

ANÁLISE TEMPORAL DO USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA-MG, UTILIZANDO IMAGENS ETM+ / LANDSAT 7

Temporal analyses of land use and vegetation cover in Uberlândia-MG (BRAZIL), using satellite ETM+/LANDSAT 7 images

Jorge Luís Silva Brito

Professor do Instituto de Geografia da UFU/MG – brito@ufu.br

Tatiana Diniz Prudente

Aluna do Curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia IG – UFU/MG – tatyprudente@yahoo.com.br

Artigo recebido em 28/03/2005 e aceito para publicação em 28/04/2005

RESUMO: *Este trabalho tem como objetivo elaborar um mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural do município de Uberlândia do ano de 2002 e analisar as transformações ocorridas no uso do solo no município entre os anos de 1988 e 2002. Foram utilizados para o mapeamento uma imagem ETM+ do satélite Landsat 7 obtida em 11 de outubro de 2002. Os mapas foram elaborados utilizando-se o softwares AutoCad Map e SPRING 4.1. Os resultados mostraram que houve um aumento na área ocupada por agricultura, passando de 15,7% para 25,6 %. Esse aumento foi resultado do incremento na área plantada das culturas de soja e milho. Por outro lado, houve um decréscimo nas áreas ocupadas por pastagens, passando de 54,8% para 45,7%, e das áreas de reflorestamento, passando de 8,7% para 5,6%.*

Palavras-chaves: Sensoriamento Remoto, uso da Terra, cobertura vegetal

ABSTRACT: *The purpose of the present work is to make a Land Use and a Vegetation Cover map of Uberlândia in 2002, and to analyze transformations in land use within the city between 1988 and 2002. The Land Use map was produced using Landsat 7 satellite ETM+ images gotten in October 12, 2002. The maps were produced using softwares like AutoCAD Map and SPRING 4.1. The results showed that the area used for agriculture increased, from 15.7% to 25.6%. This increase is due to the increment of soy and corn crops on the cultivated area. On the other hand, it contributed to the decrease of pasture, from 54.8% to 45.7% of the area, as well as of reforestation, coming to 8.7% of the area compared to former 5.6%.*

Keys-words: Remote sensing, land use, vegetation cover

1 – INTRODUÇÃO

O mapeamento do Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural de uma dada região é de extrema

importância para a compreensão da organização do espaço e das mudanças ocorridas, uma vez que o meio ambiente está em constante transformação devido ao aumentos das atividades antrópicas.

O estudo do Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização, ou a caracterização dos tipos e categorias de vegetação natural que reveste determinado solo.

Segundo Rosa (2003) a utilização de dados atualizados de uso e revestimento da terra é muito ampla, podendo-se citar como exemplo: inventário de recursos hídricos, controle de inundações, identificação de áreas com processos erosivos avançados, avaliação de impactos ambientais, formulação de políticas econômicas, etc.

Brito (2001) avaliou as transformações do Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural na Bacia do Ribeirão Bom Jardim nos períodos de 1964/1979, 1979/1984, 1984/1994 e 1995/2001. No período de 1964 a 1979, houve a substituição das áreas de cerrado por pastagens e reflorestamento. No período de 1979 a 1984 iniciou-se a substituição das pastagens pelas culturas anuais e a partir da década de 1980, houve a substituição dos reflorestamentos por culturas anuais.

O levantamento do uso do solo torna-se uma ferramenta importante para planejadores e legisladores, pois ao verificar a utilização do solo em determinada área, pode-se elaborar uma melhor política de uso do solo e para o desenvolvimento da região.

De acordo com Assad e Sano (1998)

O monitoramento da paisagem de uma dada região é fator primordial no planejamento racional de utilização da terra, face principalmente a velocidade de ocupação do espaço físico e ao pouco conhecimento dos recursos naturais nela existentes. Diante desse quadro, os produtos de sensoriamento remoto orbital tem sido importantes não só na aquisição primária de informações como no inventário e gerenciamento da paisagem agroflorestal em países de dimensões continentais, como o Brasil.

Ao longo das últimas décadas os dados de

sensoriamento remoto tem sido utilizados para o mapeamento do Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural de forma eficiente. Além disso, tem se multiplicado os softwares para processamento digital de imagens, facilitando assim, o uso das imagens de satélite.

Uma das vantagens de se utilizar o sensoriamento remoto para interpretação do Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural é que as informações podem ser atualizadas devido à característica de repetitividade de aquisição das imagens.

Nesse sentido, de acordo com Rosa (2003), os sistemas de sensoriamento remoto hoje disponíveis, permitem a aquisição de dados de forma global, confiável, rápida e repetitiva, sendo estes dados de grande importância para o levantamento, mapeamento e utilização das informações de uso e ocupação do solo de uma dada região.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo fazer uma análise temporal do Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural do município de Uberlândia-MG entre os anos de 1988 e 2002, tendo como referência o mapeamento de uso do solo feito por Lima et al. em 1988.

2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Uberlândia localiza-se na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, entre as coordenadas geográficas 18° 34' e 19° 14' de latitude sul, e 47° 03' e 48° 50' de longitude, a oeste do meridiano de Greenwich (FIGURA 1), ocupando uma superfície de 4.115,09 Km² (Prefeitura Município de Uberlândia, 2004). Uberlândia limita-se ao Norte com os municípios de Tupaciguara e Araguari, ao leste com Indianópolis, ao sul com Prata, Veríssimo e Uberaba e ao oeste com Monte Alegre de Minas.

O município tem uma localização estratégica, distante a menos de 600 Km de grandes centros urbanos do Brasil (São Paulo, Brasília, Belo Hori-

zonte e Goiânia). Sua economia se baseia nas atividades de indústrias; na agropecuária; e no comércio atacadista, que distribui produtos industrializados para todo o país.

Segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística a população de Uberlândia

em 2004 era de 570.042 habitantes (IBGE, 2005).

A hidrografia do município faz parte da bacia do rio Paranaíba, tendo afluentes dos rios Araguari e Tijuco. As fontes de abastecimento de água para a cidade são provenientes do rio Uberabinha, afluente do rio Araguari.

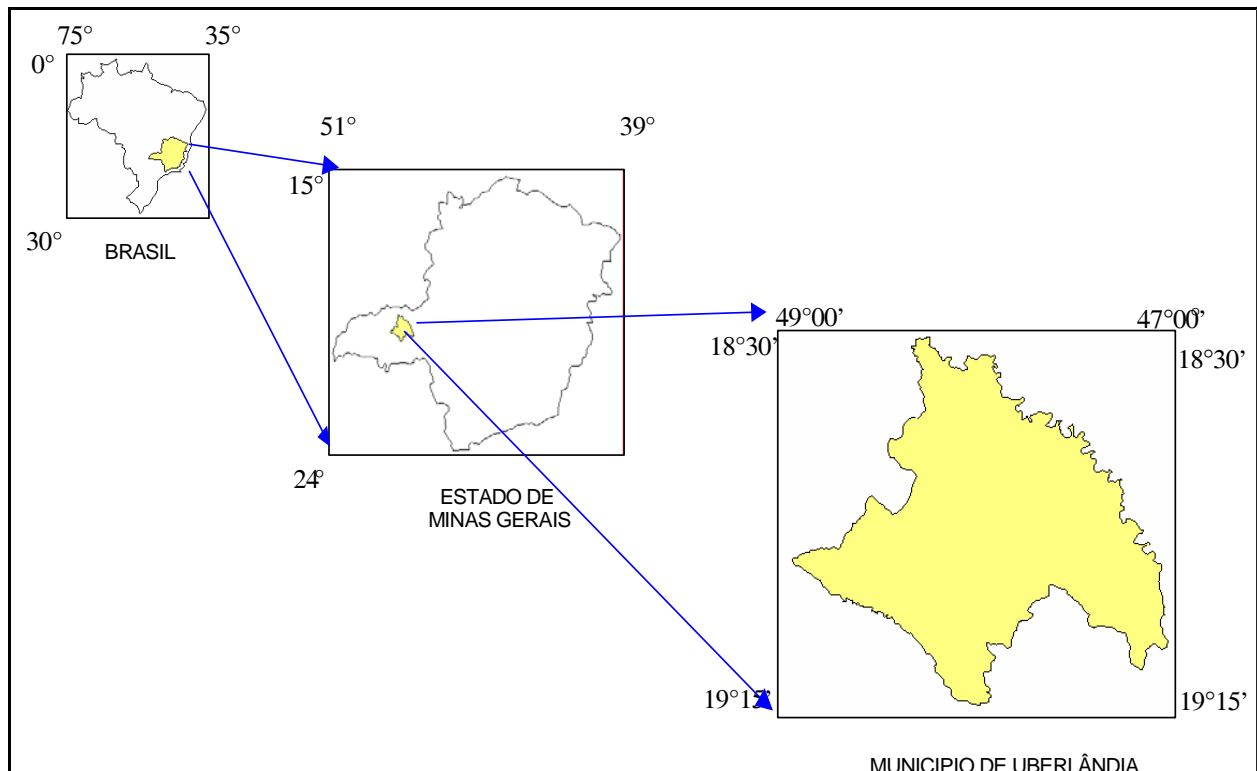


Figura 1 – Localização do Município de Uberlândia. Fonte: Atehortua (2004).

O clima de Uberlândia é o tropical semi-úmido com duas estações definidas, uma com verão chuvoso e outra com inverno seco, com pluviosidade anual em torno de 1500 mm e temperatura média de 22 C°. (ROSA et. Al. 1991).

Segundo Carrijo e Baccaro (2000) o município de Uberlândia está situado no domínio dos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, estando inserido na sub-unidade do Planalto Meridional da Bacia do Paraná, caracterizando-se por apresentar relevo tabular, levemente ondulado, com altitude inferior a 1.000m.

com Carrijo e Baccaro (2000), são os basaltos da Formação Serra Geral do Grupo São Bento, e rochas do Grupo Araxá nas proximidades da divisa com o município de Araguari. Encontram-se recobertos pelos arenitos das Formações Marília, Adamantina e Uberaba do Grupo Bauru, e ainda arenitos da Formação Botucatu do Grupo São Bento.

O município de Uberlândia está inserido no Bioma cerrado, sendo que seus principais tipos fisiômicos são: vereda, campo limpo, campo sujo, cerrado, cerradão, mata de várzea, mata galeria ou ciliar e mata mesofítica.

As bases geológicas do município, de acordo

Atehortua (2004) elaborou um mapeamento

dos tipos de solos do município de Uberlândia a partir do estudo de solos e aptidão agrícola da área do Triângulo Mineiro (EMBRAPA/EPAMIG, 1982), imagens de satélite e trabalhos de campo. Foram mapeadas as seguintes classes de solos no município de Uberlândia:

- **Latossolo Vermelho Amarelo Ácrico**, originário de material areno-argiloso, resultantes do reatamento do arenito Bauru e da cobertura argilo-laterítica, ambos do Terciário. **Latossolo Vermelho distrófico**, desenvolvidos a partir de sedimentos areno-lateríticos ou argilo-lateríticos do Terciário e de material proveniente da composição de xisto do Grupo Araxá, referido ao Pré-cambriano.

- **Gleissolo Háptico Tb**, constituídos de material mineral, com um horizonte sub-superficial ou superficial caracterizado pela redução de ferro pela água não drenada; algumas vezes apresentam manchas (amarelas ou vermelhas) de cores mais fortes. São solos hidromórficos, de mal drenados a muito drenados; apresentam condições de redução. Ocorrem nas várzeas, nos campos de surgente, nas veredas (onde o lençol freático se apresenta elevado) e na superfície do solo, durante quase todo o ano.

- **Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico**, compreendem solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade baixa e, em alguns casos, com argila de atividade alta.

- **Cambissolo Háptico Tb. Distrófico**, equivalente a um Typic Dystrustepts (USDA, 1998): compreende solos não hidromórficos com horizonte B incipiente, pouco desenvolvidos, que apresentam 4% ou mais de minerais primários de fácil intemperização na fração areia e relação silte/argila maior que 0,7.

3 – MATERIAIS E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

3.1 – Materiais

Para a elaboração do mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural do município de Uber-

lândia foram utilizados os seguintes materiais:

- cartas topográficas SE-22-Z-B-V (Tupaciguara), SE-22-Z-B-VI (Uberlândia), SE-22-Z-D-III (Miraporanga), SE-23-Y-C-I (Nova Ponte), SE-23-Y-A-IV (Estrela do Sul) na escala 1:100.000, em formato digital, levantadas e editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004).

- imagem de satélite ETM+ Landsat 7, órbita/ponto 221/73, bandas 3, 4 e 7 obtidas em 11 de Outubro de 2002.

- microcomputador Pentium 4,256 Mb RAM, com os softwares AutoCad Map e SPRING 4.1 (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas).

O software SPRING foi desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias) e pela IBM. O SPRING é um sistema para processamento em ambiente UNIX e Windows, que inclui um banco de dados geográficos, o qual permite adquirir, armazenar, combinar, analisar e recuperar informações codificadas espacial e não espacialmente, ou seja, é um sistema que combina funções de processamento de imagens, análise espacial e modelagem numérica do terreno, em um único software (Câmera, et al, 1996).

3.2 – Procedimentos Operacionais

Para a geração do mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural foram utilizados os seguintes procedimentos:

a) Elaboração da base cartográfica digital do município:

A base cartográfica digital do município de Uberlândia contendo o limite do município, as coordenadas geográficas, rede de drenagem e malha viária, foi elaborada a partir das cartas topográficas do IBGE, escala 1:100.000, no formato digital, importadas e editadas com o auxílio do software Autocad MAP.

b) Processamento Digital da Imagem:

A imagem foi processada no SPRING 4.1, onde foram realizadas as seguintes operações na imagem:

• **Leitura da Imagem:** Consistiu na importação da imagem em formato TIF para o módulo IMPIMA DO SPRING 4.1, recorte da área de interesse (Município de Uberlândia) e exportação da imagem para o formato GRIB, para posteriormente realizar o registro da imagem.

• **Registro da imagem:** a imagem no formato GRIB foi importada para o SPRING, onde procedeu-se o registro tomando-se 15 pontos de controle (pontos de coordenadas conhecidas e identificáveis na imagem), utilizando-se o polinômio de 2º grau. O erro quadrático médio do registro foi de 35 metros, tolerável para a escala de 1:100.000. Os pontos de controle foram obtidos das bases cartográficas no formato digital, escala 1:100.000.

• **Operação de contraste e geração da composição colorida:** Para melhorar a apresentação visual da imagem e aumentar o poder de discriminação dos alvos foi realizado um contraste linear nas bandas

3, 4 e 7 e posteriormente, gerou-se a composição colorida 3b4r7g (Figura 2).

c) **Classificação não supervisionada da imagem segmentada:** Inicialmente fez-se a segmentação da imagem no SPRING4.1 utilizando-se o método de crescimento de regiões com os seguintes parâmetros: área mínima de 10 pixels e limite de similaridade igual a 12. Posteriormente a imagem segmentada foi classificada utilizando-se o classificador por regiões Iseog. Foram mapeadas 30 classes, as quais foram reagrupadas em 11 categorias de uso da terra e cobertura vegetal natural (tabela 1). A fim de verificar o grau de acerto da classificação não supervisionada e fazer a edição da imagem, foi realizado um trabalho de campo e elaborada uma chave de fotointerpretação, mostrada na tabela 1.

d) **Edição da imagem classificada:** A imagem classificada e agrupada em 11 categorias foi transformada num mapa vetorial utilizando-se a função de mapeamento de classes, disponível no SPRING 4.1. As áreas em conflito com as informações de campo foram editadas, utilizando-se a função de edição vetorial de classes. Algumas áreas tiveram os seus limites redefinidos e outras tiveram apenas a mudança de categoria.

Tabela 1 – Chave de fotointerpretação da imagem ETM+/Landsat 7, bandas 3b4r7g, obtida em 11 de outubro de 2002.

Categoria	Cor	Textura	Forma	Tamanho
Corpos d'água	Preto	Lisa	Irregular	Pequeno
Campo higrófilo	Marrom-esverdeado	Média	Irregular	Pequeno
Cerrado	Marrom	Média	Irregular	Pequeno
Mata	Vermelho	Rugosa	Irregular	Pequeno
Cultura anual	Verde-Azulado	Lisa	Geométrica	Grande/média
Cultura perene	Marrom-esverdeado	Média	Geométrica	Pequena
Cultura irrigada	Vermelho	Lisa	Irregular	Grande/média
Pastagens	Verde	Média	Irregular	Grande/média
Reflorestamento	Marrom escuro	Lisa	Geométrica	Grande
Área urbana	Azul	Rugosa	Geométrica	Grande
Granjas	Branco-esverdeado	Média	Geométrica	Pequeno

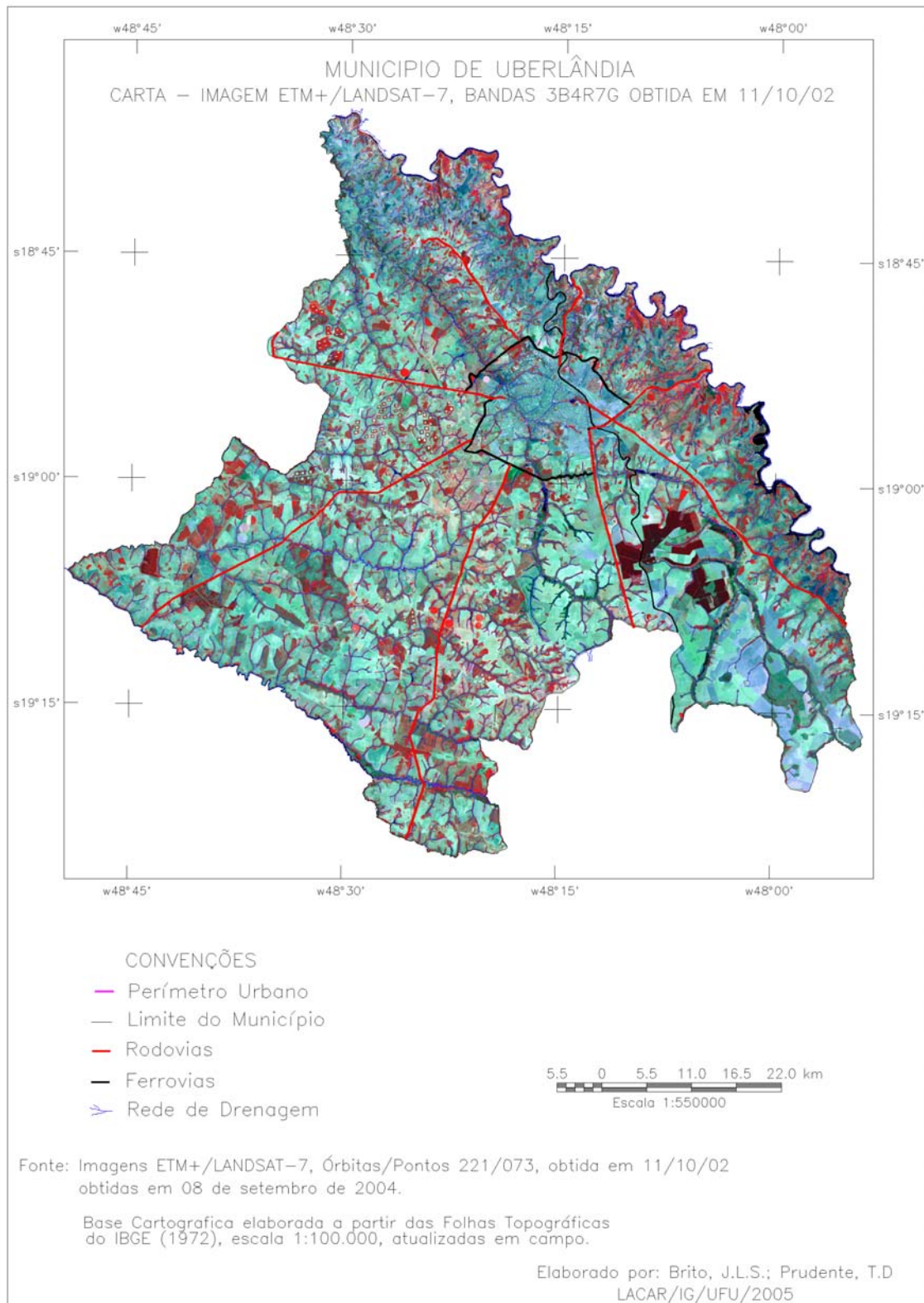


Figura 2 – Carta-Imagem do município de Uberlândia, sensor ETM+ do satélite Landsat-7, composição colorida 3b4r7g, obtida em 11/10/02.

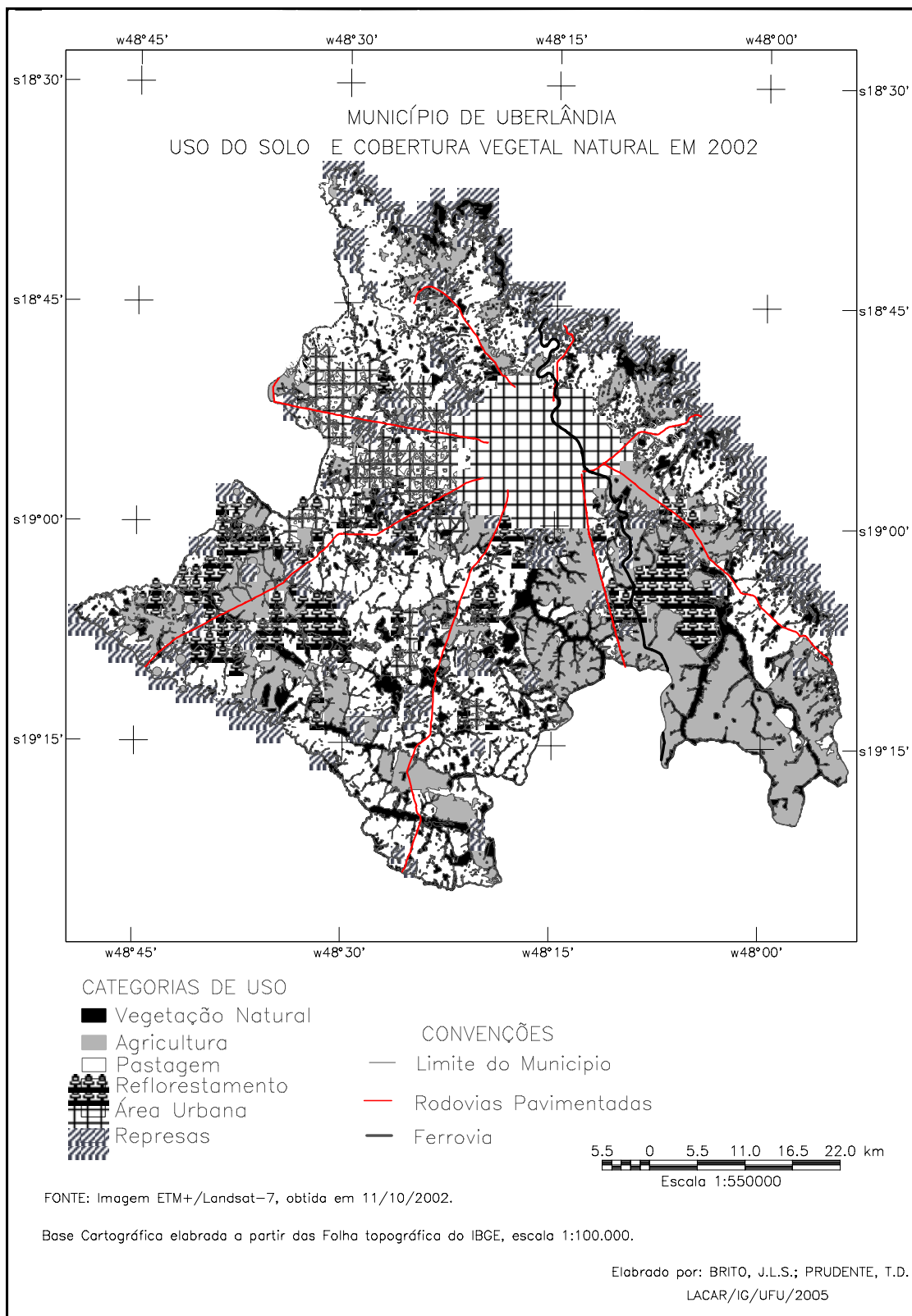


Figura 3 – Mapa de uso do solo e cobertura vegetal natural do município de Uberlândia em 2002.

4 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A tabela 2 mostra a área ocupada pelas categorias de Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural no município de Uberlândia em Km² e os percentuais de cada classe identificada no ano de 2002.

As categorias de Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural foram reagrupadas em 5 classes com o objetivo de comparar os dados de Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural de 2002 (Tabela 2 e Figura 3) com os dados de uso em 1988 elaborado por Lima et. Al. (1989). As 5 categorias de Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural resultantes foram:

- **Vegetação Natural / vegetação em regeneração:** Cerrado, Campo higrófilo, Mata/ Mata em regeneração
- **Pastagem:** Pastagem
- **Agricultura:** Cultura anual, cultura irrigada e cultura perene
- **Reflorestamento:** Reflorestamento de Pinus e Reflorestamento de Eucalipto
- **Área Urbana/ Uso Misto:** Área urbana, granjas e uso misto

A figura 3 mostra que as áreas ocupadas por vegetação natural estão localizadas no vale do rio Araguari e ao longo dos cursos d'água. Já as áreas ocupadas por agricultura, principalmente pelas culturas de soja estão localizadas na parte sul do município nas áreas de chapadas.

A figura 4 mostra os valores percentuais da evolução do uso da terra e cobertura vegetal natural do município de Uberlândia entre os anos de 1988 e 2002.

A figura 4 mostra que as áreas ocupadas por reflorestamento no município de Uberlândia tiveram um decréscimo entre 1988 e 2002, passando de 8,7% para 5,6 da área do município; As áreas de

Tabela 2 – Área ocupada pelas categorias de uso do solo e cobertura vegetal natural no município de Uberlândia em 2002.

Categorias	Área Ocupada	
	Km ²	%
Corpos d'água	36,63	0,89
Campo higrófilo	258,22	6,27
Cerrado	325,13	7,90
Mata/Cerradão	143,56	3,49
Cultura anual	996,69	24,22
Cultura perene	39,92	0,97
Cultura irrigada/Cultura temporária	14,92	0,36
Pastagens	1880,00	45,69
Reflorestamento	232,13	5,64
Área urbana	181,31	4,41
Granjas	5,69	0,14
TOTAL	4115,09	100,00

pastagens também sofreram uma diminuição, passando de 54,8 para 45,7 %. Essas áreas foram substituídas principalmente por agricultura, principalmente soja e milho, que sofreu um aumento de 63%, passando de 15, 7% para 25,6% da área do município.

As áreas de cobertura vegetal natural (cerrado, mata, campo hidromórficos, de várzea e campos higrófilos) sofreram um pequeno aumento (passaram de 16,8% para 17,7%), que pode ser explicado pela melhor resolução da imagem, possibilitando o mapeamento de pequenas áreas (não mapeadas em 1988) e pelo aumento das áreas de vegetação em regeneração, principalmente no vale do Rio Araguari.

As áreas de represas, que não foram mapeadas em 1988, em 2002 ocupava 0,9% da área do município. Conforme mostra a figura 2, essa categoria é representada principalmente pelo lago da Usina Hidroelétrica de Miranda, no Rio Araguari.

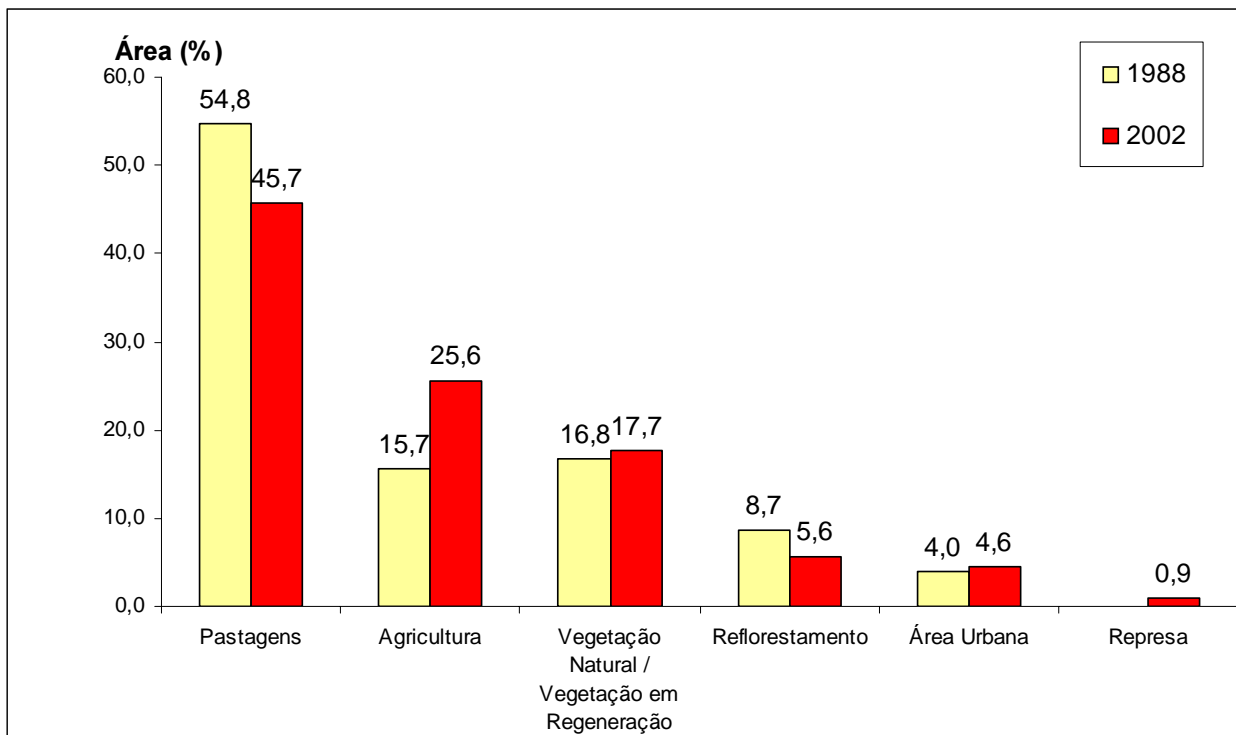


Figura 4 – Distribuição percentual do Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural no município de Uberlândia em 1988 e 2002.

A área urbana que antes compreendia 4,0 % da área do município, agora compreende 4,6%. Neste novo mapeamento foram detectadas granjas que ocupam 0,14% da área do município. Esta categoria é representada pelas granjas com proteção de eucalipto no entorno.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente trabalho foi possível fazer uma análise temporal do Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural do município de Uberlândia entre os anos de 1988 e 2002, detectando as transformações ocorridas durante esses quatorze anos.

Os resultados obtidos mostraram que Uberlândia sofreu uma grande transformação no uso do solo, representada pela substituição de áreas de reflorestamento e pastagens por agricultura, essencialmente soja e milho. No mapeamento de 2002 detectou-se também uma diminuição do cerrado,

conseqüente dessa expansão agrícola.

O software SPRING 4.1 mostrou-se bastante eficaz, podendo gerar imagens com diferentes composições coloridas, contraste e classificação digital de imagens, obtendo-se como produto final um mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural do município estudado.

A técnica de classificação não supervisionada de imagens segmentada apresentou alguns problemas de confusão entre categorias, principalmente de mata, campo higrofilo e pastagens, gerando a necessidade de edição dessas classes. Sendo assim, conclui-se que para melhorar o grau de acerto e a confiabilidade dos resultados do mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal natural, utilizando-se o método classificação não supervisionada de imagens segmentadas, é necessário que se faça um trabalho de campo e a edição vetorial do mapa, visando corrigir as distorções ocorridas na classificação.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assad, E. D.; Sano E.E. **Sistemas de Informações Geográficas**. Aplicações na agricultura. 2.ed, rev. e ampl. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998.

Atehortua, M.R. **Análise comparativa da geomorfologia, solos e uso da terra dos municípios de Puerto López (Colômbia) e Uberlândia (Brasil)**. 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

Brito, J.L.S. **Adequação das potencialidades do uso da terra na bacia do Ribeirão Bom Jardim no Triângulo Mineiro (MG): ensaio de geoprocessamento**. 2001. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

Camara G.; Souza R.C.M.; Freitas U.M.; Garrido J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

Carrijo, B.R.; Baccaro, C.A.D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). **Rev. Caminhos de Geografia**, Uberlândia, Edufu, v.1, n 2, p.70-80, 2000. Disponível em <http://www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia_arquivos/page0003.html> Acesso em 18 de janeiro 2005.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro, 1982.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>> Acesso em 18 de janeiro 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

– IBGE. **Cartas Topográficas**. Folhas: SE-22-Z-B-V; SE-22-Z-B-VI; SE-22-Z-D-III; SE-23-Y-C-I; SE-23-Y-A-IV. Brasília: IBGE, 1984. (Escala 1:100.000). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 14 de agosto 2004.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária – EMBRAPA. **SPRING: Manual do usuário**. São José dos Campos: INPE, 2001.