



EVOLUÇÃO MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE URUÇUÍ-PI

Wilde de Sousa SILVA (1); Valdira de Caldas Brito VIEIRA (2)

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí – CEFET – PI 64.000-040 – Teresina – PI: wildess@gmail.com

(2) Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí – CEFET – PI: valdirabrito@hotmail.com

RESUMO

O setor agroindustrial se desenvolveu muito no município de Urucuí-PI, refletindo no crescimento da população e, principalmente, no desmatamento da cobertura vegetal. Este trabalho teve como objetivo elaborar um mapa temporal de uso e ocupação do solo de uma área na zona rural do município de Urucuí-PI. Para isso, utilizaram-se duas imagens do sensor Thematic Mapper (TM) a bordo do satélite Landsat 5, de diferentes datas, uma do ano de 1993 e outra de ano de 2006. Foi realizada uma classificação do tipo supervisionada por Máxima Verossimilhança. As classes consideradas foram (i) vegetação, (ii) atividades agroindustriais, (iii) solo exposto, (iv) sombra, (v) nuvem e (vi) Água. A classificação foi corrigida através da ferramenta edição matricial. A análise temporal das classificações mostrou a dinâmica das classes de cobertura da terra consideradas. O desmatamento da floresta ocorreu para, principalmente, a instalação de atividades agroindustriais. Os produtos e a técnica utilizada demonstraram a possibilidade de detecção e quantificação das mudanças de cobertura e uso da terra ocorridas na área de estudo no período de 1993 a 2006. Também foi possível observar a eficiência do algoritmo de classificação para discriminar diferentes tipos de alvo (tais como vegetação, culturas/pastagens, solo exposto), assim como a alta tendência do crescimento agroindustrial. Este estudo constitui-se em importante ferramenta na tomada de decisão pelos órgãos, no sentido de evitar a degradação dos recursos naturais.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, classificação supervisionada, uso do solo.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da ocupação do solo e da sua localização em uma determinada região fornece elementos para o planejamento de uso ambiental e de extração de recursos naturais visando à melhoria da qualidade de vida da população. A análise do uso e cobertura do solo, mediante informações de Sensoriamento Remoto, constitui uma técnica de grande utilidade ao planejamento e administração da ocupação ordenada e racional do meio físico, além de possibilitar avaliar e monitorar a preservação de áreas de vegetação natural.

O uso inadequado do solo pelo homem é um fator agravante da degradação ambiental e desequilíbrio ecológico. É necessário que a atuação do homem no meio ambiente seja planejada e adequada de modo que os efeitos ao ambiente físico sejam os menores possíveis.

Segundo Rosa (2003), é necessário que o acompanhamento e distribuição espacial do uso e ocupação do solo sejam analisados constantemente para auxiliar nos estudos de desenvolvimento de determinada região.

Neste contexto, as imagens de satélite constituem-se em importante ferramenta, bem consolidadas, como fonte de dados espaços-temporais permitindo análises das mudanças ocorridas no uso do solo, ou seja, na forma como o espaço está sendo utilizado pelo homem.

O interesse em avaliar a evolução temporal e espacial do uso do e ocupação do solo para o município de Uruçuí-PI, surge devido à preocupação da expansão da fronteira agrícola do Piauí, trazendo consequências diretas ao ecossistema local.

Utilizando técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas, este trabalho mostrou a evolução temporal e espacial do uso e ocupação do solo entre os anos de 1993 e 2006 no município de Uruçuí-PI.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Estudo da cobertura vegetal

Além de proteção contra os agentes climáticos que favorecem a desagregação do solo e conseqüente erosão, a cobertura vegetal alimenta um ciclo vital para a qualidade do solo, a ciclagem de nutrientes. Esta favorece o reabastecimento nutricional do solo, o desenvolvimento microbológico o que permite à formação de agregados, conferindo resistência à degradação.

Nas últimas décadas, os processos de mudança na cobertura vegetal do planeta vêm ocorrendo de forma mais intensa, principalmente nos trópicos. O carbono estocado na vegetação, principalmente nas florestas tropicais afetam as emissões dos gases de efeito estufa, a partir do momento em que há uma alteração na cobertura da terra (FEARNSIDE, 1996).

A ocupação de ecossistemas para o desenvolvimento da agropecuária e do agronegócio tem sido motivo de grande preocupação. No que se refere à ocupação do Cerrado brasileiro, esta ocorreu em diferentes momentos e velocidades. Muito provavelmente a abertura de áreas de pastagem para a criação de gado de corte foi a principal causa de desmatamento do Cerrado.

Essa tendência de aumento pode ser vista também em regiões localizadas na fronteira agrícola. Nessas áreas percebe-se que a introdução da soja pode mudar em pouco tempo a realidade local. Tomando como exemplo municípios localizados na região do Alto Parnaíba, no sul do estado do Piauí, nota-se que somente em 1993 a soja começou a ser plantada na região e de maneira muito tímida. Já em 2002, a área ocupada por essa cultura já tinha multiplicado por 6 vezes a área original e aparentemente essa atividade encontra-se em franca expansão (PIAUI, 2003).

Ainda segundo PIAUI (2003) a área ocupada com Cerrado no Piauí é calculada em 8,5 milhões de hectares, estimando-se que 5 milhões de hectares são aptos para a agricultura intensiva e mecanizada de grãos, com destaque para a soja.

Mudanças rápidas e intensas no uso das terras têm produzido impactos ambientais significativos: erradicação e degradação da vegetação nativa, erosão hídrica e eólica, perdas de habitats, alterações em povoamentos e populações faunísticas, diminuição na vazão dos rios que drenam a região, assoreamentos, aumento queimadas, erosão genética e redução da biodiversidade, entre outros.

O conhecimento da distribuição dos tipos de cobertura vegetal e suas variações fenológicas são, hoje em dia, um aspecto indispensável para o planejamento de uma política coerente e eficiente de desenvolvimento

sustentável. Portanto, o conhecimento do estado atual e a caracterização da superfície dos ecossistemas terrestres, são requisitos críticos para a modelagem e o entendimento dos processos de mudanças globais.

Em estudos da cobertura vegetal, a aplicação de técnicas de Sensoriamento Remoto é de grande relevância, pois a partir dos dados adquiridos é possível extrair informações sobre a distribuição dos diferentes tipos de vegetação, estrutura do dossel, estado fenológico, condições de estresse, carência de nutrientes, entre outros.

Segundo Zhang et al.(2002) devido à ampla cobertura e repetitiva amostragem, imagens de satélite possuem um grande potencial para monitorar a vegetação, tanto em escala global como regional. Para o estudo do comportamento espectral da vegetação é preciso considerar dois aspectos: um as folhas como entidades independentes e outro relativo ao dossel. As propriedades espectrais da vegetação podem ser representadas pelos processos de absorvância, refletância e transmitância, podendo cada uma ser hemisférica ou bidirecional (PONZONI e SHIMABUKURO, 1991).

As propriedades espectrais de uma folha são função de sua composição, morfologia e estrutura interna, e podem variar com a sua idade dentro do mesmo grupo genético (KUMAR, 1972). O dossel é composto pelo conjunto de diferentes tipos de elementos da vegetação como: folhas, galhos, frutas, flores etc. (GOEL, 1988). A interação da REM com a cobertura vegetal é complexa devido aos próprios parâmetros que compõem a arquitetura do dossel, e o fato de ele ser geralmente composto por diferentes espécies vegetais.

A existência de metodologias que propiciem informações sobre a dinâmica da vegetação é muito importante, tanto em ambientes naturais quanto em áreas agrícolas. Estes ambientes necessitam de monitoramento em grandes escalas, de uma forma que seja ecologicamente representativa, para a modelagem e o estudo de grandes processos interferentes nas mudanças globais que vêm sendo estudadas atualmente.

2.2. Aplicações do Sensoriamento Remoto no estudo do uso do Solo

As imagens de satélite como ferramenta para o monitoramento ambiental mostram-se como uma alternativa viável e de custo relativamente baixo. Os sensores de satélites são capazes de captar constantemente as imagens da Terra sem a necessidade de programação prévia, abrangendo extensas áreas e fornecendo informações atualizadas, que são extraídas através de técnicas de análise visual e de processamento digital de imagens.

No planejamento do uso da terra, a integração na coleta de dados, análise espacial e o processo de tomada de decisões, num contexto de um fluxo comum de informações, pode ser feita através de um sistema de informações geográficas - SIG. Um SIG pode ser definido como um sistema digital para capturar, armazenar, recuperar, analisar e visualizar dados espaciais. SIGs podem ser utilizados como banco de dados ambientais, onde dados sobre os diferentes atributos da paisagem podem ser armazenados e manipulados (BURROUGH, 1982).

Os sistemas de informação geográfica permitem integrar informações espaciais e não espaciais de natureza, origem e forma diversas em uma única base de dados, possibilitando a derivação de novas informações e sua visualização na forma de mapas (BURROUGH, 1992 e CÂMARA, 1993). Assim, esses sistemas são caracterizados como ferramentas fundamentais no planejamento e gerenciamento de recursos naturais.

A utilização de dados orbitais, em especial aqueles do TM/Landsat, tem se intensificado cada vez mais na medida em que suas potencialidades vêm sendo demonstradas com a obtenção de resultados concretos. Vários estudos apesar de não serem muito numerosos, representam hoje uma fonte valiosa de informação sobre esses ecossistemas que vem sofrendo rápidas mudanças.

Vários trabalhos, (BATISTA et al. 1984; ARONOFF, 1991 e ASSAD 1993), relatam a utilização de imagens dos sensores LANDSAT na estimativa de safra e afirmam a obtenção de informações confiáveis.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A área de estudo compreende o município de Uruçuí – PI, localizada entre as coordenadas geográficas 8°00'21'' e 8°11'58'' latitude Sul e 44°36'24'' e 44°19'27'' longitude Oeste (Figura 1).

O município está localizado na microrregião do Alto Parnaíba Piauiense compreendendo uma área irregular de 8.542 Km², tendo como limites os municípios do estado do Maranhão e Antônio Almeida ao norte,

Palmeiras do Piauí e Alvorada do Gurguéia ao sul, Sebastião Leal, Landri Sales e Manoel Emídio a leste, e Ribeiro Gonçalves, estado do Maranhão e Baixa Grande do Ribeiro a oeste.



Figura 1 - Localização do município de Uruçuí - PI.

3.2. Processamento e análise dos dados

O município de Uruçuí é coberto por duas cenas do sensor TM/Landsat. Para a realização deste projeto, as cenas utilizadas foram 220/065 de 28/05/1993, 01/06/2006 e 660/066 de 28/05/1993, 17/06/2006. O sensor TM fornece dados em 7 bandas espectrais, mas neste trabalho utilizam-se apenas três bandas - TM3, TM4 e TM5 - correspondentes às faixas espectrais do visível (região do vermelho), infravermelho próximo e infravermelho médio, respectivamente.

O processo de georreferenciamento das imagens foi realizado utilizando-se cartas topográficas (em formato digital) de Uruçuí (SB-23-Z-C-I); Tucuns (SB-23-Z-C-II); Riacho da Estiva (SB-23-Z-C-IV); Irapuã (SB-23-Z-C-V); Serra do Uruçuí (SC-23-X-A-I) e Chapada Mundo Novo (SC-23-X-A-II) em escala de 1:100.000, a partir do *Datum* Córrego Alegre e, posteriormente, modificou-se o *Datum* das seis cartas para SAD 69.

Para os dois períodos, a referência adotada para a correção geométrica foi uma imagem do Mosaico Geocover 2000. O ajustamento foi feito mediante o reconhecimento de 11 pontos de controle na imagem ajustados com as coordenadas da base, no Envi 4.1. A escolha dos pontos de controle foi feita obedecendo a uma distribuição uniforme destes por toda a imagem, tentando evitar erros que viessem a prejudicar o mapeamento multitemporal.

Após o georreferenciamento procedeu-se a execução do mosaico, processo necessário quando uma imagem é importada para um projeto e sua área é menor do que a do projeto. Este processo consiste na colagem de imagens adjacentes, para obter um recobrimento maior de uma área (SPRING, 2005). O mosaico foi realizado utilizando o sistema ENVI e depois as imagens foram importadas para ambiente SPRING para recorte com os limites do município de Uruçuí.

Neste trabalho utilizou-se a classificação supervisionada, que foi executada no *SPRING 4.2* pelo método de máxima verossimilhança. A Figura 2 mostra todas as etapas necessárias para realização da classificação supervisionada.

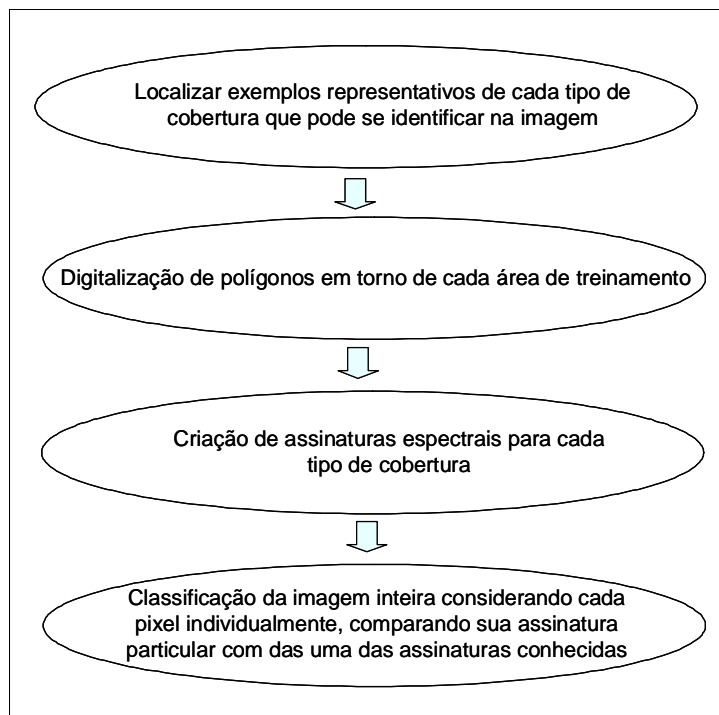


Figura 2 - Etapas da classificação supervisionada.

A primeira etapa para a realização da classificação supervisionada foi a geração do mapa vetorial das amostras de treinamento. Este processo permitiu a digitalização em tela das classes de uso e ocupação do solo (Tabela 1).

Tabela 1 - Classes de uso e ocupação do solo

Atributos	Classes	Descrição
1	Vegetação	Corresponde à cobertura vegetal natural de porte arbóreo como: mata mesofítica, compreendendo as matas de galeria e de encosta e a mata xeromórfica ou cerradão, compreende também uma vegetação natural de porte médio.
2	Solo exposto	Engloba solos descobertos e todas as áreas que não apresentem áreas verdes ou construções.
3	Sombra	Áreas escuras nas imagens ocasionadas pela ondulação do relevo e nuvens.
4	Nuvem	Áreas brancas nas imagens ocasionadas pela presença de nuvens.
5	Cultura/Pastagem	Áreas referentes ao cultivo de culturas de ciclo curto, áreas de culturas anuais de ciclo curto ou longo utilizando-se o uso da irrigação, culturas de ciclo longo entre o plantio e a remoção dos talhões, das quais são normalmente aproveitados os frutos, área onde a vegetação natural é constituída predominantemente de gramíneas, plantas graminóides, ervas, arbustos e árvores dispersas, com influência marcante do uso de pastoreio, áreas onde ocorre a supressão da vegetação natural (pastagem natural) com o cultivo e implantação de vegetação herbácea gramínea com elevado potencial de desenvolvimento nutricional e de crescimento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram elaborados os mosaicos das cenas que cobrem o município de Uruçuí, correspondentes aos anos de 1993 e 2006. Posteriormente procedeu-se o recorte dos mosaicos, utilizando o limite municipal de Uruçuí disponível em arquivo de limites das Cartas DSG. As Figuras 3(a) e 3(b) ilustram o mosaico e o recorte com o limite do município para os anos de 1993 e 2006, respectivamente.

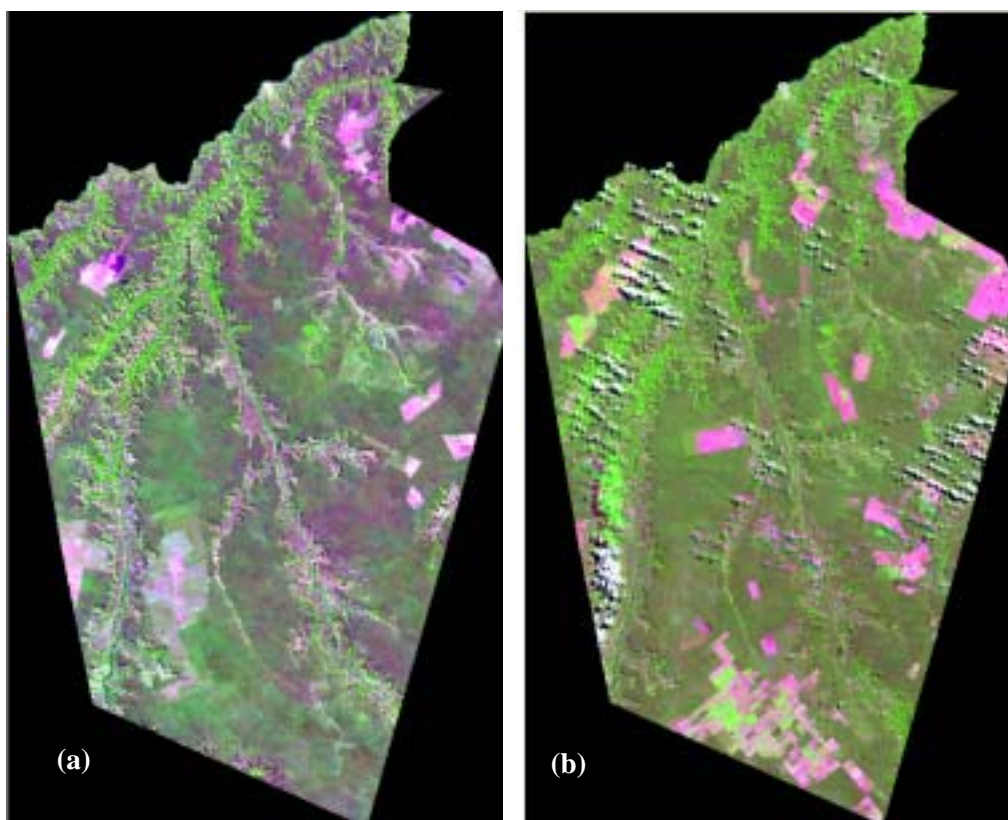


Figura 3 - Mosaico e recorte de cenas TM de 1993 e 2006, cobrindo o Município de Uruçuí.

Por meio da análise temporal das imagens de 1993 e 2006 foi possível detectar a dinâmica das classes de cobertura da terra na região de estudo. As áreas das classes nas classificações geradas foram convertidas para porcentagem de ocupação do município. Adicionalmente, através da ferramenta tabulação cruzada do SPRING, as classes de dois planos de informações foram comparadas e foi possível determinar a distribuição de suas intersecções.

Como resultado podemos ressaltar a produção de dois mapas de uso e ocupação do solo, sendo um de 1993 (Figura 4) e outro de 2006 (Figura 5). Após a análise dos mapas, foram elaborados dois gráficos mostrando a distribuição percentual do uso e ocupação do solo dos referentes anos, indicados na Tabela 2 e Figura 6.

Tanto os mapas quanto os gráficos serviram como base para análise comparativa do uso e ocupação do solo na área como proposto na pesquisa.

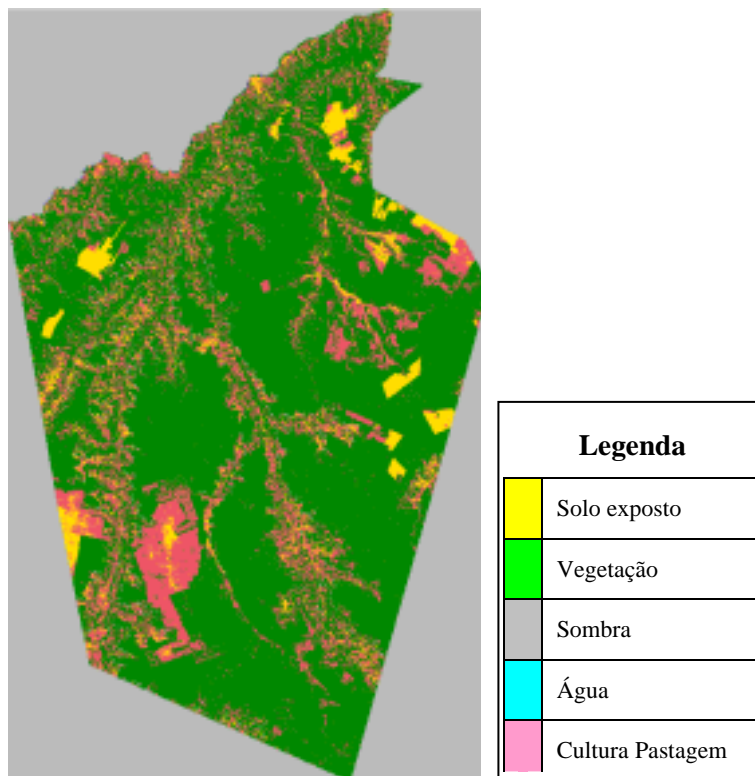


Figura 4 Recorte de cenas TM/Landsat classificadas, cobrindo a área em estudo em 1993.

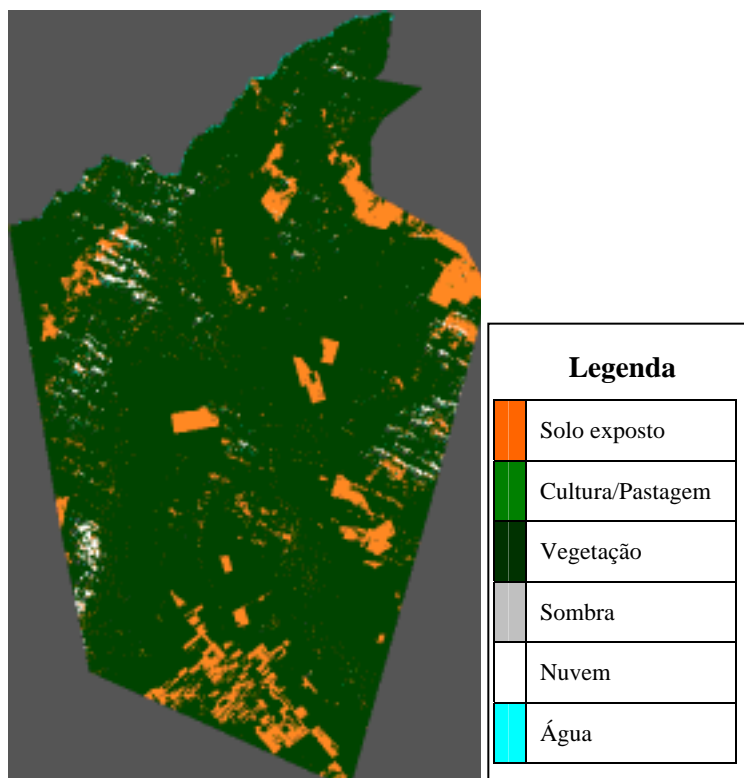


Figura 5 Recorte de cenas TM/Landsat classificadas, cobrindo a área em estudo em 2006.

De acordo com a Tabela 2 e as Figuras 7 e 8, pode-se observar que as classes identificadas para a área sofreram alterações temporais, entre os anos de 1993 e 2006.

Observou-se ainda a presença da classe nuvem apenas na classificação de 2006. A maioria das áreas cobertas por nuvem em 2006, entretanto, apresentaram-se cobertas por floresta em 1993. A Tabela 2 mostra o grande

decréscimo da área ocupada pela classe vegetação, de 67,31% para 48,57% da área de estudo.

Contrariamente, as áreas ocupadas pelas classes Solo exposto e Cultura/pastagem aumentaram consideravelmente entre as datas estudadas.

TABELA 2 Porcentagem de ocupação das diferentes classes em 1993 e em 2006

Classes - % ocupação da área	1993	2006
Água	0,02	0,19
Vegetação	67,31	48,57
Solo Exposto	4,90	8,30
Cultura/Pastagem	18,82	28,35
Nuvem	0,00	1,02
Sombra	8,95	13,56
	100,00	100,00

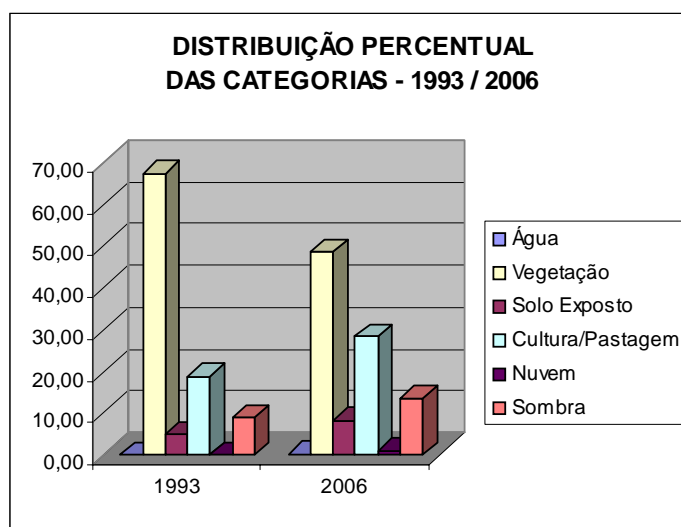


Figura 6 - Percentual das categorias de ocupação e uso do solo, 1993 / 2003.

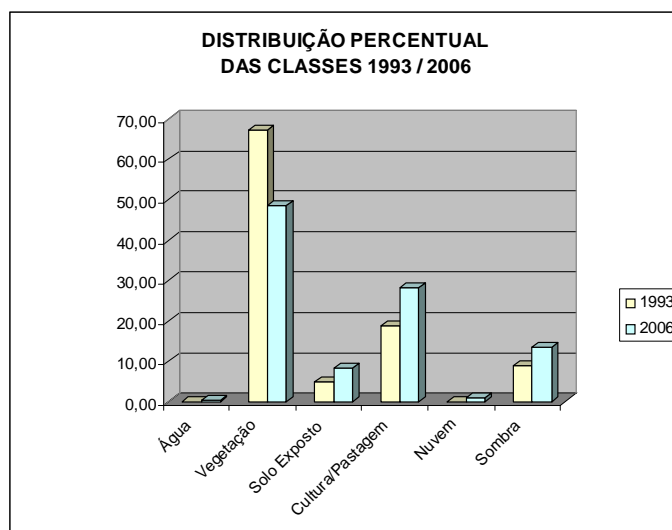


Figura 7 - Percentual das classes de ocupação e uso do solo, 1993 / 2003.

5. CONCLUSÃO

A utilização das técnicas de processamento digital de imagem permitiu a detecção e quantificação das mudanças ocorridas na cobertura da terra no município de Uruçuí durante o período proposto. A escolha das imagens de satélite, assim como os softwares utilizados mostraram-se eficientes para a elaboração do mapa de uso do solo da área estudada e a avaliação da área ocupada com cada categoria.

Os resultados mostraram que ocorreu uma diminuição significativa da vegetação em consequência do aumento das áreas de cultura/pastagens. Permitiram ainda a constatação de que grande parte da classe vegetação em 1993 foi convertida para a classe solo exposto e cultura/pastagens em 2006.

Esta pesquisa mostrou que o monitoramento do uso e ocupação do solo com a utilização das tecnologias de Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento é de extrema importância para subsidiar medidas mitigatórias, no intuito da preservação das áreas de Cerrado que estão sofrendo com o processo acelerado de degradação pelo uso intensivo e indiscriminado do solo.

REFERÊNCIAS

- ARONOFF, S. 1991. **Geographic information systems: a management perspective**. WDL publications. Ottawa, Canada. 294p.
- ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyii. **Sistemas de informações geográficas aplicadas na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA - CPAC, 1993.274 p.
- BATISTA et al. **Desenvolvimento e Teste de um Sistema de Fiscalização das Operações de Crédito Agrícola ao Nível de Município e de Propriedades Agrícolas Utilizando Técnicas de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos. 1984. (INPE-3239-RPE/462).
- BURROUGH, P. A.: **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford University press. Oxford, 1992. 194p.
- CÂMARA, G.: Anatomia de sistemas de informações geográficas, visão atual e perspectivas de evolução. In: **Sistemas de informações geográficas e suas aplicações na agricultura**, Brasília, DF, 1993. p: 37-59..
- FEARNSIDE, P. M. Amazonian deforestation and global warming carbon stocks in vegetation replacing Brazil's Amazon forest. **Forest Ecology and management**, 80, p. 21-34.1996.
- GOEL, N. S. Models of vegetation canopy reflectance and their use in estimation of biophysical parameters from reflectance data. **Remote Sensing Reviews**, 4 (1): 1-212, 1988.
- KUMAR, R. **Radiation from plants, reflection and emission: a review**. Lafayette, PurdueResearch Foundation. (Research Project n. 5543), 1972. 88 p.
- PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Spectral properties of vegetation**. Material do Curso de Comportamento Espectral de Alvos. Curso de Mestrado INPE – DSM. São José dos Campos – SP. 1991, 15 p.
- SPRING, Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas,. Disponível para download na Internet .<http://www.dpi.inpe.br/spring/>.2005.
- ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**, 5º ed., Uberlândia. Ed. Da Universidade Federal de Uberlândia, 2003.
- PIAUÍ. **PIAUÍ: Visão global**. 2. ed.rev. Teresina: Fundação CEPRO, 2003. 128p.
- ZHANG, N.; WANG, M.; WANG, N. Precision agriculture – a worldwide overview. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 36, p. 113-132, 2002.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, pela cessão das imagens do sensor TM/Landsat, cenas 220/065 de 28/05/1993, 01/06/2006 e 660/066 de 28/05/1993, 17/06/2006, bandas TM3, TM4 e TM5 para realização desta pesquisa.