



Semina: Ciências Agrárias

ISSN: 1676-546X

semina.agrarias@uel.br

Universidade Estadual de Londrina
Brasil

de Souza de Paula, Amarildo; Prieto Cainzos, Rigoberto Lázaro; Fernandes Barros, Omar
Neto; Ralisch, Ricardo

Análise multitemporal do uso e ocupação do solo entre 1987 e 2004 na zona de
expansão urbana norte de Londrina-PR, utilizando Sensoriamento Remoto (SR) e
Sistema de Informações Geográficas (SIG)

Semina: Ciências Agrárias, vol. 33, núm. 1, 2012, pp. 2877-2889

Universidade Estadual de Londrina
Londrina, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744117034>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Análise multitemporal do uso e ocupação do solo entre 1987 e 2004 na zona de expansão urbana norte de Londrina-PR, utilizando Sensoriamento Remoto (SR) e Sistema de Informações Geográficas (SIG)

Analysis multitemporal of the soil use and occupation between 1987 and 2004 in the northern urban expansion zone of Londrina-PR, using Remote Sensing (SR) and the Geographical Information System (GIS)

Amarildo de Souza de Paula¹; Rigoberto Lázaro Prieto Cainzos^{2*};
Omar Neto Fernandes Barros²; Ricardo Ralisch³

Resumo

O artigo faz uma análise multitemporal do uso/ocupação do solo na Zona de Expansão Urbana Norte de Londrina-PR entre os anos de 1987 e 2004, utilizando imagens dos satélites Landsat-5 e Spot-5. Foram aplicadas as imagens técnicas de processamento digital (PDI) como combinações coloridas (falsa cor), transformação IHS (Intensity, Hue, Saturation) e classificação supervisionada de máxima verossimilhança (maxver), com intuito de obter as classes de uso/ocupação do solo. Os resultados obtidos são apresentados em mapas temáticos mostrando qualitativamente e quantitativamente a real condição do uso e ocupação do solo, constatando que a região não vem sendo preservada ambientalmente segundo as legislações estabelecidas, pois sua cobertura florestal apresenta-se com menos de 20% de florestas, mínimo exigido por lei. A área urbana e de chácaras tiveram um crescente avanço, confirmando a tendência do uso do solo da região para a ocupação urbana de forma não planejada. Por sua vez a atividade agrícola e de pastagem tiveram um predomínio maior de 50% na área, mostrando a importância da atividade rural para a região.

Palavras-chave: Uso/ocupação do solo, imagem de satélite, sensoriamento remoto, SIG, zona norte de Londrina

Abstract

The article makes a multitemporal analysis of use/occupation of the soil in the area of urban sprawl North of Londrina-PR the years between 1987 and 2004, using images from Landsat-5 satellites and Spot-5. Were applied images digital processing techniques (PDI) as color combinations (false color), processing IHS (Intensity, Hue, Saturation) and supervised maximum likelihood classification (MAXVER), in order to get the classes of use/occupation of the soil. The results are presented in thematic maps showing qualitatively and quantitatively the real condition of use and occupation of land, noting that the region is not being environmentally preserved according to the established laws because its forest cover has less than 20% of forests, the minimum required by law. The urban area and ranches had an increasing

¹ Prof. Dr. Agronomia, Solos, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, PR. E-mail: amdpaula@uol.com.br

² Profs. Drs. do Deptº de Geociências, UEL, Londrina, PR. E-mail: rigoberto@uel.br; ombarros@uel.br

³ Prof. Dr. do Deptº de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, UEL, Londrina, PR. E-mail: ralichi@uel.br

* Autor para correspondência

advance, confirming the trend of land use in the region for the unplanned way urban occupation. In turn the pasture and agricultural activity had a higher prevalence of 50% in the area, showing the importance of rural activity for the region.

Key words: Use/land cover, satellite imagery, remote sensing, GIS, north area of Londrina

Introdução

O interesse na preservação do meio ambiente, assim como o conhecimento do uso e ocupação do solo, tem aumentado de maneira progressiva nas últimas décadas. Nesses estudos, de uso e ocupação do solo o uso de imagens orbitais possibilita um rico e importante potencial de variáveis mensuráveis dos aspectos superficiais do terreno que formam a paisagem, assim como o tratamento digital (CAMPOS et al., 2004, BARBOSA; HENRIQUE BAZANA, 2011).

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento com aplicação das técnicas de processamento digital de imagens (PDI) constituem-se em ferramentas fundamentais para a manutenção dos registros do uso da terra ao longo do tempo (MOREIRA et al., 2005). Além disso, o uso de imagens de satélite como base cartográfica é promissor devido ao baixo custo, facilidade e periodicidade de aquisição e fornecimento de importantes informações sobre mudanças no uso da terra (ALTMANN; ECKHART; REMPEL, 2009).

Neste trabalho apresenta-se a evolução do uso da terra da Zona Norte de Expansão Urbana de Londrina- PR, período 1987-2004, aplicando o Sistema de Informações Geográficas (SIG-SPRING) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2003) para mapeamento, integração e quantificação das classes de uso e ocupação do solo.

Materiais e Métodos

A Zona de Expansão Urbana Norte de Londrina-PR, objeto deste estudo, ocupa uma área de 2.594,58 ha e está localizada na mesorregião geográfica do Norte do Paraná, entre as latitudes S 23°09'19" e S 23°29'14" e longitudes W 51°05'15" e W 51°20'07" (Figura 1).

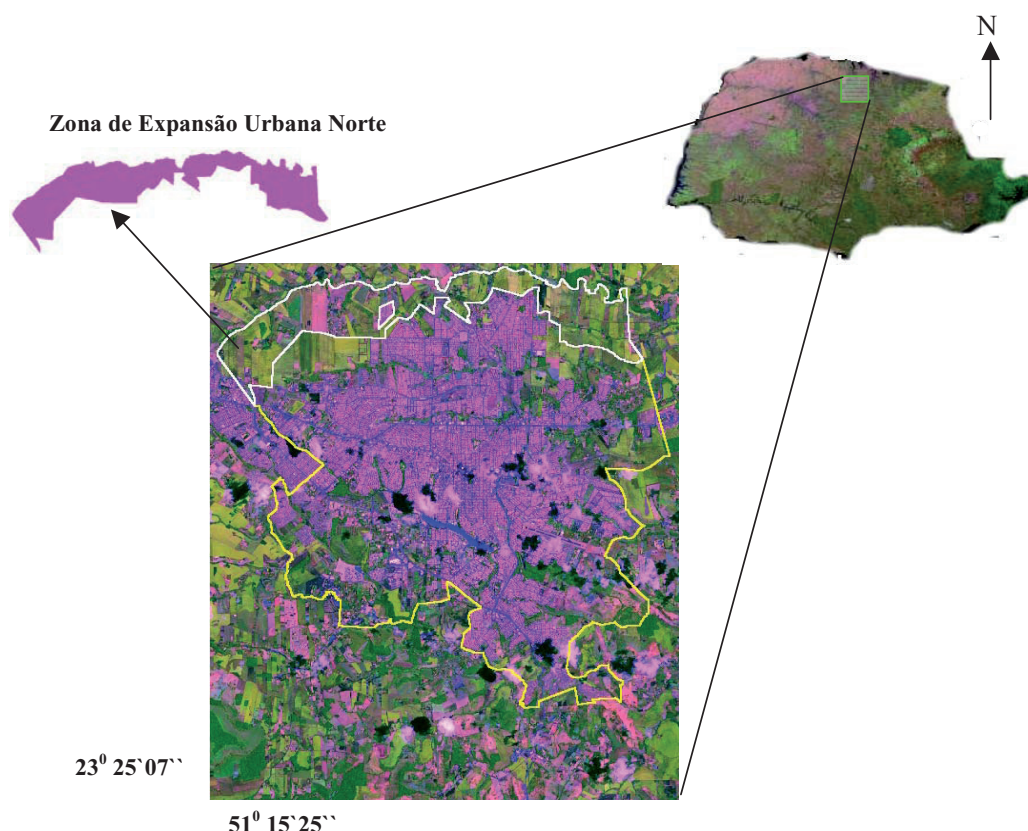
O relevo predominante é o suave ondulado. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo úmido), com chuvas em todas as estações e possibilidade de ocorrência de secas no inverno. A precipitação anual média varia de 1.400 a 1.600 mm, e Cfa (subtropical a evapotranspiração anual média é de 1.200 mm, o que confere um excedente hídrico anual médio a área situa-se de 200 a 400 mm.

Geologicamente, a área de estudo encontra-se sobre a Formação Serra Geral, constituída pela fase mais recente do Grupo São Bento e representada por substrato de rochas eruptivas básicas (basaltos toleíticos) (MINEROPAR, 2006), sendo predominantes, nesta área, os solos: Nitossolo Vermelho Eutroféricos (NVe), Latossolo Vermelho Eutrófico (LVe) e Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), (EMBRAPA, 2007).

A rede de drenagem é formada pelo ribeirão Jacutinga, um dos maiores afluentes do rio Tibagi (na sua porção inferior no Norte do Paraná).

A cobertura florestal nativa da região pertence à Floresta Estacional Semidecidual (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991). A vegetação original foi substituída por plantações de café e lavouras anuais e, atualmente, encontra-se fragmentada, praticamente reduzida a topos de morro e áreas de maior declive.

Figura 1. Localização da área da Zona de Expansão Urbana Norte do município de Londrina-PR.



Fonte: Imagem SPOT-2003.Bandas 1,2,3.

Materiais Utilizados

Os materiais utilizados nesse trabalho foram:

- Imagens do satélite Landsat-5 (Thematic Mapper), nas bandas 3, 4 e 5, órbita 222, ponto 76, obtida em 22 de maio de 1987, resolução espacial 30m x 30m;
- Imagens do satélite Spot-5 bandas multiespectrais 1, 2 e 3, passagem da órbita em 18 de janeiro de 2004, resolução espacial de 10m x 10m e uma banda Pancromática (PAN), com resolução espacial de 5m x 5m;
- Carta topográfica Londrina (SF-22-Y-D-III-4) do DSG-1996, escala 1:50.000, editadas pela Diretoria do Serviço geográfico (DSG) do Ministério do Exército,

Metodologia

A seguir, como parte do processamento digital das imagens (PDI) dos satélites Landsat-5 e Spot-5, elaboraram-se composições coloridas falsa-cor (RGB), por meio de técnicas de PDI, tratamento de imagens que consiste em selecionar três bandas e atribuir a cada uma delas uma das cores primárias RGB (vermelho, verde e azul), bem como o ajuste do histograma para realçar o contraste visual (RODRIGUES et al., 2004).

Assim, para o sensor Thematic Mapper do Landsat-5, definiu-se as composições TM5 (Vermelho=R), TM4 (Verde=G) e TM3 (Azul=B) (Figura 2) e TM4 (Vermelho=R), TM5 (Verde=G) e TM3 (Azul=B) (Figura 3), correspondentes às regiões do espectro visível (vermelho) e do infravermelho próximo e médio. Nesta composição,

a vegetação é observada em diferentes tons de verde intenso e vermelho, a água em tons de azul e áreas urbanas e solo nu em tons de roxo e azul.

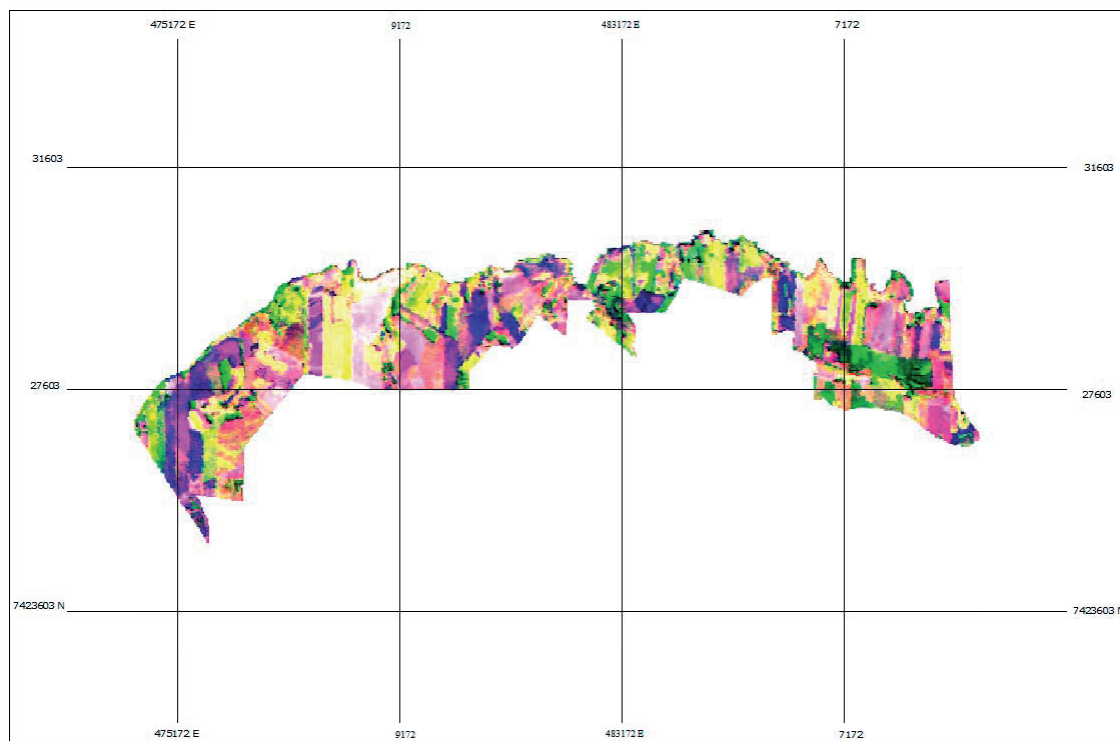
Utilizaram-se ainda para o sensor HRV (Haut Resolution Visible) do Spot-5, a combinação colorida das bandas multiespectrais XI1 (R), XI2 (G) e XI3 (B) (Figura 4), e XI2 (R) XI1 (G) e XI3 (B) (Figura 5), correspondentes às regiões do espectro visível até infravermelho médio.

Na imagem Spot-5, aplicou-se a técnica de transformação IHS, que é uma forma alternativa de representação ao sistema colorido RGB (RODRIGUES et al., 2004).

No sistema IHS, as cores são definidas pelos atributos Intensidade (I), Matiz (H) e Saturação (S), ao contrário do padrão RGB, baseado em cores primárias (CRÓSTA, 1992).

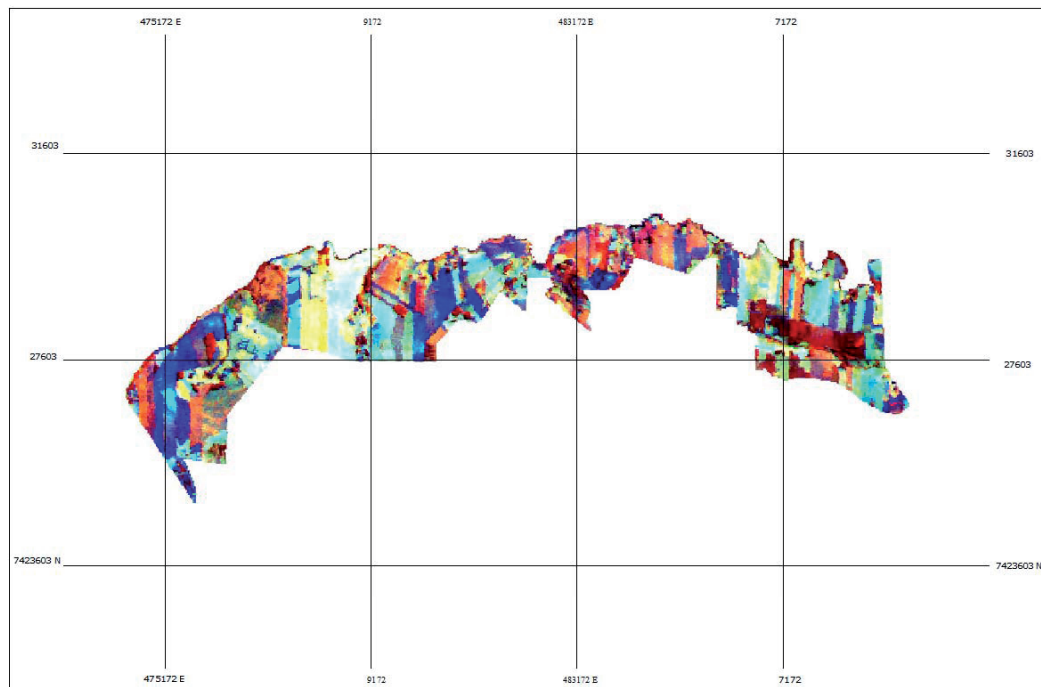
Através desta técnica foi possível obter uma fusão com as imagem pancromáticas do satélite Spot-5, através da transformação RGB-IHS-RGB, visando melhorar a resolução espacial das bandas multiespectrais, em que a imagem original, com pixel de 10 m, passa a ter pixel de 5 m (RODRIGUES et al., 2004).

Figura 2. Imagem Landsat-5, composição colorida 543 de 22/05/1987.



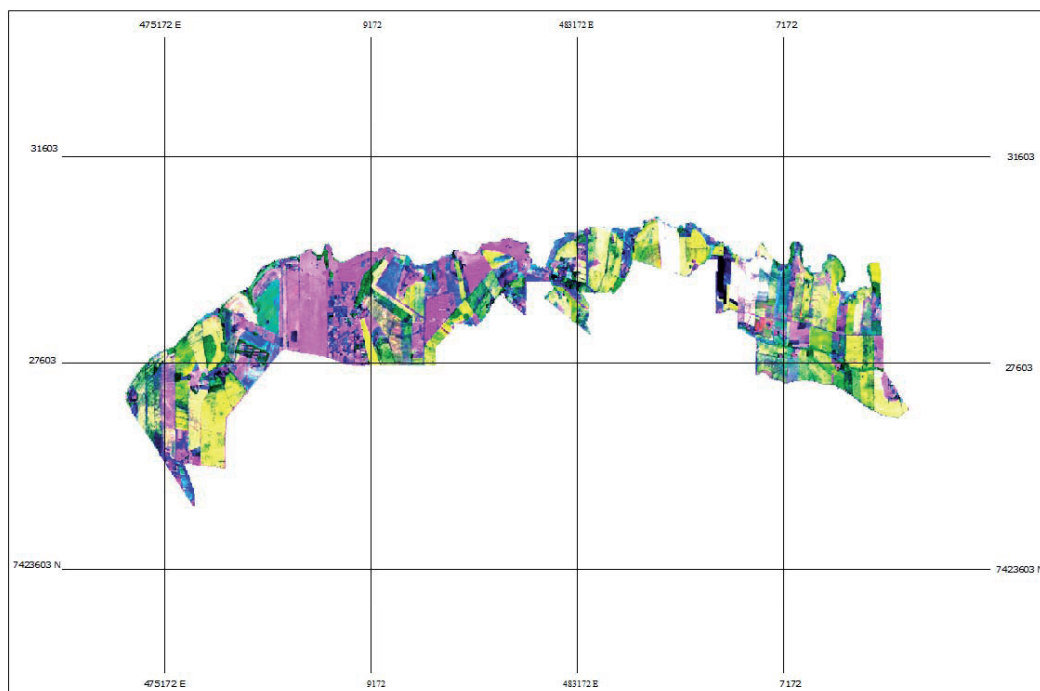
Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 3. Imagem Landsat-5, composição colorida 453 de 22/05/1987.

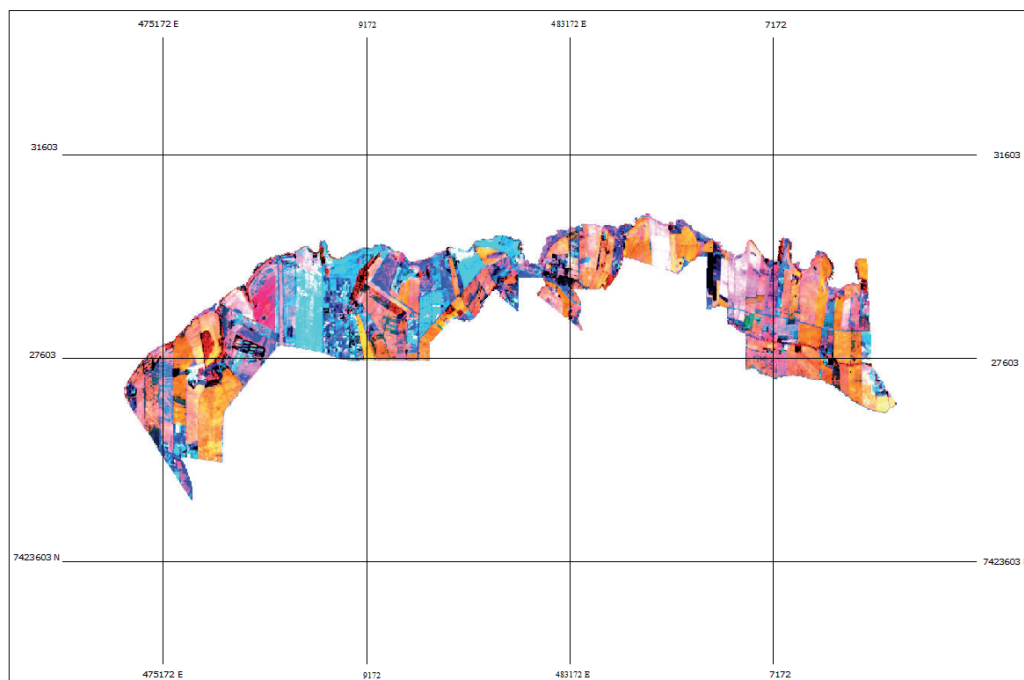


Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 4. Imagem Spot-5, composição colorida 123 de 18/01/2004.



Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 5. Imagem Spot-5, composição colorida 213 de 18/01/2004.

Fonte: Elaboração dos autores.

Seguidamente foi realizada a classificação supervisionada das imagens, empregando o algoritmo de máxima verossimilhança (maxver), visando obter os padrões de resposta espectral relacionados às classes de uso/ocupação do solo (CRÓSTA, 1992; MOREIRA et al., 2005).

Nas áreas de treinamento, foram delimitados (desenhados sobre cada classe de uso na imagem) os limites dos polígonos correspondentes às classes de uso e ocupação do solo, de acordo com as diferentes cores verificadas na imagem.

Na classificação supervisionada, foram identificadas e diferenciadas seis classes de uso/ocupação do solo, representadas por Formação florestal, Área agrícola, Pastagem, Área urbana, Área de chácaras e Solo nu.

Em seguida, foram indicados os nomes de cada classe de uso da terra, associados aos seus

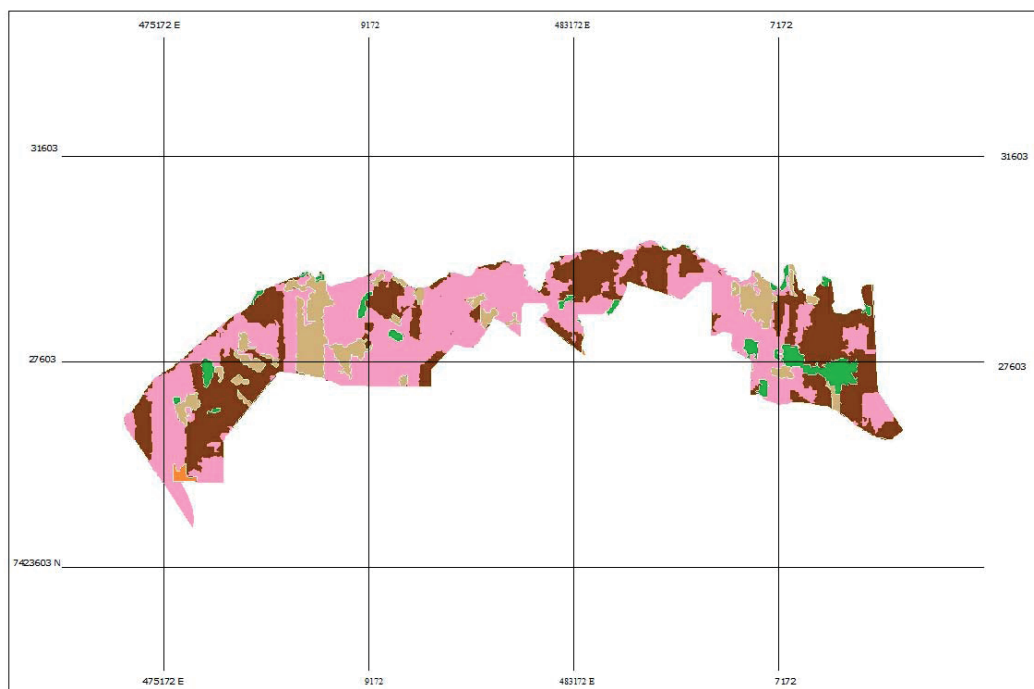
respectivos identificadores na caixa-texto, criando-se um arquivo de assinaturas para as categorias. O passo seguinte foi gerar o mapa de polígonos, através do módulo de poligonização do SIG.

Criação dos mapas temáticos e evolução temporal do uso e ocupação do solo

Os mapas temáticos da evolução multitemporal do uso do solo foram feitos a partir de dados coletados pelo sensor Thematic Mapper do Landsat-5, combinação de bandas 5, 4, 3 e 4, 5, 3, bem como do satélite Spot-5 bandas multiespectrais 1, 2 e 3 e 2, 1, 3.

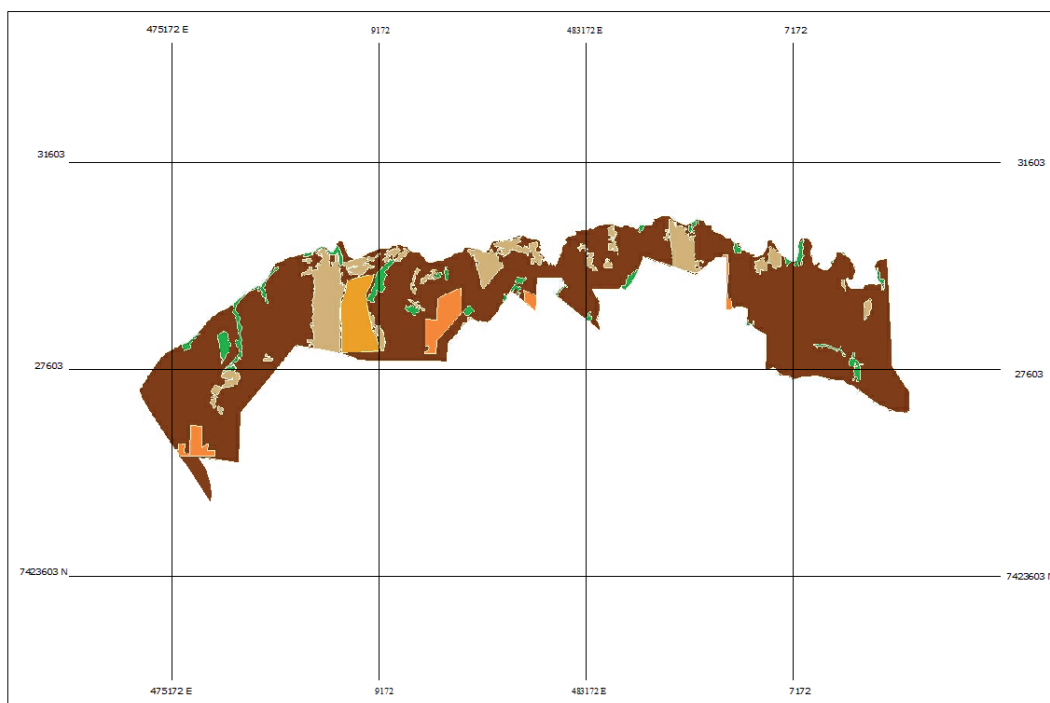
Foram elaborados os mapas de uso do solo para o ano de 1987 (Figura 6) e 2004 (Figura 7) no aplicativo do SIG – SPRING, com múltiplas funções e algoritmos para processamento de informações georeferenciadas.

Figura 6. Classes de uso/ocupação do solo (Landsat-5).



Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 7. Classes de uso/ocupação do solo (Spot-5).



Fonte: Elaboração dos autores.

Inicialmente, as imagens (arquivo raster) foram importadas para o SPRING. Após o registro destas imagens e classificação temática supervisionada, a área de estudo foi delimitada por meio de uma máscara produzida no ambiente CAD (Computer Aided Design), em arquivo vetorial do polígono da Zona de Expansão Urbana Norte de Londrina, estabelecido a partir das cartas topográficas Londrina, da planta da cidade. Em seguida, foram criadas as legendas com os nomes de cada classe de uso do solo, associada ao respectivo identificador na caixa-texto, com geração de um arquivo de assinaturas para todas as categorias.

De acordo com as notas técnicas da UNESCO/MAB-16 (1985) e, em função das fontes de informação utilizadas no mapeamento multitemporal do uso e ocupação do solo, optou-se por uma legenda única com caráter genérico, a fim de possibilitar a uniformização temática para os dois momentos, assim como integrar as informações de forma a quantificar e qualificar as mudanças ocorridas na área. Desta forma, a legenda estabelecida para as classes multitemporais do uso e ocupação do solo foi a seguinte:

Formação florestal: compreende todas as formas florestais, como matas ciliares, capoeiras, reflorestamento (áreas com plantios homogêneos de *Eucalyptus spp*).

Área agrícola: áreas ocupadas por culturas anuais e perenes em sistema intensivo de produção.

Pastagem: compreende as formações com extrato em que predomina a utilização como pastagem cultivada e/ou natural.

Área urbana: compreende todas as áreas urbanas consolidadas.

Área de chácaras: compreende setores habitacionais ainda não consolidados, caracterizados pela coexistência de atividades agrícolas e empreendimentos de parcelamento do solo.

Solo nu: corresponde às áreas sem nenhuma cobertura, com exposição direta do solo a

intempéries, como terreno de empréstimo e solo em pousio (preparado para o plantio).

Para verificar os resultados obtidos na classificação supervisionada de imagem, foram utilizados como referência as informações coletadas em campo com auxílio do receptor GPS (Global Position System) e as próprias imagens de satélite. A acurácia entre os resultados observados e os classificados são mostrados em uma matriz de classificação (Tabelas 1 e 2), obtidos através do tratamento estatístico realizado na classificação supervisionada, algoritmo de máxima verossimilhança (MAXVER).

Nas Tabelas 1 e 2, os resultados estão em percentual de Pixel bem classificado e percentual de Pixel em confusão. Em síntese, as classes temáticas para a imagem Landsat-5 datada de 1987, o índice de acerto médio foi de 77,96% e, para a imagem Spot-5 datada de 2004, o índice de acerto médio foi de 89,53%. Segundo Nascimento (1997) um desempenho global de 75% de acerto, é considerado o nível limiar de aceitação da classificação.

Na Imagem obtida pelo sensor Thematic Mapper do Landsat-5 para o ano de 1987, as classes temáticas espectrais geradas foram reclassificadas nas quatro classes temáticas (Figura 6). A classe Formação florestal teve um ótimo desempenho no mapeamento, obtendo a melhor classificação. As classes Área agrícola, e Pastagem também obtiveram uma boa classificação. As piores classificações foram às classes Solo nu e Área urbana respectivamente (Tabela 1).

Na Imagem obtida pelo sensor HRV (Haut Resolution Visible) do Spot-5 para o ano de 2004, as classes temáticas espectrais geradas foram reclassificadas nas cinco classes temáticas (Figura 7). A classe Formação florestal teve o pior desempenho na classificação, ficando próximo ao limiar de 75% de acerto, preconizado por Nascimento (1997). As classes Área agrícola, Pastagem e Chácaras obtiveram uma boa classificação. A classe Área urbana obteve o melhor resultado de pixel bem classificado. (Tabela 2).

Tabela 1. Matriz de classificação em (%) de pixel bem classificado e de pixel em confusão das classes de uso e ocupação para o ano de 1987.

TEMA	% de Pixel Bem Classificado	% de Pixel em Confusão				
		A	B	C	D	E
A) Formação florestal	96,08	0,00	5,30	0,00	4,74	0,00
B) Área agrícola	86,59	3,92	0,00	1,63	15,35	0,52
C) Pastagem	86,29	0,00	1,20	0,00	15,91	6,25
D) Solo nu	73,40	0,00	1,20	3,18	0,00	16,56
E) Área Urbana	47,44	0,00	1,20	8,90	19,82	0,00
Total	77,96					

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 2. Matriz de classificação em (%) de pixel bem classificado e de pixel em confusão das classes de uso e ocupação para o ano de 2004.

TEMA	% de Pixel Bem Classificado	% de Pixel em Confusão				
		A	B	C	D	E
A) Formação florestal	76,66	0,00	4,05	0,00	1,40	2,33
B) Área agrícola	85,14	2,37	0,00	10,35	0,00	0,00
C) Pastagem	85,14	0,00	10,77	0,00	0,00	0,00
D) Chácaras	97,67	11,48	0,02	0,00	0,00	0,00
E) Área urbana	98,60	9,48	0,02	0,00	0,00	0,00
Total	89,53					

Fonte: Elaboração dos autores.

Resultados e Discussão

Ao avaliar a variação temporal das Formações florestais, constatou-se um balanço negativo no período de 17 anos, com variação percentual de 4,42%, em 1987, para 3,45% em 2004. Essa redução, provocada pela ação antrópica, é mais intensa nos solos mais férteis e aptos para a exploração agrícola.

Segundo Campos et al. (2004), a cobertura florestal sofre constantes modificações com a ação antrópica, sendo mais intensa nos solos com melhor fertilidade e de condições ecológicas mais propícias para exploração agrícola.

A estrutura fundiária da Zona Norte de Londrina, alicerçada em pequenas e médias propriedades, contribuiu muito para o desmatamento dessa região, principalmente porque sofreram, ao longo do tempo, desmembramento, causados tanto pela

comercialização de parte das áreas, bem como pela sucessão patrimonial.

A Lei no 4771/65 do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2000) exige que os proprietários mantenham Áreas de Preservação Permanente (APP) – matas ciliares, nas margens dos rios, e nascentes, nas encostas com declive superior a 45° graus.

Na discussão do Projeto de Lei de atualização do Código Florestal, os proprietários devem manter florestada mais de 20% da área, denominada de Reserva Florestal Legal (RFL).

Assim, nota-se uma deficiência de reflorestamento em 2004 da ordem de 16,55%. O cumprimento da proteção dada pela Legislação Florestal vigente é de fundamental, pois, as matas são fundamentais no controle de erosão e de enchentes, uma vez que,

estando situadas em locais adequados, são úteis na recarga do lençol freático.

A principal diferença entre os dois mapas temáticos, como pode ser observada nas figuras 6 e figura 7, foi causada principalmente pela estação chuvosa (janeiro de 2004), dessa forma o sensor captou fundamentalmente a biomassa foliar da vegetação arbórea. Esse fato também foi descrito segundo Jorge (2000), que utilizou imagens multiespectrais em um estudo sobre comportamento sazonal de floresta estacional semidecidual na bacia do Rio Capivara no município de Botucatu-

SP, onde não obteve êxito ao separar as áreas com diferentes histórias de perturbação no final da estação chuvosa, em função da grande produção foliar nessa época do ano.

Nota-se que a maior ocupação do solo para o ano de 2004 (Tabela 3) pertence à classe Área agrícola (cultura perene e anual), com 79,65% da área, representando um acréscimo de 45,35% em relação a 1987. Esse incremento está relacionado à época do ano da imagem Spot-5, janeiro de 2004, em que estão no campo as culturas de soja e milho (cultivadas no período de maior precipitação pluviométrica outubro a março).

Tabela 3. Distribuição absoluta (ha) e porcentagem de redução/ampliação (%) das classes de uso e ocupação do solo no período de 1987 e 2004.

Classes de Uso e Ocupação do Solo	Área				Redução (R) ou Ampliação (A)	
	1987		2004			
	ha	%	ha	%	%	
Formação florestal	114,50	4,41	89,47	3,45	0,96	(R)
Área agrícola	889,92	34,30	2066,55	79,65	45,35	(A)
Pastagem	276,46	10,66	274,83	10,59	0,06	(R)
Área urbana	10,16	0,39	80,10	3,09	2,70	(A)
Chácaras	0,00	0,00	83,63	3,22	3,22	(A)
Solo nu	1303,54	50,24	0,00	0,00	50,24	(-)
Total	2594,58	100,00	2594,58	100,00	-	

Fonte: Elaboração dos autores.

Entretanto, esse aumento apresenta correlação com a classe Solo nu existente em 1987, representando 50,24% da área (Tabela 3) que, reconhecidamente, estariam sendo destinadas à cultura de inverno (basicamente trigo e aveia). De acordo com o zoneamento, a disponibilidade térmica para essas culturas no norte do Paraná exige que a semeadura seja efetuada de 21 de março a 10 de maio (PARANÁ, 1994).

A imagem utilizada na classificação corresponde ao dia 22 de maio de 1987, que coincide com o estágio de florescimento e início de enchimento de grãos (fase que ocorre a maior produção de fitomassa seca da parte aérea). Considerando que esse índice é coletado remotamente, por meio de imagens de

satélite, o resultado é satisfatório, concordando com Rudorff e Batista (1991) que observou os mais altos coeficientes de correlação e a maior variabilidade na resposta espectral de genótipos de trigo, no estágio de enchimento de grãos.

Outro aspecto favorável na escolha desses estádios é o fato de o dossel das plantas estar bem desenvolvido e os efeitos de refletância do solo são mínimos; além disso as folhas superiores ainda não amareleceram (MOREIRA et al., 2005). Diante dessa situação, a pergunta é: qual seria a melhor época de aquisição de imagens de satélites em estudos temporais de mapeamento do uso e ocupação.

Para Moreira (2005), a escolha da época do ano de aquisição da imagem de satélite influi no sucesso ou não do analista em obter resultados sobre os alvos na superfície terrestre.

Segundo Moreira, Adami e Rudorff (2004), um critério a ser utilizado é a fotointerpretação na tela do computador, que permite modificar os resultados da classificação digital por meio do conhecimento do fotointérprete. É o que acontece com a forma geométrica das parcelas de agricultura anual e perene, uma vez que outros usos em especial a pastagem, geralmente não apresentam forma definida (RUDORFF; AULICINO; MOREIRA, 2003). Outra alternativa que se pode lançar mão, para contornar, em parte esse problema é o uso de duas ou mais imagens e/ou de dois ou mais sensores orbitais, que coletam informações de uma determinada área em períodos de tempos diferentes.

A classe Pastagem permaneceu inalterada no período estudado. Isso se explica devido à baixa remuneração da pecuária, associada ao alto valor da terra na região. Conforme PARANÁ/SEAB (2003), “a margem líquida anual da pecuária é de 1%”, com a exploração de culturas mais rentáveis, essa margem chega a 5%.

Nos trabalhos de campo, foi verificado que a maior parte da área rural mapeada como pastagem apresenta-se degradada. De maneira geral, a pecuária na área de estudo é desenvolvida de forma extensiva, com pastagens de baixa produtividade, observando que os produtores não fazem a prática de correção do pH e adubação de manutenção nessa cobertura vegetal para melhorar a qualidade desse alimento animal.

Como a conservação do solo é uma prática agrônômica de baixa utilização pelos pecuaristas, os solos acabam sofrendo com a ação das intempéries, acarretando assoreamento da microbacia do rio Jacutinga, diminuindo, conseqüentemente, a capacidade de suporte da pastagem para o gado. Há, portanto, possibilidade de ocorrer abandono de algumas áreas, que poderão servir para a especulação

imobiliária pela proximidade com a zona urbana.

Tardin, Assunção e Soares (1992) afirmam que, no período de seca, em geral, a pastagem não apresenta confusão espectral com a cultura do café. Mas, dependendo do vigor da pastagem e da cultura do café-formação, a separação espectral entre estas classes não é possível.

Um fenômeno importante observado na análise temporal do mapa de uso e ocupação do solo, na área de estudo, indica um avanço considerável da urbanização no período em 1987 e 2004 (Figura 6 e Figura 7) A classe Áreas urbanas possuía uma área de 10,16 ha (0,39%) em 1987, sendo que a Área de chácaras não foi registrada nessa época, passado a ocupar as duas classes juntas 163,73 ha (6,31%) em 2004, confirmando a tendência do uso do solo da região para a urbanização sem planejamento (Tabela 3).

Em 1970, a população total do município de Londrina era de 228.101 habitantes, 71,69% deles residentes na sede do município. Já em 1980, esse número era de 301.711, 88,48% deles na área urbana. Em 2000, a população passa a 446.849, com 90,93% residindo na cidade (IBGE, 1982, 1983, 2000).

A concentração urbana no extremo norte da cidade Londrina teve início nos anos 1970 e foi conseqüência da marca de uma administração municipal de caráter populista, que iniciou apoiada em política pública habitacional do governo federal, a formação de conjuntos habitacionais populares voltadas à população de baixo poder aquisitivo.

Na área de estudo, encontra-se uma área urbanizada já consolidada, denominada de “assentamento urbano São Jorge”, instalado em 1997, em uma área concedida pela Prefeitura Municipal, sem qualquer infra-estrutura.

As casas na sua maioria são de madeira, com tamanho em torno de 25 a 40 m². Esta também é uma área que recolhe pessoas vindas de ocupações irregulares. Tais iniciativas acabaram por instalar ali

a maior população que, Del Grossi e Graziano da Silva (2002), denominam de “sem-sem” (sem terra, sem emprego, sem casa, sem saúde, sem educação e, principalmente, sem organização).

Conclusões

O processamento das imagens obtidas pelo Landast-TM e Spot-5, via SIG, permitiram o mapeamento do uso e ocupação do solo da Zona de Expansão Urbana Norte de Londrina entre os anos 1987-2004, fornecendo um banco de dados de uso do solo que poderá ser utilizado em futuros planejamentos de estudos ambientais nessa área.

A região não vem sendo preservada ambientalmente. A classe de uso Formações florestais representa menos de 20%, que é o mínimo exigido pelo Código Florestal vigente.

A classe Área Urbana e Área de chácaras chama a atenção: no período 1987-2004 teve um incremento de 5,92% de área urbanizada, comprovando a vocação da região para uma urbanização desordenada.

As classes de uso Área agrícola e Pastagem predominaram em mais de 50% da área, mostrando a importância da atividade rural para a região.

Referências

- BARBOSA, E.; HENRIQUE BAZANA; B. V. M. Avaliação Paramétrica de terreno e o uso da terra e cobertura vegetal da bacia córrego João Dias, Aquidauana – MS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2001, Curitiba. *Anais...* Curitiba: INPE, 2011. p. 1208-1215.
- BRASIL. Lei no 4771, de 15 de setembro de 1965. Dispõe sobre o Código Florestal Brasileiro. *Diário Oficial*, Brasília, DF, 10 jul. 2000.
- CAMPOS, S.; SILVA, M.; PIROLI, E. L.; CARDOSO, BARROS, Z. X. B. Evolução do uso da terra entre 1996 e 1999 no município de Botucatu-SP. *Eng. Agrícola*, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 211-218, jan/abr. 2004.
- CARTA TOPOGRÁFICA LONDRINA (SF-22-Y-D-III-4) do DSG-1996, escala 1:50.000.

CRÓSTA, A. P. *Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto*. Campinas UNICAMP, 1992. 170 p.

DEL GROSSI, M. E.; GRAZIANO DA SILVA, J. *Novo rural: uma abordagem ilustrada*. Londrina: IAPAR, 2002. v. 1, 53 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Carta de Solos do Estado de Paraná, Folha SF-22-Z-C, 1: 250.000, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo demográfico- Paraná: 1982 e 1983. Rio de Janeiro: IBGE, 1982, 1983.

_____. _____. 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em : 15 set. 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Sistema de processamento de informações georreferenciadas – SPRING 4.1.1: tutoriais. São José dos Campos, SP. 2003. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>>. Acesso em: 09 jul.2003.

JORGE, L. A. B. Comportamento sazonal de fragmentos de vegetação natural na bacia do rio Capivara, em Botucatu-SP. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v.24, n.4, p. 397-405, out./dez., 2000.

MINEROPAR. *Folha Londrina*, Londrina, 2006. 1: 250.000.

MOREIRA, A. M. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias e aplicação*. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 307 p.

MOREIRA, M. A.; ADAMI, M.; RUDORFF, B. F. T. Análise espectral e temporal da cultura do café em imagens Landsat. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 3, p. 223-231, mar. 2004.

MOREIRA, M. A.; RUDORFF, B. F. T.; FELÍCIO, J. C.; FREITAS, J. G.; TARGA, M. S. Variação espectral e eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa em ensaio com genótipos de trigo. *Bragantia*, Campinas, v. 64, n. 3, p. 331-338, 2005.

NASCIMENTO, P. S. R. *Avaliação de técnicas de segmentação e classificação por regiões em imagens Landsat-TM visando o mapeamento de unidades de paisagem na Amazônia*. 1997. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

PARANÁ Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. *Manual técnico do subprograma d manejo e conservação do solo*. 2. ed. Curitiba, 1994. 372 p.

- RODRIGUES, E.; CAINZOS, R. L. P.; QUEIROGA, J.; HERRMANN, B. C. Conservação em paisagens fragmentadas. In: CULLEN JR. L. RUDRAN, R.; VALLADARES-PUDUA. C. (Org.). *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba: UFPR/Fundação o Boticário de Proteção à Natureza, 2004 p. 481-511.
- RUDORFF, B. F. T.; AULICINO, L. C. M.; MOREIRA, M. A. Tecnologia geoespaciais no gerenciamento da maçã. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 25, p. 108-110, 2003.
- RUDORFF, B. F. T.; BATISTA, G. T. Wheat yield estimation at the farm level using Landsat TM and agrometeorological data. *International Journal of Remote Sensing*, Basingstoke, v. 12, n. 12, p. 2477-2484, 1991.
- TARDIN, A. T.; ASSUNÇÃO, G. V.; SOARES, J. V. Análise preliminar de imagens TM visando a discriminação de café, citrus, e cana-de-açúcar na região de Furnas-MG. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 27, n. 9, p. 1355-1361, 1992.
- UNESCO-MAB 16. *Cartographie intégrée de l'environnement: un outil pour la recherche et pour l'aménagement*. Paris: L'Organisation de Nations Unies pour l'éducation, la science e la culture. 1985. 49 p.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.