

---

# Transformações espaciais

---

## sobre influência de um *Bus Rapid Transit* na cidade de Goiânia, Brasil

---

Space transformations on the influence of a Rapid Transit  
Bus in the city of Goiânia, Brazil

**Gabriela Tobias Portis<sup>1</sup>**

**Alex Mota Dos Santos<sup>2</sup>**

**Fabrizia Gioppo Nunes<sup>3</sup>**

**Carlos Fabricio Asunção da Silva<sup>4</sup>**

**1** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG)  
Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis (MTPS)

**2** Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), Centro de Formação em Ciências Agroflorestais (CFCAF),  
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG)  
Universidade Federal de Goiás (UFG), Instituto de Estudos Socioambientais (IESA)

**3** Universidade Federal de Goiás/Brasil (UFG), Instituto de Estudos Socioambientais (IESA)  
Goiânia, Brasil

**4** Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Engenharia Cartográfica (DEC), Recife, Brasil  
gabriela.portis@gmail.com; alex.geotecnologias@gmail.com; fabrizia.iesa.ufg@gmail.com; carlosufpe26@gmail.com

Portis: <https://orcid.org/0000-0001-8458-2359>

Santos: <https://orcid.org/0000-0002-5156-3968>

Nunes: <https://orcid.org/0000-0001-6159-4701>

Silva: <https://orcid.org/0000-0001-7009-8996>

---

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar as transformações no meio urbano por influência de um Corredor *Bus Rapid Transit* (BRT) na cidade de Goiânia. A metodologia envolveu o processamento digital de imagens de sensoriamento remoto em ambientes de sistema de informação geográfica (SIG). O algoritmo utilizado para a classificação supervisionada das imagens foi o Máxima Verossimilhança (MAXVER). Para tanto foram utilizadas imagens orbitais de alta resolução espacial obtidas via a plataforma *Google Earth Pro*<sup>®</sup>, em distintas datas de aquisição, e que possibilitassem a análise espaço-temporal. Os resultados revelaram que a paisagem urbana dos trechos estudados, sofreu notáveis alterações com a implantação das obras do BRT, iniciada em 2013. Das imagens classificadas, verifica-se que as principais alterações foram a intensificação de áreas cobertas por superfícies comerciais, aumento das áreas pavimentadas, revitalização da vegetação arbórea e a remoção da vegetação gramínea ao longo de canteiros centrais do corredor BRT.

**PALAVRAS-CHAVE:** impacto; transportes; BRT; mapeamento; cobertura do solo.

### Abstract

The objective of this work was to analyze the transformations in the urban environment due to the influence of a Bus Rapid Transit Corridor (BRT) in the city of Goiânia. The methodology involved digital processing of remote sensing images in Geographic Information System (GIS) environments. The algorithm used for the supervised classification of images was the Maximum Likelihood (MAXVER). For this purpose, high spatial resolution orbital images obtained via the *Google Earth Pro*<sup>®</sup> platform were used, at different acquisition dates, and which enabled the spatiotemporal analysis. The results revealed that the urban landscape of the studied stretches underwent notable changes with the implementation of the BRT works, which began in 2013. From the classified images, it appears that the main changes were the intensification of areas covered by commercial surfaces, increase in areas pavements, and revitalization of tree vegetation and removal of grassy vegetation along the central flowerbeds of the BRT corridor.

**KEYWORDS:** impact; transport; BRT; mapping; ground cover.

## 1. Introdução

Os países da América Latina experimentaram um intenso processo de urbanização a partir da segunda metade do XX, com o aumento da população em suas principais metrópoles. Tal situação desencadeou diferentes tipos de conflitos cotidianos, entre aqueles que habitam as cidades, em busca dos espaços urbanos (Lombard, 2016). Soma-se a esse fato o aumento da motorização da população, que culminou em uma crise materializada pelos congestionamentos e demais perturbações do trânsito (Babu, 2017; Koźlak e Wach, 2018; Wen *et al.*, 2019). Simultaneamente, ampliam-se as disputas pelo uso das vias urbanas entre os meios de transporte, principalmente para a promoção da mobilidade urbana e da acessibilidade a bens e serviços.

Este cenário da metropolização das cidades, juntamente com o espraiamento urbano aumentam as distâncias entre os centros e as zonas geograficamente periféricas. Consequentemente, eleva-se o tempo e prejudica-se a qualidade dos deslocamentos que a população realiza diariamente, em veículos motorizados. Tal espraiamento, derivado do crescimento do tecido urbano, ocasiona um processo antagônico. Ao mesmo tempo que faz surgir a necessidade de uma maior diversidade de possibilidades de deslocamento, traz também as dificuldades econômicas e administrativas da implementação do transporte público coletivo, como principal meio de locomoção. Aos moldes disso, Nadalin e Iglioni (2015) apresentam os resultados da pesquisa de Origem-Destino (OD), realizada pela Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô, que revela a periferação da população paulistana e indica o aumento do número e extensão de viagens realizadas no modo individual.

Diante desse processo, e de forma geral, as metrópoles sul-americanas vêm enfrentando cada vez mais problemas relacionados à mobilidade urbana como, por exemplo, a degradação ambien-

tal. Assim, as questões relativas aos transportes vêm sendo tratadas com destaque dentro das preocupações ambientais, sociais e econômicas (Lombard, 2016; Wen *et al.*, 2019; Costa *et al.*, 2021). A relação existente entre a estrutura espacial das cidades e os sistemas de mobilidade urbana é destacada por diversos autores, principalmente no que concerne à ligação entre uso do solo e transportes (Wegener e Furst, 2004; Kneib, 2014, 2016; Costa *et al.*, 2021). Neste contexto, Wegener e Furst (2004) propõem um ciclo de retroalimentação entre transporte e uso do solo. Os referidos autores afirmam que as decisões de viagem e localização se co-determinam e, portanto, o planejamento do transporte e uso do solo precisam ser coordenados, conjuntamente. Costa *et al.* (2021), contribuindo para esta assertiva, verificaram que na cidade de São Paulo, a expansão urbana e a infraestrutura de transportes, “empurrou e puxou um ao outro, de uma forma ‘ordenada’” (Costa *et al.*, 2021: 1).

Esse cenário é observado também em outras cidades da América Latina (Chatziioannou *et al.*, 2020; Costa *et al.*, 2021; Mendiola e González, 2021) e empiricamente tem sido constatado na cidade de Goiânia, capital do estado de Goiás. A cidade de Goiânia está localizada na porção central do Brasil a aproximadamente 200 km da capital federal, Brasília, e está sujeita aos diversos fatores da metropolização e também da proximidade com a capital federal. Assim, de acordo com Pereira (2019), fruto das políticas de interiorização do país que remontam às décadas de 1930 e 1960; Goiânia e Brasília e suas regiões de abrangência chegam à primeira quinta parte do novo milênio com aproximadamente 7,5 milhões de habitantes e uma profunda dinamização de seu território.

Deste modo, um dos métodos mais empregados para observar as alterações nas paisagens urbanas é a análise espacial (Luck e Wu, 2002; Berling-Wolff e Wu, 2004; Asgarian *et al.*, 2015). Segundo Berling-Wolff e Wu (2004), as áreas urbanas exibem a

heterogeneidade espacial mais visível de todas as paisagens terrestres, uma vez que, a forma espacial que uma cidade assume afeta tanto os processos físicos, ecológicos, como os sociológicos. Assim, as atividades realizadas no espaço intra-urbano definem o uso do solo, sendo que os sistemas de transportes são responsáveis pelas interações espaciais entre esses componentes, formando um sistema de fluxos e redes que definem a mobilidade urbana (Lautso *et al.*, 2004). Por esse motivo, avaliar a relação entre políticas de controle do uso do solo e a infraestrutura de transportes, é essencial para a análise e a modelagem da integração entre uso do solo e transportes. Para tanto, deve-se explorar as características de complementaridade existentes entre as políticas de uso do solo e os sistemas de transportes, buscando minimizar ou superar, problemas relacionados à mobilidade e a acessibilidade no ambiente urbano.

Ademais, deve-se acatar o debate acirrado sobre como o desenvolvimento linear pode ser pautado nos corredores de transporte, considerando principalmente os corredores BRT. Nos Estados Unidos, este debate foi estimulado pelo movimento *Transit Oriented Development* (TOD) ou Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS), desenvolvido pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP). Para o ITDP (2017), o DOTS estimula uma ocupação compacta e com uso misto do solo, com distâncias curtas para trajetos a pé e próxima a estações de transporte de alta capacidade. É uma estratégia que integra o planejamento do uso do solo à mobilidade urbana com o objetivo de promover cidades compactas, conectadas e coordenadas.

Além do exposto, as análises das relações do uso do solo e transportes e suas influências no meio urbano, podem ser realizadas de diversas formas, dentre as quais, de modo indireto, por intermédio da interpretação de imagens de sensoriamento remoto. O sensoriamento remo-

to, associado à análise do padrão da paisagem, fornece uma base na qual a estrutura do espaço urbano, pode ser quantificada e qualificada (Fan e Myint, 2014). Nesse sentido, Zhou *et al.* (2014) analisaram as mudanças na paisagem urbana e revelaram o contraste entre a intensidade da urbanização e risco ecológico. Al-Bilbisi (2019) empregou imagens de sensoriamento remoto para análise do crescimento urbano em Amã, capital da Jordânia. Segundo o autor, em geral, o crescimento urbano em Amã ocorreu ao longo da infraestrutura de transporte, longe do centro da cidade (Al-Bilbisi, 2019).

Diante de tais constatações, o objetivo deste trabalho foi de analisar as transformações no meio urbano por influência de um Corredor *Bus Rapid Transit* (BRT) na cidade de Goiânia. Para tanto, empregou-se o processamento digital de imagens e, o manuseio destas informações em um sistema de informação geográfica (SIG).

## 2. Materiais e métodos

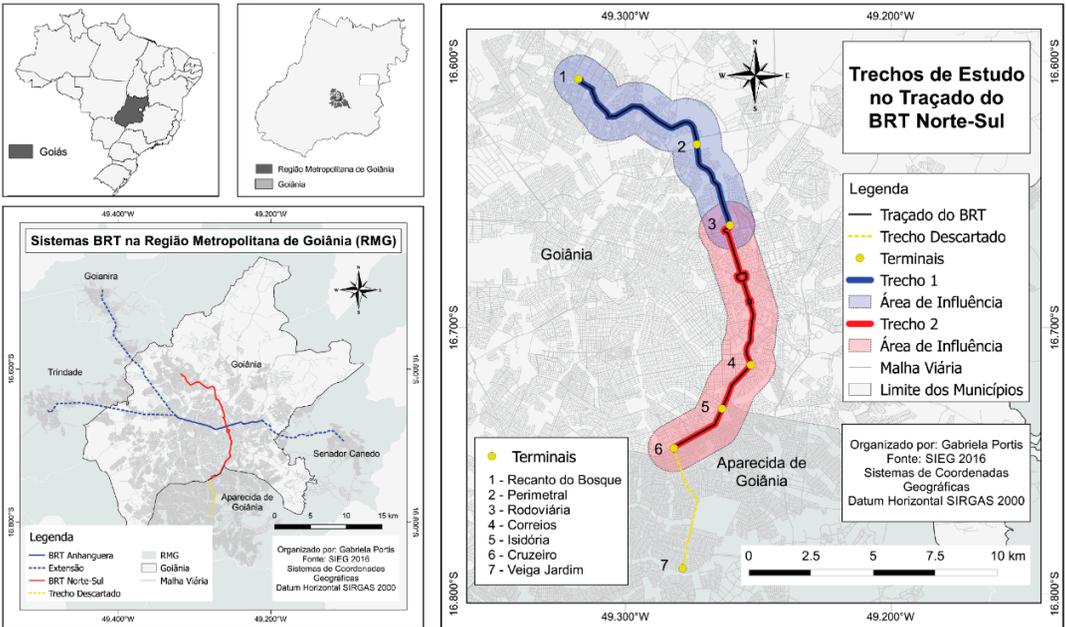
### 2.1 Área de estudo

A área de estudo é o trecho do BRT Norte-Sul em implantação na cidade de Goiânia (FIGURA 1). Goiânia é o município mais populoso do estado de Goiás, como uma população estimada de 1.555.626 habitantes, segundo o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021). No ano de 2015 iniciou-se a implantação de um corredor BRT que irá ligar a porção norte à porção sul da cidade e conectar Goiânia às suas cidades vizinhas, a qual é conurbada com Aparecida de Goiânia. Assim, o BRT Norte-Sul será integro ao BRT Anhanguera já existente, motivando um novo fluxo de rede urbana entre as principais cidades da Região Metropolitana de Goiânia (RMG).

Segundo o Relatório de Fiscalização realizado pela Secretaria Federal de Controle Interno (2016), o Corredor BRT Norte-Sul, que possuirá 27 km de

FIGURA 1. Área de estudo, cidade de Goiânia.

ELABORAÇÃO: OS AUTORES



extensão, está previsto no Plano Diretor do Município de Goiânia como um dos eixos estruturais de transporte da capital. Desta forma, este novo eixo é considerado prioritário no Plano Diretor de Transporte Coletivo Urbano de Goiânia, sendo que a sua inserção geográfica oferecerá uma ampla articulação territorial, atendendo direta e indiretamente a aproximadamente 1,8 milhão de habitantes dos municípios de Goiânia e de Aparecida de Goiânia (Brasil, 2016).

Neste trabalho, o eixo Norte-Sul foi dividido em três trechos, uma opção metodológica para facilitar a análise e reduzir o esforço computacional durante o processamento dos dados. Assim, o primeiro trecho estabelecido, tem início no extremo norte até o terminal Rodoviário (centro da cidade de Goiânia), com uma extensão de 11 km. O segundo trecho segue até o limite com o município de Aparecida de Goiânia, porção sul da cidade, e possui 8 km de extensão. O terceiro

trecho segue até a porção central do município de Aparecida de Goiânia, com extensão de 8 km.

Além disso, como o parâmetro para a delimitação da área de influência desse tipo de corredor é subjetivo, foi levado em consideração a caminhabilidade da população até o corredor. Esse parâmetro é definido pelo ITDP, o *People Near Rapid Transit* (PNT), que o considera fundamental para a mobilidade sustentável. Assim, estima-se a acessibilidade e a cobertura de trânsito rápido nas grandes cidades, e define uma distância de 1 km como média que uma pessoa se desloca a pé, para acessar um corredor de trânsito rápido de alta qualidade (ITDP, 2016).

Por consequência dessas considerações foi determinado o buffer (área de influência) de 1 km, a partir do eixo do corredor BRT no trecho escolhido, delimitando assim a área onde serão aplicadas as metodologias adotadas.

## 2.2 Procedimentos metodológicos

A metodologia de processamento digital de imagens teve como base o método híbrido para análise das transformações espaciais, iniciando com a classificação supervisionada, e fazendo sua validação a partir do conhecimento de campo e da análise da Exatidão Global, das imagens classificadas, por meio de métodos estatísticos.

Desta forma, para a classificação supervisionada foram utilizadas imagens orbitais de alta resolução espacial adquiridas via a plataforma *Google Earth Pro*<sup>®</sup>, que possibilitou, através da ferramenta 'Salvar Como', o *download* da imagem visualizada em tela, com resolução máxima de 4.800 x 2.843. Foram adquiridas imagens de períodos distintos, para possibilitar a extração das informações que foram empregadas na elaboração dos mapas de uso do solo e da sua análise espaço-temporal.

Após a aquisição das imagens foi realizado o georreferenciamento destes produtos possibilitando a composição de um mosaico que abrangesse toda a área de estudo. O georreferenciamento foi executado utilizando o tipo de transformação Polinomial de Segunda Ordem. O método de reamostragem foi o vizinho mais próximo, e o SRC (Sistema de Referência de Coordenadas) alvo o Sirgas 2000/UTM, Zona 22 sul. Foram definidos 8 pontos de controle obtendo um erro médio de 0,43 *pixels*, sendo que o erro máximo não ultrapassou 1 *pixel*. O mosaico da área de estudo foi composto ao todo por nove imagens e obteve-se um tamanho final do *pixel* igual a 1.02041.

Para a comparação da transformação espaço-temporal na área de influência do BRT Norte-Sul, foram obtidas imagens de dois períodos distintos: 2013 e 2020, antes do início da implantação do corredor de transportes, e situação mais recente de implantação. O processamento digital de imagens foi realizado no *software open-source* QGIS<sup>®</sup> (*Quantum Geographical Information System*), versão 2.18, que permite a inserção de *plugins* como ferramentas

de análise. Foi utilizado para a classificação das imagens o complemento SCP (*Semi-Automatic Classification Plugin*) (Congedo, 2016). Como forma de manipulação de imagens foi empregado o método de classificação supervisionada *pixel a pixel*, que utiliza amostras de identidade conhecidas, para classificar *pixels* de identidade desconhecida. Para tanto foram localizados exemplos representativos de cada tipo de cobertura, digitalizando polígonos, com agrupamentos de *pixels*, que determinaram as áreas de treinamento.

A partir dos polígonos de treinamento foram criadas as assinaturas espectrais para cada tipo de cobertura e posteriormente, feita a classificação propriamente dita, que compara a assinatura de cada *pixel* da imagem com as assinaturas conhecidas. O algoritmo utilizado para a classificação das imagens foi o Máxima Verossimilhança (MAXVER), em que as células em cada amostra de classe no espaço multidimensional têm distribuição normal. Assim, este algoritmo considera as variações e covariâncias das assinaturas espectrais das classes, ao atribuir cada célula da imagem, a um tema de classe, armazenado no arquivo de treinamento das amostras.

Neste trabalho, as classes de cobertura definidas para a representação da paisagem, foram: Telhado 1, Telhado 2, Pavimento, Solo Exposto, Vegetação Arbórea, Vegetação Gramínea, Água e Sombra. Essas classes foram estabelecidas a partir do conhecimento de campo e, levando em consideração parâmetros do referencial teórico. Ao Telhado 1 foi associada a telha de cerâmica, mais comum em uso residencial e, ao Telhado 2, foi associada à telha metálica ou de fibrocimento, mais comum em uso comercial e serviços.

A análise da exatidão do processo de classificação foi executada a partir do complemento (*plugin*) AcATaMa, do *software* QGIS (Llano, 2019). Esse *plugin* foi projetado para: avaliar a exatidão dos mapas temáticos; estimar áreas das classes

temáticas; geração de amostragem; e classificação de amostragem (Llano, 2019). Para tanto, foi utilizado o método de ‘Amostragem Aleatória Estratificada por Proporção Baseada na Área’, gerando um total de 396 amostras distribuídas aleatoriamente nas classes, com desvio padrão geral esperado igual a 0,0050, avaliando assim, a exatidão dos mapas temáticos.

Após, foram estruturados os mapas temáticos, sob as regras de Semiologia Gráfica (Menezes e Fernandes, 2013), que serviram à análise espaço-temporal. A comparação entre os mapas temáticos das situações anteriores e atuais de implantação do BRT serviu aos resultados desta pesquisa, possibilitando a visualização, análise e identificação de padrões e agrupamentos, tornando perceptíveis as tendências de alteração nos padrões de cobertura do solo com o início das obras de implantação do BRT Norte-Sul (Dinâmica de Mudança). Tal análise foi baseada no trabalho desenvolvido por Seabra *et al.* (2013), que utiliza o complemento SPC (Congedo, 2016), em que a ferramenta *Land Cover Change* permite a detecção das mudanças. Tais alterações foram divididas em três classes conforme descritas na TABELA 1.

A primeira classe, denominada Expansão Urbana, representa as classes de cobertura do solo como Vegetação e Solo Exposto que foram convertidas para classes como: Telhado 1, Telhado 2 e Pavimento, assim como a classe Solo Exposto

(que representa áreas que estão em expansão ou passíveis de expansão urbana). A segunda, denominada Regeneração, representa as alterações das demais classes para as classes de vegetação, configurando a regeneração da vegetação; e a última classe, Sem Mudança, representa as classes de cobertura que não sofreram modificações.

### 3. Resultados e discussões

Os resultados das transformações espaciais na paisagem de entorno do BRT que ligará a Região Norte à Região central da cidade de Goiânia e ao município de Aparecida de Goiânia, podem ser visualizados nas FIGURAS 2 e 3, que revelam a classificação e quantificação da cobertura do solo, antes do início da implantação do corredor BRT, ano de 2013 e, após o início das obras de implantação da infraestrutura do corredor, ano de 2020.

No ano de 2013, a infraestrutura necessária ao funcionamento do corredor BRT, tais como as pistas de concreto, plataformas de embarque, terminais de integração, dentre outros elementos, não estavam presentes na paisagem. Neste ano, ao longo da área de influência que representa o Trecho 1 analisado, foi detectada uma grande presença de cobertura vegetal, sendo que a classe de cobertura da Vegetação Gramínea cobria 22,9% da área, e a de Vegetação Arbórea cobria 13,2% da área (FIGURA 2 A). As duas classes juntas somaram 36,1%

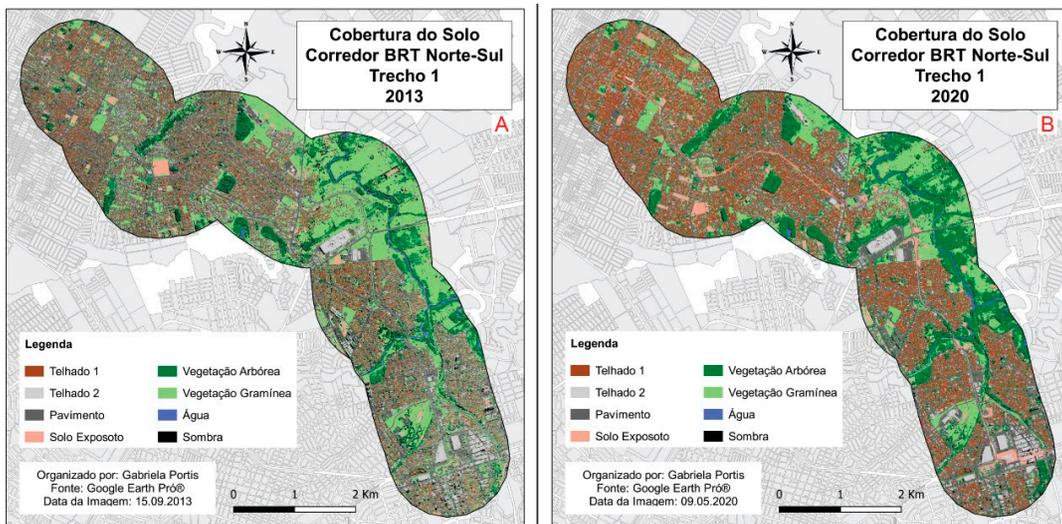
TABELA 1. Detecção de mudanças na classificação da cobertura do solo

Classes de Mudança	Classe de Cobertura 2013	Classe de Cobertura 2020
Expansão Urbana	Vegetação Gramínea, Vegetação Arbórea e Solo Exposto	Telhado 1, Telhado 2, Pavimento e Solo Exposto
Regeneração	Todas as classes de cobertura	Classes de vegetação
Sem Mudança	Classe inicial	Classe não alterada

ELABORAÇÃO: OS AUTORES

FIGURA 2. Cobertura do solo do Trecho 1, nos anos de 2013 (A) e 2020 (B).

ELABORAÇÃO: OS AUTORES



da cobertura total. Essa expressiva porcentagem de áreas verdes se deve a presença de trechos de rios, córregos e nascentes, que contam com Área de Preservação Permanente (APP).

Além das APP, são observadas áreas cobertas pela classe de uso da Vegetação Gramínea, intercaladas às áreas construídas, que configuram como vazios urbanos, principalmente na porção norte do Trecho 1. Essas áreas revelam a especulação imobiliária, especialmente, na parte central deste trecho, junto ao Passeio das Águas Shopping (Portis *et al.*, 2020).

O referido trecho já possuía, grande parte de sua cobertura ocupada pela classe Pavimento (22,5%). Tal representatividade se deve principalmente às infraestruturas dos sistemas de transportes, presentes na região central de Goiânia: ruas, avenidas e estacionamentos. Parte dessa representação é relativa à presença de passeios públicos e áreas impermeabilizadas internas aos loteamentos.

No ano de 2020 a infraestrutura do corredor BRT encontra-se em estágio final de implantação, sendo possível já delinear na malha urbana a sua

pista de circulação em concreto e as plataformas de embarque (FIGURA 2 B). A vegetação continua ocupando grande parte da área em decorrência das APP, como já referido e, previstas em lei e no Plano Diretor da cidade. A classe Vegetação Arbórea cobre 16,8% da área e a Vegetação Gramínea 17,3%. Mesmo assim, pode-se contatar a redução de 5,6% da Vegetação Gramínea.

No caso da vegetação de porte arbóreo, seu aumento de 3,6% se deve as ações de replantio em áreas de APP, tendo como resultado, a conversão da vegetação gramínea em vegetação arbórea. Nesse sentido, segundo Portis *et al.* (2020), a implantação de um shopping, considerado um Polo Gerador de Viagens (PGV), nesse trecho, culminou no replantio de espécies nativas como compensação ambiental, ou seja: “Após o início das obras, a prefeitura, juntamente com o empreendedor do PGV, realizou o plantio de espécies arbóreas na Área de Preservação Permanente (APP) do referido córrego que dista, aproximadamente, 50 metros do muro do shopping, onde foi implantado, como medida compensatória, o Parque Municipal Urias Alves Tavares” (Portis *et al.*, 2020: 520).

Além disso, os autores referem que a partir dessa medida, “a vegetação arbórea teve um aumento de 73% de 2013 para 2018” (Portis et al., 2020: 520) no entorno do Passeio das Águas Shopping e que tais ações amenizam, mas não neutralizam na íntegra os impactos desse empreendimento. Ademais, grande parte das áreas de vazios urbanos recobertos por vegetação gramínea permanecem não edificadas (FIGURA 2). Tais áreas, possivelmente, são mantidas pela iniciativa privada para a promoção da especulação imobiliária, uma vez que a implantação de um corredor de transporte de alta capacidade promove a valorização comercial da região.

Segundo Campos e Candido (2001: 48), em termos gerais, a especulação imobiliária “é a forma pela qual os proprietários de terra recebem uma renda transferida dos outros setores produtivos da economia, especialmente através de investimentos públicos na infraestrutura e serviços urbanos[...]”. Esse fenômeno pode ser explicado, dentre outros fatores, pelo período e instabilidade econômica, mas também pela opção do proprietário de usar os lotes como investimentos.

A redução da área da Classe Vegetação Gramínea foi consequência, também, da implantação das pistas de rolagem dos ônibus que alimentarão o sistema BRT. As obras destas pistas ocuparam áreas de canteiros centrais, antes recobertas por vegetação gramínea e arbórea, como na Av. Goiás Norte, Av. Horácio Costa e Silva, Av. dos Carajás, Av. Genésio de Lima Brito, Av. dos Ipês e Av. Lúcio Rebelo. Entretanto, em parte do Trecho 1, na Av. Goiás, houve a manutenção da vegetação existente, possibilitada pela pré-existência de um corredor exclusivo para ônibus, sendo necessária apenas a substituição da pavimentação existente. Assim, a área da Classe Pavimento teve um aumento de 0,6%, e passou a ocupar 23,1% da área em 2020.

Esse aumento se deveu, também, a outros fatores, como a estruturação de áreas de esta-

cionamentos no Passeio das Águas Shopping e na Região da Rua 44, que é considerada o maior polo de confecção do Centro-Oeste e o segundo do Brasil, exercendo influência em todo o país (Região da 44, 2019). Segundo o IBGE (2020), e referente ao ano de 2018, no deslocamento para compras de vestuários e calçados o Arranjo Populacional de Goiânia/GO é o que polariza maior número de municípios, “exercendo atratividades para compras de vestuários e calçados em grandes distâncias que avançam por todo o Estado do Tocantins, sudeste do Pará, norte de Mato Grosso e oeste da Bahia. Ao todo, são 161 cidades nas três ordens de frequência, com uma média de 403 km de deslocamento.” (IBGE, 2020: 9). Nesse sentido, a Região da Av. 44 continua em expansão, promovendo alterações na cobertura do solo tanto em relação a atividades comerciais quanto para infraestrutura de transportes.

Além disso, na área edificada há o predomínio do uso residencial, que é indicado, como já referido, pela classe Telhado 1. Em 2013 essa classe tinha um percentual de 16,7% da área total, e passou a representar 18,3% em 2020, o que evidência um leve aumento de 1,6% (FIGURA 2 A e B). A característica do uso residencial, observada em campo nesse trecho da área de estudo, é de edificações predominantemente horizontais. Apesar de ser majoritariamente residencial, o trecho conta com grandes empreendimentos comerciais, tais como hipermercados atacadistas e centros comerciais. Alguns desses empreendimentos, como o Passeio das Águas Shopping (construído em 2013), já previam a implantação do corredor BRT, que ampliará a acessibilidade à região por transporte público.

A classe Telhado 2, que representa predominantemente superfícies comerciais e de serviços, também aumentou, e foi de 7,0% em 2013, para 7,5% em 2020. Tal aumento teve como principal fator a construção de novos empreendimentos tais como centros comerciais e os hipermercados Atacadão Dia a Dia, situado na Av. Horácio Costa

e Silva e o Assai Atacadista situado na Região da Rua 44. A tendência de aumento da área ocupada pela classe Telhado 2 pode ser observada também na transformação da classe Solo Exposto que, em parte, representava canteiros de obras em 2013. Alguns desses canteiros, na Região da Rua 44, já foram ocupados com centros comerciais, outros estão em processo de implantação (FIGURA 2 A e B). Nesse sentido, destaca-se o aumento da Classe Solo Exposto de 5,5% em 2013, para 7,5% em 2020. Esse aumento deve-se ainda as pistas de rolagem dos ônibus do sistema BRT, que devido a terraplenagem da obra, foi classificado como solo exposto em 2013, destacando-se da classe Pavimento na malha viária em 2020.

A classe Água se evidencia pela presença dos rios e córregos, além de piscinas em áreas públicas e particulares. Sua variação pode ser atribuída ao sombreamento oriundo da vegetação arbórea, que nas imagens de satélite cobre parte do leito dos córregos e rios. A classe Sombra varia conforme o ângulo de captura das imagens, além disso, a inclinação do sol que incide sobre as construções auxiliou na identificação de edificações verticalizadas.

Os efeitos das transformações na paisagem do Trecho 2, que irá ligar a Região central da cidade de Goiânia ao município de Aparecida de Goiânia, podem ser observados na FIGURA 3A e B (anos de 2013 e 2020, consecutivamente).

Da FIGURA 3 é possível verificar que o Trecho 2 apresenta, no geral, uma porcentagem maior das classes de cobertura dos tipos Pavimento e Telhado 2 que o Trecho 1. Consequentemente, possui menor representatividade das classes de vegetação, em comparação ao trecho anterior (FIGURAS 2 e 3). Isso ocorre, pois, tal trecho engloba uma parcela maior de áreas centralizadas e, portanto, com maior quantidade de uso comercial e áreas pavimentadas. Além disso, segundo Mendes *et al.* (2015), conforme a quantidade de edifícios

presentes no local, que produzem maior área de sombra na imagem de satélite, pôde-se pressupor o grau de densidade de ocupação da cidade. Nesse sentido, percebe-se uma maior porcentagem de área coberta por sombra no Trecho 2 em relação ao Trecho 1, o que, em parte, representa uma maior verticalização das edificações (FIGURAS 3 e 4). Os gráficos da FIGURA 4 A e B corroboram também com esta análise e, revelam ainda que o solo exposto, ao longo do corredor BRT, é maior no Trecho 1, em comparação ao Trecho 2, em ambos os anos analisados.

Na data da imagem de 2020 (FIGURA 3B), as obras tinham avançado até o Terminal Isidória, da Rede Metropolitana de Transporte Coletivo (RMTC). No Trecho 2, a parte da Av. Goiás (Setor Central) que é tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), não teve grandes alterações em seu canteiro central. Nesse trecho as obras foram paralisadas a pedido do próprio IPHAN (2020), por estarem prejudicando o estado de conservação de alguns bens históricos, sendo posteriormente liberadas com restrições à utilização de alguns maquinários.

Nas Ruas 84, 90 e Av. Primeira Radial, a pré-existência de um corredor exclusivo para ônibus minimizaram as alterações necessárias para a implantação do corredor, sendo crucial a substituição da pavimentação existente por concreto. Nesse sentido, os resultados mostram a redução da classe Pavimento e aumento da classe Solo Exposto, em parte, reflexo ainda, dos trechos do corredor que estão em obra, sendo classificados como solo exposto. Na Rua 90 e Av. Primeira Radial, houve a remoção de uma faixa estreita de canteiros que delimitavam as pistas de ônibus, onde estavam plantadas Palmeiras Guariroba. Também foi construído um viaduto na Rua 90 com a Av. 136, feita a requalificação da Praça do Cruzeiro e a adequação do complexo do Terminal Isidória (ainda em andamento).

FIGURA 3. Cobertura do solo do Trecho 2, nos anos de 2013 (A) e 2020 (B).  
ELABORAÇÃO: OS AUTORES

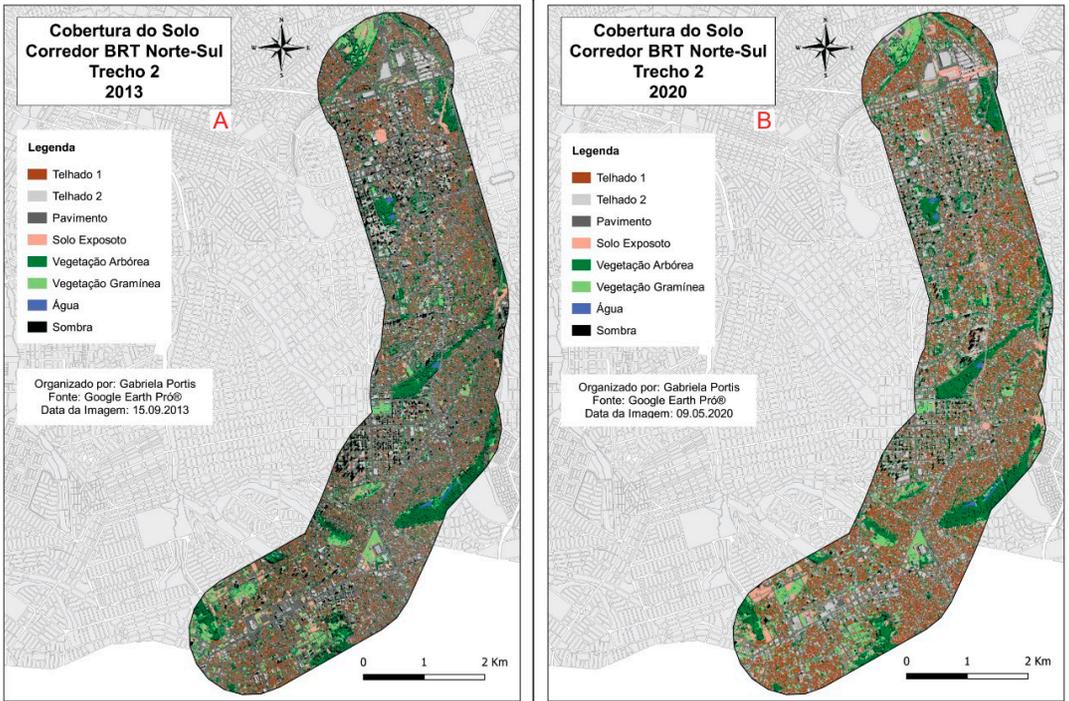
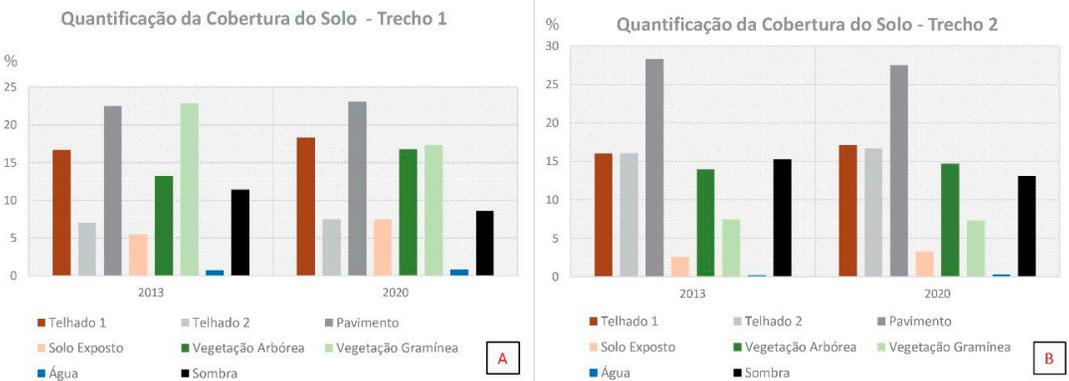


FIGURA 4. Quantificação do uso e cobertura do solo dos Trechos 1 e 2, nos anos 2013 e 2020.  
ELABORAÇÃO: OS AUTORES



O Trecho 2 sofreu menos alterações com a implantação da infraestrutura do corredor BRT do que o Trecho 1, sendo importante observar que a última etapa da obra, entre o Terminal Isidória e o Terminal Cruzeiro não havia iniciado na data de coleta da ima-

gem. Nessa etapa da obra será construído o Terminal Correios, reconstruído o Terminal Cruzeiro, com as consequentes remoções dos canteiros centrais das avenidas Quarta Radial e Rio Verde, além da implantação das estações do sistema BRT.

No Trecho 2, percebe-se o aumento das classes de cobertura Telhado 1 e 2, principalmente na porção sul, próximo ao Terminal Cruzeiro. A classe Telhado 1 teve um aumento de 16% em 2013 para 17,1% em 2020 e a classe Telhado 2 de 16,1% para 16,7% (FIGURA 4 B). Na porção que margeia a Av. Rio Verde, que traça o limite entre os municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia, percebe-se a presença de vazios urbanos representados pelas classes Solo Exposto e Vegetação Gramínea. A presença dessas áreas, assim como na porção norte do corredor, revela a especulação imobiliária nas imediações da Av. Rio Verde. A classe Solo Exposto evidência também a presença de obras, das quais as obras de implantação do BRT fazem parte.

É importante mencionar que os resultados analisados e obtidos a partir da classificação de imagens do *Google Earth Pro*<sup>®</sup> apresentaram confusão entre algumas classes, como por exemplo, a classe Solo Exposto que apresentou confusão com a classe Telhado 1, visto que a telha de cerâmica é composta por barro e apresenta reflectância similar a argila do solo exposto. Nesse sentido, os resultados obtidos por Hirye *et al.* (2015) apontaram que a fração solo foi a que apresentou os valores mais baixos na matriz, mostrando confusão com áreas impermeabilizadas e com áreas de vegetação. De acordo ainda com os referidos autores, as áreas com pequenas extensões de vegetação arbórea no interior das quadras não são todas identificadas como vegetação, pois, estas, muitas vezes apresentam confusão com as áreas impermeabilizadas (Hirye *et al.*, 2015). Para este trabalho, as Matrizes de Confusão das classificações realizadas podem ser conferidas nas FIGURAS 5 e 6.

Dessa forma, a Exatidão Global para a classificação do Trecho 1 em 2013 e em 2020 foi de aproximadamente 0,76 (FIGURA 5). Já para o Trecho 2, no ano de 2013 foi de 0,79 e em 2020 de 0,80, refletindo a confusão entre as classes (FIGURA 6). Essa confusão entre as classes fez com que fosse

necessária a correção manual de determinados polígonos de classes, após a vetorização da imagem classificada, resultando em uma representação mais realista. Após a correção dos produtos gerados a Exatidão Global de todas as imagens classificadas ficou acima de 0,85, resultado este, considerado satisfatórios segundo os critérios sugeridos por Foody (2002).

Assim, o uso das imagens, a partir de seu processamento adequado, proporcionou a leitura da paisagem urbana e a avaliação das potencialidades e alterações causadas pelo corredor BRT em análise. O cenário ilustrado pela classificação das imagens sofreu notáveis alterações com a implantação do corredor, iniciada em 2013. Levando em consideração que a implantação do corredor tende a atrair investimentos e promover a especulação imobiliária, é importante salientar que, para a promoção do DOTS, é necessária a diversidade demográfica e de faixas de renda entre os moradores locais. Tais ações, podem ser fomentadas, por exemplo, a partir de políticas públicas do governo que promovam à habitação social. A promoção da habitação social se torna importante, também, por causa da valorização da área, que geralmente impulsiona o processo de gentrificação.

Nesse sentido, os resultados obtidos por Cervero e Kang (2011) mostraram que o aumento da acessibilidade promovida pela implantação de um corredor BRT em Seul, Coréia do Sul, levou proprietários e incorporadores imobiliários a intensificarem o uso do solo ao longo do corredor do BRT, ao converter residências unifamiliares em unidades multifamiliares, apartamentos e projetos de uso misto. No caso de Goiânia, e a exemplo do corredor Anhanguera que já está consolidado há vários anos, mostra que a tendência é a de que o entorno imediato do corredor seja ocupado majoritariamente pelo uso comercial.

Os autores afirmam ainda que o preço da propriedade foi incrementado na faixa de 5% a 10% para

FIGURA 5. Matriz de Confusão / Exatidão Global - Trecho 1, 2013 e 2020.

ELABORAÇÃO: OS AUTORES

Matriz de Confusão										Total de Amostras	Exatidão do Usuário
Trecho 1 - 2013	Valores Classificados										
Classes	1	2	3	4	5	6	7	8			
1 - Telhado 1	31	0	1	8	0	0	0	4	44	0.70455	
2 - Telhado 2	0	23	8	0	0	0	0	1	32	0.71875	
3 - Pavimento	4	13	80	1	0	6	0	2	106	0.75472	
4 - Solo Exposto	2	0	0	8	0	0	0	0	10	0.8	
5 - Vegetação Arbórea	0	0	1	0	38	5	0	1	45	0.84444	
6 - Vegetação Gramínea	8	1	4	7	9	81	0	2	112	0.72321	
7 - Água	0	0	0	0	0	0	10	0	10	1.0	
8 - Sombra	0	0	2	0	0	0	0	35	37	0.94595	
<b>Total</b>	45	37	96	24	47	92	10	45	<b>396</b>		
Exatidão do Produtor	0.68889	0.62162	0.83333	0.33333	0.80851	0.88043	1.0	0.77778		<b>0.77273</b>	
Exatidão Global	<b>0.76645</b>										

Matriz de Confusão										Total de Amostras	Exatidão do Usuário
Trecho 1 - 2020	Valores Classificados										
Classes	1	2	3	4	5	6	7	8			
1 - Telhado 1	66	1	9	9	1	0	0	9	95	0.69474	
2 - Telhado 2	0	20	1	0	0	0	0	0	21	0.95238	
3 - Pavimento	0	17	71	0	0	2	0	0	90	0.78889	
4 - Solo Exposto	6	0	1	12	0	0	0	0	19	0.63158	
5 - Vegetação Arbórea	0	0	1	0	60	5	0	14	80	0.75	
6 - Vegetação Gramínea	0	0	6	1	7	54	0	0	68	0.79412	
7 - Água	0	2	0	0	0	0	8	0	10	0.8	
8 - Sombra	0	0	0	0	0	0	0	13	13	1.0	
<b>Total</b>	72	40	89	22	68	61	8	36	<b>396</b>		
Exatidão do Produtor	0.91667	0.5	0.79775	0.54545	0.88235	0.88525	1.0	0.36111		<b>0.76668</b>	
Exatidão Global	<b>0.76696</b>										

FIGURA 6. Matriz de Confusão/Exatidão Global - Trecho 2, 2013 e 2020.

ELABORAÇÃO: OS AUTORES

Matriz de Confusão										Total de Amostras	Exatidão do Usuário
Trecho 2 - 2013	Valores Classificados										
Classes	1	2	3	4	5	6	7	8			
1 - Telhado 1	45	0	2	9	0	0	0	0	56	0.80357	
2 - Telhado 2	0	25	9	0	0	0	0	0	34	0.73529	
3 - Pavimento	5	31	98	1	0	1	0	0	136	0.72059	
4 - Solo Exposto	5	0	0	5	0	0	0	0	10	0.5	
5 - Vegetação Arbórea	0	0	3	0	53	2	0	4	62	0.85484	
6 - Vegetação Gramínea	1	0	2	0	5	20	0	1	29	0.68966	
7 - Água	0	3	0	0	0	0	7	0	10	0.7	
8 - Sombra	0	0	0	0	1	0	0	55	56	0.98214	
<b>Total</b>	56	59	114	15	59	23	7	60	<b>393</b>		
Exatidão do Produtor	0.80357	0.42373	0.85965	0.33333	0.89831	0.86957	1.0	0.91667		<b>0.78372</b>	
Exatidão Global	<b>0.79034</b>										

Matriz de Confusão										Total de Amostras	Exatidão do Usuário
Trecho 2 - 2020	Valores Classificados										
Classes	1	2	3	4	5	6	7	8			
1 - Telhado 1	65	1	12	7	0	0	0	8	93	0.69892	
2 - Telhado 2	0	55	9	0	0	2	0	0	66	0.83333	
3 - Pavimento	0	16	78	0	0	0	0	1	95	0.82105	
4 - Solo Exposto	2	0	0	8	0	0	0	0	10	0.8	
5 - Vegetação Arbórea	0	0	0	0	56	0	0	15	71	0.78873	
6 - Vegetação Gramínea	0	0	1	0	2	26	0	1	30	0.86667	
7 - Água	0	2	0	0	1	0	7	0	10	0.7	
8 - Sombra	0	0	0	0	0	0	0	22	22	1.0	
<b>Total</b>	67	74	100	15	59	28	7	47	<b>397</b>		
Exatidão do Produtor	0.97015	0.74324	0.78	0.53333	0.94915	0.92857	1.0	0.46809		<b>0.79849</b>	
Exatidão Global	<b>0.80036</b>										

residências localizadas até 300 m das plataformas de paradas do BRT. Para lojas de varejo e outros usos não residenciais, os impactos foram mais variados, de 3% a 26% de aumento de valor, em uma zona de impacto menor que 150 m da parada de BRT mais próxima (Cervero e Kang, 2011). Essa valorização ao longo de corredores BRT salientam a necessidade de medidas que evitem a gentrificação, nesse sentido Dawkins e Moeckel (2016) afirmam que: *“O Desenvolvimento Orientado ao Transporte (DOT) foi promovido por planejadores e defensores de políticas como uma solução para uma variedade de problemas urbanos, incluindo congestionamento do tráfego de automóveis, poluição do ar e pobreza urbana. Uma vez que a acessibilidade oferecida pela proximidade do trânsito é frequentemente capitalizada nos preços de terrenos e moradias, muitos expressam preocupação de que novos investimentos em trânsito resultem no deslocamento das populações de baixa renda que provavelmente se beneficiariam mais com o acesso ao trânsito, um fenômeno que chamamos de gentrificação induzida pelo transporte.”* (Dawkins e Moeckel, 2016: 1).

Tendo em vista que o trabalhador, na maioria das vezes, é quem usa o transporte público coletivo (TPC) em Goiânia, o DOT é um importante agente para a promoção da acessibilidade do trabalhador às áreas de emprego. Apesar das intervenções propostas pelo DOT para favorecer que moradias populares, para famílias de baixa renda, sejam construídas em áreas próximas aos corredores BRT, não se tem a salvaguarda de que elas sejam mantidas.

Além disso, a modificação direta das características da superfície, a partir da alteração do uso do solo, assim como o adensamento urbano, com a verticalização dos edifícios e seus efeitos sobre os movimentos e fluxos de energia, influenciam na temperatura e contribuem para a formação de ‘Ilhas de Calor’. Em contrapartida, tal adensamento em conjunto com o uso misto do solo reduzem

a necessidade de percorrer grandes distâncias e auxiliam na redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE).

O BRT em análise, reúne diversos usos, apresentando adensamentos de residenciais e polos de concentração de empregos, derivados das distintas atividades comerciais, desenvolvidas em partes da área de estudo. Essa característica de uso misto do solo é desejável para a aplicação do DOTS, uma vez que as oportunidades e atividades cotidianas estão localizadas a curtas distâncias, percorridas a pé, de onde as pessoas vivem e trabalham. A área de estudo possui alguns PGV e centralidades como o Passeio das Águas Shopping, o Buriti Shopping a Rodoviária de Goiânia e a Região da Rua 44, responsáveis por atrair muitas viagens para o sistema BRT. Por outro lado, algumas partes da área possuem características de baixa densidade, sendo necessário o adensamento ao longo do corredor, de forma correspondente à capacidade do transporte coletivo, para a promoção do DOTS (ITDP, 2017).

Todos esses fatores deixam evidente a importância da identificação e análise da estrutura espacial urbana, para o desenvolvimento de um bom planejamento do uso do solo integrado aos sistemas de transporte e, articulado a mobilidade urbana de qualidade. Portanto, os resultados acima descritos, se utilizados com o devido cuidado pelo agente público, contribui para implementação de políticas públicas de ordenamento territorial. Assim, essa análise é importante, uma vez que as características e transformações no uso/cobertura da terra são fatores cruciais para a compreensão da mudança global, por causa de suas interações com o clima, processos de ecossistemas, ciclos biogeoquímicos e biodiversidade (Mamun *et al.*, 2013).

### 3.1 Alterações na paisagem urbana

Para compreender a dinâmica dos padrões urbanos e suas interações nas paisagens, que se configuram

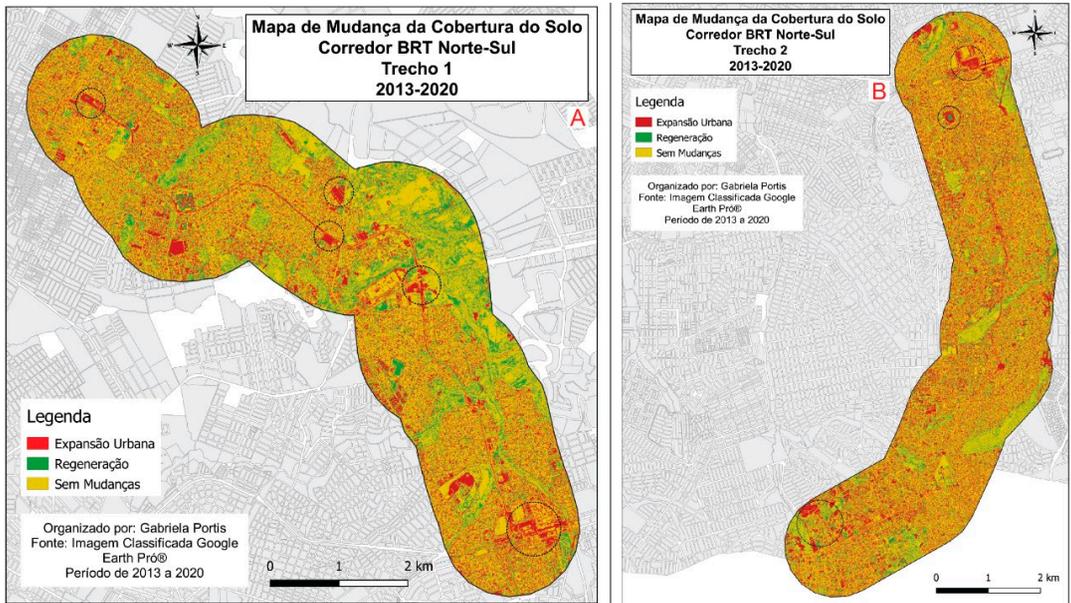
pela heterogeneidade dos elementos da cidade, precisamos quantificar as mudanças temporais o os arranjos espaciais das malhas urbanas (Wu *et al.*, 2000). Assim, as alterações na paisagem derivadas da implementação do BRT e obtidas, a partir da classificação de imagens, foram retratadas nos mapas de detecção de mudanças visualizados na **FIGURA 7A e B**. A referida figura apresenta as mudanças do ano de 2013 para o ano de 2020, dos dois trechos estudados.

O mapa de mudanças da cobertura do solo do Trecho 1 (**FIGURA 7A**) revela que as APP no entorno dos córregos e do rio Meia Ponte passaram

por um processo de regeneração decorrente do aumento das classes de vegetação, sendo que a classe de regeneração representa 16,5% da área desse trecho (**TABELA 2**).

O trecho possui ainda 30,5% de sua área destinada a classe de Expansão Urbana (**TABELA 2**). Essa expansão fica mais evidente, quando observamos os círculos indicativos na **FIGURA 7A**, próximos a região da Av. 44, na intersecção entre as Av. Goiás e Perimetral Norte, em alguns pontos ao longo do corredor BRT e de forma mais dispersa na porção norte do trecho. Essa classe representa tanto a expansão que ocorreu quanto aquela passível de

**FIGURA 7.** Mapas de Mudança da Cobertura do Solo - Trecho 1 e 2.  
ELABORAÇÃO: OS AUTORES



**TABELA 2.** Percentual de mudanças ocorridas no Trecho 1, BRT Norte/Sul Goiânia

Classe de Mudança	Trecho 1	Trecho 2
Expansão Urbana	30,5%	20,5%
Regeneração	16,5%	9,5%
Sem Mudanças	53,0%	70,00%

ELABORAÇÃO: OS AUTORES

ocorrer, representada pela classe solo exposto, que se evidencia em canteiros de obras e em vazios urbanos que podem ser ocupados. Os 53,0% restantes representam as áreas sem alterações.

O Trecho 2 apresenta 9,5% de sua área na classe de Regeneração, sendo que essa classe se concentra nos parques e praças de Goiânia (FIGURA 7A), a exemplo dos parques lineares. A classe de Expansão Urbana, com um total de 20,5% da área, se evidencia principalmente nos extremos norte e sul do trecho, onde se localizam duas centralidades urbanas já formadas, mas não totalmente consolidadas. Assim sendo, Kneib (2016: 310) ressalta a importância da identificação dos subcentros, vinculada a análise do transporte público, *“uma vez que esse sistema deve ser concebido como modo preferencial para o deslocamento entre médias e longas distâncias, ou seja, para os deslocamentos entre centralidades.”* Além disso, existe a relação entre a acessibilidade proporcionada pelo transporte coletivo e o processo de surgimento e consolidação de uma centralidade (Kneib, 2016). Esses fatores confirmam o fato de que a identificação das centralidades ao longo do corredor BRT é essencial para orientar políticas públicas uma vez que sua implantação tende a intensificar a consolidação de centralidades.

A classe sem mudanças representa 70,0% do Trecho 2, sendo distribuída ao longo de toda a área (FIGURA 7B). No geral, o mapa de mudanças nos mostra a tendência de intensificação da densidade de ocupação em alguns pontos. Nesse sentido, Zhang *et al.* (2015) chegaram à conclusão de que a mudança no uso do solo resultante do processo de urbanização leva a mudanças nos padrões ecológicos da paisagem e nas propriedades térmicas. De Barros *et al.* (2012) chegaram a resultados que permitiram interpretar as informações provenientes dos diferentes usos do solo, definindo áreas homogêneas que corresponderam a áreas equivalentes na distribuição de temperaturas, ou seja, de ilhas de calor.

## 4. Conclusões

A partir dos resultados foi possível concluir que as imagens do *Google Earth Pro*<sup>®</sup>, portanto gratuitas, quando tratadas adequadamente, apresentam desempenho satisfatório para compreensão dos padrões de cobertura do solo e alterações na paisagem urbana, decorrente disso, concluiu-se que:

- O padrão de cobertura do solo sofreu alterações, referentes a construção de grandes superfícies comerciais e implantação da infraestrutura do BRT;
- O Trecho 1 do BRT Norte/Sul Goiânia se encontra em área de ocupação majoritariamente em consolidação, onde predomina áreas residenciais, e o Trecho 2 em área de ocupação majoritariamente consolidada, onde predomina estabelecimentos comerciais, assim:
- Foi no Trecho 1 onde se observou maior o percentual de aumento da área de pavimento; foi nessa área também onde se observou o aumento da área edificada para residências.
- Como esperado, na área em consolidação, Trecho 1, houve maior expansão de áreas de solo exposto, como referido, para definição de novos usos no futuro;
- A cobertura para a classe Telhado 2, associado às áreas comerciais, apresentou maior percentual no Trecho 2. Isso foi esperado, pois identificou-se consolidação de áreas comerciais (Região da 44 e entorno da Av. Rio Verde);
- Sobre as áreas verdes, conclui-se que houve maior expansão no Trecho 1, explicado pelas políticas assertivas de compensação ambiental, através de ações de rearboreização e da criação de um Parque Municipal;
- A vegetação gramínea sofreu maior redução na área em consolidação do crescimento urbano;
- A variação da área da classe Sombra, em áreas mais verticalizadas, no Trecho 2, foi maior. Esse resultado era esperado, e depende ainda

da hora de tomada da imagem (da inclinação e direção do sol);

- De modo geral, as classes de uso de Telhado 1 (áreas residenciais) e a classe de Solo Exposto apresentaram percentual maior de confusão espectral.

## 5. Referências citadas

- AL-BILBISI, H. 2019. "Spatial monitoring of urban expansion using satellite remote sensing images: A case study of Amman City, Jordan". *Sustainability*, 11(8): 2.260.
- ASGARIAN, A.; AMIRI, B. J. & Y. SAKIEH. 2015. "Assessing the effect of green cover spatial patterns on urban land surface temperature using landscape metrics approach". *Urban Ecosystems*, 18(1): 209-222.
- BABU, A. M. 2017. "Study of urban cities traffic problems due to delay and overcrowding". *International Journal of Latest Engineering and Management Research*, 2(8): 1-8.
- BERLING-WOLFF, S. & J. WU. 2004. "Modeling urban landscape dynamics: a case study in Phoenix, USA". *Urban ecosystems*, 7(3): 215-240.
- BRASIL. 2016. *Relatório de Fiscalização*. Secretaria Federal de Controle Interno. Controladoria Geral da União. Brasília, Brasil.
- CAMPOS, F. e M. CANDIDO. 2001. *Cidades brasileiras: seu controle ou o caos*. Studio Nobel. São Paulo, Brasil.
- CERVERO, R. & C. D. KANG. 2011. "Bus rapid transit impacts on land uses and land values in Seoul, Korea". *Transport Policy*, 18(1): 102-116.
- CHATZIOANNOU, I.; ALVAREZ-ICAZA, L.; BAKOGIANNIS, E.; KYRIAKIDIS, C. & L. CHIASECERRIL. 2020. "A CLIOS analysis for the promotion of sustainable plans of mobility: The case of Mexico City". *Applied Sciences*, 10(13): 4.556.
- CONGEDO, L. 2016. "Semi-Automatic Classification Plugin Documentation". <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.294>.
- COSTA, A. B.; ZEGRAS, P. C. & C. BIDERMAN. 2021. "Chasing the city that cannot stop: Exploring transportation and urban co-development in São Paulo's history". *Journal of Transport and Land Use*, 14(1): 1.075-1.098.
- DE BARROS, M. P.; GOUVEIA, M. B.; WAZLAWICK, S. M. e V. C. G. SILVA. 2012. "Uso de métricas de paisagem e sensoriamento remoto para avaliar a relação entre as temperaturas de superfície e os padrões de ocupação dos solos em Cuiabá, MT". *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, 9(3): 120-137.
- DAWKINS, C. & R. MOECKEL. 2016. "Transit-induced gentrification: Who will stay, and who will go?" *Housing Policy Debate*, 26(4-5): 801-818.
- FAN, C. & S. MYINT. 2014. "A comparison of spatial autocorrelation indices and landscape metrics in measuring urban landscape fragmentation". *Landscape and Urban Planning*, 121: 117-128.
- FOODY, G. M. 2002. "Status of land cover classification accuracy assessment". *Remote Sensing of Environment*, 80(1): 185-201.
- HIRYE, M. C. M.; ALVES, D. S. e H. J. H. KUX. 2015. "Mapeamento da cobertura da terra na cidade de Altamira (PA) em 2000 e 2010, com a utilização do modelo linear de mistura espectral de imagens do sensor TM". *Revista Brasileira de Cartografia*, 67(1): 157-168.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. [Consulta: abril, 2022].
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2020. *Pesquisa Regiões de Influência das Cidades – informações de deslocamentos para comércio*. Notas Técnicas. Rio de Janeiro, Brasil.
- INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). 2020. *Diário de Goiás*. O IPHAN suspende obras do BRT na Avenida Goiás. Disponível em: <https://diariodegoias.com.br/iphan-pede-suspensao-de-obras-do-brt-na-avenida-goias/>. [Consulta: junho, 2020].
- INSTITUTE FOR TRANSPORTATION AND DEVELOPMENT POLICY (ITDP). 2017. *Guia de implementação de políticas e projetos de DOTS*. Brasília, Brasil.
- INSTITUTE FOR TRANSPORTATION AND DEVELOPMENT POLICY (ITDP). 2016. *People near transit: Improving accessibility and rapid transit coverage in large cities*. New York, US.
- KNEIB, E. C. 2016. “Centralidades urbanas e sistemas de transporte público em Goiânia, Goiás”. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 8(3): 306-317.
- KNEIB, E. C. 2014. “Mobilidade e centralidades: reflexões, relações e relevância para a vida urbana”. In: E. C. KNEIB (Org.), *Projeto e cidade: centralidades e mobilidade urbana*. pp. 15-40. Gráfica UFG. Goiânia, Brasil.
- KOŽLAK, A. & D. WACH. 2018. “Causes of traffic congestion in urban areas. Case of Poland”. *SHS Web of Conferences, EDP Sciences*, 57: 01019.
- LAUTSO, K.; SPIEKERMANN, K.; WEGENER, M.; SHEPPARD, I.; STEADMAN, P. & A. MARTINO. 2004. *Planning and research of policies for land use and transport for increasing urban sustainability (PROPOLIS): Final report to the European Commission*. European Commission. Brussels, Belgium.
- LLANO, X. C. 2019. “AcATaMa - QGIS plugin for Accuracy Assessment of Thematic Maps”. Disponível em: <https://plugins.qgis.org/plugins/AcATaMa/>.
- LOMBARD, M. 2016. “Land conflict in peri-urban areas: Exploring the effects of land reform on informal settlement in Mexico”. *Urban Studies*, 53(13): 2.700-2.720.
- LUCK, M. & J. WU. 2002. “A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA”. *Landscape ecology*, 17(4): 327-339.
- MAMUN, A. A.; MAHMOOD, A. & M. RAHMAN. 2013. “Identification and monitoring the change of land use pattern using remote sensing and GIS: A case study of Dhaka City”. *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 6(2): 20-28.
- MENDES, F. H.; SILVA FILHO, D. F. e A. M. S. LOPES. 2015. “A sombra de edifícios como índice de verticalização das cidades”. *Hipótese*, 1(1): 24-34.
- MENDIOLA, L. & P. GONZÁLEZ. 2021. “Urban development and sustainable mobility: A spatial analysis in the Buenos Aires Metropolitan Area”. *Land*, 10(2): 157.
- MENEZES, P. M. L. e M. C. FERNANDES. 2013. *Roteiro de Cartografia*. Oficina de Textos. São Paulo, Brasil.
- NADALIN, V. e D. IGLIORI. 2015. “Espreadimento urbano e periferização da pobreza na região metropolitana de São Paulo: evidências empíricas”. *Eure*, 41(124): 91-111.
- PEREIRA, P. H. M. 2019. *O entre-Metrópoles Goiânia-Brasília: história e metropolização*. Universidade de Brasília. Brasília, Brasil. Tese de Doutorado.
- PORTIS, G. T.; SANTOS, A. M. e F. G. NUNES. 2020. “Análise espaço temporal da alteração do uso do solo sob influência de um polo gerador de viagens em Goiânia, GO, Brasil”. *Ambiente Construído*, 20(3): 513-525.

- REGLÃO da 44 atraí empresários paulistas e de outros países. 2019. *Hora Extra*. Disponível em: <https://www.jornalhoraextra.com.br/economia/17561-regiao-da-44-atrai-empresarios-paulistas-e-de-outros-paises/#:~:> [Consulta: novembro, 2020].
- SEABRA, V. S.; KALAF, R.; CARDOSO, P. V. e C. B. MADUREIRA. 2013. Mineração de dados e classificação baseada em objetos no mapeamento dos estados de médio prazo da paisagem na bacia hidrográfica do rio São João, RJ. *XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 1: 7.770-7.777.
- WEGENER, M. & F. FÜRST. 2004. *Land-use transport interaction: state of the art*. Institut für Raumplanung. Fakultät Raumplanung, Universität Dortmund. Germany.
- WEN, L.; KENWORTHY, J.; GUO, X. & D. MARINOVA. 2019. "Solving traffic congestion through street renaissance: A perspective from dense Asian cities". *Urban Science*, 3(1): 18.
- WU, J.; JELINSKI, D. E.; LUCK, M. & P. T. TUELLER. 2000. "Multiscale analysis of landscape heterogeneity: scale variance and pattern metrics". *Geographic information sciences*, 6(1): 6-19.
- ZHANG, Y.; BALZTER, H.; ZOU, C.; XU, H. & F. TANG. 2015. "Characterizing bi-temporal patterns of land surface temperature using landscape metrics based on sub-pixel classifications from Landsat TM/ETM+". *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 42: 87-96.
- ZHOU, D.; SHI, P.; WU, X.; MA, J.; YU, J. 2014. "Effects of urbanization expansion on landscape pattern and region ecological risk in Chinese coastal city: A case study of Yantai city". *The Scientific World Journal*, 2014: 1-9.