

## **Análise multitemporal do uso da terra por sensoriamento remoto para as diferentes unidades pedológicas da bacia do rio Jardim, importante produtora agrícola do Distrito Federal**

Daniel Gomes-Loebmann\*, Renato Fontes Guimarães\*\*, Giovana Maranhão Bettiol\*, Leonardo Figueiredo de Freitas\*, André Luciancencov Redivo\*, Osmar Abílio de Carvalho Júnior\*\*

### **Resumo**

A análise multitemporal de imagens de satélite foi aplicada a uma bacia hidrográfica no bioma do Cerrado para verificar a relação entre as transformações antrópicas e as características pedológicas da área. Uma série temporal de imagens Landsat foi classificada pela mistura espectral para confeccionar três mapas de uso da terra. A partir das comparações entre os referidos mapas e as classes de solo foi possível quantificar a modificação em cada porção da paisagem, identificando-se a evolução do antropismo de acordo com os aspectos edáficos da região. Verificou-se que a vegetação original perdeu espaço para a agricultura entre 1994 e 2002, ao mesmo tempo em que aumentaram as áreas com inovações tecnológicas de irrigação. Ambos processos sofreram influências da pedologia da bacia.

**Palavras-chave:** Análise multitemporal; mistura espectral; uso da terra.

---

\* Laboratório de Sistemas de Informações Espaciais. Departamento de Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade de Brasília. (gomesloebmann@yahoo.com.br, gibettiol@hotmail.com, alredivo@unb.br, leoffreitas@yahoo.com.br).

\*\* Professores do Depto. de Geografia da UNB e Bolsistas do CNPq ({renatofg, osmarjr}@unb.br).

### **Abstract**

The multitemporal analysis of satellite images was applied over a basin of the Cerrado (Brazilian Savanna) biome in order to verify the relationship between the human activity and the soil characteristics in the area. A time series of Landsat images were classified by their spectral mixture resulting in three land cover maps. By comparing these maps and the different soil types, one is able to quantify the amount of change that occurs in the landscape according to the use and to the edaphic features of the area. It was observed that between 1994 and 2002 there was a loss of the natural vegetation, but at the same time there was an increase of the technological innovations for irrigation, in which both were influenced by the pedological characteristics of the basin.

**Key words:** Multitemporal analysis; spectral mixture; land use.

### **Introdução**

Os cerrados dominam os topos dos chapadões do Brasil central, região de planaltos estruturalmente complexos aplainados pela erosão e recortados por uma rede de vales fluviais que comportam extensas matas galerias contíguas aos canais de drenagem (AB'SÁBER, 2003, pp. 18-19). Neste bioma, o desmatamento da vegetação original e o avanço das lavouras mecanizadas podem causar impactos nas condições hidrogeomorfológicas das vertentes e dos fundos de vale, o que deixa o solo mais susceptível a eventos erosivos e com menos água em seu perfil (cf. BACCARO, 1999, p.197). De fato, Spera et al. (2003) atestam a ocupação de nascentes e várzeas de uma bacia hidrográfica no cerrado por atividades impróprias, comprometendo a existência dos mananciais e conseqüentemente da agricultura irrigada.

A verificação dos padrões de uso da terra ao longo do tempo auxilia o estudo de fenômenos associados à ocupação de uma determinada região. Neste contexto, a análise multitemporal, que consiste na extração de informações provenientes de dados de um

mesmo local obtidos em momentos distintos (LANGLEY et al., 2001), permite detectar as mudanças pelas variações presentes na série analisada. Este tipo de análise é de imprescindível importância para monitorar áreas desflorestadas (MASELLI, 2004) ou acompanhar a ocupação de terrenos relacionada a características dos solos de determinada região (LENNEY et al., 1996).

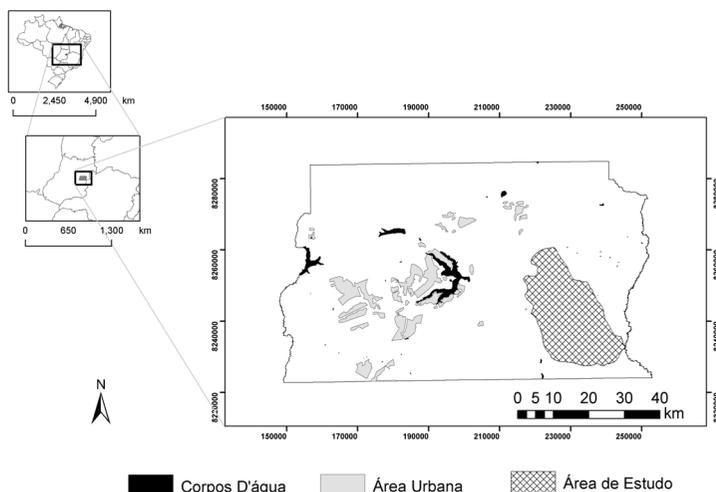
O presente trabalho tem como objetivo analisar a evolução temporal dos padrões de uso da terra em uma bacia hidrográfica típica de cerrado, por meio de imagens TM e ETM+ do satélite Landsat adquiridas em períodos distintos. Em seguida, a série foi analisada de acordo com a classificação pedológica, permitindo avaliar se a ocupação realizada na região é apropriada ou não aos diferentes tipos de solo encontrados na bacia.

### **Caracterização da área**

A bacia do rio Jardim é uma região com intensas atividades agrícolas localizada na porção leste do Distrito Federal, ocupando 52 755,15 ha – ou 527,55 km<sup>2</sup> – estendidos dentre as latitudes 15°40' e 16°02' S e longitudes 47°20' e 47°40' W (Figura 1). Esta bacia fornece a maior parte do milho, soja, trigo e feijão utilizados em Brasília, além de produzir parte das hortaliças e frutas, carne bovina, aves, ovos e volume significativo de leite. Seu canal principal é o maior tributário brasileiro do rio Preto, afluente do rio Paracatu, este último com foz no São Francisco (SPERA et al., 2003).

De acordo com Distrito Federal (1984), a bacia apresenta clima tropical de Savana – classificação de Köppen. Nas áreas menos elevadas, as médias de temperatura de todos os meses são superiores a 18° C, enquanto que nos divisores oeste e noroeste as médias do mês mais frio são inferiores a 18° C e a do mês mais quente, superiores a 22° C. Chove em média 1.200 mm/ ano na bacia, 84% deste valor entre os meses de outubro e abril. Durante o período seco, entre maio e setembro, a umidade relativa do ar cai para menos de 20%.

**Figura 1:** Localização da área de estudo. Adaptado de Distrito Federal (1984).



A geologia da região de Brasília e arredores é marcada por antigos dobramentos de rochas metassedimentares – Faixa Brasília – sobrepostas a um embasamento granito-gnáissico datado do Paleomesoproterozóico (SILVA, 2003). De acordo com Brasil (2002a) e Silva (2003), a bacia apresenta uma unidade de coberturas detríticas terciário-quadernária com concreções lateríticas em horizonte subsuperficial, que se distribui ao longo dos divisores, enquanto nos vales surgem rochas do Grupo Paranoá, de estrutura bastante cisalhada e com presença de metarritmitos. Na porção oeste, existem rochas do Grupo Canastra, enquanto outras unidades, como as Coberturas Arenosas Indiferenciadas, ocorrem em pontos isolados da bacia.

A geomorfologia da área estudada é dominada por “extensas superfícies tabulares sulcadas por uma rede de drenagem de baixa densidade e padrão dendrítico” (SILVA, 2003, v.2, p. 13). O embasamento geológico da região, com rochas antigas e solos de horizontes concrecionários, ofereceu condições para que o

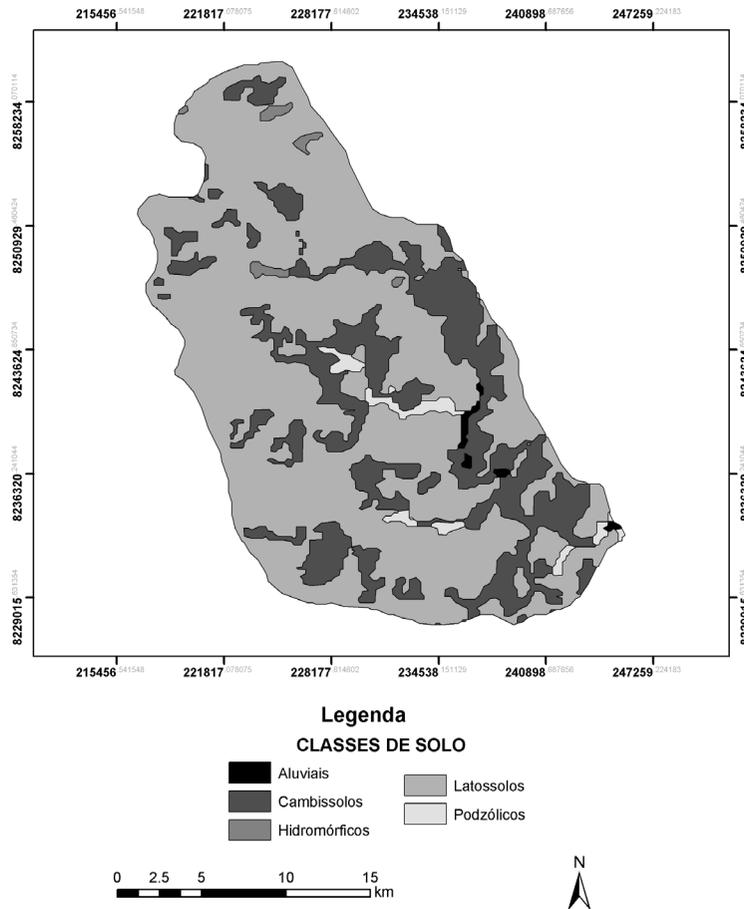
aplainamento da região, diretamente relacionado à Superfície Sul-Americana, tivesse um entalhamento suave. Os vales são amplos e abertos, com altitudes entre 850 e 1000 m, desnivelamento entre 30 e 60 m e declividade de 3° a 5° (SILVA, 2003). A resistência à erosão que as rochas dos divisores da bacia apresentam permite que existam pontos na bacia com altitudes superiores a 1.160 m a noroeste.

O mapa de solos do Distrito Federal (EMBRAPA, 1978) atribui as seguintes classes à bacia do rio Jardim (Figura 2): Cambissolos (Cd), Latossolos Vermelho-Amarelos (LVd), Latossolos Vermelho-Escuro (LEd), Podzólicos Vermelho-Amarelos equivalente eutrófico (PE), Aluviais (Ade) e Hidromórficos (Hi). As características e aptidões agrícolas de cada classe foram detalhadas por Spera et al. (2003).

Os Latossolos ocupam 71,74% da região. São solos ácidos muito profundos, bem drenados e de baixa a média CTC, que surgem nas chapadas residuais de aplainamento, onde a topografia é plana a suave-ondulada. Esta característica permite a ocupação por culturas anuais de alto nível tecnológico com diferentes sistemas de manejo agrícola, como o plantio direto e o pivô central. O desmatamento da vegetação original favorece a ocorrência de processos erosivos, causando assoreamento dos cursos d'água.

Os Cambissolos aparecem nas encostas das chapadas, cobrindo 25,32% da bacia. Em geral, apresentam aptidão restrita para pastagens naturais. Em relevos suave-ondulados podem até mesmo ser utilizados para agricultura de alto nível tecnológico, mas a preservação permanente das áreas onde se distribui é mais conveniente para que se evitem eventos erosivos. Possuem profundidades de 0,5 a 1,2 m, teores significativos de silte e grandes quantidades de plintita e cascalhos.

**Figura 2:** Mapa pedológico da bacia do rio Jardim. Adaptado de Embrapa (1978).



As demais classes ocupam menos de 3% da bacia. Distribuem-se ao longo dos fundos de vale, acompanhando os rios, em áreas destinadas à preservação da mata galeria. Os Podzólicos correspondem aos Nitossolos da classificação atual da Embrapa

(1999). Ocorrem na porção inferior das encostas, em relevos suave-ondulados ou ondulados. Os Hidromórficos correspondem aos Gleissolos e ocupam paisagens sujeitas a inundações, como várzeas ou veredas. São mal ou muito mal drenados e possuem uma camada escura de material orgânico mal decomposta sobre uma camada acinzentada típica de ambiente de oxidação-redução. Os solos Aluviais, correspondentes aos Neossolos Flúvicos, são solos não hidromórficos formados por depósitos aluviais recentes.

## **Metodologia**

Para a realização do trabalho foram necessárias três imagens adquiridas em datas distintas: maio de 1984, junho de 1994 (imagens do sensor TM do satélite Landsat-5) e maio de 2002 (sensor ETM+ do Landsat 7) – referentes à órbita/ ponto 221/071 do Sistema Mundial de Referência Landsat, abrangendo Brasília e arredores.

A metodologia utilizada para o processamento digital das imagens pode ser subdividida nas seguintes etapas:

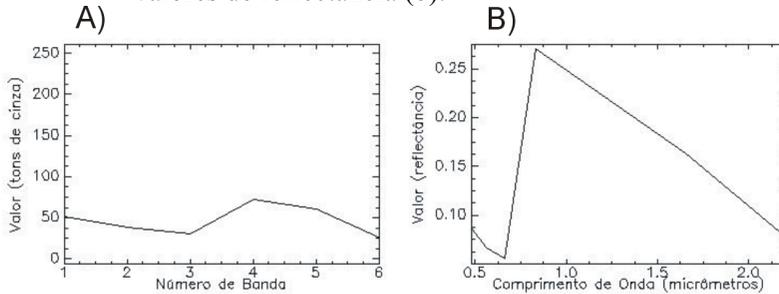
- Pré-processamento das imagens, para eliminar as variações radiométricas nas mesmas;
- Detecção dos membros finais, que fornece os parâmetros para a classificação espectral automática;
- Confecção do mapa de uso da terra utilizando o classificador *Spectral Angle Mapper* (SAM);
- Intersecção dos mapas de ocupação da terra com o mapa pedológico, tendo como objetivo avaliar a dinâmica dos padrões da paisagem em relação à capacidade das diversas classes de solo na bacia;
- Análise temporal dos mapas gerados.

### ***Pré-processamento***

Esta etapa consiste na preparação das imagens para corrigir as variações inerentes ao momento de sua aquisição. Segundo Carvalho et al. (2002), as condições atmosféricas, os parâmetros do sensor e o ângulo solar interferem no imageamento e dificultam a

comparação entre espectros de imagens adquiridas em diferentes datas ou destes com bibliotecas espectrais pré-existent. O *software ENVI* uniformiza estas interferências por meio de um módulo que transforma os valores dos números digitais em valores de reflectância, possibilitando desta forma a análise de imagens duma mesma área adquiridas em datas diferentes (Figura 3).

**Figura 3:** Exemplo de espectro de vegetação fotossinteticamente ativa em números digitais – ou tons de cinza (a) – e em valores de reflectância (b).



A imagem relativa ao ano de 2002 foi uniformizada pelo método *Empirical Line*, que, partindo do pressuposto de que uma imagem possui para cada banda pelo menos um alvo com valor de número digital alto e outro baixo, relaciona os números digitais de uma imagem com os valores de reflectância de outra já uniformizada (MORAN et al., 2001). Uma imagem da mesma área obtida em 1999 foi utilizada como parâmetro para a execução desta etapa.

Após os processos de uniformização, as imagens foram corrigidas geometricamente e suas coordenadas convertidas para a projeção UTM e datum horizontal Vértice Astro Chuá. Finalmente, foram recortadas no limite da bacia estudada, com o intuito de diminuir a quantidade de informações processadas nas etapas posteriores.

### **Detecção dos membros finais**

Este processo foi realizado em ambiente *ENVI* por meio da análise de mistura espectral utilizada para sensores com grande quantidade de bandas, adaptada para imagens Landsat (CARVALHO et al., 2002; KRUSE, 2003). Consiste em reduzir os volumes espectral e espacial de dados existentes para então extrair os membros finais em um visualizador de espectros.

A dimensionalidade espectral dos dados, ou seja, o número de bandas, é reduzida pela Transformação MNF – *Minimum Noise Fraction* (BOARDMAN, 1993). Nela, a imagem é decorrelacionada e re-escalada em seguida, concentrando as informações relevantes nas primeiras bandas, tornando as últimas descartáveis.

O índice PPI – *Pixel Purity Index* (BOARDMAN et al., 1995) identifica os *pixels* mais puros da imagem por meio da seleção dos pontos que são projetados iterativamente nos vértices do *simplex* numa quantidade de vezes maior que o valor de corte estabelecido previamente pelo usuário. Para este estudo foi utilizado um valor de corte de duas iterações.

Na etapa de identificação, os *pixels* puros são inseridos numa área de interesse e exportados para um visualizador de  $n$  dimensões (Figura 4), em que  $n$  corresponde ao número de bandas da imagem utilizada como dado de entrada. Neste ambiente, os membros finais com maior semelhança se agrupam em nuvens, que representam as classes de uso. A média dos espectros de cada classe foi utilizada como parâmetro para a classificação das imagens.

### **Classificação espectral das imagens**

Esta etapa foi realizada após a extração dos membros finais de cada imagem para a classificação por mapeamento de ângulo espectral (*Spectral Angle Mapper*) – SAM. De acordo com Kruse et al. (1993, p.156-157), esta técnica mede a similaridade entre os espectros da imagem de entrada com espectros de referência, tratando ambos como vetores de  $n$  dimensões, em que  $n$  é o

número de bandas da imagem. O ângulo existente entre os vetores indica a similaridade dos espectros, que será maior à medida que o ângulo for menor. Após definir um fator de corte para os valores de semelhança angular, o SAM realiza a classificação para os diferentes membros finais.

**Figura 4:** Visualizador  $n$ -dimensional, com três nuvens de pontos distintas.



Os mapas resultantes da classificação espectral das imagens foram exportados para o *software ARCVIEW*, onde o efeito de pixelização das classes foi eliminado.

#### ***Interpretação da classificação espectral e intersecção com mapeamento pedológico***

Grande parte da classe de solo exposto apresentou uma disposição poligonal no formato de suas parcelas, o que indica que este padrão corresponde a áreas de preparo para o cultivo (cf. formato de áreas agrícolas em ROSA, 2001, p. 143). Por isso, estas parcelas foram incluídas na classe de agricultura. O solo exposto disposto em formato irregular próximo a zonas de quebra de declive foi classificado como área degradada.

A vegetação fotossinteticamente ativa detectada pelo SAM agrupou três classes – agricultura irrigada, reflorestamento e mata galeria – que, apesar de possuírem assinaturas espectrais semelhantes, representam categorias de uso da terra muito diferentes. Este problema foi solucionado utilizando-se um

algoritmo elaborado por Carvalho Júnior et al. (2001) que, baseado na reflectância das bandas do espectro óptico, diferenciou a agricultura irrigada das demais classes. A separação entre reflorestamento e mata galeria foi realizada por uma análise visual, em que as áreas de formato geométrico foram consideradas zonas de reflorestamento, acrescentadas à classe de agricultura, enquanto que as de formato irregular foram classificadas como mata galeria.

Todas as feições de formato circular foram incluídas na classe de pivô de irrigação. Esta classe foi analisada à parte das outras com o objetivo de detectar o avanço desta técnica, que demonstra o desenvolvimento tecnológico da irrigação na bacia estudada. As formações de cerrado foram unidas numa só classe para que se determinasse onde a vegetação original havia se mantido.

Após a interpretação do mapeamento gerado, os mapas de uso da terra foram intersectados com o mapa de unidades pedológicas, elaborado pela Embrapa (1978, Figura 2). Este procedimento permitiu analisar a relação entre os padrões de ocupação da bacia e os atributos pedológicos da região, indicando locais com atividades impróprias dentro da bacia.

## **Resultados obtidos e discussão**

O mapa de uso da terra de 1984 (Figura 5) apresenta grande parte da área da Bacia do Rio Jardim aproveitada para a agricultura, que ocupava 50% da área, sem qualquer sinal de irrigação; o cultivo predominante é o que utiliza a técnica de sequeiros. O cerrado representa 36% da bacia, enquanto a mata galeria cobre 12% e outros padrões (loteamentos e corpos d'água) ocupam 2% da bacia.

Já o mapa do ano de 1994 (Figura 6) mostra que 6% das terras agrícolas utilizam irrigação por pivôs centrais e 1% outras técnicas de irrigação. Ao todo, as terras cultivadas cobrem 49% da área, o que indica, numa primeira impressão, relativa estabilidade neste padrão. Houve um avanço na classe de cerrados, que passa a dominar 41% da bacia. A mata galeria domina 9% da área,

enquanto que as outras feições ocuparam apenas 1%. O avanço da classe de cerrados ocorreu principalmente sobre a mata galeria e pode estar relacionado ao fato da imagem de 1994 ter sido obtida durante a estação seca. As áreas degradadas têm uma representação quase nula dentro da área de estudo.

Figura 5: Mapa de uso da terra da bacia do rio Jardim em 1984.

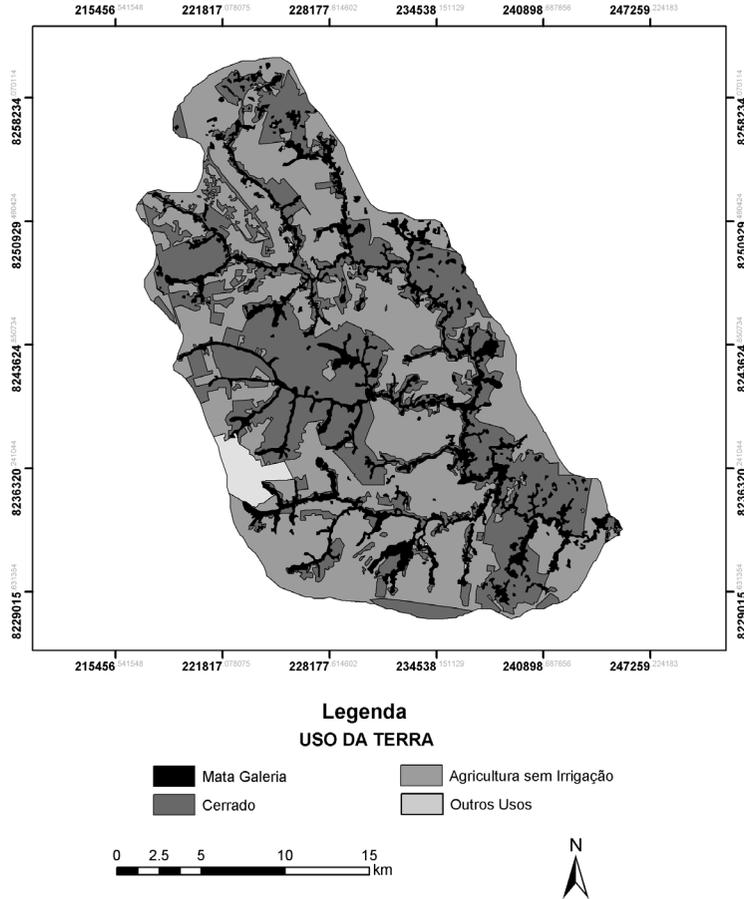
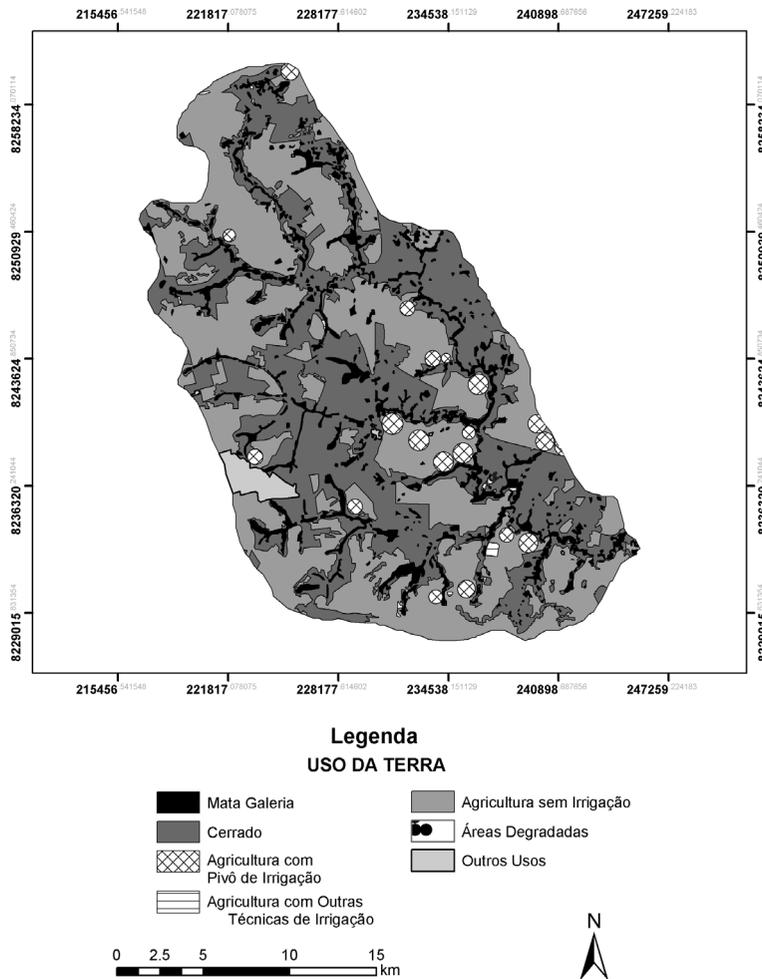


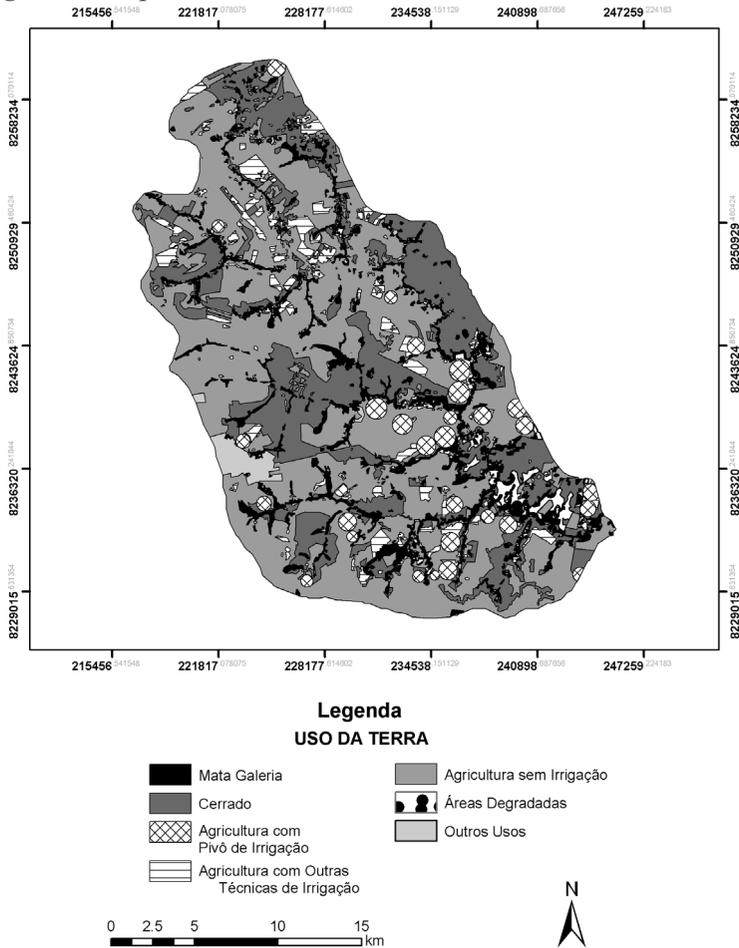
Figura 6: Mapa de uso da terra da bacia do rio Jardim em 1994.



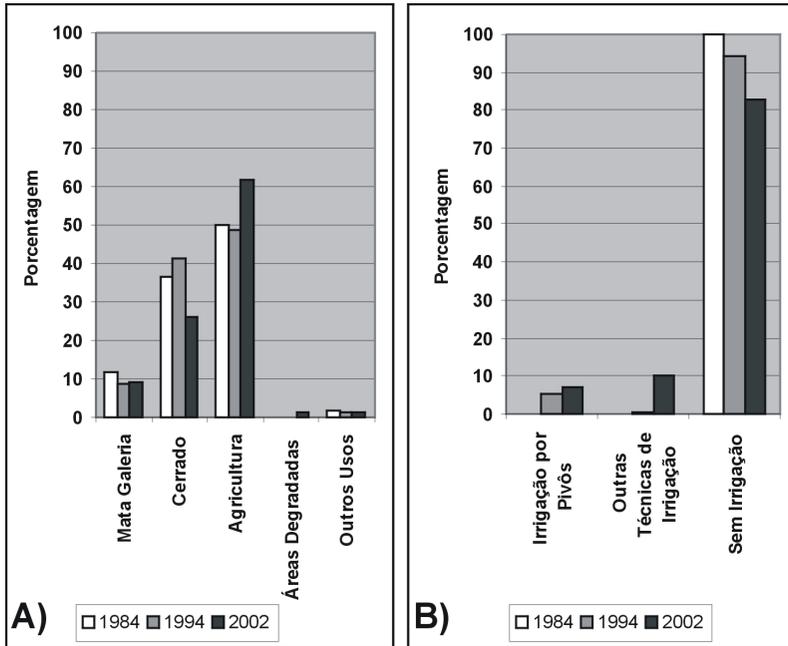
No mapa de 2002 (Figura 7), 7% das terras cultivadas estão relacionadas a pivôs centrais e outros 10% às demais técnicas de irrigação. A agricultura ocupa 63% da bacia; o cerrado, 26%; a

mata galeria continuou com os mesmos 9% da bacia e os 2% restantes correspondem a outras classes e à área degradada. A Figura 8 ilustra a dinâmica de ocupação para cada padrão de uso e das técnicas de irrigação utilizadas.

**Figura 7:** Mapa de uso da terra da bacia do rio Jardim em 2002.



**Figura 8:** Evolução multitemporal das classes de uso da terra da bacia do rio Jardim (a) e evolução das técnicas de irrigação (b).

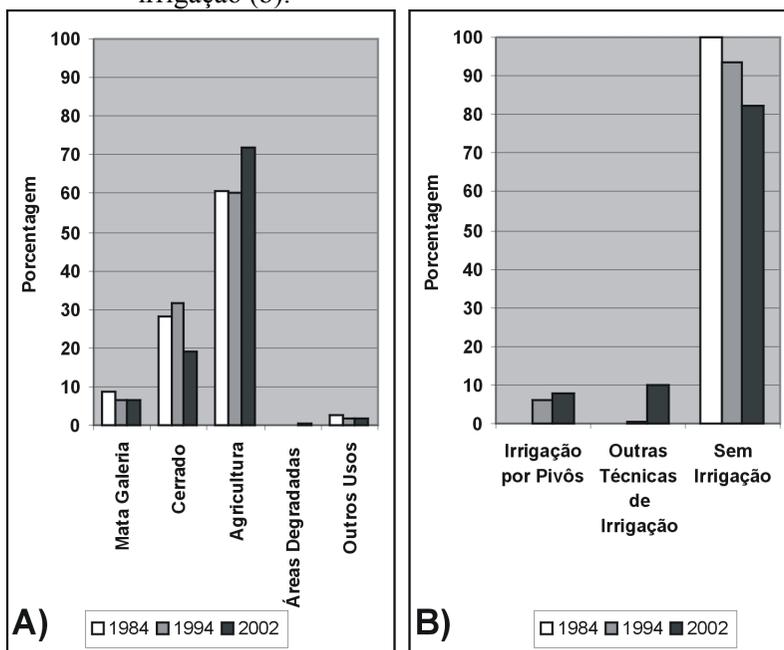


Com a intersecção entre os mapas elaborados e a classificação pedológica, os padrões de ocupação da bacia puderam ser analisados dentro das classes de solo mais extensas da área de estudo: os Latossolos e Cambissolos, com seu uso ilustrado nas Figuras 9 e 10, respectivamente.

A classe Latossolos se relaciona com ambientes de relevo plano a suave-ondulado (SPERA *et al.*, 2003). Sua profundidade e feição topográfica possibilitam a fixação restrita da atividade agrícola mecanizada. No ano de 1984, apresentava 61% de sua área destinada à agricultura de sequeiros. O cerrado aparece em 28%

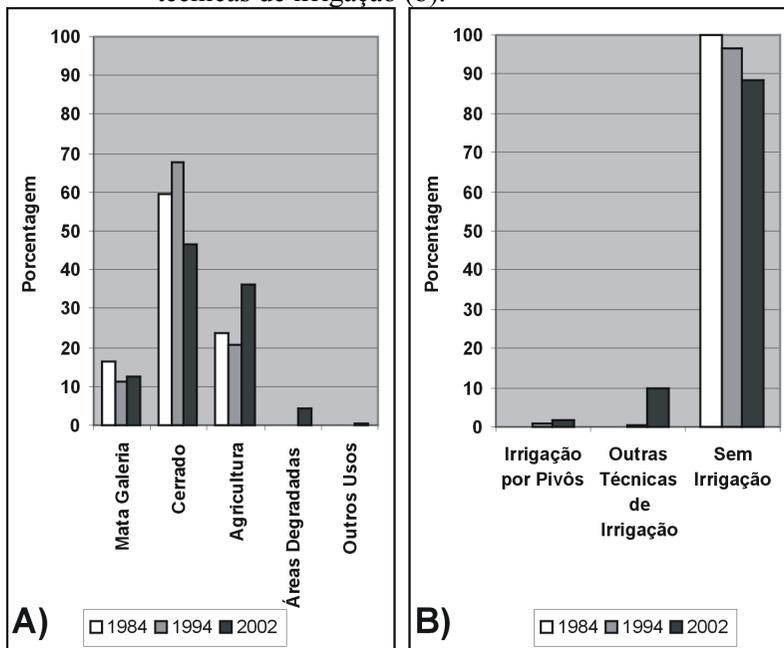
desta classe de solo. A mata galeria está presente em 9% da área, sofrendo perdas ao longo da série temporal.

**Figura 9:** Evolução multitemporal das classes de uso da terra para a classe de Latossolos (a) e evolução das técnicas de irrigação (b).



O ano de 1994 demonstrou quase o mesmo valor para a agricultura (60% da classe), que já conta com irrigação, principalmente de pivô (6% da área agrícola). No entanto, mais de nove décimos da área agrícola utiliza técnicas sem irrigação. O cerrado avançou quatro pontos percentuais, diminuindo a área da mata galeria para 6%. As terras degradadas apresentam valor quase nulo distribuído na parte sudeste da bacia. Sua presença se deve pela propensão desta classe de solo sofrer processos de erosão quando utilizada indevidamente.

**Figura 10:** Evolução multitemporal das classes de uso da terra para a classe de Cambissolos (a) e evolução das técnicas de irrigação (b).



Em 2002, a agricultura avança para 73% da área da classe, dos quais 18% utilizam técnicas de irrigação. Este incremento demonstra que os Latossolos apresentam certa propensão para produções intensivas, conforme especificado por Spera *et al.* (2003). No entanto, a bacia deve ser cuidadosamente manejada para evitar os processos erosivos. Esta preocupação é confirmada pelo estonteante crescimento da área degradada, que mesmo ocupando uma área de dimensões muito pequenas aumentou quase duzentas vezes em relação a 1994 – de 0,002% a 0,39% da classe pedológica. A mata galeria tomou 7% da classe e o cerrado, 19% ou pouco mais da metade de sua área em 1994.

Os Cambissolos aparecem na bacia do rio Jardim em locais com alta declividade e por isso é relativamente pouco utilizado para a agricultura, tendo as fisionomias de cerrado como padrão dominante. A exceção fica para as áreas de declividade baixa, em que a fertilidade natural é aproveitada para diversos cultivos. A percentagem da vegetação original – cerrado e mata galeria – em 1984 era de 76%.

Em 1994 a área dos Cambissolos ocupada por cerrados aumentou de 60% para 68% com um avanço realizado tanto sobre a mata galeria quanto sobre a agricultura. Obedecendo a tendência da bacia, o padrão de cerrados caiu em 2002 para 47%, enquanto os terrenos degradados aumentam de 0,2% da área de Cambissolos em 1994 para 4% em 2002. Este processo de degradação pode estar relacionado ao cultivo detectado ao montante.

As demais classes de solo ocupam uma área mínima da bacia e sua ocupação ao longo dos anos se divide entre mata galeria, cerrado e agricultura, com pouquíssimas áreas de irrigação. Sua relativa uniformidade detectada ao longo da série foi, portanto, ignorada neste estudo, que preferiu analisar as classes que demonstraram mais dinamismo dentro da bacia.

## **Conclusão**

A classificação por análise de mistura de espectros utilizada em dados hiperespectrais é perfeitamente aplicável a imagens de satélite Landsat, gerando bons resultados. A detecção dos membros finais e a posterior aplicação do *Spectral Angle Mapper*, complementadas com o algoritmo de vegetação fotossinteticamente ativa, possibilitaram o mapeamento da área de estudo. A interpretação multitemporal do uso da terra, de acordo com a classificação pedológica da bacia, mostrou que a classe de Latossolos tem sido mais utilizada para a agricultura e que este padrão de uso obteve os aumentos mais significativos entre 1994 e 2002 – 27%, em detrimento da perda de área de cerrado, que recuou 36% no mesmo período.

A área ocupada pela agricultura irrigada evoluiu de 6% em 1994 para 17% das terras cultivadas em 2002, demonstrando que há uma incipiente intensificação das atividades agrícolas na região. Simultaneamente, as áreas degradadas existentes no contato entre as classes pedológicas Latossolos e Cambissolos tiveram um drástico aumento na porção sudeste da bacia. Um posterior estudo morfométrico da área poderá indicar se este evento tem relação com o cultivo praticado no topo da chapada. As classes de solos Podzólicos, Aluviais e Hidromórficos não apresentaram mudanças relevantes durante o período estudado.

### **Referências bibliográficas**

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

BACCARO, C. A. D. Processos erosivos no domínio do cerrado. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Org.) **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p. 195-228.

BOARDMAN, J. W. Automating spectral unmixing of AVIRIS data using convex geometry concepts. In: JPL AIRBORNE GEOSCIENCE WORKSHOP, 4., Arlington, 1993. **Proceedings...** Pasadena: Jet Propulsion Laboratory Publication, 1993. p. 23-26.

BOARDMAN, J. W.; KRUSE, F. A.; GREEN, R. O. Mapping targets signatures via partial unmixing of AVIRIS data. In: JPL AIRBORNE GEOSCIENCE WORKSHOP, 5., Pasadena, 1995. **Proceedings...** Pasadena: Jet Propulsion Laboratory Publication, 1995. p. 23-26.

BRASIL. MME/ CPRM/ Consórcio ZEE Brasil/ MMA/ MAPA/ EMBRAPA/ MI/ SCO/ COARIDE/ FUNCATE/ IICA. **Projeto de zoneamento ecológico-econômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno – Fase I: mapa geológico**. 2002a. 1 mapa: 84 x 96 cm. Escala: 1: 250.000.

BRASIL. MME/ CPRM/ Consórcio ZEE Brasil/ MMA/ MAPA/ EMBRAPA/ MI/ SCO/ COARIDE/ FUNCATE/ IICA. **Projeto de zoneamento ecológico-econômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno – Fase I: mapa geomorfológico**. 2002b. 1 mapa: 84 x 111 cm. Escala: 1: 250.000.

CARVALHO JÚNIOR, [Osmar—O. AbílioA.](#); GUIMARÃES, [Renato—R. FontesF.](#); CARVALHO, [Ana—A. Paula—P. FerreiraF.](#); ROCHA, V. M. Desenvolvimento de algoritmo para classificação de vegetação considerando o comportamento espectral das imagens Landsat7/ETM+. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 10., 2001, Porto Alegre. **Anais...** [S. l.]: SBC, 2001. v.1. CD-ROM.

CARVALHO, [Ana—A. Paula—P. FerreiraF.](#); CARVALHO JÚNIOR, [Osmar—O. AbílioA.](#); GUIMARÃES, [Renato—R. FontesF.](#); MARTINS, [Éder—É. de SouzaS.](#); BUSTAMANTE, [Maria—M. Mercedes—M. da Cunha](#). Utilização do classificador Spectral Correlation Mapper em imagens TM-Landsat. **Espaço e Geografia**, Brasília, v.5, n.1, p.219-235, 2002.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação. Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central. **Atlas do Distrito Federal**. 7. ed. Brasília: Codeplan, 1984, 3 v.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Mapa de reconhecimento dos solos do Distrito Federal**. Brasília: SNCLS, 1978.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação do Solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999, 412 p.

KRUSE, F. A. Mineral mapping with AVIRIS and EO-1 Hyperion. In: JPL AIRBORNE GEOSCIENCE WORKSHOP, 12., Pasadena, 2003. **Proceedings...** Pasadena: Jet Propulsion Laboratory Publication, 2003. p. 149-156.

KRUSE, F. A.; LEFKOFF, A. B.; BOARDMAN, J. W.; HEIDEBRECHT, K. B.; SHAPIRO, A. T. P.; BARLOON, J.; GOETZ, A. F. H. The spectral image processing system (SIPS) – interactive visualization and analysis of imaging spectrometer data. **Remote Sensing of Environment**, v. 44, n. 2-3, p. 145-163, 1993.

LANGLEY, S. K.; CHESHIRE, H. M.; HUMES, K. S. A comparison of single date and multitemporal satellite image classifications in a semi-arid grassland. **Journal of Arid Environments**, v. 49, n. 2, p. 401-411, 2001.

LENNEY, Mary. Pax.; WOODCOCK, Curtis. E.; COLLINS, John. B.; HAMDI, H. The Status of Agricultural Lands in Egypt: The Use of Multitemporal NDVI Features Derived from Landsat TM. **Remote Sensing of Environment**, v. 56, n. 1, p. 8-20, 1996.

MASELLI, F. Monitoring forest conditions in a protected Mediterranean coastal area by the analysis of multiyear NDVI data. **Remote Sensing of Environment**, v. 89, n. 4, p. 423-433, 2004.

MORAN, M. S.; BRYANT, R.; THOME, K.; NI, W.; NOUVELLON, Y.; GONZALEZ-DUGO, M. P.; QI, J.; CLARKE, T. R. A refined empirical line approach for reflectance factor retrieval from Landsat-5 TM and Landsat-7 ETM+. **Remote Sensing of Environment**, v.78, n. 1-2, p. 71-82, 2001.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 4<sup>a</sup>. ed. Uberlândia: Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 210 p.

SILVA, C. R. ~~da (Coord.)~~ **Zoneamento ecológico-econômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno**. Fase I. Rio de Janeiro: CPRM; EMBRAPA; SCO/ MI, 2003, 3 v.

SPERA, S. T.; REATTO, A.; MARTINS, É. S.; CORREIA, J. R.; BLOISE, G. L. F.; SILVA, A. V. **Aptidão agrícola das terras da Bacia do Rio Jardim, DF**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2003, 6 p. (EMBRAPA Cerrados. Comunicado Técnico, 90).

Recebido em fevereiro de 2005

Aceito em abril de 2005