

GEOINFORMAÇÃO E PLANEJAMENTO (DO USO E COBERTURA DAS TERRAS) NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS, SP ^[1]

Mateus Batistella - Embrapa Monitoramento por Satélite - mb@cnpm.embrapa.br
Fernanda Panciera - Embrapa Monitoramento por Satélite - panciera@cnpm.embrapa.br
Marcelo Guimarães - Embrapa Monitoramento por Satélite - marcelo@cnpm.embrapa.br

ANTECEDENTES

Campinas é uma das maiores cidades do país, fruto de intenso crescimento nos últimos 50 anos. Esse processo fez emergir alguns questionamentos sobre alterações no uso e cobertura das terras e infraestrutura, em particular a quase completa erradicação dos remanescentes de vegetação natural e a intensa expansão de áreas urbanizadas ou em urbanização no Município.

Aliado à diferenciação social que também ocorreu neste período, o processo de ocupação desordenado causou um ritmo acelerado no crescimento da cidade, levando um contingente populacional, predominantemente de baixa renda, a se instalar de forma dispersa em áreas menos valorizadas e distantes da urbanização consolidada (SANTOS, 1999).

Essa história recente foi precedida pela conversão da vegetação natural para atividades agropecuárias e, posteriormente, para áreas urbanas, pouco restando da paisagem campineira do século XVIII.

O desenvolvimento de Campinas trouxe benefícios à população, mas surgiram problemas sociais e ambientais, relativos ao saneamento e à degradação dos recursos naturais. O crescimento da região metropolitana de Campinas também traz desafios para a conciliação do desenvolvimento local com a preservação ambiental.

Com o objetivo de fornecer subsídios à comunidade, através de serviços para a Prefeitura Municipal, órgãos da sociedade civil, universidades, prestadores de serviços, entre outros, a Embrapa Monitoramento por Satélite realizou um diagnóstico circunstanciado sobre o Município, com o uso de geoprocessamento. A geoinformação deve auxiliar a comunidade a evitar, ou pelo menos minimizar, possíveis impactos negativos do desenvolvimento municipal em futuro próximo.

OBJETIVOS

Objetivo principal:

Constituir uma base de dados geográficos para o Município de Campinas, através de técnicas de geoprocessamento, para subsidiar o planejamento e o desenvolvimento local.

Objetivos secundários:

- Atualizar a cartografia da rede viária principal;
- Mapear o uso e cobertura das terras;
- Identificar, mapear e quantificar os remanescentes de vegetação natural;
- Caracterizar espacialmente as áreas urbanizadas e em urbanização no Município.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Campinas está situada na porção centro-leste do Estado de São Paulo, com 22°53'20" de Latitude Sul e 47°04'40" de Latitude Oeste, distando aproximadamente 100 Km da capital. A área total do Município, calculada em sistema de informações geográficas a partir das cartas do IBGE na escala 1:50.000 (IBGE, 1973a, 1973b, 1983, 1988a, 1988b), é de 802,45 Km².

Próximo ao Trópico de Capricórnio, num ponto onde se aproximam as áreas de clima tropical e subtropical, o Município sofre, no decorrer do ano, a influência de três massas de ar (Ec –

Equatorial continental, Ta – Tropical de altitude e Pa – Polar atlântica), cuja temperatura média anual está em torno de 20°C.

Dois períodos bem distintos de precipitação caracterizam o Município. A estação chuvosa se prolonga de outubro a março, apresentando alta disponibilidade hídrica e precipitações médias acima de 120 mm mensais. A estação seca vai de abril a setembro, representando apenas 26% da precipitação anual.

Campinas está localizada numa região de contato entre as rochas cristalinas ácidas Pré-Cambrianas do Escudo Brasileiro e as rochas sedimentares das Eras Paleozóica e Mesozóica da Bacia do Paraná, onde ocorrem também rochas intrusivas intermediárias, como diabásio e sedimentos mais recentes (CHRISTOFOLETTI, FEDERICI, 1972).

A localização do Município na linha de separação de duas grandes áreas litológicas faz com que a interação entre os processos endógenos e exógenos resultem em conjuntos diversos de formas de relevo. A área de estudo também se encontra numa região de contato entre duas das cinco grandes unidades geomorfológicas do Estado de São Paulo. O Planalto Atlântico apresenta um substrato cristalino de idade pré-cambriana com formas de relevo conhecidas como Mares de Morros e rede fluvial abundante. Já a Depressão Periférica é formada por terrenos sedimentares, apresentando relevo pouco movimentado, colinoso e de vertentes suaves (RESENDE, RESENDE, 1996).

Representado em sua maior parte por colinas de formas suavizadas, o relevo é predominantemente suave ondulado a ondulado com declives inferiores à 7%. Nas superfícies de topo de colinas, o relevo se apresenta quase plano.

Os solos campineiros apresentam características diversas conforme sua localização na área cristalina ou sedimentar. Os mapeamentos de solos executados por BRASIL (1993) e OLIVEIRA (1979), indicam que a maioria dos solos das áreas com boa drenagem são os Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Nitossolos Vermelhos. Nos fundos dos vales e terraços aluviais, ambientes de má drenagem, predominam os Gleissolos Háplicos. Esses solos apresentam diferentes capacidades de suporte às atividades antrópicas, como também diferentes aptidões de uso. Sua degradação afeta terras urbanas e rurais.

No Município de Campinas, um dos principais problemas é a impermeabilização dos solos. As construções de rodovias, imóveis e outras edificações provocam compactação, dificultando ou até mesmo impedindo a infiltração das águas das chuvas, causando enchentes nas baixadas e contaminação dos corpos d'água. O desmatamento no entorno das rodovias e outros empreendimentos acelera o processo de degradação do solo, não sendo observados projetos de recuperação dessas áreas degradadas, potencializando a ocorrência de ravinas e voçorocas (VALLADARES, 2002).

A vegetação que originalmente recobria o Município de Campinas era formada por um mosaico de formações predominadas por florestas altas e densas, entremeadas por formações dominadas por estratos arbóreos mais baixos ou até mesmo estratos arbustivos e herbáceos. Em alguns trechos, haviam árvores de médio e grande porte, mas de troncos tortuosos e suberosos, compondo o Cerradão. Em outros locais, era comum a presença de árvores de pequeno porte e arvoretas esparsas, constituindo o Cerrado. Também eram comuns as Campinas, trechos onde o solo era coberto exclusivamente por vegetação herbácea (Campo Cerrado ou Campo Limpo) (MATTOS, 1996; SANTIN, 1999).

A exemplo do que ocorreu em todo o país, o Município de Campinas sofreu uma drástica redução da sua cobertura vegetal. Com a ocupação do espaço, seja no meio rural ou urbano, a vegetação nativa foi eliminada ou fragmentada em pequenos remanescentes (SANTIN, 1999; BATISTELLA *et al.* 1995).

Embora a cobertura vegetal natural de Campinas esteja numa situação crítica, o Município ainda é tradicionalmente reconhecido em função das áreas verdes que possui, constituídas tanto pelos remanescentes naturais como pelos parques, bosques e praças distribuídos pela cidade, ou ainda pela diversidade de espécies encontradas na arborização urbana. No entanto, mesmo essas áreas produzidas artificialmente, vitais para a qualidade de vida da população, não terão condições de se manter caso não sejam corretamente manejadas (GOMES *et al.* 2003).

Material cartográfico e iconográfico

A geração da base de dados geográficos foi apoiada na compilação e manipulação de materiais cartográficos básicos do IBGE (escala 1:50.000), assim como de imagens dos satélites LANDSAT, SPOT V e EROS, e fotografias aéreas coloridas. O conjunto desses dados inclui:

- Cartas topográficas do IBGE, na escala 1:50000:

Folha Campinas (SF-23-Y-A-V-4) (IBGE, 1973), Folha Amparo (SF-23-Y-A-VI-1) (IBGE, 1983), Folha Indaiatuba (SF-23-Y-C-II-2) (IBGE, 1973), Folha Valinhos (SF-23-Y-A-VI-3) (IBGE, 1988), Folha Cosmópolis (SF-23-Y-A-V-2) (IBGE, 1988).

- Imagens de satélites e Fotografias Aéreas:

LANDSAT, multiespectral, resolução de 30 metros, adquirida em 7 de junho de 2002; SPOT V, multiespectral, resolução de 5 metros, adquirida em 27 de setembro de 2002; Mosaico de imagens do satélite EROS, pancromático, resolução de 1,8 metros, adquirido em 28 de junho de 2003; Fotografias Aéreas, coloridas, ortorretificadas, resolução de 30 cm, adquiridas em junho de 2001.

Levantamento de Dados

Pesquisas bibliográficas, cartográficas e iconográficas foram os primeiros passos para a constituição de uma base de dados espaciais sobre o Município de Campinas. As principais etapas metodológicas são descritas a seguir.

Definição da Escala de Trabalho

A escala de trabalho foi definida em 1:25.000 para a interpretação das imagens e 1:50.000 para o produto final. A área mínima mapeável foi de aproximadamente 1 hectare, representada por polígonos de cerca de 0,04 cm² (0,2cm X 0,2cm).

Definição das Legendas Temáticas

As legendas temáticas foram definidas com base num sistema de classificação hierárquica envolvendo a diferenciação das classes de uso e cobertura das terras, remanescentes de vegetação natural, processos de urbanização e rede viária principal. A definição das legendas também teve como princípio facilitar a leitura dos mapas por parte dos usuários.

Mapeamento do uso e cobertura das terras, remanescentes de vegetação natural, áreas urbanas e em urbanização

Através da interpretação analógica da imagem do satélite SPOT V, de 27 de setembro de 2002 em resolução espacial de 5 metros, foram mapeadas as classes de uso e cobertura das terras identificáveis no Município de Campinas. Os dados vetoriais foram editados em sistema de informações geográficas, conforme a legenda pré-definida. Os remanescentes de vegetação natural e as áreas urbanizadas receberam atenção especial durante o mapeamento.

Todos os remanescentes de vegetação natural do Município foram visitados para o ajuste de seus limites cartográficos. As formações vegetais do Município foram reconhecidas na imagem por meio de fisionomia, estrutura e graus de alteração/regeneração. Quatro classes de remanescentes de vegetação natural foram distintas no Município: Floresta Estacional Semi-Decidua, Floresta Paludosa, Cerradão e Cerrado. Para as áreas urbanizadas e em urbanização, quatro classes foram definidas: áreas urbanizadas e em urbanização com ocupação esparsa, áreas urbanizadas e em urbanização com empreendimentos não residenciais, áreas densamente urbanizadas e áreas densamente urbanizadas com forte verticalização.

Verificação de Campo

Com a finalidade de checar e detalhar as legendas temáticas e os limites cartográficos, elaborou-se um roteiro de campo onde grande parte do Município foi visitado, abrangendo todos os temas mapeados.

A interpretação analógica da imagem foi confrontada com estes dados de campo, permitindo ajustes e correções para a posterior edição digital dos polígonos mapeados.

Expressão e Disponibilização dos Resultados

Os resultados do trabalho foram expressos em forma de tabelas, figuras, cartas e textos. Os documentos cartográficos foram expressos na escala 1: 50.000. Relatórios, publicações e seminários também têm divulgado o trabalho. Resultados parciais têm sido disponibilizados no website da Embrapa Monitoramento por Satélite <<http://www.cnpm.embrapa.br>>.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Base de Dados Geográficos

O primeiro resultado do projeto foi consequência da reunião de dados cartográficos e de sensoriamento remoto. As imagens de satélite possuem diferentes características em termos de resolução espectral e espacial. O uso integrado destes recursos orbitais permitiu o reconhecimento de variáveis espaciais necessárias à constituição da Base de Dados Geográficos. Entre os dados secundários utilizados para facilitar a associação dos padrões observados nas imagens com feições expressas na cartografia básica do Município, estão a altimetria e a rede viária principal. Atualizações foram realizadas, sempre que necessário.

Uso e Cobertura das Terras

A constituição da base de dados geográficos permitiu a geração de mapeamentos temáticos, tais como a carta de uso e cobertura das terras do Município de Campinas. Entre as classes mapeadas, os remanescentes de vegetação natural e as áreas urbanizadas e em urbanização do Município receberam destaque.

No total, foram cartografados 2488,2 ha de remanescentes, correspondendo apenas cerca de 3% do Município. A maior parte das florestas está localizada na porção leste de Campinas, na APA de Sousas e Joaquim Egídio. Na porção noroeste está localizada a Reserva Municipal de Santa Genebra, maior fragmento florestal mapeado (235,18 ha). No sul do Município, ocorrem sete fragmentos isolados de cerrado e cerradão, totalizando 235,17 ha.

Os remanescentes de floresta estacional semi-decidual representam 88,8% da área total de remanescentes de vegetação natural. Apesar de cerca de um terço dos remanescentes possuir entre 0 e 5 ha, estes representam apenas 4,9% da área total. Ao contrário, apenas seis fragmentos maiores que 80 ha ocupam 816,8 ha ou 32,8% da área total de remanescentes. Cinco deles são de floresta estacional semi-decidual. Somados aos oito fragmentos entre 40 e 80 ha, eles ultrapassam 50% da área total dos remanescentes de vegetação natural no Município. Portanto, a relação entre o número de remanescentes e sua área é inversamente proporcional.

No total, foram cartografados 22.756,5 ha de manchas urbanas. A maior área urbanizada contínua está localizada na porção centro-sul do Município, rodeada por outras áreas com diferentes graus de densidade de edificações. A única mancha de área densamente urbanizada com forte verticalização está situada no centro da cidade, totalizando 355,2 ha. Na porção leste do Município, praticamente não existem manchas urbanas significativas.

No total, foram mapeadas 239 manchas urbanas, distribuídas quase uniformemente entre as classes. As 44 áreas maiores que 80 ha representam 82,1% do total. As 78 áreas densamente urbanizadas recobrem cerca de 72% do total de áreas mapeadas.

Campinas passou a conviver com problemas típicos de cidades grandes. A proliferação de favelas, violência e pobreza urbana revelam um padrão de crescimento bastante perverso, intensificando as desigualdades sociais.

Assim como para as áreas de vegetação natural ou ainda as porções do Município utilizadas para produção agropecuária, os processos de urbanização também devem ser monitorados, permitindo avaliações circunstanciadas sobre o uso e a cobertura das terras e favorecendo o planejamento e desenvolvimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Campinas tem sido considerada um grande pólo de desenvolvimento, abrigando um importante centro industrial, além de apresentar uma das mais altas rendas per capita do Brasil. Nas décadas de 1960 e 1970, a região adquiriu características metropolitanas, o que nem sempre aconteceu de modo ordenado.

Este trabalho gerou subsídios para o planejamento e desenvolvimento do Município a partir da constituição de uma base de dados geográficos com ênfase no uso e cobertura das terras. Os procedimentos utilizados permitem ações e iniciativas de atualização baseadas em geoprocessamento.

A Embrapa Monitoramento por Satélite também tem organizado e participado de seminários, debates e discussões para incentivar a utilização dos dados gerados na gestão do Município, e fornecer subsídios à tomada de decisões. Com esta iniciativa, pretende-se estimular um processo de reflexão que tenha continuidade em trabalhos futuros no âmbito da comunidade local, visando o desenvolvimento sustentável e sócioambiental.

REFERÊNCIAS

- ANGELOCCI, L. R.; PEREIRA, A. R.; SENTELHAS, P. L. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002.
- BATISTELLA, M.; COUTINHO, A. C.; MIRANDA, J. R.; MIRANDA, E. E. de. Cartografia dos remanescentes florestais do Município de Campinas, SP, Brasil. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA: LATINOAMÉRICA EVALUADA DESDE EL ESPACIO, 7. 1995, Puerto Vallarta, México. **Anales...** México: SELPER, 1995. p. 46-51.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Folhas SF.23/24, Rio de Janeiro/Vitória**. Rio de Janeiro, 1983. 780 p. 6 mapas (Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais, v.32)
- CHRISTOFOLETTI, A.; FEDERICI H. **A Terra Campineira**. Campinas: Mousinho, 1972.
- DAEE/BMT/EAT-CAMPINAS. Mapa geológico do Município de Campinas-SP: Agenda 21. In: EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Subsídios para elaboração e implantação da Agenda 21 do Município de Campinas-SP**: GISWEB. Disponível em: <<http://www.agenda21cps.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 15 jan. 2004.
- EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Subsídios para elaboração e implantação da Agenda 21 do Município de Campinas-SP**. Disponível em: <<http://www.agenda21cps.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 15 dez. 2003.
- GOMES, E. G.; ASSIS, M. C.; PIEROZZI JR., I.; MIRANDA, E. E. **Subsídios para elaboração e implantação da Agenda 21 do município de Campinas-SP**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003. 29 p., il. (Documentos, 32).
- IBGE. **Censo Demográfico 2000**: resultados do universo. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 dez. 2003 b.
- IBGE. **Folha Topográfica de Campinas (SF-23-Y-A-V-4)**. Rio de Janeiro, 1973. Escala: 1:50.000.
- IBGE. **Folha Topográfica de Amparo (SF-23-Y-A-VI-1)**. Rio de Janeiro, 1983. Escala: 1:50.000.
- IBGE. **Folha Topográfica de Indaiatuba (SF-23-Y-C-II-2)**. Rio de Janeiro, 1973. Escala: 1:50.000.
- IBGE. **Folha Topográfica de Valinhos (SF-23-Y-A-VI-3)**. Rio de Janeiro, 1988. Escala: 1:50.000.
- IBGE. **Folha Topográfica de Cosmópolis (SF-23-Y-A-V-2)**. Rio de Janeiro, 1988. Escala: 1:50.000.
- MATTOS, C. O. **Contribuição ao planejamento e gestão da área de proteção ambiental de Sousas e Joaquim Egidio**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 1986.
- OLIVEIRA, J. B.; MENK, J. R.; ROTTA, C. L. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo**: Quadrícula de Campinas. Rio de Janeiro, IBGE, 1979. 169 p.
- RESENDE, S. B.; RESENDE M. Solos dos Mares de Morros: ocupação e uso. In: **O SOLO nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-Departamento de Solos- Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- SANTOS, A. C. **Campinas: das origens ao futuro**. Campinas: UNICAMP, 2002.
- SANTIN, D. A. **A vegetação remanescente do município de Campinas (SP)**: mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando a sua conservação. Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas. 1999.
- SOARES, A. F.; ZONTA, M. **Produtos iconográficos e cartográficos gerados pela Embrapa Monitoramento por Satélite**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 1999.
- VALLADARES, G. **Impacto das chuvas nas terras urbanas de Campinas**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2002. (Nota técnica não publicada).