

O geoprocessamento aplicado ao estudo das áreas verdes no município de Curitiba, Paraná

Eng. Agrônomo MSc. Arsênio Muratori Jr. ¹
 Prof. Dr. Luiz Eduardo Mantovani ²

¹ INFOAMBIENTE
 80030-001 Curitiba PR
 ✉ juniormura@hotmail.com

² UFPR - Depto. de Geologia
 80000-000 Curitiba PR
 ✉ lem@ufpr.br

Conteúdo	1 Introdução 2 Referencial teórico 3 Metodologia e procedimentos metodológicos 4 Resultados e discussões 5 Considerações finais 6 Referências bibliográficas
-----------------	---

Resumo: A presente pesquisa, tendo como objeto de estudo o município de Curitiba, onde está instalado o sítio urbano da cidade de Curitiba, capital do Paraná, elaborou um diagnóstico das áreas verdes de Curitiba, com interpretação de imagens, utilizando técnicas de interpretação do sensoriamento remoto, a partir de imagens orbitais de baixo custo. O produto final foi a elaboração de um mapa de áreas verdes, utilizando-se as técnicas de análise espacial do geoprocessamento. Neste contexto, este estudo consistiu em uma descrição e análise dos elementos naturais e antrópicos no âmbito da área do município, bem como das condições atuais do meio ambiente urbano, conduzindo a algumas proposições para mudanças em relação aos problemas ambientais locais, e de forma específica sobre as áreas verdes que ainda existem em Curitiba.

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

Abstract: The object of study of this paper is the municipality of Curitiba, capital of Paraná state, including the urban grounds. Satellite image interpretation and remote sensing were used to generate green areas diagnosis, based on images of low cost. The final product was the creation of a green areas map, using the GIS technical analysis. In this context, this study is consisted by a description and an analysis of natural and man-made elements in the area of the municipality and by the current conditions of the urban environment, resulting in proposals to change the local environmental problems and specifically, for remaining green areas in Curitiba.

Keywords: green areas; environment, remote sensing, GIS

1 Introdução

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

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

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

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

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

Foi especialmente construído um Sistema de Informações Geográficas (SIG) que pode ser utilizado pelas autoridades competentes no monitoramento de Áreas Verdes do Município de Curitiba.

2 Referencial teórico

Já tem sido exaustivamente demonstrado que a vegetação exerce um papel fundamental e imprescindível no meio ambiente, seja na

função de produção no meio rural, seja na função de equilíbrio físico e biológico no meio rural e urbano, interferindo nos aspectos psíco-sociais dos habitantes desses espaços (CUSTÓDIO, 1982, p.1-2).

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

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

Esses espaços são protegidos por uma legislação pertinente destacando-se a Lei Federal nº 6 535 de 15 de julho de 1978, complementando a Lei Federal nº 4 771 de 15 de setembro de 1965, que diz que as florestas e outras formas de vegetação natural existentes nas áreas metropolitanas devem ser consideradas de preservação permanente. É importante citar também a Resolução 04 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 18 de setembro de 1985, que estabelece que as florestas e demais formas de vegetação natural, situadas em áreas metropolitanas, definidas em lei, são consideradas Reservas Ecológicas, quando a vegetação natural se encontrar em clímax ou em estágios médios e avançados de regeneração. Isso quer dizer que ficam vedados quaisquer atos exploratórios em florestas e outras formas de vegetação natural, quando identificados tais estágios (GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, 1987, p. 10).

3 Metodologia e procedimentos metodológicos

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

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

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

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

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

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

Dando seqüência ao processo, foi utilizado o método da máxima verossimilhança ou *maximum likelihood* (ML). Esta técnica de classificação (ERDAS, 1996), leva em conta a covariância na definição das elipses de equi-probabilidade, de um pixel desconhecido pertencer a uma classe, e definidos os parâmetros estatísticos, o algoritmo enquadra o pixel na classe para a qual apresenta a mais alta probabilidade. Este classificador encontra-se incluído no pacote do software ERDAS IMAGINE 8.4.

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

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

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

Após a classificação executada sobre a imagem, como forma de aprimorar a qualidade da informação, foi feita uma avaliação qualitativa, envolvendo uma amostra de áreas individuais de categorias conhecidas, designadas de áreas-teste. É preciso ressaltar que essas áreas-teste não foram escolhidas na fase de classificação supervisionada como áreas de treinamento, dessa maneira, obtendo-se com essa avaliação, um resultado considerado satisfatório.

Elaboração de documentos cartográficos temáticos e do texto final: Utilizando-se cartas topográficas da Região Metropolitana de Curitiba e do município nas escalas 1: 150.000 (COMEC, 1982) e 1:50.000 (DSG, 1956), e tendo como base informações obtidas de levantamentos já existentes de Curitiba, da Região Metropolitana de Curitiba e da porção oriental do Estado do Paraná, foi confeccionado o documento cartográfico temático. Dessa maneira, foi elaborado o mapa de áreas verdes, observando-se que a resolução espacial utilizada foi a de 10 m oriunda da imagem SPOT PAN ou seja, áreas menores que 100 m² não foram consideradas.

4 Resultados e discussões

A utilização de imagens orbitais para a observação e interpretação de dados da superfície terrestre, quer seja de elementos naturais

ou artificiais, facilita sobremaneira o seu conhecimento e a avaliação, seja em termos de custo como de tempo, seja do ponto qualitativo como quantitativo.

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

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

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

Todavia, algumas considerações podem ser feitas, pois, em uma interpretação visual da imagem SPOT PAN, foi verificado que as tonalidades claras expressam áreas intensamente antropizadas pelo processo de urbanização e de implantação de indústrias.

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

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

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

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

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

O produto da classificação da imagem após vetorizada foi o mapa de áreas verdes, cujo valor em m² é de 39,67/habitante, considerando-se para tanto que a área total do município é de 432. 170. 000 m² e o número de habitantes é de 1.476.253 (IPPUC, 1996).

5 Considerações finais

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

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

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

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

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

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

Quanto aos resultados alcançados, e de acordo com a metodologia utilizada, constatou-se que o índice de áreas verdes no Município de Curitiba é de 39,67 m² por habitante, sendo tal valor muito superior aos 16 m² por habitante, estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

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

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

6 Referências bibliográficas

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

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

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

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

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

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

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

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

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