

# SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS ORBITAIS: AVANÇOS PARA PARAMETRIZAÇÃO AUTOMÁTICA DE ESCALA EM MÉDIA E ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL

Roberta Brasileiro<sup>1</sup>, Paula Maria Moura de Almeida<sup>1</sup>, Carla Bernadete Madureira Cruz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro – Departamento de Geografia  
Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais  
219490-900 – Rio de Janeiro – RJ, Brasil  
roberta.brasileiro.c@gmail.com; almeida.pmm@gmail.com; carlamad@ufrj.br

## RESUMO

O presente estudo se propõe a avaliar a utilização da metodologia automática de definição do fator de escala proposta por Drăgut [1] para imagens de alta resolução espacial (RapidEye) e média resolução espacial (Landsat 8). Inicialmente proposta para imagens de altíssima resolução espacial (testado em QuickBird), a ferramenta ESP Tool define o parâmetro de escala considerando uma segmentação multiresolução em 3 níveis. Utilizando uma segmentação manual como referência e realizando métricas de proximidade para compará-la com a segmentação automática do método, o estudo conclui que a metodologia atende de modo satisfatório a segmentação das imagens nas diferentes resoluções espaciais avaliadas. Sendo assim, a ferramenta ESP Tool se apresenta como uma ferramenta de grande potencial para utilização de maneira automática, em distintas escalas, sem depender do conhecimento do usuário e passível de se aplicar em grandes porções do território de maneira eficiente e sem custos adicionais.

**Palavras-chave** — segmentação de imagens, ESP Tool, Multiresolução, Ecognition, GEOBIA.

## ABSTRACT

*The present study aims to evaluate the use of the automatic scale factor definition methodology proposed by Drăgut [1] for high spatial resolution images (RapidEye) and medium spatial resolution (Landsat 8). Initially proposed for images of very high spatial resolution (tested in QuickBird), the ESP Tool defines the scale parameter considering a multiresolution segmentation in 3 levels. Using a manual segmentation as reference, and performing proximity metrics to compare it with the automatic segmentation of the method, the study concludes that the methodology satisfies the segmentation of the images in the different spatial resolutions evaluated. Therefore, the tool ESP Tool presents itself as a tool of great potential for use in an automatic*

*way, in different scales, without depending on the knowledge of the user and able to apply in large portions of the territory in an efficient way and without additional costs.*

**Key words** — *image segmentation, ESP Tool, Multiresolution, Ecognition, GEOBIA*

## 1. INTRODUÇÃO

A classificação de imagens de satélites é hoje um dos principais recursos de extração de informações na área do Sensoriamento Remoto, tornando-se cada vez mais popular e necessário como suporte às crescentes demandas de planejamento da sociedade. No entanto, muitas questões sobre classificação ainda estão em discussão, sendo uma das principais questões a segmentação.

A segmentação é um processo de agrupamento de pixels que possam ser discriminados por características semelhantes, sendo um procedimento preparatório para uma classificação posterior que se baseará não mais em valores individuais dos pixels, e sim nessas regiões criadas [2]. Esta operação é considerada um dos pontos mais críticos em todo o processo classificatório, uma vez que seus resultados impactarão diretamente no mapeamento final, de modo a potencializar a modelagem da classificação ou a debilitá-la [3].

De um modo geral, há diversos meios de segmentar uma imagem, porém a segmentação mais utilizada é a Multiresolução, por considerar os diferentes níveis de organização na estrutura da paisagem. Nesta segmentação os níveis podem ter relações hierárquicas entre eles, herdando as características da segmentação anterior. O algoritmo de agrupamento neste caso se baseia em duas principais variáveis: a heterogeneidade espacial e a heterogeneidade espectral. Para os cálculos destas variáveis, o sistema demandará do usuário três pesos: da forma, da cor, e um fator chave que é o parâmetro de escala [4]. O parâmetro de escala é um fator chave por controlar a heterogeneidade interna de cada objeto que compõe a segmentação, definindo assim, seu tamanho médio, e impactando

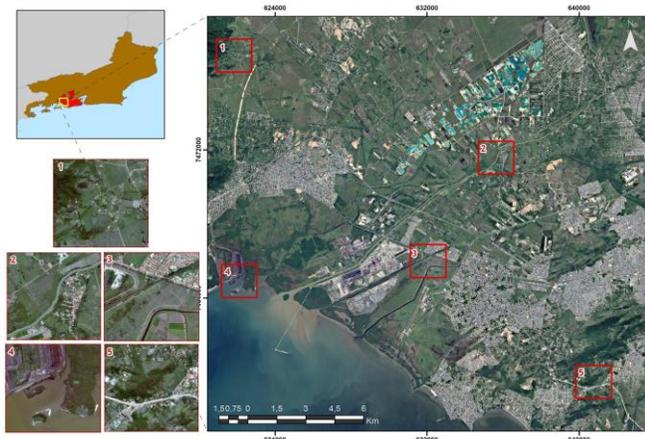
consequentemente a precisão do resultado final do mapeamento.

Drăguț, [1] propôs um método de definição automática para o parâmetro de escala de uma segmentação em três níveis, com base nos cálculos de desvio padrão da Variância Local de cada segmento. Inicialmente proposta para imagens de altíssima resolução espacial (testado em imagens QuickBird com 60 centímetros de resolução espacial), o estudo desta aplicação em outras resoluções espaciais se torna relevante.

Desta forma, o presente trabalho se propõe a avaliar a utilização da metodologia automática de definição do fator de escala proposta por Drăguț [1], para imagens de alta resolução espacial (Rapideye com 5 metros de resolução) e média resolução espacial (Landsat com 30 metros de resolução). Acredita-se que a metodologia gerará resultados satisfatórios com relação à referência utilizada, o que possibilitaria a parcial automatização do processo, minimizando tempo, custo, e dependência da experiência e/ou conhecimento do analista, permitindo assim, mapeamentos mais rápidos e seguros de grandes porções do território.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

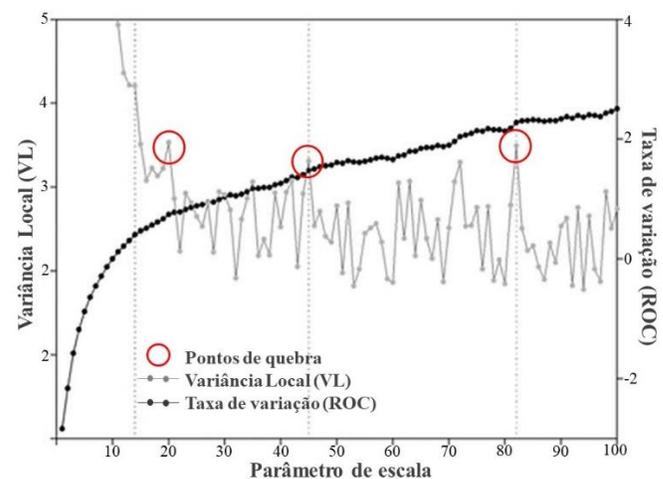
Para avaliação da metodologia proposta foram escolhidas 2 cenas advindas dos satélites Landsat 8 e Rapideye, disponibilizadas gratuitamente já ortoretificadas e que passaram por correção atmosférica. Por questões operacionais, foram selecionadas 5 amostras retangulares (de 3,31 km<sup>2</sup> cada), dispersas espacialmente pela cena, coletadas segundo a diversidade de alvos espectrais (classes) de modo a possibilitar uma melhor avaliação das segmentações.



**Figura 1: Distribuição das Amostras coletadas, utilizando como base imagem Rapideye. Fonte: Própria**

Nas 5 amostras selecionadas foram realizadas as segmentações automáticas utilizando a ferramenta ESP Tool no software Ecognition. A ESP Tool é uma ferramenta

desenvolvida por Drăguț [1] para detectar de forma automática o melhor parâmetro de escala para a segmentação, com base na Variância Local (VL) dos segmentos. A VL é entendida como o desvio padrão da vizinhança do segmento (considerando uma janela de 3 pixels por 3), comparado ao desvio padrão de toda imagem. O procedimento é aplicado em escalas sucessivamente mais grosseiras, obtidas através de técnicas de reamostragem. Para avaliar a dinâmica da VL de um nível de objeto para outro, usa-se uma medida chamada taxa de variação (ROC). Ao plotar a variância local, a ROC e os valores de parâmetros de escala propostos, espera-se obter um gráfico ascendente, com pontos de quebra indicando parâmetros de escala ótimos, nos quais a segmentação gera níveis significativos.



**Figura 2: Exemplo de curva de VL para área de solo residencial misturados com florestas. Picos mais proeminentes em destaque. Fonte: Adaptado de [5].**

Seguindo esta metodologia, os 3 maiores picos indicariam os 3 melhores parâmetros de escala. Utilizando esta ferramenta, o usuário ainda deve selecionar o peso da cor e da forma, contudo, a ferramenta já permite um avanço significativo para a automatização do processo.

Para a segmentação referência, optou-se pela realização da segmentação manual ou visual. Não obstante, durante o desenvolvimento do estudo foi observado que a comparação entre as segmentações de referência e a automática só seriam possíveis se as mesmas estivessem no mesmo nível de agrupamento. Assim, os segmentos foram agrupados manualmente considerando as futuras classes de: água, áreas agropastoris, areia, capoeira, áreas construídas, estrada, floresta, solo exposto, áreas mais intensamente urbanizadas e áreas com menor intensidade de urbanização, sendo as mais importantes representadas na figura 3.

Por fim, para realizar a comparação entre a segmentação referência e as automáticas foram geradas as métricas de: número de objetos, área relativa, densidade de borda, e distribuição dos agrupamentos, com base nos estudos de Clinton [3].



Figura 3: Principais classes de agrupamento de objetos. Fonte: Própria

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando as 2 segmentações referidas, foi observado inicialmente o número de objetos gerados nas amostras.

Tabela 1: Número de objetos presente por classes para cada cena. Fonte: Própria.

Classes	L8 - Aut.	L8 - Ref.	L8 - Var.	RPD - Aut.	RPD - Ref.	RPD - Var.
Água	4	4	0	8	7	0,14
Agropastoril	22	29	-0,24	48	111	-0,57
Areia	-	-	-	2	12	-0,83
Capoeira	9	16	-0,44	40	98	-0,59
Construção	2	2	0	2	3	-0,33
Estrada	1	7	-0,86	22	35	-0,37
Floresta	9	13	-0,31	17	30	-0,43
Solo Exposto	10	16	-0,38	37	56	-0,34
Urbano	7	5	0,4	-	-	-
Urb + Int	-	-	-	25	19	0,32
Urb - Int	-	-	-	23	31	-0,26
Total	64	92	-0,3	224	402	-0,44

De acordo com a Tabela 1 podemos observar uma variação negativa em 79% dos testes realizados, mostrando que as segmentações referências eram mais detalhadas, apresentando mais objetos que as segmentações

automáticas. Esse resultado nos dá indícios de que a segmentação automática ainda provoca uma generalização das classes, ou seja, alguns objetos que estão conectados na segmentação podem não estar no mundo real. Esta fragmentação é um aspecto muito importante, principalmente quando consideramos classes como Floresta, onde o número de objetos finais impactará criticamente em análises sobre a fragmentação florestal.

Em seguida foram analisadas as características das áreas dos segmentos. Clinton [3] revisou diversas métricas disponíveis para validação da segmentação, sendo selecionada a métrica de raiz quadrada da média (RMS - Root Mean Square). O RMS é um índice de proximidade da segmentação estudada com uma segmentação ideal, onde os resultados podem variar de 0,1 a 1, sendo 1 uma segmentação perfeitamente adequada.

Tabela 2: Métrica de Relative Area para cada classe em ambas as imagens estudadas. Fonte: Própria.

Classes	RMS - L8	RMS - RPD
Água	0,89	0,96
Agropastoril	0,82	0,9
Areia	-	0,63
Capoeira	0,46	0,66
Construção	0,95	0,93
Estrada	0,49	0,6
Floresta	0,83	0,87
Solo Exposto	0,71	0,73
Urbano	0,81	-
Urb + Int	-	0,75
Urb - Int	-	0,37
Total	0,74	0,74

Os resultados apresentados foram considerados muito positivos para a cena como um todo, com uma média acima de 70%. As classes de Areia, Capoeira, Estrada e Urbano menos intenso se destacaram por serem as únicas que apresentaram RMS abaixo de 70% (tabela 1). Tais classes no entanto, coincidem com as classes que mais apresentam densidade de borda, dificultando assim a delimitação dos mesmos (figura 4).

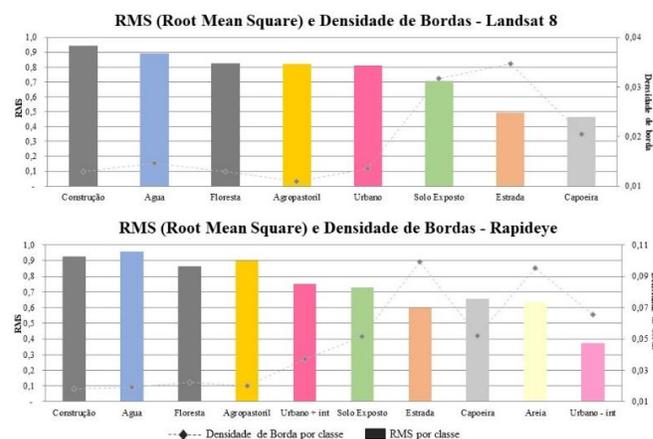


Figura 4: RMS e densidade de borda . Fonte: Própria.

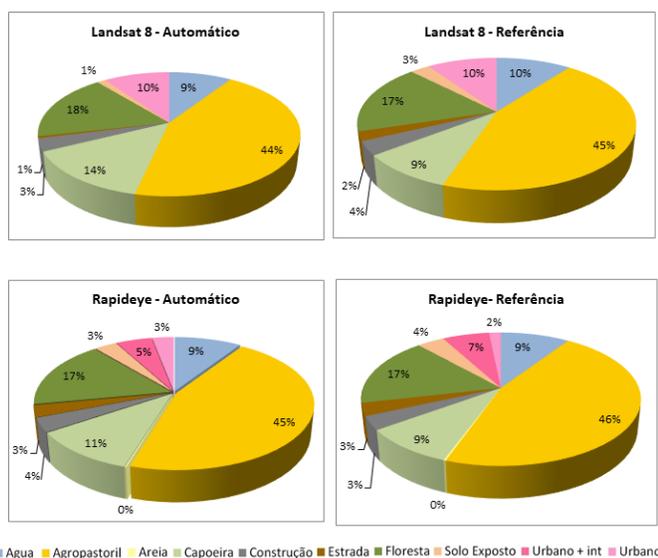
Soma-se a isto, a diferença da suavidade dos contornos dos segmentos entre a segmentação automática (que segue os limites dos pixels) e a segmentação referência (naturalmente seguindo contornos mais suaves). Para ilustrar este ponto, foi tomado um exemplo da classe estrada para a imagem Rapideye (Figura 5):



**Figura 5: Exemplo de diferença das suavidades de contorno entre a segmentação automática e a segmentação referência, para a classe Estrada, tomando como base a imagem Rapideye.**

Fonte: Própria.

Se avaliarmos a distribuição percentual de classes em todas as amostras, observarmos que as diferenças entre os métodos automáticos e a referência são menores ou iguais a 1% para a grande maioria das classes (Figura 6):



**Figura 6: Distribuição de classes segundo seu sensor e sua metodologia. Fonte: própria.**

Esses resultados nos levam a crer que, quando considerado os totais de classe, as diferenças percentuais são mínimas, ou seja, para a área de estudo em questão, uma segmentação realizada automaticamente, onde há um pequeno custo atrelado, sem necessitar especificamente de um analista experiente, o resultado gerado pode ter apenas 1% de diferença quando comparada a uma segmentação feita manualmente, com grande esforço de tempo e energia, além da subjetividade implícita ao método.

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com todos os aspectos estudados, conclui-se que a utilização da metodologia de automação do parâmetro de escala atendeu de modo satisfatório à segmentação das imagens Landsat 8 e Rapideye estudadas. Deve-se atentar ainda que, devido ao intuito de simular um processo realizado por um analista sem experiência e sem conhecimento prévio da área, todos os resultados apresentados são baseados em uma segmentação automática sem a exploração das diversas potencialidades disponíveis no software utilizado, como alteração do peso da cor e da forma, operações aritméticas com as segmentações, classificação multiescalar, etc.

Foi observada a adequação da metodologia de maneira surpreendente às diferentes resoluções espaciais trabalhadas. Os resultados demonstram diferenças mínimas entre os dados obtidos para as segmentações realizadas na cena Rapideye e na cena Landsat 8, se adequando então, a mapeamentos tanto nas escalas 1:25.000 como nas escalas 1:100.000, respectivamente, sem perder sua eficiência.

Sendo assim, a metodologia disponível na ferramenta ESP Tool se apresenta como uma ferramenta de grande potencial para utilização de maneira automática, em distintas escalas, passível de se aplicar em grandes porções do território de maneira eficiente e sem custos adicionais. Pode servir ainda de auxílio nos mapeamentos que servirão aos planejamentos municipais, aos estudos de impactos ambientais, entre outras atividades que dependam ou utilizem como suporte estes mapeamentos.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] DRĂGUȚ, L.; CSILLIK, O.; EISANK, C.; TIEDE, D.. Automated parameterisation for multi-scale image segmentation on multiple layers, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 88, Pages 119-127, February 2014.
- [2] CAMPOS; M. A. A.. Padrão e dinâmica de floresta tropical, através de Classificação Orientada a Objeto e da análise da paisagem com imagens Landsat. Tese (Doutorado Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- [3] CLINTON, N., HOLT, A., SCARBOROUGH, J., YAN, L., GONG, P., 2010. Accuracy assessment measures for object-based image segmentation goodness. In: Photogramm. Eng. Remote Sen. Vol. 76, No. 3, Pages 289-299, March, 2010.
- [4] DEFINIENS. Ecognition Developer 8 – User Guide. 2009. Disponível em: <http://www.definiens.com>.
- [5] DRĂGUȚ, L.; TIEDE, D.; LEVICK, S. R.. ESP: a tool to estimate scale parameter for multiresolution image segmentation of remotely sensed data. International Journal of Geographical Information Science, Vol. 24, Issue 6, 2010.