al. (1983) descrevem alguns métodos para a estimativa populacional, dentre eles o método que relaciona uso da terra com a densidade populacional; produz uma estimativa populacional derivada da medida das áreas com os vários tipos de uso da terra multiplicada pela densidade populacional de cada classe.

Kraus et al. (1974), propõe uma metodologia utilizando fotografias aéreas, para a estimativa populacional que relaciona informação sobre uso do solo (extraída da aerofoto), com a densidade populacional. Esta metodologia foi aplicada em quatro cidades da Califórnia.

As classes de uso da terra utilizadas foram as seguintes:

- habitações unifamiliares;
- habitações multi familiares;
- residencial de habitações móveis (trailer park);
- e todos os usos comerciais ou industriais.

A densidade populacional foi derivada das médias das amostragens feitas aleatoriamente, de cada categoria de uso da terra de cada cidade. Os resultados obtidos,

quando comparados aos dados de censo variaram num range de -9,17% a +7,00%. Alguns fatores foram apontados como responsáveis pelos erros resultantes: a) A escala do mapeamento (1:40.000); b) A possibilidade de que um aglomerado populacional significativo estivesse concentrado num distrito comercial, que não era considerado; c) Certas limitações no sistema de classificação do uso da terra residencial.

Esta metodologia pressupõe que todas as zonas são homogêneas entre si em termos de densidade populacional, dada uma certa classe de uso da terra. Essas classificações e critérios utilizados em países desenvolvidos podem não ser aplicáveis para os países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, cuja estrutura e ordenamento do espaço urbano difere muito dos padrões destes primeiros.

Os setores homogêneos obtidos através da técnica de setorização descrita anteriormente, além de poderem ser utilizados para várias finalidades em planejamento urbano, podem reduzir custos e simplificar o processo de determinação da população urbana intercensitária, por setor urbano e para a cidade como um todo.

Pollé (1984), propõe alguns métodos para estimar população em cidades do terceiro mundo e enfatiza que para os resultados sejam realistas, as áreas que são homogêneas com relação às suas características físicas devem ser também homogêneas com relação à densidade populacional.

Utilizando fotografias aéreas da cidade de Colombo, Sri Lanka, na escala 1:9.000, procurou determinar densidade populacional para nove diferentes classes e subclasses residenciais. Estas classes estavam contidas em distritos. As classes residenciais eram:

a) Casas isoladas:	Tamanho do lote:
1.1- Muito grande	3.000 m ²
1.2- Grande	2.000 a 3.000 m ²
1.3- Média	500 a 2.000 m ²
1.4- Pequena	150 a 500 m ²
1.5- Muito pequena	150 m ²

- b) Casas alinhadas:
- Regular (projeto de habitação)
 - Irregular (cortiço/favela)
 - Desenvolvidas ponto por ponto

- c) Habitações multifamiliares

As áreas residenciais foram delineadas nas fotografias aéreas, assumindo-se que todo uso da terra era residencial, exceto quando claramente não residencial. Em cada distrito a área foi medida para cada classe residencial separadamente e os dados populacionais por distrito foram adicionados.

A densidade populacional de cada classe residencial era multiplicada pela sua área e somada às demais que faziam parte do mesmo distrito.

O desvio padrão foi de 20% da população observada e alguns fatores que contribuíram para estas variações foram:

- a) Relacionados ao uso da fotografia aérea:
- 1) Erros de medida;
 - 2) Erros de interpretação.
- b) Diferença do tempo entre o censo e o voo aéreo;

- c) Nenhum censo é absolutamente correto;
- d) Relacionado ao modelo: em áreas não residenciais adotou-se a hipótese de que não continha nenhuma população.

A principal variação, entretanto, foi devido ao fato de que as classes residenciais não eram perfeitamente homogêneas em densidade populacional.

Kurkdjian (1987), propõe a análise de setores residenciais homogêneos como base para a estimativa do segmento populacional instalado em cada setor residencial de textura homogênea, visando o conhecimento da distribuição territorial da população urbana (informação básica, fundamental no que se refere ao dimensionamento e localização de uma rede de equipamentos de uso coletivo).

A quantificação da população de cada setor é feita a partir da identificação, através da fotointerpretação, do número de residências nos mesmos, e a seguir, da realização de levantamentos amostrais de campo que definem o número de moradores por residência. Acreditando que alguns dos setores apresentam razões de "número de residentes/domicílio" características e diferenciadas dos demais.

A precisão da estimativa populacional residente nos setores homogêneos depende da acuidade com que é realizado o processo de fotointerpretação com o propósito de identificar o número de habitações em cada setor homogêneo e do controle com que é realizado o planejamento e a execução do levantamento de campo.

5) Produtos de Sensoriamento Remoto a Serem Utilizados

Neste trabalho, em função das características espaciais e espectrais dos produtos e da disponibilidade dos mesmos, são utilizadas imagens TM/LANDSAT e fotografias aéreas pancromáticas na escala 1:10.000. As primeiras para orientar a seleção de áreas para a localização dos Parques Distritais que é feita a partir de análise do entorno urbano, principalmente. As aerofotos, para a análise intra-urbana, que orientou a escolha dos terrenos para Parques de Vizinhança e de Bairro, a partir, principalmente da estimativa e localização da demanda por estes equipamentos, e da análise dos terrenos livres.

2.2.2 - SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Existe uma gama de definições muito grande para o SGI. Segundo o INPE (1987), o SGI é um banco de dados geográficos, que permite adquirir, armazenar, combinar, analisar e recuperar informações codificadas espacialmente.

Marble e Peuquet (1983) descrevem o sistema como um conjunto de ferramentas utilizadas na integração e análise de dados de diferentes fontes e natureza e que automatizam trabalhos que eram anteriormente feitos manualmente.

Para Parker (1988), o SGI é mais do que um sistema de informações espaciais; pode ser visto como uma tecnologia com todo um corpo de materiais e métodos usados para atingir um objetivo. O autor define SGI como uma tecnologia de informação que armazena, analisa e expõe tanto dados espaciais como não espaciais.

O SGI é importante para o planejamento, funcionando como uma base para se tomar decisões indicando alternativas para o planejamento.

Para possibilitar a comparação e análise, os dados devem estar no mesmo referencial geográfico.

O SGI trabalha com dados espaciais que podem ocorrer em três formas: linhas, pontos e polígonos (áreas). Solos ou florestas aparecem como polígonos, rios e estradas são linhas (ou polígonos muito estreitos), poços d'água, intersecção de rios são pontos (Parker, 1988). Todas as feições podem ser reduzidas a uma dessas três categorias espaciais.

Existem basicamente dois tipos de representação dos dados no SGI: Raster (Matricial) e vetorial.

Dados Raster - Consiste de uma matriz 2D (duas dimensões) com células de tamanho uniforme, cada uma referenciada por um índice posicional único (número de linhas e colunas) (Valenzuela et al., 1988). A maior fonte de dados no sistema raster consiste em imagens de satélite. Nas imagens, o valor de cada elemento da matriz corresponde a uma cor ou a um nível de cinza de uma pequena parte da área abrangida pela imagem. Estruturas raster além de serem mais compatíveis com os input/output dos modernos hardware, têm a vantagem de que a ordem dos elementos gravados na forma digital é ditado por suas posições geográficas, que preservam muitas inter-relações espaciais intrínsecas entre os dados.

Dados Vetoriais - São dados representados por vetores de coordenadas. A representação de linhas e polígonos consiste de uma sequência ordenada de pares coordenados x,y. Esses pares, quando unidos por uma pequena e estreita linha produzem uma aproximação da linha original. Estes formatos são resultantes da digitalização de pontos e linhas sobre uma região (Assunção et alli, 1988). Os dados no formato vetorial são dados provenientes basicamente de mapas analógicos que são digitalizados através de mesa digitalizadora. Estes dados na forma vetorial, quando manipulados, precisam, muitas vezes, ser convertidos para formato raster, operação esta, passível de ser realizada no próprio sistema.

Os principais objetivos do SGI implementado no INPE, são (INPE, 1987):

- Integrar numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo, cadastro urbano e rural e imagens de satélite.
- Combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados (novos tipos de informações).
- Reproduzir, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados.
- Permitir a entrada de dados de diversas formas como mesas digitalizadoras, imagens de satélite, restituidores, etc.
- Efetuar diversos tratamentos de imagem através do sistema SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens).

Entre as mais convencionais aplicações do SGI para planejamento urbano e regional estão:

- Caracterização de sistemas urbanos (uso do solo, qualidade de vida);
- Localização de infra-estrutura (eletricidade, água, saneamento);
- Cadastro territorial urbano com localização geográficas e características de lotes;
- Simulação de impacto ambiental;
- Escolha de áreas para implantação de novos projetos.

Para planejamento de espaços livres, o sistema SGI representa uma importante ferramenta, já que permite que a análise de cartas representando feições naturais do ambiente (declividade, rede de drenagem, vegetação, etc.) e de dados de sensoriamento remoto possam ser realizadas simultaneamente.

O sistema permite que se sobreponham dados (as sobreposições são mais facilmente implementadas no domínio raster), gerando automaticamente novos dados ou classificações dispensando esforços manuais que seriam exigidos nesta operação na ausência de tal sistema.

As aplicações possíveis de serem realizadas com os SGIs são inúmeras. Sua utilidade ao processo de planejamento territorial vem sendo continuamente incrementada. Alguns poucos exemplos são aqui apresentados para ilustrar os tipos de aplicação que vem ocorrendo.

Meijere et al. (1988), combinou dados de recursos físicos, sociais e econômicos para projetar futuros usos da terra. Foram feitas sobreposições consecutivas de dados como a acessibilidade às principais rodovias e cidades, aptidão para culturas de café, erosão potencial (áreas sem vegetação), etc., até gerar um mapa de áreas para cultivo de café para o ano 2.000, segundo disponibilidade, acesso e aptidão das terras.

Assunção et al. (1988) visando detectar áreas agrícolas de risco devido ao uso inadequado, propôs uma metodologia para auxiliar na confecção de mapas de aptidão agrícola das terras a partir de cartas topográficas, dados pedológicos e imagens de satélite. Através da sobreposição de cartas temáticas chegou a um mapa final com classes de aptidão agrícola.

Lo e Shipman (1990), visando detectar a dinâmica do uso da terra e os impactos devido ao desenvolvimento urbano em Tuen Mun, Hong Kong, integraram dados de fotografia aérea de duas datas diferentes com dados geológicos e topográficos num Sistema de Informações Geográficas. Esta integração de dados permitiu obter-se informações quantitativas acerca das mudanças ocorridas, bem como a observação da implantação de reflorestamento como medida de combate à erosão. O SGI provou ser uma boa ferramenta para a atualização do uso da terra e para a tomada de decisões com relação a proteção ambiental de áreas que apresentam algum problema com relação a ocupação urbana.

2.3 - A UTILIDADE DOS BANCOS DE DADOS EM PLANEJAMENTO URBANO

Um Banco de Dados, segundo Date (1986), é uma coleção de dados operacionais armazenados usados pelo sistema de aplicações de uma instituição científica.

Instituição é um termo genérico conveniente para designar uma organização comercial científica ou de outra natureza que seja razoavelmente auto-suficiente.

O Banco de Dados é uma das técnicas utilizadas para resolução de problemas que envolvem um grande número de informações. Um banco de dados, em termos gerais, consiste de uma massa operacional de dados, sobre a qual são realizados pelos usuários operações em lote ("batch") ou interativas ("on line"), que manipulam essas informações, através de uma ou mais linguagem de consulta, cujos comandos inserem, removem, atualizam e recuperam informações (Borges et al., 1981).

Barros et al. (1978), descreveram uma metodologia para a criação de bancos de dados de áreas livres (disponíveis) de uma área urbana, visando o planejamento de redes de equipamentos de uso coletivo. O levantamento e análise das áreas livres, com o objetivo de determinar sua adequação para localizar equipamentos, foi realizado através da interpretação de fotografias aéreas pancromáticas na escala 1:10.000.

Para maximizar o uso dessas informações, planejaram um sistema de banco de dados relacional que permitia a obtenção de um sistema de informações flexível e preciso, cuja interdependência dos dados possibilitava que, de um armazenamento único, houvesse acesso aos mesmos de dife-

rentes modos permitindo que se utilizassem esses dados para outros propósitos que não os concebidos originalmente.

Ahearn et al. (1990) desenvolveram um banco de dados relacional georeferenciado (Conservation DataBase). A base cartográfica que ligava dados não espaciais estava no formato vetorial e podia ser visualizada simultaneamente com imagens. Informações eram obtidas a partir de coordenadas geográficas, ou através da indicação de áreas na própria tela. As vantagens deste banco de dados são muitas: ele é georeferenciado, fácil de atualizar e inserir dados, gera vários tipos de saídas e fornece acesso instantâneo a mapas, imagens e textos.

Este tipo de banco de dados pode ser útil para o planejamento. O processo dinâmico da urbanização exige que se trabalhe com sistemas que permitam rápida atualização de dados. A visão espacial da malha urbana é um elemento importante na tomada de decisões durante o processo de planejamento.

Para o planejamento de espaços livres a visão espacial do conjunto urbano e dos espaços livres inseridos e distribuídos neste contexto, bem como o acesso simultâneo a dados não espaciais, são de grande importância para a tomada de decisão.

CAPÍTULO 3MATERIAIS E MÉTODOS3.1 - DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de São José dos Campos está situada a 650 km acima do nível do mar, distando 88km em linha reta da capital do Estado, rumo ENE. Encontra-se ao entre as coordenadas geográficas: $23^{\circ} 15' 53''$ de latitude sul e $45^{\circ} 51' 21''$ de longitude W. Gr. (IBGE, 1968). Ver figura 3.1.

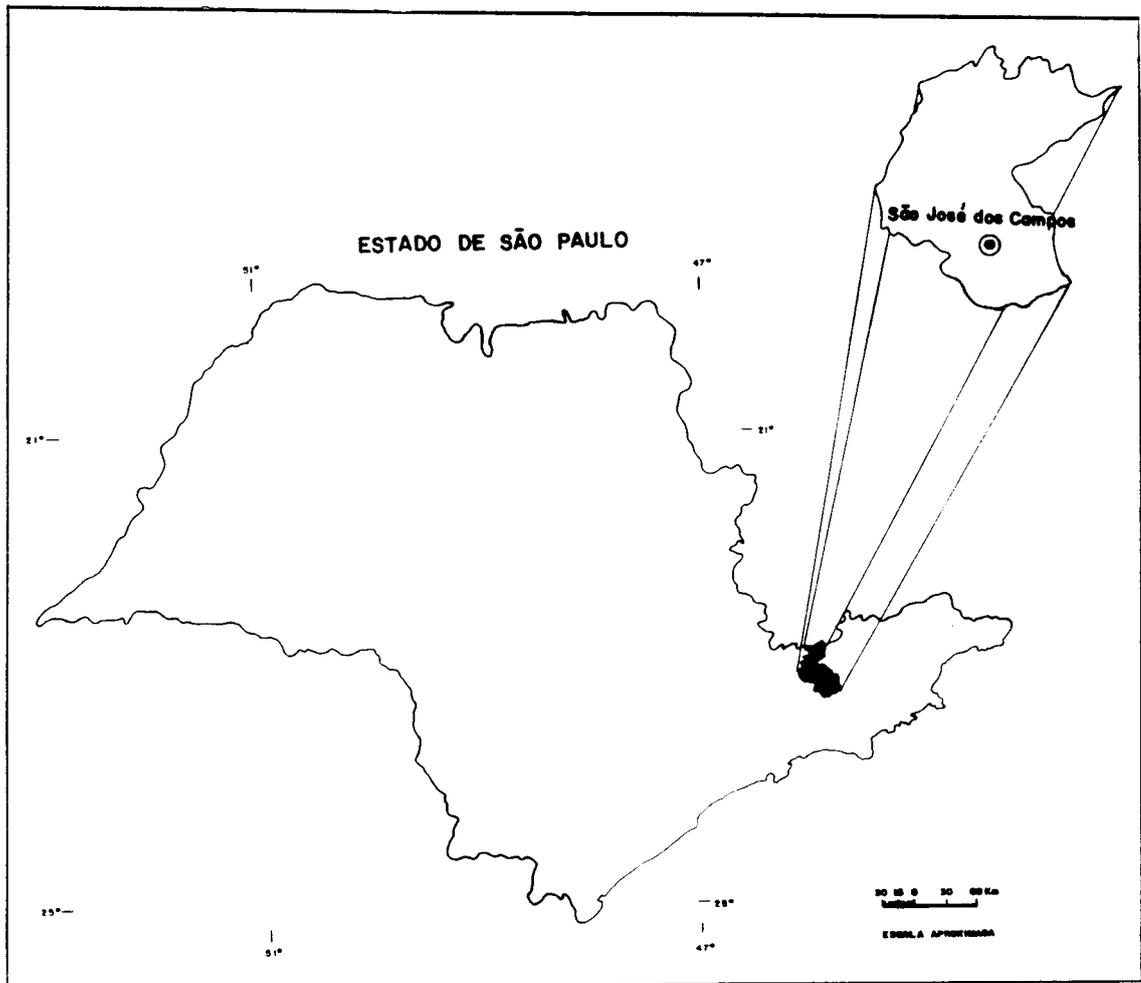


Fig. 3.1 - Localização da área de estudo: São José dos Campos.

Está situada no eixo Rio-São Paulo, em áreas predominantemente de colinas tabuliformes ao longo do Rio Paraíba do Sul. O Município, com 1.142 km² integra a zona fisiográfica do Médio Paraíba.

A cidade de São José dos Campos está inserida na bacia de Taubaté constituída por um vale relativamente largo e extenso que acompanha o Rio Paraíba até o estado de Minas Gerais, incrustado entre duas das mais importantes cadeias montanhosas brasileiras, a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira, contribuiu para que a região do Vale do Paraíba desempenhasse na sua história um importante papel para o desenvolvimento social e econômico do estado de São Paulo e do Brasil.

Na sua fase contemporânea de expansão urbana e industrial a partir da década de 50, as mesmas condições geográficas e sócio-econômicas da região Valeparaibana, fizeram dela uma opção preferencial de grupos econômicos nacionais e internacionais para a expansão das regiões metropolitanas da Grande São Paulo e Grande Rio.

Este fenômeno, acrescido da inexistência de uma política de ocupação espacial, das naturais restrições de ordem climática ao desenvolvimento industrial, fizeram com que os problemas ambientais e de ocupação desordenada do espaço urbano, fossem se ampliando sobremaneira nos últimos anos.

O Vale do Paraíba assumiu, portanto, papel importante no processo de desenvolvimento do estado, pela sua ocupação espacial, ligando os dois maiores centros urbanos do país, e recebendo grande parte da descentralização industrial metropolitana de São Paulo.

O Município de São José dos Campos, no contexto do Vale do Paraíba, é o de maior concentração industrial. A implantação da rodovia Presidente Dutra, na década de 50, cortando o seu território, fez com que a implantação industrial se desse de um modo não controlado acarretando diversos problemas (ambientais, sociais, de ocupação urbana, etc.)

A cidade conta com população urbana de 415.352 habitantes, segundo a pesquisa de instrumentação realizada pela Prefeitura para o ano de 1989.

3.2 - MATERIAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

1) Materiais

- 17 cartas planialtimétricas confeccionadas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) na escala 1:10.000 correspondendo a zona urbana de São José dos Campos, do ano de 1978.
- 1 mapa na escala 1:15.000 contendo o cadastro das áreas verdes de São José dos Campos no ano de 1988.
- 1 mapa contendo as estradas Municipais de São José dos Campos na escala 1:50.000 do ano de 1986 e modificada em 1988, na escala 1:50.000.
- 3 Cartas planialtimétricas correspondendo aos Municípios de São José dos Campos (1973), Jacareí (1974) e Igaratã (1971), na escala 1:50.000 confeccionadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

- 283 fotografias aéreas pancromáticas na escala 1:10.000, obtidas entre 1987 e 1988 pela empresa de aerolevantamentos Terrafoto, por solicitação da ELETROPAULO.
- Imagem não corrigida do sensor TM em fita CCT, cuja data de passagem foi em 21/09/1988, órbita ponto 219/76, quadrante E, bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, para a análise do entorno urbano.
- Imagens em papel TM/LANDSAT, composição colorida RGB 4,5,3, de 03/07/88, órbita ponto 219/76, quadrante E, utilizada para extrair informações com relação ao uso do solo no entorno urbano.
- Dados demográficos do ano de 1989 obtidos a partir de listagens cedidas pela Secretaria Municipal de Planejamento da pesquisa de instrumentação, realizada a cada 2 anos.
- Listagem do levantamento de áreas verdes e praças do ano de 1988 fornecida pela Secretaria de Planejamento de São José dos Campos.

2) Equipamentos

- Mesa óptico-mecânica computadorizada, CARTOFLEX que permite sobrepor mapas e fotografias aéreas corrigindo distorções utilizando um sistema de medidas de coordenadas pegando de 3 a 5 pontos de controle. Permite a estereoscopia e com o sistema de ZOOM, permite a visão ampliada de fotografia aérea.

- Lupa milimetrada utilizada para mensurar tamanho de lotes e outras feições de interesse na fotografia aérea.
- Sistema de Tratamento de Imagens (SITIM) desenvolvido pelo INPE e ENGESPACO.
- Sistema de Informações Geográficas (SGI) desenvolvido pelo INPE e ENGESPACO.

3.3 - METODOLOGIA

A figura 3.2 ilustra a metodologia estabelecida neste trabalho.

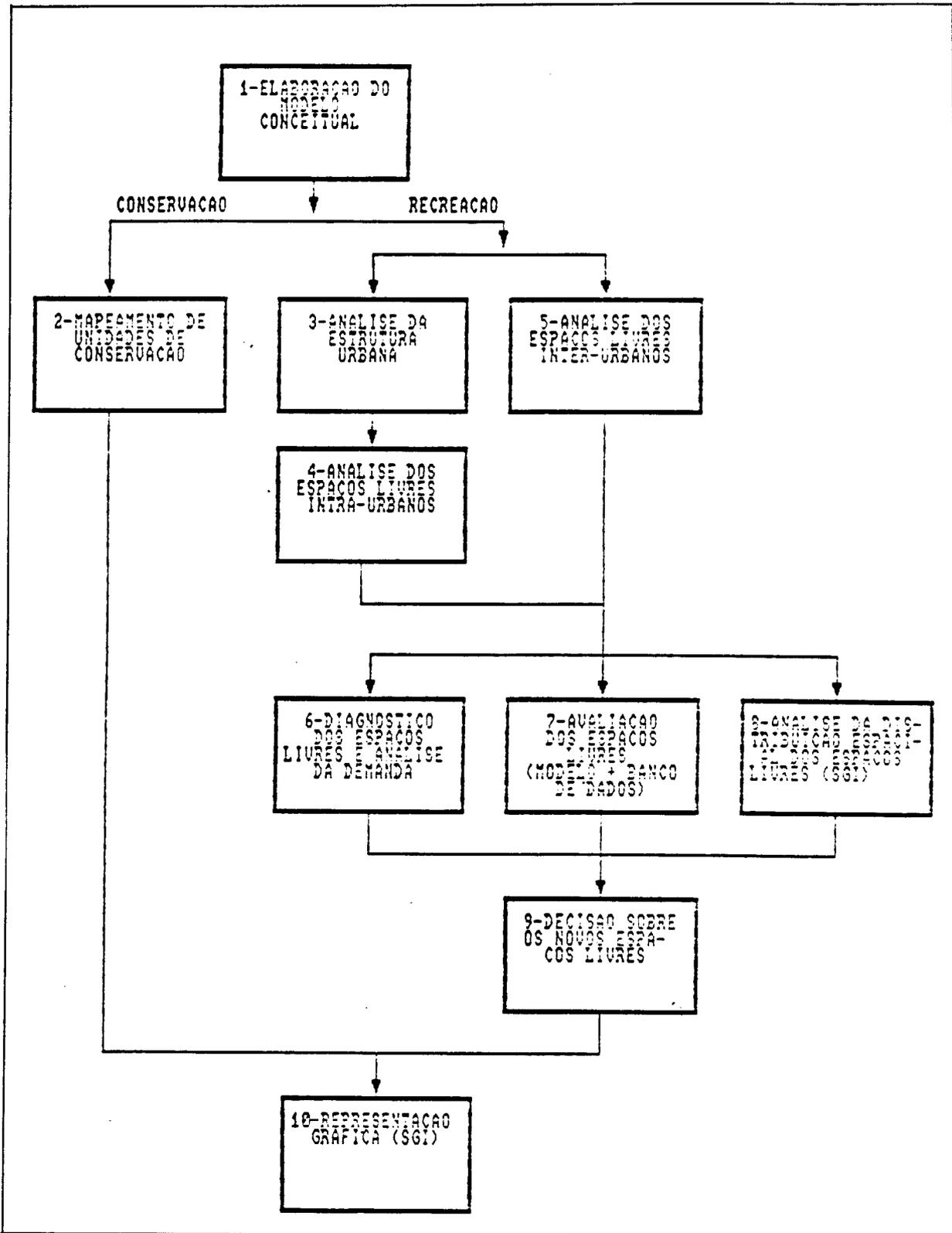


Fig. 3.2 - Metodologia proposta.

O diagrama descreve duas abordagens diferentes para o planejamento de espaços livres, de acordo com a função que desempenham (conservação ou recreação).

As unidades de conservação foram mapeadas utilizando-se dados cartográficos e definidas segundo critérios estabelecidos pela legislação.

Os espaços livres recreacionais foram definidos por padrões revisados na literatura. Muitos dos espaços livres já estavam previamente mapeados e cadastrados necessitando somente de atualização.

A análise e avaliação dos espaços intra-urbanos e inter-urbanos foram feitas de forma diferenciada. Os espaços livres intra-urbanos foram analisados por fotografia aérea e avaliadas para um contexto local, enquanto que os inter-urbanos, de maiores dimensões, foram analisados através de imagens de satélite e avaliados para um contexto mais amplo.

Esta análise dos espaços livres intra-urbanos baseou-se, também, na divisão da cidade em setores residenciais e na quantificação de população residente que demanda os equipamentos.

Foi montado um banco de dados relacional em linguagem dbase contendo as informações inerentes aos espaços livres analisados. Foi embutido em sua estrutura de programação um modelo matemático que calculava notas para cada espaço livre em função de suas características próprias e de cada equipamento considerado. O modelo era alimentado por valores de variáveis contidas no próprio banco.

Paralelamente, entrou-se no SGI com dados georeferenciados relativos aos espaços livres. Estes dados espaciais associados às notas obtidas através do modelo matemático e ao diagnóstico realizado, deram suporte para a decisão sobre o uso dos novos espaços livres.

A descrição das etapas seguidas para a consecução deste trabalho será apresentada detalhadamente, tomando como base o fluxograma da figura 3.2.

3.3.1 - O MODELO CONCEITUAL ELABORADO

Foi elaborado um modelo teórico, no qual os espaços livres são separados em categorias, e dados técnicos são definidos para cada uma delas. Isto com base em pesquisa bibliográfica (referenciados nas tabelas A.2, A.3, A.4, A.5 e A.6 do apêndice da página 124 a 128) e na tentativa de aproximar esses padrões estabelecidos, geralmente para cidades estrangeiras, à realidade do Município de São José dos Campos, cujo processo de urbanização e de organização do espaço possui suas particularidades.

A tabela 3.1 esquematiza o modelo formulado:

TABELA 3.1 - MODELO CONCEITUAL FORMULADO

CATEGORIA	EQUIPAMENTOS	ÁREA NECES- SÁRIA (m ² /HAB)	TAMANHO MÍNIMO	DISTÂNCIA DAS RESI- DÊNCIAS (M)	POSIÇÃO	FUNÇÃO	POPULAÇÃO SERVIDA POR UNIDA- DE
1-PARQUE DE VIZINHANÇA							
a) Parques de Recreio (PV1)	play-ground -escorregador -balanço -trepá-trepá -bancos -caixas de areia, etc.	0,75	450 - 3000 m ²	max 500	visível den- tro da zona residencial	recrea- cional	600 - 1100
b) Campos de Recreio (PV2)	play-field -quadras de esporte -elementos ve- getais -pista para bicicleta -campo de fu- tebol, etc.	0,75	3000 - 10000 m ²	300	dentro da zona resi- dencial	recrea- cional	em média 7000 habitantes
c) Áreas para es- portes (PV3)	-quadras de esporte -pista de atletismo -campo de futebol -elementos ve- getais	5,5	10000 - 80000 m ²	1000	junto ou próximo de escola, na periferia da zona re- sidencial	recrea- cional	para cada 10000 a 15000 ha- bitantes
2-PARQUES DE BAIRRO (PB)	-campos de jo- go para to- das as ida- des -ambiente pa- ra repouso -instalação sanitária -lanchonete, etc.	6,0	8- 20 ha	1500	à margem da zona resi- dencial	predo- minan- temen- te re- crea- cional	para cada 20000 habi- tantes

(continua)

Tabela 3.1 - Conclusão

3-PARQUES DISTRITAIS (PD)	-velódromo -hipódromo -pista de ciclismo -quadras de esporte -zoológico -jardim botânico -lanchonete -restaurante	6,0-7,0	>120 ha	30 min. de veículo	âmbito municipal	predominantemente recreacional	para cada 200.000 habitantes
4-UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	algum equipamento recreacional de uso extensivo	—	—	—	—	conservação	—

FONTE: Baseada em Velasco (1971); Geiser (1975); Burton (1977); Gold (1980); Birkholz (1983) e Difídio (1985).

Em geral, procurou-se não fugir muito dos critérios definidos pela literatura, principalmente com relação aos índices de áreas verdes. Os índices de áreas verdes são referenciais importantes que permitem calcular a demanda pelos equipamentos em questão e fazer um diagnóstico da situação.

Com relação ao tamanho dos espaços livres, optou-se por medidas menores em relação a uma média sugerida pelos autores, principalmente para aqueles de maior porte, devido a escassez de grandes extensões de áreas livres dentro da malha urbana.

Os critérios para a definição de unidades de conservação difere dos demais utilizados para outros equipamentos.

São utilizados critérios estabelecidos pela legislação, descritos no capítulo 2, uma vez que é esta que vai dar garantias quanto a sua destinação.

Os elementos utilizados como critério para definir as unidades de conservação foram:

- 1) declividade- Para a definição de faixas de declividade tomou-se como base o artigo 3º da lei federal nº 6.766 (Brasil, 1982), que proíbe o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou maior que 30%
- 2) faixas não edificáveis- Para a definição das faixa não edificáveis foram tomadas como base as faixas estabelecidas pela lei Federal nº 7.803 (Brasil, 1989) por serem mais restritivas e apresentarem

maior coerência em relação a legislação Municipal. Considera como área de preservação permanente florestas e demais vegetação natural situadas ao longo dos rios ou qualquer curso d'água em faixa marginal, cuja largura mínima varia de acordo com a largura do curso d'água (as medidas destas faixas estão descritas na seção 2.1.3.2 do capítulo 2).

3.3.2 - MAPEAMENTO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Para o mapeamento das unidades de conservação foi necessário trabalhar com cartas planialtimétricas na escala 1:10.000 envolvendo a zona urbana, da qual extraiu-se classes de declividade de interesse e mapeou-se faixas não edificáveis ao longo dos rios. A sobreposição dessas informações teve como resultado o mapeamento das unidades de conservação.

A seguir são descritas as etapas desenvolvidas para o mapeamento de unidades de conservação.

1) Confecção de Cartas de Declividade

O método utilizado para o mapeamento da declividade foi o método proposto por De Biasi (1970), em que a carta topográfica é dividida em pequenas áreas, onde as curvas de nível guardam o mesmo espaçamento horizontal, que é controlado por auxílio de escalas apropriadas (ábacos ou gabaritos).

Utilizou-se como base de dados 17 cartas planialtimétricas na escala 1:10.000, com espaçamento de 5m entre as curvas de nível, correspondentes a zona urbana de São José dos Campos.

A montagem do ábaco requer escolha prévia das classes de intervalo de declividade desejadas.

Neste caso, as classes escolhidas, tendo como base parâmetros definidos pela legislação urbana (Municipal e Federal), foram:

- 1 - < 5%
- 2 - 5 - 10%
- 3 - 10 - 15%
- 4 - 15 - 30%
- 5 - > 30%

Embora o SGI permita gerar um PI (Plano de Informação) declividade a partir de dados planialtimétricos, esta possibilidade foi descartada devido a não-operacionalidade do sistema frente ao volume de dados existente.

2) Extração de faixas não edificáveis

Este trabalho foi realizado manualmente para os cursos d'água contidos em cada uma das 17 cartas topográficas na escala 1:10.000. A confecção destas cartas envolveu o uso de papel transparente e papel melimetrado para a padronização das distâncias estabelecidas pelo código Florestal.

3) Integração de Dados

A integração dos mapas temáticos se deu no ambiente do SGI onde dois Planos de Informações foram gerados separadamente, um plano de declividade e outro com faixas não edificáveis. A entrada de dados deu-se via mesa digitalizadora

Para o plano declividade consideram-se apenas duas classes: uma com polígonos pertencentes a classe com declividade superior a 30% e outra com polígonos pertencentes as classes com declividade inferior a 30%.

Para o plano de faixas não edificáveis apenas uma classe foi definida, que eram as próprias faixas de distância ao longo dos rios, definidas em função da largura dos mesmos.

Como saída obteve-se um mapa (no formato vetorial), no qual foi atribuída uma única cor para os polígonos do plano declividade pertencentes a classe com declividade superior a 30% e do plano de faixas não edificáveis para a única classe contida neste plano. Uma vez que essas classes foram escolhidas para definir as unidades de conservação, a soma delas resultou num mapa com as unidades de conservação.

3.3.3 - ANÁLISE DA ESTRUTURA URBANA

A análise da estrutura urbana foi realizada utilizando-se cartas planialtimétricas na escala 1:10.000, onde estão dispostos os arruamentos pertencentes a estrutura urbana até a data da confecção da mesma (1978), e fotografia aérea na mesma escala do ano de 1988.

Para a utilização destas cartas na análise urbana, foi necessário, em primeiro lugar, fazer sua atualização. Para isto utilizou-se dados de fotografia aérea de 1988 e um equipamento (CARTOFLEX) que permitisse sobrepor as cartas com as aerofotos.

Neste trabalho a análise da estrutura urbana tem como objetivo a setorização do espaço urbano e a estimativa populacional dos setores, elementos importantes para o dimensionamento e localização de equipamentos urbanos de uso coletivo.

A seguir discorre-se sobre a atualização da estrutura urbana nos mapas 1:10.000, setorização e estimativa populacional.

3.3.3.1 - ATUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DA ESTRUTURA URBANA

A atualização foi realizada com informações de fotografia aérea na escala 1:10.000 de 1988 e projetadas na carta de 1978. O equipamento utilizado nesta operação de atualização foi o CARTOFLEX (um tipo de mesa óptica-mecânica computadorizada).

As fotografias usadas para a produção (ou atualização) de mapas são sobrepostas ao mapa de forma que, através de movimentos de rotação, inclinação ou de variação da magnitude do mapa ou da fotografia, são encontrados pontos coincidentes. Tanto a carta como as fotografias podem ser vistas conjuntamente.

O CARTOFLEX permite corrigir distorções entre foto e mapa, utilizando um sistema de medidas de coordenadas usando de 3 a 5 pontos de controle no mapa e na aerofoto.

O número de pontos de controle necessários depende do tamanho das distorções entre a fotografia original e o mapa. Três pontos de controle são suficientes para pequenas correções, cinco pontos são recomendados para grandes correções.

Os elementos atualizados através deste processo foram os espaços livres e os limites urbanos.

3.3.3.2 - SETORIZAÇÃO

O método utilizado para a setorização do espaço urbano foi o método das zonas homogêneas descrito na seção 2.2 proposto por Kurkdjian (1987) em que a divisão da cidade em setores homogêneos se dá através da análise de elementos texturais de fotografia aérea.

Os elementos utilizados neste trabalho para definir os setores homogêneos foram:

- a) Topografia - Foi analisada com estereoscópio (CARTOFLEX) através do par estereoscópico de aerofotos e, que permitem a visão tridimensional. Esta visão apresenta exaúeros verticais que facilitam a identificação de setores homogêneos quanto a topografia. Topografias planas, inclinadas, fortemente inclinadas e encostas, fazem parte do conjunto de elementos que delimitam os setores.
- b) Traçado do sistema viário - Através da fotointerpretação foi possível obter informações acerca do sistema viário dos diferentes setores residenciais homogêneos, bem como das ligações deste setor com o restante da trama urbana.

Foi possível obter informações quanto a largura das pistas de rolamento, e também da presença ou ausência dos canteiros centrais e do número de pistas. Dessa forma foi possível discriminar entre as vias de diferentes intensidades de tráfego. Vias expressas, grandes avenidas

ligando bairros, devem ser utilizados como elementos para a delimitação dos setores residenciais. O CARTOFLEX é um equipamento importante para esta análise pois possui um sistema de zoom que permite a ampliação dos elementos de análise.

- c) Tipo de construção - Esta informação pode ser extraída dos pares estereoscópicos. Neste caso o CARTOFLEX apresenta recursos importantes para este tipo de análise como a ampliação e estereoscopia que facilita a discriminação de tipos diferentes de construções (casas geminadas, térreas com pavimentos ou edifícios).

As casas geminadas podem ser diferenciadas das isoladas pela presença de muros divisórios e número de entrada de automóveis.

Casas térreas são distinguidas das casas de pavimentos bem como dos edifícios através de estereoscopia.

- d) Densidade residencial - Esta informação pode ser extraída visualmente da fotografia aérea e depois quantificada. Critérios como muito denso, denso e pouco denso podem ser utilizados comparativamente entre setores.
- e) Tamanho das residências - O tamanho das residências é um dos principais definidores de homogeneidade de textura fotográfica.

É possível distinguir, quanto ao tamanho, classes de residências muito grande ($> 300 \text{ m}^2$), grande ($300 - 200 \text{ m}^2$), média ($200 - 130 \text{ m}^2$), pequena ($130 - 50 \text{ m}^2$) e muito pequena ($< 50 \text{ m}^2$).

- f) Tamanho dos lotes - Existe uma forte ligação entre tamanho dos lotes e tamanho das residências, sendo o segundo mais dificilmente mensurável devido as formas irregulares que as residências podem assumir, presença de árvores impedindo uma perfeita delimitação da área e a pequena dimensão de algumas classes residenciais.

As medidas dos lotes foram realizadas com auxílio de lupa milimetrada.

- g) Uso do solo - Neste trabalho a classe de uso do solo de interesse foi a classe residencial. As Áreas de uso industrial não foram delimitadas e as classes de uso único/residencial foram separadas daquelas de uso misto. Segundo Kurkdjian (1987) setores residenciais de uso único têm textura fotográfica mais homogênea que os de uso misto, uma vez que usos distintos implicam em espaços arquitetônicos também distintos. Grandes pátios de estacionamento e grandes volumes de tráfego vistos pela fotografia aérea, podem indicar de forma indireta o uso não residencial das edificações.

Outro elemento que pode ser decisivo para esta análise é o conhecimento da área de estudo pelo fotointérprete.

Outros elementos que podem servir para delimitar os setores são as barreiras físicas naturais ou não. Alguns elementos como a topografia e o sistema viário já foram mencionados, mas existem outros que podem ser extraídos pela fotointerpretação e estereoscopia, entre eles estão as linhas de transmissão de energia, córregos, etc.

A divisão da cidade em setores resultou da utilização do método das áreas homogêneas, cujos elementos analisados estão descritos acima, e de um refinamento da setorização utilizada pela Secretaria de Planejamento do Município de São José dos Campos.

A Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de São José dos Campos trabalha com a cidade dividida em 30 setores sócio-econômicos. Esta setorização, a grosso modo, foi compatível com a setorização realizada através do método de áreas homogêneas, que se constituem, assim, num refinamento da setorização utilizada pelos planejadores da cidade.

Para que as informações deste trabalho possam ser utilizadas mais facilmente pelos técnicos responsáveis pelo planejamento do Município, optou-se por trabalhar com um referencial compatível com aquele utilizado pela Secretaria Municipal de Planejamento. Assim, definiu-se como setor aqueles estabelecidos pela Prefeitura e subsetor o resultado do refinamento do primeiro (setores homogêneos).

Os setores são referenciados por números que vão do 1 ao 30, de acordo com a Prefeitura, e neste trabalho os subsetores utilizam um prefixo correspondente ao número do setor mais um segundo algarismo que os diferenciam dos demais subsetores pertencentes ao mesmo setor.

O setor nº 1, por exemplo, está dividido em 5 subsetores: 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 e 1.5. O primeiro número corresponde ao número do setor e o segundo ao do subsetor.

O CARTOFLEX foi utilizado para delimitar os subsetores nas 17 cartas planialtimétricas que continham informações sobre a estrutura urbana.

3.3.3.3 - ESTIMATIVA POPULACIONAL

Para a estimativa populacional foram utilizados dados da Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de São José dos Campos (1989) e dados de fotografia aérea (1988).

Os dados populacionais da Prefeitura estão disponíveis por setor, são dados coletados por pesquisa de instrumentação in situ.

Neste trabalho definiram-se as populações dos subsetores através das aerofotos e dos dados da pesquisa de instrumentação.

Embora os setores, na maioria das vezes, não apresentassem uniformidade quanto a densidade residencial e tamanho dos lotes, em toda sua extensão, apresentavam-na em grande parte de sua área. Os subsetores que apresentaram diferenças com relação a um padrão majoritário tinham suas residências contadas diretamente na fotografia. O número de residências era multiplicado por um fator (média de indivíduos por família, dado fornecido pela Secretaria de Planejamento de São José dos Campos), obtendo-se, assim, o número de habitantes total dentro daquele subsetor.

Para os outros subsetores, que apresentavam homogeneidade com relação a densidade residencial dentro de um setor, foram utilizados os dados da estimativa populacional da pesquisa de instrumentação.

3.3.4 - ANÁLISE DOS ESPAÇOS LIVRES INTRA-URBANOS

1) Levantamento de Áreas

Nesta etapa foram levantadas, analisadas e avaliadas, com o propósito de identificar as áreas prioritárias para serem equipadas como espaços livres para recreação, apenas as áreas públicas.

O método poderá ser aplicado para incluir também os espaços livres existentes na cidade, de propriedade privada.

O levantamento dos espaços livres intraurbanos foi realizado através de consulta à listagem de dados pré-existentes da Prefeitura Municipal de São José dos Campos em que alguns elementos de cada área cadastrada eram fornecidos como: tamanho, equipamentos existentes e uso (disponível e urbanizada). Foram utilizadas, ainda, carta 1:15.000 (apenas para consulta, por apresentar problemas cartográficos) com a localização de cada uma das áreas, cartas 1:10.000; e fotografias aéreas em escala 1:10.000.

Foi necessária a atualização dos espaços livres nas cartas 1:10.000 utilizando-se dados de fotografia aérea e o CARTOFLEX.

2) Análise das Áreas

As áreas contidas no cadastro fornecido pela prefeitura Municipal foram projetadas na carta 1:10.000 e sua análise foi feita através de fotografia aérea, do próprio documento fornecido pela Prefeitura e pelo registro cartográfico (carta 1:15.000 e 1:10.000).

As áreas foram analisadas segundo os critérios estabelecidos na tabela 3.1. Os elementos de análise foram:

- a) Tamanho - O tamanho das áreas foi calculado através de programa de cálculo de área do equipamento CARTOFLEX. A média entre três medidas efetuadas foi calculada e utilizada como dado de área para os terrenos públicos em questão.
- b) Área útil - A área de um espaço livre pode diferir de sua área útil. No conceito de área útil está embutida a questão da forma, onde são descartadas formas muito irregulares que dificilmente poderiam ser aproveitadas para a instalação de equipamentos recreacionais. É o caso de formas muito estreitas e alongadas, ou de áreas com bordas muito recortadas.

O conceito de área útil pode variar com a dimensão do objeto analisado. Áreas grandes tendem a ter uma área útil mais próxima de sua área original, enquanto que as áreas pequenas, no caso daquelas muito estreitas ou com as bordas irregulares, tendem a ter uma área útil diferente daquela do terreno original.

- c) Posição em relação ao sistema viário. As vias urbanas podem ser classificadas em : vias locais, coletoras, expressas e arteriais segundo as normas da ABNT (1976).

Vias locais - São todas as ruas usadas para acesso direto às áreas residenciais, comerciais e industriais. A continuidade nas áreas residenciais não é importante, mas as ruas devem prover fácil acesso aos lotes lin-

deiros e ligação com ruas coletoras.

Vias coletoras - Incluem todas as ruas que servem para trânsito entre as vias arteriais e locais. Há necessidade de prever certa continuidade entre ruas coletoras para que áreas vizinhas não fiquem isoladas.

Vias arteriais - São vias que ligam áreas de geração de trânsito ou as principais rodovias que dão acesso a cidade; devem estar integradas no Sistema de Vias Expressas para permitir uma boa distribuição e repartição de trânsito nas ruas coletoras e locais.

Vias Expressas - São vias com duas ou mais faixas de trânsito em cada sentido, com acesso total ou parcialmente controlado.

Devem ser analisados na fotografia aérea elementos como largura, número de pistas, presença de canteiros, comprimento, forma da rodovia, de forma que se possa classificar as rodovias adjacentes aos espaços livres.

- d) Posição com relação às residências dos setores - Foram classificadas em: central, periférica e intermediária. Essa análise foi realizada na carta 1:10.000, uma vez delimitados os setores.
- e) Posição com relação aos setores vizinhos - As áreas livres foram classificadas como central ou periférica na carta 1:10.000.
- f) Uso - Os espaços livres foram classificados quanto ao uso em urbanizados e disponíveis. As áreas disponíveis são as áreas públicas desprovidas de equipamentos e que estão reservadas

para uso recreacional. As urbanizadas são as áreas que contêm equipamentos e exercem sua função recreacional.

- g) Declividade - Foram utilizadas as cartas de declividades geradas na fase anterior. As cartas de declividade foram sobrepostas as áreas livres de onde calculou-se as porcentagens de área dentro de cada faixa de declividade.
- h) População no Raio de Influência - Cada equipamento possui um raio de serviço que varia de acordo com o porte do mesmo. Para PV1 este raio é de 500 m, para PV2 é de 800 m, para PV3 é de 1.000 m e para PB é de 1.500 m. A população dentro desses raios foi calculada a partir de dados de densidade populacional e de área de cada setor que cada raio abrangia. Para os equipamentos de menor porte, alguns elementos como, por exemplo, rodovias federais ou estaduais, grandes extensões de espaços desocupados, rios, córregos, etc., foram considerados como barreiras que impediam o acesso da população dos setores vizinhos aos espaços livres. Essa população não foi computada no cálculo de população no raio de influência, embora tenha sido envolvida pelo mesmo.

3.3.5 - ANÁLISE DOS ESPAÇOS LIVRES INTER-URBANOS

1) Levantamento de Áreas

O levantamento de áreas disponíveis foi realizado através de consulta a técnicos da Prefeitura Municipal e dados de produtos orbitais. Optou-se por áreas que

apresentassem elementos atrativos como água, relevo, vegetação ou a própria paisagem. Outro elemento que favoreceu a escolha de algumas áreas foi o fato delas pertencerem, pelo menos em parte, ao poder público.

Áreas próximas aos limites do Município também foram selecionadas devido a possibilidade de funcionarem como tampão entre regiões de possível conurbação.

Essas áreas foram delimitadas na escala 1:50.000 tendo como base mapas topográficos do IBGE.

2) Análise de Áreas

As áreas foram analisadas dentro de um contexto mais amplo em que o espaço urbano é visto como um todo em relação com seu entorno. Os elementos analisados foram:

- a) Tamanho - Essas áreas foram medidas através de malhas com células medindo 0.4 cm. As células compreendidas dentro dos limites do espaço livre eram contadas. O total era multiplicado por um fator de escala, obtendo-se, assim, como resultado, o tamanho da área.
- b) Posição em relação ao sistema viário inter-urbano - Esta análise foi obtida através de mapa rodoviário, na escala 1:50.000 contendo informações sobre tipos de estradas (federais, estaduais, municipais, vicinais, etc.) e suas condições (se asfaltada ou não).

Os elementos analisados foram: Assistido (conectado pela malha viária): tempo de viagem < 30 minutos; Assistido pela malha viária: tempo de viagem > 30 minutos; não assistido pela malha viária mas facilmente conectável: tempo de viagem < 30 minutos; não assistido pela malha viária mas facilmente conectável: tempo > 30 minutos; não assistido pela malha viária e dificilmente conectável.

- c) Uso do solo - A classificação do uso do solo das áreas delimitadas e de seu entorno foi realizada através de interpretação visual de imagem orbital em papel na escala 1:100.000, composição colorida RGB TM 4,5,3, e de imagens na tela do sistema SITIM-150.

Analisou-se nas áreas a presença de condições naturais desejáveis como água, vegetação, relevo próprio, etc.; e a presença de condições negativas como aterros, indústrias poluidoras, aeroportos, etc.

Foi feita também uma análise da relação espacial entre a área de interesse e a estrutura urbana geral.

- d) Declividade- As classes de declividade de interesse foram duas: áreas com declividade > 30% e áreas com declividade < 30%. O método utilizado foi o mesmo descrito na seção 3.3.2. A escala de trabalho neste caso foi 1:50.000.

A partir da carta de declividade calculou-se a porcentagem de área pertencente a cada uma das duas classes definidas acima.

3.3.6 - AVALIAÇÃO DOS ESPAÇOS LIVRES

Após a análise de cada uma das áreas, montou-se um banco de dados, onde os elementos de análise relativos a elas foram organizados em tabelas.

Considerando-se os parâmetros topografia, área útil, localização residencial, setorial e com relação ao sistema viário, determinou-se os coeficientes de utilidade de cada área em relação a possíveis usos.

Foi concebido um modelo matemático cujo objetivo era calcular notas ou um coeficiente de utilidade para cada uma das áreas em função de cada tipo de equipamento. O modelo matemático elaborado nada mais é do que uma média ponderada entre os pesos atribuídos a parâmetros, segundo sua importância para cada tipo de equipamento, e as notas para as variações que podem existir para cada parâmetro em torno de um valor ideal segundo o tipo de equipamento considerado.

O cálculo das médias das áreas por equipamento é realizado pelo próprio banco de dados, onde foram montadas, além da tabela com os elementos de análise dos espaços livres, tabelas com os pesos dos parâmetros utilizados e com as notas para as variações que estes parâmetros podem assumir.

A seguir discorre-se sobre o modelo matemático e o banco de dados utilizados.

3.3.6.1 - O MODELO MATEMÁTICO UTILIZADO

Construiu-se um banco de dados relacional, que, a partir de pesos pré-estabelecidos avaliou os itens relevantes a cada equipamento. Calculou-se os índices através de média ponderada, usando-se a seguinte fórmula:

$$U(i,j) = \frac{\sum_{n=1}^N w_n \cdot P_{nm}}{\sum_{n=1}^N w_n}$$

onde,

$m = 1, 2, \dots, M$

$U(i,j)$ = Utilidade de usar a área i para o uso j

w_n = Peso dos n parâmetros

P_{nm} = Nota das m variações dos n parâmetros

No caso de uma aplicação envolvendo maior quantidade de dados, os coeficientes servem como parâmetros de entrada para a implantação de um modelo matemático de programação inteira zero-um.

3.3.6.2 - O BANCO DE DADOS UTILIZADO

O Banco de Dados é um sistema de armazenamento de dados baseado em computador, com objetivo de registrar, manipular, atualizar e manter informações.

O tipo de banco de dados utilizado é o relacional, onde os dados são armazenados por tabela, e a linguagem computacional utilizada foi dbase.

Os arquivos foram montados em três tabelas onde estão dispostos os dados utilizados na determinação do coeficiente de utilidade para cada área com relação aos vários tipos de uso.

A primeira tabela, denominada tabela de localização que contém dados gerados a partir da análise dos parâmetros das áreas, é exemplificada a seguir:

TABELA 3.2 - TABELA DE LOCALIZAÇÃO

ÁREA	01	02	03	04	05
ÍNDICE	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5
NOME	Pça Afonso Pena	Pça João Pessoa	Pça João Mendes	Pça Cônego Lima	Pça Maurício Cury
SEIOR	1	1	1	1	1
SUBSEIOR	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
BAIRORO	Centro	Centro	Centro	Centro	Centro
USO	Urbanizada	Urbanizada	Urbanizada	Urbanizada	Urbanizada
EQUIPAMENTOS	Playground, iluminação, calçamento, bancos.	Calçamento, bancos, fontes	calçamento, bancos, sanitários, iluminação	calçamento, bancos, iluminação, posto telefônico	arborização, calçamento, escultura
POPULAÇÃO R1	3.663	4.987	2.903	3.875	3.765
POPULAÇÃO R2	11.875	12.706	9.975	10.867	12.874
POPULAÇÃO R3	26.769	21.895	17.090	23.049	26.781
POPULAÇÃO R4	36.817	25.609	24.007	31.342	33.987
ÁREA ÚTIL (M ²)	12.900	1.300	3.320	3.200	1.200

(continua)

Tabela 3.2 - Conclusão

LOCALIZAÇÃO RESIDENCIAL	Intermediária	Periférica	Intermediária	Periférica	Intermediária	Periférica
LOCALIZAÇÃO SETORIAL	Periférica	Periférica	Periférica	Periférica	Central	Central
POSIÇÃO SV INTRA-URBANO	Coletora	Coletora	Local	Coletora	Coletora	Coletora
POSIÇÃO SV INTER-URBANO	_____	_____	_____	_____	_____	_____
USO DO SOLO (1)	_____	_____	_____	_____	_____	_____
USO DO SOLO (2)	_____	_____	_____	_____	_____	_____
DECLIVIDADE	< 5% -100%	< 5% - 100%	< 5% - 100%	< 5% - 100%	< 5% - 100%	< 5% - 100%

Para que as áreas sejam avaliadas é necessário que elas passem por um processo de pré-seleção, em que algumas restrições são impostas. Neste caso, garante-se a exclusão de áreas impróprias para serem utilizadas com equipamentos de recreação. Estas restrições estão descritas na tabela abaixo:

TABELA 3.3 - REQUISITOS PARA A PRÉ-SELEÇÃO

VARIÁVEIS	PV1	PV2	PV3	PB	PD
ÁREA (M ²)	> 450	> 3.000	> 20.000	> 80.000	> 400.000
POPULAÇÃO SERVIDA NO RAIO DE IN- INFLUÊNCIA	> 600	> 4.000	> 10.000	> 20.000	----
DECLIVIDADE	pelo menos 450 m ² 15%	pelo menos 1.500 m ² <15%	pelo menos 10.000 m ² < 15%	pelo menos 40.000 m ² < 30%	pelo menos 200.000 m ² < 30%

As áreas que não preenchem os requisitos exigidos (de área, população servida no raio de influência e declividade) para um determinado equipamento são imediatamente descartadas só podendo entrar no processo de avaliação para outro tipo de equipamento, se puder atender a todas as exigências requeridas da tabela acima para este novo equipamento.

A tabela acima entrou no banco de dados como programa e não como tabela de arquivo.

A segunda tabela (tabela 3.4) foi denominada de tabela de peso dos parâmetros, em que cada parâmetro possui um peso específico para cada tipo de equipamento.

TABELA 3.4 - TABELA DE PESO DOS PARÂMETROS

PARÂMETROS/EQUIPAMENTOS	PV1	PV2	PV3	PB	PD
1-POSIÇÃO EM RELAÇÃO AO SISTEMA VIÁRIO INTRA-URBANO	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0
2-POSIÇÃO EM RELAÇÃO AO SISTEMA VIÁRIO INTER-URBANO	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
3-POSIÇÃO EM RELAÇÃO AS RESIDÊNCIAS DO SETOR	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0
4-POSIÇÃO EM RELAÇÃO AOS SETORES VIZINHOS	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0
5-DECLIVIDADE	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6-ÁREA ÚTIL	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
7-USO DO SOLO (1)	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
8-USO DO SOLO (2)	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0

Como pode ser observado, nesta tabela só existem dois pesos para os parâmetros, 0 ou 1.

O peso 0 é assumido em função da não relevância de determinado parâmetro para um equipamento. Por exemplo, o parâmetro posição em relação aos setores vizinhos para PV1 e PV2 não faz sentido uma vez que a análise destes equipamentos é feita a nível de subsetor. Dado peso 0 para um parâmetro, este não entra no cálculo da média ponderada e não influencia o resultado.

Foi dado peso 1 para todos os parâmetros considerados relevantes para a avaliação pois, considerou-se que todos os parâmetros tinham a mesma importância. Caso o planejador ache que um determinado parâmetro deve exercer uma influência maior ou menor na determinação do coeficiente de utilidade, o peso pode ser dado de maneira diferenciada para cada um deles, sendo o de maior peso aquele que julgar mais importante.

A terceira tabela é a que dá notas para as variações dos parâmetros em função de cada tipo de equipamento:

TABELA 3.5 - TABELA DE NOTAS DAS VARIAÇÕES DOS PARÂMETROS

ATRIBUTOS		PV1	PV2	PV3	PB	PD
1-POSIÇÃO EM RELAÇÃO AO SV INTRA-URBANO	VIAS LOCAIS	1,0	1,0	0,0	0,0	-1,0
	VIAS COLETORAS	0,0	0,5	1,0	0,0	-1,0
	VIAS EXPRESSAS	0,0	0,0	1,0	1,0	-1,0
2-POSIÇÃO EM RELAÇÃO AO SV INTER-URBANO	ASSISTIDO (CONECTADO) PELA MALHA VIÁRIA (T < 30 MIN)	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	1,0
	ASSISTIDO PELA MALHA VIÁ- RIA (T > 30 MIN)	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	0,5
	NÃO ASSISTIDO PELA MALHA VIÁRIA MAS FACILMENTE CO- NECTÁVEL (T < 30 MIN)	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	0,75
	NÃO ASSISTIDO PELA MALHA VIÁRIA MAS FACILMENTE CO- NECTÁVEL (T > 30 MIN)	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	0,25
	NÃO ASSISTIDO PELA MALHA VIÁRIA E DIFICILMENTE CO- NECTÁVEL	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	0,0
3-POSIÇÃO EM RELAÇÃO AS RESIDÊNCIAS DO SETOR	CENTRAL	1,0	1,0	0,0	-1,0	-1,0
	INTERMEDIÁRIO	0,7	1,0	0,5	-1,0	-1,0
	PERIFÉRICO	0,5	1,0	1,0	-1,0	-1,0
4-POSIÇÃO EM RELAÇÃO AOS SETORES VIZI- NHOS	CENTRAL	-1,0	-1,0	1,0	0,5	-1,0
	PERIFÉRICO	-1,0	-1,0	0,0	1,0	-1,0

(continua)

Tabela 3.5 - Conclusão

6-ÁREA ÚTIL (HA)	0,045 - 0,12	1,0	0,0	-1,0	-1,0	-1,0
	0,12 - 0,30	0,5	0,0	-1,0	-1,0	-1,0
	0,30 - 0,80	0,0	1,0	-1,0	-1,0	-1,0
	0,80 - 1,00	0,0	0,5	-1,0	-1,0	-1,0
	1,00 - 2,00	0,0	0,0	-1,0	-1,0	-1,0
	2,00 - 5,00	0,0	0,0	0,5	-1,0	-1,0
	5,00 - 7,50	0,0	0,0	0,5	-1,0	-1,0
	7,50 - 8,00	0,0	0,0	0,5	-1,0	-1,0
	8,00 - 8,50	0,0	0,0	0,5	0,5	-1,0
	8,50 - 10,00	0,0	0,0	0,0	0,5	-1,0
	10,00 - 20,00	0,0	0,0	0,0	1,0	-1,0
	20,00 - 30,00	0,0	0,0	0,0	0,5	-1,0
	30,00 - 40,00	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0
	> 40	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
7-USO DO SOLO (1)	PRESENÇA DE RECURSOS NATURAIS COMO ÁGUA, PAISAGEM VEGETAÇÃO, RELEVO	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	1,0
	NÃO EXISTÊNCIA DE RECURSOS NATURAIS APRAZÍVEIS	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	0,0
8-USO DO SOLO (2)	EXISTÊNCIA DE CONDIÇÕES NEGATIVAS TALS COMO ATERROS, AEROPORTOS, INDÚSTRIAS POLUIDORAS, ETC.	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	0,0
	NÃO EXISTÊNCIA DE CONDIÇÕES NEGATIVAS	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	1,0

A atribuição de notas para as variações dos parâmetros baseou-se no modelo teórico desenvolvido, esquematizado na tabela 3.1

Foi dada nota zero para as variações que um parâmetro podia assumir quando se afastavam muito de um valor considerado ideal para um determinado tipo de equipamento. A nota tendia a 1 quando a variável do parâmetro aproximava-se do valor ideal.

A nota -1 foi dada para variações que não deveriam ser consideradas no cálculo da média para um determinado equipamento.

O parâmetro declividade não se encontra na tabela pois não possui uma nota fixa. A sua nota é resultado do cálculo da seguinte fórmula:

$$\text{Peso do parâmetro} = \frac{\sum_{n=1}^N dn \times P}{\sum_{n=1}^N dn}$$

declividade

onde,

- dn é a porcentagem de área dentro das n faixas de declividade, e P é o peso da faixa de declividade por equipamento descritos na tabela 3.6:

TABELA 3.6 - TABELA DE PESOS DA DECLIVIDADE PARA DIFERENTES TIPOS DE EQUIPAMENTO

DECLIVIDADE	PV1	PV2	PV3	PB	PD
0 - 10 %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
10 - 15 %	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0
15 - 30 %	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0
> 30%	-1,0	-1,0	-1,0	0,0	1,0

Assim, uma determinada área cujos valores dos parâmetros aproximam-se dos considerados ideais para um determinado tipo de equipamento, no cálculo da média ponderada, tenderá a ganhar uma nota máxima, neste caso 1. O inverso ocorrerá para as áreas cujos valores das variações dos parâmetros distarem muito dos valores ideais, tendendo a um coeficiente de utilidade igual a zero para o equipamento em questão.

3.3.7 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

A representação gráfica dos espaços livres se deu através da digitalização dos mapas atualizados da estrutura urbana contendo informações sobre os espaços livres, setores, rede de drenagem, sistema viário e limites da zona urbana. Cada um desses elementos constituiram diferentes planos de informações do projeto definido no SGI.

Para os espaços livres inter-urbanos, devido a diferenças de escala e ao nível de detalhamento requerido, montou-se um novo projeto com 4 planos de informação: espaços livres, e limites de Município, sistema viário principal e drenagem principal.

Todos os planos foram digitalizados no formato vetorial e nenhum deles foi convertido para o formato raster. O objetivo deste trabalho com relação ao SGI foi o armanejamento de dados georeferenciados, a obtenção de visão espacial do conjunto urbano e interface do SGI com um banco de dados para resolver problemas relacionados ao planejamento de espaços livres urbanos.

3.3.8 - INTERFACE ENTRE O SGI E O BANCO DE DADOS

Utilizou-se também um Banco de Dados desenvolvido como um subsistema do SGI, que permite resgatar, a partir de elementos da tela, via cursor, informações acerca de polígonos de um plano de informação ativo no sistema.

O software desenvolvido permite gerar planos de informações classificados a partir do plano que está ativo e de um arquivo de regras.

Foram atribuídos rótulos iguais para os espaços livres no SGI e no banco de dados. Esses rótulos funcionaram como ponte entre esses dois sistemas e com o banco de dados gerado para a obtenção do coeficiente de utilidade dos espaços livres, o que não é gerado pelo SGI ou pelo Banco de Dados intrínscico a ele.

Os resultados dos cálculos realizados pelo modelo foram dispostos em tabelas nas quais as áreas eram referenciadas pelo mesmo rótulo no SGI e em seu subsistema. Assim, foi possível identificar sua localização na estrutura urbana.

3.3.9 - ÍNDICES DE ÁREAS VERDES

Os índices de áreas verdes são instrumentos que permitem comparações entre um modelo ideal e a situação real da área de estudo em questão.

Os índices devem ser utilizados como guias para questões complexas, proporcionando um ponto de partida, tornando concreto algo intangível (Godbey, 1978). São facilmente entendidos e por isso proporcionam uma maneira simples de passar informação ao público.

Embora sejam ferramentas úteis neste tipo de abordagem, não são suficientes quando se considera a distribuição dos espaços livres. Pode-se obter índices próximos dos ideais quando considera-se um número absoluto para toda a cidade. Em compensação, este índice pode estar muito distante do ideal quando a análise é feita por regiões, entrando questões como a da distribuição da população e a dos próprios espaços livres.

Os índices de áreas verdes para os diferentes tipos de espaços livres estão dispostos na tabela 3.1

Com base nestes índices é possível calcular a demanda por espaços livres, de uma forma geral, uma vez calculada a população da cidade e a área total que os espaços livres ocupam.

O cálculo da demanda é feito da seguinte forma:

$$\text{demanda (m}^2\text{)} = \text{índice (m}^2\text{/habitante)} \quad \times \quad \text{n}^{\circ} \quad \text{de} \\ \text{habitantes}$$

3.3.10 - DECISÃO SOBRE O USO DOS ESPAÇOS LIVRES

A decisão sobre o uso das áreas livres baseou-se no diagnóstico realizado para a cidade, em que índices de áreas verdes foram obtidos e comparados aos índices propostos no modelo conceitual. O índice foi calculado para cada subsetor, quando se tratava de equipamentos de uso localizado, para os setores e para a cidade, no caso dos equipamentos maiores. Assim, foram gerados dados sobre a demanda dos equipamentos para subsetores, setores e para a cidade como um todo.

De posse desses dados, foi obtida uma listagem com as notas, de cada área para cada tipo de equipamento, calculadas pelo modelo.

A decisão sobre o uso das áreas livres baseou-se na análise da demanda, dos coeficientes de utilidade obtidos e da informação visual dos espaços livres com relação a sua distribuição espacial

O banco de dados do SGI permitiu que se gerassem arquivos de regras em que 5 planos de informações eram gerados separadamente para cada tipo de equipamento. Nesses arquivos os espaços livres eram classificados, tomando como base na listagem de resultados (com as notas obtidas através do cálculo do modelo). Três classes foram estabelecidas:

- 1) Classe de espaços livres com média $> 0,8$ e $\leq 1,0$
- 2) Classe de espaços livres com média $\geq 0,5$ e $\leq 0,8$
- 3) Classe de espaços livres com média $< 0,5$.

Essas classes foram visualizadas em planos diferentes no SGI, correspondentes a cada categoria de espaço livre.

A escolha de áreas para cada tipo de uso foi feita considerando-se as notas obtidas, a distribuição espacial e a demanda obtida através dos índices de áreas verdes.

Após a escolha das áreas e dos equipamentos a serem implantados nas mesmas, o sistema não permitiu que as áreas não escolhidas fossem automaticamente apagadas do plano de informação em que estavam inseridas. Portanto, foi necessário realizar esta tarefa manualmente.

No processo de seleção de áreas, a interação entre SGI, seu Banco de Dados e o Banco de Dados especialmente desenvolvido para este trabalho, permitiu analisar a solução fornecida pelo modelo que gerou os coeficientes de utilidade das áreas, sob a ótica de sua distribuição espacial. Permitiu também visualizar a solução final escolhida.

O resultado do processo de planejamento dos espaços livres (de recreação e conservação) é representado graficamente na tela da UVI ou através da "plotter" em papel.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1- SETORES URBANOS

Como resultado da aplicação do método das zonas homogêneas obteve-se um total de 196 subsetores homogêneos utilizados como unidade básica de planejamento para os espaços livres de São José dos Campos.

Esses 196 subsetores homogêneos são também resultado do refinamento da setorização realizada pela prefeitura que divide a cidade em 30 setores.

Os subsetores foram digitalizados na forma vetorial em mesa digitalizadora constituindo um Plano de Informação, entre outros, que compõe um Projeto no Sistema Geográfico de Informações.

A figura C.1 do apêndice mostra a divisão da cidade em setores.

4.2- POPULAÇÃO URBANA

Para a estimativa populacional, como já foi dito no capítulo anterior, foram utilizados dados da Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de São José dos Campos e dados de fotografia aérea.

A nível do levantamento populacional para a cidade como um todo, foi utilizado o dado da Prefeitura em que a cidade contaria com um total de 415.352 habitantes (Pesquisa de Instrumentação da Secretaria de Planejamento de São José dos Campos de 1989).

Através da fotografia aérea estimou-se a população por setor residencial homogêneo da cidade.

Devido a diferenças entre a população total, segundo o levantamento da Prefeitura e o processo de fotointerpretação, foi adotado um procedimento que compatibilizou ambos os levantamentos: a partir dos dados da Prefeitura Municipal por setor de planejamento, estimou-se através das aerofotos a população dos subsetores.

A estimativa populacional (realizada através de fotografia aérea) de cada subsetor delimitado neste trabalho, teve como resultado um total de 376.653 habitantes, enquanto que a Prefeitura Municipal estima um total de 415.352 habitantes.

A diferença entre estes valores deveu-se a três fatores:

- Diferença de ano entre a estimativa populacional realizada pela Prefeitura e as fotografias aéreas (1989 e 1988, respectivamente).
- Dificuldades encontradas durante a fotointerpretação: encontraram-se dificuldades na identificação de unidades residenciais devido a presença de habitações com formas diversificadas e irregulares (favelas, cortiços, etc.), a presença de sombras também dificultou a contagem, principalmente de apartamentos de edifícios multifamiliares.
- Não delimitação de alguns setores como, por exemplo, o Distrito de São Francisco Xavier por estar situado num contexto rural, onde outro tipo de abordagem deve ser utilizada.

O número de habitantes por setor e subsetores é um dado importante para o cálculo da demanda de cada região da cidade por equipamentos de lazer.

A figura 4.1 mostra a distribuição espacial, em termos de densidade, da população de São José dos Campos.

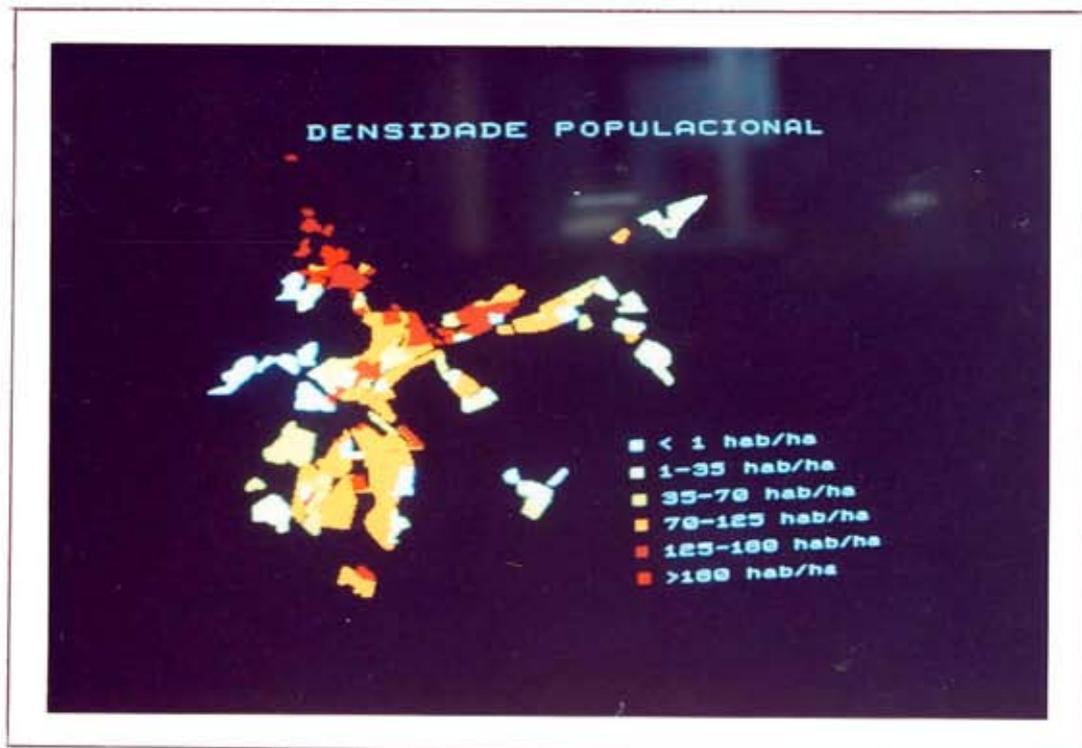


Fig. 4.1- Densidade Populacional

Como pode ser visto a cidade apresenta, em geral, índices de densidade populacional não muito altos. As áreas que apresentam alta densidade são, normalmente, áreas que correspondem aos grandes conjuntos habitacionais multifamiliares onde poucas áreas costumam ser reservadas para a recreação.

A distribuição espacial da população corresponde à distribuição espacial da demanda, ou seja, a distribuição dos espaços livres deve se dar segundo a den-

cidade populacional apresentada em cada setor.

Em setores de alta densidade populacional, maior número de áreas deve ser alocado para a implantação de equipamentos recreacionais. Em contrapartida, em setores com baixa densidade populacional, o número de espaços livres recreacionais pode ser menor.

Os índices de áreas verdes, utilizados neste trabalho para o cálculo de demanda, traduzem esta idéia. Eles serviram como indicadores da demanda em função da densidade populacional setorial.

4.3 - ESPAÇOS LIVRES: DIAGNÓSTICO

Para o levantamento dos espaços livres de São José dos Campos, conforme já assinalado, utilizou-se listagem fornecida pela Secretaria de Planejamento da Prefeitura, carta 1:15.000 que permitiu a localização dos espaços livres, e fotografias aéreas 1:10.000.

Do levantamento dos espaços livres obteve-se um total de 369 áreas entre urbanizadas, disponíveis e aquelas que foram doadas para uso mas que não foram ocupadas. Deste total 88 estão urbanizados e o restante disponíveis.

Após o trabalho de atualização, que caminhou paralelo com a análise de áreas, os espaços livres foram digitalizados e colocados em um plano de informação no Sistema Geográfico de Informações. Tais espaços também foram classificados no SGI como urbanizados ou disponíveis.

4.3.1 - ESPAÇOS LIVRES URBANIZADOS

A figura 4.2 pode nos dar uma boa noção de como esses espaços estão distribuídos na cidade.



Fig 4.2 - Distribuição atual dos espaços livres.

Os espaços livres urbanizados estão localizados principalmente nas regiões centrais e mais antigas da cidade. Embora este fato, estas regiões possuem poucos espaços livres disponíveis por serem áreas onde o valor imobiliário dos terrenos é grande devido a procura, e a alta densidade populacional. São regiões onde a demanda não satisfeita por espaços livres é ainda grande e o número de terrenos desocupados, mesmo de natureza privada, é muito baixo.

Na periferia ocorre o inverso, há um número muito grande de espaços livres disponíveis, sem infraestrutura. A densidade populacional geralmente vai de média a baixa mas ainda assim, a demanda é grande, pois as áreas livres estão praticamente ociosas. Neste caso os terrenos têm valor imobiliário mais baixo pois a procura é menor.

Os espaços livres podem servir como um indicador da qualidade ambiental urbana. As regiões com maior densidade de espaços livres urbanizados geralmente são regiões cuja qualidade ambiental é melhor.

Os 88 espaços livres urbanizados foram classificados dentro das categorias de espaços livres propostas neste trabalho, principalmente em função da sua área.

A tabela 4.1 apresenta os resultados obtidos e dá um diagnóstico da cidade com relação a sua rede atual de espaços livres.

TABELA 4.1- ESPAÇOS LIVRES DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS: SITUAÇÃO ATUAL

CLASSES	URBANIZADOS (M ²)	UNIDADES	DEMANDA (M ²)	DEMANDA (UNIDADES)
PV1	169.950	68	284.635	94 - 164
PV2	126.100	15	284.635	14 - 94
PV3	286.000	5	2.071.591	26 - 41
PB	0	0	2.492.112	5 - 28
PD	0	0	2.492.112	1 - 6

Como pode ser observado, há uma carência muito grande de espaços livres, principalmente quando se trata de equipamentos de grande porte. Dentro da malha urbana, existem poucas áreas com grandes extensões. Quando elas ocorrem outras prioridades são dadas com relação ao seu uso.

Isso reflete uma visão de planejamento bastante localizada, em que a cidade não é vista como um todo. Quando surge um loteamento novo, alguns terrenos são reservados para parques e afins. Geralmente esses terrenos são muito pequenos quando se pensa na implantação de Parques de Bairro ou Distrital, e visam atender somente a população localizada naquele setor.

O planejamento deve ser feito em vários níveis, inclusive num nível mais amplo visando um conjunto de loteamentos, bairros ou a cidade como um todo.

Com relação aos equipamentos de menor porte, a carência também é grande embora existam terrenos disponíveis e apropriados. Uma das razões encontradas para isto é que a implantação de equipamentos recreacionais ocorre, na maioria das vezes, depois de criada a demanda.

Os espaços livres urbanizados foram avaliados pelo modelo matemático e na maioria das vezes obtiveram notas altas para alguns tipos de equipamento. Uma das explicações para isto é o fato de que a urbanização se dá em terrenos cuja a implantação de equipamentos recreacionais não necessite de grandes obras de engenharia (devido ao custo), embora muitas das áreas destinadas a implantação de equipamentos recreacionais sejam inadequadas a urbanização (geralmente apresentam problemas com relação a declividade, inundação, etc.). Outra explicação para tais notas altas é o fato de encontrarem-se em áreas com demanda já presente.

4.3.2- ESPAÇOS LIVRES DISPONÍVEIS: PROPOSTA

Os espaços livres disponíveis foram avaliados pelo modelo, e cada um deles obteve uma nota (coeficiente de utilidade) para cada tipo de equipamento. O propósito foi a partir destas notas identificar aqueles prioritários para serem urbanizados, ou, equipados.

Para a obtenção desta nota cada uma das áreas foi analisada através de fointerpretação quanto aos seus atributos: tamanho (área útil), uso, localização em relação ao sistema viário, localização em relação as residências do setor, localização em relação aos setores vizinhos,

declividade e população nos raios de influência dos diferentes tipos de equipamentos.

No caso do Parque Distrital as áreas foram analisadas com relação ao uso da terra em seus limites e entorno, tamanho, declividade e acessibilidade.

O modelo teórico formulado reflete uma concepção da rede de espaços livres constituída por diferentes níveis de equipamentos, desde os de uso localizado até os de uso mais amplo.

Para que o planejamento dos espaços livres se dê de forma equilibrada abrangendo toda a população da cidade, devem ser distribuídos no espaço urbano de acordo com a distribuição espacial da população e com os níveis hierárquicos correspondentes a cada tipo de espaço livre.

No quadro 4.2 são apresentadas as somas das áreas disponíveis escolhidas para cada tipo de equipamento.

TABELA 4.2 - ÁREAS DISPONÍVEIS SELECIONADAS POR EQUIPAMENTO

CLASSES	ÁREAS DISPONÍVEIS	UNIDADES
PV1	200.740 M ²	64
PV2	158.535 M ²	16
PV3	360.500 M ²	7
PB	0	0
PD	8.324 HA	7

Observa-se que dentre as áreas públicas disponíveis para espaços livres de recreação, não houve nenhuma escolhida para Parque de Bairro. O fato é que nenhuma delas cumpriu o pré-requisito estabelecido pelo Modelo Matemático de ter dimensões superior a 80.000 m² e população maior ou igual a 20.000 habitante em seu raio de influência. Isto evidencia, mais uma vez, que os espaços livres em São José dos Campos têm sido mais pensados como equipamentos de caráter local, a nível de loteamento.

Durante a seleção dos espaços livres, além da utilização dos critérios citados inicialmente, foi estabelecido que as áreas urbanizadas teriam prioridade sobre as disponíveis, ainda que não atendessem á todas exigências requeridas. Na verdade, procurou-se novas áreas para completar a rede de espaços livres.

A tabela 4.3 mostra o total de áreas escolhidas entre urbanizadas e disponíveis e a demanda para cada tipo de equipamento.

TABELA 4.3 - PROPOSTA FINAL PARA A REDE DE ESPAÇOS LIVRES E A DEMANDA

CLASSE	ÁREAS (URB + DISP) (M ²)	UNIDADES	DEMANDA (M ²)	DEMANDA (UNIDADES)
PV1	370.690	132	284.385	94 - 194
PV2	282.490	31	284.385	14 - 94
PV3	646.500	12	2.071.591	26 - 41
PB	0	0	2.492.112	5 - 28
PD	23.388.000	2	2.492.112	1 - 6

Os valores obtidos na tabela acima são importantes para uma análise global mas não fazem referência a distribuição espacial dos espaços livres. Isto é analisado na tela da UVI do sistema SITIM/SGI.

Os espaços livres da primeira categoria (PV1), por exemplo, em termos de área, ultrapassam o valor exigido, enquanto para as unidades, o valor encontrado está dentro de um intervalo considerado bom pelo modelo. Isso ocorreu devido a ausência de terrenos de pequenas dimensões em alguns setores e ao fato dos terrenos escolhidos terem área maior do que o necessário para a implantação desses parques. Isto implicou em um valor alto quando todas as áreas foram somadas.

Apesar deste alto valor, a distribuição espacial dos espaços livres, nem sempre se deu de forma equilibrada, objetivo da análise das alternativas de solução na tela do sistema SITIM/SGI.

Alguns setores, que não possuíam terrenos apropriados ficaram sem este tipo de espaço livre, enquanto que outros setores ultrapassaram, em termos de área, o índice considerado bom para esta categoria. Isto demonstra que os terrenos públicos não são suficientes para a solução eficiente da questão de espaços livres de recreação em São José dos Campos.

No caso de PV2, o número de unidades e a área calculada encontram-se aparentemente dentro de um intervalo considerado bom.

Estes índices também mascararam um certo desequilíbrio com relação a distribuição espacial dos PV2. Em alguns setores, devido a escassez de áreas de tamanho reduzido, também foram escolhidas áreas maiores do que o recomendado enquanto outros setores, principalmente os da região central, ficaram sem espaços livres representativos desta categoria.

Saindo do nível de propostas localizadas para níveis mais amplos, começam a surgir problemas de escassez de área. Encontraram-se poucas áreas disponíveis de grandes extensões dentro da malha urbana. Muitos dos espaços disponíveis localizavam-se na periferia, onde a densidade populacional é baixa, ou seja, onde não há demanda presente expressiva.

Poucas áreas foram escolhidas para PV3 e nenhuma para PB, pois o modelo, que considera a área do terreno e a população no raio de influência, eliminou aquelas

que não atendiam aos requisitos exigidos.

Durante o processo de escolha das áreas notou-se que muitos terrenos com área entre 10.000 a 20.000 m² tiraram notas muito baixas para PV2 e não entraram no processo de avaliação para PV3. Esses terrenos só foram escolhidos para PV2 quando não haviam outros terrenos disponíveis. Portanto, sobraram muitas áreas de tamanho entre 10.000 e 20.000 m² para a instalação de equipamentos recreacionais de médio porte que o modelo eliminou. O modelo, devido a pré-seleção, avaliou poucas áreas para PV3.

Neste caso, propõe-se uma reformulação do modelo conceitual, para o caso da cidade de São José dos Campos, de forma que essas áreas (entre 10.000 e 20.000 m²) possam ser avaliadas para PV3. Desta maneira, algumas destas áreas seriam aproveitadas para o uso recreacional, elevando os índices de áreas verdes da cidade de São José dos Campos.

No caso dos Parques de Bairro sugere-se que se utilizem áreas privadas para suprir tal deficiência, uma vez que não existem terrenos públicos disponíveis.

A proposta para o planejamento dos espaços livres foi realizada tendo como base estimativas populacionais para o ano de 1988. Nesta data alguns loteamentos novos estavam surgindo. Calcula-se que a população hoje seja maior do que a daquele ano e que a demanda tenha se modificado. Portanto, sugere-se que para as áreas em desenvolvimento, utilizem-se projeções da população para o futuro, e que se reserve espaços de acordo com a demanda calculada com esses dados.

A figura D.1 do apêndice mostra espacialmente a proposta final para a rede de espaços livres para a cidade de São José dos Campos a partir da metodologia elaborada.

A escolha dos terrenos para Parques Distritais envolveu, além da nota calculada, elementos diferentes dos utilizados para outros equipamentos. As áreas escolhidas estão ilustradas na figura 4.3.

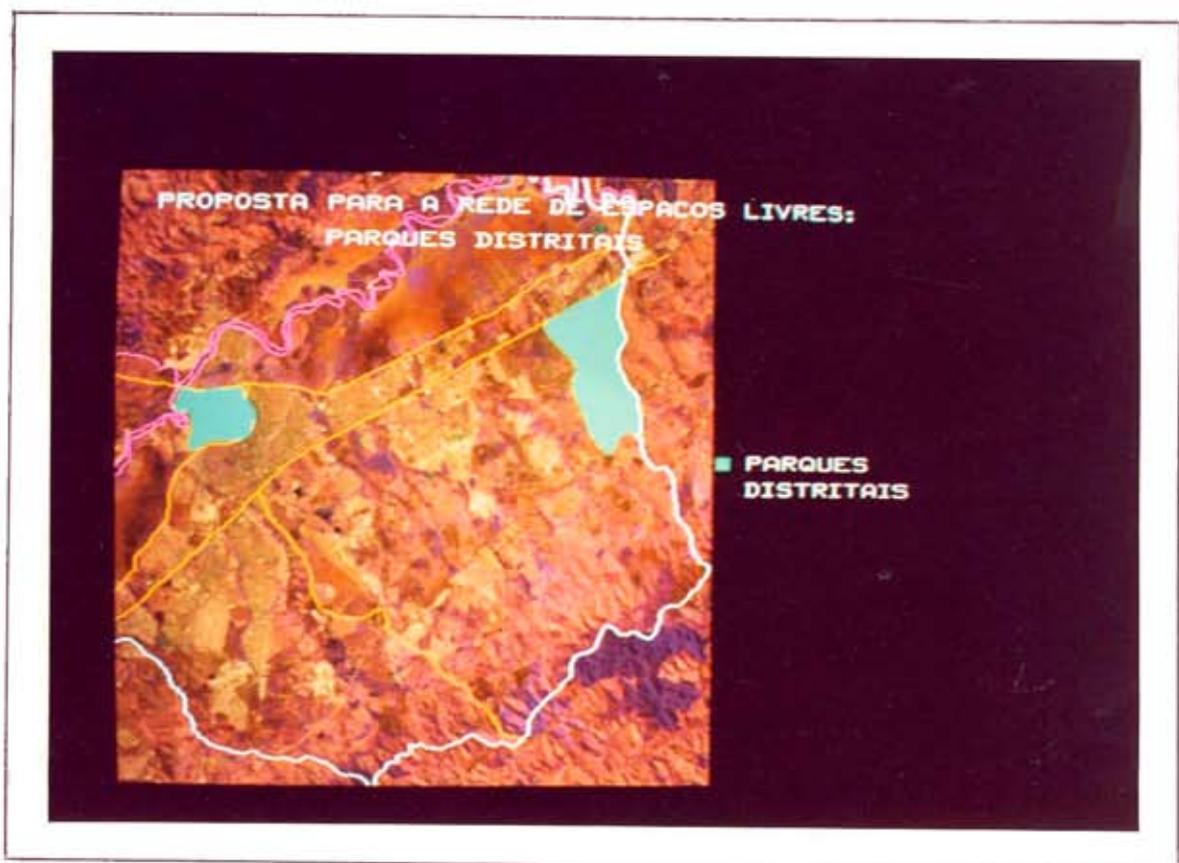


Fig. 4.3 - Proposta para a rede de espaços livres de São José dos Campos parques distritais

A área do banhado foi escolhida porque além de ter sido bem avaliada pelo modelo, apresenta características importantes com relação a paisagem e ao modelamento da forma urbana. Situa-se nas adjacências da zona central da cidade e a sua utilização pode evitar alguns processos

urbanos indesejáveis como o surgimento de favelas, ocupação de terrenos impróprios e pode limitar a expansão urbana.

A outra área foi escolhida não somente em função da nota que obteve. Outro elemento de grande peso para a escolha desta área foi o fato dela situar-se nas proximidades do limite urbano, no eixo da rodovia Presidente Dutra. A implantação de um Parque neste local pode evitar, no futuro, a conurbação entre os dois Municípios, São José dos Campos e Caçapava.

4.4 - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: PROPOSTA

O mapeamento das unidades de conservação foi realizado através da sobreposição de classes de declividade > 30% e faixas não edificáveis ao longo das margens dos rios.

A figura 4.4 mostra o mapeamento realizado dessas áreas juntamente com a estrutura urbana.



Fig. 4.4 - Proposta para o mapeamento de unidades de conservação e a estrutura urbana.

Com base nesta figura é possível confrontar a ocupação urbana com os parâmetros estabelecidos pela legislação no que tange a declividade e a ocupação de várzeas na cidade de São José dos Campos. Há sobreposição da estrutura urbana com as unidades de conservação propostas em algumas áreas próximas aos rios e córregos. A oeste, nas proximidades da Serra da Mantiqueira, há sobreposição da estrutura urbana com as unidades de conservação propostas, em função do relevo, que torna-se mais acidentado.

Os valores das faixas de drenagem fixados pelo Código Florestal não definem as várzea dos rios, que não têm um tamanho fixo, mas a utilização dessas faixas podem nos dar uma idéia de como essas áreas estão sendo ocupadas.

Uma opção, empregada em outras localidades, consiste em definir a várzea inundável como "leito do rio" e propor as faixas de proteção ao longo destas várzeas.

CAPÍTULO 5CONCLUSÕES

A metodologia elaborada mostrou-se bastante útil para seus propósitos, o planejamento de espaços livres urbanos de uso coletivo, apresentando diversas vantagens em relação as práticas usuais de planejamento.

A utilização de diferentes níveis de informações, dados de campo e cartográficos, fotografia aérea e produtos orbitais permitiram a análise do espaço urbano, bem como de seus espaços livres em vários níveis, desde o localizado até o mais amplo.

O modelo matemático tratou do problema de planejamento dos espaços livres quantitativamente dando maior racionalidade e objetividade aos critérios utilizados. Embora os valores por ele gerado não tenham determinado o uso das áreas livres, tiveram um grande peso na tomada de decisão. Para suprir uma variável importante, da distribuição espacial, que não foi considerada no modelo, utilizou-se um Banco de Dados georeferenciado, o SGI.

O Sistema Geográfico de Informações integrado a um Banco de Dados proporcionaram a armazenagem, manipulação e visualização dos dados georeferenciados concomitantemente com dados não espaciais mostrando-se bastante útil durante o processo de decisão sobre uso das áreas livres.

A possibilidade do planejador agir interativamente com o modelo, na tomada de decisões tornou-o flexível e mais realista adaptando-se mais facilmente a realidade do conjunto urbano em questão.

A metodologia elaborada apresentou algumas restrições, algumas delas com relação ao modelo formulado:

- Terrenos com áreas entre 10.000 e 20.000 m² não foram bem avaliados, e muitas vezes não foram selecionados para entrarem no processo de avaliação.
- A proposta para o planejamento dos espaços livres foi realizada sem considerar projeções da população para o futuro.
- As notas obtidas na avaliação das áreas para Parques Distritais, caíram quase sempre dentro de uma mesma classe (maior que 0,8 e menor ou igual a 1). Foi preciso analisar outros elementos que não estavam incluídos no modelo para a tomada da decisão, ou seja, o modelo não foi sensível para a avaliação destas áreas.

Outra restrição importante com relação a metodologia apresentada é a questão da participação da população na tomada da decisão. Uma vez que os espaços livres devem atender a população de um modo geral, sua participação deve ter um grande peso no processo decisório.

Propõe-se como sugestão:

- 1) Reformulação do modelo em função das restrições apresentadas;
- 2) Aplicações da metodologia e do modelo elaborado para outras localidades;
- 3) Novas aplicações a outros temas, com pequenas reformulações do modelo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahão, A.; Godoy, M. **Atualização do cadastro imobiliário municipal através de um Sistema de Informações Geográficas**. São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Dez. 1987. 14 p. (INPE-4459-PRE/1238)
- Ahearn, S. C.; Smith, J. L. D.; Wee, C. Framework for a geographically referenced conservation database: case study Nepal. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**. 56(11):1477-1481, Nov., 1990.
- Anderson, J. R.; Hardy, E. E.; Roach, J. T.; Witmer, R. E. **Sistema de classificação do uso da terra e revestimento do solo para utilização com dados de sensoriamento remoto**. trad. por Strang, H. Rio de Janeiro, IBGE, 1979. 80 p. (Geological Survey Circular 671)
- Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT) **Sistema viário Nacional na modalidade rodoviária**. Rio de Janeiro, 1976. (CB-17)
- Assunção, G. V. de; Formaggio, A. R.; Alves, D. S. Mapa de aptidão agrícola das terras e uso adequado das terras: uma abordagem usando SGI e imagens de satélite. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto 5., Natal, 11-15 out., 1988. **Anais**. INPE, São José dos Campos, 1988, p. 162-166.
- Bacha, M., coord. **Plano de desenvolvimento integrado**. São José dos Campos. s.l. 1969. 218 p.
- Bartalini, V. **Áreas verdes e espaços livres urbanos**. São Paulo, FAU/USP, 1987.

- Barros, M. S. S.; Oliveira, M. de L. N. de; Manso, A. P.
Banco de dados de áreas livres: metodologia e parâmetros de análise. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1., São José dos Campos, 27-29 de nov., 1978.
Anais. INPE, São José dos Campos, 1978, p. 452-464.
- Biasi, M de. **Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização.** São Paulo, USP.FGEOG, v.21:8-13, 1970.
(Série Geomorfológica).
- Birkholz, L. B. A recreação no planejamento de bacias hidrográficas. In: **Questões de organização do espaço regional.** São Paulo, Nobel/EDUSP, 1983. p. 93-101.
- Borges, H. G. V. S.; Oliveira, J. C.; Manso, A. P. **O BD-AL - uma contribuição ao estudo de sistemas de informações urbanas.** São José dos Campos, INPE, Jun. 1981. 26 p.
(INPE-2134-RPE/357)
- Brasil. **Lei nº 6766, de 19 de dezembro de 1979.** Direito Ambiental Brasileiro. São Paulo, Revista dos Tribunais, 1982. 318p.
- Brasil. **Lei nº 7803, de 18 de julho de 1989.** Altera a redação da lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 e revoga as leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978 e 7.511, de 7 de julho de 1986. Diário Oficial, Brasília, 20 jul. 1989. p.12.025 - 12.026.
- Burton, T. L.; Ellis, J. B. ; Homenuck, H. P. M. **Guide lines for urban open space planning.** Ontário, Canadá, Ministry of State for Urban Affair. 1977. 105p.
- Chapin, F. S. **Urban land use planning.** 2. ed. Chicago, 1965. 498p.

- Chavez, P. S.; Bowel, A. J. Comparison of the spectral information content of LANDSAT-TM and SPOT for three different sites in the Phoenix, Arizona Region. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. 54(12):1699-1708, Dec. 1988.
- Congresso Internacional de Arquitetura Moderna, 4. A carta de Atenas. In: **Cadernos de Estudos do Centro de Estudantes Universitários de Arquitetura**. Brasília, Universidade de Brasília, 1969. 137p.
- Correa, R. L. **O espaço urbano**. São Paulo, Ática, 1989. 94p.
- Costa, S. M. F. da **Avaliação de técnicas de processamento digital de imagens TM-LANDSAT aplicadas à delimitação de áreas urbanas** (Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1990. 105p. (INPE-5071-TDL/410)
- Date, C. J. **Introdução ao sistema de banco de dados**. Tradução de Gouveia, H. A. 4. ed. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1986. 513p.
- Difidio, M. **Architettura del paesaggio**. Milano, Itália, Pirola, 1985. 302p.
- Forster, D. C. Prediction of urban surface reflectance from LANDSAT data using mixed surface models. In: Colloque International: Signatures Spectrales D'objets in Télédétection. Avignon, France, 8-11 Sept., 1981 **Proceedings** Avignon, France, 1981, p. 568-578.

- Forster, D. C. An examination of some problems and solutions in monitoring urban areas from Satellite Platforms. **International Journal of Remote Sensing**, 6(1):139-151, 1985.
- Geiser, R. R. et al. **Áreas verdes nas grandes cidades**. São Paulo, Prefeitura do Município de São Paulo, s.d..
- Geiser Riveira, M. C.; Bruck, E. C.; Santos, J. B.. **Implantação de áreas verdes em grandes cidades**. Congresso Nacional de Botânica, 27., São Luiz, 20-26 de jan. de 1976.
- Gold, S. M. **Recreation planning and design**. New York, NY, McGraw-Hill, 1980. 322p.
- Godbey, G. **Recreation park and leisure service foundations, organizations**. London, W.B. Saunders Company, 1980. 322p.
- Hoyono, A.; Komatsu, Y. Influence of mixels on land cover classification in residencial areas uongress of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Kyoto, 1988. **Proceedings**. Kyoto, ISPRS, 1988, v.27. Part B.7, v.2, 1988, p.399-408
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) **Coleção de Monografias**. nº 401-430. 1968.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) **Especificação do SGI**. São José dos Campos, set. 1987. 200p. Versão 2.0.

- Jensen, J.R. Urban/suburban land uses analysis. In: **Manual of remote sensing**. 2. ed. Virginia, EUA, American Society of Photogrammetry, 1983. v.2.30, p.1571-1666.
- Kraus, S. P.; Senger, L. W.; Ryerson, J. M. Estimating population from photographically determined residential land use types. **Remote Sensing of Environment**, 3:35-42, 1974.
- Kurkdjian, M. de L. N. O. **Um método para identificação e análise de setores residenciais urbanos homogêneos através de dados de sensoriamento remoto com vistas ao planejamento urbano**. (Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - FAU/USP, São Paulo, 1987. 145p.
- Lynch, K. **Site planning**. 2. ed. Cambridge, MA, M.I.T., 1972. 384p.
- Lo, C. P.; Shipman, R. L. A GIS Approach to Land Use Change Dynamics Detectio. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 56(11):1483-1491.
- Lorusso, D. C. S.; Sharnenberg, M. N. **Preservação de fundos de vale: adequação da Legislação Federal com a Legislação Municipal em vigor**. Curitiba, s.n.t.
- Manso, A. P.; Oliveira, K. M. de L. M. **Determinação de zonas homogêneas através de sensoriamento remoto**. São José dos Campos, INPE, abr. 1979. 25p. (INPE-1470-RPE/021).

Marble, D. F. ; Peuquet, D. J. Geographic Information System and Remote Sensing. In: **Manual of remote sensing**. 2. ed. American Society of Photogrammetry. 1983. v.1. p.452-465.

Meijere, J. C. de; Mardanus, B.; Van Kastelee, A. M. Land use modelling for the upper Komering watershed. **ITC Journal**, (1):91-95, 1988.

Mota, S. **Planejamento urbano e preservação ambiental**. Fortaleza, PROEDI, 1981. 241p.

Nieiro, M.; Foresti, C. **Uso do solo urbano da área metropolitana de São Paulo através da análise automática de dados LANDSAT**. São José dos Campos, INPE, jun. 1983. 32p. (INPE-2788-RPE/437)

Novo, E. M. L. de M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo, Edgard Blücher, 1989. 308p.

Parker, D. H. The unique qualities of a Geographic Information System: a commentary. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 54(11):1547-1549, Nov. 1988.

Pollé, U. F. L. Population estimation from aerial photos for non-homogeneous urban residential areas. **ITC Journal**, (2):116-122, 1984.

Santos, A. S. et al. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações no uso da terra**. São José dos Campos, Instituto de Pesquisas Espaciais. nov. 1981. 61p. (INPE-2261-MD/016)

São José dos Campos. **lei nº 3721, de 25 de janeiro de 1990.**

Dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo do Município de São José dos Campos e dá outras providências. São José dos Campos, Jac editora, 1991. (Lei nº 3721/90: Lei de uso do solo).

Simonett, D. S. The development and principles of remote sensing. In: **Manual of remote sensing. 2. ed.** Falls Church. American Society of Photogrammetric, 1983. v.1, p.1-35

Slater, P. N. **Remote sensing: optics and optical systems.** Reading, MA, Addison-Wesley, 1980. 575p.

Todd, W. J.; Wrigley, R. C. Spatial resolution requirements for urban land cover mapping from space. In: Symposium on Remote Sensing for Resources Development and Environmental Management, 7., Enschede, Netherlands, 25-29 aug. 1986. **Proceedings.** Enschede, Netherlands, v.2, p.881-886.

Valenzuela, C. R.; Andrade, A.; Devos, T. N. C. An ILWIS application for land use planning in Llanos Orientale, Colombia. **ITC Journal**, (1):4-14, 1988.

Velasco, A. J. M. **Ciudad y espacios verde.** Madrid, Servicio Central de Publicaciones-Ministério de la Vivenda, 1971. 143p.

Vieira, S. V. **Manual da ciência do solo.** São Paulo, Editora Agronômica "Ceres", 1975. 464p.

Welch, R. Spatial resolution requirements for urban studies. **International Journal of Remote Sensing**, 3(2):139-146, 1982.

Wright, J. R.; Braithwait, W. M.; Forster, R. R. **Planning for urban recreational open space: towards community-specific standards.** Ontario, University of Guelph, 1976. 143p.

APÉNDICE A

TABELA A.1 - DADOS TÉCNICOS PARA LOTES DE RECREIO

AUTOR	VELASCO (1971)	GEISER (1975)	GOLD (1980)	BIRKHOLZ (1983)	DIFÍDIO (1985)
EQUIPAMENTOS	—	—	tanques de areia, bancos, brinquedos e jardim	caixas de areia, trepa-trepa, mesas, bancos, bebedouros, tanque de água, áreas arborizadas	—
IDADE	0-5 anos	até 6 anos	até 7 anos	4-6 anos	até 6 anos
POSIÇÃO	preferencialmente na mesma parcela do quarteirão ocupado	junto às residências	substitui o quintal. Não deve estar próximo de ruas movimentadas	—	à vista da habitação, bem visível
ÁREA (M ²)	—	150	—	300-500	60-225
TAXA DE OCUPAÇÃO	—	—	—	5 m ² /usuário	—
ÍNDICE (M ² /HAB)	—	0,75	—	—	0,75
RAIO DE SERVIÇO	—	100 m	—	200-400 m	75 m
POPULAÇÃO SERVIDA	—	200 pessoas	—	—	—
DISTÂNCIA DA HABITAÇÃO	—	—	—	—	100 m

TABELA A.2 - DADOS TÉCNICOS PARA PARQUES DE RECREIO

AUTOR	VELASCO (1971)	GEISER (1975)	GOLD (1980)	BIRKHOLZ (1983)	DIFÍDIO (1985)
EQUIPAMENTOS	aparatos para jogos	—	—	área para jogos, recanto para crianças pequenas, espaço aberto para brincadeiras livres, áreas arborizadas, tanques para brincadeiras aquáticas.	—
IDADE	até 8 anos	6-10 anos	—	7-11 anos	6-12 anos
POSIÇÃO	proximidade da habitação mas não necessariamente dependente	—	dentro da unidade vizinhança não deve situar-se nas proximidades de grandes avenidas	—	parte interna da unidade de vizinhança
ÁREA (M ²)	—	450-800	760-4.050	4.000-20.000	675-1.200
TAXA DE OCUPAÇÃO	—	—	—	10 m ² /usuário	—
ÍNDICE (M ² /HAB)	—	0,75	—	—	0,75
RAIO DE SERVIÇO	150 m	500 m	—	400-800 m	300 m
POPULAÇÃO SERVIDA	de 200 a 500 residências	—	500-2.500 pessoas	—	—
DISTÂNCIA DA HABITAÇÃO	—	—	—	—	400m

TABELA A.3 - DADOS TÉCNICOS PARA CAMPOS DE RECREIO

AUTOR	VELASCO (1971)	GEISER (1975)	BURTON ET ALII (1977)	DIFÍDIO (1985)
EQUIPAMENTOS	locais para jogos, pista para patins e bicicletas	—	—	—
IDADE	8-15 anos	10-17 anos	—	—
POSIÇÃO	à margem da zona residencial	—	—	devem estar localizados de forma que não se atravesse ruas com intenso fluxo de tráfego. devem situar-se à margem da zona residencial
ÁREA (M ²)	> 900 m ²	> 5.000 m ²	1.500 m ² 8.000 m ²	> 900 m ²
TAXA DE OCUPAÇÃO	—	—	—	—
ÍNDICE (M ² /HAB)	—	—	—	—
RAIO DE SERVIÇO	400-500 m	800-1.000 m	100-800 m	750 m
POPULAÇÃO SERVIDA	800-1.200 residências	—	—	—
DISTÂNCIA DA HABITAÇÃO	—	10 min. a pé	—	1.000 m

TABELA A.4 - DADOS TÉCNICOS PARA ÁREAS PARA ESPORTES

AUTOR	CHAPIN (1965)	VELASCO (1971)	GELSER (1975)	BURTON ET ALII (1977)	GOLD (1980)	BIRKHOLZ (1983)
EQUIPAMENTOS	—	piscinas, pista de a- tletismo, quadra de tê- nis, ginásio coberto	—	—	quadras, me- sas para jo- gos, centro para ativida- des culturais	—
IDADE	—	—	—	—	—	12-16 anos
POSIÇÃO	áreas li- gadas a escola, perto da unidade de habi- tação	—	perto de escolas	—	—	—
ÁREA (M ²)	2-4 ha	5 ha	3-5 ha	1-80 ha	2 ha	6-8 ha
TAXA DE OCU- PAÇÃO	—	—	—	—	—	6-8 m ² / usuário
ÍNDICE (M ² /HAB)	5,0	1,0	5,5	4-10	10	—
RAIO DE SER- VIÇO	—	—	500 m	400-800	—	800- 1.000 m
POPULAÇÃO SER- VIDA	—	—	10.000 a 15.000	—	—	—
DISTÂNCIA DA HABITAÇÃO	—	—	500 m	—	—	—

TABELA A.5 - DADOS TÉCNICOS PARA PARQUES DE BAIRRO

AUTOR	PLANO DIRETOR SJC (1969)	GEISER (1975)	GOLD (1980)	BURTON ET ALLI (1983)	BIRKHOLZ (1983)
EQUIPAMENTOS	além dos cita- dos para as ca- tegorias ante- riores, bibli- otecas públi- cas, sala de projeção e ex- posição	—	quadra de tênis, pisci- na, quadra poliesportiva	—	contêm elemen- tos descritos para outros e- quipamentos e ainda, jardim zoológico e jar- dim botânico
IDADE	11-24 anos	—	—	—	todas as idades
POSIÇÃO	com relação a acessibilidade: junto às vias de trânsito ao longo dos vales	—	—	—	—
ÁREA (m ²)	no mínimo 5.000 m ² em terrenos planos e 5 ha em terrenos aci- dentados	10 ha	2-8 ha	4-80 ha	20-40 ha
TAXA DE OCU- PAÇÃO	11-15 anos: 45 m ² /usuário 16-24 anos: 120 m ² /usuário	—	—	—	—
ÍNDICE (M ² /HAB)	—	6,0	10	4-10	8-10
RAIO DE SER- VIÇO	1.000 m	500 - 800 m	800-5.000 m	800-5.000 m	1.600m
POPULAÇÃO SER- VIDA	—	—	10.000 a 50.000	—	20.000 a 50.000
DISTÂNCIA DA HABITAÇÃO	—	10 min à pé das residên- cias	—	—	—

TABELA A.6 - DADOS TÉCNICOS PARA PARQUES DISTRITAIS

AUTOR	PLANO DIRETOR SJC (1969)	GEISER (1975)	BURTON ET ALII (1977)	GOLD (1980)	BIRKHOLZ (1983)
EQUIPAMENTOS	equipamentos para esporte, play-ground, bar, restaurante, área sombreada, zoo, botânico, espaço cultural, estacionamento	—	—	—	rios, lagos, cachoeiras, praias, montanhas; devem permitir camping, pesca, passeio de barco e demais esportes
ÁREA (M ²)	—	100 ha	10-80 ha	40 ha	—
ÍNDICE (M ² /HAB)	—	6,0	20,0	20,0	—
POPULAÇÃO SERVIDA	—	—	—	1 para cada 50.000 habitantes	—
DISTÂNCIA DA HABITAÇÃO	—	1.200 m ou 30 min. de veículo	5 km ou 30 min. de veículo	30 min. de veículo	—

APÊNDICE B
FAIXAS DE PRESERVAÇÃO

TABELA B.1 - Faixas não edificáveis, a partir da área de contribuição da bacia hidrográfica: o caso de Curitiba-Pr

Área contribuinte (ha)	Faixa não-edificável (m)
0 a 25	4
25 a 50	6
50 a 75	10
75 a 100	15
100 a 200	20
200 a 350	25
350 a 500	30
500 a 700	35
700 a 1000	40
1000 a 1300	50
1300 a 1500	60
1500 a 1700	70
1700 a 2000	80
2000 a 5000	100

FONTE: Lorusso e Sharmemberg (s.d.)

APÊNDICE C
SETORIZAÇÃO

APÊNDICE D
PROPOSTA PARA A REDE DE ESPAÇOS LIVRES DE SÃO JOSÉ DOS
CAMPOS