

SEGMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS

Marina Vendl Craveiro¹, Sergio Vicente Denser Pamboukian²

Resumo — Este artigo tem como objetivo estudar a segmentação e a classificação de imagens, envolvendo uma descrição dos conceitos e das técnicas existentes para a realização desses procedimentos. Além disso, o artigo também detalha como a classificação de imagens pode ser realizada com o complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* do software de geoprocessamento *Quantum GIS* (*QGIS*).

Palavras-chaves — *Classificação de Imagens, Segmentação de Imagens, Quantum GIS, Semi-Automatic Classification Plugin*.

Abstract — This article aims to study the segmentation and the classification of images, contemplating a description of the concepts and the existing techniques for performing these procedures. Furthermore, the article also details how the classification of a satellite image can be carried out in the software of geoprocessing *Quantum GIS* (*QGIS*) with the *Semi -Automatic Classification Plugin* complement.

Index Terms — *Image Classification, Image Segmentation, Quantum GIS, Semi-Automatic Classification Plugin*.

INTRODUÇÃO

A representação de informações através de imagens tem se tornado uma opção cada vez mais frequente para pesquisadores e empresários [1]. Isso se tornou possível através da extração mais rápida das informações existentes nas imagens utilizadas. O procedimento de extração dessas informações é feito por meio de técnicas de análise de imagens, que, por sua vez, envolvem, entre outros procedimentos, a segmentação e a classificação de imagens.

Diversos fenômenos podem ser estudados com auxílio dos procedimentos citados, entre eles: localização de vegetações, mapeamento do uso e ocupação do solo, mapeamento das edificações conforme densidade e mapeamento dos recursos hídricos. Fenômenos como os anteriores são de fundamental importância para a gestão urbana e ambiental, que depende de informações espaciais para a tomada de decisões.

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo estudar a segmentação e a classificação de imagens, contemplando uma descrição dos conceitos e das técnicas existentes para a realização desses procedimentos. Além

disso, o artigo também detalha de maneira prática como a classificação de imagens pode ser realizada no *software* de geoprocessamento *Quantum GIS* (*QGIS*) com auxílio do complemento *Semi-Automatic Classification Plugin*.

SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS

De acordo com a referência [2], a segmentação de imagens consiste em um “[...] processo de separação automatizada da imagem em áreas que englobem *pixels* semelhantes nas direções X e Y do plano cartesiano.”. Em outras palavras, segundo a referência [3], a segmentação de imagens pode ser entendida como um “[...] processo de divisão de uma imagem em regiões uniformes – conjuntos de *pixels* contíguos – que devem corresponder às áreas de interesse.”.

Existem alguns métodos que são utilizados para segmentar as imagens, entre eles: segmentação por detecção de descontinuidades e segmentação por detecção de similaridades. Cada um desses métodos, por sua vez, engloba uma variedade de técnicas que podem ser utilizadas para realizar a segmentação. A seguir, são apresentadas as descrições dos métodos citados junto com a descrição de algumas das técnicas as quais eles englobam.

Detecção de Descontinuidades

A detecção de descontinuidades consiste na determinação de feições (pontos, linhas ou bordas) de um objeto que se sobressaem na imagem. Nesse método, existem duas técnicas: a detecção de linhas e pontos e a detecção de bordas. Na primeira técnica, utilizam-se algoritmos que permitem que pontos e linhas sejam detectados. Por possuírem tons de cinza diferentes, essas feições se destacam em relação às feições vizinhas. Já na segunda técnica, detectam-se regiões em que ocorrem mudanças bruscas de tons de cinza. O termo borda se refere à divisão entre regiões que possuem propriedades diferentes. Segundo a referência [1], para a detecção das bordas, utilizam-se operadores diferenciais de gradiente, já que as bordas podem ser representadas por funções. Os autores da referência também afirmam que a detecção de bordas é mais comum que a abordagem por detecção de pontos e linhas.

Detecção de Similaridades

A detecção de similaridades consiste na identificação de *pixels* que possuem as mesmas propriedades. Algumas das

¹ Marina Vendl Craveiro, Mestranda, Universidade de São Paulo, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Avenida Professor Almeida Prado, travessa 2, 83, 05508-900, São Paulo, SP, Brasil, mari_e_mari@hotmail.com

² Sergio Vicente Denser Pamboukian, Professor, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Escola de Engenharia, Laboratório de Geotecnologias, Rua da Consolação, 930, 01302-907, São Paulo, SP, Brasil, sergio.pamboukian@gmail.com

técnicas existentes para esse método são: crescimento de regiões, pirâmides e detecção de bacias.

A técnica de crescimento de regiões agrupa *pixels* em regiões maiores. De acordo com a referência [1], a partir de um grupo de *pixels* inicial, agrupam-se novos *pixels* que possuem atributos semelhantes: cor, textura, etc. Deve-se realizar esse processo de forma iterativa até que todos *pixels* sejam processados e as regiões formem polígonos fechados com *pixels* similares.

A técnica de pirâmides, por sua vez, divide a imagem de maneira aleatória. A partir das áreas divididas, procede-se a junção ou divisão da mesma a fim de se encontrar áreas com propriedades semelhantes.

Por fim, com relação à técnica de detecção de bacias, a referência [3] expõe uma representação topográfica para a imagem. Uma imagem em tons de cinza, assim como o relevo, possui regiões mais escuras, representando os vales, e regiões mais claras, representando as montanhas. As regiões com similaridades são separadas com as linhas divisórias da bacia hipotética [1].

A Figura 1, por exemplo, ilustra uma camada vetorial com curvas de nível geradas pela segmentação de uma imagem matricial com informações de altimetria. As curvas foram obtidas no Quantum GIS utilizando-se o menu *Raster – Extração – Contorno*.

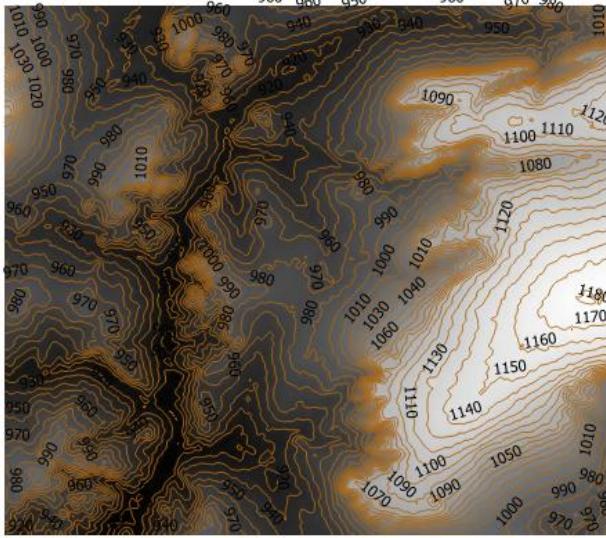


FIGURA 1
CURVAS DE NÍVEL GERADAS POR SEGMENTAÇÃO

CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS

A referência [4] define a classificação de imagens como sendo um processo que associa cada *pixel* a um rótulo que descreve o objeto, seja ele vegetação, solo, cursos d'água, edificações, etc. O autor também afirma que a refletância de cada um dos materiais que fazem parte dos *pixels* define valores numéricos para os mesmos, que, por sua vez, são identificados “[...] em termos de cobertura da superfície terrestre.” Realizando-se esse procedimento para toda a imagem, é possível gerar mapas temáticos que ilustram

fenômenos sobre a superfície terrestre. Em outras palavras, segundo a referência [2], a classificação de imagens envolve o “[...] processamento da imagem visando aglomerar blocos de *pixels* que possuam dados com informações semelhantes, sendo que o nível de semelhança depende da escolha do método classificador.”

Com relação aos métodos de classificação referidos na definição, eles podem ser agrupados em métodos de classificação supervisionados e em métodos de classificação não supervisionados.

Métodos de Classificação Supervisionados

A classificação supervisionada diz respeito à classificação em que o usuário do *software* identifica alguns dos *pixels* que fazem parte de determinadas classes (vegetação e rios, por exemplo) e o *software* realiza a classificação completa da imagem. Cada área a qual o usuário identifica como sendo de uma determinada classe corresponde a uma amostra de treinamento. Uma vez determinadas essas amostras de treinamento, o *software* compara os valores numéricos dos *pixels* identificados com o restante dos *pixels*, classificando, assim, a imagem por inteiro.

Alguns dos métodos de classificação supervisionada são: método do paralelepípedo, método da distância mínima e método da Maxver (ou método da máxima verossimilhança gaussiana).

O método do paralelepípedo, de acordo com a referência [4], consiste em considerar uma área ao redor da amostra de treinamento na forma de quadrado ou paralelepípedo como sendo da mesma classe determinada. Essa área é determinada a partir do contador de máximo e mínimo dos *pixels* que fazem parte da amostra de treinamento.

O método da distância mínima atribui cada *pixel* não classificado à classe mais próxima. A determinação da classe mais próxima envolve dados estatísticos [3]. Os autores da referência [3] também descrevem o método de Maxver, o qual, além de envolver a distância dos *pixels* das classes determinadas, pondera essa distância com processos probabilísticos, fornecendo maior precisão do que o método da distância mínima. Esse último método também deve envolver um grande número de *pixels* dentro da amostra de treinamento. O método determina a probabilidade de cada *pixel* pertencer a cada classe determinada. Assim, o *pixel* é atribuído à classe da qual tem maior probabilidade.

Métodos de Classificação Não Supervisionados

A classificação não supervisionada diz respeito àquela em que o próprio *software* determina quais são as classes a serem separadas e quais *pixels* pertencem a cada uma delas por meio de processos estatísticos. O usuário, segundo a referência [3], deve-se preocupar apenas em determinar a área que servirá de base para a classificação, de modo que a mesma englobe todas as feições existentes.

CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS NO QUANTUM GIS

Esta seção apresenta com detalhes o procedimento necessário para a classificação de imagens no *software* Quantum GIS 2.0. As imagens utilizadas são do satélite Landsat 5 sensor Thematic Mapper (TM) e foram obtidas através do Catálogo de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais [5]. A região de estudo corresponde a uma área do município de São Bernardo do Campo em São Paulo onde se encontra a represa de Guarapiranga. As imagens foram obtidas em 28 de setembro de 2011.

A primeira etapa consiste no carregamento das imagens no *software*, através do menu *Camada – Adicionar camada raster*. Em seguida, é necessário criar uma composição de bandas da imagem. Isto pode ser feito através do menu *Raster – Miscelânea – Construir raster virtual catálogo*. Na janela que se abre (Figura 2), deve-se selecionar os arquivos de entrada (no exemplo deste artigo, foram selecionadas as imagens com as bandas 3, 4 e 5), criar um arquivo de saída e selecionar os itens *Separar* e *Carregar na tela ao concluir*.

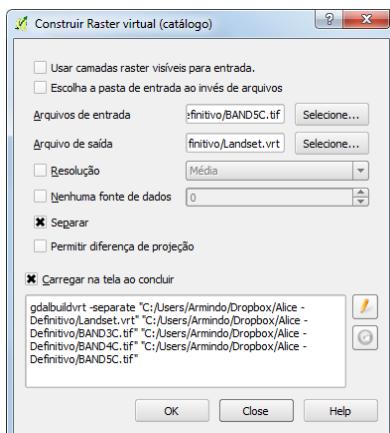


FIGURA 2

JANELA DO SOFTWARE QUANTUM GIS PARA O COMANDO *CONSTRUIR RASTER VIRTUAL*

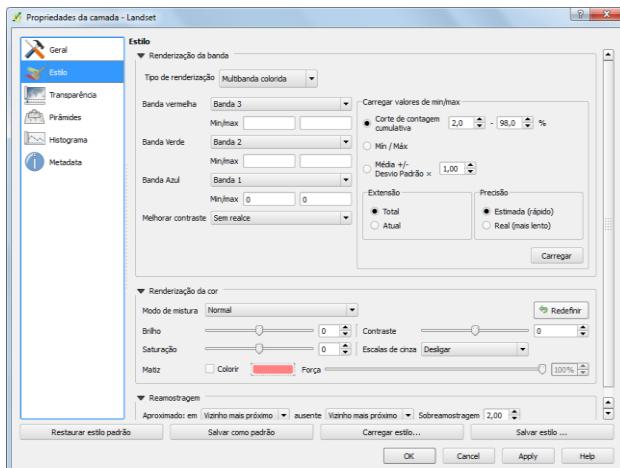


FIGURA 3

JANELA DO SOFTWARE QGIS PARA A ABA ESTILO DA JANELA PROPRIEDADES

Nas *Propriedades* (Figura 3) da camada criada, deve-se, na aba *Estilo*, colocar a banda 1 como sendo azul, a banda 2 como sendo verde e a banda 3 como sendo vermelha. A imagem resultante pode ser vista na Figura 4.



FIGURA 4

IMAGEM DA CAMADA CRIADA PELO COMANDO *CONSTRUIR RASTER VIRTUAL* COM A ALTERAÇÃO DE ESTILO PROPOSTA

Após serem realizadas essas etapas iniciais, a classificação da imagem é realizada por meio de um complemento do Quantum GIS denominado *Semi-Automatic Classification Plugin*, que envolve uma classificação de imagens supervisionada. O primeiro passo consiste na configuração de bandas. Na caixa de diálogo do complemento (Figura 5), na aba *Band set*, deve-se adicionar todas as camadas *raster* para *Band set definition* através do comando *Add rasters to set* e, em seguida, ordená-las em ordem crescente. Feito isso, pode-se exportar a configuração de banda.

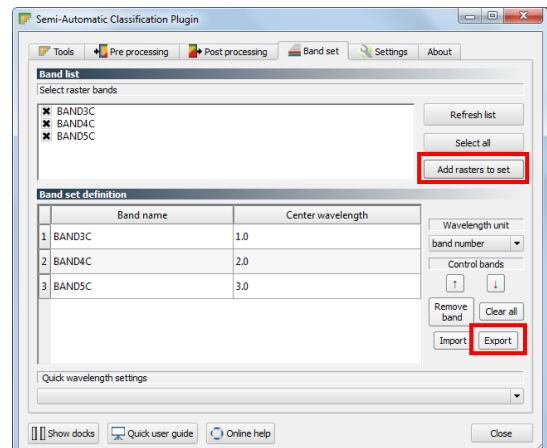


FIGURA 5

JANELA DO SOFTWARE QUANTUM GIS PARA CRIAÇÃO DO *BAND SET*

Na Janela *SCP: ROI Creation* (Figura 6), deve-se criar um arquivo *shape* de treinamento. Neste artigo, o nome do *shape* de treinamento é *ROI*.

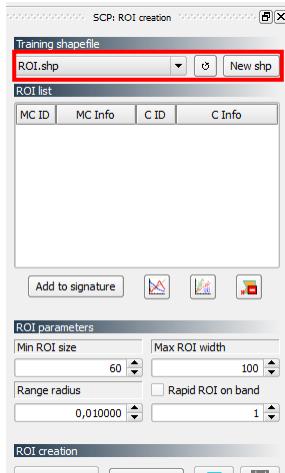


FIGURA 6

JANELA DO SOFTWARE QUANTUM GIS PARA CRIAÇÃO DO SHAPE DE TREINAMENTO

Uma vez criado o *shape* de treinamento, é necessário determinar as classes de algumas regiões de interesse da imagem, para que, assim, o *software* seja capaz de classificar a imagem como um todo. Portanto, a próxima etapa consiste na determinação dos chamados ROIs (*Regions of Interest*) no Quantum GIS. Na aba *ROI creation* (Figura 7), deve-se selecionar + e escolher o ponto da imagem que será classificado. Outra maneira de se realizar esse procedimento, a fim de obter ROIs com áreas maiores e mais representativas da classe a ser determinada, consiste na utilização do comando *Create a ROI polygon*. Através desse comando, pode-se desenhar o ROI de maneira que ele englobe satisfatoriamente a área a ser classificada.

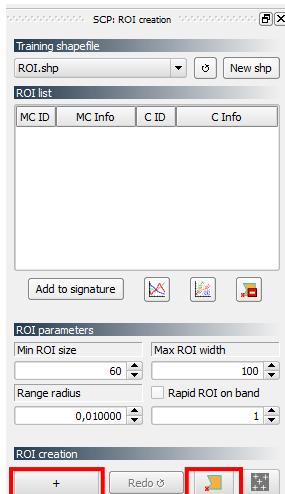


FIGURA 7

JANELA DO SOFTWARE QUANTUM GIS PARA CRIAÇÃO DO ROI

A região da classe a ser definida deve ser salva no *shape* de treinamento. Para isto, na aba *ROI Signature definition* da janela *ROI creation*, deve-se definir o número e o nome da

classe, salvando-a em seguida (Figura 8).

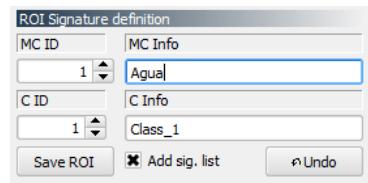


FIGURA 8

JANELA DO SOFTWARE QUANTUM GIS PARA ROI SIGNATURE DEFINITION

Deve-se repetir o procedimento para todas as classes a serem determinadas (Figuras 9, 10 e 11). No exemplo, as classes determinadas foram: água, vegetação e edificação.



FIGURA 9

ROI PARA A CLASSE ÁGUA



FIGURA 10

ROI PARA A CLASSE VEGETAÇÃO



FIGURA 11

ROI PARA A CLASSE EDIFICAÇÃO

Para cada uma das classes criadas, deve-se utilizar o comando *Add highlighted signatures to spectral signature plot* presente na janela *SCP: Classification*. A Figura 12 mostra a janela e o comando descritos.

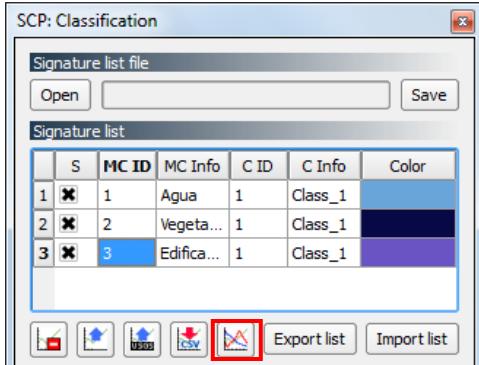


FIGURA 12

JANELA DO SOFTWARE QUANTUM GIS PARA SCP: CLASSIFICATION

A Figura 13, por sua vez, apresenta a janela *SCP: Spectral Signature Plot*. A assinatura espectral serve para diferenciar uma classe da outra. Quanto mais diferentes forem as assinaturas, melhor será a classificação. Se as assinaturas forem muito parecidas, pode-se tentar incluir mais ROIs para melhorar a classificação.

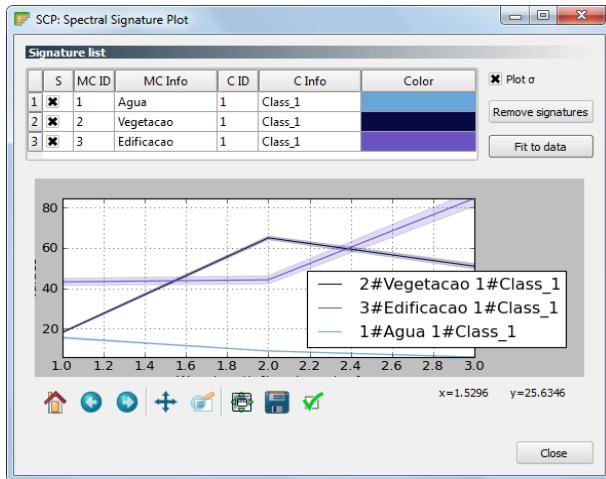


FIGURA 13

JANELA DO SOFTWARE QUANTUM GIS PARA SCP: SPECTRAL SIGNATURE PLOT

O passo seguinte é realizar uma prévia da classificação. Para isso, na aba *Classification Algorithm* deve-se selecionar *Spectral Angle Mapping* e utilizar o comando +, clicando, em seguida, em um ponto da imagem. A tela resultante é apresentada na Figura 14.

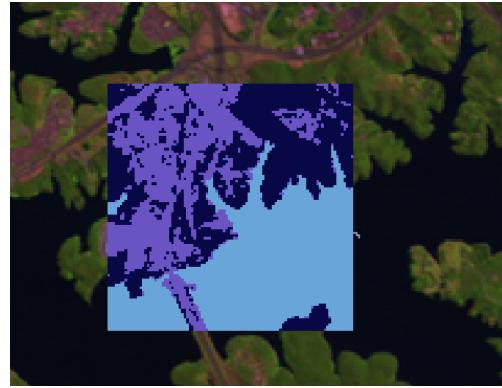


FIGURA 14

JANELA DO SOFTWARE QUANTUM GIS APÓS UTILIZAR O ALGORITMO SPECTRAL ANGLE MAPPING

Dentro do *Layer Class_temp_group*, para a camada em que existe a classificação proposta, deve-se abrir a janela *Propriedades* e ir em *Estilo* para mudar a cor dos rótulos das classes determinadas. Para o exemplo deste artigo, a configuração proposta é apresentada na Figura 15. Deve-se, então, salvar o estilo proposto como arquivo *.qml*.

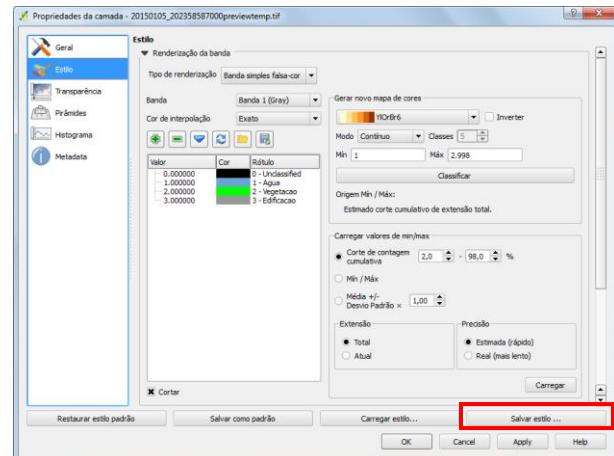


FIGURA 15

JANELA DO SOFTWARE QUANTUM GIS COM O ESTILO CRIADO NA ABA PROPRIEDADES

Para utilizar o estilo criado dentro do complemento *Semi-Automatic Classification Plugin*, deve-se ir na aba *Classification style* da janela *SCP: Classification* e carregar o arquivo *.qml*. Em seguida, deve-se utilizar o comando *Redo* para refazer a classificação prévia.

A classificação final é feita através da aba *Classification output*. Deve-se criar um arquivo de saída e utilizar o comando *Perform classification* (Figura 16).

A Figura 17 mostra a imagem classificada (azul corresponde à classe água, verde corresponde à classe vegetação e cinza corresponde à classe edificação).

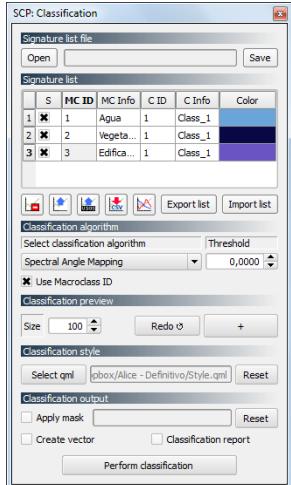


FIGURA 16

JANELA DO SOFTWARE QUANTUM GIS PARA CLASSIFICATION OUTPUT

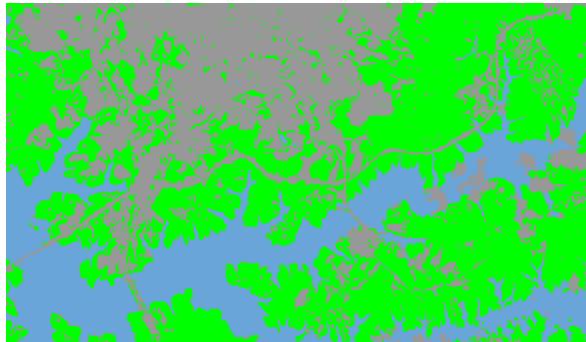


FIGURA 17

IMAGEM CLASSIFICADA

Um uso possível para o mapa gerado é a determinação das áreas de cada uma das classes: área de recursos hídricos (classe água), área de vegetação e área de edificação. Para isso, é necessário transformar a imagem *raster* gerada em vetor. No Quantum GIS, existe o comando *Poligonizar* no menu *Raster – Conversão*, que possibilita realizar essa transformação. Na janela correspondente a esse comando (Figura 18), deve-se nomear o arquivo de saída (*shapefile*) e ativar o *Campo de Nome* com atributo DN (ou outro nome qualquer) onde será colocado o número da classe correspondente de cada feição.

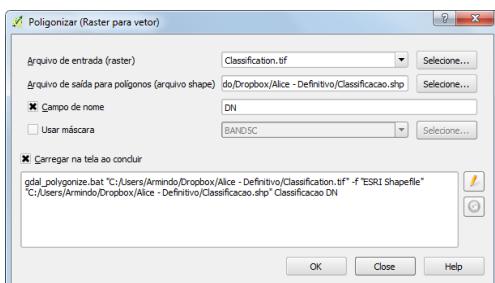


FIGURA 18

JANELA DO SOFTWARE QUANTUM GIS PARA O COMANDO POLIGONIZAR

Este procedimento gera diversos polígonos (*singleparts*) para cada classe. Antes de prosseguir, devemos reunir os polígonos de uma mesma classe em um único polígono (*multipart*). No menu *Processamento*, deve-se utilizar o comando *Caixa de ferramentas – Geoalgorithms – Vector – General tools – Singleparts to multipart*. Na janela do comando (Figura 19), deve-se selecionar o arquivo de entrada e o atributo DN, além de nomear o arquivo de saída.

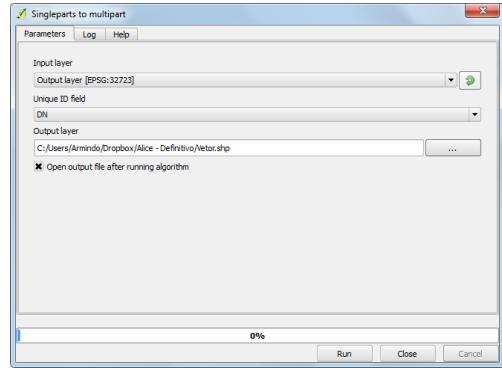


FIGURA 19

JANELA DO SOFTWARE QUANTUM GIS PARA O COMANDO SINGLEPARTS TO MULTIPART

Realizado esse comando, deve-se Abrir a Tabela de Atributos – Alternar modo de edição – Abrir Calculadora de Campo. Na janela que se abre (Figura 20), é necessário selecionar Criar um novo campo, criar um nome para o arquivo de saída, alterar o arquivo de saída para número decimal (real), alterar a espessura para 20 e a precisão para 4 (por exemplo) e utilizar a expressão \$area (nas funções de geometria).

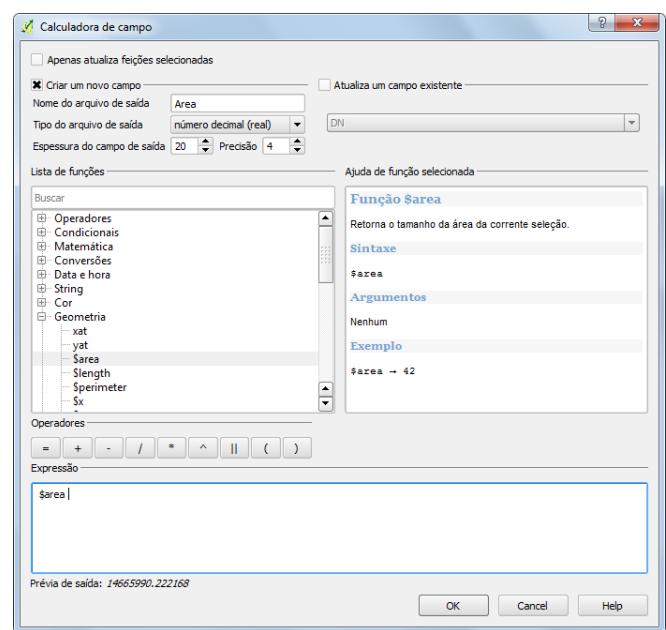


FIGURA 20

JANELA DO SOFTWARE QUANTUM GIS PARA O COMANDO CALCULADORA DE CAMPO

Uma vez realizado esse procedimento, as áreas em metros quadrados são indicadas na Tabela de Atributos (Figura 21). No exemplo em questão, a área de água corresponde a 21,1% do total da imagem analisada, a área de vegetação corresponde a 47,6% e a área de edificação corresponde a 31,3%.

	DN	Area
1	3	288983067.6338
2	2	440778768.9780
3	1	195523414.2666

FIGURA 21
ÁREAS PARA CADA UMA DAS CLASSESS DETERMINADAS

CONCLUSÃO

Através da pesquisa dos conceitos e técnicas de segmentação e classificação de imagens e do desenvolvimento do projeto no *software* Quantum GIS, percebe-se que as imagens resultantes permitem entender de maneira mais clara a distribuição espacial de elementos na superfície terrestre. No exemplo em questão, foram utilizados somente três elementos: água, vegetação e edificação. Porém, conforme se aumenta a quantidade de elementos existentes, mais difícil é entender a distribuição espacial dos mesmos. Nesse caso, a classificação de imagens se torna mais necessária, já que a posição de cada elemento fica destacada.

A partir da posição desses elementos, a análise de fenômenos espaciais ao longo do tempo, sejam eles urbanos (expansão e densidade de cidades) sejam ele ambientais (desmatamento, recursos hídricos, plantações, entre outros), permite seu melhor entendimento e, consequentemente, permite que gestores e pesquisadores proponham ações e soluções relacionadas aos temas citados.

REFERÊNCIAS

- [1] SALDANHA, M., F. S.; FREITAS, C., C. F., "Segmentação de Imagens: Uma Revisão", 2010. Disponível em: <<http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18%4080/2010/06.22.18.13/doc/106003.pdf?languagebutton=en>>. Acesso em: 18 dez. 2014.
- [2] CRUZ, Z., Q.; SILVEIRA, J., C.; RIBEIRO, G., P., "Ensaios de Segmentação e Classificação Digital de Uma Unidade de Conservação com Imagens CBERS Utilizando o Sistema SPRING. Estudo de Caso: Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO)", 2009. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.18.09.55/doc/6853-6860.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2014.
- [3] FREITAS, M. I., C.; PANCHER, A., M., "Classificação de Imagens", [2008?]. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/isabel/sist_inf_geografica/Aula%2011/classificacao_imagens.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2014.
- [4] BELUCO, A., "Classificação de Imagens de Sensoriamento Remoto Baseada em Textura por Redes Neurais", 2002. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6046/000479813.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17 dez. 2014.

- [5] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), "Catálogo de Imagens", 2010. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 16 dez. 2014.