

## ANÁLISE DA CONFORMIDADE DE DIFERENTES PADRÕES DE MOBILIDADE EM UM SETOR INDUSTRIAL URBANO UTILIZANDO SIG

GABRIEL HENRIQUE CARVALHO REZENDE<sup>1</sup>, BRUNO DE OLIVEIRA LÁZARO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Engenharia Civil. FECUV, UFU. Uberlândia/MG, carvalhorezende96@gmail.com

<sup>2</sup>Mestre em Engenharia Civil. FECUV, UFU. Uberlândia/MG, brunodeoliveiralazaro.engcivil@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
15 a 17 de setembro de 2022

**RESUMO:** Esta pesquisa objetivou analisar e avaliar espacialmente parâmetros sintáticos do ambiente construído associados à infraestrutura viária urbana para deslocamentos intramunicipais. De maneira específica, realizou-se um ensaio onde fossem aplicados procedimentos de coleta, interpretação e representação cartográfica de dados espacializados. Assim, desenvolveu-se um estudo de caso condicionado à avaliação da conformidade de deslocamento de uma área urbana e de sua infraestrutura básica ao atendimento da demanda por serviços de mobilidade urbana e logística de cargas na região industrial do município de Uberlândia/MG, Brasil. A metodologia estruturou-se por meio da utilização de Sistemas de Informações Geográficas para a coleta de informações georreferenciadas da área de estudo. Estes dados foram modelados por meio de técnicas de análise espacial e geoprocessamento nos softwares Google Earth Professional e QGIS 3.16.7. Com isso, foram produzidos mapas temáticos que sintetizassem a variabilidade espacial de adequação à mobilidade urbana e logística de carga nas vias da área de estudo. Os resultados demonstraram que as regiões que apresentaram conformidade à dupla movimentação comportam aproximadamente 82 % da população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Logística de carga, mobilidade urbana, SIG.

### ANALYSIS OF THE COMPLIANCE OF DIFFERENT MOBILITY STANDARDS IN AN URBAN INDUSTRIAL SECTOR USING GIS

**ABSTRACT:** This research aimed to analyze and spatially evaluate syntactic parameters of the built environment associated with urban road infrastructure for intra-municipal displacements. In a specific way, an essay was carried out in which procedures for collection, interpretation and cartographic representation of spatialized data were applied. Thus, a case study was developed conditioned to the evaluation of the compliance of displacement of an urban area and its basic infrastructure to meet the demand for urban mobility services and cargo logistics in the industrial region of the city of Uberlândia/MG, Brazil. The methodology was structured through the use of Geographic Information Systems to collect georeferenced information from the study area. These data were modeled using spatial analysis and geoprocessing techniques in Google Earth Professional and QGIS 3.16.7 software. As a result, thematic maps were produced that summarized the spatial variability of suitability for urban mobility and freight logistics on the roads in the study area. The results showed that the regions that complied with the dual movement account for approximately 82% of the population.

**KEYWORDS:** Cargo logistics, GIS, urban mobility.

### INTRODUÇÃO

Sistemas de Transporte (ST) podem ser definidos como o conjunto composto por infraestrutura, veículos e procedimentos operacionais que permitem o deslocamento de pessoas, bens e serviços entre pontos dispersos do espaço geográfico (Tsiotas e Polyzos, 2017). Tradicionalmente, eles podem ser classificados de acordo com a modalidade pela qual ocorrem o seu deslocamento ou pelo tipo de elemento transportado (Solá, Vilhelmson e Larsson, 2018).

Em relação a esta última classificação, os ST podem ser considerados como sistemas de mobilidade urbana ou sistemas de logística de cargas. A mobilidade urbana pode ser entendida como o processo pelo qual pessoas transitam no ambiente urbano, seja por meio de veículos ou não (Miranda et al., 2009). De forma complementar, o serviço enquadrado às movimentações referentes a logística de cargas pode ser compreendido como o conjunto de procedimentos e metodologias responsáveis por promover o tráfego de mercadorias e serviços em um determinado espaço (Morales e Macedo, 2007).

Analogamente, os sistemas de mobilidade urbana são representados por meio das redes de transporte público, do tráfego de veículos privados e dos equipamentos de infraestrutura que permitem esses deslocamentos. Por outro lado, as redes de logística são representadas pelos fluxos de carga para o abastecimento de toda a cadeia de suprimentos existentes nas cidades (Lessa, Lobo e Cardoso, 2019).

Essas duas tipologias dos ST raramente ocorrem de modo isolado e desconexo quando analisadas dentro do ambiente urbano (Lindenau e Böhler-Baedeker, 2014; Tsiotas E Polyzos, 2017). Assim, observa-se que a mobilidade urbana e a logística de cargas são processos sistêmicos, multicausais e interconectados, influenciando a si mesmos, e impactando de modo significativo a dinâmica urbanística da área na qual se desenvolvem (Lawson, 2003).

Entretanto, percebe-se que, em grande parte das cidades dos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, a infraestrutura urbana existente não comporta de maneira eficiente os seus ST (Patier et al, 2014). Por vários parâmetros associados a questões de ordem política, ambiental, econômica, social e cultural, o ambiente urbano costuma ser planejado, construído e gerenciado de forma a se fragmentar tradicionalmente em zonas distintas que priorizam ou a mobilidade urbana para deslocamento de pessoas ou os serviços de logística de cargas (Lagorio, Pinto e Golini, 2016).

Todavia, esta fragmentação não acompanha a realidade da dinâmica de uso e ocupação do solo das cidades. Assim, observa-se que, muitas vezes, dentro da mesma área urbana, coexistem regiões residenciais, comerciais, mistas, industriais. Com isso, se desenvolvem simultaneamente sistemas de mobilidade urbana e de logística de cargas (Junior, 2008). Deste modo, torna-se necessário a elaboração de estudos e pesquisas que tenham como objetivo analisar a conformidade de áreas urbanas ao desenvolvimento simultâneo de diferentes tipologias dos ST.

Assim, os resultados destes trabalhos podem servir à administração pública como instrumentos de apoio à tomada de decisão referente ao processo de planejamento urbano, tendo em vista a promoção da mobilidade urbana e da logística de cargas dentro de um contexto sustentável, eficiente, resiliente, acessível, inclusivo e inteligente (ONU, 2017). Dentro desta problemática, este trabalho propôs analisar as características físicas de infraestrutura para a realização de movimentações viárias no setor norte da cidade de Uberlândia, Minas Gerais. Este setor foi escolhido devido às suas características de ocupação, sendo em sua maioria mistas, ou seja, residenciais e industriais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Elaborou-se um estudo de caso ao longo da Região Norte da mancha urbana do município de Uberlândia/MG, Brasil (Figura 1). Sabe-se que o município está posicionado a uma latitude de 18°55'23''S e longitude 48°17'19''O, estando assim inserido na Mesorregião Geográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

O município se destaca nacionalmente como um importante polo logístico devido à sua localização geográfica. Por dentro de seus limites físicos, diversas rodovias de importância nacional e estadual se desenvolvem, favorecendo o livre tráfego de mercadorias, bens, serviços e pessoas pelo espaço uberlandense.

Determinada a área de estudo, o processo para obtenção dos resultados foi segmentado em três etapas, conforme detalhado a seguir.

- Etapa 1 (Coleta de informações): foram adquiridos dados de caracterização demográfica juntamente à Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU), disponibilizados no site da Secretaria de Planejamento Urbano (SEPLAN). Além disso, foram utilizadas imagens orbitais multicromáticas do *software Google Earth Professional* para a coleta de dados que serviram como base para a caracterização urbanística da região de estudo. A Tabela 1 apresenta as variáveis que foram coletadas e que serviram como os principais parâmetros de análise deste trabalho. Avaliou-se a conformidade de cada bairro (Figura 1) para com os sistemas de mobilidade urbana e os de logística de carga.

Figura 1. Localização da área de estudo.

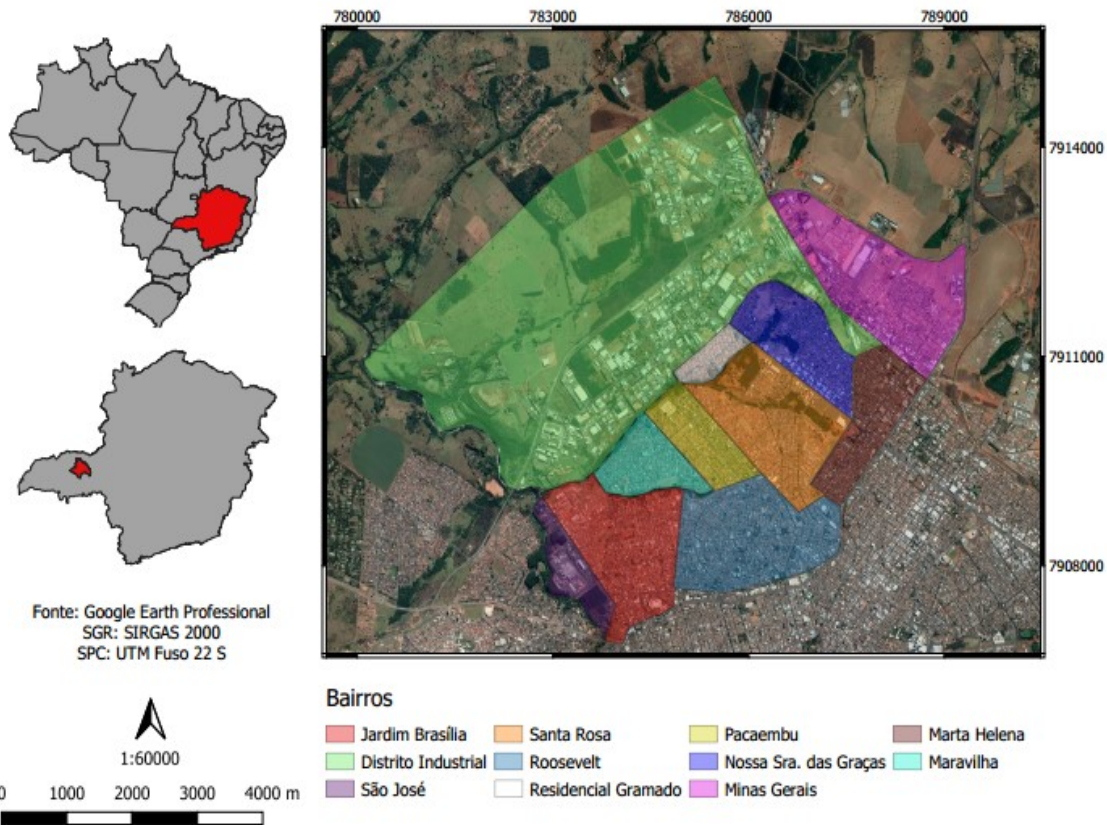


Tabela 1 – Variáveis de interesse utilizadas neste trabalho.

Variável	Forma de coleta
Bairros	SEPLAN
Centroide dos bairros (latitude e longitude)	Google Earth Professional
População dos bairros	SEPLAN
Número de domicílios	SEPLAN
Área do bairro	Google Earth Professional
Perímetro do bairro	Google Earth Professional
Densidade demográfica	Cálculo
Densidade construída	Cálculo
Coefficiente de aproveitamento do solo	Cálculo
Índice de compactidade da forma urbana	Cálculo
Intensidade de tráfego típico	Google Earth Professional
Velocidade de tráfego típico	Google Earth Professional
Morfologia urbana preponderante	Google Earth Professional
Uso predominante do solo	Google Earth Professional
Existência de via expressa	Google Earth Professional
Existência de via arterial	Google Earth Professional

Fonte: Autores (2021).

-Etapa 2 (Manipulação dos dados): realizada a classificação dos dados coletados, os índices foram transformados em atributos numéricos e reescalados para um intervalo entre 0 e 1, comum a todas as observações. Foram aplicados procedimentos estatísticos com o objetivo de mensurar a conformidade de cada bairro para com os sistemas de transporte. Desta maneira, calculou-se a média, a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação para cada observação (bairro) e seu conjunto de variáveis analisadas. Os bairros que obtiveram valores de média igual ou superior a 0,50 foram considerados como possuindo infraestrutura conforme para a mobilidade urbana e/ou a logística de

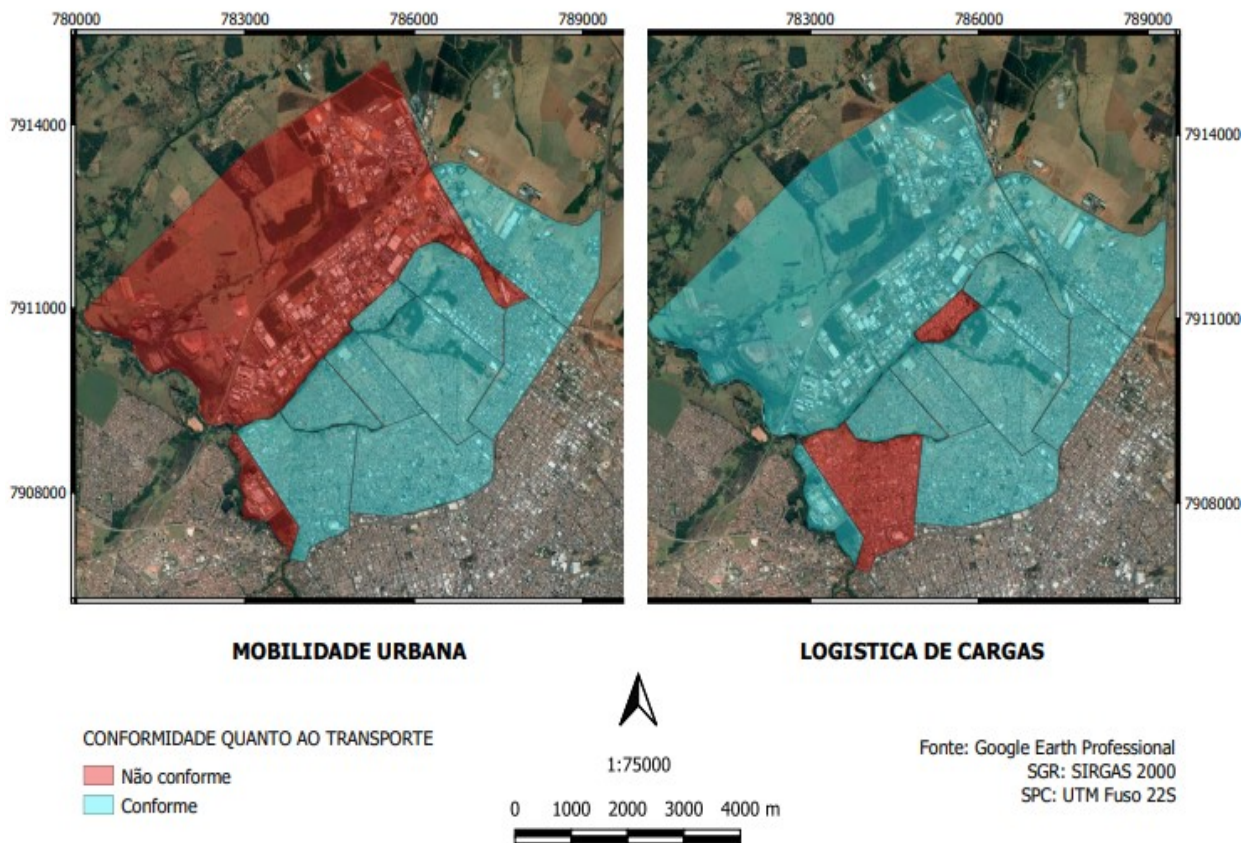
cargas. Analogamente, os bairros com média inferior a 0,50 foram considerados como sendo não conformes a estes tipos de ST.

-Etapa 3 (Análise e espacialização dos dados): realizada por meio do *software QGIS 3.10.17*, onde os resultados da etapa anterior foram espacializados com o objetivo de elaborar mapeamentos temáticos sobre a área de estudo de acordo com a conformidade proposta. Foram gerados dois mapas: um mapa de localização da área de estudo (Figura 1), e um mapas temático que representa, respectivamente, a conformidade dos bairros para com sistemas de mobilidade urbana, logística de cargas e sua conformidade total para com sistemas de transporte em geral (Figura 2).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos por meio da aplicação do procedimento metodológico anteriormente descrito foi a própria base de dados com a quantificação e classificação dos parâmetros urbanísticos da região Norte da área urbana de Uberlândia/MG. Os valores referentes as variáveis manipuladas da Tabela 1 expressam os resultados encontrados. Estes foram espacializados na forma de mapas temáticos e encontram-se expostos na Figura 2.

Figura 2. Comparação entre a conformidade dos bairros para mobilidade urbana e logística de cargas.



Com os resultados obtidos, vinculado principalmente à análise e à funcionalidade regional em atender conformidades à logística de cargas, constata-se que aproximadamente 92% da área estudada, apresenta parâmetros seguros e satisfatórios para o deslocamento logístico. Já em relação a mobilidade urbana, conforme ilustração da Figura 2 detalhada acima, detecta que as áreas mais periféricas, são as que menos apresentam condições oportunas para deslocamentos diários de pessoas. Este resultado, está relacionado à existência de vias expressas e indústrias instaladas no local, dificultando assim demais opções de transporte na infraestrutura viária demarcada.

Por fim, quanto às movimentações dos STs enquadrada à adequação de mobilidade urbana e de deslocamentos logísticos, percebe-se que as regiões mais próximas ao centro urbano apresentam maior planejamento à atendimento dos serviços propostos a esta pesquisa. Em questão numérica, as



regiões que apresentaram conformidade à dupla movimentação dos ST comportam aproximadamente 82 % da população. Já as áreas não conformes não demonstram grandes números populacionais residentes, uma vez que possuem maior número de indústrias instaladas à essa região.

## CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho, concluiu-se que os processos de movimentação urbana são altamente complexos e estruturados. Neste contexto, observa-se que inúmeros fatores influenciam na distribuição de cargas e no deslocamento de pessoas dentro das cidades.

Para esta pesquisa em específico, detectou-se em sua maioria, que a distribuição espacial do setor norte possui hoje, significativas características homogêneas para a promoção de suporte seguro e funcional ao transporte de cargas e pessoas. De forma conclusiva, as regiões mais periféricas não possuem infraestrutura adequada ao tráfego de pessoas, possuindo somente traços pertinentes à movimentação de carga, uma vez que acolhem uma gama maior de vias expressas.

Já as regiões mais próximas ao centro urbano, foram as regiões que apresentaram maiores resultados heterogêneos de infraestrutura. Torna-se conhecido que estas regiões abrigam maior parte da comunidade residente do setor. Analogamente, constatou-se que estas áreas apresentam uma maior funcionalidade à promoção de transporte de cargas e pessoas por vias arteriais e expressas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Prefeitura Municipal de Uberlândia por oferecer escopo técnico e informativo para a elaboração deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- CRUZ, R. B. C.; MARINS, K. R. C. Avaliação do índice de compacidade nas subprefeituras do município de São Paulo. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*. v.13, n.2, p. 287-298. 2017.
- JUNIOR, S. P. F.; Logística de carga urbana: uma análise da realidade brasileira. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Campinas/UNICAMP. 2008.
- LAGORIO, A., PINTO, R.; GOLINI, R.; Research in urban logistics: a systematic literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 46 No. 10, pp. 908-931, 2016.
- LAMAS, J. M. Morfologia urbana e o desenho da cidade. Editora fundação calouste gulbenkian. 4ª edição. 2007.
- LAWSON, M. A new approach to effective and sustainable urban transport. *Proceedings of Transportation Board Research*. Washington, DC. 2003.
- LESSA, D. A.; LOBO, C.; CARDOSO, L. Accessibility and urban mobility by bus in Belo Horizonte / Minas Gerais – Brazil. *Journal of Transport Geography*, v. 77, n. May 2018, p. 1–10, 2019.
- LI, X., YEH, A. Analyzing spatial restructuring of land use patterns in a fast growing region using remote sensing and GIS. *Landscape Urban Planning*, v.69, n.4., (October 2004) p 335– 354. 2004.
- LINDENAU, M.; BÖHLER-BAEDEKER, S. Citizen and stakeholder involvement: a precondition for sustainable urban mobility. *Transportation Research Procedia*, v. 4, p. 347–360, 2014.
- MIRANDA, H. D. F.; MANCINI, M. T.; AZEVEDO FILHO, M. A. N. D.; ALVES, V. F. B.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Barreiras para a implantação de planos de mobilidade. In: XXIII ANPET – Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes. p. 1-12. 2009.
- MORALES, C. A.; MACEDO, M. H. Gestão integrada da Mobilidade Urbana. ANTP, *Cadernos Técnicos, Integração nos transportes públicos*, v. 5, 2007.
- MUÑOZ, J. C.; HIDALGO, D.; Bus rapid transit as part of enhanced service provision. *Research in Transportation Economics*, v. 39, p.104-107, 2013.
- PATIER, D.; DAVID, B.; CHALON, R.; DESLANDERS, V.; A New Concept for Urban Logistics Delivery Area Booking. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* v. 125, n. 20, pp. 99-110, 2014.
- SOLÁ, A. G.; VILHELMSON, B.; LARSSON, A. Understanding sustainable accessibility in urban planning: Themes of consensus, themes of tension. *Journal of Transport Geography*, v. 70, n. January 2017, p. 1–10, 2018.
- TSIOTAS, D.; POLYZOS, S. The topology of urban road networks and its role to urban mobility. *Transportation Research Procedia*, v.24, p. 482-490, 2017.