

SENSORIAMENTO REMOTO, USO DO SOLO E ANÁLISES EM TRANSPORTES

Alex Mota dos Santos¹, Juliana Souza², Gabriela Portis³, Hugo Rodrigues Passione⁴

¹⁴Universidade Federal de Goiás, Rua Mucuri, s/n - Setor Conde dos Arcos, Aparecida de Goiânia, Goiás-Brasil and alex.geotecnologias@gmail.com; ¹²³ Mestrado Profissional em Tecnologia de Processos Sustentáveis, Instituto Federal de Educação Tecnológica de Goiás, Goiânia, Goiás-Brasil, julianaflly69@gmail.com, gabriela.portis@gmail.com.

RESUMO

A aquisição de dados e informações de modo indireto é realizada predominantemente através de sensores orbitais ou suborbitais. Esses instrumentos são aplicados em diversas áreas do conhecimento, inclusive transportes. Assim, o objetivo deste trabalho é revelar uma aplicação de sensoriamento remoto às análises em transportes. Como estudo de caso, avaliou-se as alterações espaciais associadas a um Polo Gerador de Viagens no município de Aparecida de Goiânia. A metodologia envolveu o processamento digital de imagens num Sistema de Informação Geográfica. Os principais resultados revelaram alterações significativas após a implantação do PGV, em que destaque foi dado para o crescimento da área mapeada como água, 73,3%; pavimentação, 113,5%; grandes superfícies comerciais, 68,9% e da área residencial. Contudo, o crescimento da área mapeada como água foi de fato associado ao crescimento de áreas de sombras em áreas construídas, já que imagens orbitais não conseguiram distinguir satisfatoriamente as zonas de água das sombras.

Palavras-chave — Sensores Orbitais, Transportes, Polo Gerador de Viagens, Usos e cobertura do solos.

ABSTRACT

The acquisition of data and information in an indirect way is carried out predominantly through orbital or suborbital sensors. These instruments gain protagonism and are applied in several areas of knowledge, including transportation, especially in studies in extensive areas. Thus, the objective of this work is to reveal a remote sensing application to transport analysis. As a study case, was evaluated the spatial changes from the implantation of a Polo Generator of Travels in the municipality of Aparecida de Goiânia. The methodology involved the digital processing of images in a Geographic Information System. The results revealed that there was an expansion process in area paving after the implantation of the PGV, in which emphasis was given to the growth area mapped as water, 73.3%; paving, 113.5%; large commercial areas, 68.9% and residential area. However, the growth of the area mapped as water was in fact associated with the growth of shaded areas in built areas, since orbital images could not distinguish satisfactorily the zones of water of the shade.

Key words — *Orbital Sensors, Transportation, Remote Sensing, Polo Generator Travel, Geographic Information System*

1. INTRODUÇÃO

As aplicações do sensoriamento remoto são vastas e as possibilidades são variadas. Assim, as áreas do conhecimento que requerem análises do meio físico, sejam em áreas urbanas ou rurais, encontram no sensoriamento remoto uma robusta fonte de dados e informações. Com efeito, em áreas urbanas o sensoriamento remoto pode configurar fonte de dados para análises em transportes. Isso ocorre, pois muitas das transformações mapeadas por sensoriamento remoto são decorrentes das mudanças na infraestrutura de transportes, principalmente a viária e de transportes públicos.

Nesse sentido, o deslocamento de pessoas e mercadorias pela cidade se dá também em função dos usos do solo identificados [1], sendo essa uma variável a ser considerada para compreensão do arranjo organizacional da cidade [2].

Uma das formas de uso do solo em áreas urbanas, que concentram viagens e que, portanto, influencia na mobilidade, denomina-se Polos Geradores de Viagens (PGV). Os PGVs são locais/empreendimentos que têm em comum entre si o desenvolvimento de atividades que geram influências econômicas e sociais, além de geração de serviços e geração de viagens, como o próprio nome sugere. São pontos de interesse da sociedade, abrangendo não apenas sua área, mas também outras regiões do entorno. Os shoppings, hospitais, universidades, escolas, supermercados, estádios e até mesmo estações de transporte público podem ser considerados PGV.

Os PGV podem ser classificados de acordo com sua magnitude (Micro polos, quando os impactos são isolados e pequenos; Macro polos quando os impactos são expressivos e alarmantes) e fluxo/viagens veiculares em horário de pico (Baixo, menos de 500 viagens; Moderado, de 500 a 1000 viagens; Alto, acima de 1000 viagens) [3]. Também chamados de Polos Geradores de Tráfego (PGT), esses empreendimentos são responsáveis pelo aumento da circulação de veículos na área ao seu redor, o que possui seus pontos positivos e negativos.

O número elevado de viagens geradas pode agravar a acessibilidade de uma região ou via, prejudicando também a segurança local, não só para os veículos, mas para pedestres.

Por outro lado, o uso do solo é agregado com essas viagens, pois se torna um ponto de interesse mútuo da sociedade.

As análises em PGVs são clássicas na literatura, são estudados desde 1950 e tratados com assistência técnica a partir de 1970 por organizações importantes, como o Institute of Transportation Engineers (ITE) [4]. Os estudos a respeito dos PGV são de grande importância, uma vez que esses modificam o uso do solo, podendo gerar impactos negativos como altos números de viagens [5].

Diante das possibilidades e da importância de se estudar um PGV, esse trabalho tem como objetivo mapear as áreas de entorno de um novo empreendimento comercial na cidade de Aparecida de Goiânia e avaliar a dinâmica de alteração de uso e cobertura do solo.

A importância dessa análise decorre do fato de que o crescimento das principais cidades brasileiras, colocam em evidência a necessidade de se planejar, de forma organizada, os espaços urbanos, de tal modo que pessoas, produtos e serviços circulem de forma eficiente. Desse modo, as pesquisas em áreas urbanas são relevantes e urgentes já que, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018), estima-se que mais da metade da população brasileira (57,0% ou 118,9 milhões de habitantes) vive em apenas 5,7% dos municípios (317), que são aqueles com mais de 100 mil habitantes [6]. A cidade de Aparecida de Goiânia, como caso de estudo dessa pesquisa, ocupa a 17ª posição do ranking dos municípios com mais de 500 mil habitantes, exceto capitais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Como referido a metodologia se sustenta em métodos indiretos de análise da área urbana, no caso, o processamento digital de imagens de sensoriamento remoto aplicado ao estudo de um PGV na cidade de Aparecida de Goiânia.

Esse município possui a segunda maior população do estado de Goiás, se localiza na Região Metropolitana de Goiânia (Figura 1) e segundo dados do IBGE, sua taxa de crescimento do número de habitantes dos últimos sete anos foi de aproximadamente 14%, quase o triplo da taxa de crescimento da população do Brasil, no mesmo período. Além disso, a cidade comporta “bolsões” de pobreza, em que o perímetro intraurbano situa-se segregado, áreas com população densa em meio às áreas onde praticamente não há infraestrutura urbana [7].

Todavia, o espaço aparecidense vem se desenvolvendo nas últimas décadas, deixando cada vez mais a característica de cidade dormitório. Assim, observaram-se transformações significativas na estrutura da cidade, especialmente com a implantação do Polo Industrial do estado de Goiás e instituições de ensino superior, das quais, o campus da Universidade Federal de Goiás (UFG), da Universidade Estadual de Goiás (UEG), a Escola do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) Dr. Celso Charuri, Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC) e o Instituto Federal de Goiás (IFG) [8].

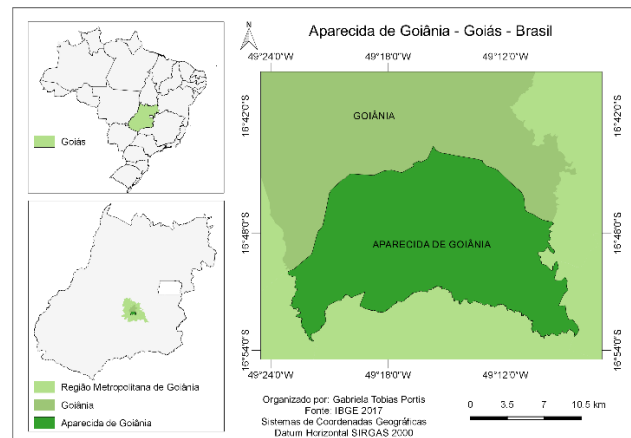


Figura 1. Localização do município de Aparecida de Goiânia.

Além disso, a área dos bairros somam 162,1 km², ou seja, 56,2% da área do município encontravam-se loteada, onde a área sudeste e sudoeste encontravam-se ruralizadas, enquanto a porção norte encontrava toda urbanizada, especialmente no limite com o município de Goiânia [8].

Dentre os equipamentos implantados destaca-se as grandes superfícies comerciais do tipo shoppings. Nesse sentido, tendo em vista o potencial de comprometimento na mobilidade urbana desse tipo de comércio, optou-se por analisar um shopping implantado na região central da cidade.

2.1. Procedimentos metodológicos

Para caracterização das transformações espaciais do PGV aplicou-se o processamento digital de imagens no Sistema de Processamento de Informação Georreferenciada (SPRING), versão 5.3 [9]. Para essa etapa adquiriu-se imagens de alta resolução espacial do Google Earth Pro®. Após aquisição foi realizado o georreferenciamento das imagens.

De modo a comparar as transformações espaciais na área de influência dos PGV obteve-se imagens de quatro períodos distintos (2012, 2014, 2016 e 2018) antes, durante e depois da implantação do PGV. Dentre as formas possíveis de manipulação de imagens, para este estudo, foi utilizado o método de classificação orientada a objeto, também chamado de classificação GEOBIA.

Esta técnica consiste em segmentar a imagem em unidades semelhantes de pixels, transformando-a de estrutura matricial a vetorial. De forma geral, a classificação envolve processos que visam substituir a análise visual por técnicas quantitativas de análise automática, possibilitando regiões presentes na imagem [9].

O primeiro passo para a classificação é a segmentação, neste processo foi utilizado a segmentação por Multi-Resolução, o qual subdivide a imagem em partes ou objetos constituintes. O nível até o qual essa subdivisão deve ser realizada depende do problema a ser resolvido. Ou seja, a segmentação deve finalizar quando os objetos de interesse na

aplicação tiverem sido isolados [10]. Na prática esse procedimento é determinado por uma Similaridade, que é definido por testes de hipótese e depende das características das imagens, especialmente a resolução espacial e área do pixel.

O próximo passo é o de “colhimento de amostras”, tecnicamente conhecida como fase de treinamento. Esta fase consiste em reconhecer a assinatura espectral de cada uma das classes adotadas. Para o estudo da área as amostras de treinamento foram colhidas de forma aleatória tentando sempre abranger as diferenças de nível de cinza dentro de cada classe. O processo seguinte é a classificação propriamente dita, nesta etapa foi adotado o algoritmo “classificador por regiões” que utiliza a informação espectral de cada pixel da imagem segmentada como também a informação espacial. A informação da borda também é utilizada para separar as regiões por suas informações espectrais e espaciais além de unir áreas com a mesma textura

Para avaliar a acurácia dos classificadores na construção dos mapas temáticos foi utilizado o índice Kappa, que é uma técnica analítica disponível no SPRING [11]. Após o PDI elaborou-se os mapas temáticos que são apresentados nos resultados. Mapas temáticos auxiliam nas análises espaciais, quali-quantitativas. As classes de uso mapeadas foram determinadas a partir do conhecimento de campo (água, árvore, pavimentação, grama, solo exposto, sombra, telhado cinza, telhado marrom). O telhado cinza, coberto por zinco ou amianto foi associado às grandes superfícies comerciais e o telhado marrom, associados às telhas de barro, portanto, áreas residenciais.

3. RESULTADOS

Os resultados estão dispostos na figura 2 para o período em análise. Assim, a imagem revela a estrutura urbana em que se pôde observar que no ano de 2012 a cidade de Aparecida de Goiânia encontrava-se com infraestrutura mais precária, mesmo na região central, em que mapeou-se ruas com solo exposto (sem pavimentação), especialmente na porção sudoeste. Apesar da falta de infraestrutura de pavimentação, observou-se a abertura de grandes avenidas, fato que favorece a mobilidade urbana através do uso do automóvel. São restritos os corredores recobertos por vegetação arbórea nas avenidas. Tal fato favoreceria a mobilidade ativa, a pé ou através ciclovias.

A área central (indicada com círculo), onde hoje localiza-se o shopping encontrava-se com vastas áreas vegetadas, especialmente gramíneas exóticas. Esse cenário persistiu até o ano de 2014. Ainda no ano de 2014 a prefeitura fez remoção de vegetação na porção noroeste. Essa área recebeu alguns órgãos da prefeitura. Atualmente, algumas dessas áreas encontram-se abandonadas. No ano de 2016 observou-se várias alterações na estrutura intraurbana da cidade, especialmente na porção analisada. O PGV em análise já havia sido construído e em 2018 a área de vegetação já havia sido convertida em áreas pavimentadas.



Figura 2. Resultado da classificação de imagens.

Apesar do aumento da pavimentação observa-se que na porção noroeste ainda prevalece áreas de solo exposto. Como referido, essa área é pública, concentra os órgãos da prefeitura. Na porção sul e norte persistem fragmentos de vegetação florestal. Na porção norte localiza-se um parque municipal e na porção sul, o órgão municipal de arborização que preserva sua área de localização, já que aí se localizam nascentes.

A classificação permitiu ainda a análise quantitativa. De modo geral, observou-se redução da área de vegetação, crescimento da área pavimentada e de solo exposto. Além disso, observou-se taxa de crescimento da classe água de 73,3%; pavimentação de 113,5%, grandes superfícies comerciais de 68,9% e crescimento da área residencial de 2012 a 2016 e a redução para o ano de 2018.

4. DISCUSSÃO

De modo geral, observou-se transformações espaciais no entorno do PGV. Assim, as informações dos usos e cobertura dos solos são consideradas premissas que geram diferentes padrões de viagens [1]. O aumento da área construída e a redução da vegetação, certamente contribuíram para o adensamento populacional que tem mostrado fator inversamente proporcional ao comprimento das viagens [1], mas sua intensificação, fato que gera mais deslocamentos.

O mapeamento revelou uso misto na porção do entorno do PGV, Shopping de Aparecida de Goiânia, contudo, as grandes superfícies comerciais se consolidaram, provavelmente em função da estruturação do shopping. Tal fato foi observado para outro shopping da cidade em que se mapeou o aumento do número de atividades comerciais na região, principalmente nas áreas lindeiras ao shopping [5].

O mapeamento da classe água merece destaque, pois é sabido que os algoritmos de classificação de imagens não conseguem distinguir de forma satisfatória as zonas de água das sombras, atribuindo-as assim à mesma classe [12]. Portanto, o aumento da classe de água nesse estudo, na realidade revelou o aumento da área construída. Esse pode ser também, uma das influências do adensamento de construção da área do entorno do PGV analisado.

5. CONCLUSÕES

De posse dos resultados foi possível concluir que imagens de sensoriamento remoto, quando adequadamente tratadas, configuram instrumentos valiosos de coleta de dados para análises em transportes, especialmente para o planejamento, mobilidade, acessibilidade e sustentabilidade. As imagens permitem estabelecer relações, determinar necessidades das pessoas a partir da observação do padrão espacial de distribuição das classes de uso.

6. REFERÊNCIAS

- [1] CAMPOS, V. B. G. **Planejamento de Transportes: Conceitos e Modelos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.
- [2] CONCEIÇÃO, M. F.; SANTOS, A. M. Mapeamento do uso do solo e sua relação com o transporte público na cidade de Aparecida de Goiânia/Goiás. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, 27., 2017, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBC, 2017. p. 851-855.
- [3] CET- SP Companhia de Engenharia de Tráfego (2011). Modelos de atração de automóveis por shopping center. Boletim Técnico nº 46. São Paulo: Prefeitura de São Paulo.
- [4] PORTUGAL, L. S. **Polos Geradores de Viagens orientados a qualidade de vida e ambiental: modelos e taxas de geração de viagens**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.
- [5] SOARES, E. C. M. **Centralidades e transformações na avenida Rio Verde em Aparecida de Goiânia**. 2016. 209 f. Dissertação (Mestrado em Projeto e Cidade) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.
- [6] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2018. Censo demográfico : Características da população e dos domicílios: resultados do universo. IBGE. Brasília - DF. Setembro de 2018.
- [7] NUNES, F. G. Território Digital: detecção dos padrões espaciais da desigualdade socioterritorial do município de Aparecida de Goiânia – GO. **Ateliê Geográfico, Goiânia**, v. 11, n.2, p. 112-129, 2017.
- [8] SANTOS, A. M.; HOMES, D. C. S. C.; RAMOS, H. F. Densidade demográfica: um estudo comparativo de duas metodologias a partir de imagens orbital e suborbital na cidade de Aparecida de Goiânia/Goiás. **Ateliê Geográfico, Goiânia**, v. 12, n. 1, p. 175-200, abr. 2018. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/45968>>.
- [9] SILVA, A. M. Curso Processamento digital de imagens de satélite. **XX CBC-68p**, 2001.
- [10] Gonzales, R.; Woods, R. "Processamento de Imagens Digitais". 3ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2000.
- [11] Câmara et al.. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.
- [12] Martins, N.M.N. **Utilização de imagens de satélite de alta resolução para a extração de elementos em ambiente urbano**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geográfica) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012.