

Classificação semi-automática de imagens multitemporais Landsat-5 para análise do padrão de uso agrícola das terras do Sudoeste Goiano

Carlos Eduardo Gonçalves Ferreira ¹
Rachel Bardy Prado ²
Vinícius de Melo Benites ²
José Carlos Polidoro ²
Alexey Naumov ³

¹ Estudante de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ
Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, 22460-000, Rio de Janeiro - RJ
carlosed.gf@hotmail.com

² Pesquisador (a) do Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS / EMBRAPA
Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, 22460-000, Rio de Janeiro - RJ
{rachel, vinicius, polidoro}@cnps.embrapa.br

³ Professor de Geografia da Universidade de Moscou e Coordenador para a América
Latina do International Potash Institute (IPI)
Leninskiye Gory, Moscow, 119899, Russian Federation
alnaumov@geogr.msu.ru

Abstract. From 1970's the Brazilian middle-west occupation increase because there were policies of agricultural expansion. This fact occurred due to agricultural mechanization, increase of fertilizers inputs, aiming high levels of production in some regions like Southwest Goiás. Nowadays, some municipalities are the most producers of grains of Brazil and an important crop there is the sugar-cane, too. Then, the land use dynamic is very high and it is important to map and analyse this process to support planning actions. In this context was proposed this work to investigate the agricultural use pattern in some municipalities of Southwest Goiás. For this orbital images from Landsat-5 TM satellite year were acquired in different times along 2007. Additional agricultural information was used to support classification, mainly data obtained in a field work. Segmentation of Spring 4.3.3 was applied getting very good results. The classificatory used was *Battacharya Distance*. The land use/cover map to study area was obtained presenting ten classes. The multitemporal images were very important to distinguish agricultural classes. Soybean class presented the most percentage in area and it change to winter crops, bare soil or resting soil in winter. From this mapping, environmental planning for agricultural activities should be adopted in this region.

Palavras-chave: land use, segmentation, Southwest Goiás, uso das terras, segmentação, Sudoeste Goiano.

1. Introdução

A partir do fim da década de 1960, a agricultura brasileira atravessou um período permeado por diversas transformações agrícolas, também conhecido como “Revolução Verde”, onde a agricultura tradicional baseada nas condições impostas pelo ambiente deu lugar a um novo modelo de agricultura baseado num alto grau de mecanização das atividades e incremento de insumos agrícolas, caracterizando uma nova perspectiva nas relações de produção no espaço agrário. Segundo Graziano Neto (1985), o consumo de fertilizantes no Brasil entre 1965 e 1975 aumentou 60%, enquanto o consumo de defensivos agrícolas aumentou 25% anualmente, aliado aumento de uso de tratores na ordem de 72%, no período entre 1960 e 1975.

Com esta modernização da produção agrícola, diversas regiões ao longo do território brasileiro foram selecionadas para a execução do então novo modelo de produção. Dentre estas regiões, destaca-se o Centro-Oeste brasileiro, onde diversas políticas governamentais de incentivo à expansão da fronteira agrícola possibilitaram o desenvolvimento de uma

agricultura nos moldes industriais de produção, a fim de atender a demanda do mercado interno e externo. Planos como Programa de Desenvolvimento de Cerrados e o PRODECER (Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados) efetuaram bastante repercussão no Centro-Oeste, principalmente na microrregião do Sudoeste do Estado de Goiás, impulsionando os cerrados às áreas produtivas, e permanecendo até o início de década de 1980 (Ferreira e Fernandes Filho, 2003).

A partir da implantação destes programas de desenvolvimento agrícola, uma drástica modificação na paisagem natural da região foi efetuada, onde a vegetação natural de cerrado dominante na região foi substituída, paulatinamente, por extensos talhões de cultivo e áreas de pastagem. Com isto, o Sudoeste de Goiás tornou-se um dos principais Complexos Agroindustriais da região Centro-Oeste, tornando-se posteriormente, um expoente em produção de grãos do país. Desta forma, sua paisagem, marcada por cultivos até então recentes na região e tradicionalmente por criação de gado, cede lugar ao arroz, milho, sorgo granífero, soja e algodão, mantendo essas características até os dias atuais (Pedroso e Pedroso da Silva, 2005).

Recentemente, políticas de incentivo à produção do biocombustível no Brasil têm repercutido em novas transformações na paisagem desta região. Dados do projeto CANASAT (2008), obtidos por meio de classificação e interpretação de imagens provenientes do satélite Landsat-5, no período que compreende as safras de 2005/2006 e de 2008/2009, também revelam um progressivo aumento de área plantada da Cana-de-açúcar no Sudoeste de Goiás.

Percebe-se, portanto, que a dinâmica de uso e cobertura das terras no Sudoeste Goiano é intensa, principalmente, devido ao seu papel enquanto pólo de produção na agricultura brasileira. Desta forma, impõe-se a necessidade de análise constante dos padrões de seu uso, visando fornecer subsídios ao planejamento regional agrícola e minimizar impactos indesejáveis ao meio ambiente.

Visando obter e analisar a situação atual do padrão de uso agrícola das terras do Sudoeste Goiano, foi proposto o presente trabalho que utilizou imagens do sensor TM do Landsat-5 referentes ao período de verão de 2006 e inverno de 2007. Este trabalho encontra-se vinculado ao projeto “Aduba Brasil - Apoio ao Uso Balanceado de Potássio e Outros Nutrientes na Agricultura Brasileira”, fruto de uma cooperação técnica internacional entre a Embrapa e o Instituto Internacional do Potássio (IPI).

Pino (2001) ressalta que os levantamentos de dados agropecuários a partir de sensoriamento remoto, em comparação a outras formas de levantamento, têm como vantagens a rapidez e a precisão, além do baixo preço quando utilizado em larga escala. Além disso, o caráter repetitivo da aquisição de imagens pelos satélites possibilita a atualização periódica da ocupação da superfície de interesse sendo, portanto, uma boa ferramenta para classificar o uso do solo e medição do terreno (FAO, 1996).

Como as classes de uso desta região possuem talhões bem definidos e extensos e também pelo fato da região ser bastante plana, optou-se pela utilização da segmentação de imagens, disponível no *software* Spring 4.3.3. Para Hussain (1991) a segmentação é o processo em que uma imagem é subdividida em partes constituintes ou regiões, tendo como base propriedades dos pixels, como nível de cinza e textura. É na fase de segmentação que objetos ou outras entidades de interesse são extraídos para um subsequente processamento. A divisão em porções consiste, basicamente, em um processo de crescimento por regiões, de detecção de bordas ou de detecção de bacias (INPE, 2008).

No estudo em questão, utilizou-se um classificador por regiões, que utiliza, além de informação espectral de cada pixel, a informação espacial que envolve a relação com seus vizinhos. Eles procuram simular o comportamento de um foto-intérprete, reconhecendo áreas homogêneas de imagens, baseadas nas propriedades espectrais e espaciais das mesmas (INPE, 2008). Os classificadores por regiões disponíveis no Spring 4.3.3 são o ISOSEG e o

Batacharrya Distance, sendo o último adotado neste estudo. A medida da distância de Battacharrya é usada para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais. Ou seja, mede-se a distância média entre as distribuições de probabilidades de classes espectrais (INPE, 2008).

2.0 Material e Métodos

2.1 Área de estudo

O Sudoeste Goiano está situado entre os meridianos 48° 30' a 53° 00' de longitude oeste e entre os paralelos 16° 30' a 19° 30' de latitude sul (Figura 1). Abrange aproximadamente dez milhões de hectares e possui como paisagem dominante áreas planas e extensos chapadões, modelados em arenitos e basaltos de idade mesozóica, além de possuir o Cerrado enquanto vegetação natural. Há também a predominância de rios de caráter consequente, como o Aporé, Verdão, Corrente e Claro, além de apresentar um clima quente e semi-úmido de cerrado, com temperatura média anual entre 21°C e 23°C, marcada por amplitude térmica superior a 5°C. Os solos mais comuns na região são os Latossolos, além de ocorrer Neossolos Quartzarênicos e Argissolos em algumas localidades (Guerra et al., 1989). Por se tratar de extensa área, totalizando mais de um milhão e meio de hectares, os municípios de Rio Verde, Montividiu, Santa Helena de Goiás, Santo Antônio da Barra, Paraúna e Acreúna foram selecionados para serem mapeados em função de serem dos mais produtivos da região.

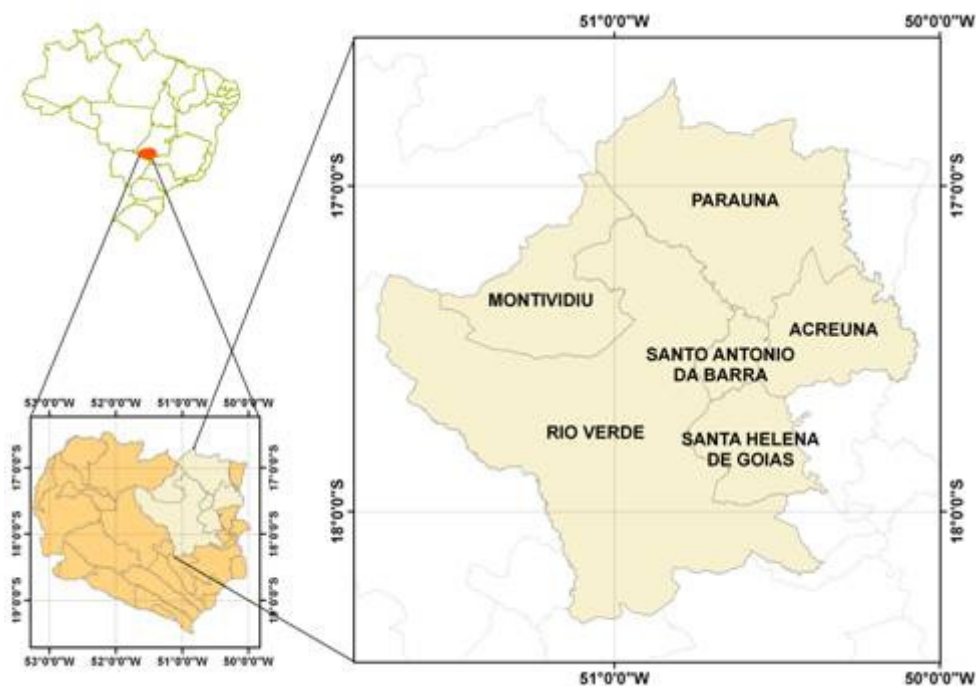


Figura 1. Localização do Sudoeste Goiano, bem como dos municípios mapeados.

2.2 Seleção e obtenção de imagens

As imagens utilizadas no mapeamento de uso das terras do Sudoeste Goiano foram provenientes do sensor TM do satélite Landsat-5, com resolução de 30 metros, reamostradas para 50 metros para facilitar o processamento, uma vez que a escala de trabalho definida foi de 1:50.000, além da elevada extensão da área de estudo. Segundo Moreira (2003), a aquisição de imagens para utilização em áreas de predominância agrícola deve ser de datas referentes aos diferentes ciclos de plantio, com o intuito de facilitar a diferenciação dos tipos de manejo presentes no local, além do conhecimento pelo analista do calendário agrícola da localidade estudada. Neste sentido, foram obtidas imagens com Órbitas-Ponto 222-072 e 223-

072 por meio do catálogo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), para o período de verão 10/02/2007 e 05/03/2007 e de inverno 08/05/2007 e 17/05/2007, respectivamente. Em função dos custos de aquisição das imagens, uma pequena parte do município de Rio Verde permaneceu ausente de imagens. Entre as bandas espectrais disponíveis pelo sensor, foram utilizadas foram TM3, TM4 e TM5, e o percentual aceito de cobertura por nuvens foi de no máximo 10%.

2.3 Pré-processamento das imagens

As imagens foram georreferenciadas no *software* ARCGIS 9.1 da ESRI, a partir de base cartográfica em escala 1:250.000, na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS-84, fuso 22. Posteriormente, as imagens foram exportadas do *software* em formato TIFF e importadas para o *software* Spring 4.3.3, obtendo-se um mosaico banda a banda que recobria a área de estudo, para o período do inverno do verão. Foram aplicadas técnicas de contraste e obtenção de imagem colorida falsa cor combinando-se as bandas 3, 4 e 5.

2.4 Verificação terrestre

A partir dos mosaicos de imagens obtidos e com o auxílio dos dados de Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2006), cerca de oitenta pontos foram selecionados para serem checados em campo. Uma ficha também foi elaborada previamente com a finalidade de facilitar coleta das informações para um melhor conhecimento da distribuição espacial das principais classes de uso agrícola da região. Este trabalho de verificação terrestre ocorreu em abril de 2008. Os pontos foram georreferenciados e fotografados para auxiliar na fase de treinamento da classificação. Também foram realizadas entrevistas para obtenção de informações sobre o ciclo agrícola da região (Figura 2).

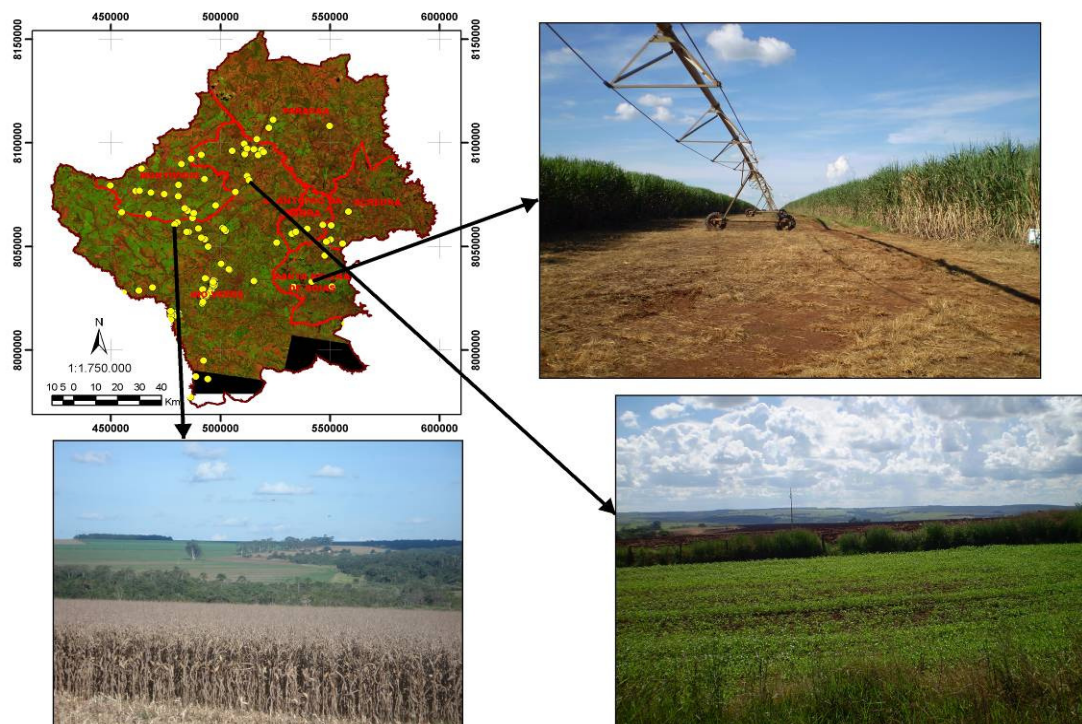


Figura 2. Pontos georreferenciados durante a verificação terrestre das feições da paisagem, onde há a presença de diversos tipos de cultivos.

2.5 Processamento das imagens e mapeamento do uso das terras

As classes de uso das terras predominantes estabelecidas para a área de estudo foram: Área Construída (cidades, usinas, povoamento), Cana-de-açúcar (nos seus diversos estágios de desenvolvimento, bem como quando se apresentava queimada), Pastagem (com presença bovina), Remanescentes de vegetação natural (em diversos estágios sucessionais, indo desde vegetação arbustiva até o cerrado florestado), Silvicultura (eucalipto), Soja/Safrinha (soja de verão onde no inverno utiliza-se sistema de safrinha como milho, milheto e sorgo granífero), Soja/Pousio (áreas de soja que no inverno ficam em pousio), Soja/ Solo Exposto (área de soja recentemente colhida/arada), Outros (outros tipos de cultivo, que puderam ser identificados com auxílio das imagens de inverno tais como algodão e *brachiaria*, mas não distinguidos) e Nuvem/Sombra.

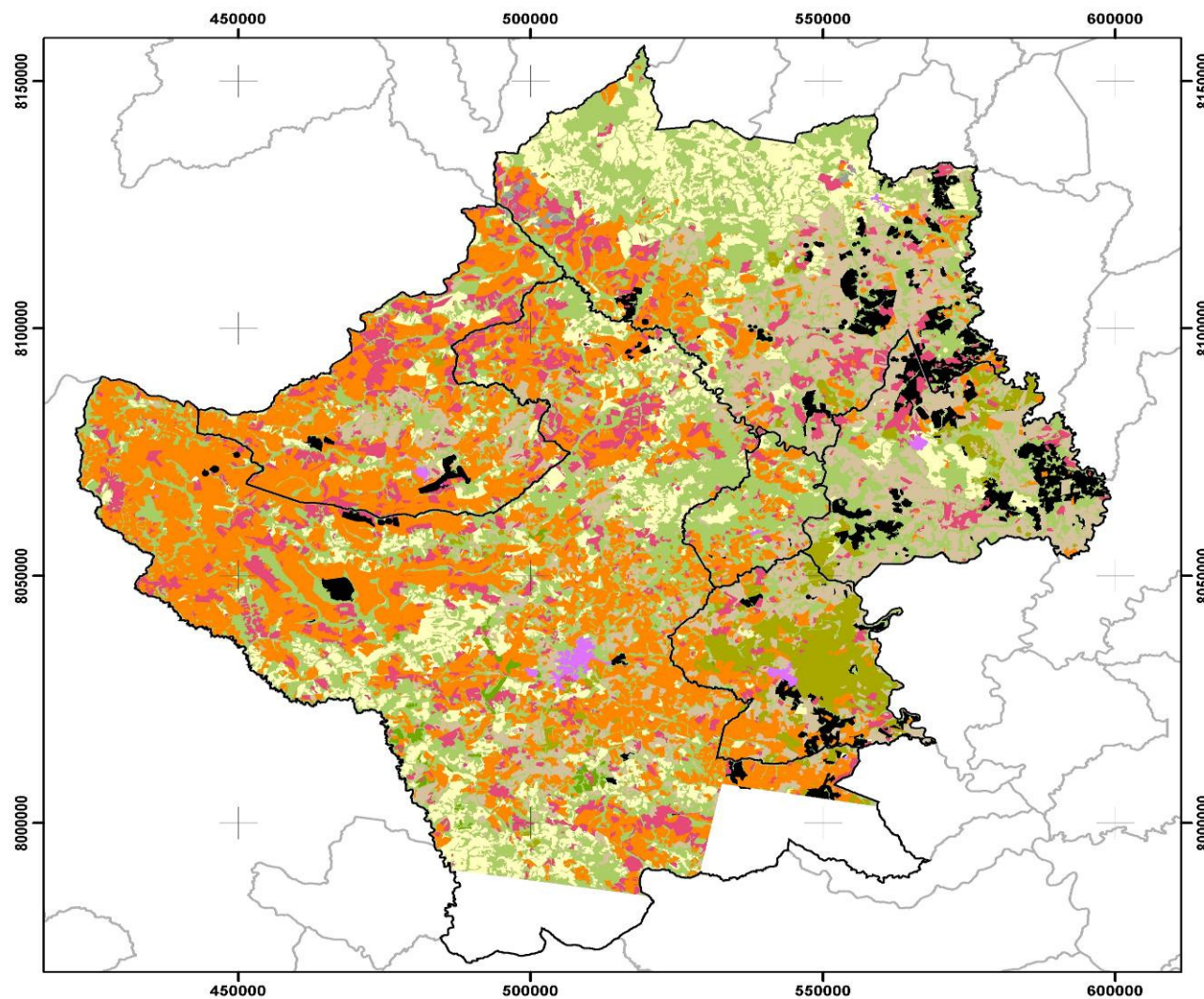
A segmentação foi aplicada com um limiar de similaridade de 13 e de área de 70 sobre a imagem do período de inverno, e em seguida, procedeu-se à aplicação do algoritmo de classificação digital supervisionado *Bhattacharya Distance*, com um limiar de aceitação de 99,9%, utilizando as informações obtidas na verificação terrestre na fase de treinamento. O mapa matricial de uso das terras resultante foi submetido à interpretação visual, para edição das classes que apresentaram confusão pelo classificador digital, com base nas imagens de diferentes épocas, além das informações de campo. Desta forma, obteve-se o Mapa de Uso das Terras para parte do Sudoeste Goiano. Em seguida, foram calculadas as áreas de cada classe obtida que subsidiou também a análise do padrão de uso agrícola desta região.

3. Resultados e Discussão

A Figura 3 mostra o mapa de uso e cobertura das terras dos municípios em questão, e a Tabela 1 apresenta as informações quantitativas referentes ao mapa. Pode-se observar que em torno de 28% da paisagem é coberta por remanescentes de vegetação. Tais áreas predominam entre o entorno dos rios e córregos da região, além de ocuparem áreas com relevo mais irregular em relação ao restante da área, na porção norte do município de Paraúna. As áreas onde há a presença de Silvicultura aparecem principalmente no município de Rio Verde, muito em função da presença de suinocultura, que costuma ser associada espacialmente ao cultivo de eucalipto. As áreas edificadas ou construídas somam uma área de 12.161,58 ha, onde em Rio Verde encontra-se a maior concentração desta classe. As áreas destinadas a pastagem apresentam-se principalmente no município de Paraúna, em razão de sua topografia irregular, além de ser encontrado na porção sudoeste do município de Rio Verde, também em função da importância do gado de corte para a economia regional. Ao longo de todos os municípios estudados esta classe também foi encontrada em áreas próximas a áreas de vegetação ciliar, apresentando um percentual de 13,3% de ocupação em relação à totalidade da área estudada.

Tabela 1. Área e percentual médio das classes mapeadas.

Classe	Área (ha)	Percentual
Área Construída	12.461,58	0,8%
Cana-de-açúcar	57.120,42	3,5%
Soja / Safrinha	460.944,90	28,3%
Soja / Pousio	208.333,00	12,8%
Soja / Solo Exposto	146.437,58	9,0%
Silvicultura	5.899,52	0,4%
Pastagem	215.539,52	13,3%
Remanescentes de Vegetação	455.530,05	28,0%
Nuvem / Sombra	2.642,90	0,2%
Outros	61.507,63	3,8%
Total	1.626.417,14	100%



Embrapa

Solos

International Potash Institute



Legenda

- Área Construída
- Soja / Safrinha
- Soja / Solo Exposto
- Soja / Pousio
- Cana-de-açúcar
- Silvicultura
- Nuvem / Sombra
- Pastagem
- Remanescentes de Vegetação
- Outros



1:1.000.000

10 5 0 10 20 30 40



Figura 3. Mapa de uso das terras dos municípios de Rio Verde, Montividiu, Acreúna, Santa Helena de Goiás, Santo Antônio da Barra e Paraúna.

O cultivo de Cana-de-açúcar na área estudada representa 3,5 % do total, aparecendo em maior ou menor quantidade em todos os municípios mapeados, concentrando-se em Santa Helena de Goiás. Já as áreas destinadas ao plantio de soja na região, identificadas através de imagens de diferentes épocas totalizaram uma área de 815.715,48 há, predominando na área de estudo. Entre as diversas situações em que se apresentou na imagem selecionada para classificação digital, apresentou-se, quando colhida (inverno), como Pousio, Cultura de Safrinha e Solo Exposto.

4. Conclusões

A segmentação do Spring 4.3.3 se mostrou bastante adequada para delimitar as classes de uso agrícola do Sudoeste Goiano, por possuir talhões bem definidos e relevo plano, permitindo obter bons resultados com a utilização do classificador *Battacharya Distance*.

A partir do presente trabalho, concluiu ser fundamental a utilização de imagens multitemporais coletadas por sensores em nível orbital para fins de classificação e interpretação do uso da superfície terrestre, principalmente em áreas onde a atividade agrícola é predominante. Desta forma, é possível o conhecimento daquelas culturas que apresentam ciclos perenes ou anuais, ou mesmo áreas que apresentem elevada rotação de cultivo. Com a multitemporalidade, é possível efetuar correção de erros do classificador, facilitando o trabalho do fotointérprete.

Na presente área, informações colaterais referentes a área plantada e produção agrícola das diferentes culturas do município, calendário agrícola e conhecimento por parte dos produtores locais representaram grande importância durante a interpretação visual.

A partir do conhecimento da distribuição espacial dos diferentes tipos de uso, importantes ações de planejamento poderão ser implantadas, visando alternativas de uso preferencial da terra no Sudoeste Goiano para que se alcance a sustentabilidade do ambiente.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Cooperativa COMIGO e a Empresa de consultoria Agroverde, de Rio Verde que forneceram informações importantes à identificação dos padrões de uso dos municípios estudados.

Referências Bibliográficas

CANASAT. Mapeamento da cana via imagens de satélite de observação da terra. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/tabelas.jsp>>. Acesso em: 30 out. 2008.

Ferreira, D. F.; Fernandes Filho, J. F.; Análise das transformações Recentes na Atividade Agrícola da Região de Goiás. 1970/1995-6. In: Pereira, S.L. Xavier, C. L. (Org). **O agronegócio nas terras de Goiás**. Uberlândia: EDUFU, 2003. p. 101-138.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Multiple frame agricultural surveys: current surveys based on area and list sampling methods**. Rome: FAO, 1996. v. 1. 119 p. (FAO Statistical Development Series, 7).

Graziano Neto, F. **Questão Agrária e Ecologia: Crítica da Agricultura Moderna**. São Paulo: Brasiliense, 1985. 154p.

Guerra, A. J. T.; Pereira, J. B. da S.; Kassab, M. M.; Figueiredo, P. R. H. de; Alameida, V. J. de; Regis, W. D. E. **Um estudo do meio físico com fins de aplicação ao planejamento do uso agrícola da terra no Sudoeste de Goiás**. Convênio IBGE / EMBRAPA. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 210p.

Hussain, Z. **Digital image processing: practical applications of parallel processing techniques**. New York: Ellis Horwood, 1991.406p.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Manuais do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING). Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html>> Acesso em: 30 out. 2008.

Moreira, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2003. 307p.

Pedroso, I. L. P. B.; Pedroso da Silva, A. R. O papel da políticas públicas no desenvolvimento agroindustrial de Rio Verde - GO. **Caminhos da Geografia**, v. 15, p. 20-27, 2005. Disponível em <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>> Acesso em: 30 out. 2008.

Pino, F. A. Tendências em informações agropecuárias. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 10. 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001.5p. CD-ROM. ISBN: 85-17-00016-1.