

Base de dados geográficos para o Município de Campinas com ênfase no uso e cobertura das terras

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Conselho de Administração

José Amauri Dimázio
Presidente

Clayton Campanhola
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Dietrich Gerhard Quast
Sérgio Fausto
Urbano Campos Ribeiral
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola
Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca
Herbert Cavalcante de Lima
Mariza Marilena T. Luz Barbosa
Diretores Executivos

Embrapa Monitoramento por Satélite

Ademar Ribeiro Romeiro
Chefe-Geral

Luís Gonzaga Alves de Souza
Chefe-Adjunto de Administração

Ivo Pierozzi Júnior
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Evaristo Eduardo de Miranda
Supervisor da Área de Comunicação e Negócios



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*ISSN 0103-78110
Dezembro, 2003*

Documentos 26

Base de dados geográficos para o Município de Campinas com ênfase no uso e cobertura das terras

**Mateus Batistella
Marcelo Guimarães
Fernanda Panciera
Marta Camargo de Assis
Gustavo Souza Valladares**

Campinas, SP
2003

Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 26

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Monitoramento por Satélite

Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803 - Parque São Quirino

CEP 13088-300 Campinas-SP – BRASIL

Caixa Postal 491, CEP 13001-970

Fone: (19) 3256-6030

Fax: (19) 3254-1100

sac@cnpm.embrapa.br

<http://www.cnpm.embrapa.br>

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Ivo Pierozzi Júnior*

Secretária: *Shirley Soares da Silva*

Membros: *Ana Lúcia Filardi, Carlos Alberto de Carvalho, Eliane Gonçalves Gomes, Graziella Galinari, Luciane Dourado, Maria de Cléofas Faggion Alencar e Mateus Batistella*

Supervisão editorial e revisão do conteúdo: *Mateus Batistella*

Revisão gramatical e ortográfica: *Eliane Gonçalves Gomes, Maria de Cléofas F. Alencar e Ivo Pierozzi Júnior*

Normalização bibliográfica: *Maria de Cléofas Faggion Alencar*

Diagramação e editoração eletrônica: *Shirley Soares da Silva e Mateus Batistella*

1ª edição

1ª impressão (2003): 30 exemplares

Fotos: Arquivo da Unidade

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Batistella, Mateus

Base de dados geográficos para o Município de Campinas com ênfase no uso e cobertura das terras / Mateus Batistella, Marcelo Guimarães, Fernanda Panciera, Marta Camargo de Assis, Gustavo Souza Valladares. – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003

45 p. : il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 26)

ISSN 0103-78110

1. Uso das terras 2. Vegetação 3. Base de dados geográficos
4. Campinas 5. São Paulo I. Marcelo Guimarães. II. Marcelo Guimarães.
III. Fernanda Panciera. IV. Marta Camargo de Assis. V. Gustavo Souza Valladares. VI. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite (Campinas-SP). VII. Título. VIII. Série.

CDD 633.8952

© Embrapa Monitoramento por Satélite, dez. 2003

Autores

Mateus Batistella

Pesquisador II

Embrapa Monitoramento por Satélite

mb@cnpem.embrapa.br

Marcelo Guimarães

Pesquisador I

Embrapa Monitoramento por Satélite

marcelo@cnpem.embrapa.br

Fernanda Panciera

Estagiária

Embrapa Monitoramento por Satélite

Marta Camargo de Assis

Pesquisador II

Embrapa Monitoramento por Satélite

marta@cnpem.embrapa.br

Gustavo Souza Valladares

Pesquisador II

Embrapa Monitoramento por Satélite

gustavo@cnpem.embrapa.br

Resumo

Campinas é uma das maiores cidades do país, apresentando sérios desafios sociais e ambientais. Através de técnicas de geoprocessamento, a Embrapa Monitoramento por Satélite construiu uma base de dados espaciais como subsídio ao desenvolvimento e planejamento do Município.

A partir de imagens orbitais e sub-orbitais, foram identificadas, mapeadas e quantificadas as classes de uso e cobertura das terras, com ênfase para os remanescentes de vegetação natural e as áreas urbanizadas e em urbanização. Estas são responsáveis por aproximadamente 28% do Município, indicando a necessidade de planejamento de sua expansão. Já os remanescentes de vegetação natural ocupam apenas cerca de 3% do Município, indicando a necessidade de conservação.

Este trabalho fornece subsídios para a tomada de decisões, procurando estimular um processo de reflexão que oriente futuras iniciativas no âmbito da comunidade local.

Sumário

1. Antecedentes.....	11
2. Objetivo	12
3. Material e Métodos	13
3.1. Material	13
3.1.1. Localização da Área.....	13
3.1.2. Breve Histórico do Município.....	13
3.1.3. Clima	14
3.1.4. Geologia.....	14
3.1.4. Geomorfologia	15
3.1.6. Solos	15
3.1.7. Vegetação	15
3.1.8. Material cartográfico e iconográfico	16
3.2. Métodos	18
3.2.1. Levantamento de Dados sobre a Região	18
3.2.2. Definição da Escala de Trabalho	18
3.2.3. Definição das Legendas Temáticas	18
3.2.4. Mapeamento do uso e cobertura das terras, remanescentes de vegetação natural, áreas urbanas e em urbanização	19
3.2.4. Verificação de Campo	21
3.5. Expressão e Disponibilização dos Resultados	21
4. Resultados e Discussão	22
4.1. Base de Dados Geográficos	22
4.2. Uso e Cobertura das Terras	23
5. Considerações Finais.....	38
6. Referências.....	39

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Áreas e frequências relativas da classe de uso e cobertura das terras do Município de Campinas, SP.	33
Tabela 2 – Classes de Tamanho dos Remanescentes de Vegetação Natural do Município de Campinas, SP, em função da Área Ocupada.	35
Tabela 3 – Classes de Tamanho das Áreas Urbanizadas e em Urbanização do Município de Campinas, SP, em função da Área Ocupada.	37

Índice de Figuras

Figura 1 – Localização do Município de Campinas no Estado de São Paulo.	13
Figura 2 – Folhas Topográficas utilizadas para a constituição da Base de Dados para o Município de Campinas, SP.	17
Figura 3 – Exemplos de padrões de mapeamento realizado pela Embrapa Monitoramento por Satélite.	20
Figura 5 – Recorte de imagem do satélite LANDSAT no Município de Campinas, SP em 2002	25
Figura 6 – Recorte de imagem do satélite SPOT V do Município de Campinas.	26
Figura 7 – Recorte de imagem do satélite EROS do Município de Campinas, SP.	27
Figura 8 – Altimetria do Município de Campinas, SP.	28
Figura 9 – Rede viária principal do Município de Campinas, SP em 2002.	29
Figura 10 – Uso e cobertura das terras do Município de Campinas, SP em 2002.	30
Figura 11 – Remanescentes de vegetação natural do Município de Campinas, SP em 2002.	34
Figura 12 – Áreas urbanizadas e em urbanização do Município de Campinas, SP em 2002	36

Base de Dados Geográficos para o Município de Campinas com ênfase no Uso e Cobertura das Terras

Mateus Batistella
Marcelo Guimarães
Fernanda Panciera
Marta Camargo de Assis
Gustavos Souza Valladares

1. Antecedentes

Campinas é uma das maiores cidades do país, tendo crescido de maneira extremamente rápida 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 do 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.

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 também 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, apoiado em um banco de dados espaciais. A utilização dessas informações pode evitar, ou pelo menos minimizar, possíveis impactos negativos do desenvolvimento municipal em futuro próximo.

A implantação de uma Agenda 21 local também pode beneficiar-se deste projeto, favorecendo a compreensão das questões ambientais, a recuperação de áreas degradadas, o planejamento adequado do crescimento urbano, a sustentabilidade da atividade rural e, principalmente, uma melhor relação sócio-ambiental no Município.

2. Objetivo

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.

3. Material e Métodos

3.1. Material

3.1.1. Localização da Área

Campinas está situada na porção Centro-Leste do Estado de São Paulo, com 22°53'20" de Latitude Sul e 47°04'40" de Longitude 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, 1973,1983,1988), é de 802,45 km² (Figura 1). (IBGE, Censo Demográfico, 2000).

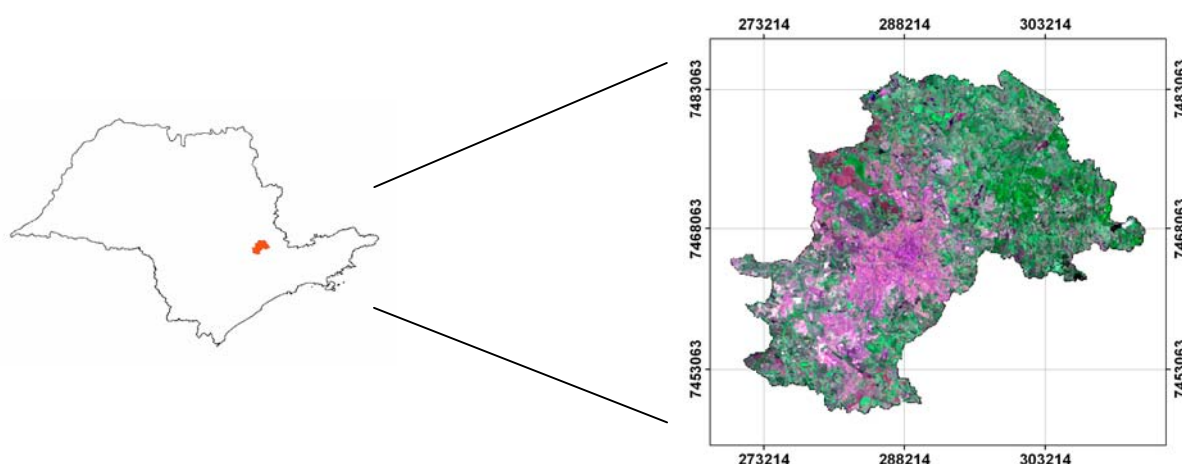


Figura 1 – Localização do Município de Campinas no Estado de São Paulo.

3.1.2. Breve Histórico do Município

A cidade de Campinas foi um importante pólo econômico nacional para agricultura. Sua origem data do início do século XVIII, quando a cobertura das terras era dominada por florestas entremeadas de alguns campos, denominados mais tarde de Campinas. Os principais ciclos econômicos incluem a exploração cafeeira, substituída posteriormente pela expansão da atividade pecuária e, mais recentemente, pelo crescimento urbano-industrial.

Com tal crescimento, ocorreu um processo de apropriação de terras a partir da produção e consumo das intervenções urbanas e das condições políticas da época, que marcaram um desenvolvimento desigual e contraditório até a década de 60. Os três planos diretores do Município (anos 70 a 90) determinaram alguns padrões de crescimento e ocupação das terras, fundamentados numa política urbana baseada na valorização de localidade e negócio (SANTOS, 2002).

A demanda atual de estabelecimento da Agenda 21 municipal pressupõe a composição de um plano de desenvolvimento sustentável, com base em estratégias e linhas de ação. Este processo é dinâmico, com interação entre o setor público e a sociedade civil. O presente documento fornece subsídios para essa iniciativa.

3.1.3. Clima

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.

O clima tipo Cwa (mesotérmico com verões quentes e estação seca de inverno), pela classificação de Köppen, é caracterizado por mês mais frio com média inferior a 18° C, mas superior a 3° C e mês mais quente superior a 22° C, com precipitações médias anuais em torno de 1.400 mm e abaixo de 60 mm durante o inverno seco (ANGELOCCI *et al.*, 2002).

3.1.4. Geologia

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 Geologia predominante no Município inclui:

- **Cenozóico-Quaternário:** depósitos aluviais areno-argilosos;
- **Mesozóico-Jurássico/Cretáceo:** rochas básicas intrusivas ;
- **Paleozóico-Carbonífero/Permiano:** Grupo-Tubarão-FM. Itararé arenitos finos a grosseiros lamíticos, siltitos, ritmitos, folhelhos e diamictitosicos;
- **Fanerozóico- Cambriano:** suítes graníticas indiferenciadas (granitos);
- **Proterozóico-Pré-Cambriano:** Complexo Amparo – migmatitos de estruturas diversas, biotita-gnaisses, biotita-xistos, quartizitos, anfíbolitos e metaultrabásitos;
- **Proterozóico-Pré-Cambriano:** Complexo Amparo – quartizitos feldspáticos, micácios e granatíferos, rochas calcossilicáticas com intercalações de biotita-xisto, filitos e rochas cataclasadas. (DAEE/BMT/EAT-CAMPINAS, 2004).

3.1.4. Geomorfologia

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.

3.1.6. Solos

Os solos campineiros apresentam características diversas conforme sua localização na área cristalina ou sedimentar. Os mapeamentos de solos executados por Brasil (1983) 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 e 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. Nas rodovias, o desmatamento das áreas de suas margens 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).

3.1.7. Vegetação

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. (BATISTELLA, 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, e que são vitais para a qualidade de vida da população, não terão condições de se manter caso não sejam corretamente manejadas (GOMES *et al.* 2003).

3.1.8. 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 (Figura 2):

- 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).

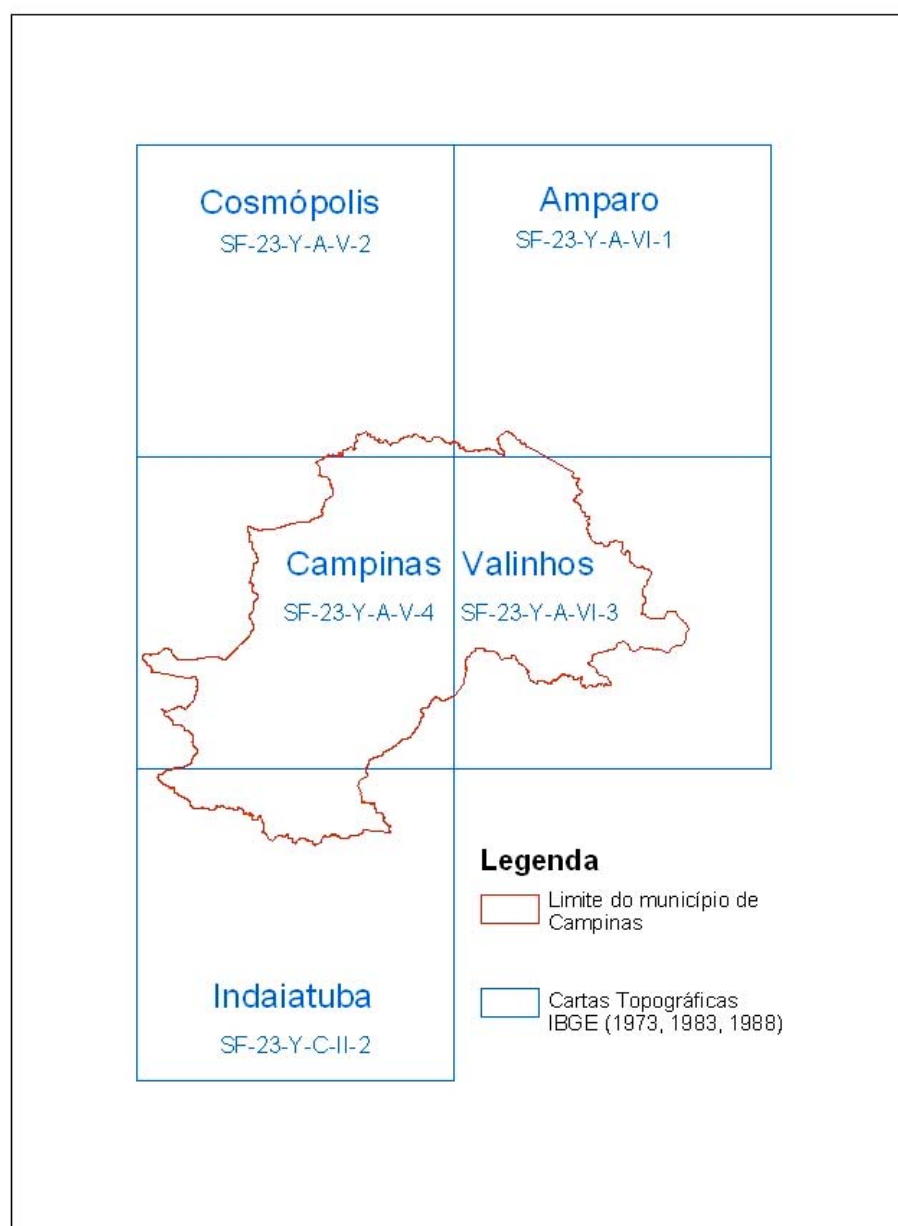


Figura 2 – Folhas Topográficas utilizadas para a constituição da Base de Dados para o Município de Campinas, SP.

Imagens de satélites

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

3.2. Métodos

3.2.1. Levantamento de Dados sobre a Região

Pesquisas bibliográficas, cartográficas e iconográficas, foram os primeiros passos para a constituição de uma base de dados sobre o Município de Campinas.

A seleção e obtenção das imagens orbitais foi criteriosa, visando a diferenciação de feições de interesse para o mapeamento. Em particular, foi realizada uma avaliação da cobertura de nuvens e da qualidade das imagens para sua aquisição.

O levantamento bibliográfico e cartográfico reuniu os dados e informações necessários à consecução do projeto. As principais etapas metodológicas são descritas a seguir.

3.2.2. 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 (0,2 cm X 0,2 cm).

3.2.3. 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.

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

Através da interpretação analógica da imagem orbital 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.

Elementos como tonalidade, cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização foram interpretados e digitalizados (SOARES, ZONTA, 1999).

Para auxiliar o trabalho de campo, foram geradas quatro cartas preliminares (Norte, Sul, Leste e Oeste), ampliadas para melhor visualização (1:25.000 e 1:10.000).

No trabalho de campo, um altímetro de alta precisão foi utilizado para confrontar com os dados do receptor GPS. Em áreas de difícil acesso, foram utilizados binóculos para reconhecimento das feições a serem delimitadas.

Os remanescentes de vegetação natural e as áreas urbanizadas receberam atenção especial durante o mapeamento.

Foram realizadas extensas pesquisas bibliográficas sobre o tema, e 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 (SERRA FILHO *et al.*, ANDERSON, VERSTAPPEN, 1982; MARCHETTI, GARCIA, 1986). Quatro classes de remanescentes de vegetação natural foram distintos no Município:

- Floresta Estacional semi-decidual;
- Floresta Paludosa;
- Cerradão;
- Cerrado.

As áreas urbanas e em urbanização foram divididas em quatro diferentes níveis quanto a densidade de edificações:

- Áreas urbanizadas e em urbanização com ocupação esparsa;
- Áreas urbanizadas e em urbanização com empreendimentos não residenciais;
- Áreas densamente urbanizadas;
- Áreas densamente urbanizadas com forte verticalização.

A Figura 3 ilustra alguns padrões interpretados para o mapeamento.

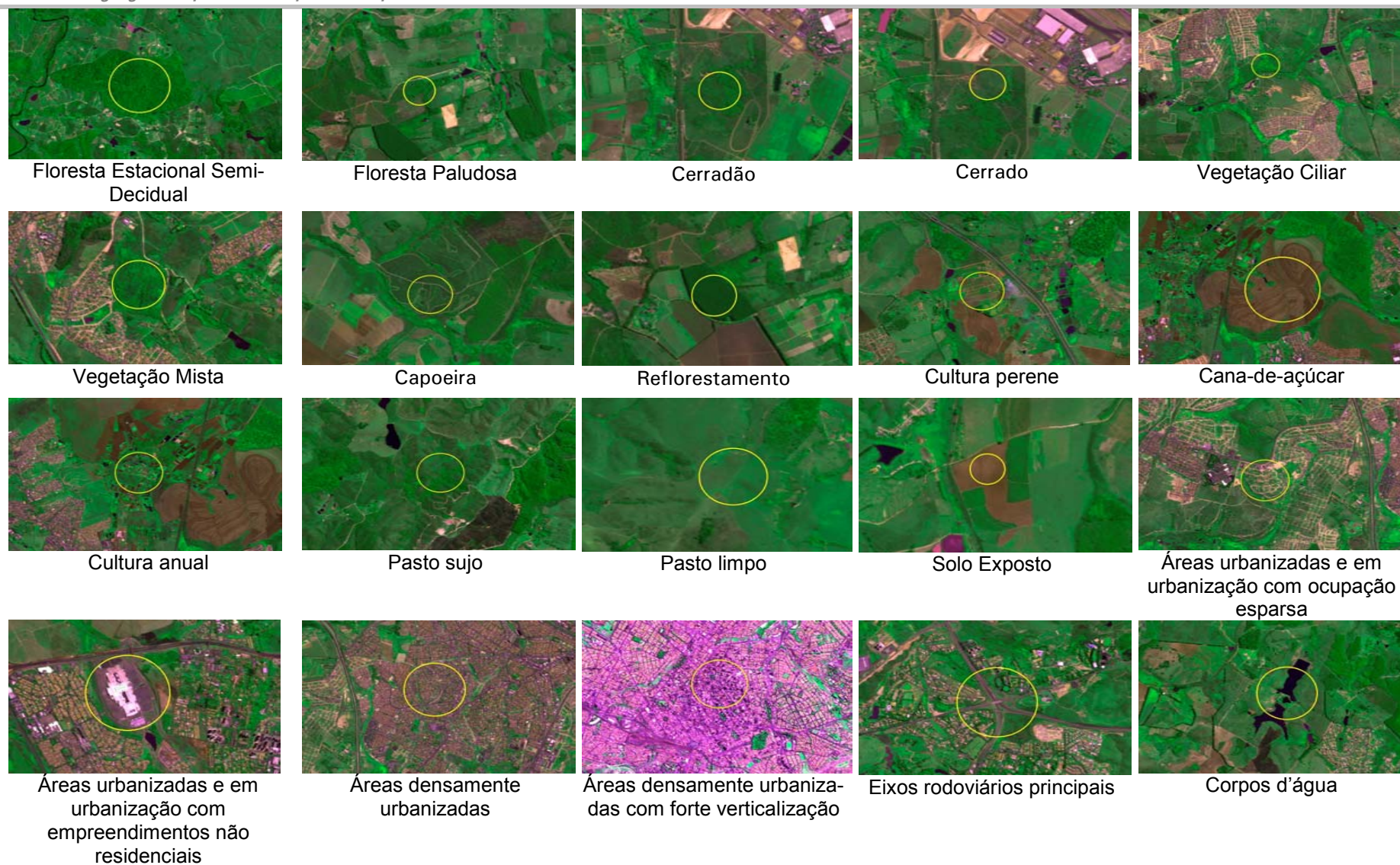


Figura 3 – Exemplos de padrões de mapeamento realizado pela Embrapa Monitoramento por Satélite.

3.2.4. 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.

3.5. 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>>. A Figura 4 resume as principais etapas do projeto.

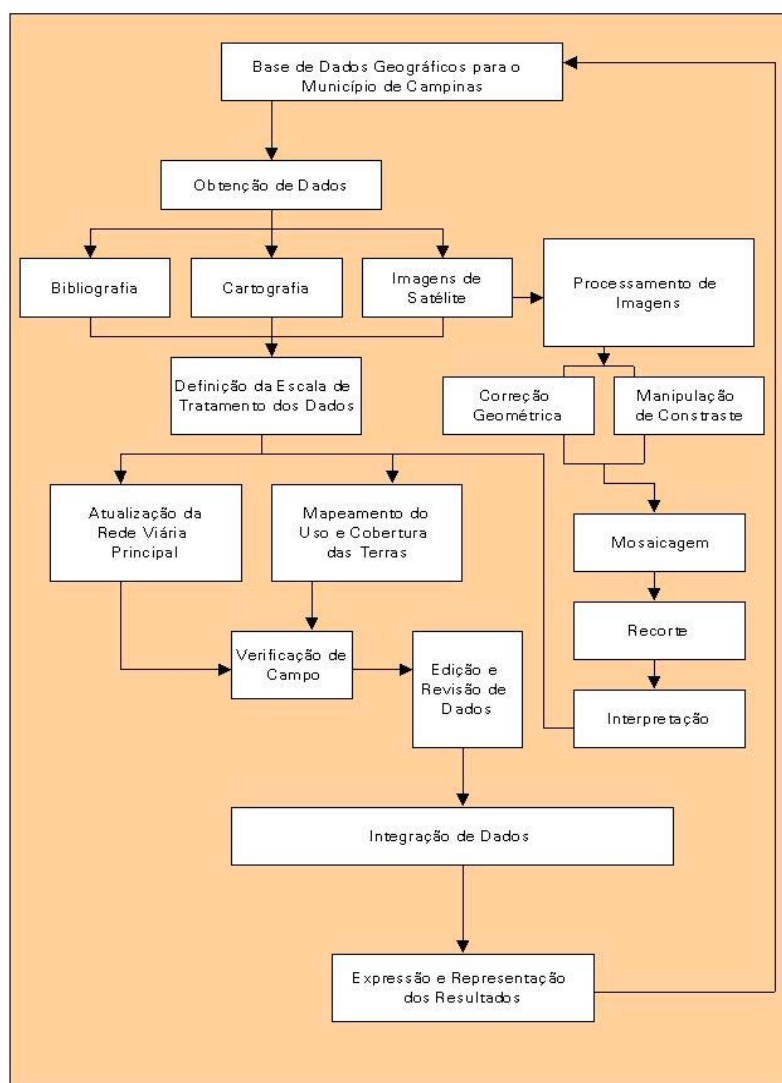


Figura 4 – Principais etapas metodológicas para a constituição da Base de Dados Geográficos para o Município de Campinas, SP.

4. Resultados e Discussão

4.1. Base de Dados Geográficos

O primeiro resultado do projeto foi consequência da reunião de dados cartográficos e orbitais. As Figuras 5, 6 e 7 ilustram as imagens de satélites, utilizadas para a constituição da Base de Dados Geográficos para o Município de Campinas. Estas imagens possuem diferentes características em termos de resolução espectral e espacial.

A imagem LANDSAT ETM possui 30 metros de resolução nas bandas 3 (Vermelho), 4 (Infra-Vermelho Próximo) e 5 (Infra-Vermelho Médio), utilizadas para a interpretação do uso e cobertura das terras (Figura 5).

A imagem SPOT V possui resolução de 5 metros nas bandas B1 (Verde), B2 (Vermelho), B3 (Infra-Vermelho Próximo) (Figura 6), favorecendo a interpretação de feições de difícil identificação nas imagens ETM.

A imagem EROS é pancromática e possui resolução espacial de 1,8 metros (Figura 7). Essa imagem permite uma visualização detalhada de feições menores, tais como a rede viária do Município.

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 (Figura 8) e a rede viária principal (Figura 9).

A variação altimétrica do Município é de 580 a 1080 metros, expressa na carta por curvas de nível com equidistância de 20 metros. As áreas de maior declividade estão a leste do Rio Atibaia. O centro do Município apresenta relevo plano ou suavemente ondulado (Figura 8). A carta altimétrica permite também a visualização dos principais eixos de drenagem e topos de morro.

A rede viária principal reuniu as seguintes classes: rodovia estadual, estrada pavimentada, estrada não-pavimentada, linha férrea, pista aeroporto, via expressa, vias principais, avenidas e ruas. Nota-se maior densidade de estradas não pavimentadas na porção leste do Município, coincidindo com a ausência quase completa de estradas pavimentadas neste setor. As rodovias estaduais cortam o Município principalmente nos sentidos sudeste-noroeste (Anhanguera e Bandeirantes), sul-norte (Rodovia Santos Dumont, SP-340 e SP-73), e leste-oeste (Rodovia Dom Pedro I). Neste mapa, a mancha urbana é caracterizada pela ocorrência de avenidas, vias principais e vias espressas, particularmente na porção centro-sul do Município. Grandes volumes de transporte de carga trafegam pela região. A malha viária permitiu uma densa ocupação urbana, organizada em torno da cidade de Campinas e de outros distritos, revelando processos de conurbação já consolidados ou emergentes.

4.2. 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 (Figura 10). A legenda temática inclui as seguintes classes:

Floresta estacional semi-decidual

Florestas de altitudes medianas e com porte médio a alto, típicas de regiões de clima tropical estacional com duas estações bem definidas: verões úmidos e quentes e invernos mais frios e secos, quando perdem parcialmente as folhas.

Floresta paludosa

As florestas paludosas (florestas higrófilas ou matas de brejo) compreendem formações vegetais encontradas junto às várzeas e nascentes.

Cerradão

Fisionomia caracterizada por árvores de médio e grande porte, semelhante a uma floresta estacional, mas de troncos tortuosos e suberosos.

Cerrado

Caracteriza-se por árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem a formação de um dossel contínuo. As árvores são baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas.

Vegetação ciliar

Este tipo de vegetação acompanha a drenagem e está associado aos rios, córregos e solos saturados, abrangendo principalmente florestas de galeria, veredas e formações herbáceo-arbustivas.

Vegetação mista

Composição mista entre eucalipto, espécies nativas e exóticas ornamentais, fisionomicamente semelhante a um remanescente de floresta estacional.

Capoeira

Vegetação secundária densa, em estágio inicial a médio de regeneração, composta de árvores mais finas.

Reflorestamento

Compreende os reflorestamentos com *Eucaliptus.sp* e *Pinus.sp*.

Cultura perene

São culturas arbóreas com ciclo de vida longo, ou seja, maiores que um ano entre o plantio e a renovação dos talhões (na área, são representativas as culturas de café e frutas).

Cana-de-açúcar

Pode ser considerada uma cultura semi-anual, com ciclo de cinco anos e colheitas anuais; apresenta uma topografia pouco acidentada, com uma dinâmica muito forte de ocupação.

Cultura anual

São culturas temporárias (ciclo curto), representadas em sua maioria pelas hortaliças, além de milho, arroz, feijão, batata.

Pasto sujo

Além de gramíneas, ocorrem outras espécies de vegetação herbácea e também proporções variadas de alguns arbustos e arvoretas, com predominância de vegetação secundária.

Pasto limpo

Esses pastos têm manejo intenso, sendo frequentemente roçados. Predominam vegetais herbáceos, geralmente gramíneas exóticas e outras ervas.

Solo exposto

Áreas de solo exposto, geralmente associados à preparação para cultivo ou à remoção da cobertura vegetal para a construção de edificações.

Áreas urbanizadas e em urbanização com ocupação esparsa

Correspondem às áreas onde as edificações encontram-se esparsas, representadas principalmente pelos loteamentos, chácaras residenciais, etc.

Áreas urbanizadas e em urbanização com empreendimentos não residenciais

Compreendem empresas, indústrias, usinas, *shopping centers*, etc.

Áreas densamente urbanizadas

São áreas de intensa ocupação urbana/residencial com concentradas edificações, térreas ou verticais.

Áreas densamente urbanizadas com forte verticalização

Mancha urbana caracterizada por uma grande densidade populacional e construções predominantemente verticais.

Eixos rodoviários principais

Compreendem as principais rodovias.

Corpos d'água

Principais cursos d'água, açudes e reservatórios artificiais.

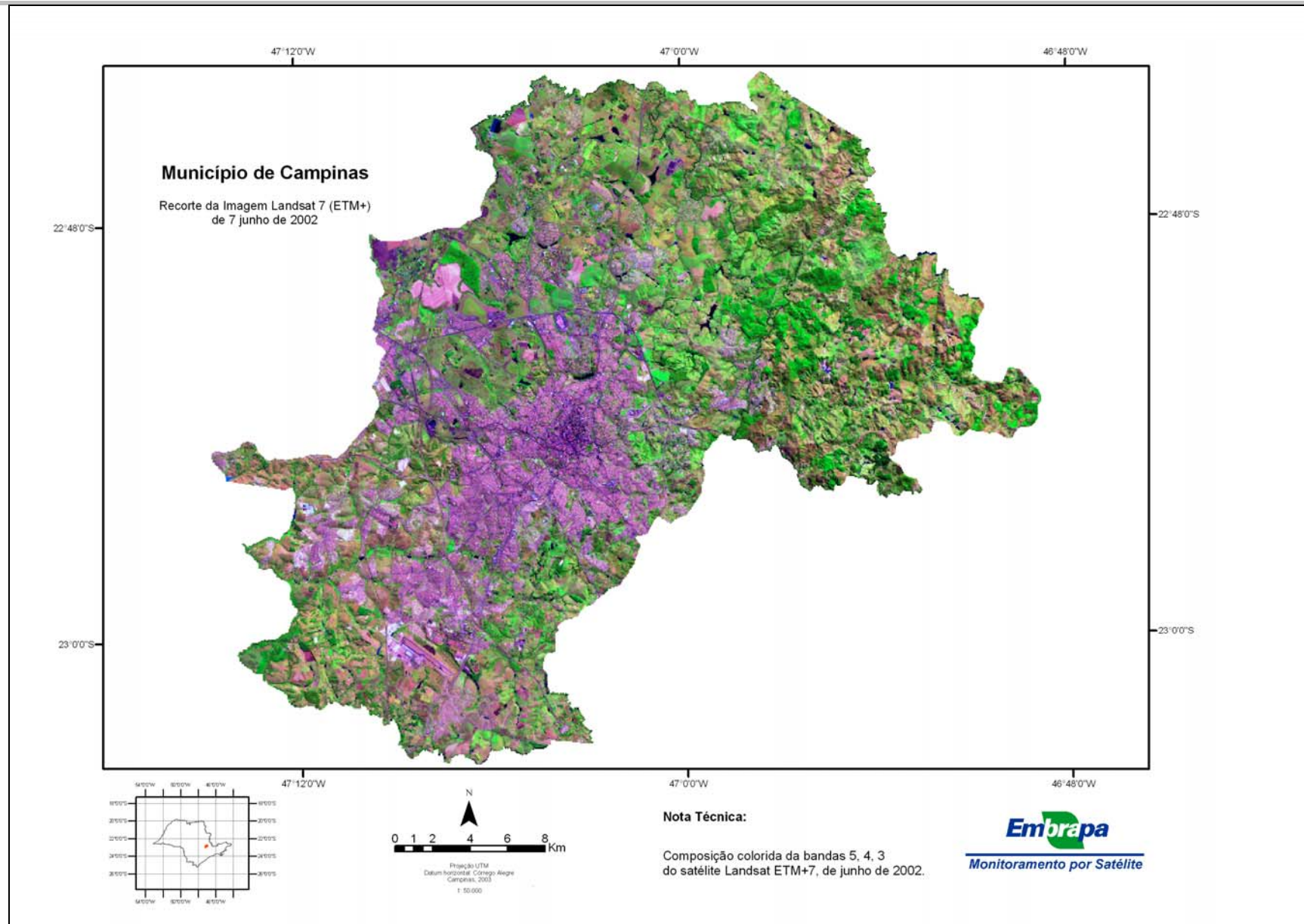


Figura 5 – Recorte de imagem do satélite LANDSAT no Município de Campinas, SP em 2002.

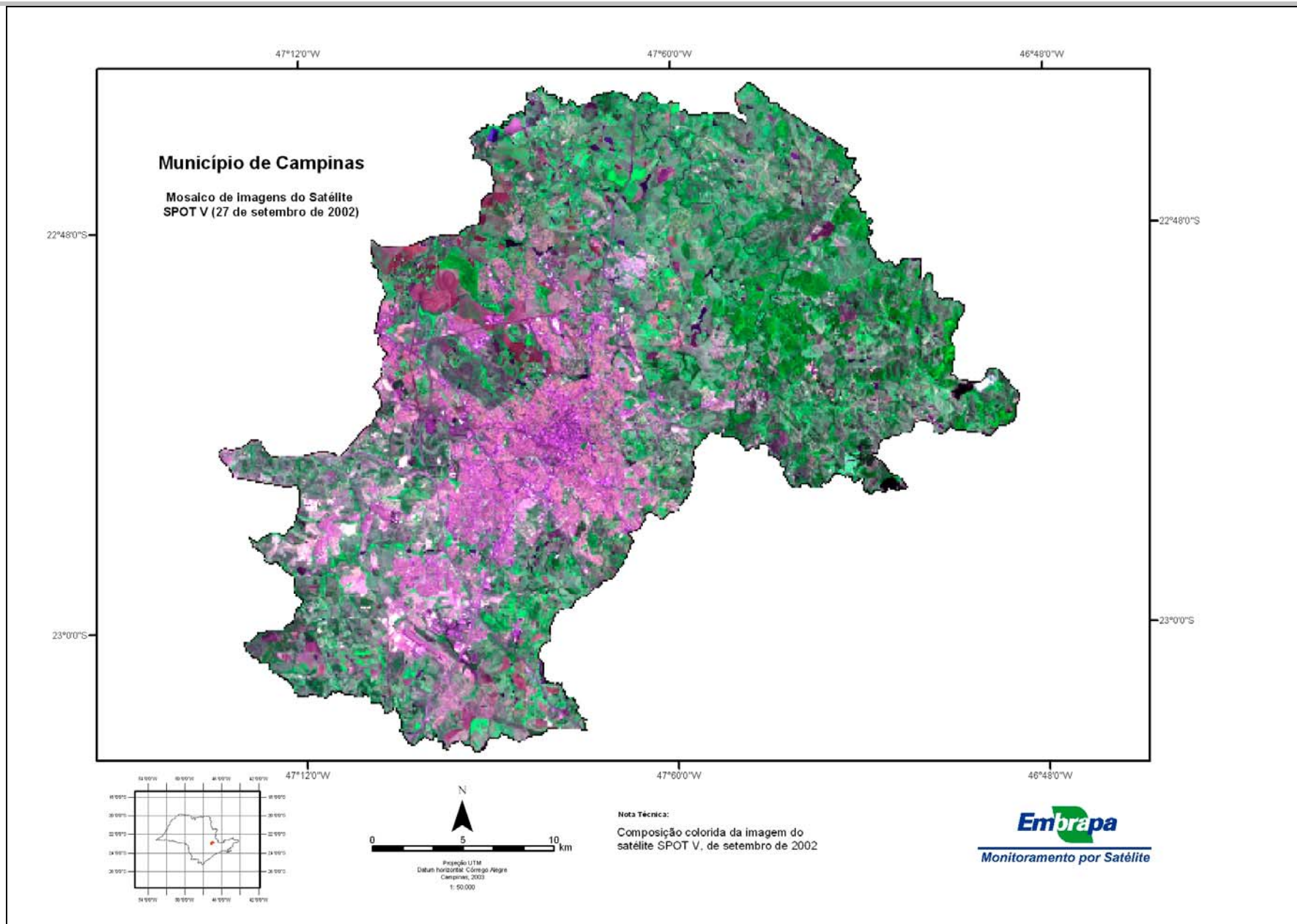


Figura 6 – Recorte de imagem do satélite SPOT V do Município de Campinas.

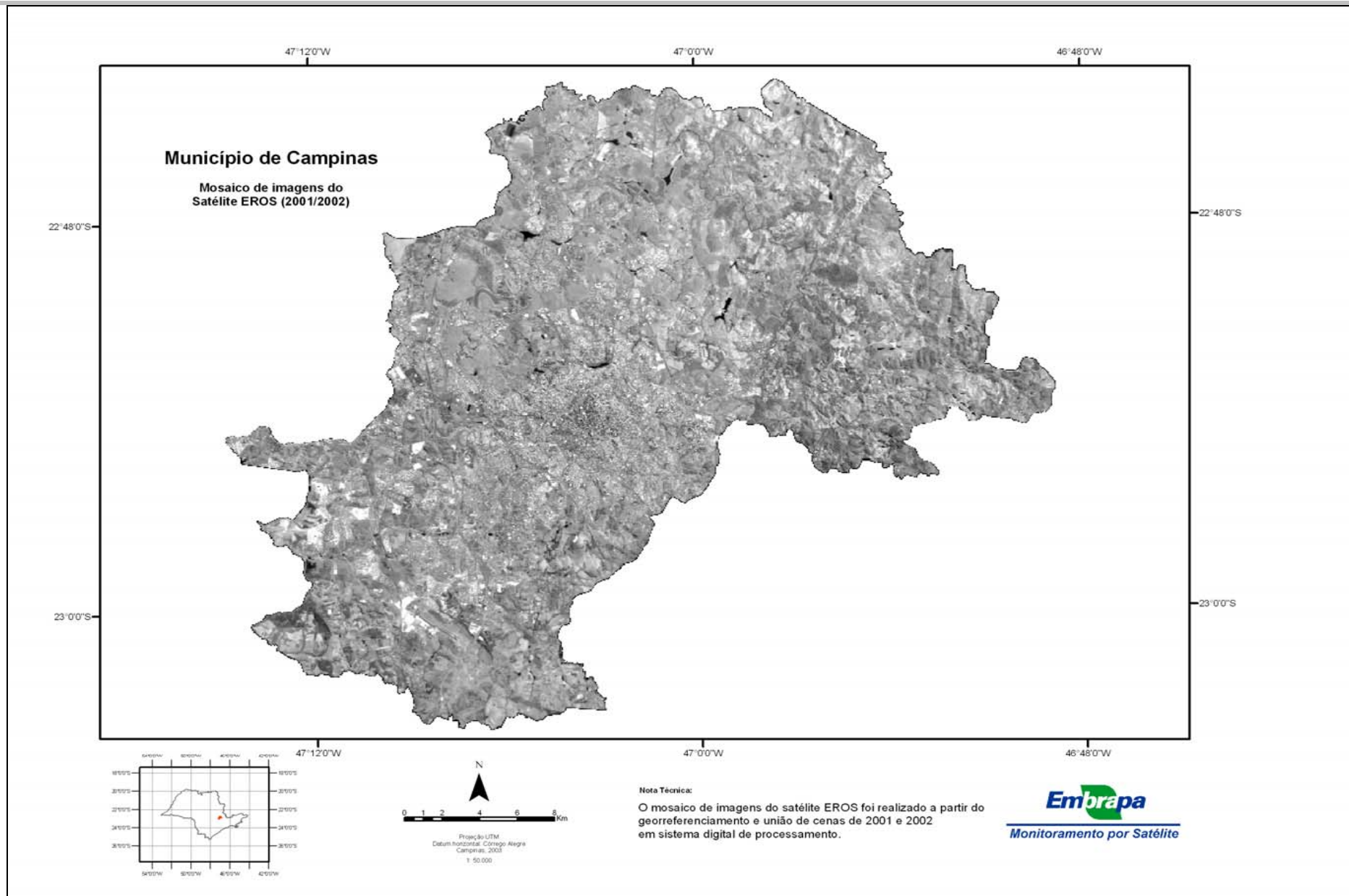


Figura 7 – Recorte de imagem do satélite EROS do Município de Campinas, SP.

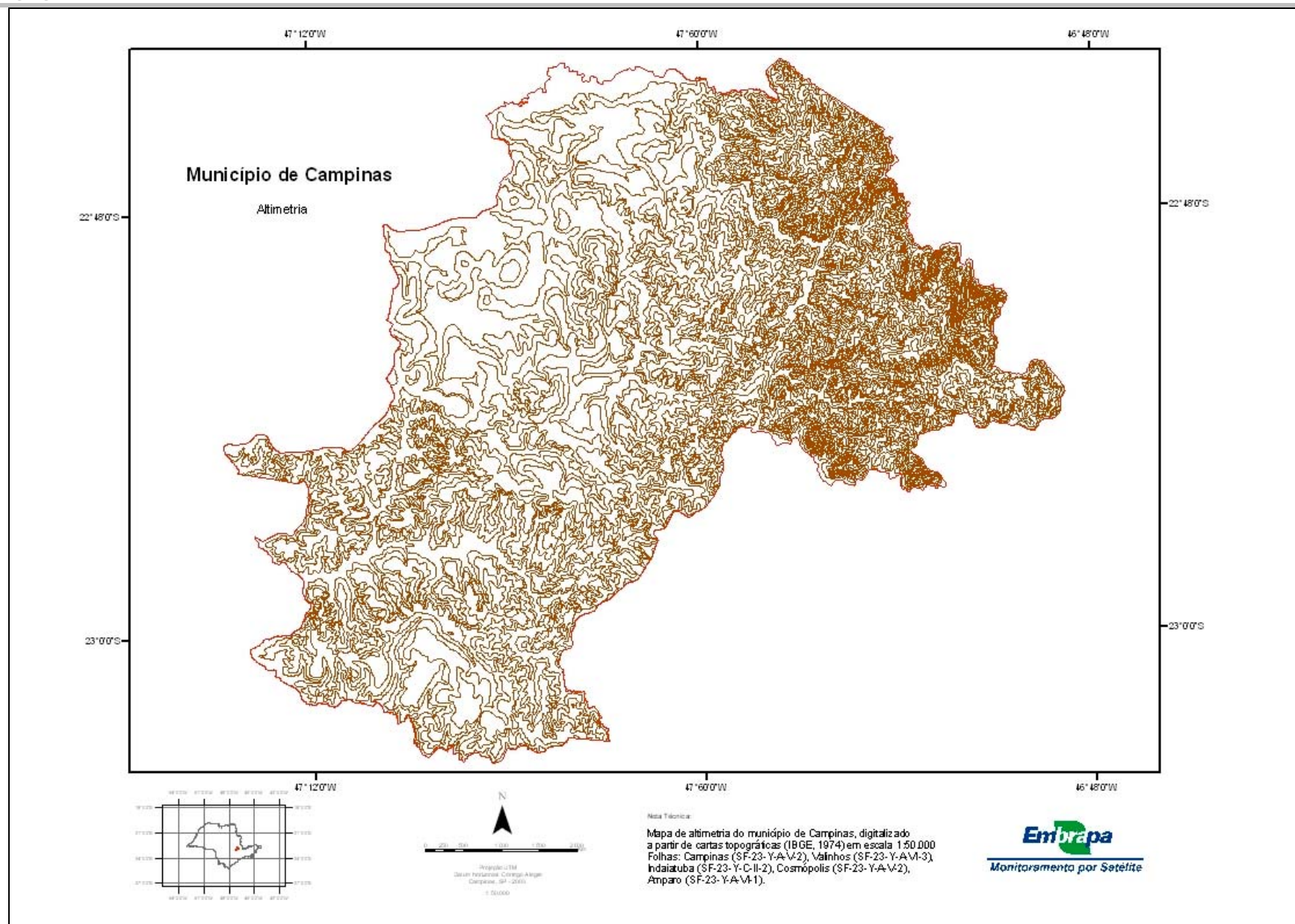


Figura 8 – Altimetria do Município de Campinas, SP.

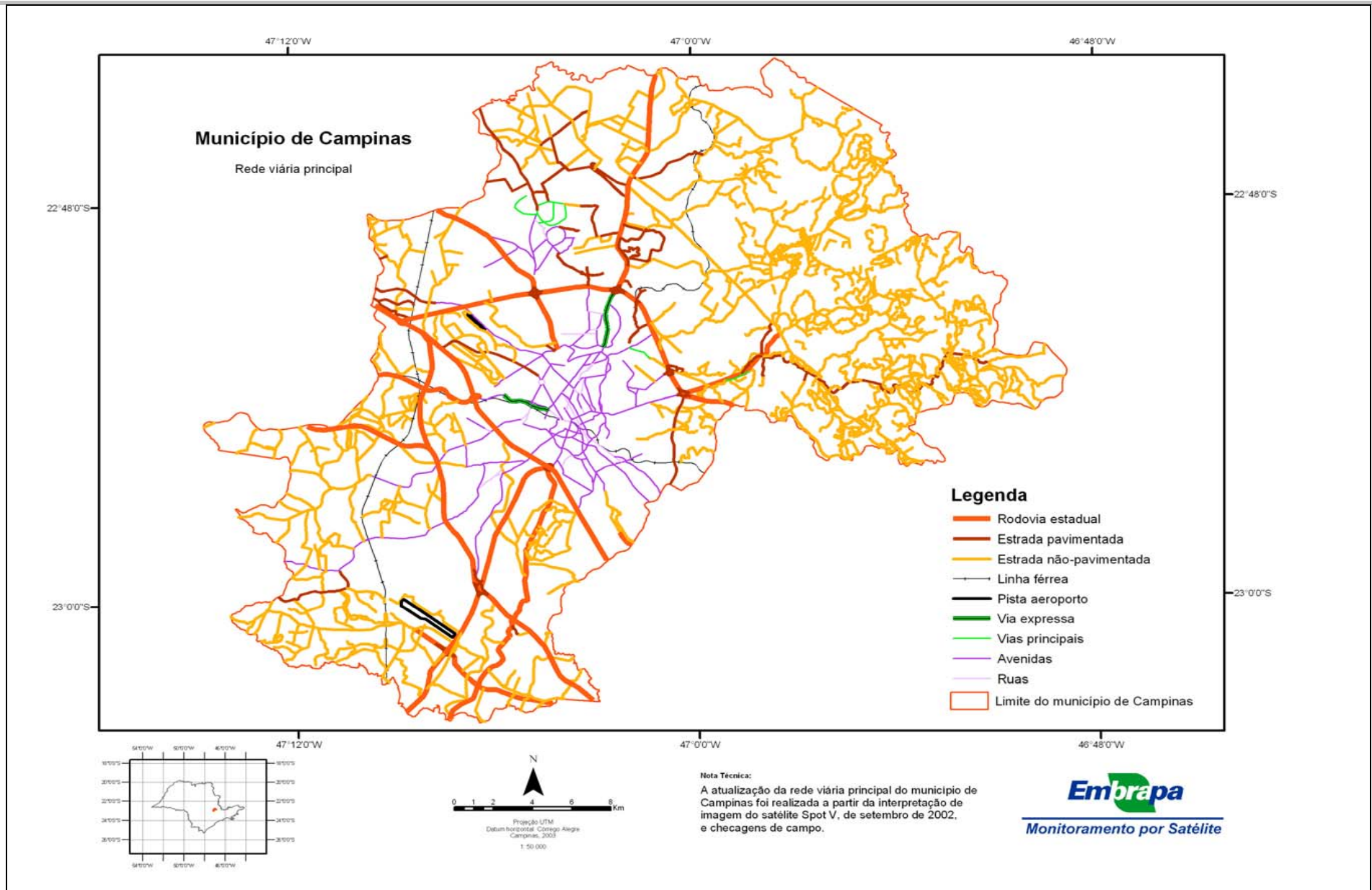


Figura 9 – Rede viária principal do Município de Campinas, SP em 2002.

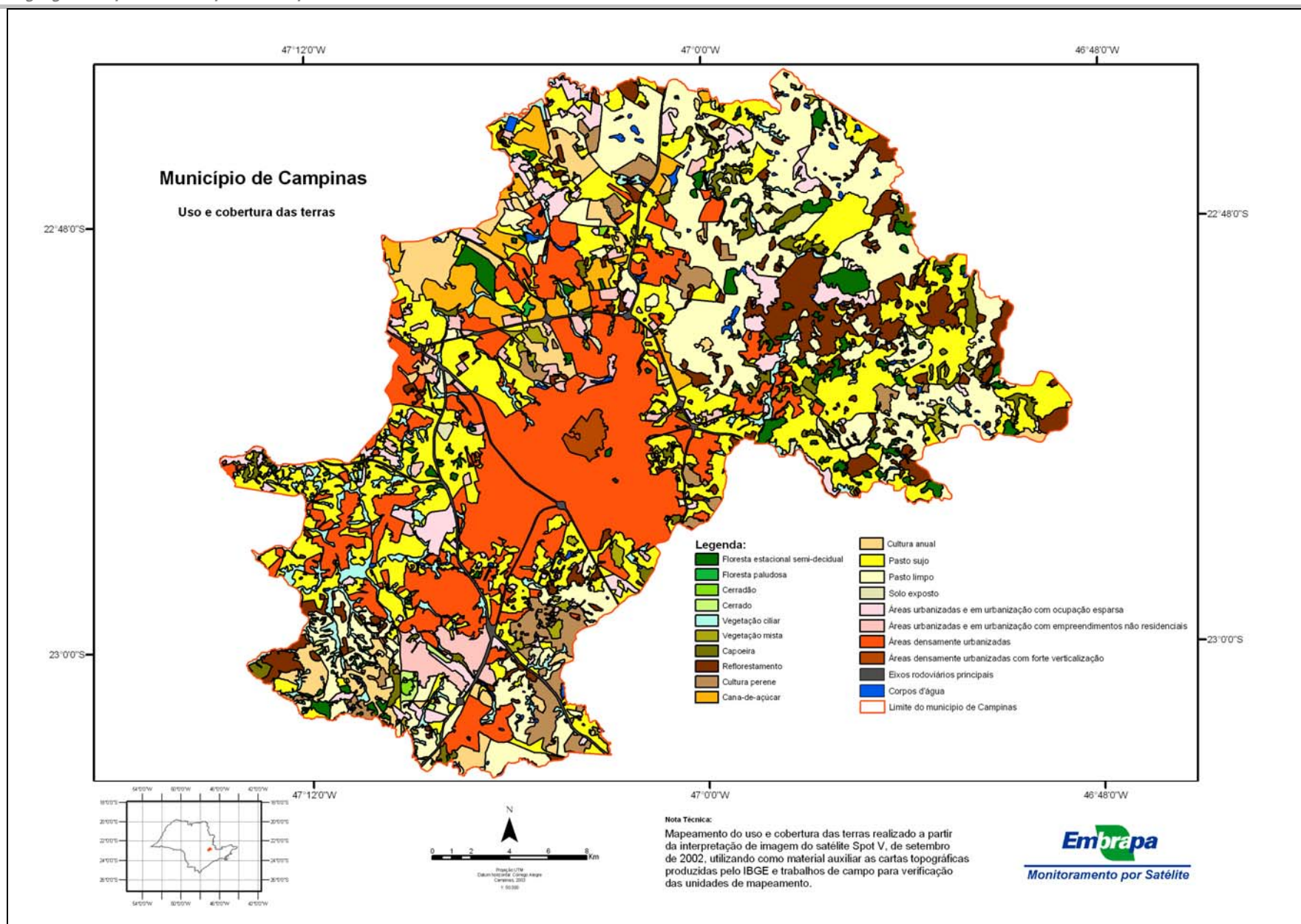


Figura 10 – Uso e cobertura das terras do Município de Campinas, SP em 2002.

A Tabela 1 quantifica a área em hectares e a porcentagem da área total do Município para as classes de uso e cobertura das terras. As pastagens e as áreas urbanizadas e em urbanização, recobrem a maior parte do Município (cerca de 43% e 28% da área total, respectivamente). Aproximadamente 10% do Município é ocupado por áreas agrícolas. Os reflorestamentos recobrem 6,6% da área total, enquanto outras coberturas vegetais (vegetação ciliar, mista e capoeira) recobrem outros 7,5%. Os remanescentes de vegetação natural ocupam apenas cerca de 3% do Município. Entre as classes mapeadas, os remanescentes de vegetação natural e as áreas urbanizadas e em urbanização do Município receberam destaque.

A Figura 11 salienta as quatro classes de remanescentes de vegetação natural do Município de Campinas: floresta estacional semi-decidual, floresta paludosa, cerradão e cerrado. No total, foram cartografados 2488,2 ha de remanescentes. A maior parte das florestas está localizada na porção leste do Município, na APA de Sousas e Joaquim Egídio. Em particular, observam-se grandes e importantes remanescentes florestais no nordeste do Município (Ribeirão Cachoeira, Fazenda Santana, Fazenda São Vicente, Fazenda Santo Espírito e Fazenda Recreio). Na porção noroeste de Campinas 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.

A Tabela 2 hierarquiza estes fragmentos em classes de tamanho. 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, eles 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. As outras classes mapeadas (floresta paludosa, cerradão e cerrado) correspondem a apenas 9 fragmentos, totalizando 11,2% do total.

Os remanescentes de vegetação natural desempenham um importante papel ecológico, contribuindo para a preservação de ecossistemas originais, manutenção da biodiversidade local e de habitats para a fauna. Portanto, tornam-se necessários seu monitoramento e preservação. Em particular, a fiscalização de desmatamentos e a prevenção de queimadas são fundamentais nessas áreas.

Alguns remanescentes encontram-se protegidos por lei na forma de parques e reservas (SERRA FILHO *et al.*, 1974; RODRIGUES, 1990). Outros fragmentos estão em avançado estado de perturbação. Estudos sobre a estrutura, a composição florística e os processos ecológicos nos remanescentes de vegetação natural de Campinas são fundamentais para a elaboração de planos de manejo e de recuperação de áreas degradadas.

Ações no sentido de restabelecer corredores ecológicos entre os remanescentes de vegetação devem ter prioridade, pois eles servem de ligação entre fragmentos isolados, condicionando a distribuição espacial das espécies e amenizando os efeitos negativos do isolamento de populações.

A Figura 12 ilustra as quatro classes de áreas urbanizadas e em urbanização do Município de Campinas: 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. 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.

A Tabela 3 hierarquiza as manchas urbanas em classes de tamanho. 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.

As especificidades dos processos de urbanização ocorridos na Região provocaram mudanças visíveis na paisagem campineira. De um lado, acarretaram desequilíbrios de natureza ambiental e deficiências nos serviços básicos. De outro, geraram grandes potencialidades e oportunidades em função da base produtiva (atividades modernas, centro de tecnologia de ponta, etc.).

Nesse cenário, 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 utilizados para produção agropecuária, os processos de urbanização também devem ser monitorados periodicamente, permitindo avaliações circunstanciadas sobre o uso e a cobertura das terras e favorecendo o planejamento e desenvolvimento local.

Tabela 1 – Áreas e freqüências relativas da classe de uso e cobertura das terras do Município de Campinas, SP.

Classes de uso e cobertura das terras	Área (ha)	Porcentagem	
Floresta estacional semi-decidual	2203.9	2.75	3,1% de Remanescentes de vegetação natural
Floresta paludosa	42.6	0.05	
Cerradão	66.6	0.08	
Cerrado	168.6	0.21	
Vegetação ciliar	3100.6	3.87	7,5% de áreas com outras coberturas vegetais
Vegetação mista	773.3	0.96	
Capoeira	2149.6	2.68	
Reflorestamento (eucalipto)	5266.3	6.57	
Cultura perene	2407.2	3.00	9,9% de Agricultura
Cana-de-açúcar	2187.6	2.73	
Cultura anual	3337.2	4.16	
Pasto sujo	17674.6	22.04	42,9% de Pastagens
Pasto limpo	16716.6	20.84	
Solo exposto	367.6	0.46	
Áreas urbanizadas e em urbanização com ocupação esparsa	3245.5	4.05	27,7% de Áreas Urbanizadas e em Urbanização
Áreas urbanizadas e em urbanização com empreendimentos não residenciais	2016.3	2.51	
Áreas densamente urbanizadas	16650.1	20.76	
Áreas densamente urbanizadas com forte verticalização	355.2	0.44	
Rodovias principais	895.8	1.12	
Corpos d'água	580.5	0.72	
TOTAL	80205.7	100.00	

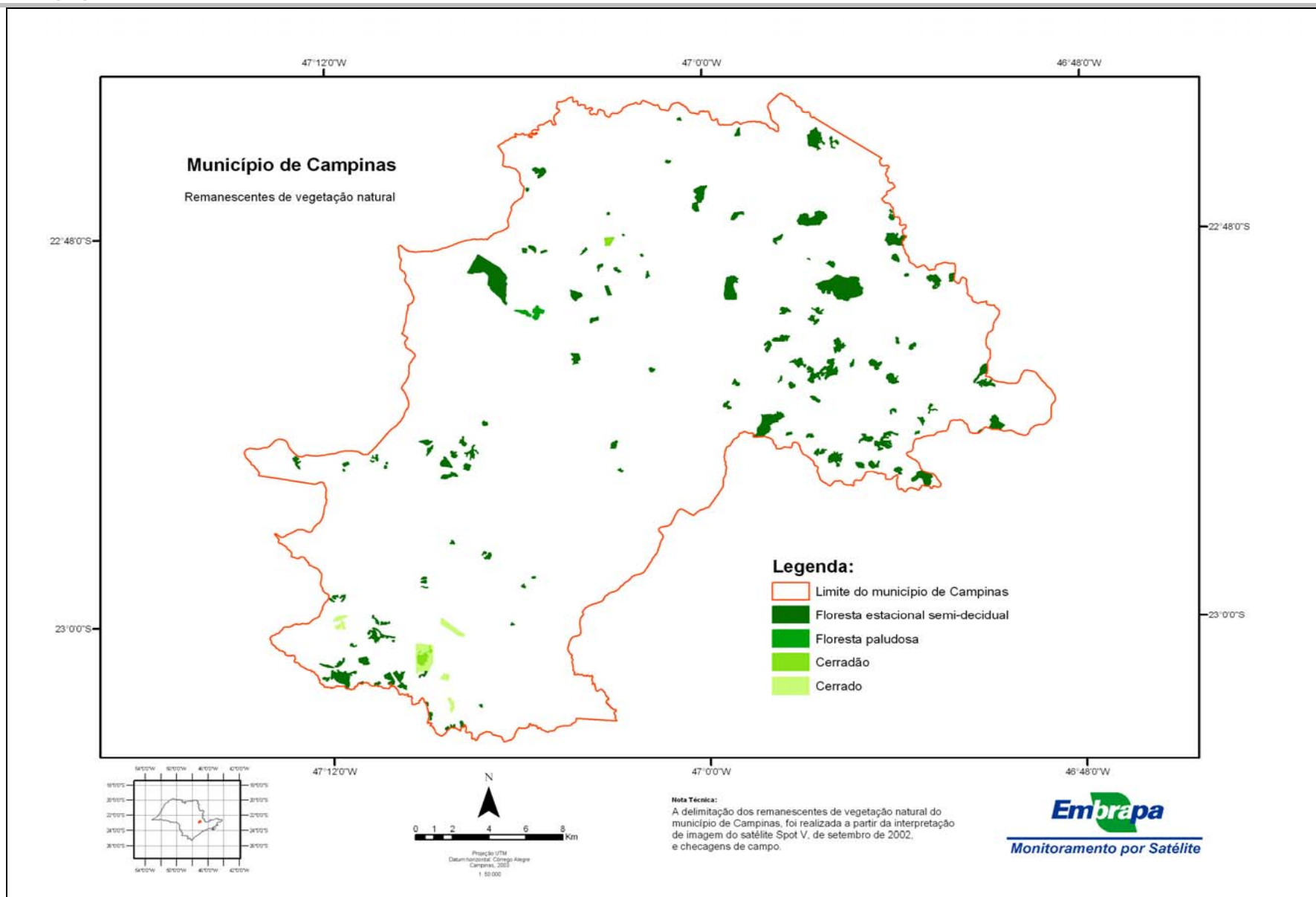


Figura 11 – Remanescentes de vegetação natural do Município de Campinas, SP em 2002.

Tabela 2 – Classes de Tamanho dos Remanescentes de Vegetação Natural do Município de Campinas, SP, em função da Área Ocupada.

	Floresta Estacional Semi-Decidual			Floresta Paludosa			Cerradão			Cerrado			TOTAL		
Área (ha)	N° de fragmentos	Área (ha)	% do Total	N° de fragmentos	Área (ha)	% do Total	N° de fragmentos	Área (ha)	% do Total	N° de fragmentos	Área (ha)	% do Total	N° de fragmentos	Área (ha)	% do Total
0 - 5	51	123,3	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	123,3	4,9
5 - 10	39	272,7	12,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	272,7	10,9
10 - 20	22	299,4	13,5	1	14,5	34,1	1	17,5	26,3	2	25,9	15,3	26	357,4	14,3
20 - 40	15	385,3	17,4	1	28	65,8	-	-	-	2	60	35,5	18	473,5	19
40 - 80	7	395,5	17,8	-	-	-	1	48,7	73,3	-	-	-	8	444,3	17,8
> 80	5	734,1	33,2	-	-	-	-	-	-	1	82,7	49	6	816,8	32,8
TOTAL	139	2210,6	88,8	2	42,6	1,7	2	66,5	2,6	5	168,6	6,7	148	2488,2	100

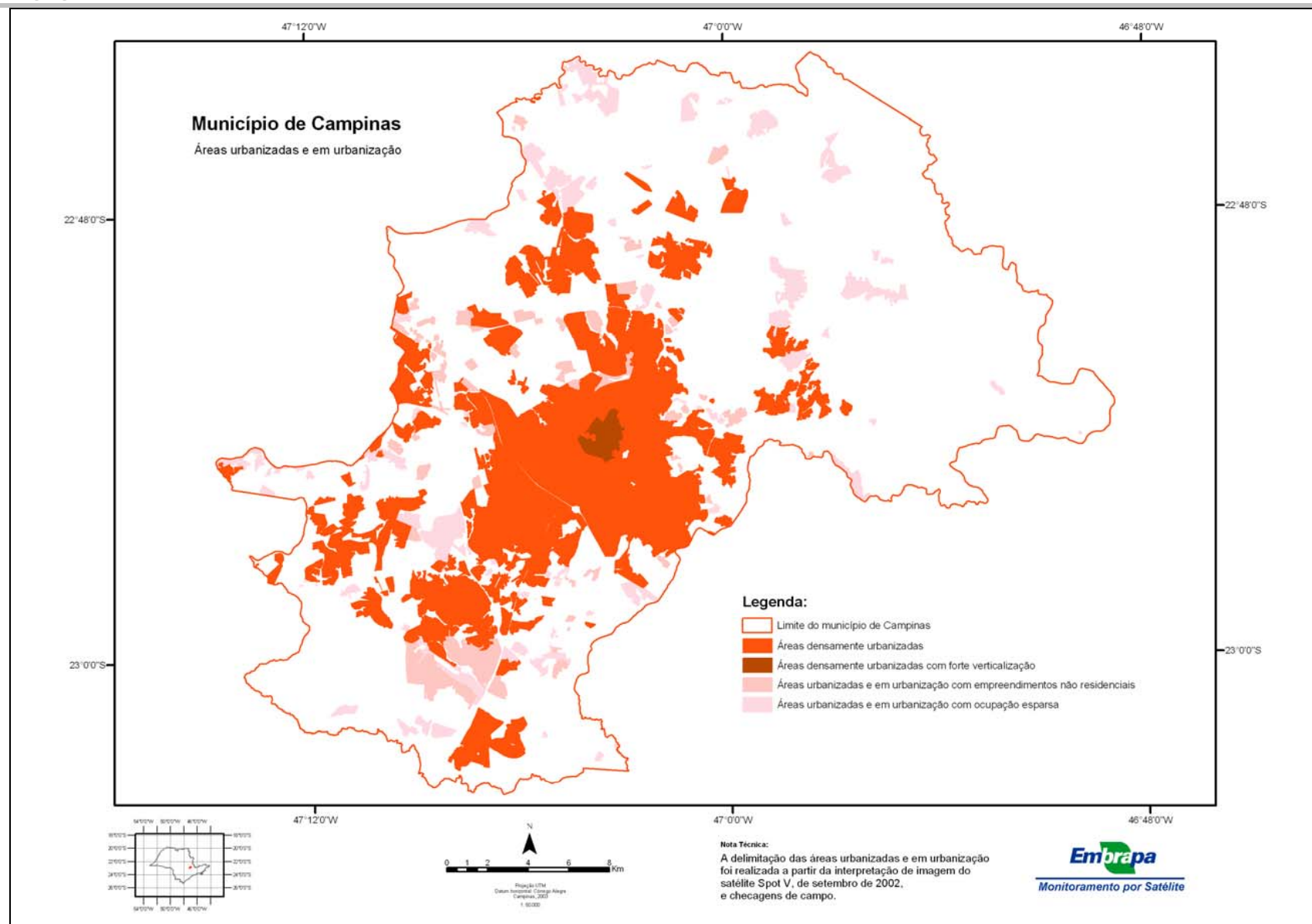


Figura 12 – Áreas urbanizadas e em urbanização do Município de Campinas, SP em 2002.

Tabela 3 – Classes de Tamanho das Áreas Urbanizadas e em Urbanização do Município de Campinas, SP, em função da Área Ocupada.

	Áreas urbanizadas e em urbanização com ocupação esparsa			Áreas urbanizadas e em urbanização com empreendimentos não residenciais			Áreas densamente urbanizadas			Áreas densamente urbanizadas com forte verticalização			TOTAL		
Área (ha)	Nº de manchas urbanas	Área (ha)	% do Total	Nº de manchas urbanas	Área (ha)	% do Total	Nº de manchas urbanas	Área (ha)	% do Total	Nº de manchas urbanas	Área (ha)	% do Total	Nº de manchas urbanas	Área (ha)	% do Total
0 - 5	26	63,34	1,6	12	29,7	1,4	11	26,5	0,16	-	-	-	49	119,5	0,52
5 - 10	15	109,8	2,8	10	73,3	3,5	5	38,9	0,2	-	-	-	30	222	0,9
10 - 20	19	276,1	7,1	13	199	9,5	8	116,8	0,7	-	-	-	40	592	2,6
20 - 40	15	436,17	11,2	13	361,7	17,3	15	419,0	2,5	-	-	-	43	1216,9	5,3
40 - 80	9	584,3	15,1	10	50	25,8	14	787,0	4,7	-	-	-	33	1911,4	8,3
> 80	15	2399,9	62	3	88,8	42,2	25	15057,3	91,6	1	355,2	100	44	18694,3	82,1
TOTAL	99	3869,73	17	61	2085,77	9,1	78	16445,74	72,2	1	355,2	1,5	239	22756,46	100

5. 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, visando 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.

6. Referências

ANGELOCCI, L. R.; PEREIRA, A. R.; SENPELHAS, P. L. **Agrometereologia: 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. **Anais...** 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. **Amparo - folha topográfica (SF-23-Y-A-VI-1)**. Escala: 1:50.000. Rio de Janeiro, 1983.

IBGE. **Campinas - folha topográfica (SF-23-Y-A-V-4)**. Escala: 1:50.000. Rio de Janeiro, 1973.

IBGE. **Censo Demográfico 2000: resultados do universo**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 dez. 2003b.

IBGE. **Cosmópolis - folha topográfica (SF-23-Y-A-V-2)**. Escala: 1:50.000. Rio de Janeiro, 1988.

IBGE. **Indaiatuba - folha topográfica (SF-23-Y-C-II-2)**. Escala: 1:50.000. Rio de Janeiro, 1973.

IBGE. **Valinhos - folha topográfica (SF-23-Y-A-VI-3)**. Escala: 1:50.000. Rio de Janeiro, 1988.

MATTOS, C. O. **Contribuição ao planejamento e gestão da área de proteção ambiental de Sousas e Joaquim Egídio**. 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-Universidade Federal de Viçosa-Departamento de Solos, 1996.

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.

SANTOS, A . C. **Campinas: das origens ao futuro**. Campinas: UNICAMP, 2002.

SOARES, A. F.; ZONTA, M. **Produtos iconográficos e cartográficos gerados pela Embrapa Monitoramento por Satélite**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, nov. 1999.

VALLADARES. G. **Impacto das chuvas nas terras urbanas de Campinas**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2002. (Nota técnica não publicada).



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803 - Parque São Quirino
CEP 13088-300 Campinas-SP
Fone (19) 3256-6030, Fax (19) 3254-1100
<http://www.cnpm.embrapa.br>
sac@cnpm.embrapa.br

**COMITÊ DE PUBLICAÇÃO
EDITORAÇÃO**