

Contribuição da classificação orientada a objeto em áreas urbanas

Hugo Teruya Junior^[1], Antonio Conceição Paranhos Filho^[2], Giancarlo Lastoria^[3], Liliane Candida Correa^[4], Alexandre Augusto Moreira Lajo^[5], Fabrício Bau Dalmas^[6]

[1]teruyajunior@gmail.com, [2] antonio.paranhos@pq.cnpq.br, [3] g.lastoria@ufms.br, [4]lilycorrea@gmail.com, [5]lajoalex@gmail.com, [6]fdalmas@prof.ung.br; ^{1,2,3,4} Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais - UFMS - Campo Grande - MS; ⁵ IMTI - Campo Grande - MS; ⁶ Programa de Mestrado em Análise Geoambiental - UNG - Graulhos - SP.

RESUMO

Nos últimos anos, a disponibilização de imagens obtidas por meio de sensores embarcados em satélites, com alta resolução espacial e radiométrica, possibilitou ao Sensoriamento Remoto utilizar essas imagens nos estudos urbanos. Como ferramenta para trabalhar com essas imagens, a classificação orientada ao objeto destaca-se pela possibilidade de se utilizar variáveis de forma e arranjo espacial, somando informações da resposta espectral dos objetos. O presente trabalho consistiu na aplicação dessa técnica em uma imagem IKONOS II do Município de Costa Rica-MS. Como resultado, foi gerada a classificação da imagem em três diferentes níveis hierárquicos: do mais geral, separando apenas o que é urbano e não urbano, ao mais específico, distinguindo áreas edificadas e não edificadas.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Classificação orientada a objeto. Imagem de alta resolução.

ABSTRACT

Nowadays the availability of satellite images with spatial and radiometric resolution allows the Remote Sensing uses these images in urban studies. The object-oriented classification is a tool to work with these images and stands out for the possibility of using variable shape and spatial arrangement, adding information of the spectral response of objects. This goal of this work was the application of this technique in a IKONOS II image in Costa Rica Municipality, Mato Grosso do Sul State. As result was generated image classification into three different hierarchical levels: more general, separating only what is urban and non-urban; and more specific, distinguishing built-up areas and not built.

Keywords: *Remote Sensing.Object-oriented classification.high resolution satellite image.*

1 Introdução

Com o crescimento da maioria das cidades brasileiras ocorrendo de maneira acelerada e desorganizada (ESTEVAM, 2006), torna-se cada vez mais necessário o acompanhamento das alterações do uso e da ocupação do solo urbano, sendo este um subsídio importante para questões sociais, ambientais, de planejamento da infraestrutura e também na política fiscal, pois, com um ambiente tão dinâmico, as cartas cadastrais, base para o cálculo do IPTU (Imposto

Predial e Territorial Urbano), precisam ser atualizadas frequentemente.

Segundo Luz, Arndt e Oliveira (2006), a maioria dos mais de 5.500 municípios brasileiros não possui cartografia cadastral atualizada, ou sequer contam com algum produto cartográfico. Como alternativa para a confecção das cartas de uso e ocupação do solo, o Sensoriamento Remoto tornou-se uma valiosa ferramenta na caracterização de cenas urbanas, a partir da disponibilização de imagens com alta resolução espacial por satélites como *IKONOS II*, *QuickBird* e *WorldView*.

No entanto, com a disponibilização dessas imagens, ficou constatada uma das principais características de cenas urbanas: a confusão espectral, causada pela grande quantidade de feições com respostas espectrais muito próximas, presentes num mesmo ambiente. Essa característica inviabiliza a análise espectral isolada de cada pixel da tradicional classificação automática. Devido a essa dificuldade de interpretação, há a necessidade de ferramentas que não se limitem apenas a atributos espectrais, caso das classificações supervisionadas (NOVO, 1992) e não supervisionadas (ROSA, 2009). Entre estas ferramentas, destaca-se a análise orientada a objetos, que permite a inserção do conhecimento do analista e a utilização de parâmetros de cor, forma, textura e relações de vizinhança na classificação de imagens (DE PINHO; FEITOSA; KUX, 2005), ou seja, não são completamente dependentes do atributo espectral.

Essa possibilidade de incorporar diferentes tipos de informações, tais como a forma do objeto e as relações com os objetos vizinhos, representa uma grande vantagem na utilização da classificação orientada a objetos para uso no ambiente urbano, pois diferentes feições (diferentes tipos de pavimentações, áreas verdes e coberturas de prédios e casas) podem possuir respostas espectrais semelhantes (ALMEIDA; WERNECK; RESENDES, 2014). Corroborando com essa informação, Nunes e Roig (2015) citam que entre diferentes tipos de objetos, alguns podem apresentar diferentes respostas espectrais para o mesmo atributo sem, necessariamente, representarem a mesma classe temática. Na classificação orientada, os objetos com características comuns são agrupados em classes que, por sua vez, são organizadas na forma de rede hierárquica e semântica (ALVES et al., 2009).

Na alteração da dinâmica do escoamento superficial de uma bacia, o uso e ocupação do solo exerce influência direta, pois irá interferir na permeabilidade e, como consequência, na quantidade de água retida ou infiltrada no terreno. Em diversos métodos de estimativa do escoamento superficial estudados na hidrologia, a quantificação da permeabilidade do solo é muito importante (LAJO, 2003).

As alterações do escoamento superficial, com a impermeabilização nas cidades, terão reflexos na drenagem urbana, que, não atuando adequadamente, trará consequências como perdas de vidas humanas, prejuízos que podem chegar a U\$1.000.000.000,00

anualmente no Brasil, epidemias de doenças de veiculação hídrica, entre outros (MCT/CGE, 2001).

Além da importância da caracterização do uso e ocupação do solo em bacias urbanas para os estudos hidrológicos, destaca-se o uso dessas informações na implementação de políticas sociais, planejamento da expansão da rede de infraestrutura e também na política fiscal do município, uma vez que possuir uma base cadastral atualizada contribui para a melhoria da arrecadação.

Desse modo, dado o caráter multifinalitário do uso e da ocupação do solo no ordenamento urbano e a necessidade do planejamento para atender as demandas atuais e futuras da população, os estudos e análises da forma urbana e de seu crescimento é um importante subsídio para as políticas de planejamento específicas e gerais do município (COSTA; FREITAS; DI MAIO, 2004).

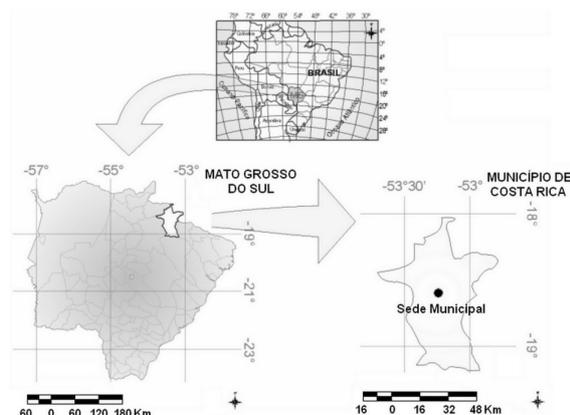
Contribui-se, assim, também, com uma técnica que possibilite o levantamento de informações de cobertura do solo da bacia urbana, que pode ser aplicada em outros municípios, úteis para a formulação, planejamento e monitoramento de políticas urbanas (COSTA; FREITAS; DI MAIO, 2004) na elaboração e acompanhamento das diretrizes de uso e ocupação do solo dos planos diretores.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a aplicabilidade da estratégia de classificação orientada ao objeto na zona urbana do município de Costa Rica, situado no estado do Mato Grosso do Sul, criando uma rede hierárquica de objetos e seguimentos. Além disso, compartilha-se também uma técnica que pode ser aplicada em outros municípios.

1.1 Área de estudo

O município de Costa Rica está inserido na bacia hidrográfica do rio Sucuriú. Limita-se ao norte com o estado de Mato Grosso, à leste com Goiás e o município de Chapadão do Sul (MS), ao sul com o município de Água Clara (MS) e à oeste com os municípios de Camapuã (MS) e Alcinópolis (MS) (PMCR, 2007). A distância rodoviária à capital do estado, Campo Grande, é de, aproximadamente, 390 quilômetros e de 1.000 quilômetros à cidade de São Paulo. Possui área de 5.362 Km² e uma população de 19.670 habitantes, dos quais 77,6 % estão na zona urbana e 32,4% na zona rural (PMCR, 2007). A localização do município de Costa Rica pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1 - Localização da sede administrativa do município de Costa Rica da Paraíba (1995-2011)



Fonte: Elaboração própria.

2 Materiais e métodos

A técnica aplicada é uma das alternativas para o monitoramento do solo urbano, fornecendo subsídios para os mais variados tipos de estudos, como os hidrológicos (alteração do escoamento superficial devido à impermeabilização do solo) e no planejamento da infraestrutura básica, além de ser uma importante ferramenta na elaboração e acompanhamento das diretrizes de uso e ocupação do solo.

É possível dividir os métodos aplicados em duas fases principais: o pré-processamento e, posteriormente, o processamento da imagem.

2.1 Pré-processamento da imagem IKONOS

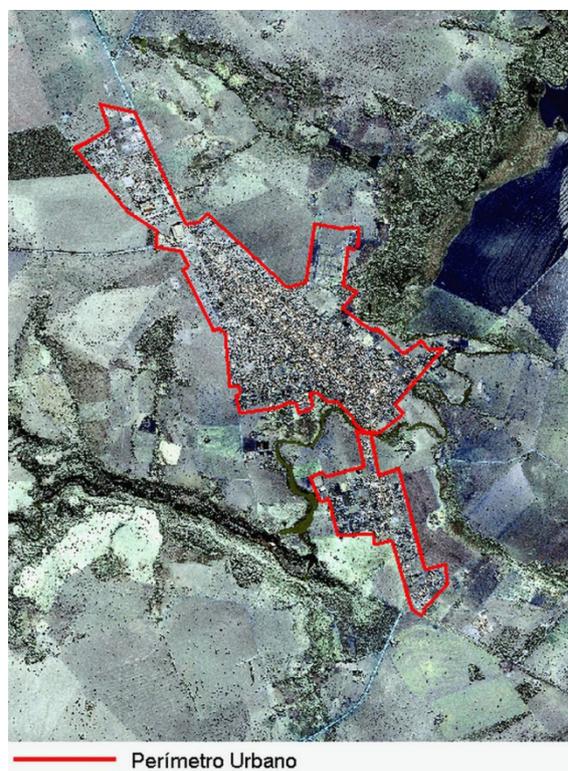
A imagem *IKONOS II* (SPACE IMAGING, 2003) utilizada neste trabalho foi disponibilizada pelo Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), já georeferenciada em trabalhos anteriores com GPS (*Global Positioning System*) de precisão, resultando em uma imagem com erro menor do que 4 metros (OLIVEIRA, 2005). Na etapa de campo deste trabalho foram levantados pontos com GPS para o reconhecimento das feições de interesse.

Na preparação da imagem, no software *Erdas Imagine* (ERDAS, 1999), foi realizada a fusão das bandas multiespectrais com a banda pancromática, tendo o objetivo de aumentar de 4 para 1 metro a resolução espacial das bandas multiespectrais. Na fusão há uma perda da informação espectral, porém há uma substancial melhora da resolução espacial da

imagem, pois o *Ecognition* (DEFINIENS IMAGING, 2002) utiliza a variante forma no processo.

No aplicativo *Erdas Imagine* (ERDAS, 1999), a imagem *IKONOS* foi recortada, restando apenas a área de interesse, nesse caso o perímetro urbano. Analisar o recorte ao invés da imagem inteira se justifica pelo ganho de performance do sistema, com economia de tempo, principalmente nas segmentações e no tamanho dos arquivos gerados. A Figura 2 apresenta o perímetro utilizado para separar a mancha urbanizada do restante da imagem do município de Costa Rica, em 2003.

Figura 2 - Perímetro da mancha urbanizada sobre a imagem IKONOS (2003)



Fonte: Elaboração própria.

2.2 Processamento da imagem IKONOS

A primeira etapa do processamento da imagem foi a definição de quais classes deveriam ser encontradas e quantos níveis de informações (ou detalhamento dos segmentos) seriam necessários. Definidas as classes e os níveis de detalhamento, foi criada a hierarquia de classes (Figura 3). No nível 3, o propósito foi distinguir apenas o que está dentro do perímetro urbano.

Figura 3 - Classes de interesse e seus níveis de hierarquia

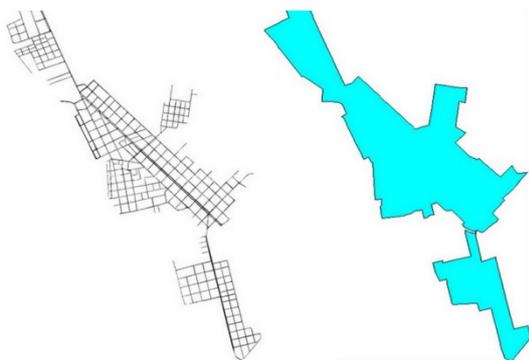
Nível 3	Nível 2	Nível 1
Não Urbano	Não Urbano	Não Urbano
Urbano	Ruas Quadras	Ruas Edificado Não Edificado

Fonte: Elaboração própria.

Para a classe “Urbano” houve o interesse de detalhamento, por isso no Nível 2 essa classe foi dividida em “Ruas” e “Quadras”. Sendo um dos objetivos deste trabalho verificar a quantidade de área construída dentro das quadras, houve uma nova divisão no Nível 1, em regiões edificadas e não edificadas.

Durante a segmentação, o *Ecognition* pode utilizar diferentes informações, ou *layers*, de uma mesma área. Com o objetivo de agregar mais informações para a segmentação da imagem, foram gerados dois arquivos auxiliares no aplicativo *Geomatica Focus* (PCI GEOMATICS, 2003). O primeiro foi malha viária, em formato raster, criado a partir da extração manual das ruas na imagem IKONOS e posteriormente salvo no formato *Target Image File Format* (TIFF). O segundo foi perímetro urbano, no formato vetorial, gerado também manualmente a partir da imagem IKONOS no formato shapefile. Ambos os arquivos podem ser visualizados na Figura 4.

Figura 4 - Arquivos auxiliares para a segmentação



Fonte: Elaboração própria.

Por meio da utilização dos dois arquivos representados na Figura 4, foi possível corrigir dois problemas verificados nas primeiras tentativas de segmentação: o perímetro urbano não havia sido detalhado satisfatoriamente em alguns locais da cidade; e as copas e sombras das árvores projetadas

sobre as ruas não permitiram a correta identificação do arruamento (Figura 5).

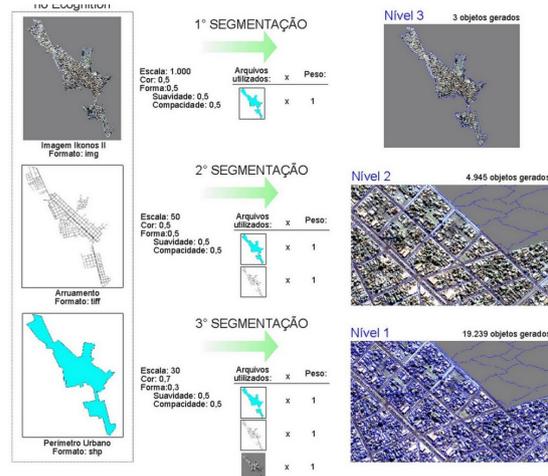
Figura 5 - Eliminação da interferência das copas e sombras das árvores sobre as ruas



Fonte: Elaboração própria.

As três segmentações realizadas são classificadas em: Nível 3 de informação, com 3 objetos; Nível 2, com 4.945 objetos; e a mais detalhada, Nível 1, com 19.299 objetos (Figura 6). Nestes processos, dois aspectos foram considerados: valor espectral e forma.

Figura 6 - Esquema geral das segmentações



Fonte: Elaboração própria.

Em relação ao valor espectral, cabe ao usuário estabelecer o peso de cada banda, podendo ser, inclusive, 0 (zero) (DEFINIENS, 2002). Os valores aqui empregados foram definidos após vários testes de segmentação.

Uma vez finalizada a segmentação nos 3 níveis, deu-se início a classificação da imagem, como base nas classes definidas anteriormente. Para as classes do Nível 3 e 2 foram utilizadas Funções de Associação.

Um exemplo dessas funções pode ser visualizado na Figura 7.

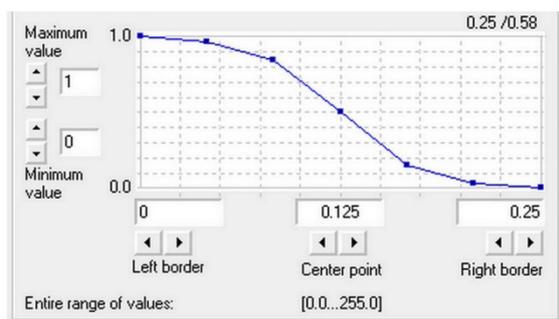
Para as classes do Nível 1 foi utilizado o classificador “vizinho mais próximo”, com áreas de treinamento para o sistema.

As características que o sistema extraiu das áreas de treinamento e aplicou ao resto da imagem foram: valor espectral do pixel, variáveis de forma (área, comprimento e largura), textura e hierarquia.

Nesse nível, as duas classes de interesse foram “Áreas Edificadas” e “Áreas Não Edificadas”. A primeira pode ser descrita como telhado de casas e estabelecimentos, calçadas ou pátios com concreto ou manta asfáltica. A segunda compreende, em sua maioria, cobertura vegetal (arbórea ou herbácea) e solo exposto.

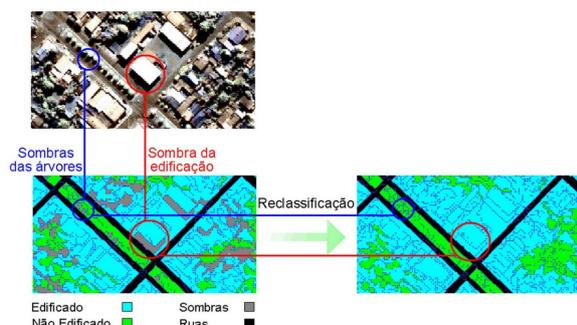
As sombras presentes na imagem podem ser resultado de construções ou árvores, por exemplo. Não sendo um dos objetivos deste trabalho quantificar as sombras na imagem (caso fosse seriam redefinidas como “Não Classificado”), houve posteriormente sua reclassificação manual para “Edificado” ou “Não Edificado”, dependendo da feição que lhe deu origem.

Figura 7 - Função inserida para analisar o brilho da imagem



Fonte: Definens (2002).

Figura 8 -Resultado da classificação com as 3 classes e o resultado da reclassificação



Fonte: Elaboração própria.

a sua forma classificada (com as 3 classes) e o resultado da reclassificação.

3 Resultados e discussão

3.1 Classificação

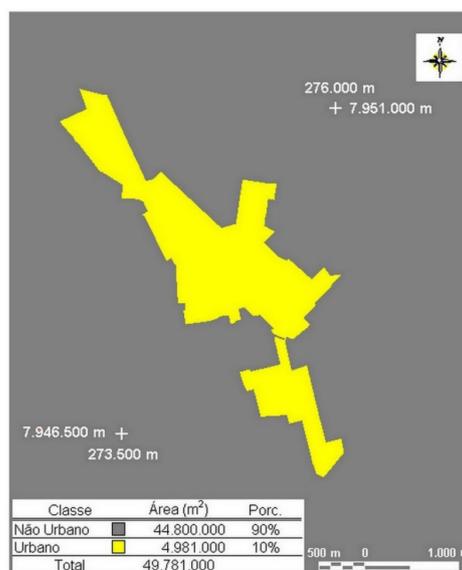
A seguir, os resultados das classificações são detalhados:

3.1.1 Nível 3

A classificação da imagem no Nível 3, com o valor de área e a porcentagem correspondente, pode ser vista na Figura 9.

Pode-se visualizar que a área total classificada foi de 49.781.000m², dos quais 44.800.000m² (90%) estão fora do perímetro urbano e 4.981.000m² (10%) são classificados como “Urbano”.

Figura 9 - Classificação no nível 3



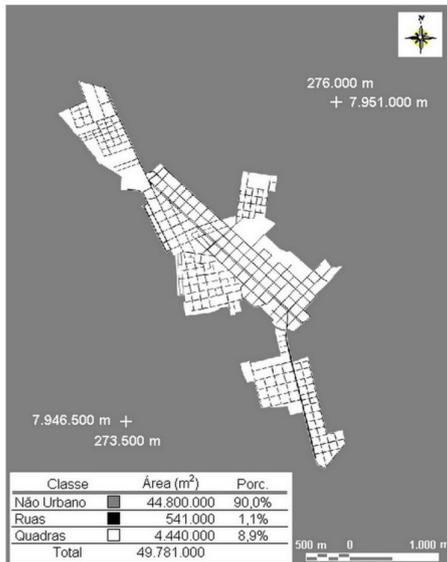
Fonte: Elaboração própria.

3.1.2 Nível 2

As classes presentes nesse nível são: “Ruas”, “Quadras” e “Não Urbano”; sendo esta última uma classe herdada do Nível 3. Levando em consideração apenas a área urbana, as porcentagens foram: ruas, 10,86% da área urbana; e quadras, 89,14% da área urbana.

A Figura 10 apresenta a área de todas as classes e as porcentagens totais de cada uma. A área total ocupada pelas ruas foi de 541.000 m² (1,1%) e pelas quadras 4.440.000 m² (8,9%).

Figura 10 - Classificação no nível 2



Fonte: Elaboração própria.

3.1.3 Nível 1

As classes de interesse nesse nível foram: “Edificado” e “Não Edificado”. No entanto, devido a grande quantidade de sombras na imagem, houve a necessidade de criar uma terceira classe para estas, simplificando, assim, as funções utilizadas pelo classificador automático na identificação dos polígonos. As porcentagens alcançadas na primeira classificação, em relação à área das “Quadras” (4.440.000m²) foram: Edificado (29,30%), Não Edificado (60,23%) e Sombras (10,47%). Posteriormente à reclassificação, os novos valores em relação à área das Quadras foram: Edificado (37,63%) e Não Edificado (62,67%).

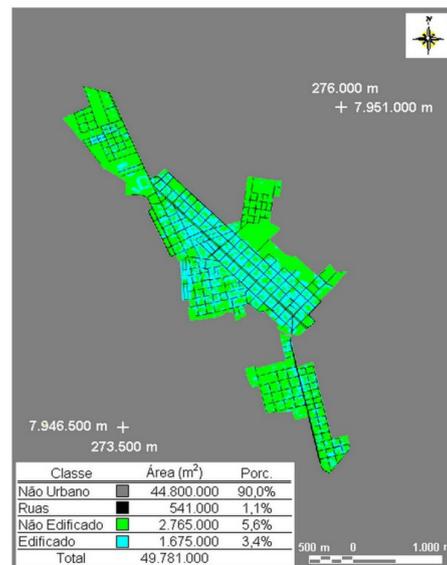
A Figura 11 apresenta os valores de área para todas as classes do Nível 1, incluindo as classes herdadas de outros níveis, com as porcentagens de cada uma. Os valores de área para todas as classes foram: 44.800.000 m² (90% do total da cena classificada) para a classe “Não Urbana”; 541.000 m² (1,1%) para as “Ruas”; 2.765.000 m² (5,6%) para a classe “Não Edificada”; e 1.675.000 m² (3,4%) para a classe “Edificada”. A área total da cena classificada em todos os níveis é de 49.781.000 m².

Assim, observa-se que há predominância das áreas “Não Edificadas” sobre as “Edificadas”, comparando-se os totais de cada uma. Entretanto, por meio da análise visual na Figura 11, constata-se que a distribuição dessas áreas não mantém relação constante por toda a cidade, havendo grande predo-

minância da classe “Não Edificada” nas bordas da cidade, próximo à linha do perímetro urbano e nos extremos norte e sul da cidade.

Ainda na Figura 11, pode-se visualizar que há predominância das áreas “Edificadas” (em azul) na parte central da cidade, enquanto nas áreas próximas aos limites e nas porções norte e sul destacam-se as áreas “Não Edificadas” (verde). No somatório geral, essa última classe é a que apresenta maior extensão, com 5,6% do total da imagem.

Figura 11 - Classificação no nível 1



Fonte: Elaboração própria.

3.2 Ocupação do solo

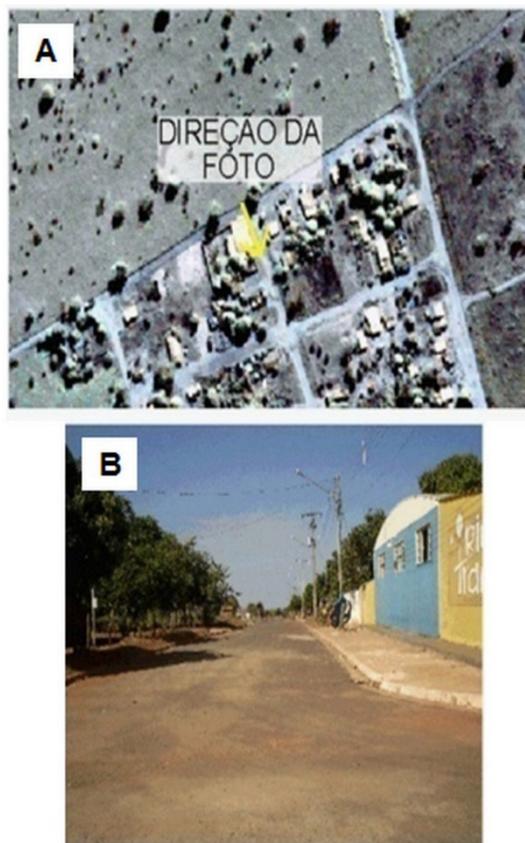
Com o valor tabulado da área da classe “Não Edificada”, foi possível estimar a impermeabilidade do solo do perímetro urbano de Costa Rica. As superfícies não edificadas foram consideradas como permeáveis, por serem constituídas em sua maioria de áreas identificadas na imagem como a vegetação arbórea, as gramíneas ou o solo exposto.

As áreas edificadas foram consideradas como impermeabilizadas, por serem constituídas basicamente dos telhados de cerâmica e amianto das casas, cimento das calçadas, lajes e superfícies metálicas, como zinco dos telhados de galpões, por exemplo.

As ruas foram todas redefinidas como impermeabilizadas, mesmo havendo uma pequena quantidade não asfaltada no ano que a imagem foi adquirida (2003). Porém, na etapa de campo efetuada em 2007, foi possível verificar que em sua grande maioria, as ruas não asfaltadas em 2003 já estavam pavimenta-

das (Figura 12). A classificação da área total está na Tabela 1.

Figura 11 - Classificação no nível 1



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 1 - Estimativa da permeabilidade do solo no perímetro urbano de Costa Rica em 2003

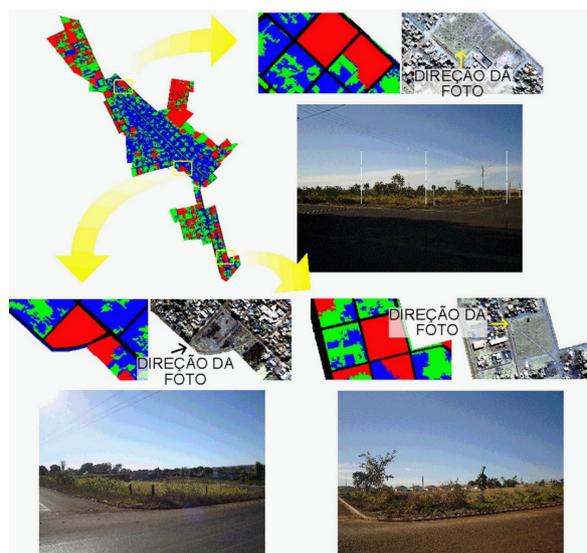
Áreas	m ²	%
Permeáveis	2.765.000	55,5
Impermeabilizadas	2.216.000	44,5
Total	4.981.000	100

Fonte: Elaboração própria.

3.2.1 Vazios urbanos

Entre as áreas classificadas como “Não Edificadas”, foram separados os grandes vazios urbanos de Costa Rica, com área superior a 1.500m² e que ocupassem uma área considerável da quadra onde se localizassem. A imagem, com os grandes vazios urbanos destacados em vermelho, pode ser vista na Figura 13.

Figura 13 - Os grandes vazios urbanos identificados na imagem, destacados em vermelho



Fonte: Elaboração própria.

O somatório das áreas dos grandes vazios urbanos identificados e a porcentagem em relação ao perímetro urbano estão na Tabela 2. O total de áreas identificadas como vazio urbano supera o valor das áreas construídas (classe Edificada) e não construídas (resultado da subtração das áreas definidas como vazios urbanos da classe “Não Edificada”). Entretanto, a grande maioria desses vazios está concentrada nas porções norte e sul da cidade, bem como nas bordas (regiões próximas à linha do perímetro urbano). Assim, os grandes vazios urbanos da cidade de Costa Rica encontram-se, em sua maioria, na periferia da cidade.

Tabela 2 - Área e porcentagem dos vazios urbanos em relação a área das quadras

Áreas	m ²	%
Construídas	1.220.000	24,5
Ruas	541.000	10,9
Não Construídas	1.570.000	31,5
Vazios Urbanos	1650000	33,1
Total	4.981.00	100

Fonte: Elaboração própria.

Na etapa de campo foi possível constatar o crescimento da cidade em relação à época do imageamento. Como exemplo disto, a Figura 14 apresenta o crescimento em três pontos distintos na porção norte

da cidade, com as setas amarelas indicando a direção das fotos feitas durante a etapa de campo.

Pode-se observar que os pontos 2 e 3, em 2003, estavam fora do perímetro urbano.

Já o loteamento do ponto 1 foi construído em uma grande área vazia, dentro do perímetro urbano de 2003.

Figura 14 - Crescimento urbano na porção norte da cidade de Costa Rica



Fonte: Elaboração própria.

4 CONCLUSÃO

Com a técnica aplicada neste trabalho foi possível classificar toda área urbana do município de Costa Rica, MS, utilizando outros parâmetros além do espectral, como: forma, largura e comprimento. Contudo, a correta discriminação de todas as feições de interesse em um nível mais detalhado – que classifica as construções em pequenas, médias e grandes; vegetações arbóreas e gramíneas, exigindo, desse modo, várias classes –, ainda encontra muitas dificuldades, tanto na segmentação (com segmentos de alguns fragmentos da malha viária com valores de forma próximos aos de construções) como nas funções inseridas para discriminar cimento escuro de asfalto ou estacionamentos cobertos com brita.

Para auxiliar na discriminação dessas áreas, com valores de descritores muito próximos, recomenda-se utilizar outras informações, mesmo estando em

arquivos e formatos diferentes, como os que foram utilizados neste trabalho, para a correta extração do arruamento e da delimitação do perímetro urbano.

Nesse sentido, recomenda-se, para as próximas pesquisas, a utilização do NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – Índice de Vegetação Normalizado) na discriminação e detalhamento da cobertura vegetal dentro do perímetro urbano de Costa Rica.

Sobre os valores das classes obtidas é possível afirmar que nos quatro anos entre a aquisição da imagem e a fase de campo, o município de Costa Rica esteve em franca expansão, não apenas com a ocupação de áreas que na imagem apareciam totalmente vazias, como quadras inteiras, mas também com o surgimento de novos loteamentos, principalmente no setor norte da cidade.

A atualização dessas informações pode ser realizada com a aquisição de uma imagem de alta resolução espacial, aplicando-se a mesma metodologia presente neste trabalho, com a possibilidade da criação de novas classes em níveis mais detalhados.

Como resultado da atualização, tem-se o diagnóstico mais preciso do uso e ocupação das terras no município, fornecendo informações atualizadas para a gestão das cidades, tanto para o planejamento da infraestrutura como nas políticas sociais e fiscal, atualizando a base cadastral que serve de referência para o cálculo do IPTU (Imposto Territorial e Predial Urbano). Como benefício desta última, pode ser destacado o menor número de eventuais contestações por parte dos contribuintes e a melhora da arrecadação, tornando as novas atualizações autossustentáveis financeiramente.

AGRADECIMENTOS

À Fundect-MS (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul) pelo apoio financeiro. Ao CNPq pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa de A.C. Paranhos Filho (Processo 304122/2015-7).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. S.; WERNECK, G. L.; RESENDES, A. P da C. Classificação orientada a objeto de imagens de sensoriamento remoto em estudos epidemiológicos sobre leishmaniose visceral em área urbana. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro – RJ, n. 30, v. 8, p. 1639-1653, ago, 2014.

ALVES, C. D. et al. Análise orientada a objeto no mapeamento de áreas urbanas com imagens Landsat. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba – PR, v. 15, n. 1, p. 120-141, jan-mar, 2009.

COSTA, S. M. F. da; FREITAS, R. N.; DI MAIO, A. C. O. Estudo de Aspectos do Espaço Intra-Urbano Utilizando Imagens CBERS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2004. **Anais...** Goiânia, 2004.

DEFINIENS IMAGING. **Ecognition version 2.0**. Munchen, Alemanha. 1 CD-ROM. 2002.

ERDAS. **Erdas Imagine version 8.3.1**. Erdas Inc. Atlanta – Geórgia. 1 CD-ROM. 1999.

DE PINHO, C. M.; FEITOSA, F. H. J.; KUX. Classificação automática de cobertura do solo urbano em imagem IKONOS: Comparação entre a abordagem pixel-a-pixel e orientada a objetos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005.

ESTEVAM, E. A. **Classificação de áreas de favelas a partir de imagens ikonos**: Viabilidade de uso de uma abordagem orientada a objetos. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, 2006.

LAJO, A. A. M. **Uso da Legenda CORINE para estimar as alterações no escoamento superficial em uma microbacia de drenagem urbana através do método racional de hidrograma unitário de snyder**. 72 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2003.

LUZ, T. M.; ARNDT, L. T; OLIVEIRA, F. H. Atualização Cartográfica Cadastral e Tributação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO. **Anais...** Florianópolis. 2006.

MCT/CGE – Ministério da Ciência e Tecnologia / Centro de Estudos e Gestão Estratégica. **Diretrizes Estratégicas para o Fundo de Recursos Hídricos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**. Brasília, 2001.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.

NUNES, J. F.; ROIG, H. L. Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do alto do descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática

baseada em regras e lógica nebulosa. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 39, n.1, p. 25-36, 2015.

OLIVEIRA, L G. L. **Elaboração e aplicação de modelo digital de elevação**: o estudo de caso do parque municipal de Costa Rica, MS. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – UFMS, 2005.

PCI GEOMATICS. **Geomatica**. Versão 9.1.0 for Windows. Ontário, Canadá. 1 CD-ROM. 2003.

PMCR – Prefeitura Municipal de Costa Rica. Informações Gerais. Disponível em: <<http://www.costarica.ms.gov.br/?pagina=info.tur.list>>. Acesso em: 4 abr. 2016.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: EDUFU, 2009.

SPACE IMAGING. **Imagem IKONOS II, Canais 1, 2, 3, 4 e pan**. CD-ROM. 2003.