



# MAPEAMENTO DO USO DO SOLO E SUA RELAÇÃO COM O TRANSPORTE PÚBLICO NA CIDADE DE APARECIDA DE GOIÂNIA/GOIÁS

*M. F. Conceição<sup>1</sup>, A. M. dos Santos<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás, Brasil

Comissão IV - Sensoriamento Remoto, Fotogrametria e Interpretação de Imagens

## RESUMO

O mapeamento do uso do solo pode oferecer recursos valiosos quando se pretende analisar o transporte público, especialmente sua demanda e padrões de viagens. Desse modo, o objetivo do trabalho foi realizar o mapeamento do uso e cobertura do solo no município de Aparecida de Goiânia, estado de Goiás, especialmente o adensamento populacional e relacioná-lo com a oferta de transporte público, através da identificação e caracterização da rede de transporte. Para alcançar os objetivos foi realizado o processamento digital de imagem de sensoriamento remoto orbital num sistema de informação geográfica. Os resultados revelaram que as rotas do transporte público não interceptam todos os bairros mais populosos. Ademais, constatou-se que a cidade não apresenta densidades demográficas homogêneas, gerando *clusters* dispersos na paisagem urbana, sugerindo que os adensamentos populacionais geram maiores deslocamentos.

**Palavras-chave:** Cartografia e Transporte, Densidade Demográfica, Transporte Público.

## ABSTRACT

Land use mapping can offer valuable resources when analyzing public transport, especially its demand, travel patterns, and others. Based on the information and observations of the objective of the work and of the land use, especially the population density in the city of Aparecida de Goiânia and its relation with public transportation in the city, through the digital image treatment of remote sensing, to estimate the inhabited area in the city and as land use classes in general, and a geographic information system to map as public transportation routes in function of the data transferred by the Metropolitan Transportation Company (CMTC). The results showed that public transport routes do not intercept all of the more populous neighborhoods. In addition, it was verified that the city does not present homogeneous demographic densities, generating scattered clusters in the urban landscape, suggesting that the population densities generate greater displacements.

**Keywords:** Cartography and Transport, Population Density, Public Transport.

### 1 - INTRODUÇÃO

O aumento da concentração da população brasileira nas cidades, principalmente em regiões metropolitanas, gera a necessidade de deslocamentos de pessoas e mercadorias. Esse cenário pode ser observado no município de Aparecida de Goiânia, que segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), apresentou taxa de crescimento populacional de 16,8% entre 2010 e 2016, praticamente o dobro da taxa de crescimento da população brasileira, que foi de 8,5%, no mesmo período. Além disso, observou-se que a taxa de motorização, variável considerada para inferir deslocamentos, no ano de 2017, foi de 50,08 automóveis por cada 100 habitantes, praticamente a dobro taxa do país. Sua população atual é estimada em 532.135 habitantes, sendo assim, o segundo município

mais populoso no estado, ficando atrás somente da capital, Goiânia.

O crescimento populacional em Aparecida de Goiânia gerou arranjos espaciais bem específicos (Santos *et al.*, 2017, no prelo) que influenciam no modo como os seus habitantes se locomovem, implicando na acessibilidade ao serviço de transporte público da região metropolitana. Segundo (Brasil, 2006) a acessibilidade, enquanto um dos elementos fundamentais para o exercício da mobilidade urbana, não se resume na possibilidade de se entrar em determinado local ou veículo, mas na capacidade de se deslocar pela cidade, através da utilização dos vários meios de transportes existentes. Assim, o deslocamento de pessoas e mercadorias pela cidade se dá também em função dos usos do solo identificados, que segundo (Campos,

2013), é uma variável a ser considerada para compreensão do arranjo organizacional da cidade.

Contudo, segundo (Santos, 2015), o planejamento tradicional do transporte se dá pela política setorial isolada de desenvolvimento urbano, que de certa forma mostra um enrijecimento das tomadas de decisões, porque em sua grande maioria se preocupa em atender demandas estabelecidas por projeções tendenciais, que não são planejadas e nem organizadas em função das territorialidades urbanas, tornando o uso do solo desnecessário na avaliação. Desse modo, a partir da compreensão da importância de se conhecer os usos e coberturas da terra, o objetivo do trabalho foi mapear o uso do solo e revelar sua relação com a rede de transporte público na cidade de Aparecida de Goiânia. Para tanto, se empregou a análise de imagens de sensoriamento remoto manipuladas num Sistema de Informação Geográfica (SIG). Com isso, cruzou-se dados de uso e cobertura do solo com informações da Companhia Metropolitana de Transporte Coletivo (CMTC, 2017).

## 2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo (Pinto 2009) o município de Aparecida de Goiânia, que compõe a Região Metropolitana de Goiânia (RMG) “recentemente passa por profundas transformações na sua estrutura intra-urbana”. Essas transformações decorrem dos investimentos do Estado em empresas privadas, através da implantação de polos industriais, dos quais se destaca o Polo Industrial de Goiás e investimentos em infraestrutura viária. Os investimentos contribuíram para formação de novas centralidades, territorialidades e precariedade social (Pinto, 2009), já que se observou acentuado processo de especulação imobiliária e segregação sócioespacial (Santos et al., 2017, no prelo).

Ainda segundo (Santos et al. 2017, no prelo) a distribuição das densidades populacionais nesse município não é homogênea o que implica grandes deslocamentos intraurbano. A exemplo, segundo o autor supracitado, porções da cidade encontram-se ainda ruralizadas, ao passo que outras áreas estão fortemente adensadas populacionalmente. As áreas sem uso definido na região central do município servem à especulação imobiliária. Esse arranjo espacial não homogêneo impacta os deslocamentos de pessoas e de mercadorias. No que se refere ao deslocamento de pessoas pelo transporte público, depende-se das análises de (Santos et al., 2017, no prelo), grandes distâncias percorridas, portanto, impactos sobre a oferta/demanda do serviço.

De forma geral, (Fermisson et al., 2004), afirmam “que os padrões de mobilidade em meio urbano resultam da combinação de uma gama diversificada de fatores, aí se destacando o papel das interações estabelecidas entre o sistema de transporte e a estrutura de ocupação e utilização do solo”. De modo que a elaboração de mapeamentos de uso do solo é importante, pois pode proporcionar um melhor

entendimento das interações entre os fenômenos naturais e humanos (Bakret et al., 2010).

Para elaboração de mapas de uso do solo tem sido recorrente a utilização de imagens orbitais de sensoriamento remoto (Campos et al., 2016). Desse modo, ainda segundo o autor, devido à complexidade e o trabalho em se identificar manualmente as classes de uso do solo, em uma determinada imagem, é comum o uso de classificadores automáticos para auxiliar esse processo de interpretação.

A estratégia de mapeamento do uso do solo serve ao planejamento dos sistemas de transportes, que também faz parte do planejamento da estrutura urbana, pois os mesmos melhoram a qualidade de vida da população, diminuindo o custo e o tempo dos deslocamentos que são realizados. Segundo (Campos, 2013) o planejamento urbano se divide em três níveis: Estratégico, que estão atrelados a ações de longo prazo, Tático que leva em conta o projeto propriamente dito e o Operacional que está ligado ao dia a dia do transporte urbano, demonstrando que cada vez mais são necessárias políticas que se dediquem às integrações urbanas e ao transporte.

Segundo (Santos, 2015) quando se cruza mapas de uso do solo e as redes de transporte coletivo de algumas cidades, pode-se notar que a concentração das atividades e a população, ficam em torno dos eixos do transporte urbano. Sendo assim, quanto maior e mais distribuído for a rede, mais homogêneo e distribuído será o uso do solo, notando assim que o transporte é um fator que influencia na dispersão e no crescimento da cidade.

## 3-MATERIAIS E MÉTODOS

Como referido a área de estudo é o município de Aparecida de Goiânia, que se localiza no estado de Goiás (Figura 1).



Figura 1: Localização do município de Aparecida de Goiânia.

A metodologia envolveu o Processamento Digital de Imagem (PDI) de sensoriamento remoto do

satélite LANDSAT 8, sensor OLI, órbita/ponto 221/072, através do Sistema de Processamento de Informações Geográficas (SPRING), versão 5.5 (Câmara *et al.*, 1996). As imagens são do ano de 2017 e foram obtidas pelo *site* do Instituto Nacional de Pesquisa e Estatística (INPE).

Nesse sentido, aplicou-se a restauração de imagens “cujo objetivo é corrigir as distorções inseridas pelo sensor óptico no processo de geração das imagens digitais”, além disso, visa retirar os borrões, suavizando a cena devido às limitações do sensor (Câmara *et al.*, 1996). Após o processo de restauração aplicou-se a segmentação por regiões, que é uma técnica de agrupamentos de dados nas quais regiões similares são agrupadas. Nesse processo a segmentação rotula cada pixel como uma região distinta e então, calcula-se um critério de similaridade para cada região, que é baseado no teste de hipótese estatístico (Câmara *et al.*, 1996). Em seguida esse procedimento divide a imagem em um conjunto de subimagem e realiza a união entre elas segundo um limiar de agregação definido. Nesse trabalho os testes revelaram que o limiar mais adequado foi 40 (valor adimensional) e a área de pixel igual a 15 m. Logo após a segmentação foi realizada a classificação supervisionada das imagens pelo Método Battacharya. No método supervisionado de classificação coletam-se amostras representativas das classes de uso identificadas em campo.

Para avaliar a acurácia dos classificadores na construção dos mapas temáticos foi utilizado o índice Kappa, que é uma técnica analítica disponível no SPRING. A partir da imagem classificada realizou-se a conversão da mesma para vetor. O objetivo desse procedimento foi obter dados para análise quantitativa do processo de classificação. Contudo, observou-se que, apesar do índice Kappa excelente, os resultados visuais mostraram inconsistências. De modo a superá-los realizou-se um refinamento do processo de classificação através da sobreposição dos vetores sobre a imagem.

Além do processo acima descrito digitalizou-se as rotas do transporte público, que foram obtidas do *site* da CMTC. Esse procedimento foi necessário, pois não se identificou arquivos vetoriais referentes às rotas. Além disso, adquiriu-se da pesquisa de (Santos, *et al.* 2017, no prelo) os dados de densidade demográfica.

Os dados foram organizados em Bancos de Dados, projetados no Sistema Universal Transverso Mercator (UTM) e modelo da terra o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), zona 22.

Por fim, foi realizada a elaboração do mapa temático contendo a rede do transporte coletivo de Aparecida de Goiânia com as classes existentes no município.

### 3-RESULTADOS

Os resultados revelaram que o município de Aparecida de Goiânia possui 33,46% de sua área total ocupada pela classe de uso urbano denso, 10,14% de vegetação densa e 6,56% de urbano de baixa densidade.

Além disso, identificou-se predomínio da classe de uso urbano denso, urbano ralo, pastagens e vegetação, rala e densa (Figura 2). De modo que 40,02% da área total do município estão ocupadas pelas classes, áreas urbanas e urbanizadas. Constatou-se ainda que a porção sudeste mantém aspectos rurais.

Observou-se que as áreas urbanas se localizam no centro e norte do município (Figura 3), um resquício da influência da capital, que está na porção norte do município de Aparecida de Goiânia. Esse dado confirma as afirmações de (Pinto, 2009), quando autor revelou que a cidade era dormitório e dependia da capital. No entanto, essa situação mudou muito nos últimos anos. Inclusive existem estudos (Mendonça Neto e Kneib, 2014) que indicam a necessidade de uma maior intensificação da rede de transporte público interna no município. Estima-se a necessidade de maiores investimentos. Apesar de tal cenário identificou-se áreas vazias, que servem à especulação imobiliária na porção central. Por outro lado, nas porções sul e sudeste predominam a agricultura e pecuária.

Em campo observou-se que os locais de maior atividade comerciais se dão na Avenida Rio Verde que é a divisa dos municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia (porção norte da figura), e também nos 4 polos industriais o DIMAG – Distrito Industrial Municipal de Aparecida de Goiânia, o DAIAG – Distrito Agroindustrial de Aparecida de Goiânia, Polo Empresarial Goiás; Parque Industrial de Aparecida de Goiânia e a Cidade Empresarial.

As áreas verdes e desabitadas ocorrem sobre a Serra da Areia, porção sudeste, divisa com o município de Aragoiânia, que é uma área de preservação ambiental. Soma-se a essa área outra porção com vegetação arbórea, à sudeste (limite com o município de Bela Vista e Senador Canedo). Essa área está em expansão urbana, que inclusive recebeu, no período mais recente, investimentos do Governo Federal a partir da construção do novo campus da Universidade Federal de Goiás (Figura 3). (Santos *et al.*, 2017 no prelo) revela em detalhes os planos do estado para ampliação da infraestrutura nessa porção do município.



Figura 3: Obra de construção do prédio da UFG, campus da cidade de Aparecida de Goiânia. Fonte: UFG.

A partir do dado de densidade demográfica, obtida de (Santos *et al.*, 2017), pôde-se observar que a população reside, principalmente nas áreas do extremo norte (Figura 3), nos setores Vila Brasília e Garavelo, que são muito próximos a capital Goiânia. Na porção central, devido à presença da Avenida Independência, pôde-se notar que existe alta densidade de moradores.

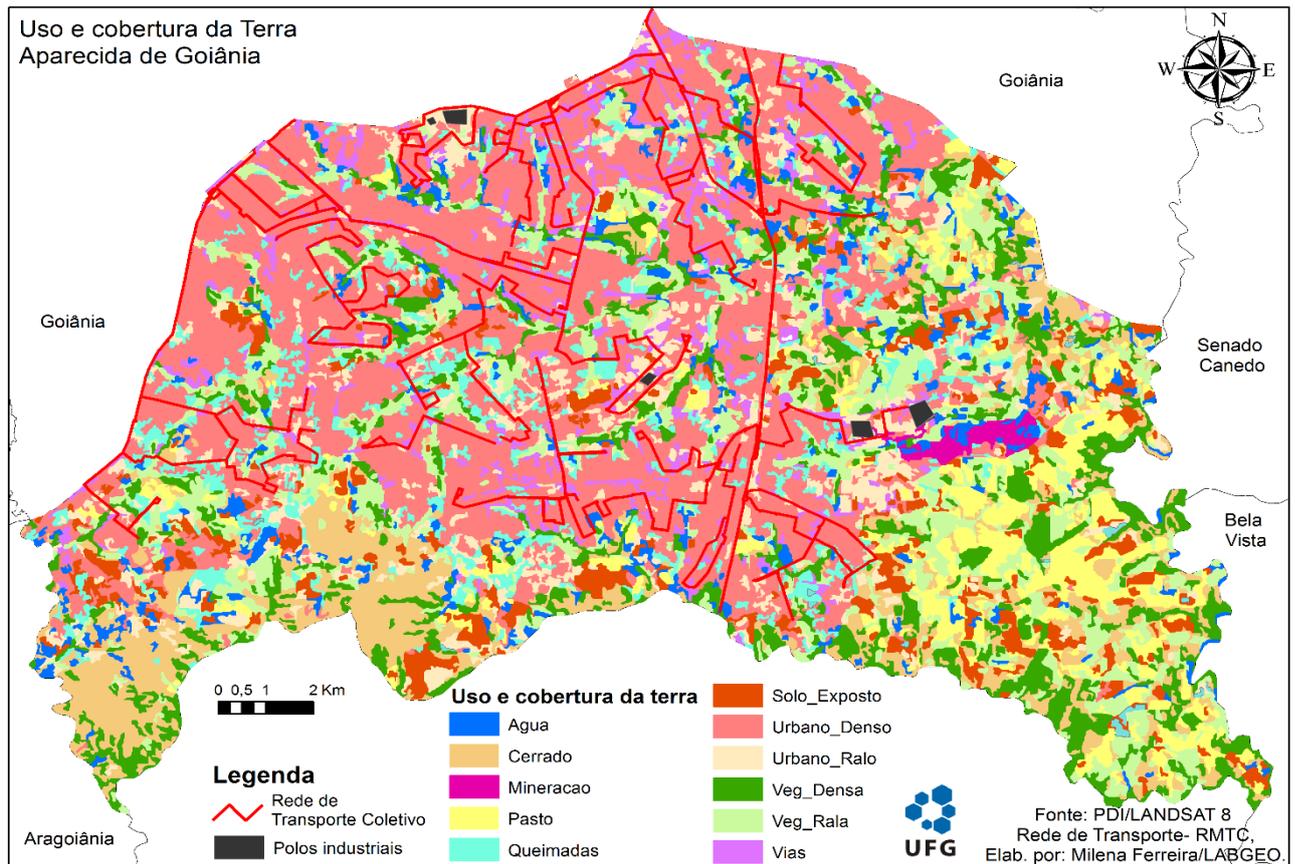


Figura 2: Uso e cobertura da terra no município de Aparecida de Goiânia.

Observa-se ainda pela figura 2 que uma parcela da região sudoeste não é atendida diretamente pelo transporte público, o que certamente, conforme observação em campo, resulta em dificuldades nos deslocamentos dos moradores. Além disso, na região noroeste mapeou-se alta densidade demográfica numa área isolada, não atendida pela rede de transportes. Em campo, constatou-se que essa área é um condomínio fechado de alto padrão. Desse modo acredita-se que os moradores possuem em sua grande maioria e podem não reclamar a ausência do transporte público. Contudo, essa realidade pode impactar a vida dos trabalhadores que se deslocam para estes bairros. Dessa análise, constatou-se que, dos 237 bairros, 146 são servidos diretamente pela rede de transporte público, ou seja, 61,6% de todos os bairros da cidade.

Não se identificou produções científicas que discutem a problemática da falta de oferta do transporte público em Aparecida de Goiânia. Contudo, a mídia reporta, quase que diariamente as agruras da população dos bairros mais distantes dos grandes eixos da cidade. A partir de análise espacial dos dados da figura 4 constatou-se que a rede de transporte da CMTC atende 217 km de extensão das linhas de ônibus. Além disso, dos 236 setores censitários com densidades mais elevadas (mais 5.000 hab./km<sup>2</sup>), 113 são cortados pela rede de transporte público da CMTC, ou seja, apenas 47,88%.

Contudo, é reconhecido a área de influência do sistema de transportes. Segundo (Ragazzo e Lima, 2013) 500 metros é uma distância adequada para acesso ao sistema de transportes. A partir desse dado constatou-se que apenas 43 bairros estão fora desse raio de influência, 18,1% do total. Nesse sentido, (Mendonça Neto e Kneib, 2014) revelam que “possuir um número elevado de linhas significa ter acesso, contudo, isso pode não significar acessibilidade adequada, na medida em que há indícios de que não há frequência satisfatória dos ônibus que circulam por essas linhas”.

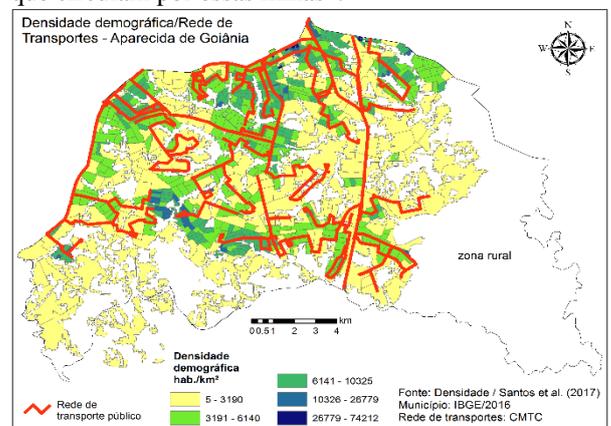


Figura 4: Relação entre densidade demográfica e a rede de transporte público.

#### 4- CONCLUSÃO

A partir do mapa de uso e cobertura do solo foi possível constatar forte relação entre esse dado geográfico e a rede de transporte público, devido à organização espacial das áreas onde possui maior aglomerado urbano e comercial. Além disso, com base nos resultados da análise espacial dos bairros conclui-se que a maioria deles são contemplados pela rede de transporte público, 61,6%. Contudo, ao se analisar a rede de transportes com a densidade demográfica, concluiu-se que, apenas 47,88% das áreas mais densas (mais 5.000 hab./km<sup>2</sup>) são cortadas pela rede da CMTC. Contudo, considerando a área de influência da rede de 500 metros, observou-se que apenas 18,1% dos bairros estão fora da área. Além disso, a partir do mapa de densidade demográfica foi observado que a cidade de Aparecida de Goiânia apresenta densidades demográficas desiguais, não homogêneas, formando *clusters* de densidades dispersas em áreas distantes entre si. Esse dado sugere que os adensamentos populacionais geram diferentes padrões de viagens, que inclui aí tempos de espera distintos no espaço urbano.

#### 5 – AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal de Goiás pela concessão de bolsa de iniciação científica.

#### 5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bakr, N. et al., 2010. Monitoring land cover changes in a newly reclaimed area of Egypt using multitemporal Landsat data. Climate Change and Applied Geography, Vol. 30, p. 592-605.

Brasil. Programa Brasileiro de Acessibilidade Urbana. Ministério das Cidades. Cadernos 1 ao 6. Brasília, 2006.

Campos, V. B. G., 2013. Planejamento de Transportes: Conceitos e Modelos, Editora Interciência, 173 páginas.

Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN). Municipalização do Trânsito. Roteiro para Implantação. Brasília - DF. Agosto de 2017.

Fermisson, J. et al., 2004. A influência das interações transportes-uso do solo nos padrões de mobilidade urbana: problemas e medidas, em Anais do V Congresso da Geografia Portuguesa, Portugal: Territórios e Protagonista. Vol. V, Braga, Portugal.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2016. Censo demográfico : Características da população e dos domicílios: resultados do universo. IBGE, Brasília - DF. Agosto de 2017.

Neto, W. L. M. e Kneib, E. C. 2014. Centralidades Urbanas E Oferta De Transporte Público Coletivo Em Goiânia – Go. Anais do XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte. Vol XXVIII, Curitiba- PR, Brasil.

Ragazzo, C. E. J. e Lima, J. M. C. S. 2013. Planejamento urbano e redução de trânsito: o caso da estação de metrô da Nossa Senhora da Paz, em Ipanema. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management). V. 5, N. 2, p. 97-113.

Santos, A. M. et al., 2017, no prelo. Densidade demográfica: um estudo comparativo de duas metodologias a partir de imagens orbital e suborbital na cidade de Aparecida de Goiânia/Goiás.

Santos, L. C. L.; (2015). Reaprendendo a relação entre transporte e uso do solo - a importância da expansão dos transportes integrada ao desenvolvimento planejado das cidades. Anais da 21ª Semana de Tecnologia Metroferroviária, Vol. XXI, São Paulo – SP, Brasil.

Suarez, A. F. e Filho, B. S. S. 2013. Estudo da Mudança de Uso e Cobertura do Solo na Bacia do Rio Formiga – MG. Revista Brasileira de Cartografia, Vol.3, Nº 65.