

Monitoramento do uso da terra no município de Araxá – MG em 1985 e 2005, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e SIGs.

Maria Beatriz Brandão Rocha¹
Roberto Rosa²

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG/Araxá.
Av. Amazonas, 807- Bairro São Geraldo, CEP 38180-084, Araxá/MG – Brasil
mariabea@araxa.cefetmg.br

² Universidade Federal de Uberlândia/IG-UFU/MG.
Av. João Naves de Ávila, 2160 – Bloco 1H Campus Santa Mônica, CEP 38408-100,
Uberlândia/MG – Brasil
rrosa@ufu.br

Abstract. The twofold aim of this work was to elaborate the thematic maps of the land use (1985 and 2005) in the municipal district of Araxá – MG, using geoprocessing techniques, and to evaluate the evolution occurred in land use in two different periods: 1985 and 2005. In order to carry out this work, topographic charts and 1985 TM/Landsat 5 and 2005 CCD/CBERS satellite images were used. The thematic maps were elaborated using the IDRISI software, which also allowed evaluation of the areas. Eleven categories of land use (Pivot, Urban and Mixed Use, Rupestrian Field, Reforestation, Water Bodies, Farming, Mining, Forest, Pasture, Savanna and Bushland) were identified and mapped. In 2005, 46.22% of the area of the district was occupied by Pasture, followed by Rupestrian Fields (14.34%), Farming (16.12%) and Forest (15.49%). The other categories presented almost insignificant percentages. Within this twenty-year period, Pasture area was reduced while Farming, Urban and Mixed Use, Reforestation and Mining areas expanded.

Palavras-chave: geoprocessing, land use, remote sensing, GIS, geoprocessamento, uso da terra, sensoriamento remoto, SIG, Araxá.

1 INTRODUÇÃO

O monitoramento dos recursos naturais da superfície terrestre utilizando dados de plataformas orbitais não-tripuladas teve início em 1972, quando foi lançado o satélite ERTS 1, denominado Landsat 1 em janeiro de 1975. Em meados de 80, esta tecnologia foi sendo consolidada e a qualidade dos dados orbitais coletados, melhorada. Com o desenvolvimento tecnológico dos hardwares e softwares na década de 90, o uso de sistemas de processamento de imagens tornou-se mais amplo e disseminado, o que propiciou uma evolução continuada e acelerada de geotecnologias muito conhecidas como o geoprocessamento.

A utilização dos recursos computacionais para compreender e avaliar a transformação dos ambientes naturais em antropizados tem se expandido em função da eficiência dos SIGs em produzir resultados confiáveis, em um tempo muito menor, quando comparado a outras metodologias.

O presente trabalho utilizou imagens de satélite de dois períodos distintos: de 1985, do satélite Landsat com uma resolução espacial de 30m; e de 2005, do satélite CBERS com uma resolução espacial de 20m.

A escolha de um período de 20 anos entre as duas imagens foi para melhor visualizar e avaliar a evolução do uso da terra no município de Araxá-MG.

O conhecimento do meio físico de um município através das técnicas de Geoprocessamento ajuda a compreender as transformações que ocorrem no uso da terra e na cobertura vegetal, com vistas ao desenvolvimento territorial e econômico.

Este trabalho teve como objetivo elaborar os mapas de uso da terra do município de Araxá – MG, em 1985 e 2005, e compreender as transformações ocorridas neste período.

2 ÁREA DE ESTUDO

O município de Araxá está localizado na Macrorregião do Alto Paranaíba, no Estado de Minas Gerais, entre as coordenadas geográficas de 19°25'53" - 19°50'09" de latitude Sul e 46°44'27" - 47°13'38" de longitude Oeste de Greenwich, apresentando divisas com os municípios de Perdizes, Ibiá, Sacramento e Tapira.

Com uma área de 1.166,96 km² (Prefeitura Municipal de Araxá) e distante da capital mineira 367 km, o município possuía em 2000, conforme censo do IBGE, uma população de 78.997 habitantes.

O município está inserido no Bioma Cerrado. Este Bioma possui uma pluviosidade média anual variando de 1300 a 1600 mm, uma temperatura média de 20,1°C, e um clima classificado como Aw de Köppen, podendo ocorrer o clima Cwa, em áreas de clima mais ameno. Para Ribeiro e Walter (1998), a característica geral desse tipo de clima é ser tropical chuvoso, com verão quente e inverno seco.

De acordo com os dados do INMET/5º Distrito de Meteorologia – Estação Araxá, a precipitação média anual em Araxá, entre os anos de 1975 e 2003, foi de 1.542,9 mm, enquanto que nesse mesmo período a temperatura média anual foi de 20,8°C.

3 METODOLOGIA

A primeira etapa do trabalho consistiu na elaboração do mapa digital de Araxá, na escala de 1:100.000.

A extração de informações dos sistemas de análise de imagens digitais foi realizada através da análise visual das imagens para classificação dos objetos da cena, dando origem aos mapas de uso da terra.

Os mapas de uso da terra foram elaborados a partir das imagens de satélite de dois períodos distintos: 1985 e 2005.

Ambas as imagens obtidas no INPE foram importadas para o IDRISI.

Dentro do IDRISI, com o objetivo de facilitar a identificação dos pontos de controle para execução do georreferenciamento, foi feito o realce, seguido da composição colorida para as imagens dos dois satélites. Depois de georreferenciadas, somente as imagens CBERS foram concatenadas, já que as Landsat foram fornecidas com deslocamento. Em seguida, foram elaboradas as composições coloridas de tal modo que, para a banda 2, foi usada a cor azul (blue), a banda 3, a cor verde (green) e a banda 4, a cor vermelha (red).

Foram realizados levantamentos de campo preliminares a fim de fotografar as diversas paisagens do município, principalmente para discriminar as áreas das culturas anuais. As fotografias da época foram úteis na definição das classes do mapeamento do uso da terra. A partir da definição das classes de uso da terra *in loco* e de posse, primeiramente, da imagem CBERS e de uma chave de interpretação, foi iniciada a interpretação visual da imagem de satélite. À medida que se realizava a interpretação visual, dúvidas iam surgindo e eram sanadas com levantamentos de campo.

Foi elaborada uma única chave de interpretação, que auxiliou na discriminação dos alvos, tanto para as imagens CBERS quanto para as Landsat. Isso só foi possível porque a faixa espectral dos canais dos sensores de ambos os satélites são praticamente os mesmos.

A associação da imagem de satélite, do mapa digitalizado e da chave de interpretação permitiu a construção dos polígonos no software IDRISI, para a geração das categorias de uso da terra no município.

Depois de construídos os polígonos no IDRISI, estes foram importados para o software Cartalinx, para o fechamento final, e exportados para o IDRISI, para elaboração dos mapas de uso da terra.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Mapa de uso da terra de 1985

Para a elaboração do mapa de uso da terra de 1985, foram identificadas e mapeadas 10 categorias de uso da terra no município de Araxá, nomeadas na seguinte ordem: Urbano e de Uso Misto; Campo Rupestre; Reflorestamento; Corpos d'água; Agricultura; Mineração; Mata; Pastagem; Cerrado; e Campo Limpo.

a – Urbano e Uso Misto: compreende as áreas com edificações, tais como, vilarejos, distrito industrial, cidades e outras áreas antrópicas, isoladas do centro urbano.

b – Campo Rupestre: são regiões com altitudes superiores a 900 metros, dotadas de vegetação herbáceo-arbustiva, com arvoretas de 2 metros de altura. Os solos são litólicos, podendo apresentar afloramentos rochosos.

c – Reflorestamento: região onde a vegetação nativa foi substituída pela plantação de florestas homogêneas de crescimento rápido, tais como, eucalipto e pinus.

d – Corpos d'água: estão representados pelos reservatórios de água natural ou artificial, tais como, represas, lagos, lagoas e açudes.

e – Agricultura: corresponde à terra plantada com as culturas perenes e anuais, além das terras preparadas para o plantio. Compreende também às terras com resíduos das culturas anteriores e terrenos em período de pousio, cultivados no ano anterior. Cultura perene é aquela cujo ciclo de plantio é longo. A cultura anual caracteriza-se pelo ciclo curto e colheita anual.

f – Mineração: refere-se à área ocupada pelas indústrias extrativistas de pirocloro e apatita, inseridas no município. Nesta categoria, estão incluídos as minas, as barragens de rejeito, os depósitos de material estéril e os parques industriais.

g – Mata: corresponde às formações florestais naturais cuja vegetação é arbórea com dossel. Estão incluídas nesta categoria a Mata de Galeria, a Mata Seca e o Cerradão.

h – Pastagem: pode ser nativa ou cultivada. A vegetação da pastagem nativa caracteriza-se pelo predomínio de gramíneas, ervas, arbustos e árvores dispersas. A pastagem cultivada ocorre em áreas onde a pastagem nativa foi suprimida e substituída por uma vegetação herbáceo-gramínea de alto teor nutritivo para o gado.

i – Cerrado: o que caracteriza o Cerrado são as árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com galhos irregulares e retorcidos. As árvores são afastadas umas das outras e raramente se vê o encontro de dosséis. Suas cascas são grossas, gretadas e cortiçosas. As folhas são grandes, espessas e duras. O solo é revestido por gramíneas e arbustos salpicados e as árvores têm raízes profundas.

j – Campo Limpo: a vegetação dominante no Campo Limpo é a herbácea, sem nenhuma árvore e raros arbustos.

A partir da interpretação da imagem de satélite TM/Landsat 5 e da identificação das categorias de uso, foi possível obter o Mapa de Uso da Terra do município de Araxá no ano de 1985, conforme mostra a **figura 1**.

Pelo mapa de uso da **figura 1**, verifica-se que em 1985 mais da metade das terras do município eram cobertas por Pastagem, representada pela cor cinza. A cor laranja, identificada pela categoria Campo Rupestre, tinha predominância na região sul do município. A Mata (cor verde-clara) e a Agricultura (cor amarela) encontravam-se salpicadas por todo o município. Tanto a Mineração (cor preta) quanto o Reflorestamento (verde-escura) se localizavam na região centro-sul do município.

A análise do mapa permitiu elaborar a **tabela 1** que apresenta a área de cada categoria de uso da terra no ano de 1985, em km² e hectares. A última coluna da tabela mostra a porcentagem que cada categoria ocupava dentro dos limites do município.

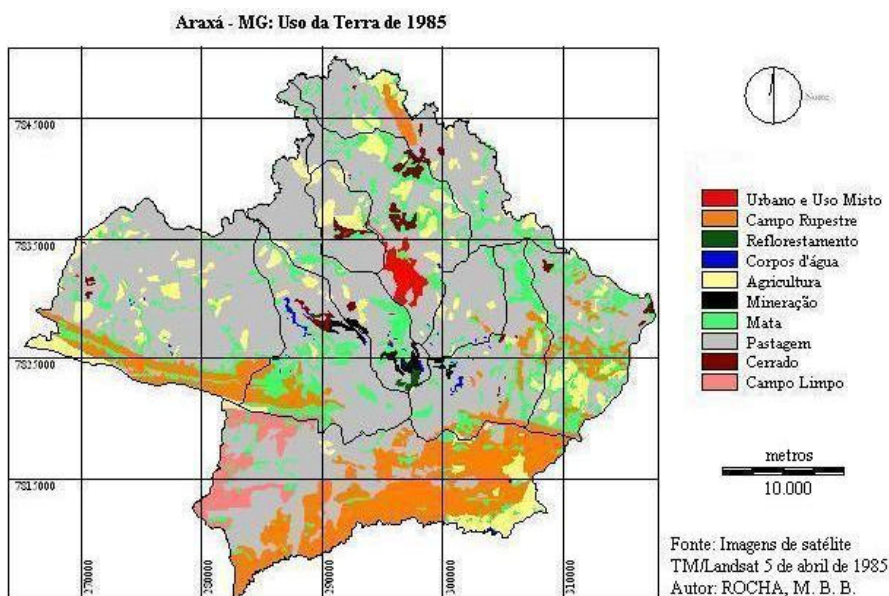


Figura 1 – Mapa de Uso da Terra de 1985 de Araxá - MG

Tabela 1 - Área ocupada pelas classes de uso da terra no município de Araxá –MG em 1985

| Categoria | Área ocupada | | |
|--------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| | km ² | hectares | % |
| Urbano e Uso Misto | 10,26 | 1.026,00 | 0,88 |
| Campo Rupestre | 182,68 | 18.268,00 | 15,65 |
| Reflorestamento | 1,82 | 182,00 | 0,16 |
| Corpos d'água | 3,34 | 334,00 | 0,29 |
| Agricultura | 97,06 | 9.706,00 | 8,32 |
| Mineração | 6,95 | 695,00 | 0,60 |
| Mata | 142,94 | 14.294,00 | 12,25 |
| Pastagem | 680,85 | 68.085,00 | 58,34 |
| Cerrado | 13,33 | 1.333,00 | 1,14 |
| Campo Limpo | 27,73 | 2.773,00 | 2,37 |
| Total | 1.166,96 | 116.696,00 | 100,00 |

Autor: ROCHA, M. B. B.

Os dados da **tabela 1** mostram que no ano de 1985 as terras de Araxá eram mais ocupadas por Pastagens e estas cobriam 58,34% da área do município. As fitofisionomias do Bioma Cerrado, aqui elencados por Campo Rupestre, Mata, Cerrado e Campo Limpo, ocupavam 31,41%. Os demais usos totalizavam 10,25%.

A partir dos dados da **tabela 1**, foi possível elaborar um gráfico, conforme a **figura 2**, que mostra a distribuição percentual do uso da terra em Araxá no ano de 1985.

O gráfico da **figura 2** mostra que a Pastagem ocupava quase 60% das terras do município e o Campo Rupestre, em torno de 15%. A Mata ocupava em torno de 12%, a Agricultura, quase 10% e o Campo Limpo, pouco mais de 2% da área. As outras categorias correspondiam a menos de 1% da área.

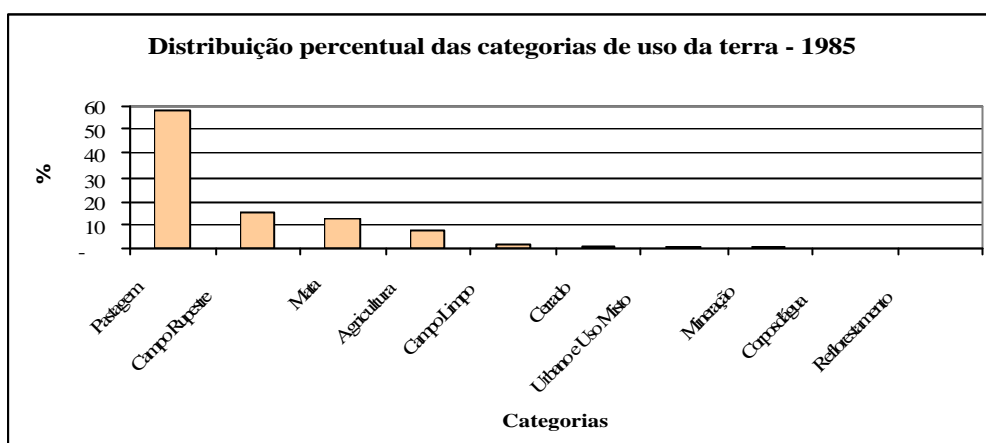


Figura 2 – Percentual das categorias de uso da terra de 1985, em Araxá - MG
 Autor: ROCHA, M. B. B.

4.2 Mapa de uso da terra de 2005

Para a elaboração do mapa de uso da terra de 2005, foram identificadas e mapeadas 11 categorias de uso no município de Araxá, nomeadas na seguinte ordem: Pivô; Urbano e de Uso Misto; Campo Rupestre; Reflorestamento; Água; Agricultura; Mineração; Mata; Pastagem; Cerrado; e Campo Limpo.

A definição de cada categoria para o ano de 2005 corresponde àquela já citada para o Mapa de Uso da Terra de 1985. Para o ano de 2005, houve um acréscimo da categoria Pivô.

k – Pivô: corresponde à área agrícola onde são utilizados os aspersores para a irrigação.

A partir da interpretação da imagem de satélite CBERS 2 e da identificação das categorias de uso, foi possível obter o mapa de uso da terra do município de Araxá no ano de 2005, conforme mostra a **figura 3**.

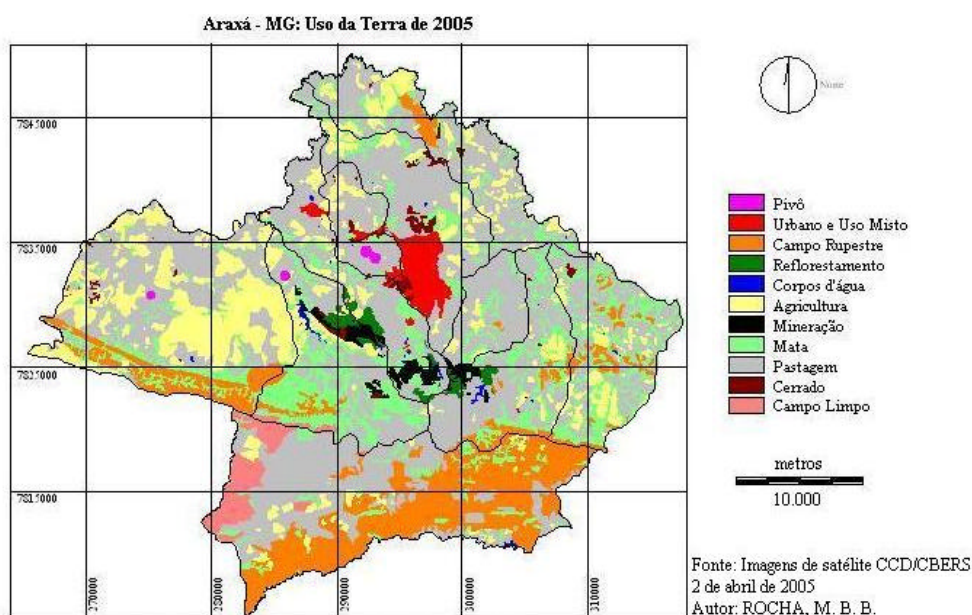


Figura 3 – Mapa de Uso da Terra de 2005 de Araxá - MG

Ao analisar o mapa de uso da terra de 2005, verifica-se que há um predomínio do tom laranja na região sul do município (Campo Rupestre), do tom amarelo, na região oeste

(Agricultura) e da cor cinza (Pastagem), nas regiões centro-sul, centro-norte e centro-leste do município.

A partir do mapa de uso da terra, foi possível elaborar a **tabela 2**, que mostra a área de cada categoria de uso no ano de 2005, em km² e hectares, além do percentual em relação à área total do município.

Tabela 2 - Área ocupada pelas classes de uso da terra no município de Araxá - MG em 2005

| Categoria | Área ocupada | | |
|--------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| | km ² | hectares | % |
| Pivô | 2,24 | 224,00 | 0,19 |
| Urbano e Uso Misto | 22,90 | 2.290,00 | 1,96 |
| Campo Rupestre | 167,3 | 16.730,00 | 14,34 |
| Reflorestamento | 11,58 | 1.158,00 | 0,99 |
| Corpos d'água | 3,02 | 302,00 | 0,26 |
| Agricultura | 188,14 | 18.814,00 | 16,12 |
| Mineração | 14,56 | 1.456,00 | 1,25 |
| Mata | 180,71 | 18.071,00 | 15,49 |
| Pastagem | 539,33 | 53.933,00 | 46,22 |
| Cerrado | 11,25 | 1.125,00 | 0,96 |
| Campo Limpo | 25,93 | 2.593,00 | 2,22 |
| Total | 1.166,96 | 116.696,00 | 100,00 |

Autor: ROCHA, M. B. B.

Os dados da **tabela 2** revelam que a maior área de ocupação das terras de Araxá é a Pastagem, correspondendo a 46,22% da área total do município. As fitofisionomias do Bioma Cerrado, representadas pelo Campo Rupestre, Mata, Cerrado e Campo Limpo, cobrem 33,01%. As menores áreas de ocupação do solo do município são Pivô, que corresponde a 0,19%, Corpos d'água, a 0,26%, Reflorestamento, a 0,99% e Mineração, a 1,25%. A área urbana e de uso misto só ocupa 1,96% da área total do município.

O gráfico da **figura 4** mostra a distribuição percentual do uso da terra no ano de 2005.

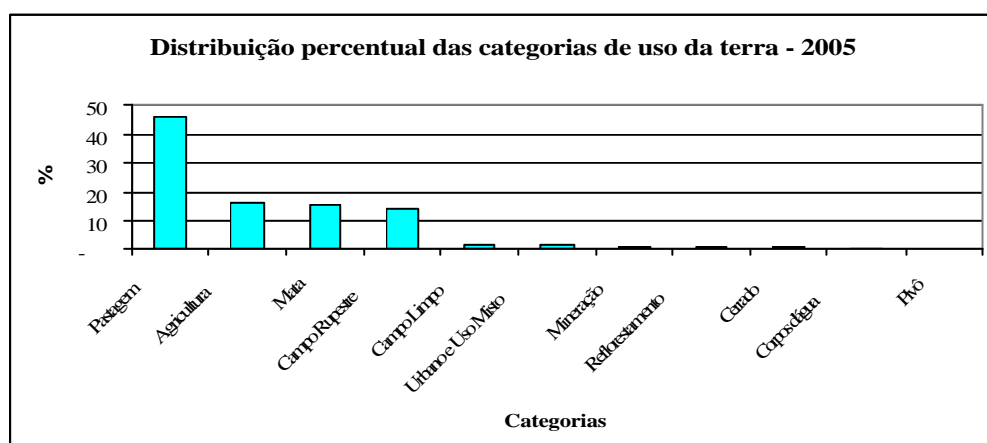


Figura 4 – Percentual das categorias de uso da terra de 2005, em Araxá - MG

Autor: ROCHA, M. B. B.

Pelo gráfico da **figura 4**, nota-se que a Pastagem é a categoria que mais se apresenta no município: perto de 45%. O percentual de Campo Rupestre, Agricultura e Mata é

praticamente o mesmo, em torno de 15%. As demais categorias estão abaixo de 3%.

4.3 Comparação dos mapas de uso da terra de 1985 e 2005

Foi elaborada a **tabela 3** para melhor comparar o uso da terra dos dois períodos, 1985 e 2005, onde as áreas em hectares e as porcentagens das onze categorias foram justapostas.

Tabela 3 - Área ocupada pelas classes de uso da terra, em Araxá – MG 1985 e 2005

| Categoria | 1985 | | 2005 | |
|--------------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|
| | hectares | % | hectares | % |
| Pivô | - | - | 224,00 | 0,19 |
| Urbano e Uso Misto | 1.026,00 | 0,88 | 2.290,00 | 1,96 |
| Campo Rupestre | 18.268,00 | 15,65 | 16.730,00 | 14,34 |
| Reflorestamento | 182,00 | 0,16 | 1.158,00 | 0,99 |
| Corpos d'água | 334,00 | 0,29 | 302,00 | 0,26 |
| Agricultura | 9.706,00 | 8,32 | 18.814,00 | 16,12 |
| Mineração | 695,00 | 0,60 | 1.456,00 | 1,25 |
| Mata | 14.294,00 | 12,25 | 18.071,00 | 15,49 |
| Pastagem | 68.085,00 | 58,34 | 53.933,00 | 46,22 |
| Cerrado | 1.333,00 | 1,14 | 1.125,00 | 0,96 |
| Campo Limpo | 2.773,00 | 2,37 | 2.593,00 | 2,22 |
| Total | 116.696,00 | 100,00 | 116.696,00 | 100,00 |

Autor: ROCHA, M. B. B.

Pela **tabela 3**, conclui-se que a categoria Pivô não existia em 1985, levando a crer que todas as plantações da época eram anuais ou perenes. A categoria Pivô ocupou uma área que em 1985 era usada pela Pastagem.

A categoria Urbano e de Uso Misto cresceu 123,20% em 20 anos. Este crescimento faz sentido uma vez que a população do município em 1980 era de 53.404 habitantes e a de 2000, 78.997 habitantes, conforme censo do IBGE.

A área de Campo Rupestre reduziu em 8,42%.

Houve um crescimento de 536,26% na área de reflorestamento. Estas áreas estão localizadas dentro dos domínios das mineradoras.

Os Corpos d'água tiveram uma redução de área em 9,58%.

De maneira geral, a área de Agricultura foi ampliada em 93,84%, ocupando terras que eram usadas, principalmente, pela Pastagem.

A área da categoria Mineração ampliou em 109,50%. De acordo com as informações prestadas por uma mineradora, a exploração do minério atingiu um total de 740.572 toneladas, em 1985, ao passo que, em 2005, foram extraídas 2.530.000 toneladas de minério.

A categoria Mata teve a área ampliada em 26,42%. Esta ampliação ocorreu no sopé das serras, nas nascentes dos córregos e ribeirões. Outro aumento da área de Mata foi na região próxima das cavas de lavra das mineradoras.

Houve uma redução na área da categoria Pastagem de 20,79%. Esta redução ocorreu por causa da expansão das atividades agrícolas e do aumento da área das categorias Urbano e Uso Misto, Mata, Reflorestamento, Mineração e Pivô.

A categoria Cerrado teve a área reduzida em 15,60%. Essa redução foi em função do aumento da área de Reflorestamento, de Mata, de Pastagem e da expansão da categoria Urbano e Uso Misto.

De maneira geral, houve uma redução de 6,49% na área ocupada por Campo Limpo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desejava-se saber como o espaço geográfico do município de Araxá foi ocupado em dois períodos distintos: 1985 e 2005. A partir da interpretação das imagens dos satélites TM/Landsat 5 de 1985 e CCD/CBERS 2 de 2005, ambas do mês de abril, das cartas topográficas do IBGE e dos trabalhos de campo, foi possível elaborar mapas de uso da terra de 1985 e 2005, tabelas e gráficos, e calcular áreas.

Foram identificadas e mapeadas 11 categorias de uso da terra (Pivô, Urbano e Uso Misto, Campo Rupestre, Reflorestamento, Corpos d'água, Agricultura, Mineração, Mata, Pastagem, Cerrado e Campo Limpo).

Em 2005, 46,22% da área do município era ocupada com Pastagens, seguida pelos Campos Rupestres (14,34%), Agricultura (16,12%) e Mata (15,49%). As demais categorias ocupavam percentuais pouco significativos. De maneira geral, em 20 anos houve uma redução na área de Pastagem no município e um aumento na área de Agricultura, Urbano e Uso Misto, Reflorestamento, Mineração e Mata.

A comparação entre os mapas de uso da terra de 1985 e 2005 permitiu concluir que a categoria que mais reduziu de área em 20 anos foi a Pastagem: em 1985, ocupava 58,34% e passou a ocupar 46,22% em 2005, reduzindo 20,79%. A categoria que mais ampliou de área foi o Reflorestamento, pois, em 1985, ocupava um percentual de 0,16% da área do município e passou a ocupar, em 2005, 0,99%. O aumento foi de 536,26%.

Ao finalizar este trabalho, conclui-se que, quando se almeja estudar a evolução da ocupação e do uso da terra de uma determinada região, é aconselhável interpretar imagens de um mesmo período do ano, já que ao longo do ano uma mesma área pode ter mais de um tipo de uso.

A utilização das técnicas de geoprocessamento foi crucial para a elaboração deste trabalho. O SIG IDRISI foi muito importante na espacialização, no cálculo das áreas, com conseqüente obtenção de tabelas e gráficos.

As técnicas de geoprocessamento são de extrema importância na gestão racional dos recursos naturais, das atividades antrópicas e, sobretudo, na administração municipal.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério do Planejamento e Coordenação Geral. Fundação IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia. **Carta do Brasil: Araxá - MG.** 1. Brasília, 1970. 1 mapa, folha SE-23-Y-C-VI. Escala 1:100.000.
- BRASIL. Ministério do Planejamento e Coordenação Geral. Fundação IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia. **Carta do Brasil: Ibiá - MG.** 1. Brasília, 1970. 1 mapa, folha SE-23-Y-C-III. Escala 1:100.000.
- BRASIL. Ministério do Planejamento e Coordenação Geral. Fundação IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia. **Carta do Brasil: Perdizes - MG.** 1. Brasília, 1972. 1 mapa, folha SE-23-Y-C-II. Escala 1:100.000.
- BRASIL. Ministério do Planejamento e Coordenação Geral. Fundação IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia. **Carta do Brasil: Sacramento - MG.** 1. Brasília, 1972. 1 mapa, folha SE-23-Y-C-V. Escala 1:100.000.
- CHAGAS, I. Eu sou o cerrado. In: PAULA, A. M. N. R. de. *et al.* **Cerrado em Perspectiva(s).** Montes Claros: Unimontes, 2003. p. 19-26.
- EASTMAN, J. R. **IDRISI for Windows versão 2:** manual do usuário – introdução e exercícios tutoriais. Porto Alegre: UFRGS, 1998.
- NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto:** princípios e aplicações. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado:** ambiente e flora. Planaltina: Embrapa - CPAC, 1998. p. 89 - 166.
- ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** 5. ed. rev. Uberlândia: Edufu, 2003.