

GMC: Geração de Matriz de Confusão a partir de uma classificação digital de imagem do ArcGIS®

Bruno Zucuni Prina¹
Romario Trentin¹

¹ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Avenida Roraima, nº 1000, Prédio 17 – 97105-900 – Santa Maria - RS, Brasil
brunozprina@gmail.com, romario.trentin@gmail.com

Abstract. The aim of this paper is to create a methodology for analyzing the result a digital image classification using the app ArcGIS®. With this proposal, are used two apps developed with Visual Basic programming language: the GMC and AVACIM. As a “test area” to research, was mapped a random polygon in an image that included varied uses of soil. Like this, we choose one part of the scene of an image sensor Landsat-8, the city of Fortaleza dos Valos/Brazil. The classification was performed in ArcGIS®, by collecting samples of different uses of soil. Later, was applied the “Intersect” algorithm (from ArcGIS®) generating a new file, with the correlation existing between points classified (your classes) with these same points located in the final image (classified). After, was organized in a database (of Access®) to continue with the methodological procedures in the GMC app. With the GMC, was generated a confusion matrix, which was saved, automatically, in another database (Access®). The last stage occurred in the AVACIM app, calculating a confusion matrix, to get the results about Kappa index, with the aim of to assess the quality of image classification. Thus, in the final classification was obtained a Kappa index of 0.951354. By and large, considered very important the method of evaluation a digital image classification exposed in this paper, by the fact that, through the development of two apps was obtained quantify and evaluate the result of the classification using the ArcGIS® app, as a source of primary information.

Palavras-chave: Digital Image Processing, Algorithm, Visual Basic.

1. Introdução

As análises de dados espaciais, por meio das técnicas de geoprocessamento, podem ser subdivididas em várias ramificações, entre estas, cita-se a análise de dados matriciais (ou *raster*), as quais são úteis para estudos de grandezas que variam de forma contínua no espaço. No que tange essa ideia, uma das formas de analisar dados matriciais, é por meio de técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI), como por exemplo, com a classificação digital de imagens. Entre as inúmeras variáveis que podem ser estudadas, por meio dessa técnica de análise de dados, pode-se salientar o mapeamento do uso do solo, que é caracterizada por possuir uma variação ininterrupta no espaço.

As técnicas de PDI são operações realizadas em imagens digitais, oriundas, por exemplo, do sensoriamento remoto, as quais se objetivam em realizar algum tratamento nas feições estruturais da imagem. Pode-se destacar que uma das técnicas de PDI é a classificação digital de imagens, a qual visa identificar os padrões espectrais de objetos da superfície terrestre, por meio da análise do valor digital de um pixel da imagem. Através da metodologia de Marques Filho e Vieira Neto (1999) é possível compreender a ideia do processamento digital de imagens, o qual é de extrema importância a uma vasta diversidade de aplicações. Tem-se, em meados da década de 1960, como primórdio significativo dessa área o aparecimento dos primeiros computadores digitais de grande porte. De lá para cá, o processamento digital de imagens está apresentando um aumento significativo nas suas mais variadas aplicações, as quais tangenciam os ramos de atuação do ser humano, com estudos realizados, por exemplo, na medicina, biologia, geografia, entre outras áreas (MARQUES FILHO e VIERA NETO, 1999).

Dados matriciais são estruturas de dados que armazenam informações em uma grade regular de células, sendo que, a menor medida de discriminação entre os dados é denominada de *pixel*.

Com esse foco, nesse trabalho será apresentada uma metodologia para obter a matriz de confusão pelo aplicativo ArcGIS®, com seu posterior cálculo, desta forma, será apresentado o aplicativo GMC (PRINA, 2014b), sendo uma sigla de “Gerador de Matriz de Confusão”, bem como do aplicativo AVACIM (PRINA, 2014a). Desta forma, serão analisados os procedimentos para execução dessa metodologia. Sobreleva-se, que para a sistematização dos aplicativos, fez-se uso da linguagem de programação *Visual Basic*, juntamente com o aplicativo *Microsoft Visual Basic 6.0*.

A fim de esclarecer algumas definições, a seguir serão discutidos, brevemente, alguns conceitos interligados a esse trabalho.

Pode-se definir por “classificação digital de imagens” como sendo um procedimento de obtenção de informações de imagens a fim de caracterizar e diferenciar os padrões e os objetos da superfície física terrestre (KÖRTING, 2006). Ainda, Körting (2006) sanciona que as técnicas de classificação são ferramentas de extrema competência no mapeamento e dimensionamento de áreas da superfície terrestre, as quais possuem informações digitalmente similares. O foco desse trabalho não é o de aprofundar as técnicas e procedimentos de classificação, porquanto, relata-se que existem dois procedimentos de classificação digital, o “*pixel a pixel*” e por regiões (KÖRTING, 2006). Ressalta-se, ainda, que uma classificação pode ser do tipo supervisionada ou não-supervisionada. Tais informações são determinantes para a escolha adequada do algoritmo que realizará o agrupamento das informações espectrais. Entre os algoritmos mais importantes tem-se: *Isodata (pixel a pixel e não supervisionado)*, *Máxima Verossimilhança (pixel a pixel e supervisionado)*, *Isoseg (por regiões e não supervisionado)*, *Bhattacharya (por regiões supervisionado)*, entre outros.

A matriz de confusão é a forma de representação da qualidade obtida de uma classificação digital de imagem, sendo expressa por meio da correlação de informações dos dados de referência (compreendido como verdadeiro) com os dados classificados. Inclusive, essa rotina também pode ser expressa, pela análise das amostras de treinamento juntamente com os dados classificados. Esta última é muito utilizada em trabalhos científicos, uma vez que na maioria dos locais não existem dados de referência, sendo assim, impossível fazer a primeira analogia destacada.

O coeficiente *Kappa* é uma das variáveis que podem ser quantificadas após construir a matriz de confusão, sendo um índice que retrata o grau de concordância dos dados, gerando, assim, um aspecto de confiabilidade e precisão dos dados classificados (PERROCA e GAIDZINSKI, 2003). O resultado obtido pelo coeficiente *Kappa*, varia no intervalo de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo a 1, melhor a qualidade dos dados classificados. Vários são os índices para agrupar esses dados quantitativos para qualitativos, entre eles, pode ser destacado o de Fonseca (2000), conforme destacado na Tabela 1.

Tabela 1 - Agrupamento qualitativo do coeficiente kappa.

Índice Kappa	Desempenho
<0	Péssimo
$0 < k \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < k \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < k \leq 0,6$	Bom
$0,6 < k \leq 0,8$	Muito Bom
$0,8 < k \leq 1,0$	Excelente

Fonte: Fonseca (2000).

Em relação à linguagem de programação *Visual Basic 6*, deve-se destacar que muitos dos estudos, que possibilitaram a construção dos aplicativos, ocorreu no sítio do *Macoratti.net*,

visto a vasta gama de informações teóricas e práticas a respeito da linguagem de programação *Visual Basic* agrupadas nesse ambiente da *web*.

Portanto, salienta-se que o problema desse trabalho está contido na resolução da seguinte questão: “*como gerar a matriz de confusão por meio do aplicativo ArcGIS® de forma semi-automatizada?*”

Justifica-se, desse modo, entender que com o desenvolvimento de uma metodologia para geração da matriz de confusão pelo ArcGIS®, haverá uma maior facilidade na análise de classificações digitais.

O objetivo geral do trabalho é o de criar uma metodologia para analisar o resultado de uma classificação digital de imagens utilizando o aplicativo ArcGIS®, como origem dos dados. Especificamente tem-se o objetivo de:

- Desenvolver um aplicativo com a linguagem de programação *Visual Basic*, nomeado como GMC (PRINA, 2014b);
- Quantificar os dados da matriz de confusão por meio do aplicativo AVACIM (PRINA, 2014a).

2. Metodologia

A fim de identificar os procedimentos teórico-práticos implementados nesse trabalho, os mesmos, a seguir, estarão endereçados cronologicamente.

Na etapa inicial do trabalho foi definida uma “área teste” à pesquisa, sendo assim, determinou-se um polígono aleatório (Figura 1a) em uma imagem que englobava usos do solo variados (água, vegetação, solo exposto, lavoura e campo). Assim, optou-se pela escolha de parte da cena de uma imagem do sensor Landsat-8, presente no município de Fortaleza dos Valos/RS. Posterior a definição da “área teste” coletaram-se amostras dos distintos usos do solo (Figura 1b). As coletas foram feitas por meio de pontos, totalizando 92 amostras para a classe água, 66 para vegetação, 80 para solo exposto, 165 para lavoura e 77 para campo, totalizando 480 pontos amostrais.

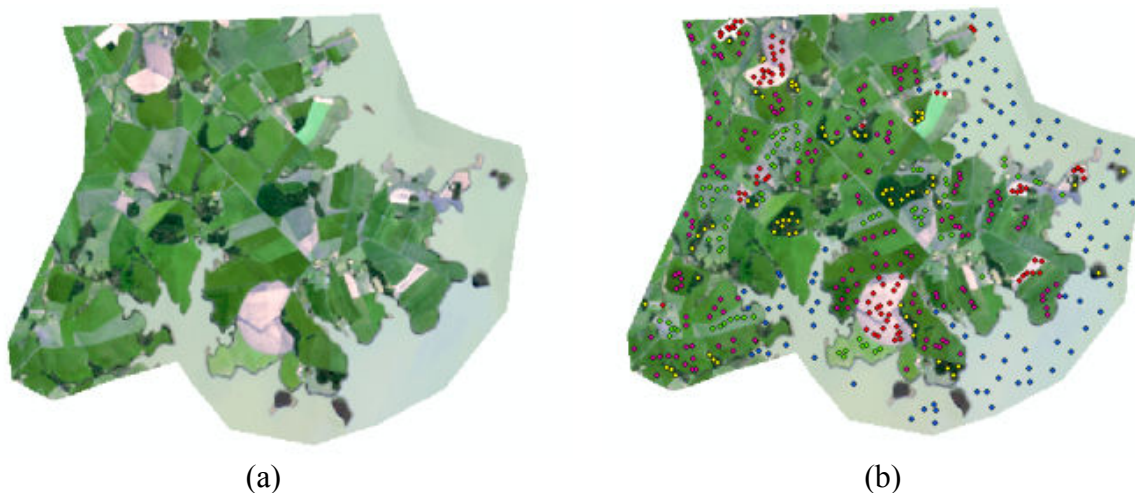


Figura 1 - Área de estudo (a) e disposição espacial das amostras (b). Organização: Prina (2014).

A etapa conseguinte refere-se a realização da classificação no aplicativo ArcGIS®, sendo que, primeiramente há a criação das assinaturas de cada amostra, por meio da caixa de ferramentas *Spatial Analyst Tools - Multivariate*, com o algoritmo *Create Signatures*. Posterior a esse processo, empregou-se o algoritmo de classificação, denominado *Maximum Likelihood Classification*. O resultado obtido pela classificação está em destaque na Figura 2.

Com a classificação realizada, converteu-se a informação classificada para um formato vetorial (polígono), pois, a informação original encontra-se em formato *raster*. Esse processo é realizado, ainda no ArcGIS®, na caixa de ferramenta *Conversion Tools - From Raster*, com o algoritmo *Raster to Polygon*.

Nesse momento utilizou-se a caixa de ferramentas *Analysis Tools – Overlay*, com o algoritmo *Intersect*. Com o uso desse algoritmo, obteve-se, em um novo arquivo, com a correlação existente entre os pontos classificados (suas classes) com esses mesmos pontos localizados na imagem final (classificada). Assim, correlacionaram-se as informações. A partir dessa etapa, finalizaram-se os procedimentos no aplicativo ArcGIS®.

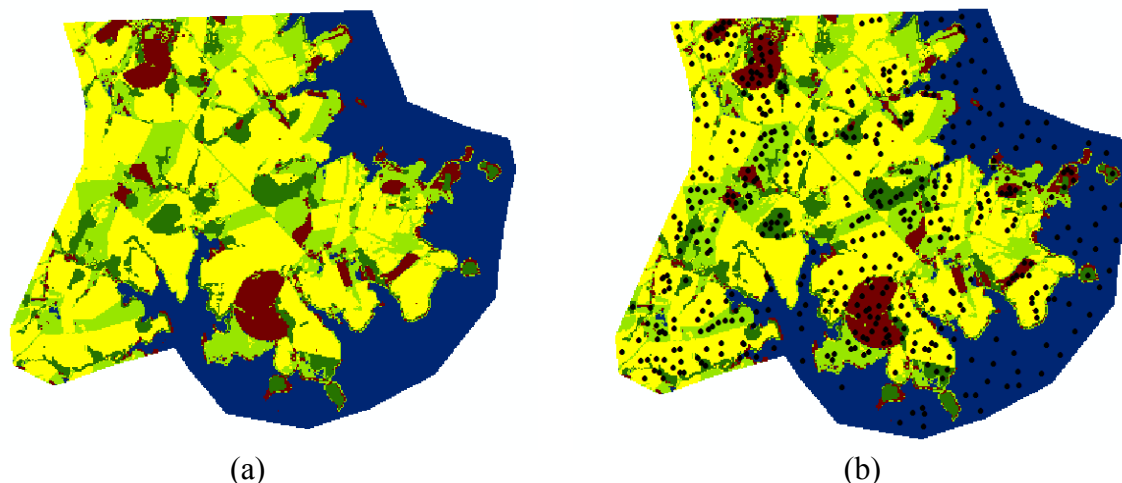


Figura 2 – Imagem classificada (a) e pontos obtidos com a aplicação do *Intersect*.
Organização: Prina (2014).

A próxima etapa pode ser descrita como a de organização do banco de dados. Assim, seguiram-se os seguintes passos:

- Importaram-se as informações do arquivo *.DBF (do arquivo *shapefile*, obtido pela operação *Intersect*) para o *Access*® (Figuras 3a, 3b e 3c);
- Excluíram-se as colunas desnecessárias do banco de dados (obtida do arquivo *.DBF);
- Alteraram os nomes das colunas, com o objetivo de deixá-las com nomes “indicativos” de suas respectivas representações. Sendo assim, nomearam-nas para: “coluna_amostra” e “coluna_class”;
- Anotaram-se: o nome do banco de dados (“Banco1.mdb”), o nome da tabela (“Arq_DBF”) e o nome das colunas (referenciada no item anterior) e o número de classes da classificação, tais dados serão necessários na etapa de inserção de dados no GMC (PRINA, 2014b).

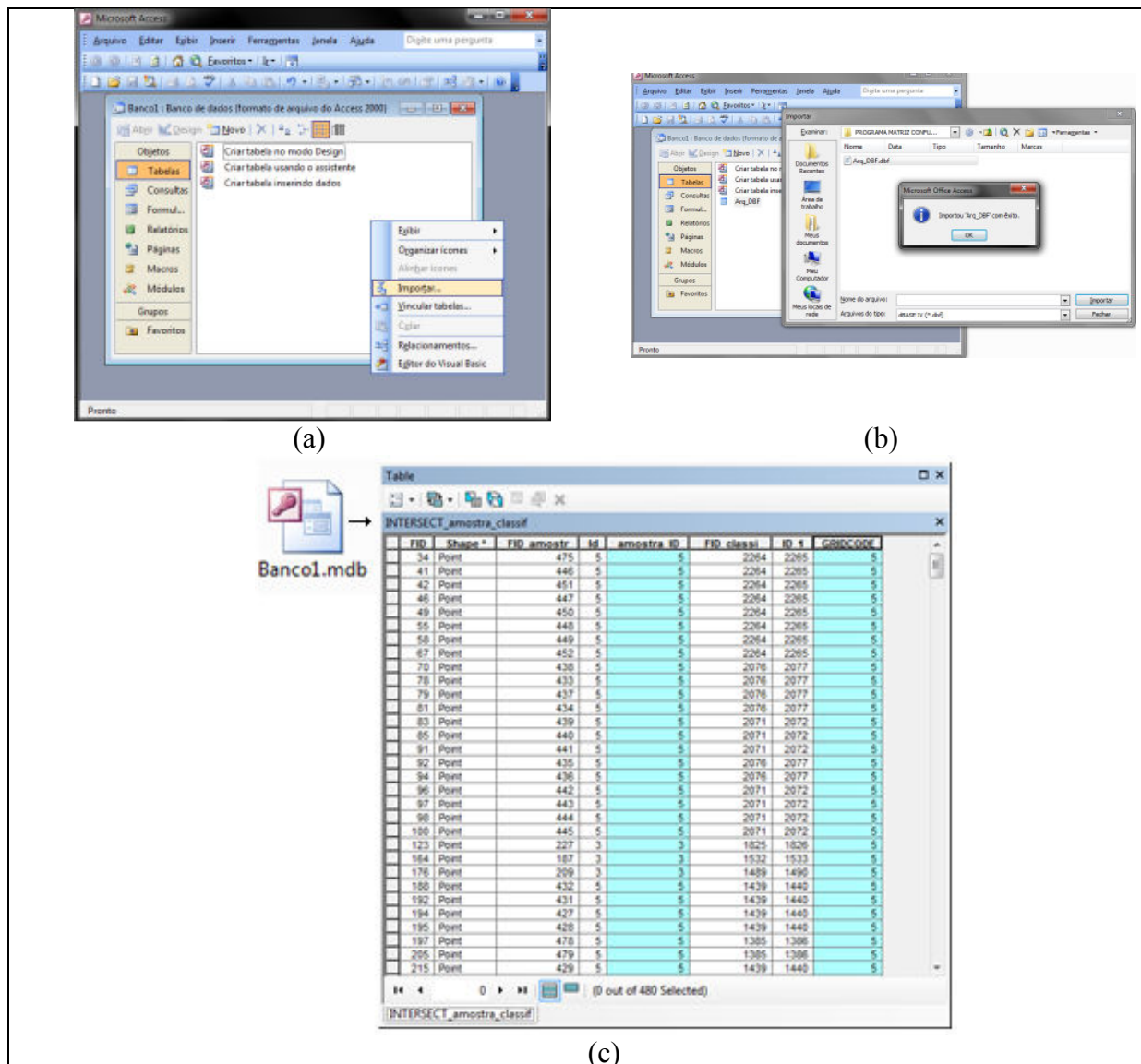


Figura 3 – Organização do BD para importação dos dados referente ao arquivo *. DBF obtido pelo *Intersect*: (a), (b) e (c). Organização: Prina (2014).

A partir dessa etapa, a organização dos dados encerrou-se, sendo assim, iniciaram-se as análises no aplicativo GMC (PRINA, 2014b). A seguir, é apresentada a tela de entrada do aplicativo (Figura 4a), na qual foram preenchidas as informações destacadas anteriormente (Figura 4b): o nome do BD, o nome da tabela, o número de classes, e os nomes das colunas do BD.





Figura 4 - Tela inicial do GMC (a) e tela com os dados completados (b). Organização: Prina (2014).

Finalizada a inserção dos dados, clicou-se no botão “OK >> Prosseguir”. Com isso, os dados são recuperados, conforme evidenciado na Figura 5.

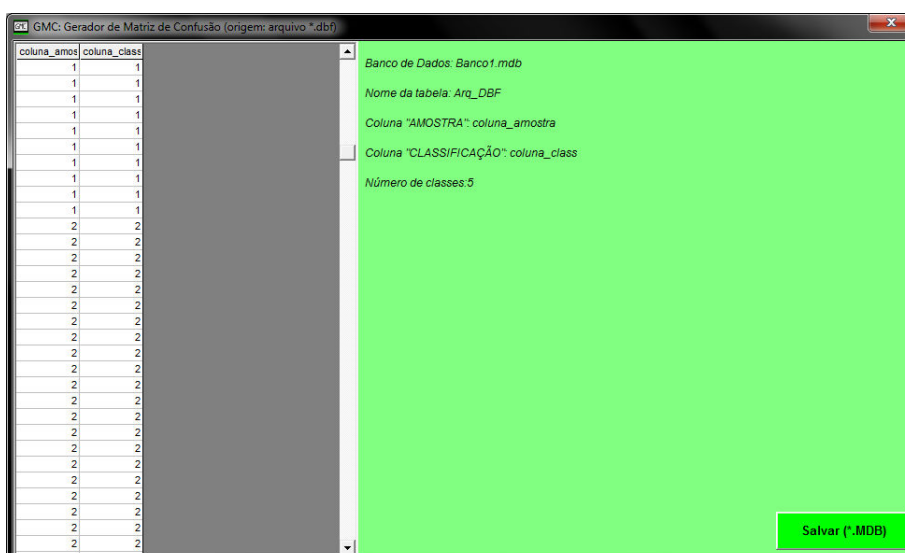


Figura 5 – Tela de recuperação dos dados. Organização: Prina (2014).

Sendo assim, o último procedimento a ser realizado no GMC (PRINA, 2014b) é gerar a matriz de confusão e salvá-la em um BD (Figura 6), dessa forma, clicou-se no botão “Salvar (*.MDB)”, e os dados foram salvos e organizados no banco de dados a ser utilizado na próxima etapa, pelo aplicativo AVACIM (PRINA, 2014b). Em resumo, nessa etapa, houve a geração da matriz de confusão, por meio da correlação existente entre as amostras e a imagem classificada.

A	B	C	D	E
88	0	4	0	0
0	64	0	1	1
0	0	74	2	4
1	2	0	162	0
2	0	1	0	73

Figura 6 - Matriz de confusão, gerada e organizada no BD. Organização: Prina (2014).

A última etapa ocorreu no aplicativo AVACIM (PRINA, 2014a), calculando, assim, a matriz de confusão, a fim de obter os resultados a respeito do Índice *Kappa*, Exatidão Global, entre outras variáveis, com o intuito de poder avaliar a qualidade das amostras coletadas, e por consequência, da classificação da imagem.

3. Resultados e Discussão

Entre os resultados a serem evidenciados nesse trabalho, pode-se destacar o processo de classificação digital realizado no ArcGIS®, o desenvolvimento dos algoritmos para sistematização do aplicativo GMC (PRINA, 2014b), o uso do aplicativo AVACIM (PRINA, 2014a) e o resultado de toda a rotina metodológica, ou seja, o cálculo da matriz de confusão.

O resultado da classificação digital está previamente apresentado no desenlace metodológico do trabalho, porém, mesmo assim, ressalta-se, que foram obtidas, por meio das amostras, 5 classes de uso do solo: água, vegetação, solo exposto, lavoura e campo, as quais, estão destacadas no mapa da Figura 7.

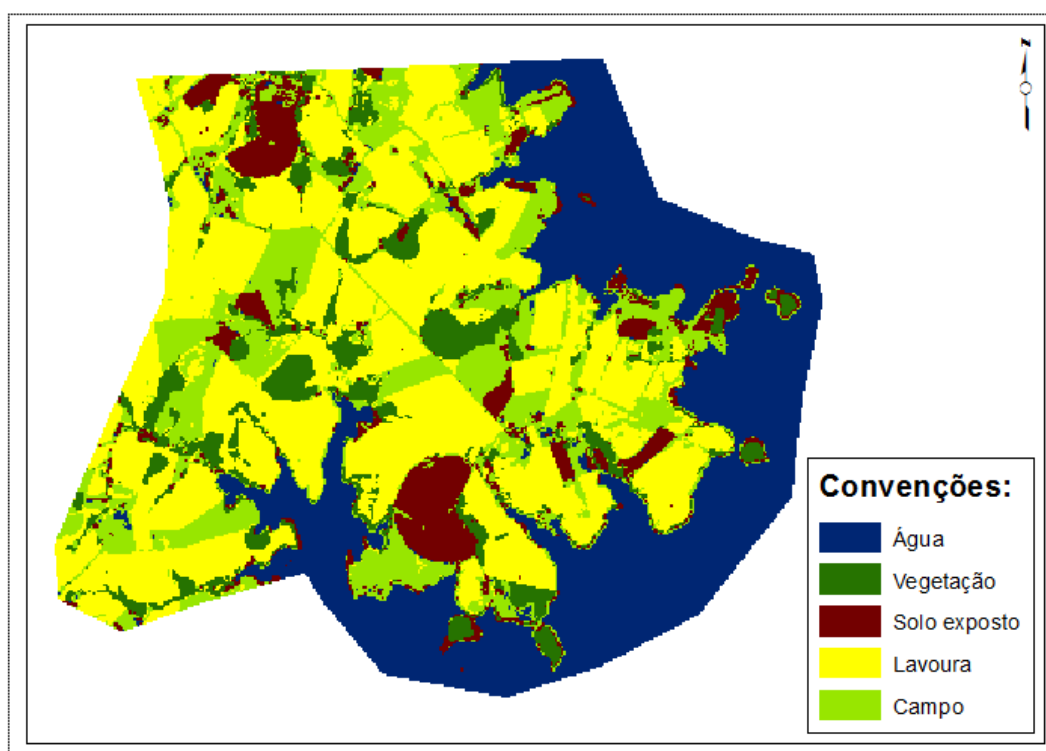


Figura 7 - Imagem classificada no ArcGIS®. Organização: Prina (2014).

Referente ao aplicativo GMC (PRINA, 2014b), deve-se destacar que o desenvolvimento do aplicativo foi incisivo à obtenção de todos os procedimentos metodológicos desse trabalho. Destaca-se, que a apresentação de suas estruturas metodológicas (de forma visual) já foram evidenciadas (Figuras 4 e 5), sendo coincidente ao resultado alcançado nessa etapa do trabalho.

Por fim, destaca-se o resultado final de todo o procedimento metodológico desse trabalho, perante o cálculo da matriz de confusão, etapa realizada com o aplicativo AVACIM (PRINA, 2014a). Assim sendo, a classificação final obteve os seguintes resultados:

- Índice *Kappa*: 0,951354;
- Índice de concordância (Q): 108,979123;
- Exatidão Global: 0,962422.

Analisando os índices acima, com destaque para o resultado do Índice *Kappa*, pode-se classificá-lo como “Excelente”, conforme a metodologia de Fonseca (2000), evidenciando, desta forma, que as amostras coletadas foram condizentes com as informações classificadas.

4. Conclusões

Considera-se de extrema importância ao trabalho a criação do aplicativo GMC (PRINA, 2014b), pois, com o mesmo foi possível obter a correlação entre os dados classificados e as amostras, podendo, dessa forma, obter a matriz de confusão. Se bem, deve-se ressaltar, ainda, a importância do aplicativo AVACIM (PRINA, 2014a), pois, com o mesmo pode-se analisar a acurácia da classificação, com o cálculo do Índice *Kappa*, do Índice de concordância e da Exatidão Global.

De forma geral, considera-se de grande importância a metodologia de avaliação da classificação digital de imagens exposta neste trabalho, pois, por meio do desenvolvimento de dois aplicativos pode-se quantificar e avaliar o resultado da classificação com a utilização do aplicativo ArcGIS®, como fonte geradora das informações primárias.

Deve-se ressaltar, que ambos os aplicativos encontram-se para *download* (de forma gratuita) no blog “*App Down Geo*”, no link <<http://appdowngeo.blogspot.com.br/>>, bastando, apenas o usuário ir até essa fonte de informação e solicitar pelos aplicativos.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor.

Referências Bibliográficas

FONSECA, L. M. G. **Processamento digital de imagens**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 105p.

KÖRTING, T. S. **Classificação de imagens por regiões**. São José dos Campos, 2006. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/~tkorting/projects/isoseg/material.pdf>>. Acesso em 03 abr.14.

MACORATTI. **Macoratti.net**. Disponível em: <<http://www.macoratti.net/pageview.aspx?catid=2>>. Acesso em 04.abr.14.

MARQUES FILHO, O; VIEIRA NETO, H. **Processamento Digital de Imagens**. Rio de Janeiro: Brasport, 1999. ISBN 8574520098. Disponível em: <<http://pessoal.utfpr.edu.br/hvieir/download/pdi99.pdf>>. Acesso em 02 abr.14.

PERROCA, M. G.; GAIDZINSKI, R. R. **Avaliando a confiabilidade interavaliadores de um instrumento para classificação de pacientes - coeficiente Kappa**. Rev. Esc. Enferm. USP, 2003; 37 (1): 72-80. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v37n1/09.pdf>>. Acesso em 03 abr.14.

PRINA, B. Z. AVACIM - **Avaliador de Classificação de Imagens**. Aplicativo desenvolvido com uso da linguagem de programação *Visual Basic*, 2014a. Disponível em: <<http://appdowngeo.blogspot.com.br/>>. Acesso em 13 out.2014.

PRINA, B. Z. **GMC – Gerador de Matriz de Confusão**. Aplicativo desenvolvido com a linguagem de programação *Visual Basic*, 2014b. Disponível em: <http://appdowngeo.blogspot.com.br/>. Acesso em 13 out.2014.