

# APLICAÇÕES DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA ANÁLISE DA EXPANSÃO TERRITORIAL NA CIDADE DE CONGONHAL/MG

*Paulo Henrique Alberti Pereira<sup>1</sup>, Roger Couto Fernandes<sup>1</sup>, Camila Souza dos Anjos<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes  
Praça Tiradentes 416, Inconfidentes-MG  
alberti288@gmail.com; rogercfernandes@gmail.com; camila.lacerda@ifsuldeminas.edu.br

## RESUMO

Os espaços urbanos se comportam de forma dinâmica, sofrendo modificações ao longo dos anos. Essas mudanças estão atreladas tanto a fatores naturais quanto a fatores ligados ao comportamento humano. Essa dinâmica territorial pode ser analisada através do uso de geotecnologias e seus recursos que auxiliam a interpretação do espaço geográfico. Nesse contexto, o sensoriamento remoto e o geoprocessamento apresentam-se como ferramentas de análise e suporte para o estudo do desenvolvimento urbano, tendo em vista que é possível a extração de informações por meio de imagens de satélites. Assim, o presente estudo tem por objetivo fazer uso de técnicas de sensoriamento remoto para análise de expansão territorial na cidade de Congonhal/MG através de imagens de alta resolução espacial obtidas pelo catálogo de imagens do Ministério do Meio Ambiente. Os resultados obtidos comprovam a eficácia do uso do sensoriamento remoto como ferramenta de análise de gestão nas políticas públicas do espaço urbano.

**Palavras - chave** — *sensoriamento remoto, espaço urbano; expansão territorial.*

## ABSTRACT

The urban environment behaves dynamically, undergoing changes over the years. These changes are tied to human behavior and natural factors. This territorial dynamics can be analyzed through the use of geotechnologies and their resources that benefit the interpretation of the geographic space. Considering that it is possible to extract ground information through satellite images, remote sensing and geoprocessing are tools of analysis and support for the study of urban development. Thus, this study aims to make the use of remote sensing techniques for analysis of territorial expansion in the town of Congonhal in the Minas Gerais state through high-resolution images obtained by the catalog of images of the environment ministry. The results obtained to prove the effectiveness of the use of geotechnologies as a

tool for management analysis in the public policies of urban space.

**Key words** - *remote sensing, analysis, urban space territorial expansion*

## 1. INTRODUÇÃO

A aceleração do crescimento territorial das cidades faz com que se busquem meios de se monitorar, ou gerenciar melhor sua evolução a fim de se obter um melhor planejamento, pois os processos envolvidos são diversificados e dinâmicos. A utilização do sensoriamento remoto neste setor vem obtendo avanços significativos, pois permite observar a evolução dos ambientes urbanos. A utilização de sensores remotos orbitais proporciona uma visão integrada das condições ambientais urbanas, que através de uma análise multitemporal dos parâmetros ambientais permite o estudo de acompanhamento da expansão urbana. [1]

Segundo Fitz [2], o sensoriamento remoto pode ser definido por como a técnica que utiliza sensores para a captação e registro a distância, sem o contato direto, da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre.

Desta maneira, a utilização do sensoriamento remoto torna-se de vital importância, pois para Zahn [3] se o desenvolvimento urbano acontece de forma descontrolada ele tende a prejudicar o sistema econômico, portanto controlar esse crescimento torna-se de vital importância para a evolução socioeconômica.

De acordo com Forster [4] o sensoriamento remoto, atua como uma forma alternativa de bastante eficácia na avaliação do processo de desenvolvimento urbano, portanto ele unido a outras ferramentas tecnológicas proporciona um ambiente onde se possa monitorar todo o crescimento urbano, além de ser capaz de mensurar os problemas ambientais que podem decorrer dessa expansão da mancha urbana.

Assim, surge a necessidade de se conhecer a intensidade desta expansão e sua dinâmica. A partir do conhecimento de mudanças ocorridas em determinada região, é possível elaborar um diagnóstico e propostas para melhoria da qualidade de vida do ambiente urbano.

Desta maneira, o presente artigo tem como objetivo analisar o comportamento do espaço territorial da cidade de Congonhal/MG através da análise temporal de imagens de alta resolução obtidas pelo catálogo do INPE dos anos de 2013 e 2014. Este trabalho apresenta-se de alta importância uma vez que pode servir de base ao processo de apoio à administração urbanística, sendo eficaz para o monitoramento de transformações territoriais e ambientais, planejamento de uso e ocupação do solo, levantamento de atividades urbanas, entre outros.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado na cidade de Congonhal (Figura 1), em Minas Gerais, sudeste do Brasil, pertencente à serra da Mantiqueira, que atinge 1.473 metros no ponto mais elevado. Com área de aproximadamente 205,756 km<sup>2</sup>, Congonhal conta com uma população de 11.706 habitantes segundo estimativas apresentadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ano de 2010.

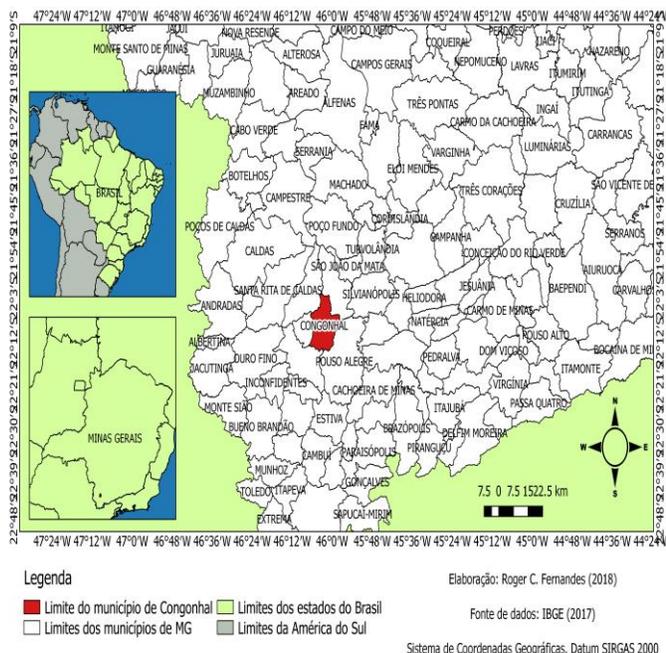


Figura 1: Localização de Congonhal em Minas Gerais.

### 2.2 Obtenção e processamento das imagens de satélite

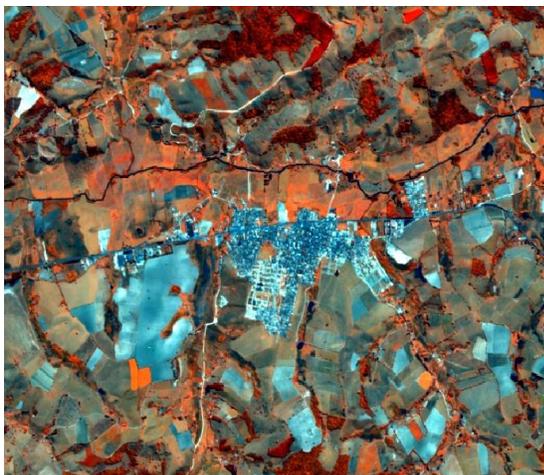
As imagens utilizadas no presente estudo foram obtidas por meio do catálogo de imagens do INPE. A Tabela 1 apresenta algumas características sobre o Satélite RapidEye.

<b>Datas</b>	27/09/2013, 03/08/2014
<b>Orbita</b>	Circular
<b>Graus de Inclinação</b>	97.8
<b>Período</b>	96,70 minutos
<b>Altitude</b>	630 Km
<b>Horário de Imageamento</b>	11 h 00 min AM
<b>Resolução Espacial</b>	Imageado a 6.5 m (nível 1B), reamostrado a 5 m se for ortoretificado, nível 3A.
<b>Resolução Radiométrica – Quantificação</b>	12 bits por píxel.
<b>Sensibilidade Espectral</b>	Multiespectral: *440-510 nm (Azul) *520-590 nm (Verde) *630-690 nm (Vermelho) *690-730 nm (Red edge) *760-880nm (Infravermelho próximo).
<b>Tamanho de Cena Básica</b>	25,0 x 25,0 km no produto 3 A ortoretificado. Tamanho personalizado no produto 1 B.
<b>Capacidade de Visada Lateral</b>	Sim. Porém, mais 70 % das imagens são adquiridas com menos de 10° de visada.
<b>Precisão de Localização</b>	1B: 50m CE90 (RMSE = 32m). 3A: 50m CE90 (32m RMSE) até 9m CE90 (6m RMSE).
<b>Frequência de Revisita</b>	Diariamente com visada off-nadir (lateral) e 5.5 dias no nadir (vertical), para a constelação.

Tabela 1: Características sobre o Satélite RapidEye. [5]

Tomando por base uma revisão de estudos referentes ao uso de classificadores de imagens a partir de imagens de alta resolução e da aplicação das características sobre o Satélite RapidEye apresentados na Tabela 1, realizou-se a manipulação e processamento das imagens a partir do software ERDAS IMAGINE 2011.

O processamento digital das imagens foi iniciado com a realização da composição colorida nas bandas das duas datas. Posteriormente fez-se o recorte da região de estudo localizada na cidade Congonhal/MG, conforme apresentam as Figuras 2 e 3 para os anos de 2013 e 2014 respectivamente.



**Figura 2:** Recorte da área de estudo localizada na cidade Congonhal/MG em 2013, composição colorida 5R3G2B.



**Figura 3:** Recorte da área de estudo localizada na cidade Congonhal/MG em 2014, composição colorida 5R3G2B.

Recorte é uma etapa muito importante durante a produção de dados, uma vez que facilita o processamento dos dados pelo usuário. O recorte foi realizado por meio da ferramenta “*Create Subset Image*” a partir de uma AOI (*Areas Of Interest*).

A próxima etapa constitui-se da detecção de mudança obtendo-se como resultados uma imagem da área de estudo com uma variação das cores branca, cinza e preta que correspondem as mudanças ocorridas do ano de 2013 para o ano de 2014.

Após a etapa de detecção de mudança, realizou-se a classificação de imagens não supervisionada por meio do algoritmo K-médias visando identificar as classes: vegetação arborea, vegetação rasteira, área urbana, solo exposto e água.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir do processamento das imagens no *software* ERDAS IMAGINE apontaram as mudanças ocorridas entre os anos de 2013 e 2014, conforme pode ser visto na Figura 4.

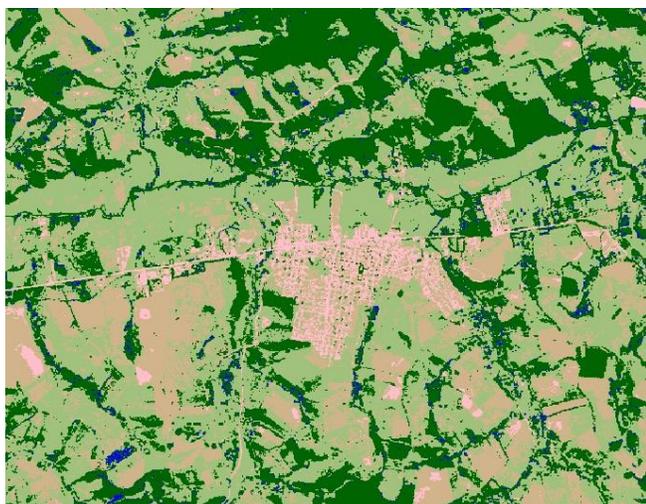


**Figura 4:** Mudanças evidenciadas nas imagens do ano de 2013 e 2014.

A imagem de detecção de mudança apresenta em tons de cinza média os alvos que não se modificaram durante o período de estudo. Já os alvos aparentes em tons escuros e claros apresentam as modificações ocorridas no período. Os resultados das classificações podem ser visto nas figuras 5 e 6.



**Figura 5:** Classificação - Imagem de 2013.



**Figura 6: Classificação - Imagem de 2014.**

Destaca-se também, a sensibilidade espectral do satélite *RapidEye*, entre outras características, apresentadas na tabela 1. A obtenção de imagens de alta resolução espacial juntamente com as informações espectrais possibilitaram a caracterização da área de estudo na cidade de Congonhal/MG.

Os resultados obtidos após o processamento das imagens mostraram uma leve mudança nas imagens obtidas entre 2013 e 2014. Isso pode ser explicado devido ao pequeno intervalo de tempo na análise temporal das imagens.

## 5. CONCLUSÕES

Diante das informações obtidas no presente trabalho durante o processamento digital de imagem, pode-se concluir que o sensoriamento remoto aplicado a análise da expansão urbana, é uma excelente ferramenta e que apresentou grande eficácia no auxílio da conclusão do objetivo deste trabalho. Pois por meio dele, foi possível detectar a área de estudo no município de Congonhal/MG.

Além disso, o sensoriamento remoto apresenta-se capaz de gerar diferentes tipos de informação tais como índices de análise da vegetação, índices de solo, entre outros que suma importância para a caracterização espectral dos alvos presentes no município.

Destaca-se também a eficiência do software ERDAS IMAGINE, apresentando-se como uma importante ferramenta de análise temporal por meio da análise avançada de sensoriamento remoto que possibilita a extração de informações.

A partir da metodologia utilizada neste trabalho, novos estudos podem ser realizados adotando novas regiões, novos algoritmos de classificação de imagens e novas tomadas de imagens em diferentes datas. Além disso, outros softwares disponíveis no mercado podem ser aplicados a fim de

formular uma nova análise de expansão territorial por meio de técnicas de sensoriamento remoto.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] FORESTI, C. Avaliação e monitoramento ambiental da expansão urbana do setor oeste da área metropolitana de São Paulo: através de dados e técnicas de sensoriamento remoto. Tese de doutorado em Geografia Física, USP, Dept. de Geografia FFLCH, 1986.
- [2] FITZ, Paulo Roberto, Geoprocessamento sem Complicação, São Paulo, Ed. Oficina de Textos, 2008a.
- [3] ZAHN, C. E. O processo de urbanização: características e evolução. In: Bruna, G. (org). Questões de organização do espaço regional. São Paulo: Nobel, 1983.
- [4] FORSTER, B.C. An examination of some problems and solutions in urban monitoring from satellite platforms. *International Journal of Remote Sensing*, 6(1): pp.139-151, 1985.
- [5] Engesat. Características RapidEye. 2018. Disponível em: <http://www.engesat.com.br/imagem-de-satelite/rapideye/>