

Desempenho da classificação supervisionada em diferentes programas: comparação por meio do uso da terra e do índice de naturalidade da paisagem.

Angela Terumi Fushita¹
Rodrigo Rufino dos Reis¹
Luiza Faresin¹
José Eduardo dos Santos¹

¹Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental/ Departamento de Ciências Ambientais/
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar *campus* São Carlos
Rod. Washington Luis km 235 – São Carlos – SP, Brasil
angela_fushita@yahoo.com.br
rodrigo_rufino93@hotmail.com
luiizah@yahoo.com.br
djes@ufscar.br

Abstract. This paper objectives to evaluate the classification of land use and occupation among four software (SPRING 5.2, MULTISPEEC, ARCGIS 10 and IDRISI SELVA) for an test area and analyzes the urbanity index to theses landscapes. For characterization of land use and occupation was made the rectangle with 684 columns and 556 rows of the orbital images (Landsat 5 TM, orbit 220, point 75, bands 3, 4 e 5, pass in August, 18 of 2011). The maximum likelihood classification (MAXLIKE) to satellite image was processed in SPRING 5.2, MULTISPEEC, ARCGIS 10 and IDRISI 32. Points for gauging in field had been showed and analyzed accuracy of the two maps through the kappa coefficient. The urbanity index (IB) was made in IDRISI with the land use map. The kappa coefficient (k) gotten for each material is $k_{spring} = 0.53$, $k_{multispeec} = 0.49$, $k_{arcgis} = 0.51$ and $k_{idrisi} = 0.41$. The higher accuracy and fewer pixel sampled was obtained SPRING 5.2, so it is not possible to relate the amount of training area and the mapping accuracy. The average of IB were $IB_{spring} = 0.611$; $IB_{multispeec} = 0.73$; $IB_{arcgis} = 0.41$ and $IB_{idrisi} = 0.334$. The ranges of urbanity index generated from the product of different software shown as the choice of classification technique, method and program interferes with the performance of this particular index.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, urbanity index, sensoriamento remoto, processamento de imagens, índice de urbanidade.

1. Introdução

A ação antrópica representa um relevante agente modificador ambiental, alterando o equilíbrio e a dinâmica dos processos naturais (GIRÃO e CORRÊA, 2004), gerando novas funções e criando mosaicos estreitamente relacionados com as práticas culturais e o desenvolvimento de uma região (TORRES-GÓMEZ, et al, 2009). Diante desse quadro, são necessárias medidas de planejamento e gerenciamento dos usos múltiplos, a fim de garantir a sustentabilidade dos recursos para as gerações futuras (MAUD; LIMA, 2003).

Nessa vertente, muitos indicadores têm sido propostos para auxiliar a compreensão da dimensão e dos efeitos potenciais das atividades humanas nos ecossistemas para auxiliar na tomada de decisão.

Um dos aspectos a ser analisado para este fim é o grau de naturalidade de uma determinada região. O'Neil et al. (1988) desenvolveram o Índice de Urbanidade como um indicador da extensão e intensidade em que as paisagens são dominadas por sistemas alterados (WRBKA et al, 2004), considerando a proporção entre as áreas com forte interferência antrópica, como as áreas urbanas e agrícolas, e os biótopos naturais e semi-naturais, como as áreas alagadas e os fragmentos de vegetação nativa.

Atanasio (2004) recomenda que os indicadores devem ser precisos e fiéis em descrever uma função específica do ambiente. Para tanto a tecnologia de sensoriamento remoto, seja por fotografias aéreas ou por imagens de satélite, tem contribuído significativamente para melhorar a qualidade das informações, principalmente quanto ao dimensionamento das áreas ocupadas pelas coberturas vegetais, sejam naturais ou estabelecidas pelo homem, e a determinação de sua distribuição geográfica.

Em associação aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), as imagens obtidas de diversos sensores, entre eles os orbitais alojados em satélites artificiais e a aerofotogrametria, disponibilizam informações sobre os diferentes usos e coberturas do solo e é um instrumento para auxiliar esses processos, por meio de programação das ações integradas, adequadas para a tomada de decisão, por constituírem ferramentas capazes de articular uma grande quantidade de informações georreferenciadas (ARONOFF, 1994; ESCADA e KURKDJIAN, 1993).

A adoção do método e prática que melhor represente os interesses a serem atingidos é essencial, caso contrário, podem-se gerar dados que não condizem com a realidade. Diante deste contexto, este trabalho objetiva averiguar a influência do software e do método na análise de um índice da paisagem, observando o desempenho de quatro softwares na classificação supervisionada pelo método estatístico da Máxima Verossimilhança e a sua interferência na geração do índice de urbanidade.

2. Material e Métodos

Para a classificação supervisionada por máxima verossimilhança (MAXVER) utilizou-se um retângulo com 684 colunas e 556 linhas da imagem de satélite LANDSAT-5 sensor TM, órbita 220, ponto 75, data de passagem de 18 de agosto de 2011. As três bandas espectrais 3, 4 e 5 foram processadas no software IDRISI versão SELVA onde fez a composição colorida R5G4B3 (Figura 1).

A imagem foi registrada no *software* ARCGIS 10 com auxílio das cartas topográficas SF-23-Y-A-I-2 e SF-23-Y-A-II-1, referente às cartas 194 Corumbataí e 195 Leme (IBGE, 1971) e exportada em GEOTIFF.

A classificação supervisionada por MAXVER foi gerada em quatro softwares: SPRING 5.2, MULTISPEEC, ARCGIS 10 e IDRISI SELVA. Para a delimitação das áreas de treinamento foi padronizada o máximo de três horas para cada programa, em função da especificidade e grau de dificuldade que apresentam para essa etapa.

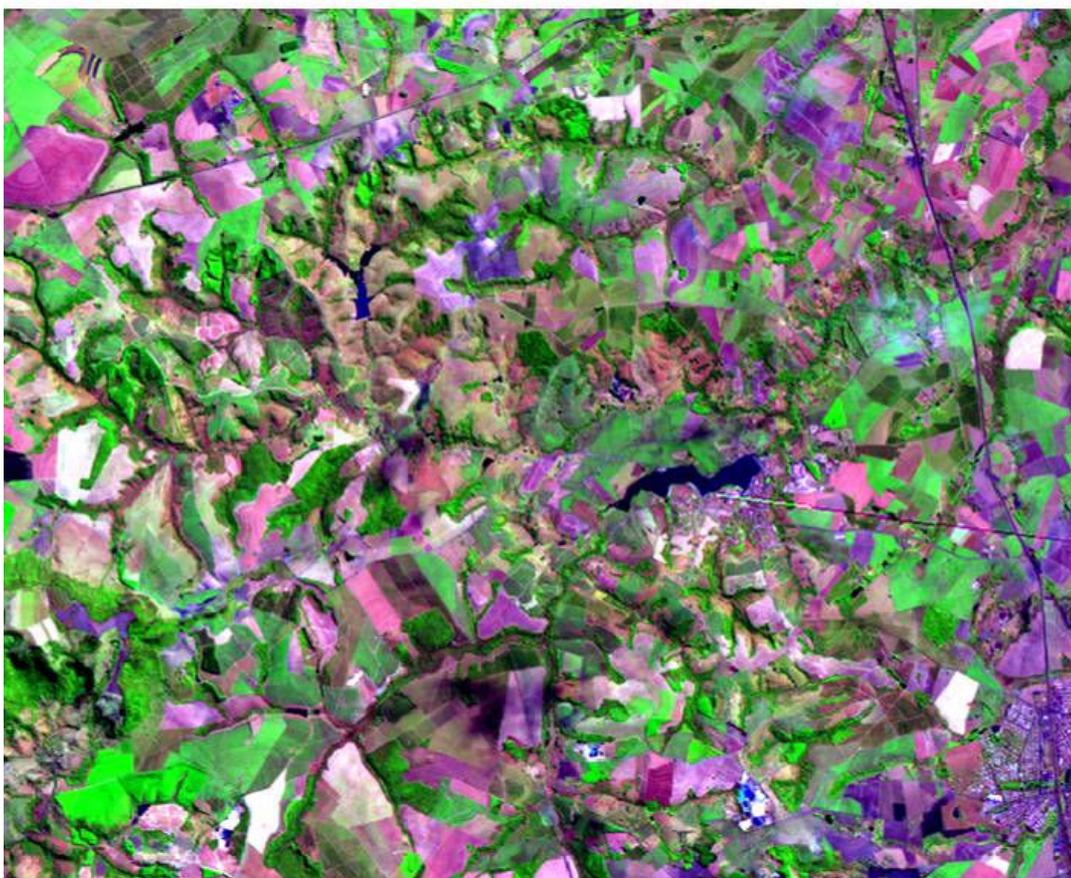


Figura 1: Recorte da imagem de satélite LANDSAT-5 sensor TM, composição R5G4B3, utilizado neste trabalho.

A definição das áreas de treinamento foi por polígonos que representam as classes de uso e ocupação da terra, conforme a tonalidade (refere-se à cor ou ao brilho dos objetos que compõem a cena), textura (conjunto de todas as pequenas feições que compõem uma área na imagem) e o contexto (como os detalhes de tons, texturas e padrões estão localizados em relação a atributos conhecidos do terreno) (CROSTA, 1992).

Foram definidas as classes solo exposto (1), agricultura (2), água (3) e remanescentes de vegetação nativa (4).

O procedimento de classificação foi realizado num mesmo computador e o tempo de processamento foi anotado. Após a classificação foram amostrados pontos para aferição em campo. A partir destes dados, analisou-se a acurácia dos mapas de uso e ocupação da terra por diferentes softwares, considerando o tempo máximo para delimitação das áreas de treinamento, por meio do coeficiente de kappa, que avalia a concordância entre a verdade terrestre e o mapa temático (Moreira 2001).

A partir dos mapas de uso e ocupação da terra produzidos em cada software foi gerado o índice de urbanidade, para averiguar a interferência do software no método de classificação.

O índice de urbanidade (IB) é utilizado para mensurar o quanto as paisagens estão dominadas por sistemas fortemente alterados pelo homem (WRBKA et al. 2004) e foi calculado no software IDRISI SELVA, pela Equação 1:

$$IB = \log_{10} \left[\frac{(A + U)}{F + W} \right]_{Eq(1)}$$

onde U = área urbana, A = área agrícola, F = áreas florestais, W = água e áreas alagadas,

O desempenho do método de classificação nos diferentes softwares foi mensurado por meio do tempo de execução, número de pixel amostrado, acurácia, área das classes mapeadas e o índice de urbanidade.

Resultados e Discussão

O coeficiente de kappa nos mapeamentos foi 0,52 (SPRING), 0,51 (ARCGIS), 0,49 (MULTISPEEC) e 0,41 (IDRISI). O tempo de processamento após a delimitação das áreas de treinamento foram <-5 minutos para SPRING e MULTISPEEC e entre 5 e 10 minutos para os softwares ARCGIS e IDRISI, sendo contabilizado o tempo de geração dos arquivos de assinatura e o mapa de uso e ocupação da terra.

No tempo estipulado (3 horas), o software que apresentou maior agilidade para a delimitação das áreas de treinamento foi o ARCGIS (11.172 pixel) e a menor agilidade foi observada para o SPRING (6.491 pixel) (Tabela 1).

Tabela 1: Número de pixel amostrado por classe de uso e ocupação da terra em cada software utilizado no tempo máximo de três horas.

CLASSES	SPRING	MULTISPEEC	IDRISI	ARCGIS	MÉDIA
Solo exposto	4.100	3.985	3.099	3.334	3.629,50
Agricultura	688	2.748	1.189	4.572	2.299,25
Água	171	320	396	767	413,50
Remanescentes Florestais	1.532	2.407	2.068	2.499	2.126,50
TOTAL	6.491	9.460	6.752	11.172	8.468,75

Relacionando os dados do coeficiente de acurácia e a quantidade de pixel amostrado no mesmo intervalo de tempo, podemos descartar a relação entre quantidade de pixel amostrada e acurácia no mapeamento, pois a menor amostragem apresentou a maior acurácia. Dessa forma, deve-se discutir sobre a eficiência e o desempenho durante a delimitação das áreas de treinamento e o algoritmo da classificação supervisionada em relação a agilidade e facilidade de um software.

O mapeamento de uso e ocupação da terra apresentou variação em área (ha) quando comparamos os *softwares* utilizados para a classificação supervisionada por MAXVER (Tabela 2 e Figura 2). A classe que ocupou maior área foi solo exposto, com máximo de 19.991,25 ha no MULTISPEEC e mínimo de 10.027,08 ha (IDRISI). A classe com menor variação (proporcional) foi remanescentes florestais, que apresentou maior área no mapeamento obtido pelo ARCGIS (13.193,10 ha) e menor pelo MULTISPEEC (7.077,42 ha).

Tabela 2: Área (ha) das classes de uso e ocupação da terra em cada software utilizado.

Classes	Área(ha)				
	SPRING	MULTISPEEC	IDRISI	ARC	MÉDIA
Solo exposto	17.258,76	19.991,25	10.027,08	14.345,73	15.405,71
Agricultura	7.511,31	6.708,06	12.153,51	6.230,61	8.150,87
Água	180,00	450,63	190,35	457,92	319,73
Remanescentes Florestais	9.277,29	7.077,42	11.856,42	13.193,10	10.351,06
Total	34.227,36	34.227,36	34.227,36	34.227,36	34227,36

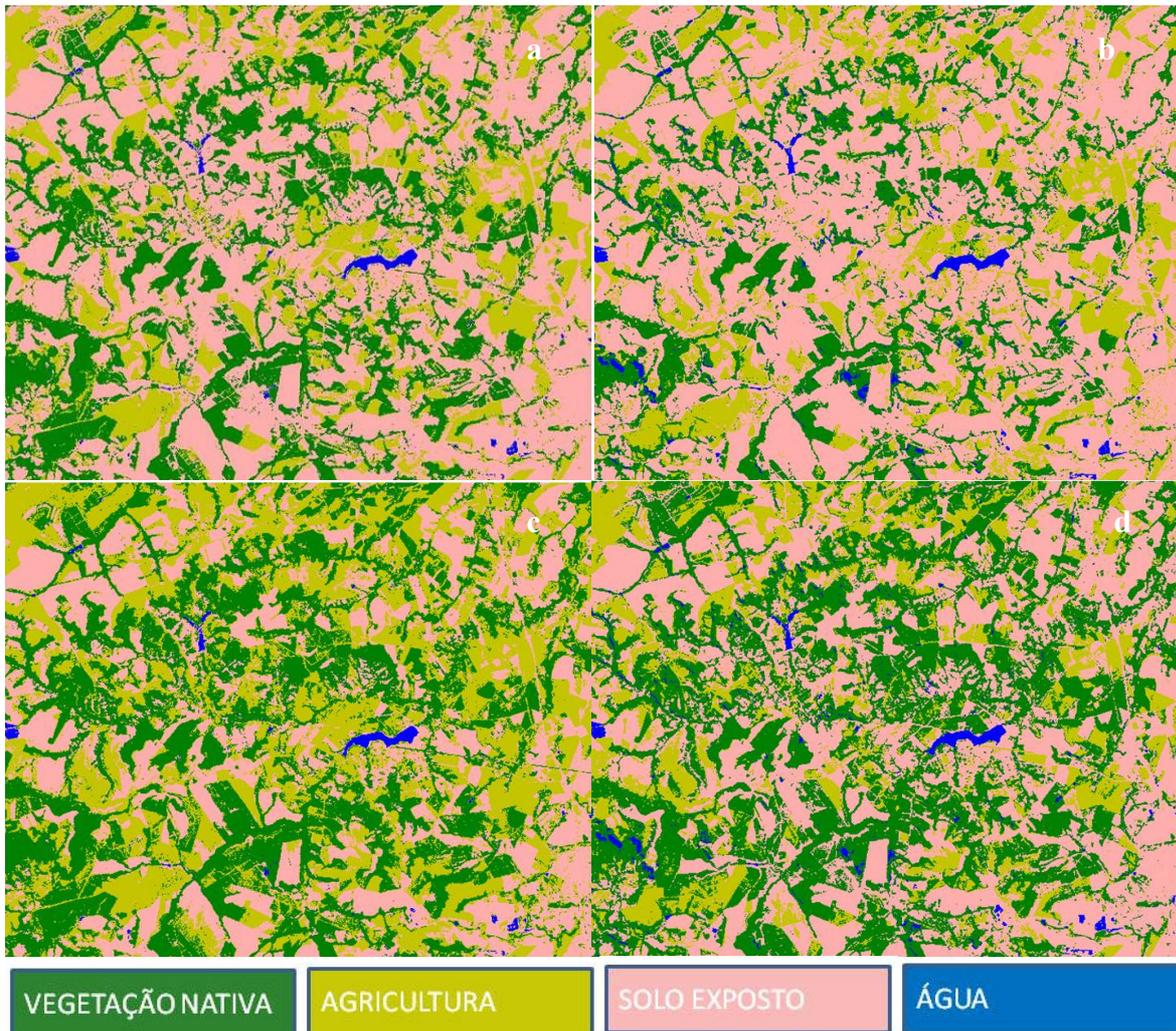


Figura 2: Uso e ocupação da terra obtido pela classificação supervisionada por máxima verossimilhança nos softwares: a) SPRING 5.2; b) MULTISPEEC; c) IDRISI SELVA e d) ARCGIS 10.

Tal variação nos valores de área das classes deve-se ao fato que as áreas de treinamento delimitadas não foram suficientes para definir o intervalo espectral. . Por exemplo, na comparação entre os mapas, verificou-se a tendência a discordâncias em relação à classe remanescentes florestais e agricultura que pode ser explicada pelo fato da resposta espectral de um alvo contido numa área nunca é homogênea e exclusivamente daquele alvo (MOREIRA, 2001).

Quando o analista opta por este método deve refinar a amostragem a fim de que a acurácia seja acima de 85%, que é considerada excelente. Nesse sentido, o *software* SPRING 5.2 possui a ferramenta de pré-classificação que permite a análise das áreas de treinamento identificando quais polígonos (individualmente e da classe) estão gerando confusão, possibilitando o refinamento das amostras sem digitalizar novas áreas. Nos outros casos, para o refinamento seria necessário com o aumento do tempo para delimitação das áreas de treinamento.

O índice de urbanidade (IB) gerado a partir dos mapeamentos obtidos no SPRING 5.2, MULTISPEEC, ARCGIS 10 e IDRISI SELVA apresentou paisagem com qualidade e grau naturalidade distintos (Figura 3 e Figura 4), com valor médio de 0,611, 0,73, 0,414 e 0,334.

O IB varia de 0 a 1, com o valor 0 para com alta naturalidade e 1 para ambiente com alta urbanidade (predomínio de ecossistemas antropogênicos). Os valores do IB obtidos da classificação nos *softwares* SPRING 5.2 e MULTISPEEC demonstram que a paisagem está

influenciada por atividades antrópicas, com predomínio de tecnoecossistemas com suas funções e serviços comprometidos. Em contrapartida, as paisagens retratadas a partir do ARCGIS e do IDRISI SELVA têm menor influência antrópica,

Na paisagem criada no ARCGIS a proporção de ecossistemas naturais e tecnoecossistemas é similar, com a presença de vários ambientes com alta e média naturalidade da mesma forma que aqueles de alta urbanidade.

Entre as paisagens analisadas, o mapa de uso e ocupação resultante da classificação supervisionada do IDRISI SELVA apresentou os menores valores de IB, ou t, é a paisagem com menor influência de ecossistemas antropogênicos e onde teriam as funções e serviços ecossistêmicos menos comprometidos entre os representados.

A situação demonstrada neste trabalho é contrária ao recomendado por Attanasio (2004) de que os indicadores devem ser precisos e fiéis em descrever uma função específica do ambiente. As quatro paisagens criadas pela classificação supervisionada em diferentes *softwares* não permitem definir com clareza e precisão qual a função do ambiente e qual a realidade (alta naturalidade ou alta urbanidade).

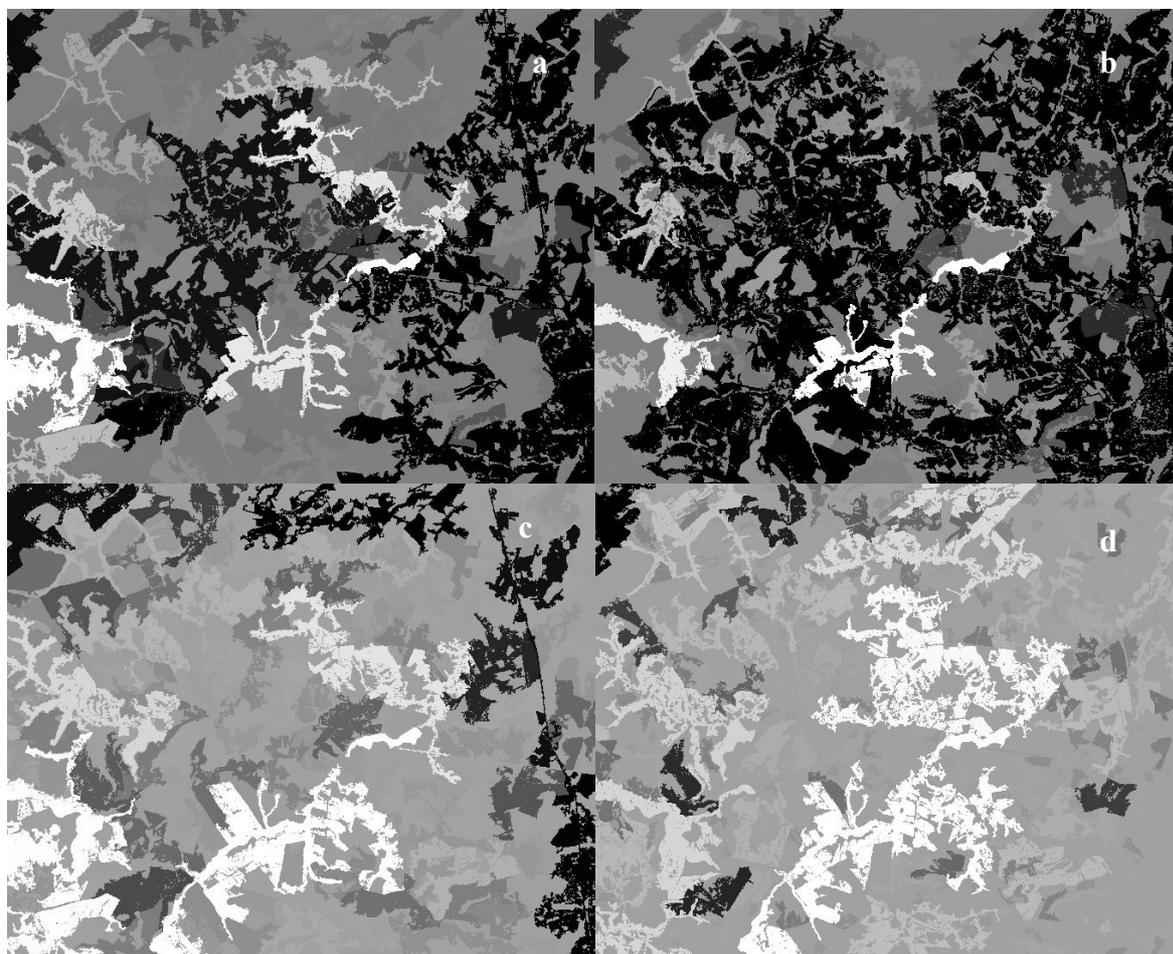


Figura 3: Índice de Urbanidade (IB) gerado a partir do mapeamento obtido de a) SPRING; b) MULTISPEEC; c) ARCGIS e d) IDRISI SELVA. O IB varia de 0 a 1, sendo 0 branco e 1 preto.

Deve-se ressaltar que na definição do método, por exemplo, foi estipulado um máximo de três horas para a delimitação das áreas de treinamento, o que difere à realidade. O tempo a ser destinado para a digitalização das amostras deve ser compatível com as necessidades e particularidades da paisagem analisada.

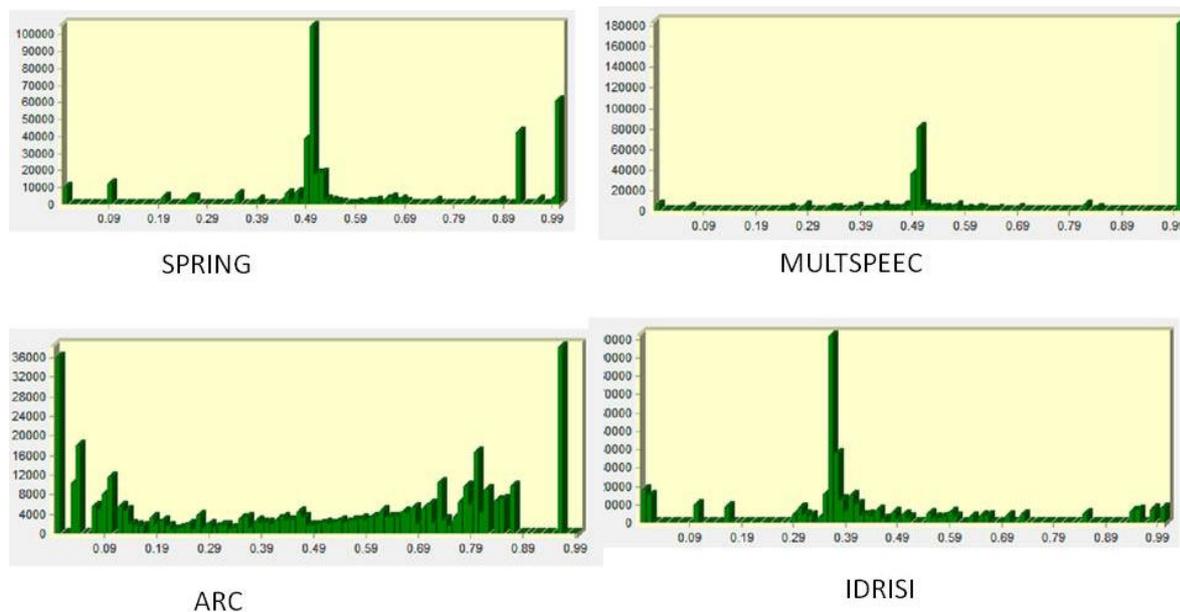


Figura 4: Distribuição dos valores do índice de urbanidade a partir do mapeamento obtido nos diferentes softwares para a mesma área.

Outro aspecto a ser considerado é: os mapeamentos devem ser refeitos e refinados até que a acurácia seja superior a 85%. Como um dos objetivos deste trabalho era averiguar o desempenho dos diferentes *softwares*, a etapa de refinamento das amostras não refeita

A diferença encontrada entre os *softwares* deve-se à resposta espectral dos alvos proveniente da superfície de fundo e de outros alvos dentro da área, além de que um mesmo tipo de alvo pode apresentar mais de um comportamento espectral ou então, a existência de diferentes classes com comportamentos espectrais semelhantes (MOREIRA, 2001; ESTMAN, 1998) e a padronização do método de obtenção das áreas de treinamento pelo tempo pode não ter sido suficiente para um determinado programa definir corretamente o intervalo espectral das classes.

Um aspecto encontrado por APLIN et al (1999) é a confusão de classificação entre classes que se apresentam como uma mistura de vários componentes de cobertura do solo. Isso corrobora encontrado neste trabalho, quando a área localizada na margem norte da represa, que possui uma largura aproximada de 60m (aproximadamente de dois pixels), foi classificada por um *software* como pertencente à classe agricultura, num segundo como remanescente florestal e em outro à água, devido aos usos no entorno apresentarem valores muito discrepantes, a resposta espectral desses alvos pode ter sido comprometida.

Conclusões

Houve diferença dos dados obtidos a partir da classificação supervisionada por máxima verossimilhança gerados nos *softwares* SPRING 5.2, MULTISPEEC, ARCGIS 10 e IDRISI versão SELVA.

A maior acurácia e menor quantidade de pixel amostrados foi obtido do SPRING 5.2, assim não é possível relacionar quantidade de área de treinamento e acurácia no mapeamento.

Os programas com maior tempo de processamento foram o ARCGIS 10 e o IDRISI versão SELVA.

Os diversos intervalos e frequência do índice de urbanidade gerados a partir do produto dos diferentes softwares demonstram, com mais evidência que a análise isolada dos dados de uso e ocupação da terra, como a escolha da técnica de classificação, do método e do programa interfere no desempenho de um determinado índice.

Referências

- Aplin, P.; Atkinson, P. M. E Curran, P. J. Fine Spatial resolution simulated satellite sensor imagery for land cover mapping in the United Kingdom. **Remote sens. Environ**, v. 68, p.206-216, 1999.
- Attanasio, C. M. **Plano de manejo integrado de Microbacias Hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade**. Tese de doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2004.
- Aronoff, S. **Geographic Information Systems : A management perspective**. WDL Publications. Ottawa, Canadá. 1994. 294 p.
- Crosta, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. IG/UNICAMP. 1992. 170p.
- Escada, M. I. S. E Kurkdjian, M. L. N.O. **Utilização de tecnologia de sensoriamento remoto para o planejamento de espaços livres urbanos de uso coletivo**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8, Curitiba, 1993. Anais. p32-39, 1993.
- Girão, O.; Corrêa, A. C. B. A contribuição da geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. **Revista de Geografia**.UFPE-DCG, vol. 21, nº2, jul/dez 2004, pag. 36-58.
- MAUD, F. F. E LIMA, G. de. Planejamento Estratégico de Sistemas Hídricos. In.: Martins, R. C. E Valencio, N. F. L. Da S. **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafio teóricos e político-institucionais**. São Carlos. RiMa, 2003. 307p. p. 99-126.
- Moreira, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologia de aplicação**. INPE Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2001. 250p.
- O’neill, D. W.; Tyedmers, P. H.; Beazley, K. F. Human appropriation of net primary production (HANPP) in Nova Scotia, Canada. **Reg Environ Change** (2007) 7:1–14
- Torres-Gómez, M.; Delgado, L. E.; Marín, V. H.; Bustamante, R.O. Estructura del paisaje a lo largo de gradientes urbano-rurales en La cuenca del río Aisén (Región de Aisén, Chile). **Revista Chilena de Historia Natural**, v82: 73-82, 2009.
- Wrbka, T.; Erb, K. H.; Schulz, N. B.; Peterseila, J.; Hahna, C.; Haberl, H. Linking pattern and process in cultural landscapes. An empirical study based on spatially explicit indicators. **Land Use Policy** 21 (2004) 289–306