

Estudo Comparativo entre Softwares na Classificação de Imagens de Alta Resolução Espacial

Anderson Reis Soares¹
Michele Beppler²

^{1,2}Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB
Av. 1º de Maio, 720, Jaguaribe, João Pessoa - PB

¹andersonreis.geo@gmail.com

²michelebeppler@ifpb.edu.br

Abstract. The advancement of satellite sensors, algorithms and classification techniques, made possible to characterize more precisely, the urban environment. The use of digital image processing (DIP), through techniques of classification, has become a practical and effective tool for understanding the dynamics of the use and occupation of land. In this context, this study aimed to evaluate the parameters for classification of high spatial resolution on different softwares in order to indicate which demonstrate the best result for an urban area. Was used the technique of Classification Object Oriented (COO), since it is one of the recommended techniques for high-resolution images in the two software Envi EX and Spring 5.1.8. The results revealed that both softwares have positives and negatives to the use of COO.

Palavras-chave: Object-Oriented Classification, images, algorithms, urban.

1. Introdução

Com o avanço do sensoriamento remoto nas últimas décadas, dos algoritmos classificadores e das técnicas de classificação, é possível caracterizar com maior precisão o ambiente urbano. Essa geotecnologia, combinada com as demais, Sistema de Informação Geográfica (SIG) e Sistema de Posicionamento Global (GPS), por exemplo, permite, atualmente, uma compreensão mais rápida do ambiente, seja ele urbano ou rural.

Imagens provenientes de sensores orbitais geram uma grande quantidade de dados, estes podem gerar informações para as mais diversas áreas de estudos, proporcionando diversos temas para pesquisas. As imagens de alta resolução espacial surgiram como um grande instrumento para compreensão da dinâmica do ambiente urbano. Sua resolução, que para alguns sensores vai abaixo da escala métrica podendo chegar a 25 cm no nadir, permite que sejam realizados mapeamentos em escalas grandes, até 1:1800 segundo Celestino et al (2007), se tornando um instrumento importante para o planejamento urbano dos municípios.

O problema na classificação de imagens de alta resolução, até pouco tempo consistia na falta de uma metodologia eficaz para fornecer uma maior precisão à classificação. Essa dificuldade é evidenciada no momento da classificação de imagens de alta resolução em áreas urbanas, devido à heterogeneidade da malha urbana. Métodos recentes como, as redes neurais e a classificação orientada a objetos (COO), vieram para suprir esta necessidade na delimitação de alvos existentes em zonas urbanas.

Este trabalho tem por objetivo estudar parâmetros de classificação de imagens de alta resolução espacial(QuickBird) e de softwares diferentes com o intuito de indicar o que demonstrar o melhor resultado para uma área urbana. Para isso foi utilizada a técnica de COO, já que é uma das técnicas mais indicadas para imagens de alta resolução. Na COO o algoritmo não se baseia apenas na análise isolada de um pixel, mas na análise de segmentos extraídos a partir do processo de segmentação. Este processo é nada mais que a divisão da imagem em áreas similares, ou seja, a partir dos dados do histograma, pixels com a mesma intensidade,

cor, textura são agregados formando polígonos, os quais são utilizados no processo de classificação.

2 Metodologia de Trabalho

A área de estudo encontra-se localizada no município de João Pessoa/PB e possui uma grande heterogeneidade, área de mata, um trecho do Rio Jaguaribe e ocupação urbana, de alto e baixo padrão.

Para executar a metodologia proposta utilizou-se uma imagem de satélite QUICKBIRD do ano de 2008, com resolução aproximada de 60cm, georeferenciada no Datum SIRGAS 2000, com coordenadas UTM 287717.4970 N, 9220446.3900 E e 301720.2970 N, 9209999.7900 E, na zona 25S. A imagem já foi obtida georeferenciada, recortada e em composição colorida 3R2G1B.

Em geral, os softwares de PDI possuem os mesmos algoritmos, o que não significa que eles ofereçam os mesmos resultados. Foram avaliados em dois diferentes softwares de PDI, o ENVI EX e o SPRING 5.1.8, para determinar qual geraria o melhor resultado.

No momento da classificação buscou-se realizar a coleta das amostras a partir das mesmas regiões, para todos os testes, com o intuito de padronizar para poder comparar de forma mais justa o desempenho de ambos os softwares. Após a classificação não foram feitas correções nas imagens classificadas, já que o intuito da pesquisa é comparar os classificadores. A partir dos resultados das classificações foi realizada uma análise estatística dos resultados.

A metodologia proposta foi dividida em etapas distintas, conforme ilustra a Figura 1. Cada uma das etapas encontram-se detalhadas nos itens subsequentes.

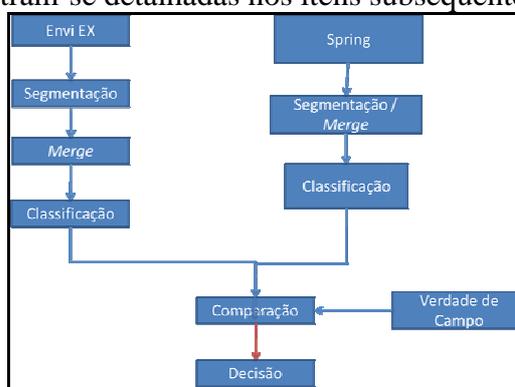


Figura 1. Diagrama para realização dos testes

2.1 ENVI EX

No ENVI EX para o desenvolvimento do COO, é utilizada a ferramenta Feature Extraction, que necessita da definição dos parâmetros de segmentação e merge (união) além dos parâmetros dos classificadores.

Inicialmente deve ser definida a escala de segmentação da imagem, que varia de 0 a 100 no software. O valor 0 (zero) corresponde a uma supersegmentação, onde as menores variações no nível são separadas, e 100 (cem) que equivale a não realizar a segmentação.

O algoritmo segmentador do software é o edge-based, que utiliza um filtro na imagem, que classifica os pixels como sendo de borda ou não. Os pixels que não são separados são agregados em uma mesma categoria.

A próxima etapa é a definição da escala de merge dos pixels segmentados, que também varia de 0 a 100, onde 0 é a não realização da união dos polígonos e 100 onde a uma união total dos pixels segmentados, resultando em uma imagem com apenas um polígono.

O próximo passo é definir qual método será utilizado para a classificação, se utilizando regras de decisão, ou se coletando amostras, como foi o caso. Após essa etapa, as classes são criadas e as amostras são adicionadas às suas respectivas classes. O Envi EX possui apenas dois algoritmos de classificação, ambos supervisionados, o K-NN (K-Nearest Neighbor), e o Support Vector Machines (SVM).

O algoritmo utilizado foi o K-NN, que foi descrito primeiramente nos anos 1950, ele vem sendo muito usado, principalmente em reconhecimento de padrões. Ele utiliza amostras que representam as classes entre as k amostras mais próxima de um vetor, ou seja, para classificar objetos com base em exemplos de treinamento que estão mais próximos no espaço de características.

O valor de k é o número de vizinhos que serão utilizados pelo algoritmo e varia entre 1 e 99. Se k for muito pequeno, pode ocorrer ruídos na classificação, contudo se k for muito grande, a vizinhança pode incluir elementos de outras classes. Para a definição do valor, foram realizados testes iniciando de 1 até 99, tentando encontrar um intervalo entre estes valores satisfatórios.

2.2 SPRING

Para o desenvolvimento da COO no software SPRING, inicialmente foi necessária a segmentação da imagem. O software possui dois algoritmos de segmentação, o crescimento de regiões e o detecção de bacias.

O algoritmo utilizado neste trabalho foi o de crescimento de regiões, que possui como parâmetros o limiar de similaridade e o tamanho mínimo de área, utilizado para a união dos polígonos resultantes.

Inicialmente o segmentador, crescimento de regiões, rotula cada pixel como uma região distinta, através de um critério de similaridade, e baseando-se em um teste de hipótese estatística. Em seguida a imagem é dividida em várias sub-imagens, e então é realizada a união entre elas seguindo o limiar de área já definido.

Foram realizados vários testes com os parâmetros variando entre 10 e 99 para a similaridade e 10 e 150 para a área, até que fosse obtido um valor satisfatório. Após a segmentação foi realizada a classificação da imagem.

Para esta etapa buscou-se utilizar as mesmas quantidades de amostras utilizadas na classificação do Envi EX, e nas mesmas regiões. Contudo, em alguns casos, não foi possível devido às diferenças nas segmentações.

O Spring possui cinco algoritmos de classificação, porém utilizou-se apenas o Battacharya, já que os demais necessitam de dados adicionais, ou é um algoritmo de classificação não supervisionado. O algoritmo Battacharya, mede a distância média entre as distribuições de probabilidades de classes espectrais, para a classificação da região segmentada. Para a classificação foram utilizados os limiares de 75%, 95% e 99%.

3. Resultados e Discussão

3.1 Segmentação Envi EX

A realização da segmentação da imagem, no Envi EX, sem a utilização do merge, apresentou os piores resultados, que persistiram para todos os parâmetros de segmentação, mais próximos ou não da supersegmentação ou de uma baixa segmentação.

Com o parâmetro de segmentação no valor 30 sem o uso do merge, uma alta quantidade de polígonos foi gerada, 60.081, tornando clara a presença da supersegmentação nesse experimento.

Com parâmetro da segmentação com um valor de 60 sem o uso do merge, o número de polígonos é reduzido, cerca de 23.000, contudo áreas de solo exposto foram confundidas com

área de vegetação rasteira. Além da confusão entre as calçadas e as vias públicas pavimentadas.

Os melhores resultados obtidos no Envi EX foram os que tiveram os parâmetros de segmentação e merge próximos aos valores de extremo, ou seja, os valores mais próximos da supersegmentação, e os de maior merge conseguiram delimitar melhor os objetos na imagem.

Utilizando o valor de segmentação de 5 e de merge de 95 foram gerados cerca de 2.000 polígonos. Em algumas áreas houve grandes confusões. Novamente o pavimento nas vias foi confundido com as calçadas do passeio público. Grandes áreas de vegetação também foram agregadas.

Com os valores de 15 e 80 para os parâmetros de segmentação e merge respectivamente, foram gerados cerca de 11.000 polígonos. Este resultado manteve, na maioria das vezes, a forma das ruas e separou em alguns trechos o solo exposto da vegetação rala.

O aumento do parâmetro de merge em 10, no experimento anterior, acarretou em uma maior confusão com entre o calçamento das vias e o do passeio público.

Utilizando os parâmetros de 10 e 85, para segmentação e merge respectivamente, foram gerados cerca de 8.000 polígonos. Nesse experimento houve uma boa definição dos alvos. A definição dos trechos de calçamento nas vias e no passeio público na maioria dos casos foi satisfatória.

Para o parâmetro de segmentação de 20 e 80 de merge, foi obtido um dos melhores resultados. A definição do calçamento e da vegetação foi bem resolvida pelo algoritmo.

Utilizando os parâmetros de 5 e 85 para segmentação e merge respectivamente, foram gerados cerca de 9.000 polígonos.

Na maioria dos casos houve uma boa definição dos alvos, contudo uma pequena confusão entre solo exposto e o calçamento em uma das ruas permaneceu após o processamento. Em todos os experimentos, exceto naqueles em que foi realizada apenas a segmentação com parâmetros abaixo de 50, as coberturas de telha de cerâmica de algumas casas foram agregadas.

A utilização da banda do infravermelho próximo durante o processo poderia melhorar o resultado final do processamento, já que poderia servir como banda de exclusão especialmente para a vegetação.

3.2. Classificação Envi EX

Para a classificação no software Envi EX foram realizados 7 testes utilizando diferentes parâmetros variando de 1 a 99, para o classificador K-NN, utilizando a imagem segmentada, com o parâmetros de 10 para segmentação e 90 para merge.

O primeiro teste, Figura 2 (a), foi realizado utilizando o parâmetro K com valor de 1. Muitas confusões foram feitas pelo algoritmo classificador, especialmente entre as classes solo_vegetação e asfalto, e entre cimento_amianto e solo_exposto.

Os erros presentes na classificação anterior mais uma vez estiveram presentes nas demais classificações, como pode ser observado na Figura 2 (b), que utilizou o parâmetro de k igual a 20, obteve o mesmo resultado do experimento anterior.

Além das inconsistências na classificação, após a exportação das classes para arquivo shapefile, houve um erro, conforme ilustra a Figura 2 (c), alguns trechos ficaram sem classe.



Figura 2. Resultado da Segmentação do software ENVI EX. a) Resultado da Classificação utilizando parâmetro k de 1. b) Resultado da Classificação utilizando o valor de 20 para o parâmetro k. c) Erro na exportação para arquivo shapefile.

3.3. Segmentação SPRING

Foram realizados cerca de 70 testes, assim como também foi realizado no software Envi Ex. Os parâmetros de segmentação variaram de 5 à 99 e os de área, variou de 5 à 150.

A segmentação utilizando os parâmetros 10 para similaridade e 10 para área gerou uma supersegmentação.

Utilizando os parâmetros de similaridade e área de 20 e 50, há uma redução significativa de polígonos gerados. Apesar da redução de polígonos ainda há a supersegmentação.

O seguinte experimento teve como parâmetros de similaridade e área os valores de 30 e 40. Neste experimento houve a redução do número de polígonos em comparação ao primeiro experimento no que utilizou os parâmetros de 10 para similaridade e de 10 para a área. O experimento teve como parâmetros de similaridade e área os valores de 40 e 20. Esse foi o primeiro experimento a apresentar um conflito entre o pavimento claro das ruas e as calçadas. A área de vegetação densa presente na imagem já apresenta uma maior confusão com o solo exposto e vegetação rala comparada com a anterior.

O próximo experimento teve como parâmetros de similaridade e área os valores de 50 e 50. Novamente ocorreu um conflito entre o pavimento claro dos logradouros e as calçadas. A área de vegetação densa presente na imagem foi quase que totalmente agregada ao solo exposto e vegetação rala. Na parte urbana ainda foram agregados o calçamento claro dos logradouros e alguns trechos de solo exposto.

Algumas inconsistências foram encontradas em alguns experimentos. A área de vegetação densa, no experimento que utilizou os valores de 30 e 40, para segmentação e similaridade respectivamente, apresentou imprecisão com o solo exposto e vegetação rala.

A segmentação utilizando os valores de 20 para similaridade e 150 para área apresentou um resultado pouco satisfatório. Algumas áreas foram bem segmentadas, contudo alguns trechos de vegetação foram unidos ao asfalto.

Em algumas áreas, especialmente, as próximas aos trechos de corpo d'água houve inconsistências dos algoritmos segmentadores tanto do Spring, quanto do Envi EX.

3.4. Classificação SPRING

Para a classificação no SPRING, foram realizados quatro testes utilizando os limiares de 75%, 90%, 95% e 99%, utilizando a segmentação com os parâmetros de 10 para o limiar de similaridade e de 90 para a área.

A matriz de confusão obteve um erro médio de 0,33%, resultando em um desempenho de 97,67%, cuja maior discrepância foi na classe vegetação aquática. A matriz de confusão apresenta a distribuição de porcentagem de pixels classificados correta e incorretamente, essa informação mostra que de acordo com software, a classificação obteve um bom resultado.

As classificações apresentaram resultados próximos aos esperados. As confusões entre o asfalto claro e as calçadas, praticamente todas as de cimento, foi evidenciado.

A primeira classificação realizada, Figura 3 (a), utilizou o limiar de 75%. Nessa classificação houve uma boa definição na maioria das classes, contudo, a classe solo exposto foi muito confundida com o asfalto claro.

Novamente na classificação utilizando o limiar de 90%, Figura 3 (b), houve uma boa definição na maioria das classes, contudo, a classe solo exposto foi muito confundida com o asfalto claro.

A classificação utilizando o limiar de 95%, Figura 3 (c), houve uma boa definição na maioria das classes, contudo, a classe solo exposto foi muito confundida com o asfalto claro.

A classificação utilizando o limiar de 99%, Figura 3 (d), houve uma boa definição na maioria das classes. Contudo, a classe solo exposto foi novamente confundida com o asfalto claro, reforçando a ideia que, com a alteração no limiar de aceitação, não há mudanças significativas na classificação.

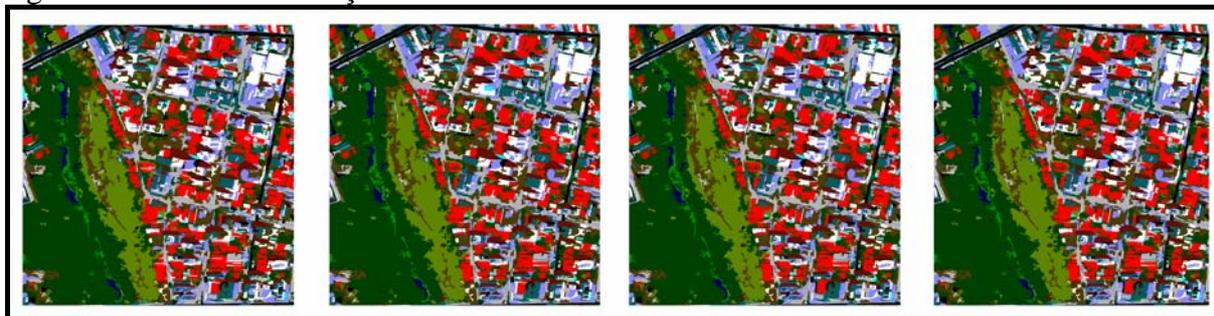


Figura 3. Resultado da Classificação do software Spring. a) Resultado da Classificação Spring com limiar de 75%. b) Resultado da Classificação Spring com limiar de 90%. c) Resultado da Classificação Spring com limiar de 95%. d) Resultado da Classificação Spring com limiar de 99%.

3.5. Avaliação dos Resultados

A realização da comparação estática das classificações foi realizada devido a não possibilidade da realização da álgebra de mapas, que iria fornecer uma comparação espacial do software, devido a problemas na exportação e importação dos dados para o ArcGIS, que não possibilitou à geração da informação no formato raster. As comparações dos resultados entre as classificações e a verdade de campo estão presentes na Tabela 1.

Tabela 1. Áreas Classificadas Envi Ex x SPRING x Verdade de Campo

Classes	Resultados das Classificações				
	Spring	Envi EX	Verdade de Campo	Variação	Variação
	(Área % ≈)	(Área % ≈)	(Área % ≈)	Verd. Campo -Spring	Verd. Campo -Envi EX
Água	1,37%	1,26%	1,34%	-0,03%	0,08%
Asfalto Claro	8,10%	5,52%	3,67%	-4,43%	-1,85%
Asfalto	1,28%	0,98%	1,06%	-0,22%	0,08%
Cimento/Amianto	4,99%	8,02%	15,79%	10,80%	7,77%
Metal	4,97%	0,54%	0,47%	-4,50%	-0,07%
Piscina	0,59%	0,17%	0,31%	-0,28%	0,14%
Pixel Estourado	1,72%	1,81%	3,00%	1,28%	1,19%
Solo Exposto	10,59%	6,73%	3,29%	-7,30%	-3,44%
Solo/Vegetação	19,76%	26,61%	19,33%	-0,43%	-7,28%
Sombra	2,91%	3,53%	4,78%	1,87%	1,25%
Telha Cerâmica	8,72%	9,67%	10,67%	1,95%	1,00%
Vegetação Aquática	1,70%	0,31%	4,17%	2,47%	3,86%
Vegetação Densa	33,30%	34,85%	32,05%	-1,25%	-2,80%

Os resultados mostram que nenhum dos dois softwares obteve resultados próximos em todas as classes. As principais discrepâncias encontradas em ambos os softwares foram nas classes: asfalto claro, cimento/amianto, solo exposto e vegetação aquática. Além destes no software Spring também houve uma alta discrepância na classe metal. Já no software Envi EX a classe solo exposto se sobressaiu apresentando mais de 7% de diferença.

4. Conclusões

O software Envi EX apresentou os melhores resultados na segmentação da imagem.

O software Spring apresentou resultados satisfatórios, mesmo apresentando algumas falhas na segmentação e na classificação. O fato de fornecer a matriz de confusão no momento da classificação possibilita ao usuário uma análise estatística da imagem.

A pequena diferença entre as classificações, de cada software, mostra que a alteração do parâmetro dos algoritmos classificadores, não afeta significativamente no resultado da classificação, tornando mais importante à correta escolha das amostras.

O algoritmo segmentador do software Envi EX, foi mais eficiente, apresentando um resultado mais próximo do esperado.

Ambos os algoritmos classificadores dos softwares, em algumas classes, tiveram seus resultados satisfatórios. Neste contexto, o problema nas demais classes pode ter sido causado devido à alta correlação entre as mesmas, além de diferenças na obtenção das amostras e no método de decisão do algoritmo.

4. Agradecimentos

Agradeço ao IFPB e ao Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento pela infraestrutura disponibilizada e a minha Orientadora Prof. MSc. Michele Beppler pelo apoio.

5. Referência Bibliográfica

Celestino, Vivian da Silva; Saldanha, Dejanira Luderitz; Rocha, Ronaldo dos Santos da. **Avaliação da qualidade de produtos gerados a partir de imagem Quickbird através do PEC – Brasileiro**. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, p. 507 – 514.

Cerqueira, José Antônio Cavalcante; Alves, Alexandre de Oliveira. **Classificação de Imagens de Alta Resolução Espacial para o Mapeamento do Tipo de Pavimento Urbano**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010, p. 000-001.

Corte, Ana Paula Dalla; Dlugosz, Fernando Luís; Centeno, Jorge Antônio Silva. **Testes de Limiares para a Segmentação de Imagens SPOT-5 Visando a Detecção DE Plantios Florestais** - Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 6, n. 2, p. 249-257, abr./jun. 2008.

Espindola, Giovana Mira de. **Ajuste de Parâmetros em Algoritmos de Segmentação de Imagens por Crescimento de Regiões**. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. 2006 INPE São José dos Campos.

Glasbey, C. A.; Horgan, G. W. **Image analysis for the biological sciences**.

Körting, Thales Sehn. **Classificação de Imagens por Regiões**. São José dos Campos, 12 de Setembro de 2006.

Lorena, Ana Carolina; CARVALHO, André C. P. L. F. de. **Uma Introdução às Support Vector Machines**

Sandric, I.; Mihai, B.; Chitu, Z.; Gutu, A.; Savulescu, I. **Object-Oriented Methods For Landslides Detection Using High Resolution Imagery, Morphometric Properties and Meteorological Data** –In: Wagner W., Székely, B. (eds.): ISPRS TC VII Symposium – 100 Years ISPRS, Vienna, Austria, July 5–7, 2010, IAPRS, Vol. XXXVIII, Part 7B.