

## **Análise Baseada em Objetos Geográficos para classificação de barras de cascalhos a partir de fotografias terrestres**

Pedro Ivo Bastos de Castro <sup>1</sup>  
Raúl Sanchez Vicens <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Fluminense - UFF  
Caixa Postal - 24210-346 - Niterói - RJ, Brasil  
pedroivo@id.uff.br  
rsvicens@gmail.com

**Abstract.** The traditional techniques to classify and describe gravel bars demand a tiresome measuring of each sediments size; therefore, the research spends more time and resources. Aiming for more efficient methods, new approaches have been developed by applying remote sensing techniques and digital images processing. Previous works on this subject have shown the possibility to apply filters to improve segmentation and use shape algorithms to assess the results. The Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA) has been showing excellent results in high-resolution image classifications and this approach could promote an important contribution in classifying the gravel bars according to the class thresholds of mean grain size. Considering as a promising approach, this research proposes a GEOBIA methodology for gravel bars classification. As the quality of GEOBIA approach depends mostly on the segmentation, this paper aims its evaluation considering a spatial filtering classification. To achieve this goal, a digital photograph was taken in a plot with an area of 0,25 m<sup>2</sup>. Then a n=112 sample of gravels were manually digitalized for use in relational statistic. This reference was correlated with three segmentations obtained through different procedures. The results were compared by using three shape algorithms: width, length and elliptical ft. The test one and the test three results have shown the strongest correlation in width ( $r^2= 0,86$ ) and in Elliptical ft. ( $r^2= 0,54$ ) respectively.

**Palavras-chave:** remote sensing, image processing, sedimentology, sensoriamento remoto, processamento de imagens, sedimentologia.

### **1. Introdução**

O Pesquisadores em sedimentologia e áreas afins dispõem de inúmeras técnicas para classificação de amostras de sedimentos. Esta multiplicidade de métodos é explicada em parte pela grande variabilidade de calibres observados na natureza, mas em alguns casos estas metodologias se mantêm muito aquém do seu potencial do ponto de vista da utilização de geotecnologias.

Particularmente falando de fragmentos grosseiros, como seixos, calhaus e matacões, observou-se que as técnicas de mensuração consistem na realização de contagem manual (Wolman, 1954), o que pode comprometer a agilidade na geração de resultados.

Esta problemática impulsionou o desenvolvimento de uma pesquisa que pudesse contribuir através aplicação de técnicas de Sensoriamento remoto e Processamento digital de imagens para classificação de depósitos de cascalhos.

Nesse sentido, vale ressaltar as recentes contribuições de Sime e Ferguson (2003) e Graham et al. (2005) que demonstraram ser possível classificar cascalhos a partir do processamento digital de imagens e aplicação de algoritmos de reconhecimento de forma.

Nos estudos recentes de Sensoriamento Remoto, a Abordagem Baseada em Objetos Geográficos (GEOBIA) vem apresentando excelentes resultados na classificação de imagens orbitais de alta resolução (Blasckhe, 2010) e pode oferecer uma contribuição ímpar na mensuração e classificação de seixos e cascalhos a partir da incorporação de algoritmos de reconhecimento de forma e pela possibilidade de produzir uma classificação em concordância com as tabelas de descrição estatística.

O grande diferencial desta abordagem está ligado à maneira com a qual é possível subdividir ou segmentar uma imagem segundo critérios de cor e forma, simulando métodos de interpretação visual em ambiente computacional (Baatz e Schape, 2001).

Levando-se em consideração que a segmentação é uma etapa fundamental na classificação baseada em objetos geográficos (GEOBIA), o objetivo deste trabalho é avaliar a acurácia da segmentação de imagens para classificação de barras fluviais cascalhosas.

### 1.1 Área de estudo

A área de estudo deste trabalho se insere no Sistema de drenagem do Rio São João, RJ. Nesta unidade ambiental observou-se que, nos sistemas de drenagem provenientes das escarpas da Serra do Mar, criaram-se condições hidrodinâmicas para o desenvolvimento de seqüências de barras de cascalhos.

Num destes sistemas contribuintes, o sistema de drenagem do Rio Bananeiras (figura 1), este processo ocorreu de forma ainda mais evidente, criando condições para o desenvolvimento de uma seqüência extensa de barras fluviais com granulometria variando de matações a grânulos com areia grossa (figura 2).

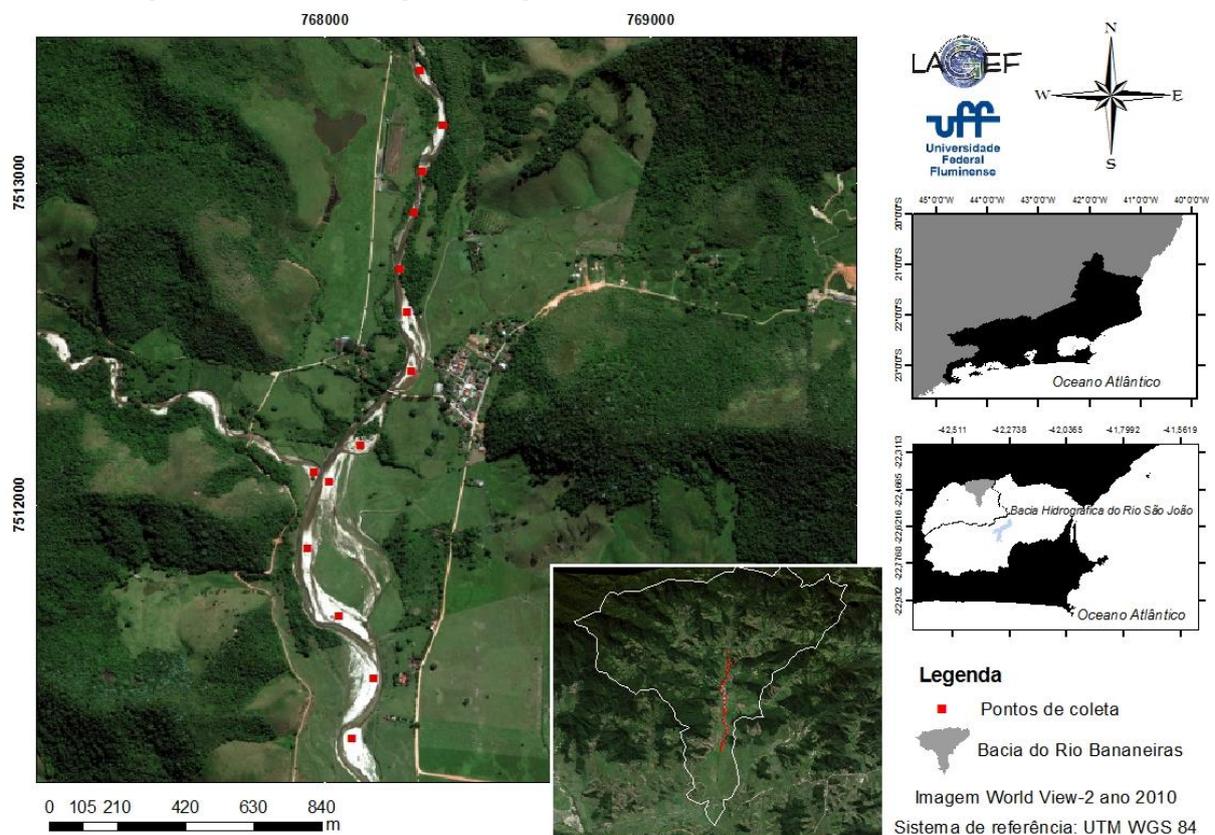


Figura 1. Localização da Bacia do Rio Bananeiras



Figura 2. Figura ilustrativa de barras expostas no Rio Bananeiras (visada montante).

Considerando a presença desta sequência de barras de cascalhos, vislumbrou-se um ambiente propício para o desenvolvimento de uma metodologia experimental de caracterização granulométrica a partir do processamento de fotografias digitais.

## 2. Metodologia

A metodologia deste trabalho se divide em quatro etapas: a aquisição de dados em campo, o pré-processamento das imagens, segmentação de imagens e a avaliação da segmentação.

### 2.1 Aquisição de dados em campo

O trabalho de campo tem como finalidade a realização de experimentos para obtenção de fotografias para o processamento digital.

Para a aquisição das fotografias utiliza-se uma moldura de dimensão espacial conhecida (0,5 x 0,5m), tripé e câmera fotográfica digital Cannon com lente objetiva 37 mm (Figura 3). As imagens geradas possuem resolução espacial de 0,3mm.



Figura 3. Materiais utilizados na aquisição de dados em campo

Enquanto a moldura possibilita obter a dimensão espacial necessária para processo de georreferenciamento, o tripé é utilizado para que seja possível, posicionando a câmera fotográfica de forma perpendicular à superfície, obter imagens com o mínimo de distorção.

As fotografias são realizadas no leito fluvial ativo, ou seja, parcialmente emerso em períodos de menor vazão, possibilitando realizar uma estimativa do material de fundo. Trabalhou-se com uma parcela totalizando um  $n=112$ , o que representa o número de objetos vetorizados manualmente.

## 2.2 Pré-processamento das imagens

De acordo com Sime e Ferguson (2003) a detecção dos limites entre os grãos constitui etapa fundamental para minimizar os erros na análise automática de imagens. Este estágio é obtido através da aplicação de filtros de detecção de bordas, que neste trabalho será constituída dos testes 2 e 3. Nestes testes foram utilizados os filtros de mediana e de 1ª derivada de Sobel respectivamente. Os resultados foram então utilizados como input para a segmentação.

## 2.3 Testes de segmentação

Os testes de segmentação realizados têm como objetivo avaliar o potencial da aplicação de filtros na melhoria do desempenho do segmentador multirresolução e conseqüentemente da sua capacidade de minimizar os erros inerentes ao processo de classificação.

Foram realizados três testes sendo o primeiro deles a segmentação multirresolução unicamente sobre a fotografia digital (figura 4); no segundo teste segmentou-se a fotografia após a aplicação do filtro de mediana com máscara 3x3, tendo em vista reduzir a heterogeneidade da textura da imagem; e no terceiro teste segmentou-se a fotografia digital adicionada da camada gerada após a aplicação do detector de bordas 1ª Derivada de Sobel. Para cada caso foi aplicado um único nível de segmentação.



Figura 4. Segmentação da fotografia sem aplicação de filtros.

Tabela 1. Parâmetros de segmentação utilizados em cada teste.

Testes de segmentação									
	R	G	B	filtro de mediana (B)	Sobel	scale	shape	compactness	
teste 1	1	1	1	-	-	200	0.5	0.5	
teste 2	-	-	-	3x3 (1)	-	200	0.5	0.5	
teste 3	1	1	1	-	3x3 (1)	250	0.5	0.5	

## 2.4 Avaliação da segmentação

A avaliação da segmentação foi feita tomando como referência o produto da interpretação visual dos cascalhos, obtido a partir da vetorização manual em ambiente computacional. Após a produção do dado de referência foram aplicados os testes de segmentação e posteriormente foi utilizado o cálculo de correlação linear, onde se verificou a discrepância entre os valores extraídos do produto da interpretação visual e dos procedimentos automatizados.

No que se refere à utilização de parâmetros de forma no contexto da classificação de barras de cascalhos, Graham et al (2005) demonstrou que o algoritmo *elliptical ft.* é apropriado para identificação destes objetos. Para além deste único parâmetro, buscou-se utilizar neste trabalho os parâmetros de largura e comprimento, que são equivalentes aos eixos mensurados por métodos tradicionais de contagem de cascalhos em campo.

Estes parâmetros de avaliação são extraídos dos testes de segmentação onde, em ambiente GIS (*Geographical Information System*), é executado cruzamento entre os arquivos de referência e seus respectivos testes. O resultado deste cruzamento é uma tabela com uma coluna contendo as informações do arquivo de referência e a outra com as do arquivo teste.

Com estas informações é possível aplicar a análise de correlação estatística para testar a hipótese de que existem ou não existem diferenças significativas entre o método automático e o manual. As etapas utilizadas neste trabalho são sistematizadas no fluxograma da figura 5.

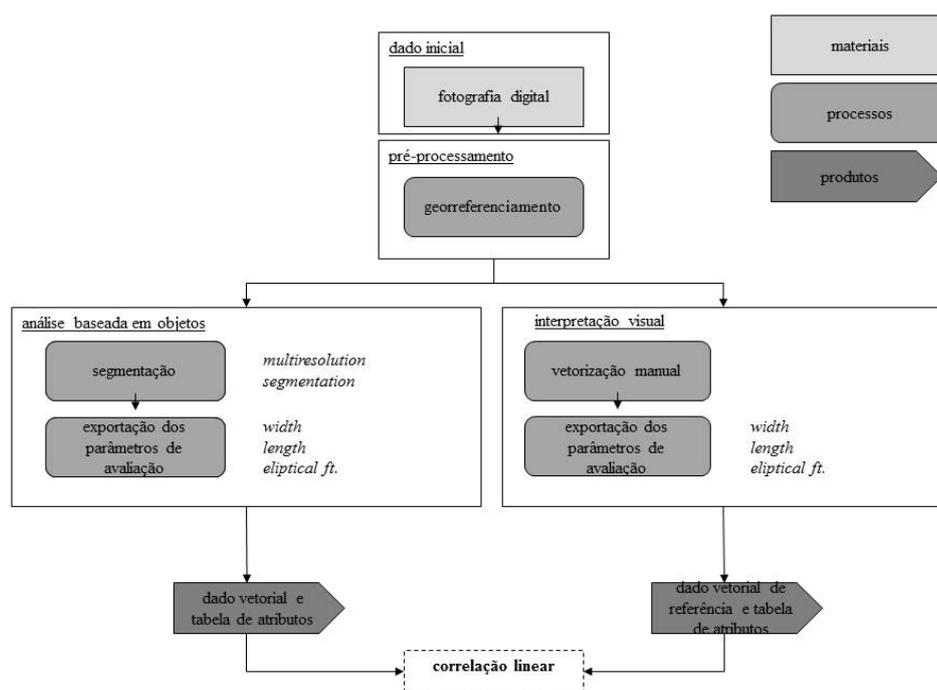


Figura 5. Metodologia do trabalho

### 3. Resultados e discussões

Os resultados da correlação são apresentados em forma de tabela e gráficos de dispersão.

Tabela 2 – Resultado da correlação linear entre os testes e a referência.

	$R^2$ width	$R^2$ length	$R^2$ elliptical ft.
Teste 1 - fotografia bruta canais RGB	0.86	0.75	0.39
Teste 2 – fotografia com filtro de mediana	0.74	0.76	0.33
Teste 3 – fotografia + máscara de Sobel	0.64	0.75	0.54

Os resultados mostram maior índice de correlação ( $r^2 = 0,86$ ) para os parâmetros de largura no teste 1 e comprimento no teste 2 ( $r^2 = 0,76$ ) o que sugere maior aproximação aos valores de diâmetro do arquivo de referência (figura 6). Todavia, apresenta uma baixa correlação no índice de forma elíptica.

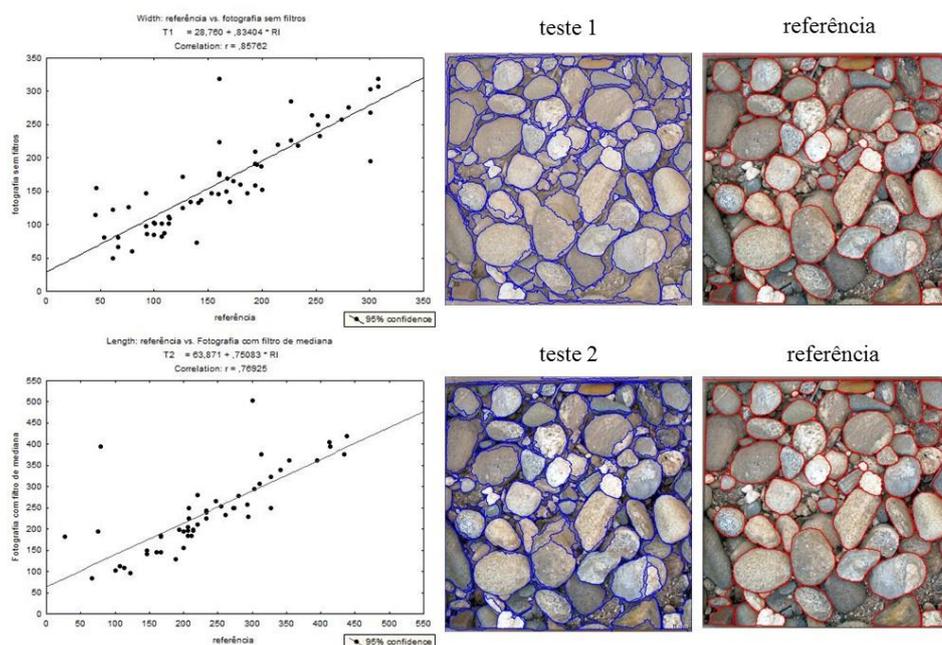


Figura 6. Resultados dos parâmetros de largura do teste 1 e comprimento do teste 2.

A baixa correlação de *elliptical ft.* associada à maior correlação nos parâmetros de largura e comprimento no teste 1 indica que o contorno dos seixos é parcialmente delimitado, o que se deve à influência de sombras ou à heterogeneidade da coloração, fazendo com que parte da borda extrapole para seixos vizinhos. Nessa situação o valor de forma elíptica é reduzido, porém, as informações de largura e comprimento se mantêm próximas ao dado de referência.

Por outro lado, a combinação da fotografia bruta com máscara de Sobel, utilizada no terceiro experimento, apresentou maior índice de correlação ( $r^2 = 0,54$ ) para o índice de forma elíptica (figura 7). Resultado este que possui grande significância na medida em que este

algoritmo indica o quão bem o objeto se encaixa em uma forma elíptica ideal, sugerindo maior desenvoltura na definição de contornos dos cascalhos.

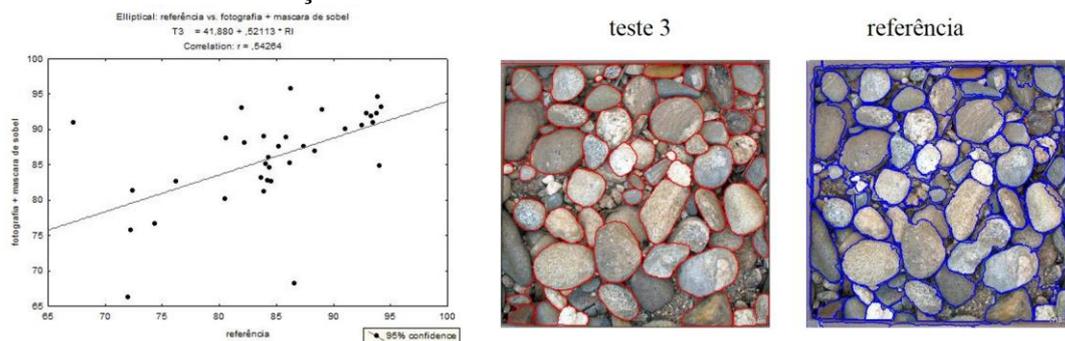


Figura 7. Resultado de *elliptical fit*. no teste 3.

Ainda, devido à grande variabilidade de coloração dos cascalhos e sobretudo pela significativa presença de areia nas amostras, alguns cascalhos encobertos ou parcialmente enterrados não foram classificados.

#### 4. Conclusões

A segmentação automática como ferramenta de delimitação de cascalhos constitui uma eficiente alternativa metodológica na classificação de texturas de depósitos de granulometria grosseira. A sua implementação reduz os esforços de mensuração de campo.

A utilização apenas da fotografia digital permite delimitar os objetos com uma correlação forte no que se refere às dimensões dos eixos. Já a segmentação da fotografia junto com o filtro de Sobel, além de manter uma correlação substancial das dimensões dos objetos com o diâmetro dos cascalhos, incrementou significativamente o ajuste dos objetos à forma elíptica, típica dos mesmos.

#### 5. Referências

- Adams, J. Gravel size analysis from photographs: **J. Hydraulics Division**, ASCE, v. 105, no. 10, p. 1247–1255 (1979).
- Baatz, M.; Schäpe, A. Multiresolution Segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: Strobl, J., Blaschke, T., Griesebner, G. (Eds.), **Angewandte Geographische Informations-Verarbeitung XII**. Wichmann Verlag, Karlsruhe, pp. 12-23. (2001).
- Blaschke, T. Object Based Image Analysis for Remote Sensing. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing** 65 (2010) 2-16.
- Blair, T. E Mac Person, J. Grain-Size and Textural Classification of Coarse Sediments Particles. **Journal of Sedimentary Research**, vol. 69, no. 1, January, 1999, p. 6–19.
- Graham, D.J.; Reid, I.; Rice, S.P. Automated sizing of coarse-grained sediments: Image-processing procedures **Mathematical Geology** Vol. 37, No 1. January 2005. DOI: 10.1007/s11004-005-8745-x
- Heitmuller, F.; Hudson, P. Downstream trends in sediment size and composition of channel-bed, bar, and bank deposits related to hydrologic and lithologic controls in the Llano River watershed, central Texas, USA. **Geomorphology** 112 (2009) 246–260.
- Ibekken, H., e Schleyer, R. Photo-sieving: A method for grain-size analysis of coarse-grained, unconsolidated bedding surfaces: **Earth Surface Processes Landforms**, v. 11, no. 1, p. 59–77 (1986).
- Rice, S.; Church, M. Grain Size along two gravel-bed Rivers: statistical variation, spatial pattern and sedimentary links. **Earth Surface Processes and Landforms**, VOL 23, 345–363 (1998).
- Stott, T. Review of Research in Fluvial Geomorphology 2010–2011. **Progress in Physical Geography** 37(2) 248–258 (2013).
- Sime, L. C., e Ferguson, R. I. Information on grain sizes in gravel-bed rivers by automated image analysis: **J. Sediment. Res.**, v. 73, no. 4, p. 630–636 (2003)
- Warrick, A.J.; Rubin, D.M.; Ruggiero, P.; Harney, J.N.; Draut, A.E.; Buscombe, D. Cooble cam: Grain-size measurements of sand to boulder from digital photographs and autocorrelation **analyses Earth Surface Process and Landforms** 34, 1811-1821 (2009).
- Wolman, M. G. Method of sampling coarse river bed material: **Trans. Am. Geophys. Union**, v. 35, no. 6, p. 951–956 (1954).