

Análise espaço temporal da alteração do uso do solo sob influência de um polo gerador de viagens em Goiânia, GO, Brasil

Spatial-temporal analysis of land use change under influence of a travel generator in Goiânia, GO, Brazil

Gabriela Tobias Portis 

Alex Mota dos Santos 

Fabrizia Gioppo Nunes 

Resumo

As análises da dinâmica de alteração nos padrões de uso e ocupação do solo, que são importantes no planejamento de áreas urbanas, podem ser realizadas de forma indireta por meio de imagens orbitais de sensoriamento remoto. As imagens orbitais têm se revelado importantes ferramentas para medir e monitorar as atividades humanas na Terra. Desse modo, este artigo tem como objetivo mapear as áreas de entorno do Passeio das Águas Shopping, situado na região norte de Goiânia, GO, atribuindo a ele a condição de polo gerador de viagens (PVG). Assim, foi avaliada a dinâmica de alteração de uso e cobertura do solo em seu entorno. A metodologia empregada teve como base o processamento digital de imagens orbitais em ambiente de sistema de informação geográfica (SIG). Os resultados revelaram que, em um intervalo de 10 anos, houve redução da área de vegetação e aumento significativo das áreas pavimentada e construída, a ponto de promover mudanças significativas no padrão de uso do solo após a implementação do PGV.

Palavras-chave: Mapeamento em área urbana. Sensoriamento remoto orbita. Polos geradores de viagens.

Abstract

The analysis of the dynamics of changes in patterns of land use and occupation, which is essential for the planning of urban areas, can be done indirectly through remote sensing orbital images. Orbital images have proven to be important tools for measuring and monitoring human activities on Earth. Thus, this paper aims to map the surrounding areas of Passeio das Águas Shopping Center, located in the northern region of Goiânia, Brazil, assigning to it the condition of Travel Generator (TG). Hence, this study analysed the dynamics of change in land use and cover in its surroundings. The methodology used was based on the digital processing of orbital images in a Geographic Information System (GIS) environment. The results showed that, in a 10-year interval, there was a reduction of the vegetation area, and a significant increase in the paved and built areas, promoting significant changes in the land use pattern after the implementation of the TG.

Keywords: Mapping in urban area. Remote sensing. Travel generator.

¹Gabriela Tobias Portis

¹Instituto Federal de Goiás
Goiânia - GO - Brasil

²Alex Mota dos Santos

²Universidade Federal de Goiás
Aparecida de Goiânia - GO - Brasil

³Fabrizia Gioppo Nunes

³Universidade Federal de Goiás
Goiânia - GO - Brasil

Recebido em 05/06/19

Aceito em 08/12/19

Introdução

As análises da dinâmica de alterações no território para o planejamento urbano contam com os avanços tecnológicos nas áreas espaciais, principalmente na área de sensoriamento remoto. Na literatura específica, cada vez mais as pesquisas se valem de geotecnologias para análise em ambientes urbanos (HAAS *et al.*, 2018; MUSHOREA *et al.*, 2017; AMANI-BENI *et al.*, 2018; ZHOU *et al.*, 2019).

De acordo com Jensen (2009), o sensoriamento remoto pode ser definido como a arte e a ciência de obter informações sobre um objeto sem que haja contato físico direto com o objeto. O fato de o contato físico com o objeto não ser necessário faz com que as possibilidades de aplicação do sensoriamento remoto sejam amplas e variadas, podendo ser usado para medir e monitorar importantes características biofísicas e atividades humanas no planeta Terra. Entre elas se destacam as relacionadas às alterações nos padrões de uso do solo como uma fonte rica de dados e informações.

O uso do solo pode ser definido como a distribuição espacial das diferentes funções sociais da cidade, em que se destacam os usos residencial, industrial, comercial, de serviços, de lazer e institucional. Assim, a distribuição dos usos do solo sobre a área urbana determina a localização das atividades humanas, ou seja, onde a população mora, trabalha, estuda, faz compras, se diverte, etc. A distribuição da infraestrutura de transportes propicia as interações espaciais dessas atividades, que auxiliam na promoção da acessibilidade, sendo a acessibilidade um dos fatores determinantes para decisões de localização de determinado empreendimento. A acessibilidade promove mudanças nos padrões de uso do solo, o que resulta em um ciclo que associa transportes e demandas.

Uma das formas de uso do solo urbano são os polos geradores de viagem (PGV), locais ou instalações de distintas naturezas que produzem um número significativo de viagens, o que impacta na mobilidade urbana. Os shopping centers, hipermercados, hospitais, universidades, estádios e estações de transporte público são alguns tipos de PGV.

Segundo Kneib (2004), os PGV impactam tanto os sistemas de transporte e o trânsito, quanto o uso do solo em sua área de influência, aumentando significativamente o número de viagens geradas tanto diretamente, no curto prazo, quanto indiretamente, no médio e no longo prazo. Dessa forma, mesmo sendo “[...] capazes de gerar impactos positivos, como o crescimento econômico e valorização comercial de uma região, os PGVs permanecem tradicionalmente associados a reflexos negativos sobre a estrutura viária, os sistemas de transporte e a mobilidade urbana [...]” (SANTOS; FREITAS, 2014, p. 11). É destacada também a relevância da acessibilidade, que pode ser afetada de maneira negativa ao prejudicar a segurança local.

Em contrapartida, o uso do solo é agregado com as viagens, pois se torna um ponto de interesse mútuo da sociedade. Um shopping center, por exemplo, gera viagens diretamente e, além disso, segundo Kneib (2004), intensifica o uso do solo em seu entorno, incentivando a construção de novos empreendimentos e residências, que, por sua vez, geram mais demanda de viagens. A relação com o uso do solo faz dos PGV elementos importantes a serem avaliados, e a relevância de tal análise decorre do fato de que a dinâmica de crescimento das cidades brasileiras deixa evidente a necessidade de se planejarem de forma adequada os espaços urbanos.

Em termos práticos, as análises dos PGV são variadas e já existe consenso de que esses empreendimentos implantados nas cidades brasileiras influenciam diretamente em sua estrutura espacial (SILVEIRA, 1991; KNEIB, 2004; KNEIB; TACO; SILVA, 2006; KNEIB *et al.*, 2012; MENDES; SORRATINI, 2014). Geralmente, essas análises levam em conta observações diretas, localizadas (KNEIB; SILVA; PORTUGAL, 2010; MENDES; SORRATINI, 2014) e, quando muito, se valem de método indireto, como uso de imagens orbitais (KNEIB; SILVA, 2005). Mesmo assim, ainda são poucas as análises que exploram as práticas do processamento digital de imagens para o estudo das transformações do uso do solo sob influência de um PGV (MACHADO, 2013). Dessa forma, acredita-se que a análise do uso e cobertura do solo, interpretada em imagens de sensoriamento remoto, oferece elementos para pensar a influência dos PGV sobre a mobilidade, aspectos sociais, econômicos e ambientais. Desse modo, este trabalho tem como objetivo mapear as áreas de entorno de um empreendimento comercial na região norte de Goiânia, na condição de PVG, e avaliar a dinâmica de alteração de uso e cobertura do solo a partir do processamento digital de imagens de sensoriamento remoto orbital.

Referencial teórico

As pesquisas às quais se propõem análises sobre PGV são vastas no Brasil, com destaque para os estudos de Kneib (2004), Kneib, Taco e Silva (2006), Kneib, Silva e Portugal (2010) e Bandeira e Kneib (2017). Este último estudo analisou influências de um shopping center na paisagem urbana da cidade de Goiânia. Entretanto, parece imprescindível discorrer e/ou reforçar que PGV geram influências e transformações na estrutura das cidades, mediante as alterações de uso do solo. Nesse viés, optou-se por revelar tais pesquisas, que corroboram essa hipótese, e principalmente destacar as metodologias aplicadas por alguns autores. Dessas, a tese de doutorado de Machado (2013) oferece elementos importantes para pensar as transformações dos usos e cobertura do solo sob influência dos PGV. Este autor analisa aspectos do planejamento de transporte urbano, fundamentados em dados e informações obtidos via imagens orbitais de sensoriamento remoto, especialmente as de alta resolução espacial (MACHADO, 2013).

A defesa do uso do sensoriamento remoto advém do fato de que seus produtos possibilitam a visão sinóptica das paisagens urbanas, portanto mais ágeis e menos onerosas, tendo em vista que no período mais recente as imagens são disponibilizadas sem custos para regiões metropolitanas. Soma-se a isso a disponibilização gratuita de programas para manipulação dos dados orbitais de sensoriamento remoto. Porém, para análise de PGV, seu uso ainda é restrito, pois muitos especialistas na área de transportes não usam essas ferramentas em grande escala. Essa é uma realidade externada por Kneib, Silva e Portugal (2010) quando os autores afirmam que não foram encontradas metodologias consolidadas para que se estimem os impactos no uso do solo provocados por um PGV, como por exemplo o uso de produtos sensoriais. Obviamente que desde 2010 grandes alterações foram observadas na disponibilização de dados de sensoriamento remoto, mas não foram apropriados para o uso sobre os impactos de PGV.

Segundo Machado (2013, p. 26), os alvos terrestres caracterizados como PGV podem ser identificados nas imagens de sensoriamento remoto, “[...] por exemplo, cobertura metálica para galpões industriais, grandes pátios asfaltados que caracterizam áreas de estacionamento em *shopping centers* ou hipermercados, presença e análise de sombra, que caracteriza as altas edificações [...]”.

De forma geral, as análises do potencial do sensoriamento para detalhamento dos alvos urbanos são recorrentes (AKANBI; KUMAR; FIDELIS, 2013; HAAS *et al.*, 2018; MUSHOREA *et al.*, 2017). Contudo, devido às características das áreas urbanas, as imagens orbitais precisam apresentar alta resolução espacial. De acordo com Wurm *et al.* (2009), a paisagem urbana é altamente complexa e pouco estruturada, heterogênea, como resultado dos diferentes assentamentos humanos. A concentração das práticas humanas nos ambientes urbanos pressiona para mudanças na cobertura e no uso do solo sob influência das pressões demográficas, tendências econômicas ou redes de transporte melhoradas (GOMES *et al.*, 2018). Segundo Foster (2008), o sensoriamento remoto suborbital, na forma de fotografias aéreas, tem sido usado em análises urbanas desde o século XIX. Além disso, para Akanbi, Kumar e Fidelis (2013), o sensoriamento remoto é reconhecido mundialmente como uma tecnologia eficaz para monitorar e mapear o crescimento urbano e a mudança ambiental. Isso ocorreu porque, segundo Cerqueira e Alves (2010, p. 1), “[...] a evolução tecnológica do sensoriamento remoto, notadamente dos sensores orbitais, possibilitou a obtenção de imagens de satélites com altas resoluções espacial e espectral [...]”.

Tanaka e Sugimura (2001) corroboram isso afirmando que a aplicação em áreas urbanas de sensoriamento remoto tornou-se facilitada e abriu novas possibilidades a partir da disponibilização de imagens com alta resolução espacial por satélites como Ikonos II, QuickBird e WorldView.

As imagens de alta resolução espacial são adequadas para análise em áreas urbanas, mas carecem de tratamentos adequados, como os citados por Cerqueira e Alves (2010), Machado (2013) e Santos, Ramos e Holmes (2018). As técnicas aplicadas às imagens de sensoriamento remoto são variadas, com destaque para a classificação orientada a objeto em áreas urbanas (TERUYA JÚNIOR *et al.*, 2016). Com o advento do Google Earth e das imagens que são disponibilizadas por essa plataforma, vislumbra-se a possibilidade de serem utilizados esses recursos para fins de gestão ambiental (OLIVEIRA *et al.*, 2009) e análises em transportes (SANTOS; FARIAS; NUNES, 2019).

Método

A metodologia teve como base a abordagem indireta de análise de alterações no território, no caso, em uma área urbana. Foi aplicada ao estudo do entorno de um PGV, na região norte da cidade de Goiânia, utilizando o processamento digital de imagens de sensoriamento remoto, mediante a implementação dessas imagens em SIG.

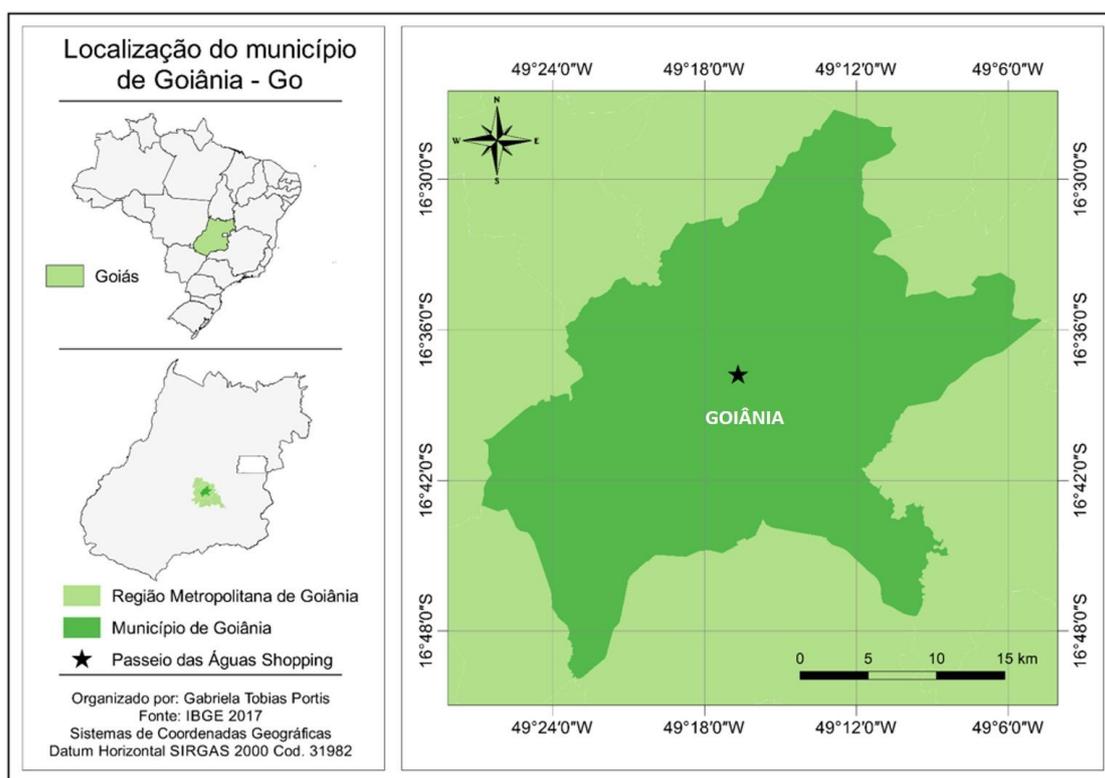
Área de estudo

O município de Goiânia (Figura 1), capital do estado, é o mais populoso de Goiás, com população de 1.302.001 habitantes segundo o último censo do IBGE (INSTITUTO..., 2011). A dinâmica econômica da cidade atraiu investimentos internacionais, o que resultou na implantação de grandes empreendimentos comerciais, entre os quais o Passeio das Águas Shopping.

O recorte da área de influência foi demarcado considerando que em grande parte dos estudos sobre PGV a área de influência é calculada e representada geograficamente, objetivando uma delimitação espacial que abranja os sistemas de transportes impactados pelo tráfego gerado pelo empreendimento (KNEIB, 2004). Foram consideradas variáveis como a natureza e o tamanho do empreendimento, a acessibilidade e as barreiras físicas. Dessa forma, os principais eixos viários que circundam o shopping center devem ser abrangidos. Para tanto, traçou-se um raio de influência de 1 km a partir do centro do shopping, englobando as avenidas Goiás Norte, Perimetral Norte e Eurico Viana (Figura 2), principais vias de acesso ao centro comercial.

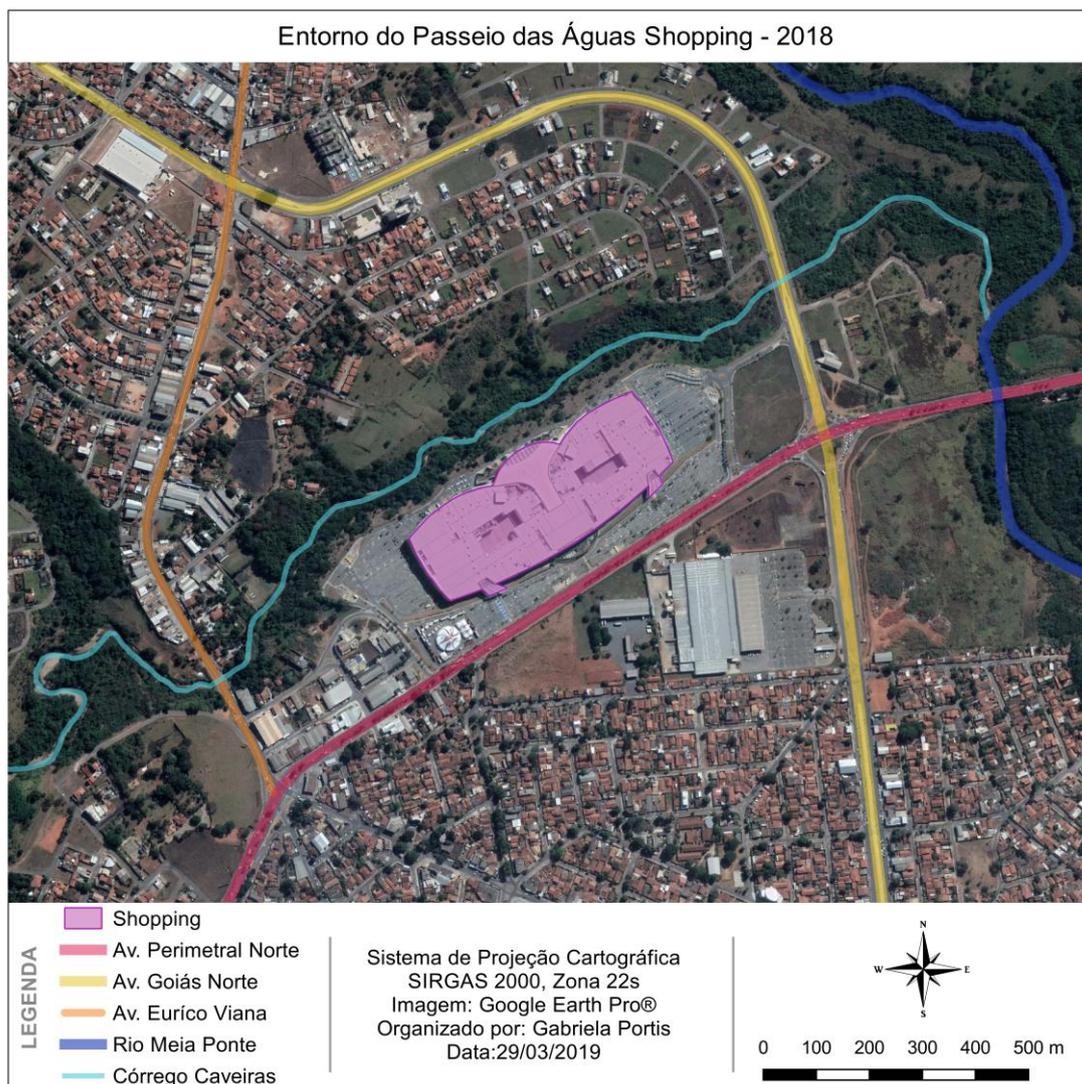
O Passeio das Águas Shopping foi inaugurado em outubro de 2013 e está localizado na confluência das avenidas Perimetral Norte e Goiás Norte, que são dois eixos importantes de circulação da cidade. O Passeio das Águas configura-se em um polo de desenvolvimento da cidade e conta com uma área construída de 180 mil metros quadrados implantada em um terreno de 280 mil metros quadrados, com 4 mil vagas de estacionamento (SONAE..., 2013). A posição estratégica em que se encontra a construção objetiva atrair não só a população de Goiânia, mas também de municípios vizinhos, como Trindade e Goianira (SONAE..., 2013), que são acessados pela Perimetral Norte, antigo anel viário da cidade de Goiânia, que foi incorporado à paisagem urbana devido a seu crescimento.

Figura 1 - Localização do município de Goiânia no Estado de Goiás e deste no Brasil



Fonte: elaborado a partir de IBGE (2017).

Figura 2 - Localização do Passeio das Águas Shopping



Fonte: elaborado a partir do Google Earth Pro (2018).

Desde sua implantação, o empreendimento vem gerando grande especulação imobiliária e impacto no entorno. Segundo Dias (2012), os terrenos na região tiveram seus valores multiplicados antes mesmo de a construção iniciar, e os bairros que mais sofrem influência do shopping são Balneário Meia Ponte, Urias Magalhães e Goiânia II.

Sua implantação foi possibilitada pelo Projeto de Lei Complementar nº 50 (PL-50), que permitiu a desafetação de duas áreas públicas na vertente norte do Córrego Caveiras, uma destinada a equipamento de saúde pública e outra para construção de um centro municipal de educação infantil (Cemei), que estavam reservadas tendo em vista o incremento demográfico da região norte de Goiânia (INSTITUTO..., 2014). Além disso, a proximidade do fundo de vale do Córrego Caveiras, associada à declividade, também contribuiu para que essas áreas ficassem restritas à construção de grandes empreendimentos.

Assim, antes da revisão do Plano Diretor de Goiânia (PDG), a implantação de um shopping em terrenos de recarga da microbacia do Córrego Caveiras não seria concedida, pois a região possui 13% de sua área total formada por áreas de preservação permanente (APP) (INSTITUTO..., 2008). Essas APP são previstas no PDG, que também define como uma de suas diretrizes a sustentabilidade socioambiental: conceituar, identificar e classificar os espaços representativos do patrimônio ambiental, definindo o uso e a ocupação do solo de forma disciplinada, visando à preservação do meio ambiente e à qualidade de vida (GOIÂNIA, 2007).

Porém, com a revisão do PDG, implementada pela Lei Complementar nº 28, em 2013, o grau de incomodidade (que determina o nível de incômodo e impacto ao ambiente, à estrutura e à infraestrutura urbana) em parte da área de estudo passou de mínimo (GI-1) para máximo (GI-5), com a liberação da construção de empreendimentos de grande impacto em áreas próximas às APP. Essa alteração legal não só permitiu a construção do Passeio das Águas Shopping, como também permite a implantação de outros grandes empreendimentos, atraindo grande quantidade de pessoas e veículos, o que tem contribuído para o espraiamento urbano.

O Passeio das Águas Shopping também foi implantado nas proximidades de eixos viários, prevendo seu alcance em escala regional e distante dos centros urbanos consolidados. Ainda, foi prevista a implantação do corredor de passagem do *Bus Rapid Transit* (BRT) Norte-Sul, que está atualmente em fase de construção. O BRT permitirá acesso direto ao shopping a grande parte da população por meio de transporte coletivo urbano.

Considerando ainda que um dos objetivos do PDG é estruturar o modelo espacial da cidade com base nos corredores de transporte, a implantação do corredor do BRT Norte-Sul será um importante aspecto no estudo da região norte da cidade, pois afetará diretamente o comércio e a população que ali reside.

Aquisição de dados

Foram adquiridas imagens de períodos distintos para possibilitar a extração das informações utilizadas na elaboração dos mapas de uso do solo, antes e após a implantação do PGV. Para isso, adquiriram-se imagens de alta resolução espacial do Google Earth Pro. Dados da base cartográfica da prefeitura de Goiânia também foram adquiridos para identificação de bairros, vias principais e drenagem. Após a aquisição dos dados, foi realizado o georreferenciamento das imagens para permitir sua integração com a base cartográfica da prefeitura. Para a comparação da transformação espaço-temporal na área de influência do PGV, foram obtidas imagens de três períodos distintos, 2008, 2013 e 2018, antes, durante e depois da implantação do PGV.

Processamento de dados

Para a caracterização das transformações espaciais do PGV, aplicou-se o processamento digital de imagens no Sistema de Processamento de Informação Georreferenciada (Spring), versão 5.3 (CÂMARA *et al.*, 1996). Como forma de manipulação de imagens, foi utilizado o método de classificação orientada a objeto. Nesse método a classificação é feita por segmentação, desta forma adotou-se a segmentação por multirresolução, a qual subdividiu as imagens em partes ou objetos constituintes. Esse procedimento é determinado por uma similaridade, definida por testes de hipótese que dependem das características das imagens e da área de pixel.

Neste estudo o valor de similaridade foi de 10 (valor adimensional), e a área de pixel de 1 m. Depois, foi realizada a aquisição de amostras ou treinamento de classes representativas da paisagem, tais como telhado 1, telhado 2, pavimento, sombra, solo exposto, vegetação arbórea, vegetação de gramíneas e água, e adotou-se o algoritmo “classificador por regiões”.

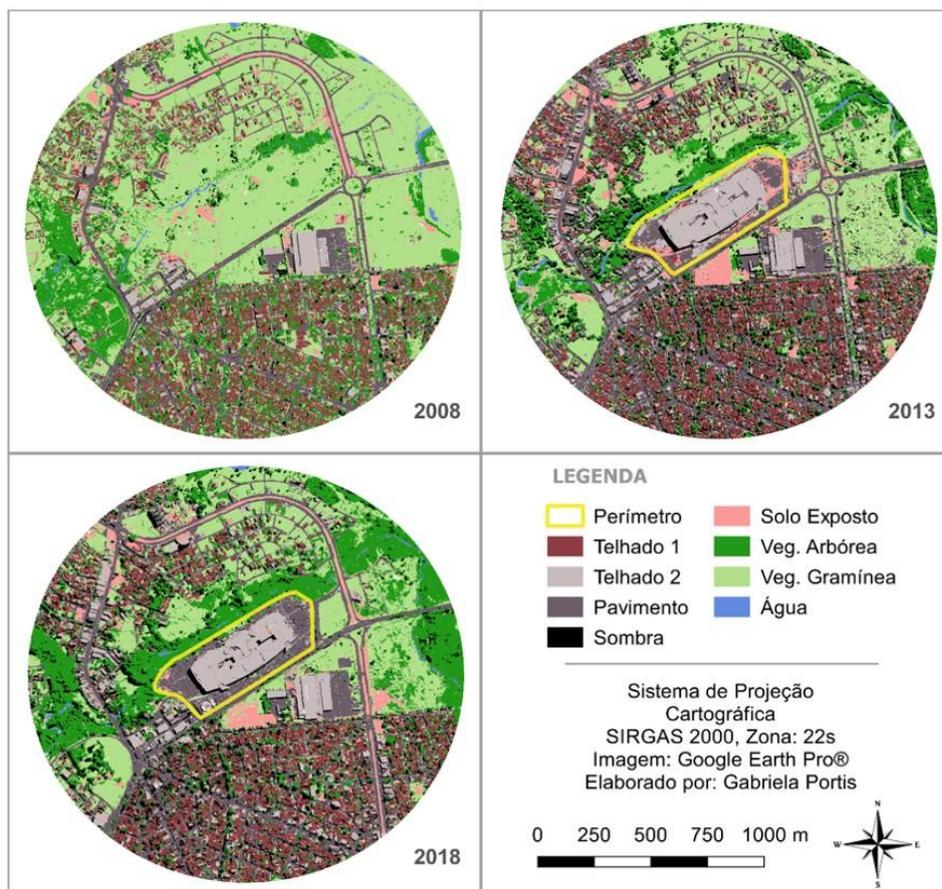
Por fim, foram elaborados os mapas temáticos que serviram para a análise espaço-temporal. As classes de uso mapeadas foram determinadas a partir do conhecimento de campo, como descrito. O telhado 1 foi associado à telha cerâmica, mais comum em uso residencial; e o telhado 2 foi associado à telha metálica ou de fibrocimento, mais comum em uso comercial e serviços. A comparação entre os mapas temáticos das situações anterior e posterior à implantação do PGV serviu aos resultados desta pesquisa, o que possibilitou a visualização, a análise, a identificação de padrões, agrupamentos e tendências, de forma a tornar perceptíveis os impactos causados nos padrões de uso e ocupação do solo após a implantação do PGV.

Resultados e discussões

Resultados

Os resultados das transformações espaciais podem ser sintetizados na Figura 3, que revela a classificação do uso e ocupação do solo antes, durante e depois da implantação do shopping center. Em 2008 é perceptível uma estrutura urbana ainda precária, principalmente por ser uma região periférica e pouco adensada, com pouca área construída relativamente, e predominantemente residencial.

Figura 3 - Evolução do uso e cobertura do solo na área em estudo nos anos de 2008, 2013 e 2018



Fonte: elaborado a partir de Google Earth Pro (2019).

A vegetação ocupava extensa área, mais de 60% da superfície estudada. Isso ocorria por haver áreas loteadas com baixo adensamento de edificações, como se observa na parte inferior da imagem, do ano de 2008, e também pela presença de muitos terrenos vazios recobertos por vegetação gramíneo-lenhosa.

A área até então, sobretudo a porção ao norte do shopping, apresentava desenvolvimento lento, baixa densidade populacional, poucas residências construídas, e não se configurava como um polo atrativo para morar, investir e/ou trabalhar. Apesar disso, na imagem de 2008 já se observa a estruturação de arruamentos na porção norte, provavelmente porque o setor imobiliário, articulado com a prefeitura, já planejava a implantação do PGV.

No entanto, em 2013 o cenário sofreu notáveis alterações com a implantação do shopping (iniciado em 2012), o que provocou grande especulação imobiliária e atraiu investimentos, principalmente dos setores de comércio e serviços, evidenciados pela expansão da classe telhado 2, que teve sua área aumentada em 137%. Esse aumento foi marcado não só pela superfície do shopping em si, mas também por outras superfícies comerciais, localizadas nas proximidades das principais avenidas que o circundam. As grandes superfícies impermeabilizadas são caracterizadas por galpões, um hipermercado, condomínios residenciais verticais, postos para venda de combustíveis, que praticamente não existiam antes da implantação do shopping. É importante salientar que a valorização repentina da área geralmente promove o processo de gentrificação, e a área residencial (telhado 1) nesse período sofreu um pequeno aumento, de 8%.

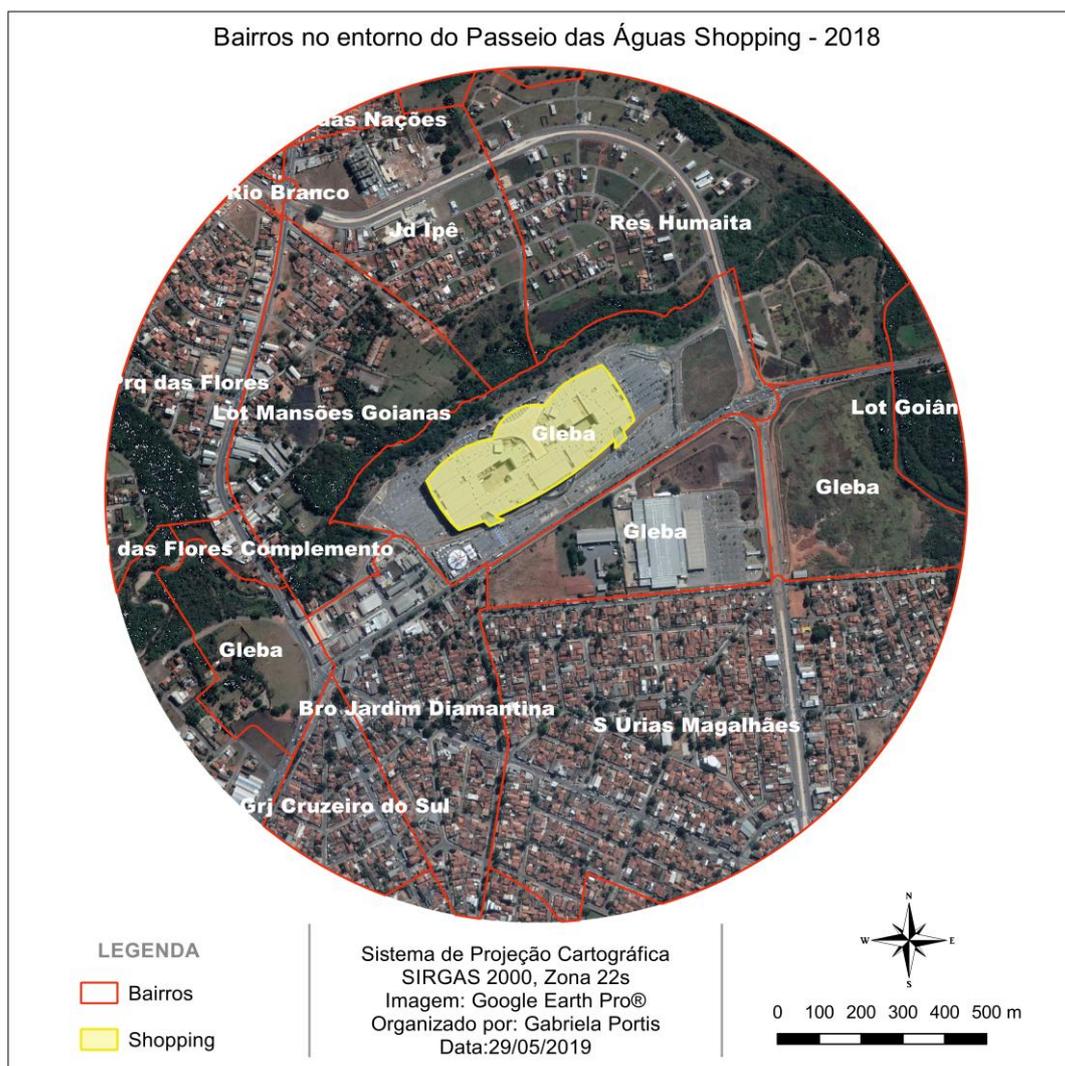
A vegetação gramínea em 2013 teve sua área consideravelmente reduzida em relação a 2008 (menos 77%), e nesse mesmo período a área pavimentada teve um aumento de 58%. Tais alterações foram provocadas principalmente pela implantação do shopping, que, somada à área de seu estacionamento, promoveu elevada impermeabilização do solo em uma região de planície de inundação do córrego Caveirinha. Nesse período observou-se ainda a elevação da densidade de áreas construídas nas porções norte, a partir da implantação do loteamento Mansões Goianas (Figura 4), e a consequente supressão da vegetação de gramíneas, antes

utilizada para a alimentação de gado bovino. Na porção sul constatou-se o adensamento de áreas construídas dentro dos lotes e a diminuição da vegetação de porte arbóreo. Contudo, o fato marcante desse período foi a restituição da vegetação arbórea junto ao córrego Caveirinha, que é afluente pela margem esquerda do rio Meia Ponte. O rio Meia Ponte é o principal manancial de captação de água para abastecimento público de Goiânia e de alguns dos municípios vizinhos.

Após o início das obras, a prefeitura, em parceria com o empreendedor do PGM, realizou o plantio de espécies arbóreas na APP do córrego, que dista aproximadamente 50 m do muro do shopping, onde foi implantado como medida compensatória o Parque Municipal Urias Alves Tavares. Observou-se, portanto, a partir dessa medida, que a vegetação arbórea teve aumento de 73% de 2013 para 2018, resultado de ações de reflorestamento das margens dos cursos d'água, que amenizam, mas não neutralizam na íntegra, os impactos do empreendimento. Por outro lado, ao mesmo tempo em que áreas foram abertas para a implantação de novos bairros, outras, a exemplo da porção leste, foram mantidas para especulação imobiliária. Nesta porção, foram mapeadas extensas áreas de vegetação arbórea em 2018, representadas pela presença dos parques municipais Parque das Flores I e Parque das Flores II (Figura 4).

Os bairros Jardim Diamantina e Urias Magalhães, apesar de ocupação consolidada à data de implantação do PGM, também sofreram influências decorrentes da implantação do shopping, pois se observou em campo a implantação de empresas de pequeno porte, entre as quais restaurantes, farmácias e lojas de móveis.

Figura 4 - Bairros no entorno do Passeio das Águas Shopping, em 2018



Fonte: elaborado a partir de Google Earth Pro (2019).

Outra forma de apresentação dos resultados consta na Figura 5, que reforça que o aumento da área construída (telhados 1 e 2 e pavimento) e a consequente redução do solo exposto e da vegetação gramínea demonstram o processo de adensamento populacional, o que gera maior número de deslocamentos.

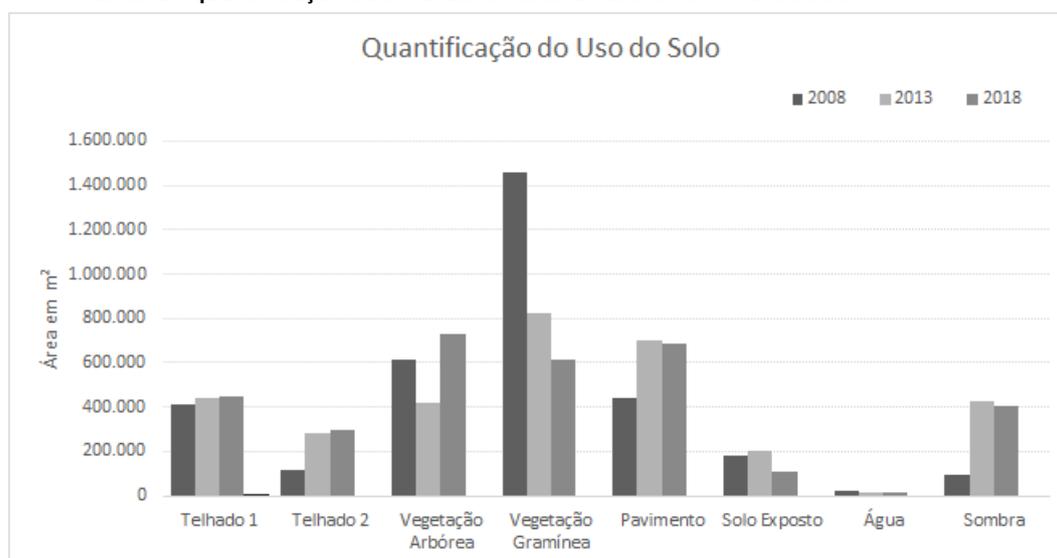
A atenuação da vegetação gramínea revela a alteração de uma paisagem urbana pouco desenvolvida e mantenedora de alguns traços ruralizados (ano de 2008) para uma paisagem urbanizada, com forte presença de comércios e residências (ano de 2018). Mesmo assim, ainda são observadas áreas de especulação imobiliária, que configuram na paisagem a presença de lotes baldios, intercaladas às áreas construídas, como mencionado. A redução da área dos espelhos de água, da classe água, se explica pelo aumento da vegetação arbórea, que nas imagens de satélite cobre o leito dos córregos. Além disso, o aumento da área de sombra corrobora a afirmação de que a edificação aumentou, pois em superfícies edificadas é recorrente a presença de sombras, provocadas pela inclinação do sol que incide sobre as construções verticalizadas.

Discussão

Os resultados encontrados nesta pesquisa corroboram os argumentos de Kneib (2004), que afirma que a implantação de um PGV contribui para alterações na estrutura urbana, com destaque para o uso e a ocupação do solo. Reforçam também a perspectiva de Bandeira e Kneib (2017), que apontam a necessidade de se discutirem as alterações na paisagem urbana a partir dos atributos ou elementos das análises proporcionadas pelo processamento digital de imagens, que ainda são pouco exploradas para esse fim. Assim, o uso das imagens, mediante seu processamento adequado, proporcionou a leitura da paisagem urbana, com a avaliação das potencialidades e alterações causadas pelo PGV em análise. Dessa forma, foi possível associar os atributos ou elementos da paisagem urbana mapeados neste artigo, via imagens orbitais, com a qualidade ocupacional (localização da infraestrutura, aspectos econômicos e especulativos), qualidade construtiva (características da obra edificada) e qualidade ambiental (territorialidades, reterritorialidades e acesso), de acordo Bandeira e Sousa (2013).

Da qualidade ocupacional destaca-se a supervalorização de lotes, que pode ser observada pela evolução periódica de seus valores. Segundo a planta de valores imobiliários de Goiânia, para o exercício de 2016 (GOIÂNIA, 2015), o valor do metro quadrado na Avenida Goiás Norte, entre as Avenidas Perimetral e Nerópolis, era de R\$ 600,00. No cadastro imobiliário da Prefeitura de Goiânia, atualizado em 2017, lotes de 360 m² nesse mesmo trecho tinham valor de R\$ 247.924,80, ou R\$ 688,68 o metro quadrado. Para o período atual, em pesquisa de campo realizada em maio de 2019, identificam-se imóveis com valores especulativos de mercado que custam cerca de R\$ 380.000,00, ou R\$ 1.055,55 o metro quadrado. Esses valores demonstram que a área vem passando por um processo de valorização contínuo, que tende a continuar com a implantação do corredor BRT.

Figura 5 - Gráfico de quantificação da área das classes de uso e cobertura do solo



Sobre os aspectos construtivos, observa-se que o shopping possui apenas dois pisos, ou seja, o edifício harmoniza-se com o gabarito de seu entorno (BANDEIRA; KNEIB, 2017). No que se refere aos aspectos ambientais, como mencionado, destaca-se que a localização do shopping ocupa parte da planície de inundação do córrego Caveirinha. A consequência, quando outras áreas próximas estiverem também impermeabilizadas, será o acúmulo excessivo de água, resultando na intensificação de inundações durante os períodos chuvosos. Como exemplo pode ser citada a Avenida Perimetral Norte, trecho em frente ao Passeio das Águas Shopping, que já configura um dos principais pontos de alagamento da cidade de Goiânia (RESENDE, 2018). Além disso, soma-se a poluição sonora com o aumento do ruído, próprio de áreas em que se intensificaram as atividades de comércio e o número de veículos que acessam o shopping.

Assim, ao avaliar a dinâmica de alteração, a partir da implantação do Passeio das Águas Shopping em Goiânia, fica evidente sua influência nos padrões de mobilidade e acessibilidade local. Tais resultados corroboram a afirmação de Kneib (2004), que esclarece que as alterações nos padrões de uso e ocupação do solo decorrentes da implantação de um PGV podem gerar um número significativo de viagens adicionais, que, somadas às viagens geradas pelo próprio empreendimento, podem comprometer a acessibilidade da área. Desse modo, a partir do conhecimento de campo, foi certificado o aumento significativo do tráfego das avenidas que dão acesso ao PGV deste estudo. Vale lembrar ainda que a estruturação do espaço urbano, que era residencial e constituído por pequenos comércios independentes, com a presença de um PGV passou a ter novos empreendimentos prediais e de grandes comércios, que remodelaram a paisagem.

Por fim, pode-se destacar que o impacto na mobilidade revelado pelo aumento das áreas construídas resultou bastante expressivo pelo setor comercial e ainda se observa a ampliação de tais impactos. Esse fato poderá ser amenizado com a implantação do corredor BRT norte-sul, que fará a conexão dessa área com o centro da cidade, fato que provavelmente influenciará a inibição de novas áreas residenciais, pois o corredor já tem promovido reflexos na especulação imobiliária, e, após a sua conclusão, os terrenos lindeiros a seu percurso serão ainda mais valorizados.

Dados como os adquiridos podem contribuir com o ordenamento territorial e com o planejamento das alterações da estrutura espacial da cidade, ao embasar diretrizes que possibilitem ao poder público analisar níveis de saturação e perda de acessibilidade da área, promovendo, ainda, a adoção de medidas para mitigar as alterações e evitar a perda da acessibilidade urbana e processos como o de gentrificação.

Conclusões

A análise dos impactos relacionados a um PVG do tipo shopping center, localizado no município de Goiânia, GO, foi feita utilizando-se o processamento digital de imagens de alta resolução do Google Earth Pro no software SPRING como forma de análise indireta de alterações no meio urbano. A metodologia se mostrou adequada, uma vez que o resultado obtido na identificação das classes de uso e cobertura do solo corrobora as análises apresentadas por Kneib (2004), que avaliou as influências de um shopping na cidade de Goiânia e concluiu que houve grande aumento do número de atividades comerciais em seu entorno, acréscimo das áreas construídas, residenciais e comerciais, assim como decréscimo das áreas vazias em período posterior à construção do empreendimento.

A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que imagens de sensoriamento remoto configuram instrumentos valiosos de coleta de dados para análise do território, especialmente para o planejamento, a mobilidade, a acessibilidade e a sustentabilidade. Ressalta-se que não foi possível assegurar a existência de uma relação direta de causa e efeito entre a implantação do empreendimento e as modificações observadas, uma vez que as alterações urbanas estão relacionadas a variáveis que extrapolam a abrangência das análises feitas neste trabalho. Isso ocorreu porque a área onde o PGV foi instalado está em expansão, sob influência das obras do BRT Goiânia, do *campus* da Universidade Federal de Goiás e de indústrias nas imediações do novo aeroporto de Goiânia.

Mesmo implicando alterações nos tipos e nos índices do uso e cobertura do solo de sua zona imediata, é importante destacar também que o PGV analisado neste artigo ultrapassa o limite dessa zona no quesito prestação de serviços e lazer, por ser um atrativo não apenas à população do entorno, mas também à população de outras regiões do município e de municípios vizinhos.

Ademais, enfatiza-se a relevância em se considerarem as alterações associadas à implantação do PGV na área em análise, que devem ser consideradas no campo do planejamento urbano e de transportes, e reforça-se a validade de estudos que evidenciam os impactos provocados por um PGV na mobilidade e acessibilidade urbanas, tanto os impactos diretos causados nos sistemas viário e de circulação (como a saturação de vias e o

surgimento de congestionamentos próximos ao empreendimento), quanto os impactos indiretos, que se apresentam em diversos aspectos do ambiente urbano (como as alterações no uso e ocupação do solo), que podem comprometer a acessibilidade na área de influência do empreendimento e devem ser considerados no ordenamento e na gestão da cidade.

Referências

- AKANBI, A. K.; KUMAR, S.; FIDELIS, U. Application of remote sensing, GIS and GPS for efficient urban management plan: a case study of part of Hyderabad city. **Novus International Journal of Engineering & Technology**, v. 2, p. 1-14, 2013.
- AMANI-BENI, M. *et al.* Impact of urban park's tree, grass and waterbody on microclimate in hot summer days: a case study of Olympic Park in Beijing, China. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 32, p. 1-6, 2018.
- BANDEIRA, A. C.; KNEIB, E. C. Polos geradores de viagens e seus impactos na paisagem urbana: um estudo sobre o impacto de um Shopping Center em Goiânia-GO (Brasil). **Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía**, v. 26, n. 1, p. 187-200, 2017.
- BANDEIRA, A. C.; SOUSA, M. R. Novas urbanidades a importância do pensar, compreender e intervir na paisagem urbana. In: KNEIB, Erika Cristine (Org.). **Projeto e cidade: ensaios acadêmicos**. Goiânia: Funape, 2013.
- CÂMARA, G. *et al.* SPRING: integrating remotesensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.
- CERQUEIRA, J. A. C.; ALVES, A. Classificação de imagens de alta resolução espacial para o mapeamento do tipo de pavimento urbano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICA E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3., Recife, 2010. **Anais [...]** Recife, 2010.
- DIAS, E. Shopping gigante afeta paisagem e rotina de região. **Jornal Opção**, v. 15, n. 1932, 2012.
- FOSTER, B. Remote Sensing and its application to urban studies. **Urban Policy and Research**, v. 2, p. 25-32, 2008.
- GOIÂNIA. **Lei Complementar nº 171**, de 29 de maio de 2007, que dispõe sobre o Plano Diretor e o processo de planejamento urbano do Município de Goiânia e dá outras providências. **Diário Oficial**, Goiânia, 2007.
- GOIÂNIA. **Lei Complementar nº 9.704**, de 4 de dezembro de 2015, que aprova a Planta de Valores Imobiliários de Goiânia para o exercício de 2016 e dá outras providências. **Diário Oficial**, Goiânia, 2015.
- GOMES, E. *et al.* Assessing the effect of spatial proximity on urban growth. **Sustainability**, v. 10, p. 2-14, 2018.
- GOOGLE EARTH PRO. [Arquivos vetoriais]. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>. Acesso em: 29 mar. 2019.
- HAAS, A. *et al.* Delimitação e caracterização de app através do uso de um sistema de informação geográfica (SIG): o caso das APPs nos cursos de água da sub-bacia do Lajeado Pardo, noroeste do RS. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 640-649, 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010: características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial>. Acesso em: 01 jun. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Organização do território**. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 29 mar. 2019.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CENTRO-OESTE. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Município de Goiânia**. Prefeitura Municipal de Goiânia, 2008.
- INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS. **Impactos negativos da desafetação de áreas públicas no município de Goiânia, GO**. Relatório. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás, 2014. Disponível em: <http://necropolegoiania.com.br/development/wp-content/uploads/2014/04/Relat%C3%B3rio-UFG-IESA-Desafeta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2019.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

KNEIB, E. C. **Caracterização de empreendimentos geradores de viagens: contribuição conceitual à análise de seus impactos no uso, ocupação e valorização do solo urbano**. Brasília, 2004. 168 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

KNEIB, E. C. *et al.* Caracterização dos polos geradores de viagens. In: PORTUGAL, L. S. (org.). **Polos geradores de viagens orientados à qualidade de vida e ambiental: modelos e taxas de geração de viagens**. Rio de Janeiro, Interciência, 2012.

KNEIB, E. C.; SILVA, P. C. M. Contribuição conceitual à análise dos impactos relacionados a empreendimentos geradores de viagens. In: SILVA, A. N. R.; SOUZA, L. C. L.; MENDES, J. F. G. (org.). **Planejamento urbano, regional, integrado e sustentável: desenvolvimentos recentes no Brasil e em Portugal**. São Carlos, 2005.

KNEIB, E. C.; SILVA, P. C. M.; PORTUGAL, L. S. Impactos decorrentes da implantação de polos geradores de viagens na estrutura espacial das cidades. **Transportes**, v. 18, n. 1, p. 27-35, 2010.

KNEIB, E. C.; TACO, P. W.; SILVA, P. C. M. Identificação e avaliação de impactos na mobilidade: análise aplicada a polos geradores de viagens. In: CONGRESSO PARA O PLANEAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2., Braga, 2006. **Anais [...]** Braga, 2006.

MACHADO, C. A. S. **Técnicas de sensoriamento remoto para identificação de áreas de concentração de Polos Geradores de Viagens**. São Paulo, 2013. 190 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MENDES, E. O.; SORRATINI, J. A. Polo gerador de viagens: análise de um terminal urbano de passageiros anexo a um centro comercial. **Journal of Transport Literature**, v. 8, n. 3, p. 290-307, 2014.

MUSHOREA, C. *et al.* Remote sensing applications in monitoring urban growth impacts on in-and outdoor thermal conditions: a review. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 8, p. 83-93, 2017.

OLIVEIRA, M. Z. *et al.* Imagens do Google Earth para fins de planejamento ambiental: uma análise de exatidão para o município de São Leopoldo/RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., Natal, 2009. **Anais [...]** Natal, 2009.

RESENDE, P. **Goiânia tem 57 pontos de estacionamento: veja locais**. G1 Goiás. Disponível em: <https://g1.globo.com/go/goias/noticia/goiania-tem-57-pontos-de-estacionamento-veja-locais.ghtml>. Acesso em: 29 mar. 2019.

SANTOS, A. M. D.; RAMOS, H. F.; HOLMES, D. C. S. C. Densidade demográfica: um estudo comparativo de duas metodologias a partir de imagens orbital e suborbital na cidade de Aparecida de Goiânia/Goiás. **Ateliê Geográfico**, v. 12, p. 175-200, 2018.

SANTOS, A. M.; FARIAS, C.; NUNES, F. G. Acessibilidade geográfica, transportes e integração dos polos de desenvolvimento da área de cultivo com soja na Amazônia brasileira. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 19., Santos, 2019. **Anais [...]** Santos, 2019.

SANTOS, D. V. C.; FREITAS, I. M. D. P. Medidas de mobilidade urbana sustentável (MMUS): propostas para o licenciamento de polos geradores de viagens. **Transportes**, v. 22, n. 2, p. 11-22, 2014.

SILVEIRA, I. T. **Análise de polos geradores de tráfego segundo sua classificação, área de influência e padrões de viagem**. Rio de Janeiro, 1991. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1991.

SONAE SIERRA BRASIL. **Sonae Sierra Brasil inicia nova fase nas obras do passeio das águas shopping**. 2013. Disponível em: <https://www.sonaeierra.com.br/2011/09/14/sonae-sierra-brasil-inicia-nova-fase-nas-obras-do-passeio-das-aguas-shopping/>. Acesso em: 29 mar. 2019.

TANAKA, S; SUGIMURA, T. A new frontier of remote sensing from IKONOS images. **International Journal of Remote Sensing**, v. 22, n. 1, p. 1-5, 2001.

TERUYA JUNIOR, H. *et al.* Contribuição da classificação orientada a objeto em áreas urbanas. **Revista Principia**, n. 32, p. 26-34, 2016.

WURM, M. *et al.* Urban structuring using multisensoral remote sensing data: by the example of the German cities Cologne and Dresden. In: JOINT URBAN REMOTE SENSING EVENT. Shanghai, 2009. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/11137493.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2019.

ZHOU, D. *et al.* Satellite remote sensing of surface urban heat islands: progress, challenges, and perspectives. **Remote Sensing**, v. 11, p. 2-36, 2019.

Gabriela Tobias Portis

Instituto Federal de Goiás | Rua 75, 46, Centro | Goiânia -GO - Brasil | CEP 74055-110 | Tel.: (62) 3227-2700 | E-mail: gabriela.portis@gmail.com

Alex Mota dos Santos

Departamento de Engenharia de Transportes, Faculdade de Ciências e Tecnologia | Universidade Federal de Goiás | Rua Mucuri, Área III, Setor Conde dos Arcos | Aparecida de Goiânia -GO - Brasil | CEP 74968-755 | Tel.: (62) 3209-6550 | E-mail: alex.geotecnologias@gmail.com

Fabrizia Gioppo Nunes

Instituto de Estudos Socioambientais | Universidade Federal de Goiás | Av. Esperança, s/n, Câmpus Samambaia | Goiânia - GO - Brasil | CEP 74690-900 | Tel.: (62) 3521-1184 | E-mail: fabrizia.iesa.ufg@gmail.com

Ambiente Construído

Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro

Porto Alegre - RS - Brasil

CEP 90035-190

Telefone: +55 (51) 3308-4084

Fax: +55 (51) 3308-4054

www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido

E-mail: ambienteconstruido@ufrgs.br



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.