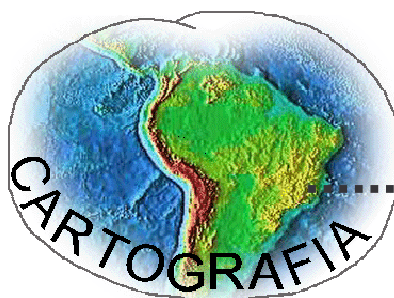


Alfredo Luiz de Paula Zanon

**MAPEAMENTO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE
OCUPAÇÃO DO SOLO NO VETOR SUL DE
BELO HORIZONTE UTILIZANDO TÉCNICAS
DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGEM
DO SIG SPRING.**

VIII Curso de Especialização em Geoprocessamento
2005



UFMG
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha
Belo Horizonte
cartog@igc.ufmg.br

ALFREDO LUIZ DE PAULA ZANON

**MAPEAMENTO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE
OCUPAÇÃO DO SOLO NO VETOR SUL DE BELO
HORIZONTE UTILIZANDO TÉCNICAS DE
PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGEM DO SIG
SPRING.**

Monografia apresentada como requisito
parcial à obtenção do grau de especialista
em geoprocessamento, Curso de
especialização em geoprocessamento,
Departamento de Cartografia, Instituto de
Geociências, Universidade Federal de
Minas Gerais

Orientador: Prof. Luciano Dutra

**BELO HORIZONTE
2004**

Agradeço ao Charles e ao Christian pela dedicação ao laboratório de cartografia, fator que foi decisivo para a conclusão deste trabalho.

Sou especialmente grato à Professora Ana Clara Mourão pelo apoio em mais uma etapa de minha vida.

Sumário:

| | |
|---|------------|
| Agradecimentos..... | ii |
| Sumário..... | iii |
| Lista de figuras..... | .iv |
| Lista de tabelas..... | iv |
| Lista de mapas..... | iv |
| Resumo..... | v |
| 1-Introdução..... | 1 |
| 2-Objetivos..... | 6 |
| 3-Delimitação da área de estudo..... | 6 |
| 4-Materiais e métodos..... | 7 |
| 4.1-Materiais..... | 7 |
| 4.2-Métodos..... | 8 |
| 4.2.1-Registro de imagens..... | 8 |
| 4.2.2-Contraste..... | 8 |
| 4.2.3-Composição de bandas..... | 8 |
| 4.2.4-Classificação..... | 10 |
| 5-Resultados obtidos..... | 15 |
| 5.1-Cruzamento de informações..... | 19 |
| 6-Conclusão..... | 28 |
| 7-Referências bibliográficas..... | 29 |

Lista de figuras:

| | |
|---|----|
| Figura 1- Figura de localização da área de estudo e dos municípios que fazem parte da APA-Sul..... | 01 |
| Figura 2 – Mapa da APA-Sul da RMBH (IEF)..... | 04 |
| Figura 3 – Mapa hipsométrico da estrada real (IGC-UFMG)..... | 06 |
| Figura 4 – Imagem TM/LANDSAT 1993 composição 3G-4B-5R..... | 10 |

Lista de tabelas:

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Matriz de erros de classificação – amostras 1984..... | 12 |
| Tabela 2 – Matriz de erros de classificação – amostras 1993..... | 13 |
| Tabela 3 – Matriz de erros de classificação – amostras 2002..... | 14 |
| Tabela 4 – Comparação de áreas de coberturas..... | 19 |

Lista de Mapas :

| | |
|--|----|
| Mapa 1 – Eixo-Sul: Uso do solo 1984..... | 16 |
| Mapa 2 – Eixo-Sul: Uso do solo 1993..... | 17 |
| Mapa 3 – Eixo-sul: Uso do solo 2002..... | 18 |
| Mapa 4 – Eixo-Sul: Áreas transformadas em matas no período de 1984 a 1993..... | 22 |
| Mapa 5 – Eixo-Sul: Áreas transformadas em matas no período de 1993 a 2002..... | 23 |
| Mapa 6 – Eixo-Sul: Áreas transformadas em ocupação urbana no período de 1984 a 1993.... | 24 |
| Mapa 7- Eixo-Sul: Áreas transformadas em ocupação urbana no período de 1993 a 2002... | 25 |
| Mapa 8 – Eixo-Sul: Áreas transformadas em solo exposto no período de 1984 a 1993..... | 26 |
| Mapa 9 – Eixo-Sul: Áreas transformadas em solo exposto no período de 1993 a 2002.. | 27 |

Resumo

Em 1991 foi iniciado o processo de criação da área de Preservação Ambiental Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (APA-Sul RMBH) que culminou com a assinatura do decreto estadual nº35624 de 8 de junho de 1994.

Buscou-se neste processo a proteção ambiental dessa região que além de abrigar um patrimônio de grande valor cênico e manancial hídrico que abastece a RMBH, abriga também jazidas minerais com cavas a céu aberto e um crescente fluxo de ocupação urbana.

Buscou-se neste trabalho quantificar, qualificar e localizar as manchas de ocupação e as mudanças do uso da terra antes e depois do decreto que criou a APA-Sul através de técnicas de sensoriamento remoto orbital.

Para isso o sistema de informação geografia SPRING foi alimentado com imagens do sensor TM/LANDSAT 5 e 7 dos anos de 1994, 1993 e 2002 para sua classificação, quantificação e comparação dos resultados.

1-Introdução:

A região situada no altiplano delimitado pelo encontro da Serra do Curral com a Serra da Moeda, denominada de Eixo Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), vivencia o processo de ocupação do espaço desde o século XVIII. Segundo FREITAS (2004,p.25):

“Os primeiros momentos da produção do espaço, ligados à extração aurífera, no que hoje constitui a metrópole, remontam ao ano de 1725, quando ocorreu uma intensa busca por este precioso metal em minas às margens de córregos e ribeirões localizados ao sul de Belo Horizonte”

LOCALIZAÇÃO EIXO-SUL

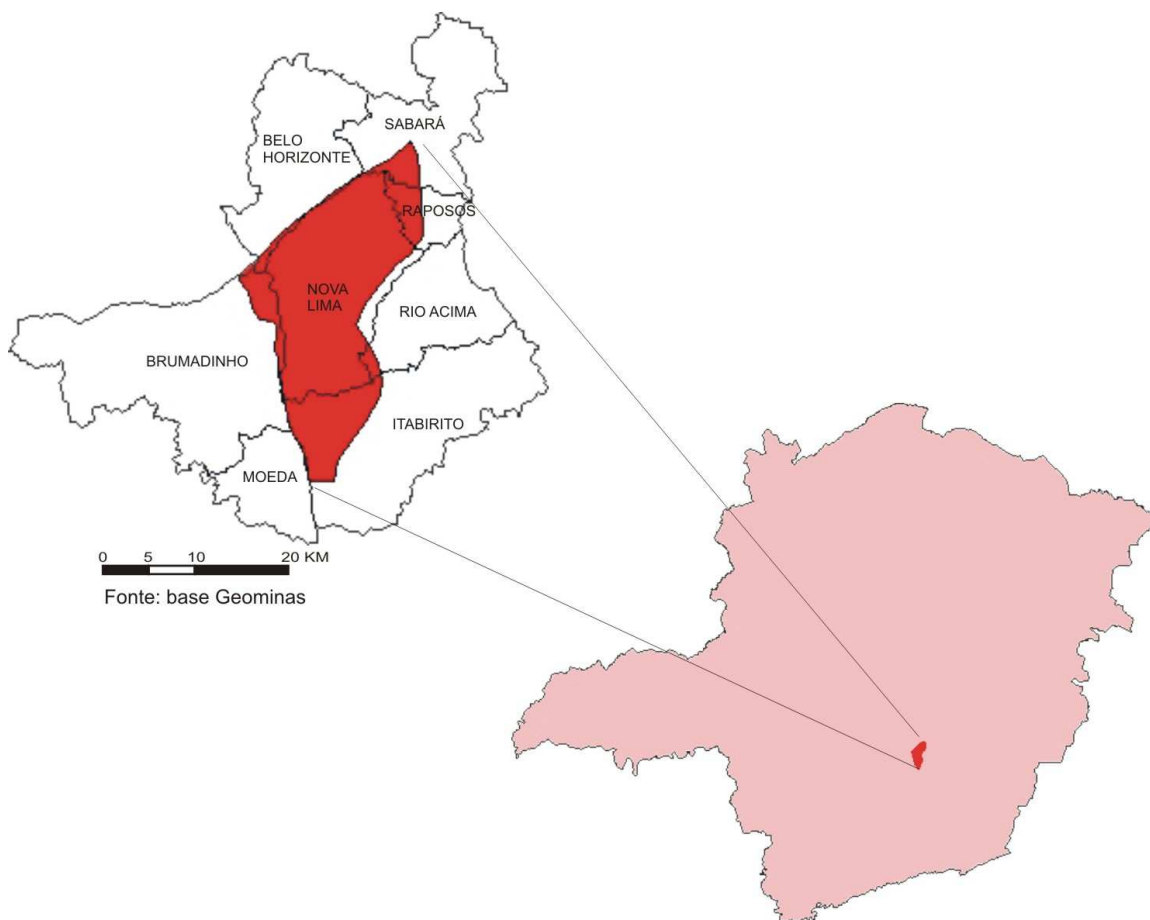


Fig. 1

A partir de 1834, a exploração mineral da região entra em um novo ciclo, pois ao passar a pertencer Saint John D'el Rey Mining Company, as lavras sofreram um processo de mecanização e uma conseqüente intensificação do processo de extração.

Desde então a intensificação do processo de extração mineral tem modificado a cobertura natural da região em escala crescente, seja com novas minas a céu aberto de hematita ou com a criação de barragens de rejeito de minério.

Além dos recursos minerais, essa região guarda também outro importante recurso natural: água. A região abriga importantes mananciais hídricos, entre eles - Taboões, Rola-moça, Bálsamo, Barreiro, Mutuca e Catarina - declarados pelo Governo Estadual como Áreas de Proteção Especial, que garantem a qualidade dos recursos hídricos que abastecem parte da população da região metropolitana.

No entanto, a malha urbana RMBH vem apresentando nos últimos anos uma forte tendência de expansão em seu Eixo Sul.

Essa tendência de ocupação tem sofrido um processo de aceleração nos últimos anos devido principalmente à melhoria na qualidade dos acessos, tendo sido suas duas principais artérias de circulação, MG-30 e BR-040, duplicadas.

A criação de empreendimentos imobiliários, como a instalação de condomínios fechados ao longo destas rodovias também é um fator que vem contribuir para a modificação da ocupação deste território.

Segundo COSTA (1994, p.56), este processo de ocupação do território urbano, decidido principalmente pelo capital imobiliário, já faz parte do processo formação da RMBH desde os anos 70:

“...o crescimento espacial pode ser entendido como fruto de dois grandes momentos interligados: o primeiro caracteriza a expansão urbana que vai dos anos 50 até meados dos anos 70 e se baseia no

processo de industrialização e nas intervenções públicas estruturadoras da ocupação do espaço. O Segundo movimento resulta da atuação do capital imobiliário, tendo como produto espaços diferenciados na reprodução através da habitação”.

Com a modificação do tipo de ocupação, essa região passou a abrigar tipos de uso do solo que mantêm entre si relacionamentos paradoxais. Se por um lado guarda um importante manancial hídricos de relevância metropolitana, sendo também área de expressiva riqueza cênica e ambiental, com povoados antigos de forte característica rural, por outro lado é uma área de intensa exploração da indústria mineradora e de expansão da malha urbana constituída principalmente de condomínios fechados que abrigam classe média a alta, e ainda algumas ilhas de povoados onde concentra-se o comércio, os serviços e as moradias para população de baixa renda .

O surgimento de focos de ocupação urbana que abrigam população de renda média a alta, trouxe outra importante variável ao processo de construção do espaço: a capacidade de mobilização dos cidadãos com o objetivo de realizar as suas expectativas de conviver com um ambiente natural preservado.

Assim a partir de 1991 começaram as mobilizações e discussões para tornar a área em uma Área de Preservação Ambiental (APA).

A legislação brasileira caracteriza a APA como: Área extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. É constituída por terras públicas ou privadas.

Após intensos debates, tendo como principais interessados a sociedade civil, os poderes públicos municipais da área abrangida e os representantes das indústrias de minerações

instaladas na região, foi criada em 8 de junho de 1994 pelo decreto estadual nº 35624 a APA Sul, que cobre 146.244 ha de uso sustentável, uma vez retiradas as interseções com as unidades de conservação de proteção integral e de proteção de mananciais nela inseridas.

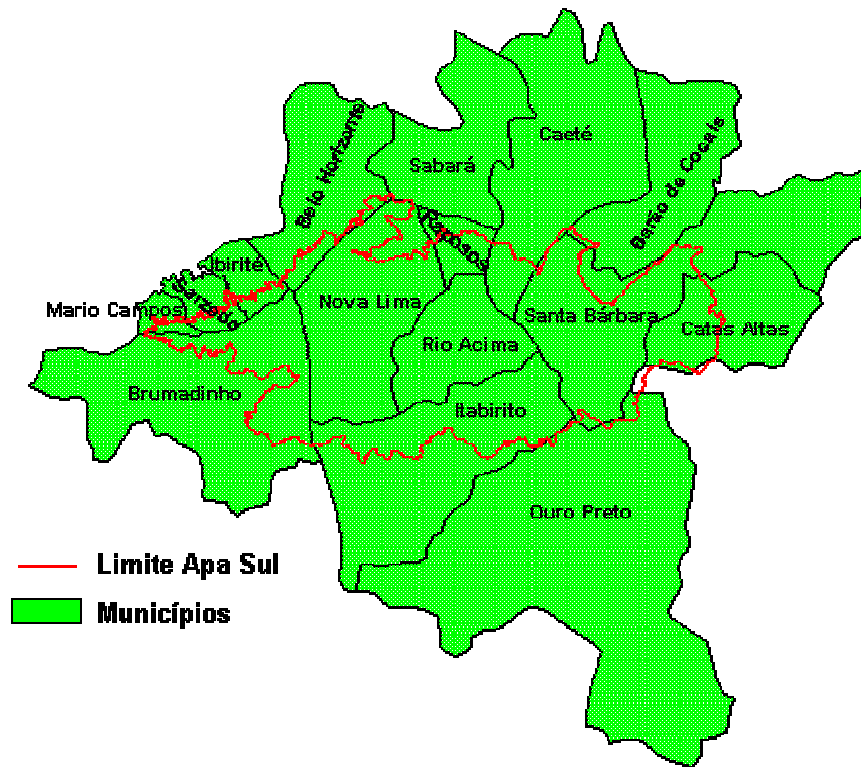


Figura 2 – Limite da APA-Sul (sem escala) – Fonte: IEF

Atualmente os atores deste processo de gestão do espaço da APA-Sul discutem o processo de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) que tem como objetivo a associação entre exploração econômica e proteção ecológica, além de detalhar melhor as possibilidades de uso do solo da região. Para SCHUBART (1992, p.157) é de relevante importância o uso de novas tecnologias para o estabelecimento de ZEEs:

“(...) o zoneamento ecológico-econômico é um instrumento técnico que integra o conhecimento científico disponível sobre um território, evidenciando suas relações espaciais, e é elaborado com o auxílio de todos os recursos tecnológicos disponíveis, desde trabalhos de campo

até análises de dados obtidos por sensoriamento remoto, processados em sistemas de informações geográficas”.

Ainda hoje, o capital imobiliário tem decidido as fronteiras dos espaços urbanos e sua configuração. Assim faz-se necessário a produção de conhecimento que analise a sustentabilidade nos processos de ocupação.

No entanto, os processos de ocupação do território, seja pela malha urbana ou pela indústria de mineração, requer estudos aprofundados que explicitem os processos que o ambiente ocupado vem sofrendo devido à sensibilidade do local às mudanças extremas em seu uso, podendo gerar efeitos colaterais indesejados tanto no ambiente natural quanto no aspecto funcional da RMBH. Por isso, a intervenção e direcionamento da ocupação através de mecanismos gestores ainda no período de gestação de uma nova área urbana é de suma importância para a prevenção dos efeitos negativos. A necessidade de estudos que possam subsidiar a criação de tais mecanismos é justificada por ALMEIDA (2003, p.44) quando ela diz:

“A importância em se dirigir especial atenção e se conduzir pesquisa aprofundada sobre áreas urbanas pode ser explicado pelo fato de que essas áreas não apenas irão abrigar a maior parte da população do planeta, como também pelo fato de que as mesmas detêm o controle da economia mundial na presente era da globalização(...). De uma sábia e prudente administração de seus aparatos financeiros e institucionais, bem como de um hábil gerenciamento de sua estrutura física, dependerá o sucesso ou o malogro da maior parte dos empreendimentos humanos.”

A construção de instrumentos que visem representar uma parte da realidade de uma ocupação humana em um território exige a correlação de complexa gama de variáveis que estão em constante mutação. HARVEY (1996, p.171) define este arranjo como cidades dentro de cidades:

“A cidade contemporânea tem muitas camadas. Forma o que poderíamos chamar de palimpsesto, uma paisagem composta de várias

formas construídas, sobrepostas umas às outras ao longo do tempo. Em alguns casos, as camadas anteriores são de origem realmente antiga, enraizadas nas civilizações mais velhas, cujas marcas ainda podem ser percebidas por trás do tecido urbano de hoje. Mas mesmo cidades relativamente recentes contêm camadas distintas acumuladas em fases diversas no tumulto do crescimento urbano caótico gerado pela industrialização, pela conquista colonial e pelo domínio neocolonial, em ondas de mudança especulativa e modernização”.

2-Objetivos :

Os objetivos deste trabalho são o de quantificar, qualificar e localizar as mudanças na cobertura do solo no Eixo-sul de expansão da RMBH dentro da APA-Sul utilizando técnicas de sensoriamento remoto.

3-Delimitação da área de estudo:

Por não existir um mapeamento formal do Eixo-sul de expansão da RMBH, foram adotados critérios particulares a este trabalho para delimitar a área de estudo.

Foi escolhida a área que apresentou maior modificação de sua cobertura no período das imagens LANDSAT utilizadas (1984 a 2002).

Estes limites a norte, leste e oeste coincidiram com as cristas das serras que delimitam o altiplano da APA-Sul como demonstrado no mapa hipsométrico da **figura 3**.

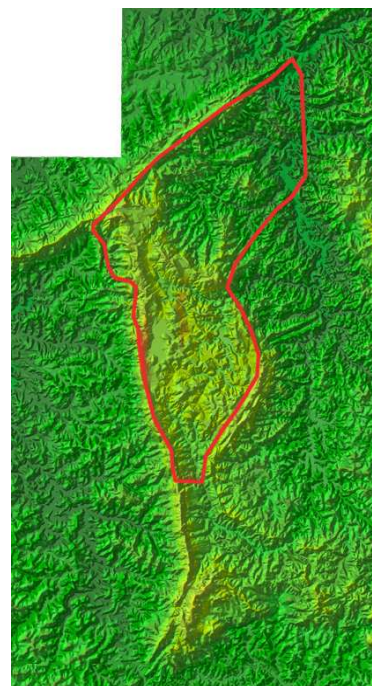


Figura 3- Mapa hipsométrico do Eixo-sul da RMBH

4-Materiais e métodos :

4.1-Materiais:

Foram utilizadas neste trabalho imagens dos sensores TM/LANDSAT 5 e 7 principalmente pela facilidade de acesso e por elas representarem de forma satisfatória o tipo de cobertura do solo através da combinação das bandas disponíveis.

A localização da cena da área de estudo é a órbita 218 e o ponto 74.

Para a escolha das datas foram utilizados 3 critérios:

- As imagens deveriam ser da mesma época do ano que não estivesse sujeita a chuvas, que interfere na interpretação da informação;
- As imagens deveriam ter um espaçamento temporal semelhante para facilitar a compreensão dos processos de modificação da cobertura da área de estudo;
- As imagens deveriam evidenciar a possível mudança de utilização do espaço da área de estudo antes e depois do período de mobilização da sociedade civil para a criação da APA-Sul.

Dentre as imagens disponíveis que respondessem aos critérios utilizados foram escolhidas imagens nas datas de 08/1984, 09/1993 e 08/2002 com distancia temporal de 9 anos entre elas.

Além destas imagens, foi necessária a utilização de uma quarta imagem de 06/1994 que já estava registrada para servir de base de ajuste ao sistema de coordenadas da terra das demais imagens.

Também foi utilizado o sistema geográfico de informação SPRING para o tratamento dos dados das imagens.

4.2-Métodos:

4.2.1-Registro das imagens:

O registro de imagens consiste em posicionar o pixel da imagem a um determinado sistema de coordenadas da terra.

Tal procedimento faz-se necessário devido à condição de aquisição de imagens pelos sistemas imageadores à bordo dos satélites. A inclinação na órbita , a rotação e curvatura da Terra e variações na altitude do satélite ocasionam distorções nas imagens adquiridas, que somente após corrigidas constituem um sistema que representa a área imageada.

As imagens de 1984 , 1993 e 2002 foram registradas no SPRING tomando-se como base uma imagem de 1994 já geo-codificada.

4.2.3-Contraste:

A manipulação do contraste consiste numa transferência radiométrica em cada pixel, com o objetivo de aumentar a capacidade de interpretação visual do usuário ou digital do sistema na distinção visual entre os objetos presentes na imagem.

Dentre as opções disponíveis no SPRING para a manipulação do contraste foi escolhida a transformação linear para a distribuição do histograma de cores.

Nessa transformação ocorre a saturação nos valores de 0 a 2, uma vez que os pixels de colunas vizinhas, com valores inferiores à opção de mínimo, que originalmente podiam ser diferenciados com base no seu nível de cinza, serão fundidos numa só coluna e passarão ter o valor 0 .

4.2.4-Composição de bandas:

A radiância detectada pelos sensores imageadores do satélite LANDSAT é uma integração, denominada mistura, de todos os objetos, denominados componentes da mistura, contidos nos elementos da cena. Assim o valor registrado pelo sensor pode ser considerado como soma integrada das radiâncias dos diferentes materiais que compõem a área imageada (SHIMABUKURO & SMITH).

As bandas escolhidas para o trabalho foram a 3, 4 e 5 aplicadas à composição azul, verde e vermelho respectivamente.

Tais bandas foram escolhidas em razão da sua capacidade de distinguir os elementos necessários à análise da área de estudo. O reconhecimento de mata, campo, solo exposto, área urbana e água pelo processo de classificação do SGI SPRING foi determinante para a realização do trabalho.

A combinação das bandas 3, 4 e 5 apresentaram características em suas respostas ao sensor mais apropriadas para o reconhecimento destes elementos, segundo o manual de uso de imagens landsat disponível na site do INPE (<http://www.dgi.inpe.br/html/landsat.htm>):

“A banda 3 tem o intervalo espectral de 0,63 a 0,69 μm . Nesta banda a vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex: campo, cerrado e floresta). Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É também a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos.

A banda 4 tem intervalo espectral de 0,76 a 0,90 μ m. Nesta banda, os corpos de água absorvem muita energia e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre geomorfologia, solos e geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais.

A banda 5 tem intervalo espectral de 1,55 a 1,75 μ m. Esta banda apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.”

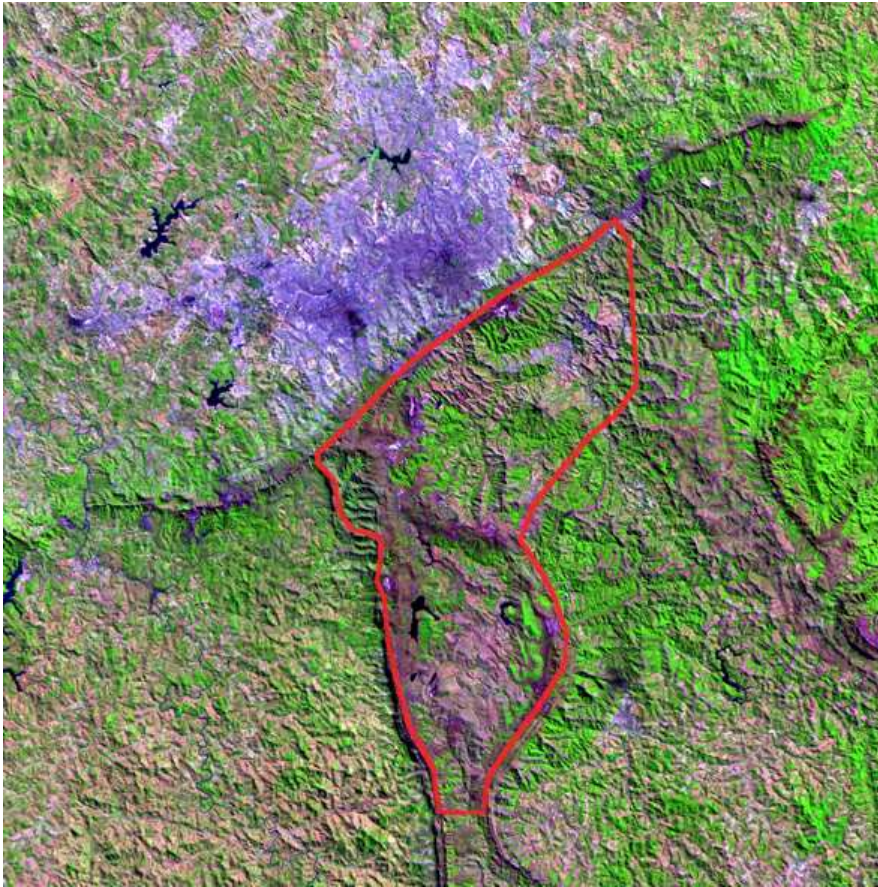


Figura 4- Imagem LANDSAT/TM 1993, composição 3-B 4-G 5-B

4.2.5-Classificação:

A classificação tem como objetivo o reconhecimento de objetos homogêneos e padrões na distribuição dos pixels na cena analisada.

Para a classificação dos objetos foi utilizado o classificador "pixel a pixel" MAXVER, que utiliza apenas a informação espectral, isoladamente, de cada pixel para achar regiões homogêneas.

Foi feito o treinamento supervisionado para o reconhecimento da assinatura espectral das classes.

As amostras foram recolhidas em número e qualidade suficiente para aproximar a precisão a 100% de identificação dos pixels como indicam as **Tabelas 1, 2 e 3** abaixo:

Tabela 1
Amostras1984.amo

MATRIZ DE ERROS DE CLASSIFICACAO

(colunas: dados de referencia)

| | mata | campo | soloexpost | agua | Abstencao | Soma lin. |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|-----------|
| mata | 221 29.66% | 2 0.27% | 0 0.00% | 0 0.00% | 0 0.00% | 223 |
| campo | 0 0.00% | 196 26.31% | 1 0.13% | 0 0.00% | 0 0.00% | 197 |
| soloexpost | 0 0.00% | 2 0.27% | 207 27.79% | 0 0.00% | 0 0.00% | 209 |
| agua | 0 0.00% | 0 0.00% | 1 0.13% | 115 15.44% | 0 0.00% | 116 |
| Soma col. | 221 | 200 | 209 | 115 | 0 | 745 |

| | variânci do produtor | variânci do | variânc |
|------------|----------------------|-------------|---------|
| mata | 100.00% | | 99.10% |
| campo | 98.00% | | 99.49% |
| soloexpost | 99.04% | | 99.04% |
| agua | 100.00% | | 99.14% |

Desempenho geral : 99.19 %
 Variância media : 0.81 %
 Variância media : 0.00 %
 Estatística KHAT : 98.91 %
 Variância KHAT : 1.972e-005
 Estatística TAU : 98.93 %

Tabela 2
Amostras1993.amo

MATRIZ DE ERROS DE CLASSIFICACAO

(colunas: dados de referencia)

| | mata | campo | soloexpost | agua | Abstencao | Soma lin. |
|------------|---------------|---------------|--------------|-------------|------------|-----------|
| mata | 286 50.00% | 0 0.00% | 0 0.00% | 0 0.00% | 0 0.00% | 286 |
| campo | 0 0.00% | 132 23.08% | 5 0.87% | 0 0.00% | 0 0.00% | 137 |
| soloexpost | 0 0.00% | 1 0.17% | 92 16.08% | 0 0.00% | 0 0.00% | 93 |
| agua | 0 0.00% | 0 0.00% | 0 0.00% | 56 9.79% | 0 0.00% | 56 |
| Soma col. | 286 | 133 | 97 | 56 | 0 | 572 |

| | Exatidao do produtor | Exatidao do usuario |
|------------|----------------------|---------------------|
| mata | 100.00% | 100.00% |
| campo | 99.25% | 96.35% |
| soloexpost | 94.85% | 98.92% |
| agua | 100.00% | 100.00% |

Desempenho geral: 98.95 %
 Confusao media : 1.05 %
 Abstencao media : 0.00 %
 Estatistica KHAT : 98.40 %
 Variancia KHAT : 4.174e-005
 Estatistica TAU : 98.60 %

Tabela 3
Amostras2002.amo

MATRIZ DE ERROS DE CLASSIFICACAO

(colunas: dados de referencia)

| | mata | campo | soloexpost | agua | Abstencao | Soma lin. |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|-----------|
| mata | 221 29.66% | 2 0.27% | 0 0.00% | 0 0.00% | 0 0.00% | 223 |
| campo | 0 0.00% | 196 26.31% | 1 0.13% | 0 0.00% | 0 0.00% | 197 |
| soloexpost | 0 0.00% | 2 0.27% | 207 27.79% | 0 0.00% | 0 0.00% | 209 |
| agua | 0 0.00% | 0 0.00% | 1 0.13% | 115 15.44% | 0 0.00% | 116 |
| Soma col. | 221 | 200 | 209 | 115 | 0 | 745 |

| | Exatidao do produtor | Exatidao do usuario |
|------------|----------------------|---------------------|
| mata | 100.00% | 99.10% |
| campo | 98.00% | 99.49% |
| soloexpost | 99.04% | 99.04% |
| agua | 100.00% | 99.14% |

Desempenho geral: 99.19 %
 Confusao media : 0.81 %
 Abstencao media : 0.00 %
 Estatistica KHAT : 98.91 %
 Variancia KHAT : 1.972e-005
 Estatistica TAU : 98.93 %

5-Resultados obtidos:

Foram gerados 3 mapas de classificação das distintas datas analisadas.

Após vários testes no processo de classificação verificou-se que a área de estudo apresenta algumas regiões com manchas de sombra devido à alta declividade do terreno.

Estas manchas no processo de classificação foram reconhecidas pelo SPRING como água.

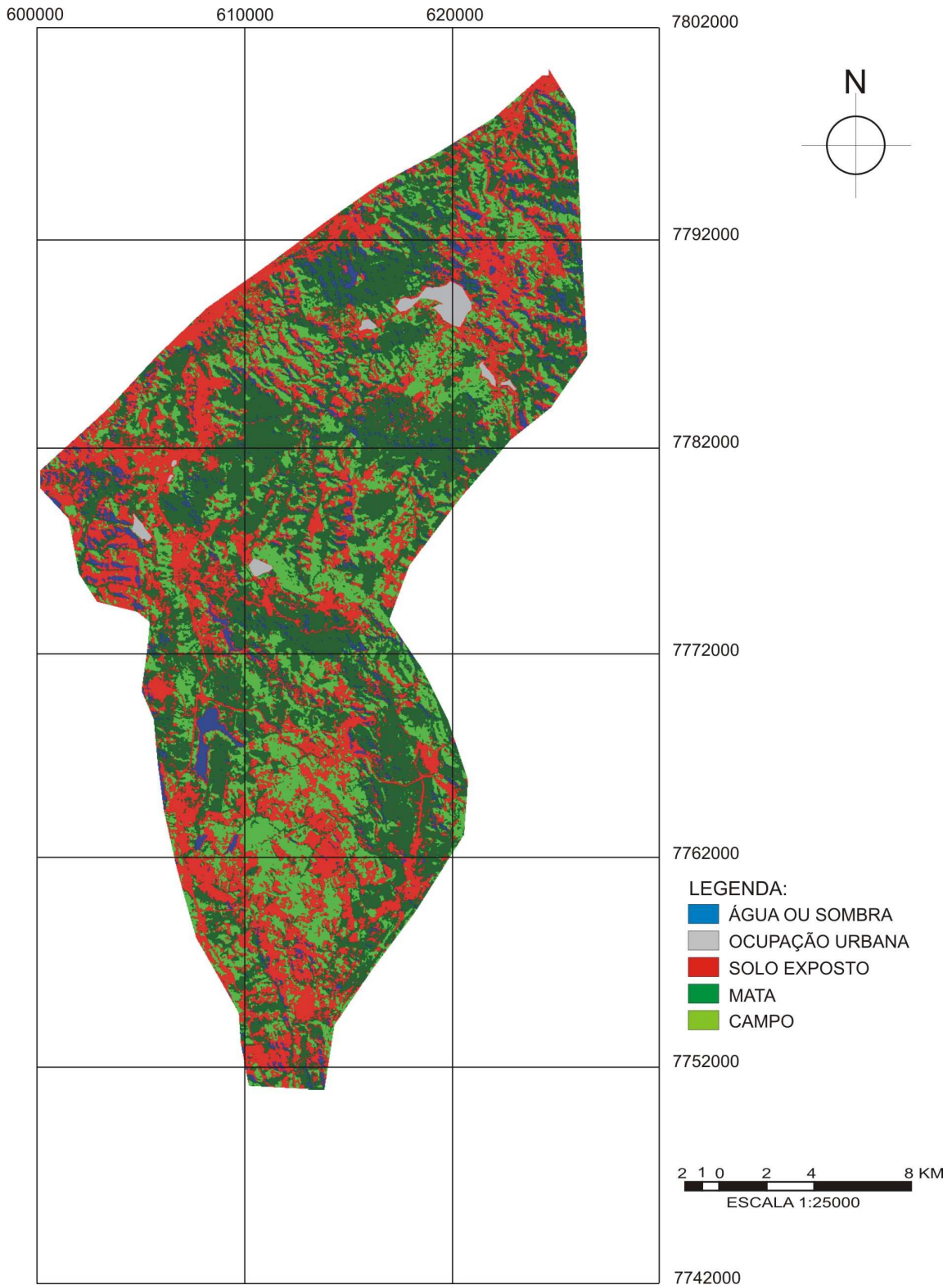
Tal confusão no reconhecimento não interferiu no objetivo da pesquisa, pois para se verificar a porcentagem de perda ou ganho da mancha urbana, das manchas de solo exposto e das manchas de vegetação, foi relevante analisar as áreas que sofreram modificação em seu uso.

Estas áreas, segundo verificação em campo, em quase sua totalidade não foram ocupadas por manchas urbanas devido sua alta declividade. Também não foram exploradas por mineração, por constituírem-se essencialmente em encostas.

Também durante o processo de classificação não foi possível pelo SPRING separar áreas de ocupação urbana das áreas de solo exposto devido à resposta semelhante que estes objetos deram nas bandas 3, 4 e 5.

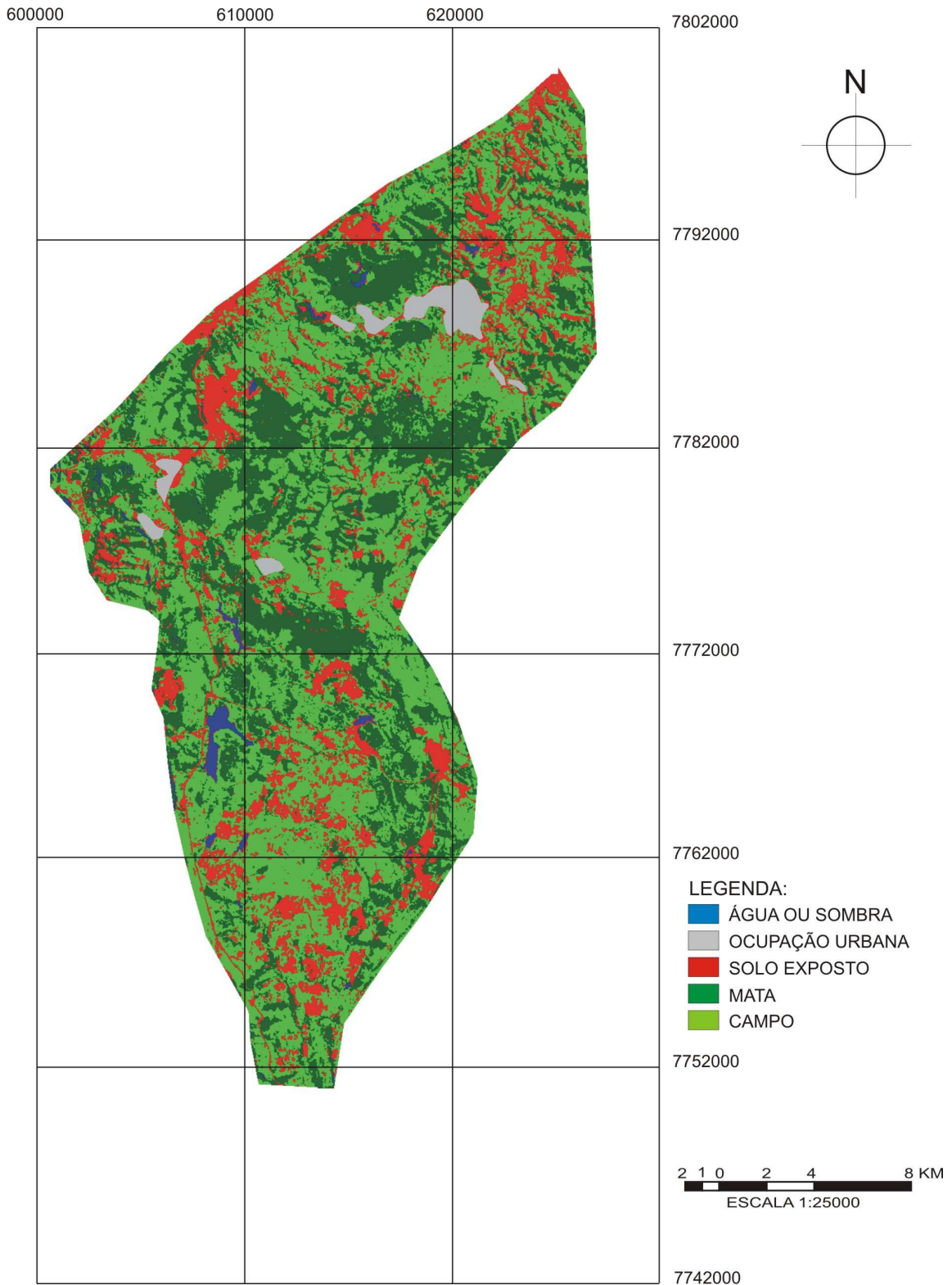
No entanto ao observar a imagem, as áreas de ocupação urbana são perfeitamente identificadas. Assim, a delimitação das áreas de ocupação urbana foi feita manualmente.

EIXO-SUL: Uso do solo 1984



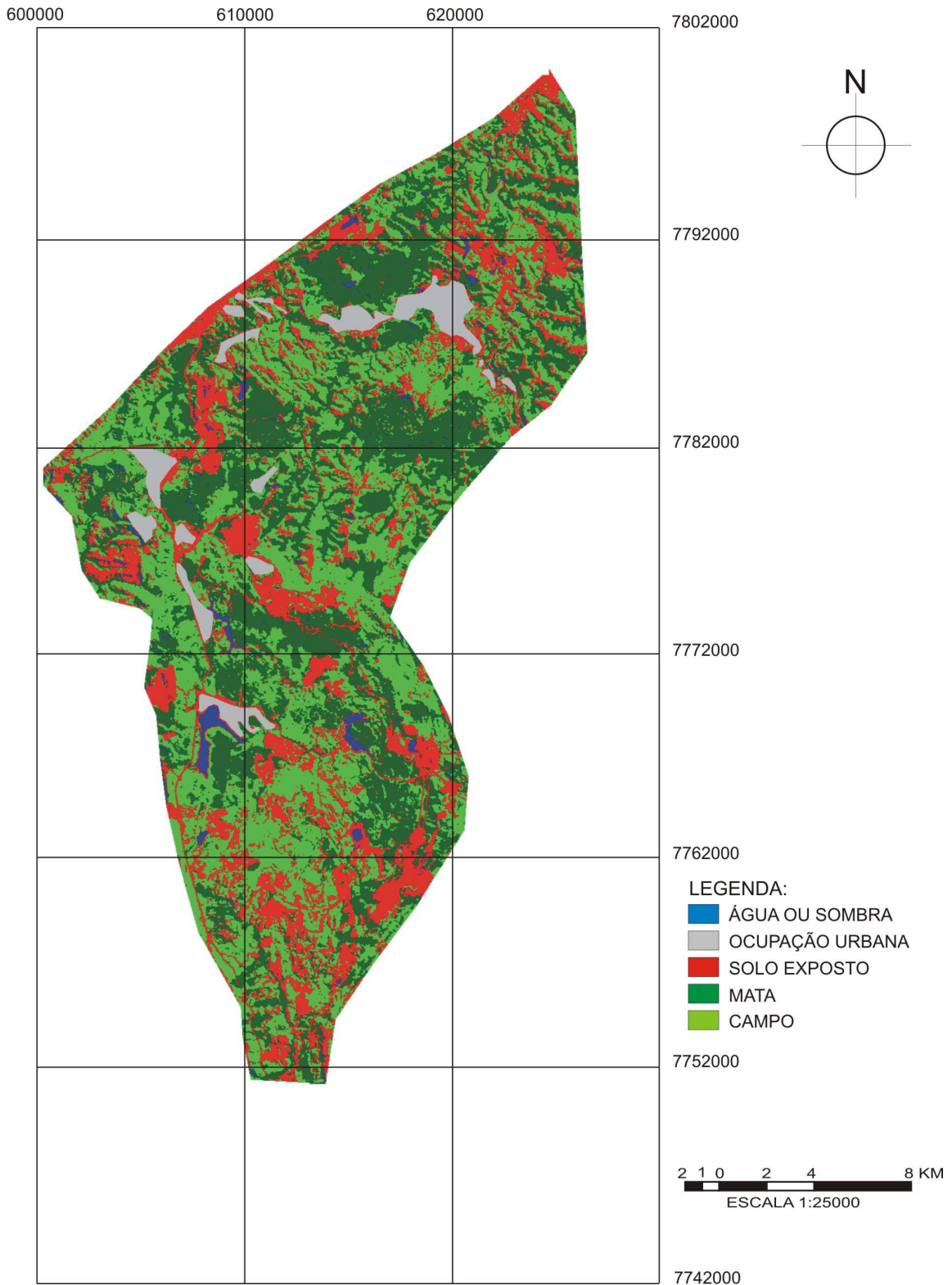
Base cartográfica: imagem LANDSAT ETM R-5 G-4 B-3 INPE agosto 1984

EIXO-SUL: Uso do solo 1993



Base cartográfica: imagem LANDSAT ETM R-5 G-4 B-3 INPE setembro 1993

EIXO-SUL: Uso do solo 2002



Base cartográfica: imagem LANDSAT ETM R-5 G-4 B-3 INPE agosto 2002

A **Tabela-4** apresenta a análise comparativa dos da ocupação da área pelas diferentes coberturas.

Tabela 4 – comparação das áreas de coberturas

| | 1984 | 1993 | 2002 | Mudança em % da cobert. entre 1984 a 1993 | Mudança em % da cobert.entre 1993 a 2002 |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|--|
| mata | 246,4245 km ² | 190,4121 km ² | 209,7711 km ² | 77,27 | 110,17 |
| campo | 150,3999 km ² | 310,5216 km ² | 242,0703 km ² | 206,46 | 77,96 |
| agua | 29,6244 km ² | 6,1686 km ² | 9,7938 km ² | 20,82 | 158,77 |
| solo exp. | 188,6508 km ² | 102,1167 km ² | 137,0403 km ² | 54,13 | 134,20 |
| ocup. urb. | 5,4855 km ² | 11,3661 km ² | 21,9096 km ² | 207,20 | 192,76 |
| Área total das classes | 620,5851 km ² | 620,5851 km ² | 620,5851 km ² | - | - |

Comparando-se as tabelas, verificamos que entre os anos de 1984 e 1993 houve sensível diminuição das áreas de matas, aumento das áreas de campo, diminuição das áreas de solo exposto e um grande aumento das áreas de ocupação urbana.

Já no segundo período analisado, de 1993 a 2002, houve um aumento das áreas de matas solo exposto e de ocupação urbana. Porém a taxa de crescimento das áreas de ocupação urbana diminuiu de 207,20% no primeiro período para 192,76% no segundo período.

5.1-Cruzamento de informações:

Após a construção das cartas de cobertura do solo, foi feito o cruzamento matricial dos resultados de forma que evidenciasse o tipo de cobertura que cedeu lugar à mancha urbana, à mata, e ao solo exposto nos períodos de 1984 a 1993 e de 1993 a 2002.

Para tal operação foi utilizada a linguagem de consulta e manipulação espacial, chamada de LEGAL (Linguagem Espaço-Geográfica baseada em Álgebra) do SPRING. O objetivo do módulo LEGAL é prover um ambiente geral para análise geográfica, incluindo operações pré determinadas e sequenciais descritas por sentenças organizadas sobre geo-campos e geo-objetos. Deste procedimento obtivemos planos de imagens em formato matricial.

O objetivo da programação para a análise dos mapas de classificação foi o de fazer o cruzamento entre os planos temáticos de duas datas consecutivas (1984x1993 e 1993x2002), evidenciando os ganhos e perdas das coberturas analisadas.

Foi desenvolvido para essa análise os dois seguintes algoritmos:

```
// cruzamento temático entre as matrizes 1984 e 1993
{
Tematico i84("tematico-84"), i93("tematico-93"), i02("tematico-02"),
urbano("resultados"), mata("resultados"), se("resultados");
i84=Recupere (Nome = "classificafin-84cr");
i93=Recupere (Nome = "area");
i02=Recupere (Nome = "classifica-02-cr");
urbano= Novo (Nome= "urbano", ResX=30, ResY=30, Escala= 25000) ;
mata= Novo (Nome= "mata", ResX=30, ResY=30, Escala=25000) ;
se= Novo (Nome= "solo exposto", ResX=30, ResY=30, Escala=25000) ;
urbano= Atribua (CategoriaFim = "resultados")
{
"mata->urb" : (i84.Classe == "mata" && i93.Classe == "ocupação urbana") ,
"campo->urb" : (i84.Classe == "campo" && i93.Classe == "ocupação urbana") ,
"slexpo->urb" : (i84.Classe == "solo exposto" && i93.Classe == "ocupação
urbana")
};
mata= Atribua (CategoriaFim = "resultados")
{
"campo->mata" : (i84.Classe == "campo" && i93.Classe == "mata") ,
"slexpo->mata" : (i84.Classe == "solo exposto" && i93.Classe == "mata")
};
se= Atribua (CategoriaFim = "resultados")
{
"mata->slexpo" : (i84.Classe == "mata" && i93.Classe == "solo exposto") ,
"campo->slexpo" : (i84.Classe == "campo" && i93.Classe == "solo exposto")
}
```

```

// cruzamento temático entre as matrizes 1993 e 2002
{
Tematico i84("tematico-84"), i93("tematico-93"), i02("tematico-02"),
urbano("resultados"), mata("resultados"), se("resultados");
i84=Recupere (Nome = "classificafin-84cr");
i93=Recupere (Nome = "classificafin-93cr");
i02=Recupere (Nome = "classificafin-02-cr");
urbano= Novo (Nome= "urbano03-02", ResX=30, ResY=30, Escala= 25000) ;
mata= Novo (Nome= "mata93-02", ResX=30, ResY=30, Escala=25000) ;
se= Novo (Nome= "solo exposto93-02", ResX=30, ResY=30, Escala=25000) ;
urbano= Atribua (CategoriaFim = "resultados")
{
"mata->urb" : (i93.Classe == "mata" && i02.Classe == "ocupação urbana") ,
"campo->urb" : (i93.Classe == "campo" && i02.Classe == "ocupação urbana") ,
"slexpo->urb" : (i93.Classe == "solo exposto" && i02.Classe == "ocupação
urbana")
};
mata= Atribua (CategoriaFim = "resultados")
{
"campo->mata" : (i93.Classe == "campo" && i02.Classe == "mata") ,
"slexpo->mata" : (i93.Classe == "solo exposto" && i02.Classe == "mata")
};
se= Atribua (CategoriaFim = "resultados")
{
"mata->slexpo" : (i93.Classe == "mata" && i02.Classe == "solo exposto") ,
"campo->slexpo" : (i93.Classe == "campo" && i02.Classe == "solo exposto")
};
}
}

```

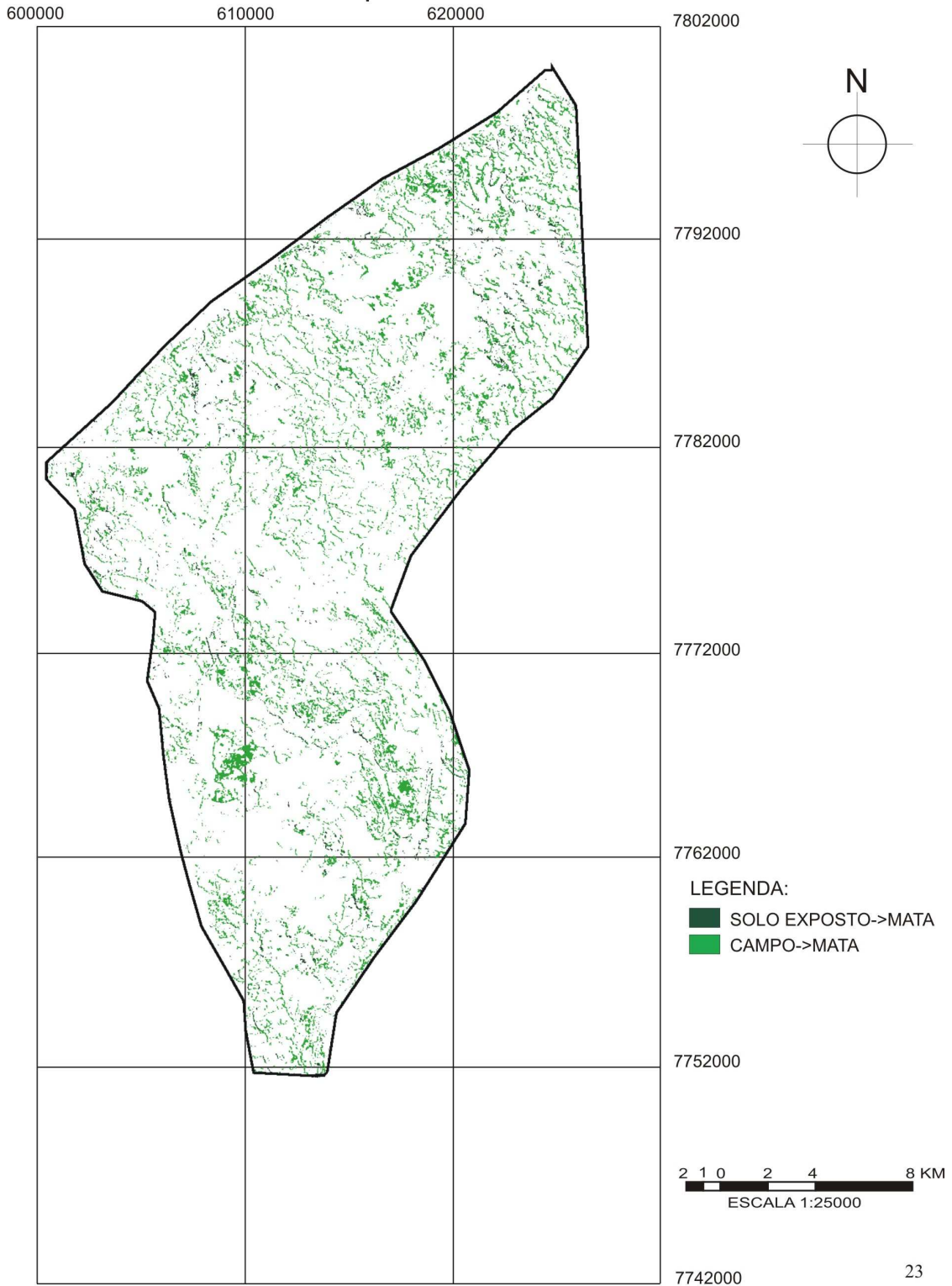
Ao fim das duas análises foram geradas 6 novas matrizes que originaram os mapas seguintes:

EIXO-SUL: Áreas transformadas em matas no período de 1984 a 1993



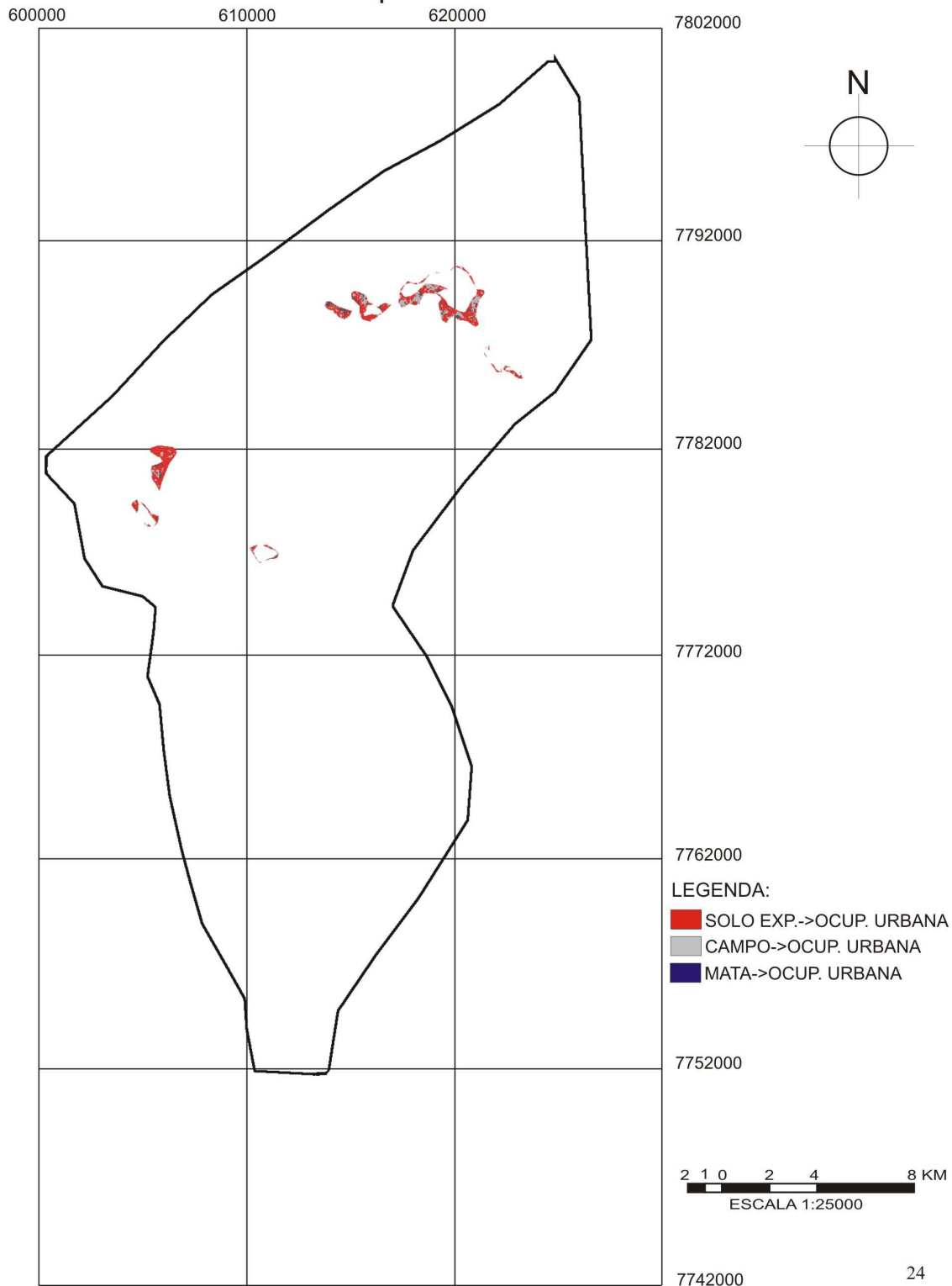
Fonte: síntese imagens classificadas LANDSAT ETM R-5 G-4 B-3 INPE

EIXO-SUL: Áreas transformadas em matas no período de 1993 a 2002



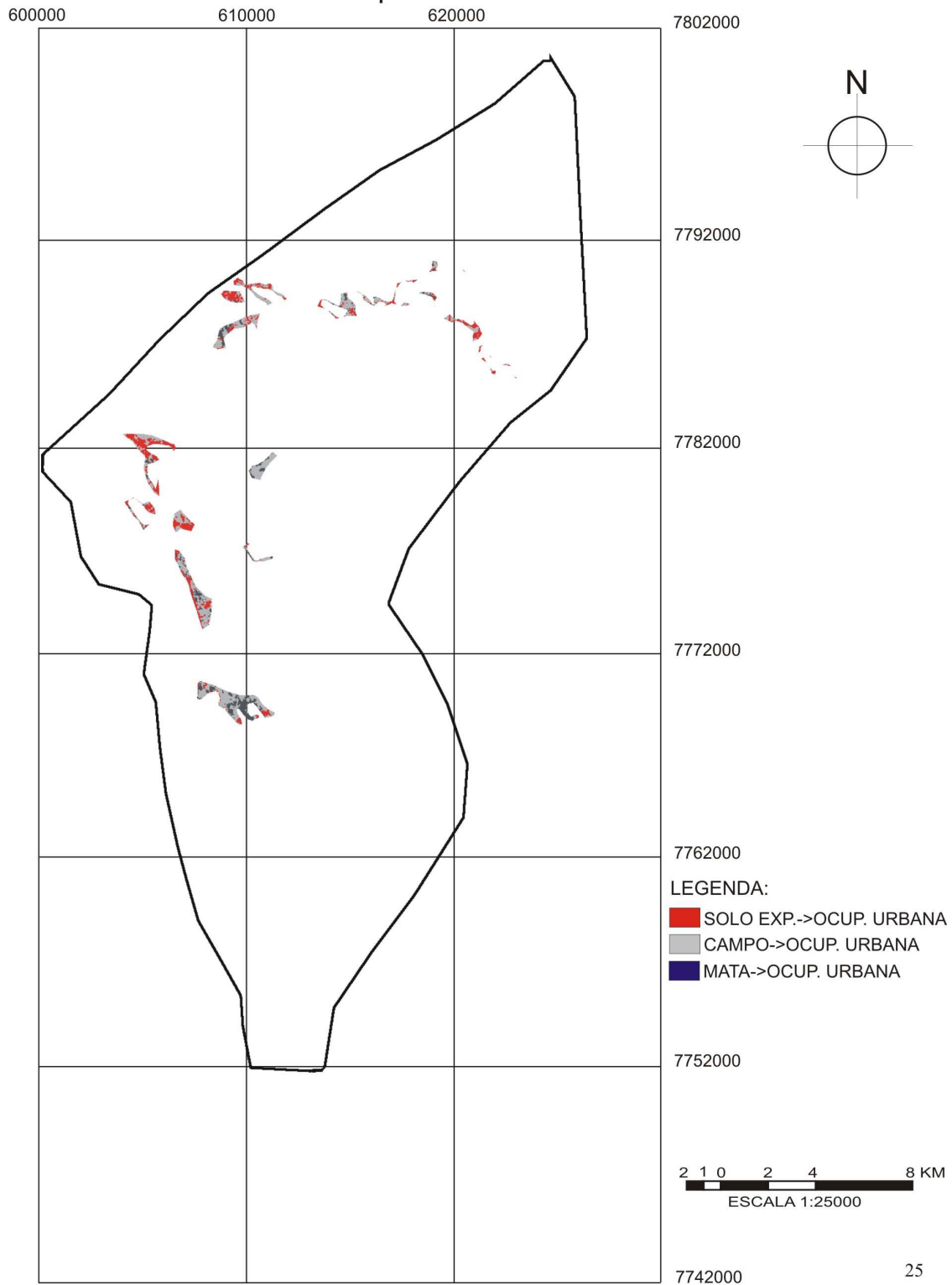
Fonte: síntese imagens classificadas LANDSAT ETM R-5 G-4 B-3 INPE

EIXO-SUL: Áreas transformadas em ocupação urbana no período de 1984 a 1993



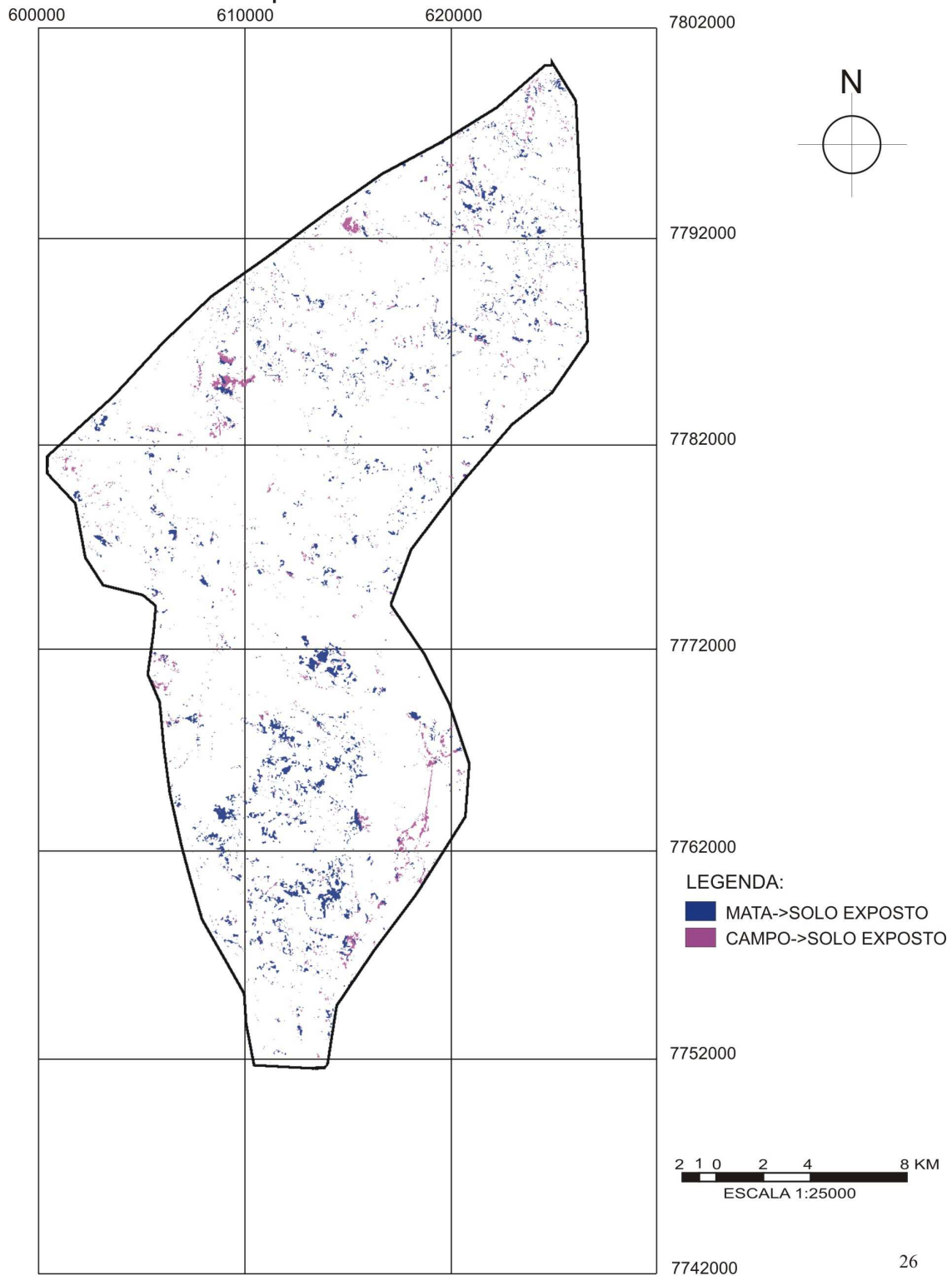
Fonte: síntese imagens classificadas LANDSAT ETM R-5 G-4 B-3 INPE

EIXO-SUL: Áreas transformadas em ocupação urbana no período de 1993 a 2002



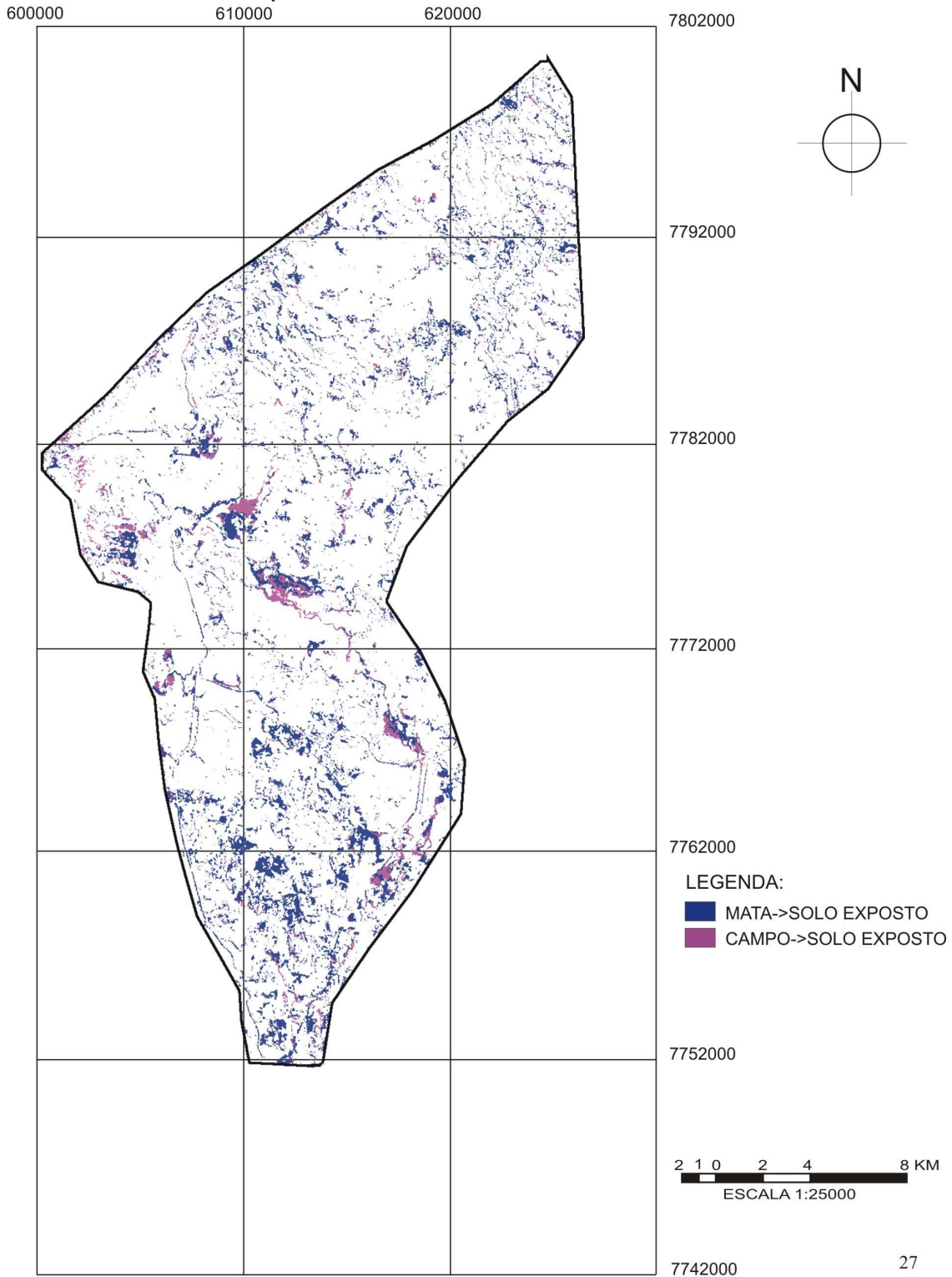
Fonte: síntese imagens classificadas LANDSAT ETM R-5 G-4 B-3 INPE

EIXO-SUL: Áreas tranformadas em solo exposto no período de 1984 a 1993



Fonte: síntese imagens classificadas LANDSAT ETM R-5 G-4 B-3 INPE

EIXO-SUL: Áreas transformadas em solo exposto no período de 1993 a 2002



Fonte: síntese imagens classificadas LANDSAT ETM R-5 G-4 B-3 INPE

6-Conclusão:

O estudo desenvolvido do Eixo-Sul de expansão da RMBH mostra que após a criação da APA-Sul em 1994, ocorreu uma sutil mudança no modelo de ocupação na região. Se por um lado, houve uma inversão da taxa de ocupação das áreas de mata motivada pela criação de áreas de preservação como o Parque Estadual do Rola Moça em 1994, houve também um significativo aumento das áreas de solo exposto no período 1993/2002 em relação ao de 1984/1993, devido principalmente à exploração de novas cavas e do processo de urbanização de determinadas áreas. E apesar da taxa de ocupação urbana ter diminuído levemente, a mancha urbana continua crescendo.

Essas novas manchas de ocupação caracterizam-se por lotes grandes, com edificações de padrão médio-alto a alto, com muita área verde e permeável, e são originadas principalmente nas áreas que eram ocupadas por solo exposto e campo, o que ameniza o impacto dessas novas áreas na cobertura original do terreno.

7- Referências bibliográficas:

- ALMEIDA, C. M. Modelagem da dinâmica espacial como uma ferramenta auxiliar ao planejamento: Simulação de mudanças de uso da terra em áreas urbanas para as cidades de Bauru e Piracicaba (SP), Brasil. São José dos Campos. 321 p. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2003.
- FREITAS, E. S. M. A reprodução social da metrópole em Belo Horizonte: APA Sul RMBH, mapeando novas raridades. Belo Horizonte. 332p. Tese (Mestrado) – Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (IGC-UFMG), 2004.
- HARVEY, David. Espaços urbanos na aldeia global: Reflexões sobre a condição urbana no capitalismo no final do século XX. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, Belo Horizonte: PUC-MG, no.4, p171-189, 1996.
- HARVEY, David. The condition of postmodernity: An enquiry into the origins of cultural change. 378p. Blackwell Publishers,1989.
- MONTE-MÓR, R. , Lemos, C.B., Costa, H.S.M. , Marques, Y. L. Belo Horizonte: espaços e tempos em construção. Belo Horizonte. 93p. CEDEPLAR/PBH, 1994.
- SCHUBART, Herbert O. R. Zoneamento ecológico-econômico da Amazônia In: A ecologia e o novo padrão de desenvolvimento no Brasil. Velloso, João Paulo dos Reis (org.) São Paulo. Nobel, 1992. p. 153-165.
- SPRING – Sistema de processamento de informações georreferenciadas. São José dos Campos : NETGIS,1998a, v.2: Processamento de imagens.

- SOARES-FILHO, B.S. Modelagem da Dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica. São Paulo. 299 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), 1998.

-VASCONCELOS, C. H; Novo, E. M. L. Mapeamento do uso e cobertura da terra a partir da segmentação e classificação de imagens- fração solo, sombra e vegetação derivados do modelo linear de mistura aplicado a dados do Sensor TM/LANDSAT5 na região do reservatório de Tucuruí-PA. Disponível em <http://www.acta.inp.gov.br>. Acesso em 20 nov. de 2004.