

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ISABELLE SILVA DE CARVALHO NOGUEIRA

ANÁLISE DO IMPACTO DO POLO GERADOR DE VIAGENS NO USO E
OCUPAÇÃO DO SOLO E NA MOBILIDADE URBANA

UBERLÂNDIA

2025

ISABELLE SILVA DE CARVALHO NOGUEIRA

**ANÁLISE DO IMPACTO DO POLO GERADOR DE VIAGENS NO USO E
OCUPAÇÃO DO SOLO E NA MOBILIDADE URBANA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Uberlândia (UFU), como
parte das exigências para a obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Raquel Naiara Fernandes Silva

UBERLÂNDIA

2025

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1 Objetivos	6
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
2.1 Transformação Urbana	7
2.2 Pólos Geradores De Viagens.....	8
2.3 Uso e Ocupação do Solo nas Cidades.....	10
2.4 Mobilidade urbana.....	12
2.4.1 Tráfego	12
<i>2.4.1.1 Contagem volumétrica de veículos</i>	<i>13</i>
3. METODOLOGIA	15
3.1 Delimitação da área de estudo.....	15
3.2 Softwares	18
3.2.1 Net Edit	18
3.2.2 SUMO	18
3.2.3 Google Earth PRO.....	19
3.3 Impactos no uso e ocupação do solo	19
3.4 Análise do trânsito.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1 Modificação do espaço urbano.....	26
4.2 Proposta de melhorias do trânsito	29
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33
APÊNDICE I.....	38

Resumo: Este estudo analisa o polo gerador de viagens (PGV) localizado no cruzamento da Rua José Fonseca e Silva com a Rua José Custódio Sobrinho, em Uberlândia, MG, investigando seus impactos na mobilidade urbana, uso e ocupação do solo e qualidade de vida da população. Por meio de softwares como NetEdit, SUMO e Google Earth, foram modelados deslocamentos e avaliados padrões de tráfego. Os resultados indicam que o PGV impulsiona o desenvolvimento econômico, com geração de empregos e valorização imobiliária, mas também apresenta desafios como congestionamentos, pressão sobre o transporte público e impermeabilização do solo, que agrava problemas de drenagem. Foram propostas melhorias, como a instalação de semáforos inteligentes, considerada mais viável que a ampliação das vias devido à infraestrutura consolidada na região. Conclui-se que estratégias de planejamento urbano, como transporte coletivo eficiente, ciclovias e diversificação do uso do solo, são essenciais para mitigar impactos negativos e promover um desenvolvimento urbano equilibrado e sustentável.

Palavras-chave: Polo gerador de viagens, Uso do solo, Uso e ocupação do Solo, Transformação urbana.

Abstract: This study analyzes the travel generating hub (PGV) located at the intersection of Rua José Fonseca e Silva and Rua José Custódio Sobrinho, in Uberlândia, MG, investigating its impacts on urban mobility, land use and occupation and the population's quality of life. Using software such as NetEdit, SUMO and Google Earth, movements were modeled and traffic patterns were evaluated. The results indicate that PGV boosts economic development, generating jobs and increasing property values, but it also presents challenges such as congestion, pressure on public transport and soil sealing, which worsens drainage problems. Improvements were proposed, such as the installation of smart traffic lights, considered more viable than expanding roads due to the consolidated infrastructure in the region. It is concluded that urban planning strategies, such as efficient public transport, cycle paths and diversification of land use, are essential to mitigate negative impacts and promote balanced and sustainable urban development.

Keywords: Travel generating hub, Land use, Land use and occupation, Urban transformation.

1. INTRODUÇÃO

Os polos geradores de viagem (PVGs) são elementos fundamentais na configuração urbana contemporânea, desempenhando um papel crucial na dinâmica socioeconômica e na estruturação do espaço urbano. Esses polos concentram uma variedade de atividades que atraem um grande número de pessoas e veículos, seja por meio de atividades comerciais, culturais, educacionais, de lazer ou residenciais (QUINTERO; DIAS; MORENO, 2016). A concentração de diferentes tipos de atividades em um mesmo local pode criar um ambiente dinâmico e atrativo, favorecendo o desenvolvimento econômico e cultural da região. Por exemplo, um centro comercial movimentado pode atrair consumidores de diversas partes da cidade e até mesmo de cidades vizinhas, impulsionando o comércio local e gerando empregos (KNEIB; DA SILVA; DA SILVA PORTUGAL, 2010). Além disso, os PVGs podem funcionar como catalisadores de investimentos públicos e privados, promovendo a revitalização de áreas urbanas e a valorização imobiliária (CARVALHO BANDEIRA; KNEIB, 2017).

No entanto, a concentração dessas atividades em um mesmo local também pode gerar impactos significativos no uso e ocupação do solo, bem como no trânsito e na qualidade de vida da população. Embora os PVGs possam trazer vantagens econômicas, como a geração de empregos, o aumento do fluxo de turistas e o incremento no comércio local, eles também podem resultar em desafios urbanos, como congestionamentos, poluição, pressão sobre os serviços públicos e desigualdades socioespaciais (CARVALHO BANDEIRA; KNEIB, 2017). A concentração de atividades em determinadas áreas pode gerar desequilíbrios socioeconômicos, pressionando serviços essenciais, como saúde, segurança e educação (DE CARVALHO SANTOS; DE FREITAS, 2014). Além disso, a infraestrutura urbana existente pode não ser suficiente para suportar o aumento repentino da demanda, levando à degradação de vias públicas e à sobrecarga dos sistemas de transporte coletivo (GRIGOLON; DA SILVA, 2006).

Os impactos dos PVGs não se limitam à esfera socioeconômica; eles também exercem um efeito significativo no próprio solo em que estão localizados. Segundo Paixão e Abramo (2008), a intensificação do uso do solo nessas áreas pode resultar em uma maior compactação do solo devido ao tráfego constante de pessoas e veículos, o que pode levar à redução da porosidade do solo, dificultando a infiltração da água e aumentando o escoamento superficial, o que contribui para problemas de drenagem e enchentes em épocas de chuva intensa (GRIGOLON; DA SILVA, 2006). A construção de edifícios, estacionamentos e outras estruturas pode levar à substituição do solo natural por superfícies impermeáveis, como

concreto e asfalto, reduzindo a capacidade do solo de absorver e armazenar água (TUCCI, 1997). Essas alterações no solo podem, por sua vez, afetar o microclima local, aumentando as temperaturas urbanas e contribuindo para o fenômeno das ilhas de calor (DA LUZ; CANTUÁRIA, 2017).

Neste contexto, este estudo tem como foco o empreendimento localizado no cruzamento da Rua José Fonseca e Silva com a Rua José Custódio Sobrinho, em Uberlândia, Minas Gerais. Este PVG, em particular, representa um caso emblemático de como a implantação de um novo polo pode alterar a dinâmica urbana local. A escolha deste local se deve à sua relevância como ponto de convergência de atividades comerciais e de serviços, que atraem um fluxo significativo de pessoas e veículos, impactando diretamente o tráfego e a ocupação do solo na região. Além disso, a localização estratégica do empreendimento, próxima a vias de grande circulação e áreas residenciais, amplia seu potencial de influência sobre a mobilidade urbana e a qualidade de vida dos moradores.

A relação entre o PVG no cruzamento da Rua José Fonseca e Silva com a Rua José Custódio Sobrinho, o uso e ocupação do solo, e a transformação urbana torna-se um tema relevante e complexo a ser explorado. Compreender como este polo específico afeta a distribuição espacial das atividades urbanas e os padrões de ocupação do solo é essencial para o planejamento urbano sustentável e para a promoção de cidades mais eficientes e inclusivas. Esta pesquisa propõe uma análise aprofundada do impacto deste PVG no uso e ocupação do solo, com foco específico na cidade de Uberlândia. Ao examinar como a implantação desse pólo influencia a dinâmica urbana local, serão obtidas informações importantes para entender melhor os processos de transformação urbana em curso na cidade. Além disso, o estudo busca contribuir com subsídios para a formulação de políticas públicas que visem mitigar os impactos negativos e potencializar os benefícios dos PVGs, promovendo um desenvolvimento urbano mais equilibrado e sustentável.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo, analisar os impactos gerados por um polo gerador de viagens na dinâmica urbana e no sistema viário de sua área de influência, visando identificar possíveis intervenções para melhorar a mobilidade e reduzir conflitos no tráfego.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Transformação Urbana

A transformação urbana é um processo com raízes nas primeiras civilizações humanas, associado à Revolução Industrial que teve início na segunda metade do século XVIII na Grã-Bretanha e se espalhou pela Europa e, posteriormente, pelo mundo (PINSKY, 2005). Durante esse período, ocorreu uma mudança significativa na economia, na sociedade e na organização do espaço urbano. A industrialização concentrou fábricas e indústrias nas áreas urbanas, atraindo uma grande quantidade de trabalhadores do campo em busca de emprego, resultando em um rápido crescimento populacional e no surgimento de novos centros urbanos industriais (LECHAT, 2002).

Este é um fenômeno complexo e multifacetado que abrange uma ampla gama de mudanças físicas, sociais, econômicas e culturais ao longo do tempo, sendo um processo impulsionado por uma série de fatores interconectados que moldam a paisagem urbana e influenciam a vida das pessoas que habitam esses espaços (LANNA, 1999). Um desses impulsionadores é o crescimento populacional e os padrões de migração, pois o crescimento das populações urbanas gera demanda por novas habitações, infraestrutura e serviços, levando à expansão das áreas urbanas e à densificação das áreas existentes. As migrações internas e internacionais também contribuem para a diversidade demográfica e cultural das cidades, influenciando o desenvolvimento e a interação das comunidades (ALVES et al., 2011).

O desenvolvimento econômico e a industrialização também desempenham papéis significativos na transformação urbana. Segundo Vesentini e Portella (2005), durante períodos de industrialização, as cidades frequentemente expandem-se rapidamente para acomodar a crescente demanda por mão de obra e infraestrutura necessária para apoiar as indústrias emergentes. Fábricas, usinas, instalações de produção e zonas industriais começam a surgir nos arredores das cidades, atraindo trabalhadores em busca de emprego e oportunidades econômicas, e esse influxo populacional frequentemente resulta na formação de bairros operários ou de trabalhadores, caracterizados por moradias de baixa qualidade, alta densidade populacional e condições de vida precárias (ALVES; DO NASCIMENTO; ANTUNES, 2016).

Além disso, a industrialização tem um impacto significativo no mercado imobiliário e na configuração do uso do solo urbano. À medida que as indústrias se estabelecem em áreas específicas, a demanda por terrenos e imóveis nessas regiões aumenta, levando a um aumento dos preços dos imóveis e à especulação imobiliária. Isso pode resultar na gentrificação de bairros urbanos mais antigos, à medida que os trabalhadores são deslocados para áreas periféricas da cidade em busca de moradias mais acessíveis (DAMIANI, 2000).

Adicionalmente, o desenvolvimento econômico e a industrialização frequentemente impulsionam a diversificação da economia local, estimulando o crescimento de setores como comércio, serviços e tecnologia. Isso pode levar à criação de novos centros comerciais, distritos de negócios e áreas de inovação, contribuindo para a vitalidade econômica e a atratividade das cidades como destinos para investimentos e oportunidades de emprego (ALVES; DO NASCIMENTO; ANTUNES, 2016).

Apesar dos muitos benefícios da transformação urbana, também há desafios significativos a serem enfrentados. O rápido crescimento urbano pode levar à expansão desordenada das cidades, congestionamento do tráfego, escassez de moradia acessível, degradação ambiental e aumento da desigualdade social. No entanto, a transformação urbana também oferece oportunidades para revitalização urbana, regeneração de áreas degradadas, melhoria da qualidade de vida e promoção do desenvolvimento sustentável.

2.2 Pólos Geradores De Viagens

Os polos geradores de viagem (PGV) são áreas urbanas que exercem uma grande atração sobre o fluxo de pessoas e veículos devido à concentração de atividades comerciais, culturais, educacionais, de lazer ou residenciais, e essas áreas são frequentemente caracterizadas pela presença de infraestrutura e serviços que atraem uma grande quantidade de visitantes e residentes temporários (MANCINI; DA SILVA, 2010).

O Departamento Nacional de Trânsito (Denatran) (2001, p.6), definiu os pólos como

“empreendimentos de grande porte que atraem ou produzem grande número de viagens, causando reflexos negativos na circulação viária em seu entorno imediato e, em alguns casos, prejudicando a acessibilidade da região, além de agravar as condições de segurança de veículos e pedestres.”

E a Rede Ibero Americana de Estudos em Pólos Geradores de Viagens (2005, p.4) conceituou como

“equipamentos potenciais geradores de impactos nos sistemas viários e de transportes (congestionamentos, acidentes e naturais repercussões no ambiente) como também no desenvolvimento socioeconômico e na qualidade de vida da população.. e contemplam produtores contingentes de viagens (hipermercado, universidade, hospitais, estádios, shopping center, instalações com múltiplos serviços e atividades variadas etc) mas também os equipamentos de transportes (estação ferroviária e um terminal de carga, por exemplo) e até mesmo áreas protegidas do tráfego de passagem com múltiplas instalações produtoras de viagens.”

Compreende-se, portanto, que os PGVs possuem capacidade de influenciar significativamente os padrões de mobilidade urbana e o uso do solo nas cidades, ao concentrar uma variedade de atividades em um único local, esses polos tornam-se pontos de destino para moradores locais e visitantes, gerando uma demanda considerável por transporte e serviços (KNEIB; DA SILVA; DA SILVA PORTUGAL 2010). Em termos de características, os PGVs podem assumir diversas formas e tipos de empreendimentos, e entre os tipos, estão os shoppings centers, hospitais, universidades, parques temáticos, estádios esportivos, centros de convenções, entre outros (PORTUGAL; GOLDNER, 2003). Esses empreendimentos são caracterizados pela concentração de atividades comerciais, educacionais, culturais, de lazer ou residenciais, que atraem um grande número de pessoas e geram viagens.

Na opinião de Gonçalves (2012), a presença de PGVs tem um impacto significativo na configuração urbana das cidades, influenciando o uso e ocupação do solo, a mobilidade urbana e a qualidade de vida da população. Eles contribuem para a diversificação das atividades urbanas, promovendo o desenvolvimento econômico e cultural das áreas onde estão localizados. Além disso, os PGVs são importantes geradores de empregos e oportunidades de negócios, impulsionando a economia local e regional.

Em termos de impacto socioeconômico, os PGVs têm um papel crucial na geração de empregos. Devido à sua natureza multifuncional e à demanda constante por serviços, esses polos frequentemente empregam um grande número de pessoas em uma variedade de setores, como varejo, serviços, entretenimento, saúde, educação e segurança, e isso não apenas contribui para a redução do desemprego na região, mas também promove o desenvolvimento econômico local, proporcionando oportunidades de trabalho e renda para a população (GONÇALVES, 2012).

Os PGVs podem influenciar significativamente a qualidade de vida da população local. Por um lado, proporcionam acesso a uma ampla gama de serviços, entretenimento e atividades culturais, enriquecendo a vida urbana e oferecendo opções de lazer para os residentes. Por outro lado, o aumento do tráfego e da atividade comercial nos arredores dos PGVs pode gerar congestionamentos, poluição e problemas de segurança pública, afetando negativamente o bem-estar e a qualidade de vida dos moradores locais (CARVALHO BANDEIRA; KNEIB, 2017).

Quanto à geração de viagens e tráfego, os PGVs são responsáveis por uma parcela significativa do movimento urbano. Segundo Oliveira (2015), a concentração de atividades em um único local atrai uma grande quantidade de pessoas e veículos, gerando um aumento na

demanda por transporte público e privado, e isso pode sobrecarregar as vias de acesso aos PGVs e os sistemas de transporte existentes, resultando em congestionamentos, atrasos e problemas de acessibilidade para os usuários. Portanto, os Pólos Geradores de Viagens têm um impacto complexo e multifacetado no contexto urbano, afetando não apenas a mobilidade e o tráfego, mas também a economia local, o comércio e a qualidade de vida da população. Portanto, é fundamental que esses empreendimentos sejam cuidadosamente planejados e gerenciados para minimizar seus impactos negativos e maximizar seus benefícios para a comunidade e o meio ambiente.

2.3 Uso e Ocupação do Solo nas Cidades

O uso e ocupação do solo nas cidades é um elemento fundamental na configuração urbana e no desenvolvimento sustentável das áreas urbanas, e refere-se à forma como o espaço disponível em uma cidade é utilizado e como é distribuída a ocupação das diferentes áreas dentro dela. Esse aspecto desempenha um papel crucial na organização e funcionamento das cidades, influenciando diretamente a qualidade de vida dos seus habitantes, a eficiência dos serviços urbanos e a sustentabilidade ambiental (SILVA; ROMERO, 2015).

No contexto urbano, o uso do solo pode ser classificado em diversas categorias, como residencial, comercial, industrial, institucional, recreativo, entre outros, e cada uma dessas categorias representa uma atividade específica que ocupa determinadas áreas da cidade e tem diferentes requisitos em termos de infraestrutura e serviços urbanos (ROCHA et al., 2007).

A ocupação do solo, por sua vez, refere-se à distribuição espacial dessas diferentes atividades e usos dentro da cidade, isso inclui a localização de residências, estabelecimentos comerciais, indústrias, áreas verdes, equipamentos públicos, entre outros. A maneira como essas atividades são distribuídas e interconectadas determina a forma como as pessoas se deslocam dentro da cidade, a acessibilidade aos serviços básicos e a qualidade do ambiente urbano (TEODOZIO, 2008).

O planejamento urbano desempenha um papel fundamental na gestão do uso e ocupação do solo nas cidades. De acordo com Lacerda et al. (2005) e Nakano e Guastella (2015), por meio de instrumentos como o Plano Diretor e leis de zoneamento, os governos municipais estabelecem diretrizes e normas para orientar o crescimento e desenvolvimento das áreas urbanas, garantindo uma distribuição equilibrada e sustentável das atividades e usos do solo, e envolve considerações como a preservação de áreas verdes, a proteção de áreas de interesse

cultural ou histórico, a promoção da densificação em áreas bem servidas por transporte público, entre outras.

O uso e ocupação do solo nas cidades também estão diretamente relacionados à mobilidade urbana e ao transporte. Uma distribuição equitativa e eficiente das atividades urbanas pode contribuir para a redução das distâncias de deslocamento, o aumento da acessibilidade aos serviços e a promoção de modos de transporte mais sustentáveis, como o transporte público, a caminhada e o ciclismo (BOARETO, 2008). Portanto, causam impactos na organização e funcionamento do ambiente urbano, influenciando diretamente a qualidade de vida, a sustentabilidade e a eficiência dos serviços urbanos.

Na visão de Lopes (2010), os PGVs exercem uma influência significativa no uso do solo nas cidades onde estão localizados, devido à sua natureza multifuncional e à concentração de atividades comerciais, culturais, educacionais, de lazer ou residenciais, esses empreendimentos ocupam áreas consideráveis dentro do tecido urbano e desempenham um papel importante na configuração do espaço urbano.

Em termos de uso do solo, os PGVs geralmente ocupam grandes áreas, especialmente em regiões urbanas consolidadas ou em expansão, com abrangência a complexos comerciais e shoppings centers até hospitais, universidades, parques temáticos, estádios esportivos, centros de convenções e áreas de entretenimento (KNEIB, 2004). A presença desses empreendimentos resulta na utilização intensiva do solo, muitas vezes exigindo a conversão de áreas anteriormente destinadas a outros fins, como áreas residenciais, industriais ou comerciais de menor porte (GONÇALVES, 2012).

No entanto, como ressalta Gonçalves (2012), os PGVs também podem trazer benefícios para o uso do solo e para a dinâmica urbana em geral, pois atuam como catalisadores do desenvolvimento econômico e cultural, atraindo investimentos, gerando empregos e promovendo o comércio local. Além disso, a concentração de atividades em um único local pode contribuir para a eficiência no uso dos recursos urbanos, como transporte público, infraestrutura de serviços e áreas de lazer.

Ao considerar os PGVs no contexto do uso do solo urbano, é essencial adotar uma abordagem integrada e equilibrada, envolvendo a avaliação dos impactos potenciais desses empreendimentos no ambiente urbano, bem como a adoção de medidas para mitigar eventuais efeitos negativos e promover o desenvolvimento sustentável das áreas urbanas onde estão inseridos. Essas medidas podem incluir políticas de planejamento urbano que incentivem a

diversificação de usos do solo, a adoção de práticas de design urbano sustentável e a promoção da participação pública no processo de tomada de decisões sobre o uso do solo.

2.4 Mobilidade urbana

A mobilidade urbana é um conceito que abrange a capacidade de deslocamento de pessoas e mercadorias no espaço das cidades, envolvendo diversos modos de transporte, como veículos automotores, transporte público, bicicletas e deslocamentos a pé (CAMPOS, 2006), sendo um elemento fundamental para o funcionamento das cidades, influenciando diretamente a qualidade de vida, a economia e o meio ambiente. Segundo Vasconcellos (2001), a mobilidade urbana deve ser entendida como um direito social, pois garante o acesso a oportunidades de trabalho, educação, saúde e lazer.

A importância da mobilidade urbana para o desenvolvimento sustentável das cidades é amplamente reconhecida, pois um sistema de transporte eficiente e acessível contribui para a redução das desigualdades sociais, a melhoria da qualidade do ar e a diminuição das emissões de gases de efeito estufa (BOARETO, 2021). Além disso, a mobilidade sustentável promove a inclusão social, garantindo que todos os cidadãos, independentemente de sua condição socioeconômica, tenham acesso a meios de transporte adequados (CARVALHO, 2011).

No entanto, a falta de planejamento e investimento em infraestrutura pode resultar em sistemas de transporte ineficientes, afetando negativamente o desenvolvimento urbano. Problemas como a insuficiência do transporte público, a falta de integração entre modais e a priorização do transporte individual motorizado são desafios comuns em muitas cidades, especialmente em países em desenvolvimento (DE FREITAS et al., 2015).

2.4.1 Tráfego

O tráfego é um dos componentes centrais da mobilidade urbana, representando o fluxo de veículos, pedestres e ciclistas nas vias públicas (PINTO et al., 2015). A relação entre mobilidade e tráfego é diretamente ligada, pois a eficiência do tráfego impacta diretamente a qualidade do sistema de transporte como um todo, visto que um tráfego bem organizado contribui para a redução de congestionamentos, a segurança viária e a fluidez dos deslocamentos (ARAÚJO et al., 2011). Por outro lado, a gestão inadequada do tráfego pode levar a problemas como poluição do ar, acidentes de trânsito e aumento do tempo de

deslocamento, comprometendo a mobilidade urbana e a qualidade de vida nas cidades (GEHL, 2013).

Um dos principais desafios do tráfego urbano é o congestionamento, que ocorre quando a demanda por transporte excede a capacidade das vias, e esse problema é agravado pelo crescimento desordenado das cidades e pela priorização do transporte individual motorizado (MENESES; LEANDRO; LOUREIRO, 2003). Além dos impactos econômicos, como perda de produtividade, os congestionamentos também têm efeitos negativos sobre o meio ambiente, aumentando as emissões de gases poluentes e contribuindo para o aquecimento global (LITMAN, 2017).

Para melhorar a relação entre mobilidade e tráfego, é essencial adotar estratégias como o investimento em transporte público de qualidade, a criação de infraestrutura para modos ativos de transporte (como ciclovias e calçadas) e a implementação de tecnologias inteligentes para a gestão do tráfego (FIORI et al., 2019). Além disso, políticas públicas que incentivem a redução do uso de veículos individuais motorizados, como pedágios urbanos e zonas de baixa emissão, podem contribuir para uma mobilidade mais sustentável e eficiente (NEWMAN; KENWORTHY, 1999).

2.4.1.1 Contagem volumétrica de veículos

A contagem volumétrica de tráfego é uma técnica utilizada para a análise da mobilidade urbana, sendo amplamente utilizada no planejamento viário, na gestão do tráfego e na formulação de políticas públicas. O processo consiste na quantificação do número de veículos que passam por um determinado ponto da via em um período específico, permitindo avaliar padrões de fluxo, horários de pico e impactos na infraestrutura rodoviária. Segundo Ortuzar e Willumsen (2024), a contagem volumétrica é uma ferramenta fundamental para o planejamento de sistemas de transporte, auxiliando na previsão de demanda e na otimização da circulação viária. Além disso, a contagem volumétrica possibilita a identificação de problemas no tráfego, como pontos críticos de congestionamento, gargalos viários e áreas de risco para acidentes (BRASIL, 2006).

Segundo o DNIT (2013), a contagem volumétrica pode ser realizada por métodos manuais ou automáticos. A contagem manual envolve a observação direta e o registro dos veículos por meio de planilhas ou dispositivos eletrônicos, enquanto a contagem automática utiliza sensores, câmeras ou laços magnéticos instalados na via para registrar os fluxos de tráfego de forma contínua (RUBIM; LEITAO, 2013). Tecnologias mais recentes, como

sistemas de visão computacional e análise de big data, têm sido cada vez mais empregadas para aumentar a precisão da contagem e fornecer informações detalhadas sobre os padrões de deslocamento urbano (DE OLIVEIRA SILVA; FERREIRA, 2016).

No contexto do planejamento urbano, a contagem volumétrica é essencial para o dimensionamento da capacidade viária e para o desenvolvimento de estratégias de gestão do tráfego. Segundo Setti, Oliveira e Kobayashi (2016), dados obtidos por meio da contagem volumétrica permitem a definição de intervenções, como a sincronização de semáforos, a criação de corredores exclusivos para transporte público e a otimização do fluxo viário. Além disso, a análise volumétrica auxilia na definição de políticas de mobilidade sustentável, promovendo soluções que favorecem o transporte coletivo e os modos ativos de deslocamento, como o ciclismo e a caminhada (TERÁN, 2013).

A relação entre a contagem volumétrica e a segurança viária também é um fator relevante. Estudos indicam que a análise detalhada do volume de tráfego pode auxiliar na identificação de áreas de alto risco de acidentes, permitindo intervenções preventivas, como a instalação de redutores de velocidade e a reformulação da sinalização viária (DNIT, 2013). Além disso, o crescimento acelerado das cidades tem tornado essencial a adoção de técnicas avançadas de monitoramento de tráfego, incluindo o uso de inteligência artificial para prever padrões de circulação e identificar comportamentos de risco no trânsito (TUCCI, 1997).

A contagem volumétrica também está diretamente relacionada aos impactos ambientais do tráfego urbano. Segundo Grigolon e da Silva (2006), a análise do fluxo de veículos permite avaliar os níveis de emissões de poluentes e suas consequências para a qualidade do ar nas cidades. A impermeabilização do solo devido à expansão da infraestrutura viária e o aumento do escoamento superficial de águas pluviais são problemas ambientais que podem ser agravados pelo crescimento do tráfego em determinadas regiões (PAIXÃO; ABRAMO, 2008). Estudos indicam que a alta concentração de veículos em áreas urbanas pode contribuir para o fenômeno das ilhas de calor, aumentando as temperaturas locais e impactando o conforto térmico da população (DA LUZ; CANTUÁRIA, 2017).

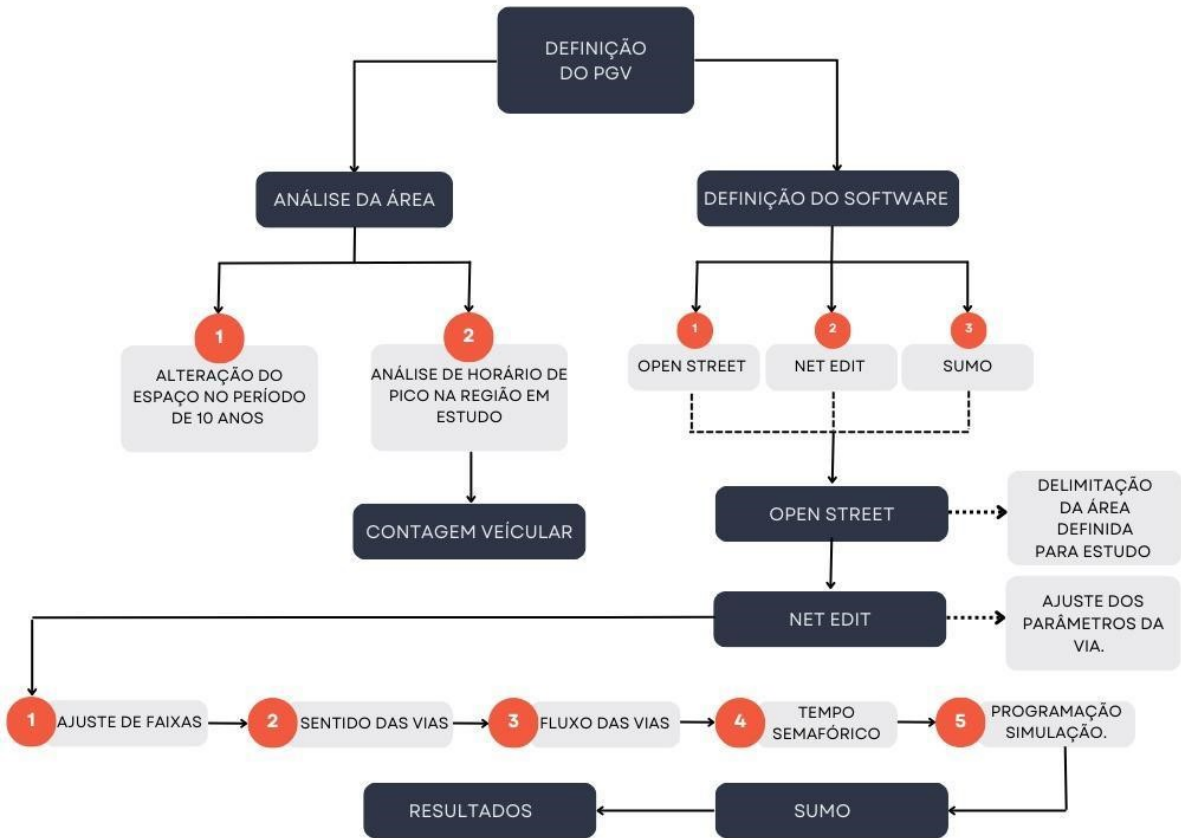
Assim, a contagem volumétrica se mostra uma ferramenta essencial para a organização do trânsito e o desenvolvimento de cidades mais eficientes e sustentáveis. Sua aplicação possibilita um planejamento mais preciso das infraestruturas viárias e do transporte público, contribuindo para a redução dos congestionamentos, a melhoria da segurança viária e a mitigação dos impactos ambientais. O uso de tecnologias inovadoras e metodologias avançadas

de monitoramento tem potencial para aprimorar ainda mais a coleta e a análise de dados de tráfego, possibilitando uma gestão mais eficiente e integrada da mobilidade urbana.

3. METODOLOGIA

A metodologia proposta neste estudo foi desenvolvida para oferecer uma abordagem estruturada e abrangente, capaz de analisar as mudanças no uso e ocupação do solo em resposta à presença de um polo gerador de viagens (PGV) no cruzamento da Rua José Fonseca e Silva com a Rua José Custódio Sobrinho, em Uberlândia. Além disso, a metodologia busca propor melhorias no trânsito, visando mitigar os impactos negativos gerados pelo aumento do fluxo de veículos e pedestres na região.

Figura 1 - Fluxograma das etapas do estudo.



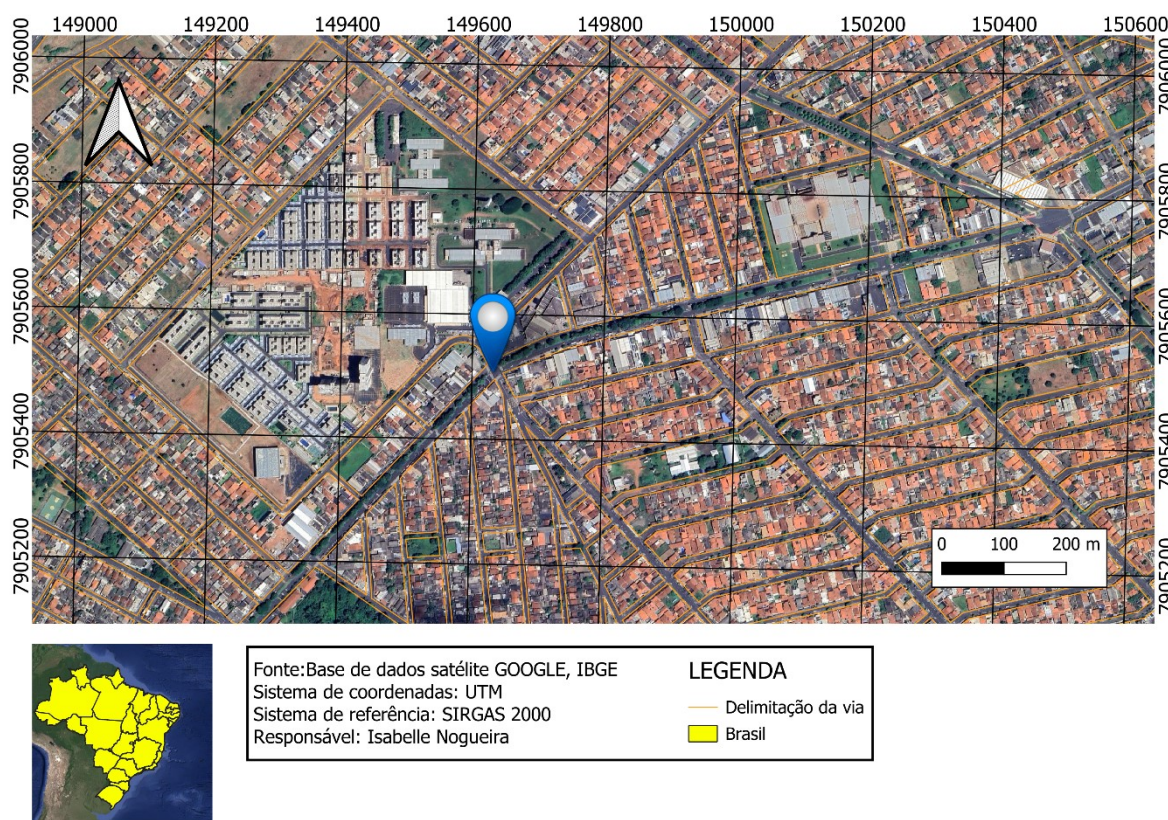
Fonte: Autor, (2025).

3.1 Delimitação da área de estudo

O estudo ocorreu na cidade de Uberlândia, localizada no Triângulo Mineiro, no estado de Minas Gerais, Brasil. Com uma população estimada de aproximadamente 700 mil habitantes (G1, 2023), é a segunda maior cidade do estado e um importante centro econômico, comercial e educacional da região. Possui uma localização estratégica, próxima às principais rodovias que ligam o estado de Minas Gerais a outros estados do Brasil, o que contribui para sua relevância como centro de logística e distribuição.

A cidade possui 73 bairros oficialmente reconhecidos e estão distribuídos em diversas regiões da cidade, cada um com características próprias em termos de infraestrutura, população e atividades econômicas, evidenciado na Figura 2 a área de estudo.

Figura 2 – Área de estudo



Fonte: Autor (2025).

O bairro Jardim Patrícia em Uberlândia é conhecido por sua atmosfera tranquila e residencial, o que geralmente não o torna tão movimentado quanto áreas comerciais ou de grande circulação de pessoas. Como um bairro residencial, é comum haver movimentação moderada de moradores, especialmente durante os horários de pico, como pela manhã e no final da tarde, quando as pessoas estão indo ou voltando do trabalho, escola ou outras atividades

diárias. Além disso, é possível que haja momentos de maior movimento em determinadas áreas do bairro, como próximo a escolas, supermercados ou pontos de ônibus, onde pode ocorrer uma concentração temporária de pessoas.

O cruzamento da Rua José Fonseca e Silva com a Rua José Custódio Sobrinho, que é uma área que reflete a dinâmica da cidade, combinando residências e comércios locais. Nesse ponto, o movimento de veículos e pedestres é constante, especialmente durante horários de pico, quando moradores e visitantes se deslocam para o trabalho, escola ou comércio, como mostra a Figura 3. As ruas são bem pavimentadas e arborizadas, proporcionando um ambiente agradável. Nas proximidades, é possível encontrar uma variedade de estabelecimentos, como supermercados, padarias e pequenas lojas, que atendem às necessidades diárias da comunidade. A presença de escolas e praças próximas também contribui para a vivência social do local, tornando-o um ponto de encontro para famílias e jovens. Com a facilidade de acesso a transporte público e a proximidade de importantes vias da cidade, esse cruzamento se torna um ponto estratégico tanto para quem reside na região quanto para aqueles que a visitam.

Figura 3 – Cruzamento das Ruas José Fonseca e Silva e Rua José Custódio Sobrinho, em Uberlândia MG.



Fonte: Autor (2025).

3.2 Softwares

O Net Edit, o SUMO (Simulation of Urban MObility) e o Google Earth Pro são ferramentas essenciais para profissionais que atuam em planejamento urbano, engenharia e análise geoespacial, utilizados neste estudo.

3.2.1 Net Edit

O Net Edit é uma ferramenta voltada para a edição de redes, ideal para projetos de infraestrutura e planejamento urbano, que permite que os usuários manipulem dados geoespaciais de forma intuitiva, facilitando a criação de representações gráficas detalhadas de redes de transporte, energia e telecomunicações. O software pode ter versões gratuitas e pagas, dependendo das funcionalidades desejadas. Para acessar o Net Edit, é recomendável realizar uma pesquisa em motores de busca, já que não há um site específico centralizado para essa ferramenta, e diferentes versões podem estar disponíveis em plataformas especializadas.

3.2.2 SUMO

O SUMO é um software de simulação de tráfego urbano que possibilita modelar o fluxo de veículos e pedestres em ambientes urbanos, sendo utilizado amplamente por pesquisadores e planejadores de transporte, o SUMO oferece recursos para simular diferentes cenários de tráfego, permitindo a avaliação do impacto de novas infraestruturas e a otimização da gestão do tráfego. O SUMO é gratuito e de código aberto, e pode ser baixado diretamente do site oficial do projeto, onde também estão disponíveis a documentação e exemplos de uso.

A primeira etapa da simulação no SUMO envolveu a criação da rede viária, utilizando dados georreferenciados do OpenStreetMap. A geometria das vias foi importada para o software, e ajustes manuais foram realizados para refletir as características reais do cenário estudado, como o número de faixas, direções permitidas e a configuração dos cruzamentos. O NetEdit, uma ferramenta integrada ao SUMO, foi utilizado para editar os parâmetros geométricos e de fluxo das vias, garantindo que a rede viária representasse fielmente o cruzamento analisado.

Após a modelagem da rede viária, a demanda de tráfego foi definida com base em dados coletados em campo. Foram criados fluxos de veículos com diferentes intensidades, simulando o movimento real no cruzamento. O SUMO permitiu a inclusão de diferentes tipos de veículos, como carros, motocicletas, ônibus e caminhões, além de ajustar os tempos semafóricos para cada sentido de tráfego. Essa etapa foi crucial para simular o comportamento real dos veículos

em um cruzamento semaforizado, considerando os tempos de espera e a fluidez do tráfego. A simulação foi executada unindo os arquivos de rede, demanda e paradas de ônibus, permitindo a visualização do comportamento do tráfego em tempo real.

3.2.3 Google Earth PRO

O Google Earth PRO é uma ferramenta poderosa de visualização geoespacial que oferece imagens de satélite, mapas e terrenos em 3D, sendo amplamente utilizado por profissionais de diversas áreas, como planejamento urbano e geografia, para explorar e analisar dados espaciais. O Google Earth Pro é gratuito para todos os usuários, e suas funcionalidades avançadas, que antes eram pagas, estão agora disponíveis sem custo. Para baixar o Google Earth Pro, os usuários podem acessar o site oficial do Google, onde encontrarão a versão para download, além de guias e tutoriais.

Esses três aplicativos, quando utilizados em conjunto, podem proporcionar uma análise abrangente e detalhada de contextos urbanos e de infraestrutura, auxiliando na tomada de decisões em projetos de planejamento e desenvolvimento urbano. Ao explorar as funcionalidades de cada uma dessas ferramentas, os profissionais podem obter percepções valiosas que contribuíram para a melhoria da mobilidade e da organização das cidades.

3.3 Impactos no uso e ocupação do solo

O uso e a ocupação do solo em Uberlândia têm sido moldados por políticas de planejamento urbano que remontam à década de 1950, quando as primeiras legislações buscaram orientar as construções e os usos do espaço urbano. No entanto, desde a década de 1920, o crescimento populacional já demandava a expansão da área urbana, com a incorporação de novas vilas para atender à necessidade de moradias (DA SILVA et al., 2013). Esse processo de expansão acelerada trouxe consigo desafios relacionados à organização do espaço, à infraestrutura e ao equilíbrio entre desenvolvimento e preservação ambiental.

Um marco significativo ocorreu em 1988, com o Decreto 4028, que regulamentou o uso e a ocupação do solo no município. Essa legislação introduziu as Zonas de Preservação Ambiental (ZPAs) e delimitou áreas estratégicas, como a do Aeroporto Municipal. Na mesma década, foi criado o Projeto Bairros Integrados (PBI), implementado em 1990, que organizou os bairros da cidade em cinco setores – Central, Norte, Sul, Leste e Oeste – com base em critérios como limites naturais, uso do solo e sistema viário. Cada setor foi dotado de um eixo

de estruturação urbana, que direcionou as decisões sobre expansão ou contenção do crescimento urbano, permitindo maiores análises do uso e ocupação do solo (DA SILVA et al., 2013).

O bairro Jardim Patrícia, localizado no Setor Oeste, é um exemplo emblemático dessa dinâmica. Integrado ao PBI, o bairro foi planejado para atender às demandas de crescimento populacional, seguindo as diretrizes de uso e ocupação do solo estabelecidas para o setor. No entanto, a implantação de polos geradores de viagens (PGVs) na região, como o cruzamento das Ruas José Fonseca e Silva e Rua José Custódio Sobrinho, trouxe impactos significativos ao uso do solo. A área, que antes era predominantemente residencial e de baixa densidade, passou por um processo de verticalização e intensificação do uso comercial, resultando em mudanças na paisagem urbana e na dinâmica local (ALVES; RIBEIRO FILHO, 2009).

Segundo dados do Plano Diretor de Uberlândia (PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA, 2017), a área do cruzamento era caracterizada, há aproximadamente uma década, por um uso do solo menos intensivo, com predomínio de residências unifamiliares e pequenos estabelecimentos comerciais. No entanto, com a instalação do PGV, observou-se uma gradual transformação no perfil da área. Imagens de satélite do Google Earth (2023) mostram a substituição de terrenos vazios e residências por edifícios comerciais e áreas de estacionamento, refletindo a intensificação do uso do solo.

O aumento da demanda por comércio e serviços impulsionou a verticalização e a ocupação de lotes antes subutilizados. Conforme o estudo de Silva (2016), a região passou por um processo de valorização imobiliária, com o preço dos terrenos aumentando em até 40% na última década e essa mudança trouxe benefícios econômicos, como a geração de empregos e o incremento no comércio local, mas também desafios, como a pressão sobre a infraestrutura urbana.

A impermeabilização do solo, decorrente da construção de estacionamentos e edifícios, contribuiu para o aumento do escoamento superficial de água, agravando problemas de drenagem em períodos de chuva intensa (MENDONÇA; SILVEIRA, 2017). Além disso, o aumento do tráfego veicular resultou em congestionamentos, exigindo intervenções para melhorar a mobilidade na região, como a ampliação de vias e a implantação de semáforos. Em síntese, a análise do uso e ocupação do solo no cruzamento das Ruas José Fonseca e Silva e Rua José Custódio Sobrinho revela uma transformação significativa ao longo dos últimos dez anos. A área, que antes era predominantemente residencial e de baixa densidade, tornou-se um importante polo comercial e de serviços, refletindo os impactos do PGV na dinâmica urbana do bairro Jardim Patrícia. Essas mudanças destacam a necessidade de um planejamento urbano

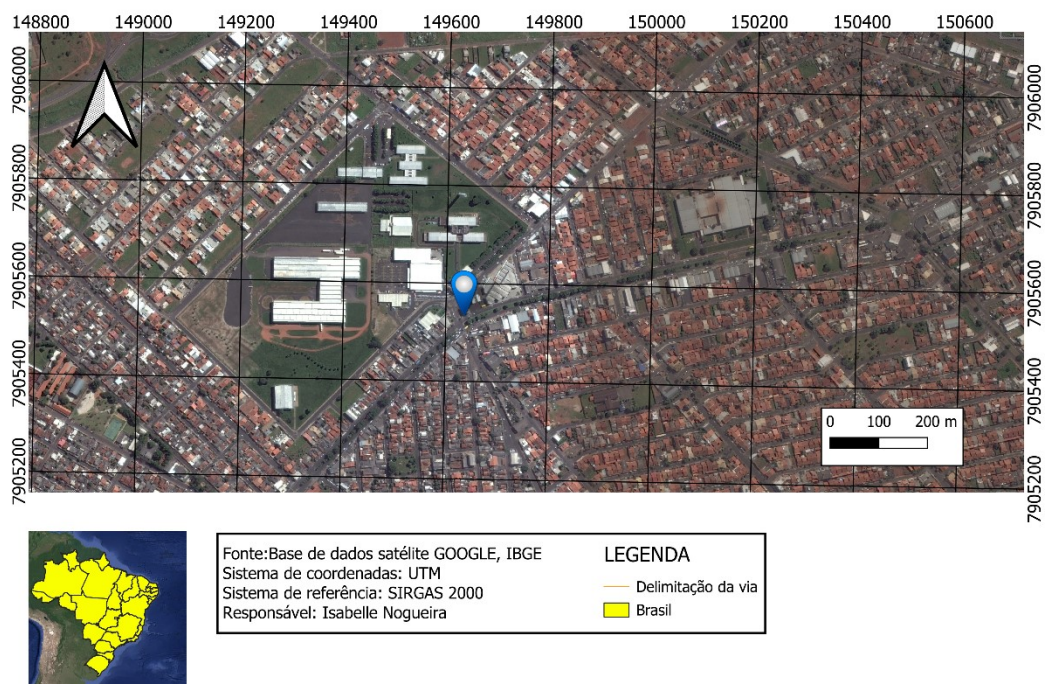
integrado, capaz de equilibrar o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida da população.

Para a análise dos impactos relacionados ao uso e ocupação do solo na área de estudo, foi utilizada a ferramenta de sensoriamento remoto Google Earth Pro. Essa plataforma permitiu a obtenção de imagens de satélite de alta resolução, com resolução espacial de até 15 cm por pixel, dependendo da região e da data da captura. As imagens foram acessadas para diferentes períodos, abrangendo os últimos dez anos, o que possibilitou a comparação temporal da área do cruzamento das Ruas José Fonseca e Silva e Rua José Custódio Sobrinho.

Para acessar as imagens históricas, foi utilizado o recurso de "Imagens Históricas" do Google Earth Pro, que permite visualizar a mesma área em diferentes datas. Esse recurso foi fundamental para identificar as mudanças no uso do solo, como a substituição de terrenos vazios e residências unifamiliares por edifícios comerciais e áreas de estacionamento. As datas das imagens foram selecionadas com base na disponibilidade de capturas de satélite, priorizando períodos que refletissem as transformações mais significativas na região.

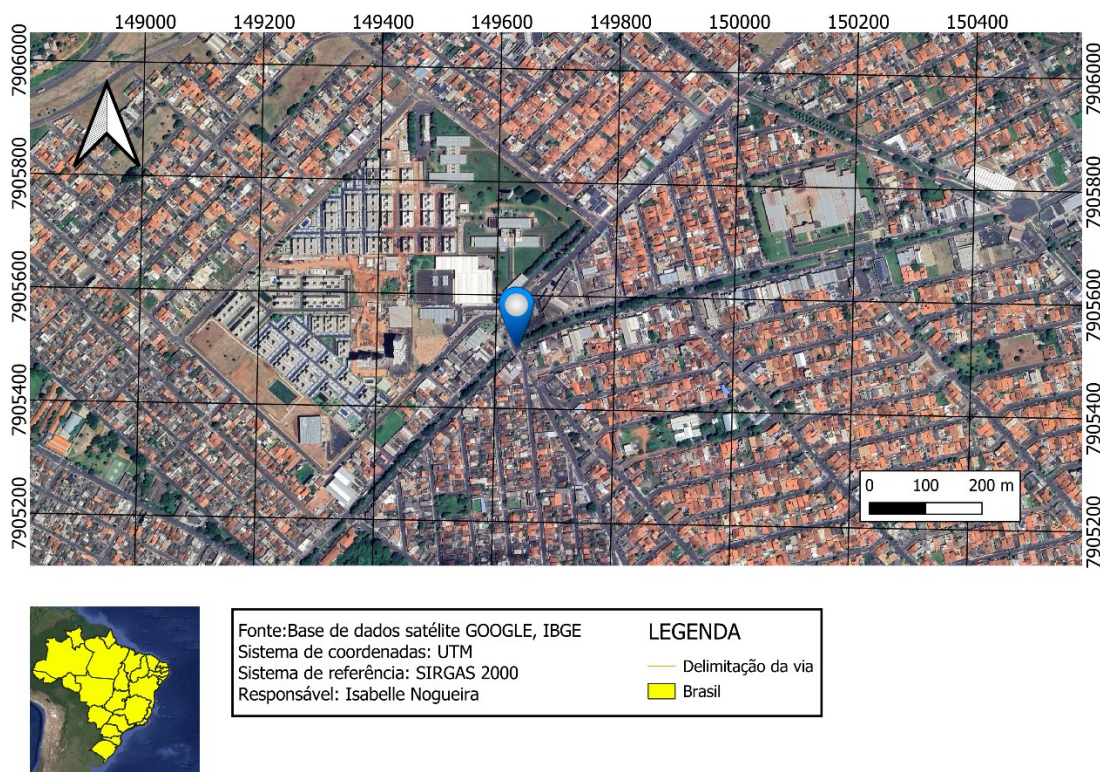
Além disso, o Google Earth Pro permitiu a sobreposição de camadas de informação, como limites de bairros e vias, facilitando a análise espacial e a identificação de padrões de ocupação. As imagens foram exportadas e utilizadas em conjunto com outras ferramentas, como o SUMO, para uma análise mais integrada dos impactos do PGV na mobilidade urbana e no uso do solo, mostradas abaixo nas Figuras 4 e 5, sendo a primeira referente a 2015 e a segunda, referente a 2025. No Apêndice I, estão as figuras referentes à ocupação do solo durante toda a década analisada.

Figura 4 – Ocupação do solo referente ao ano de 2015.



Fonte: Autor (2025).

Figura 5 – Ocupação do solo referente ao ano de 2025.



Fonte: Autor (2025).

3.4 Análise do trânsito

A análise dos dados sobre o fluxo de veículos nas áreas próximas ao Pólo Gerador de Viagens (PGV) escolhido no município de Uberlândia revela diversas transformações no uso e ocupação do solo, que se alinham diretamente com os objetivos da pesquisa. Essas mudanças não se limitam ao aumento da circulação de veículos, mas também abrangem a reconfiguração das áreas urbanas, com implicações importantes para o planejamento urbano sustentável e a mobilidade urbana.

Figura 6 - Cruzamento analisado na cidade de Uberlândia - MG.

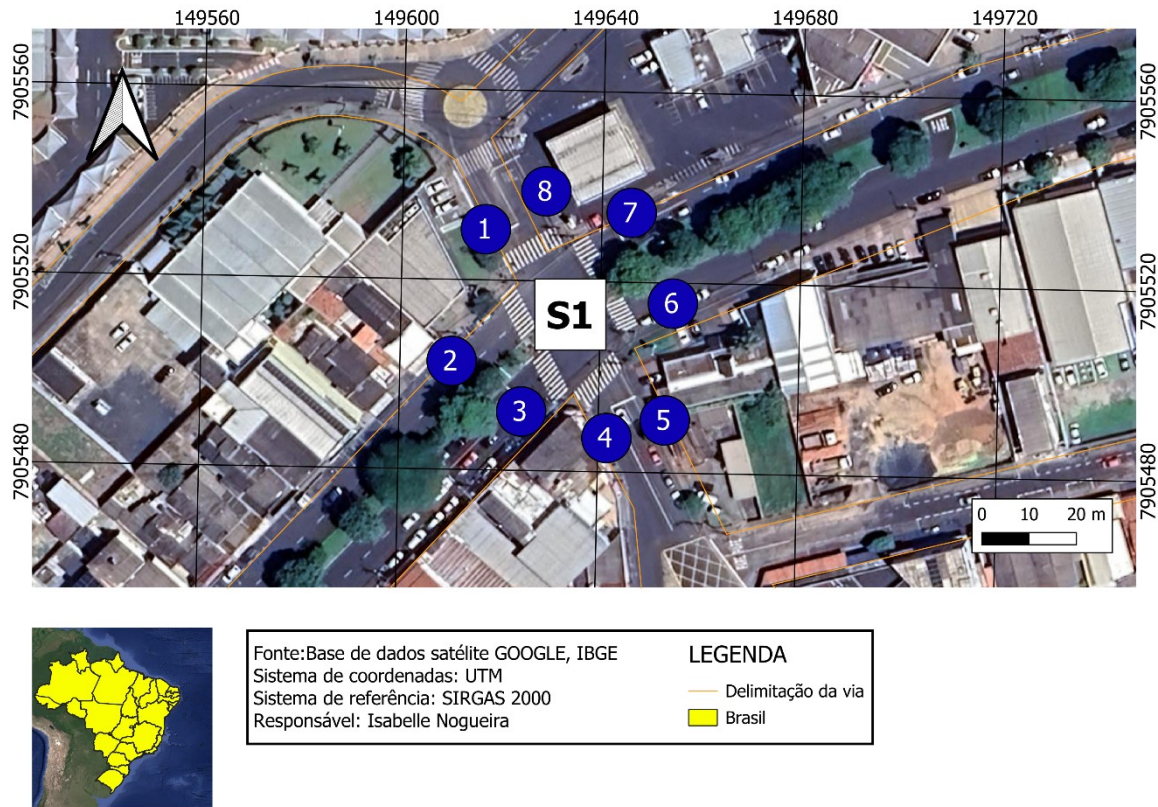


Fonte: Autor, (2025).

O cruzamento da Rua José Fonseca e Silva com a Rua José Custódio Sobrinho é uma interseção significativa que desempenha um papel importante na mobilidade urbana local. Ambas as ruas permitem o tráfego em dois sentidos, facilitando a circulação de veículos, desde automóveis particulares até transportes públicos, como evidencia a Figura 7. Dependendo do horário, especialmente nas manhãs e finais de tarde, o volume de tráfego pode aumentar

consideravelmente, o que é comum em áreas residenciais, onde as pessoas se deslocam para o trabalho, escola ou comércio.

Figura 7 - Vias de tráfego do estudo.



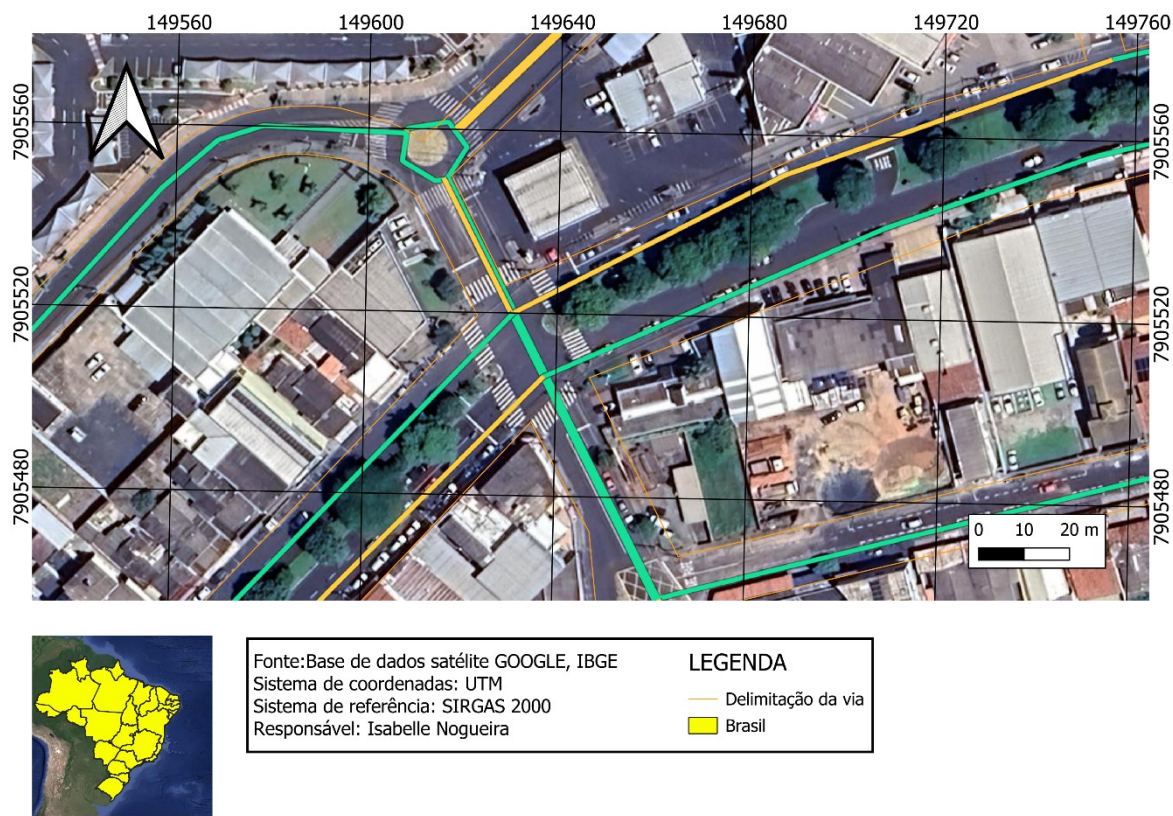
Fonte: Autor, (2025).

O transporte público também é um fator importante nessa interseção, já que é comum que cruzamentos em áreas urbanas sejam servidos por linhas de ônibus. A proximidade de paradas de ônibus pode facilitar o acesso ao transporte público para os moradores da região. Além disso, a área ao redor desse cruzamento provavelmente abriga diversos comércios, como supermercados, padarias e lojas, aumentando a circulação de pessoas, tanto a pé quanto de carro.

A sinalização semafórica é um aspecto fundamental desse cruzamento, regulando o tráfego e contribuindo para a segurança dos motoristas e pedestres. A sinalização clara ajuda a prevenir acidentes e garante que todos os usuários da via saibam quando é seguro cruzar. Além disso, a presença de faixas de pedestres é essencial, proporcionando segurança aos transeuntes, enquanto semáforos para pedestres podem aumentar ainda mais a segurança da área. A Figura

8 mostra o trânsito nos dias em um dia típico, às 08:00 da manhã, sendo que a linha amarela significa um fluxo moderado de veículos e a verde, fluxo leve.

Figura 8 - Fluxo de trânsito do local de estudo.



Fonte: Autor, (2025).

O impacto do Polo Gerador de Viagens (PGV) no uso e ocupação do solo em Uberlândia foi analisado a partir de dados de fluxo de veículos observados durante 10 minutos em diferentes sentidos de deslocamento, evidenciado na Tabela 1.

Tabela 1 - Contagem veicular no trecho escolhido.

CONTAGEM VEÍCULAR 17:30 - 17:40				
SENTIDO	MOTO	CARRO	CAMINHÃO	ÔNIBUS
1 → 2		3	1	
1 → 4	32	65	2	

1 → 6	4	10	1	
3 → 4	3	1		
3 → 6	14	22		
3 → 8	1	10		
5 → 2	1	16		
5 → 6		4		
5 → 8	24	74	3	1
7 → 8	10	21	1	1
7 → 2	5	32		
7 → 4		4		1
TOTAL	94	262	8	3

Fonte: Elaboração própria (2024).

A análise dos dados de transporte obtidos nas imediações do Polo Gerador de Viagens (PGV) em Uberlândia revela mudanças significativas nas dinâmicas de mobilidade urbana e no uso e ocupação do solo. Um total de 367 veículos foi registrado, englobando motocicletas, automóveis, ônibus e caminhões, o que fornece uma visão detalhada das relações entre o tráfego de veículos e a transformação do espaço urbano nas áreas próximas ao PGV.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Modificação do espaço urbano

Os dados revelam um padrão claro de transformação no uso do solo em áreas próximas ao PGV, evidenciado pelo aumento da circulação de veículos e pela mudança no perfil do tráfego. Essas regiões estão se tornando progressivamente mais acessíveis, o que, por sua vez, as torna mais atrativas para novos empreendimentos comerciais e residenciais.

A alta concentração de veículos de transporte coletivo e caminhões nas imediações do PGV sugere que a área está se consolidando como um centro logístico e comercial. Esse

fenômeno pode desencadear um processo de gentrificação, no qual a valorização imobiliária leva ao deslocamento de populações de baixa renda para regiões mais periféricas. Com isso, a composição demográfica e sociocultural dessas áreas pode ser significativamente alterada, resultando em desafios urbanos como a segregação espacial e o aumento das desigualdades socioeconômicas.

Além disso, a transformação do espaço urbano pode gerar impactos ambientais e na mobilidade da população. O crescimento da infraestrutura viária para atender à nova demanda pode ocasionar um aumento no consumo de áreas antes destinadas a outros usos, como moradias e espaços públicos. Nesse contexto, a reorganização da cidade ao redor do PGV deve ser conduzida de forma planejada, garantindo um equilíbrio entre desenvolvimento econômico, sustentabilidade e qualidade de vida da população.

A análise do fluxo de veículos no cruzamento das Ruas José Fonseca e Silva e Rua José Custódio Sobrinho revelou uma alta concentração de carros, especialmente no sentido 1 → 4, onde foram registrados 99 veículos em apenas 10 minutos. Esse volume expressivo de tráfego indica uma crescente demanda por infraestrutura viária e acessibilidade nas áreas próximas ao Polo Gerador de Viagens (PVV).

A presença de um número significativo de carros sugere que a região está se tornando um polo atrativo para atividades comerciais e de serviços, características típicas de zonas urbanas com alta circulação de veículos. O elevado tráfego no sentido 1 → 4 demonstra como áreas de alta acessibilidade e visibilidade tendem a se reconfigurar para acomodar comércio e serviços, um fenômeno observado em diversas cidades ao redor do mundo. Nessas localidades, o aumento da mobilidade veicular, impulsionada principalmente pelo uso de carros particulares, fortalece zonas comerciais e de serviços, consolidando-as como centros dinâmicos e economicamente ativos.

Além do aumento no número de veículos leves, a observação do tráfego de ônibus e caminhões também trouxe informações relevantes. No sentido 1 → 4, foram registrados dois ônibus, enquanto no sentido 5 → 8, o número de caminhões foi mais expressivo, totalizando 74 veículos pesados. Essa movimentação de caminhões reflete uma mudança significativa na ocupação do solo, indicando que as áreas ao redor do PGV estão se tornando cada vez mais voltadas para atividades logísticas e industriais. A predominância de caminhões nas rotas observadas evidencia a consolidação de uma rede de transportes que integra o abastecimento comercial e as demandas logísticas da cidade, alterando a configuração espacial dessas áreas. Esse tipo de infraestrutura costuma ser acompanhado pela construção de galpões industriais,

centros de distribuição e outras instalações voltadas para o transporte de mercadorias, transformando a paisagem urbana em zonas de uso predominantemente industrial. Essa transição, embora benéfica para a economia local, traz desafios adicionais, como a necessidade de adaptação da infraestrutura viária para suportar o tráfego pesado e a mitigação dos impactos ambientais decorrentes da intensificação das atividades logísticas.

Por outro lado, o fluxo de motocicletas, com apenas três unidades observadas no sentido $1 \rightarrow 2$, evidencia que a mobilidade urbana na região ainda não está suficientemente adaptada para otimizar o uso de veículos de menor porte. A discrepância entre o número de motos e o de carros e ônibus sugere que a infraestrutura viária local não favorece adequadamente esse tipo de transporte, refletindo a priorização do tráfego de veículos mais pesados e do transporte coletivo nas vias principais. Essa falta de incentivo ao uso de motocicletas pode representar uma oportunidade perdida, uma vez que esse modal oferece vantagens como maior agilidade no deslocamento e menor ocupação de espaço nas vias, especialmente em áreas urbanas congestionadas.

Os dados analisados indicam que a presença do PGV em Uberlândia está promovendo transformações significativas no uso e ocupação do solo, além de impactar diretamente as dinâmicas de mobilidade urbana. O aumento da circulação de veículos, especialmente em horários de pico, tem implicações diretas para a qualidade de vida na cidade. Com o crescimento do fluxo de carros e caminhões, os congestionamentos se tornam mais frequentes, resultando em tempos de deslocamento mais longos e no desgaste acelerado da infraestrutura viária. Esse fenômeno não afeta apenas a fluidez do tráfego, mas também tem impactos negativos no bem-estar dos cidadãos. A qualidade do ar, o nível de ruído e a poluição ambiental tendem a se intensificar com o aumento da circulação de veículos, gerando riscos à saúde pública, como o agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares.

A presença do PGV pode contribuir para a fragmentação do espaço urbano, com o surgimento de áreas cada vez mais especializadas em termos de uso (residencial, comercial, industrial) e, conseqüentemente, mais distantes entre si. Esse fenômeno pode resultar em zonas urbanas monofuncionais, onde um único tipo de atividade predomina, dificultando a convivência entre diferentes usos e a mobilidade das pessoas entre essas zonas. A criação de áreas monofuncionais, como distritos industriais ou comerciais isolados, pode aumentar a dependência do transporte motorizado, uma vez que as distâncias entre residências, locais de trabalho e serviços se tornam maiores. Diante desse cenário, o planejamento urbano precisa garantir uma diversificação do uso do solo, promovendo a criação de áreas mistas que

combinem residências, comércio, serviços e espaços de lazer. Essa abordagem não apenas reduz a necessidade de deslocamentos longos, mas também promove uma cidade mais integrada e sustentável, onde as pessoas possam viver, trabalhar e se divertir em um mesmo espaço.

4.2 Proposta de melhorias do trânsito

O crescimento urbano impulsionado pelo PGV exige um planejamento de mobilidade que considere as desigualdades no acesso ao transporte público, especialmente nas áreas periféricas da cidade. Outro desafio significativo é o sistema de transporte público, que, sem as devidas expansões e melhorias, pode se tornar ineficiente diante do aumento da demanda gerada pela instalação do PGV. As linhas de ônibus existentes podem se tornar superlotadas, prejudicando a qualidade do serviço, comprometendo o acesso da população aos centros urbanos e aumentando as desigualdades no transporte. A ampliação do sistema de transporte coletivo, com a criação de novos corredores exclusivos, linhas de ônibus expresso e integração multimodal, é fundamental para garantir que o crescimento urbano e a demanda por mobilidade sejam atendidos de maneira adequada e eficiente. A criação de alternativas de transporte coletivo que atendam às áreas periféricas e facilitem o acesso à circularidade urbana deve ser uma prioridade do planejamento.

A sobrecarregada infraestrutura viária e os conflitos entre diferentes tipos de tráfego, como o dos veículos pesados e dos veículos leves, são desafios cruciais para a gestão do transporte urbano nas imediações do PGV. A presença de caminhões no tráfego de ruas anteriormente dedicadas ao transporte leve pode gerar obstáculos para a fluidez do tráfego, criando áreas de grande congestionamento, especialmente em horários de maior demanda. Além disso, a coexistência de veículos pesados e leves nas mesmas vias pode aumentar o risco de acidentes e dificultar o acesso das populações a serviços essenciais, impactando diretamente a mobilidade de grupos mais vulneráveis, como aqueles que dependem do transporte coletivo ou de formas de transporte não motorizadas.

Além de expandir o sistema de transporte público, o planejamento urbano deve considerar a promoção da mobilidade ativa, incentivando o uso de meios de transporte sustentáveis, como bicicletas e caminhada. A construção de ciclovias e a ampliação de calçadas acessíveis são medidas importantes para reduzir a sobrecarga do sistema viário, ao mesmo tempo em que promovem benefícios à saúde pública e reduzem a poluição do ar. Incentivar a utilização de transportes não motorizados pode também diminuir o uso de veículos privados,

aliviando a pressão sobre as vias urbanas, especialmente nas áreas de maior concentração de tráfego.

Diante do cenário de intensificação do tráfego e dos desafios de mobilidade urbana no cruzamento das Ruas José Fonseca e Silva e Rua José Custódio Sobrinho, duas propostas principais foram elaboradas para melhorar a fluidez do trânsito e a qualidade de vida na região. A primeira proposta, de implementação mais rápida e de menor custo, consiste na alteração da configuração semafórica. A segunda, mais complexa e de maior impacto, envolve o aumento da capacidade das vias. Ambas as propostas têm como objetivo principal reduzir os congestionamentos, melhorar a segurança viária e promover uma mobilidade mais eficiente, mas cada uma apresenta desafios e benefícios específicos que devem ser cuidadosamente avaliados.

A alteração da configuração semafórica é uma solução viável e de rápida implementação, que pode trazer benefícios imediatos para a fluidez do tráfego. A instalação de semáforos inteligentes, que utilizam sensores e sistemas de controle em tempo real para ajustar o tempo de abertura e fechamento conforme o fluxo de veículos, pode otimizar significativamente a circulação no cruzamento. Esses sistemas são capazes de detectar variações no tráfego, como picos de movimento em horários específicos, e adaptar os ciclos semafóricos para reduzir filas e tempos de espera. Além disso, a sincronização dos semáforos ao longo das vias principais pode criar "ondas verdes", permitindo que os veículos fluam de forma contínua e reduzindo a necessidade de paradas frequentes. Essa medida não apenas melhora a eficiência do trânsito, mas também contribui para a redução da emissão de poluentes, uma vez que os veículos passam menos tempo em marcha lenta ou parados.

Outro benefício da alteração semafórica é o aumento da segurança para motoristas e pedestres. A implementação de semáforos inteligentes pode incluir a instalação de dispositivos de detecção de pedestres, que ajustam os tempos de cruzamento conforme a demanda, garantindo maior proteção para quem circula a pé. Além disso, a sinalização clara e bem sincronizada reduz a probabilidade de acidentes causados por conflitos entre veículos e pedestres. Essa solução é particularmente vantajosa por não exigir alterações significativas na infraestrutura física das vias, o que reduz custos e prazos de implementação. No entanto, é importante ressaltar que a eficácia dessa medida depende de um planejamento cuidadoso e de manutenção periódica dos equipamentos, garantindo que os sistemas continuem funcionando de forma adequada ao longo do tempo.

Por outro lado, a expansão da capacidade das vias, por meio do aumento do número de faixas ou da criação de vias adicionais, é uma proposta que, embora tecnicamente viável, enfrenta desafios significativos de implementação. A área do cruzamento já está consolidada com centros comerciais, residências e outras estruturas urbanas, o que torna a ampliação das vias uma tarefa complexa e onerosa. A desapropriação de imóveis e a realocação de atividades comerciais e residenciais seriam necessárias, gerando custos elevados e impactos sociais e econômicos para a comunidade local. Além disso, a presença de infraestrutura subterrânea, como redes de água, esgoto e energia, poderia complicar ainda mais a execução das obras, exigindo intervenções profundas e coordenadas com diversas concessionárias de serviços públicos.

Outro fator que limita a viabilidade dessa proposta é o impacto ambiental e urbano. A expansão das vias pode levar à redução de áreas verdes e à impermeabilização do solo, agravando problemas de drenagem e aumentando o risco de enchentes em períodos de chuva intensa. Além disso, a criação de vias adicionais pode induzir um aumento no número de veículos circulando na região, um fenômeno conhecido como "demanda induzida", que pode anular os benefícios esperados da ampliação. Portanto, embora essa solução possa, em teoria, aumentar a capacidade de tráfego, sua implementação não é considerada viável no curto ou médio prazo, dadas as limitações físicas, financeiras e ambientais.

Diante desses desafios, é fundamental adotar uma abordagem integrada que combine a alteração semafórica com outras medidas de mobilidade sustentável. A criação de corredores exclusivos para ônibus, por exemplo, pode melhorar a eficiência do transporte coletivo, reduzindo a dependência de veículos particulares. A promoção de modos de transporte não motorizados, como o uso de bicicletas e a caminhada, também deve ser incentivada por meio da construção de ciclovias seguras e da ampliação de calçadas acessíveis. Além disso, a adoção de políticas de tarifa social para o transporte público pode garantir que os grupos mais vulneráveis não sejam excluídos do processo de urbanização acelerada.

Em síntese, a alteração da configuração semafórica emerge como a proposta mais viável e de implementação imediata para melhorar a fluidez do trânsito no cruzamento estudado. Enquanto isso, o aumento da capacidade das vias, embora tecnicamente possível, enfrenta obstáculos práticos e financeiros que limitam sua aplicação. A combinação dessas propostas com outras medidas de mobilidade sustentável pode contribuir para a construção de um sistema de transporte mais eficiente, seguro e inclusivo, alinhado com as necessidades da população e com os desafios do crescimento urbano.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado sobre o impacto do Polo Gerador de Viagens (PGV) no uso e ocupação do solo em Uberlândia permitiu identificar e analisar as principais transformações geradas pela instalação desse polo na dinâmica urbana da cidade. A partir dos dados de tráfego, foi possível observar um aumento substancial no fluxo de veículos, especialmente carros e ônibus, nas áreas próximas ao PGV, refletindo uma maior demanda por infraestrutura viária e acessibilidade. Essa intensificação do tráfego, por sua vez, está diretamente associada à expansão de atividades comerciais e de serviços nas áreas circundantes, o que evidencia uma mudança clara no padrão de uso do solo, com a reconfiguração dessas zonas para atender a novas necessidades econômicas e logísticas.

O aumento do fluxo de veículos, especialmente em horários de pico, pode resultar em congestionamentos, afetando a fluidez do trânsito e a qualidade de vida dos cidadãos. Além disso, a sobrecarga nas vias e o impacto ambiental decorrente da poluição do ar e sonora são questões que devem ser tratadas com urgência no planejamento urbano. Para mitigar esses impactos, é essencial que a cidade de Uberlândia adote uma abordagem integrada e sustentável, que considere não apenas as questões de infraestrutura viária, mas também a promoção de alternativas de transporte coletivo, a expansão da mobilidade ativa e o incentivo ao uso de tecnologias mais limpas, como veículos elétricos.

O estudo também destaca a necessidade de um planejamento urbano mais inclusivo e equitativo, que leve em conta as desigualdades no acesso ao transporte público e à habitação. A expansão do PGV pode resultar em processos de gentrificação, com a valorização imobiliária e o deslocamento das populações de baixa renda para as periferias da cidade, exacerbando as desigualdades sociais. Por isso, o planejamento urbano deve ser orientado para garantir que todos os cidadãos, independentemente de sua classe social, tenham acesso às melhorias proporcionadas pelo desenvolvimento econômico e pela urbanização.

Em conclusão, o impacto do PGV em Uberlândia vai além de uma simples mudança no tráfego urbano e no uso do solo. Trata-se de um processo de transformação urbana complexo, que exige um planejamento sustentável, levando em consideração os desafios de mobilidade, as questões ambientais e as desigualdades sociais. A adoção de políticas públicas eficazes, a promoção da participação social e a integração entre diferentes formas de transporte serão fundamentais para garantir que o crescimento urbano impulsionado pelo PGV resulte em uma cidade mais acessível, inclusiva e sustentável para todos os seus habitantes.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de uma contagem volumétrica de veículos em todos os dias da semana, incluindo finais de semana e feriados, para obter uma análise mais abrangente do fluxo de tráfego e identificar padrões sazonais ou horários críticos. Além disso, a realização de entrevistas com usuários do sistema viário, como motoristas, pedestres e ciclistas, pode fornecer insights valiosos sobre as percepções e necessidades da comunidade em relação à mobilidade urbana. Paralelamente, entrevistas com profissionais da gestão urbana, como engenheiros de tráfego e planejadores urbanos, podem contribuir com perspectivas técnicas e estratégicas para o aprimoramento das políticas públicas e das intervenções na área. Essas abordagens complementares permitiriam uma compreensão mais profunda e multifacetada dos desafios e oportunidades relacionados ao trânsito e à mobilidade no entorno do PGV.

REFERÊNCIAS

ALVES, Lidiane Aparecida; RIBEIRO FILHO, Vitor. A (re) estruturação do espaço urbano de Uberlândia–MG: uma análise a partir dos processos de centralização e descentralização. *Observatorium: revista eletrônica de Geografia*, v. 1, n. 1, p. 170-184, 2009.

ALVES, Carlos Eduardo Ferreira; DO NASCIMENTO, Gustavo Oliveira; ANTUNES, Fernando Kleber Ribeiro. O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO NO BRASIL. In: *Anais do Unic-Congresso de Iniciação Científica-Unifev*. 2016.

ALVES, Eliseu et al. Êxodo e sua contribuição à urbanização de 1950 a 2010. *Revista de Política Agrícola*, v. 20, n. 2, p. 80-88, 2011.

ARAÚJO, Marley Rosana Melo de et al. Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida. *Psicologia & Sociedade*, v. 23, p. 574-582, 2011.

BOARETO, Renato. A política de mobilidade urbana e a construção de cidades sustentáveis. *Revista dos Transportes Públicos-ANTP-Ano*, v. 30, p. 31-2008, 2008.

BOARETO, Renato. Os desafios de uma Política de Mobilidade Urbana transformadora das cidades. *E-metropolis*, Rio de Janeiro, n. 44, p. 8-24, 2021.

BRASIL. Manual de Planejamento de Tráfego Urbano. Brasília: Ministério das Cidades, Manual de estudos de tráfego. Rio de Janeiro, 384 p. 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/723_manual_estudos_trafego.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2025.

CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. Uma visão da mobilidade urbana sustentável. *Revista dos transportes públicos*, v. 2, n. 99-106, p. 4, 2006.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de et al. A mobilidade urbana no Brasil. 2011. Disponível em:

<https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3494/1/Comunicados_n94_Mobilidade.pdf>. Acesso em: 20 março 2025.

CARVALHO BANDEIRA, Ângelica; KNEIB, Erika Cristine. 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.

DA LUZ, Islane Barbosa; CANTUÁRIA, Gustavo AC. O impacto das ilhas de calor na escala gregária de Brasília com ênfase nas fachadas espelhadas. Programa de Iniciação Científica-PIC/UnICEUB-Relatórios de Pesquisa, v. 3, n. 1, 2017.

DA SILVA, Marcos Roberto Alves et al. Zoneamento ambiental: Um estudo de caso do processo de uso e ocupação do solo no município de Uberlândia. Revista Geoaraguaia, v. 3, n. 2, p. 318-342, 2013.

DAMIANI, Amélia Luisa. A metrópole e a indústria: reflexões sobre uma urbanização crítica. Terra livre, n. 15, p. 21-38, 2000.

DE CARVALHO SANTOS, Denise Vaz; DE FREITAS, Ilce Marília Dantas Pinto. Medidas de mobilidade urbana sustentável (MMUS): propostas para o licenciamento de polos geradores de viagens. Transportes, v. 22, n. 2, p. 11-22, 2014.

DE FREITAS, Paulo Vitor Nascimento et al. Mobilidade urbana sustentável: problemas e soluções. Revista Científica ANAP S* auit, v. 8, n. 12, p. 01-17, 2015.

DE OLIVEIRA SILVA, Fander; FERREIRA, William Rodrigues. Planejamento e gestão do espaço urbano: estratégias aplicadas em logística. Espaço em Revista, v. 18, n. 2, 2016.

DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito. Manual de procedimentos para o tratamento de pólos geradores de tráfego. Brasília: DENATRAN/FGV. 2001.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Metodologia para Contagem de Tráfego em Rodovias. Brasília: DNIT, 2013.

FIORI, Chiara et al. The effect of electrified mobility on the relationship between traffic conditions and energy consumption. Transportation Research Part D: Transport and Environment, v. 67, p. 275-290, 2019.

G1, Globo. Censo do IBGE: Com crescimento de quase 20%, Uberlândia é a cidade com maior aumento populacional em MG. Uberlândia. 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/noticia/2023/06/28/censo-do-ibge-com-crescimento-de-quase-20percent-uberlandia-e-a-cidade-com-maior-aumento-populacional-em-mg.ghtml>>. Acesso em: 12 fev. 2024.

GEHL, Jan. Cidades para pessoas. São Paulo: Perspectiva, 2013. Disponível em: <https://www2.fag.edu.br/professores/solange/2021.1%20-%20URBANISMO%20LEG.%20URBANA%20EST.%20CIDADE/BIBLIOGRAFIA/4.4%20Livro_Cidade_para_pessoas_-_Jan_Gehl_text.pdf>. Acesso em: 20 março 2025.

GONÇALVES, Fabio dos Santos. Classificação dos pgvs e sua relação com as técnicas de análise de impactos viários. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de

Janeiro. Disponível em:

<https://www.pet.coppe.ufrj.br/images/documentos/dissertacoes/2012/Dissertacao_FabiadosSantosGoncalves.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2024.R

GRIGOLON, Anna Beatriz e SILVA, Antônio Néelson Rodrigues da. Impactos dos padrões de ocupação do solo no entorno de pólos geradores de viagens. 2006, Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Rio de Janeiro: ANPET, 2006.

KNEIB, Erika Cristine. Caracterização de empreendimentos geradores de viagens: contribuição conceitual à análise de seus impactos no uso, ocupação e valorização do solo urbano. Brasília DF, 2004.

KNEIB, Erika Cristine; DA SILVA, Paulo Cesar Marques; DA SILVA PORTUGAL, Licínio. Impactos decorrentes da implantação de pólos geradores de viagens na estrutura espacial das cidades. Transportes, v. 18, n. 1, 2010.

LACERDA, Norma et al. Planos diretores municipais: aspectos legais e conceituais. Revista brasileira de estudos urbanos e regionais, v. 7, n. 1, p. 55-55, 2005.

LANNA, Ana Lúcia Duarte. A transformação urbana: Santos 1870-1920. Revista Usp, n. 41, p. 98-111, 1999.

LECHAT, Noëlle Marie Paule. As raízes históricas da economia solidária e seu aparecimento no Brasil. Economia Solidária Volume, v. 4, 2002.

LITMAN, Todd. Evaluating transportation equity. Victoria, BC, Canada: Victoria Transport Policy Institute, 2017.

LOPES, Simone Becker. Uma ferramenta para planejamento da mobilidade sustentável com base em modelo de uso do solo e de transportes. São Carlos: Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos, 2010.

MANCINI, Marcelo Tadeu; DA SILVA, Antônio Néelson Rodrigues. Padrões de geração de viagens e mobilidade urbana sustentável. Transportes, v. 18, n. 1, 2010.

MENESES, Hamifrancey Brito; LEANDRO, Carlos Henrique Pires; LOUREIRO, Carlos Felipe Grangeiro. Indicadores de Desempenho para Sistemas Centralizados de Controle do Tráfego Urbano em Tempo Real. In: Anais do XVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. 2003.

NAKANO, Anderson Kazuo; GUASTELLA, Sully Alonso. A forma urbana a partir de planos diretores e leis de zoneamento do município de São Paulo. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 6, n. 3, p. 142-154, 2015.

NEWMAN, P.; KENWORTHY, J. Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence. Washington, DC: Island Press, 1999.

OLIVEIRA, Angélica Meireles de. Um índice para o planejamento de mobilidade com foco em grandes Polos Geradores de Viagens: desenvolvimento e aplicação em um campus universitário. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

- ORTÚZAR, Juan De Dios; WILLUMSEN, Luis G. Modelling transport. John Wiley & Sons, 2024.
- PAIXÃO, Luiz Andrés; ABRAMO, Pedro. Os vetores de expansão da atividade imobiliária em Belo Horizonte: 1994-2003. *Nova Economia*, v. 18, p. 229-263, 2008.
- PINSKY, Jaime. As primeiras civilizações. Editora Contexto, 2005.
- PINTO, Guilherme et al. Mobilidade urbana e transporte não motorizado: apontamentos e reflexões com base nas pesquisas Origem e Destino de 2002 e 2012. In: 20º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. Santos, SP. 2015.
- PORTUGAL, L. da S.; GOLDNER, L. G. Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e seus Impactos nos Sistemas Viário e de Transportes, 1ª. Edição, São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2003.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. Plano Diretor de Uberlândia. 2017. Disponível em: <<https://docs.uberlandia.mg.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/Encontre-aqui-a-revis%C3%A3o-do-Plano-Diretor-2017.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- QUINTERO, P. Angela; DIAZ, G. Mary; MORENO, Emilio G. Trip generation by transportation mode of private school, semi-private and public. Case study in Merida-Venezuela. *Transportation Research Procedia*, v. 18, p. 73-79, 2016.
- REDEPGV. Rede Ibero-Americana de Estudos de Pólos Geradores de Viagens. Relatório da 1ª Reunião de Trabalho. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2005.
- ROCHA, Jorge et al. Classificação de uso do solo urbano através da análise linear de mistura espectral com imagens de satélite. *Finisterra*, v. 42, n. 83, 2007.
- RUBIM, Barbara; LEITÃO, Sérgio. O plano de mobilidade urbana e o futuro das cidades. *Estudos avançados*, v. 27, p. 55-66, 2013.
- SETTI, J. R.; OLIVEIRA, J. A.; KOBAYASHI, M. H. Planejamento de Transporte e Mobilidade Urbana. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.
- SILVA, Geovany; ROMERO, Marta. Sustentabilidade urbana aplicada: Análise dos processos de dispersão, densidade e uso e ocupação do solo para a cidade de Cuiabá, Estado de Mato Grosso, Brasil. *EURE (Santiago)*, v. 41, n. 122, p. 209-237, 2015.
- SILVA, A.; COSTA, B. Impactos da verticalização no bairro Jardim Patrícia. *Revista de Urbanismo*, 2020.
- SILVA, Leandro Oliveira. O comércio atacadista e a estruturação da periferia urbana de Uberlândia (MG). 2016. 161 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2016.453>
- TEODÓZIO, Delcimar Marques. Do sertão à cidade: planejamento urbano em São José do Rio Preto dos anos 50 aos anos 2000. 2008. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). São Carlos: EESC/USP.

TERÁN, José Ángel. Mobilidade urbana. São Paulo: Scortecci, 2013.

TUCCI, Carlos EM. Água no meio urbano. Águas Doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação, v. 2, p. 475-508, 1997.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas. Annablume, 2001.

VESENTINI, José William; PORTELLA, F. Êxodo Rural e Urbanização. São Paulo: Ática, s/d, 2005.

WILHEIM, Jorge. Mobilidade urbana: um desafio paulistano. Estudos avançados, v. 27, p. 7-26, 2013.

APÊNDICE I

Figura 9 – Ocupação do solo referente ao ano de 2016.



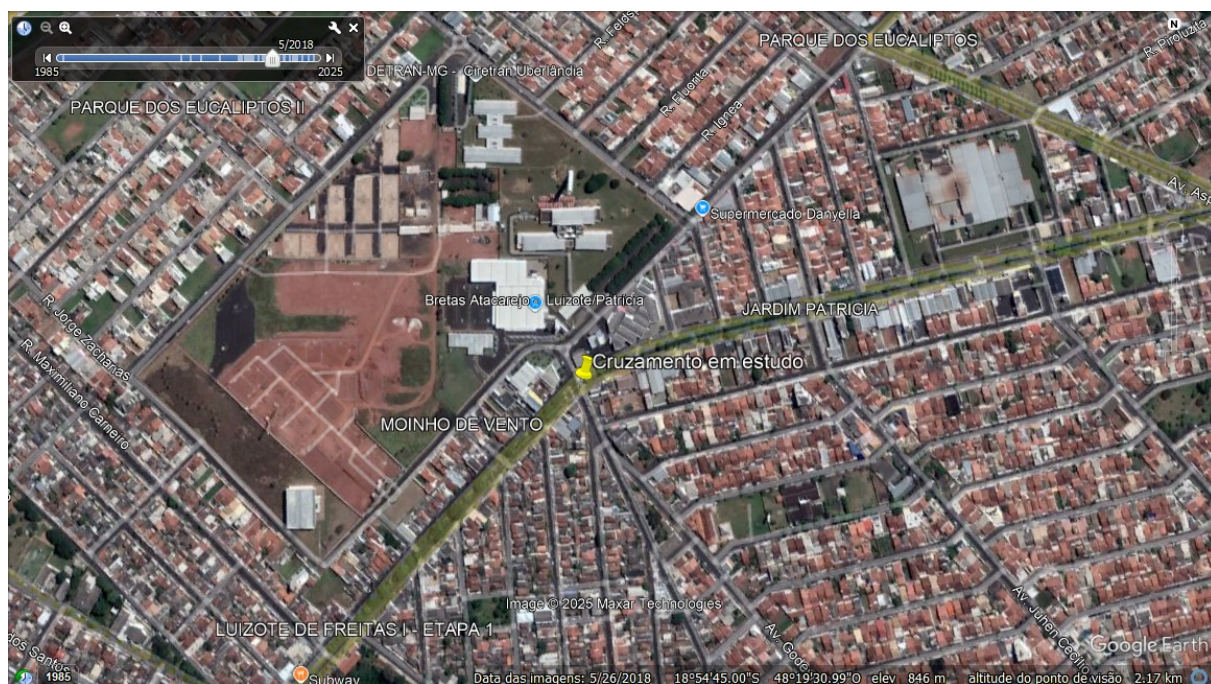
Fonte: Google Earth (2025).

Figura 10 – Ocupação do solo referente ao ano de 2017.



Fonte: Google Earth (2025).

Figura 11 – Ocupação do solo referente ao ano de 2018.



Fonte: Google Earth (2025).

Figura 12 – Ocupação do solo referente ao ano de 2019.



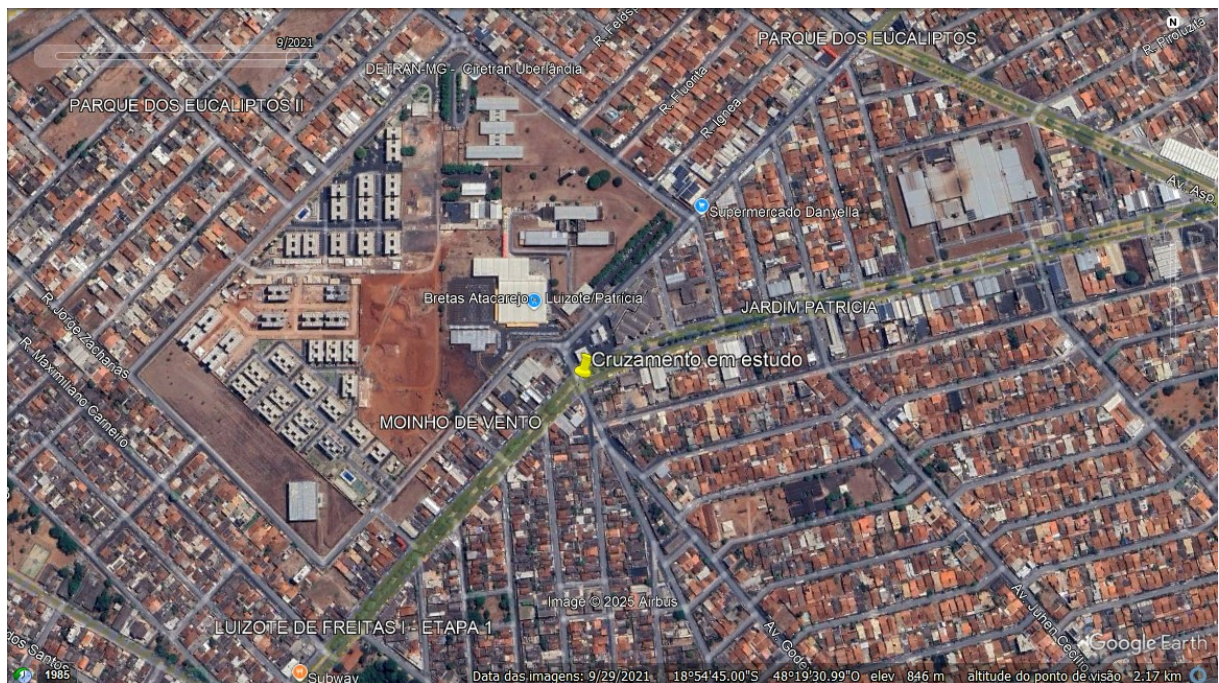
Fonte: Google Earth (2025).

Figura 13 – Ocupação do solo referente ao ano de 2020.



Fonte: Google Earth (2025).

Figura 14 – Ocupação do solo referente ao ano de 2021.



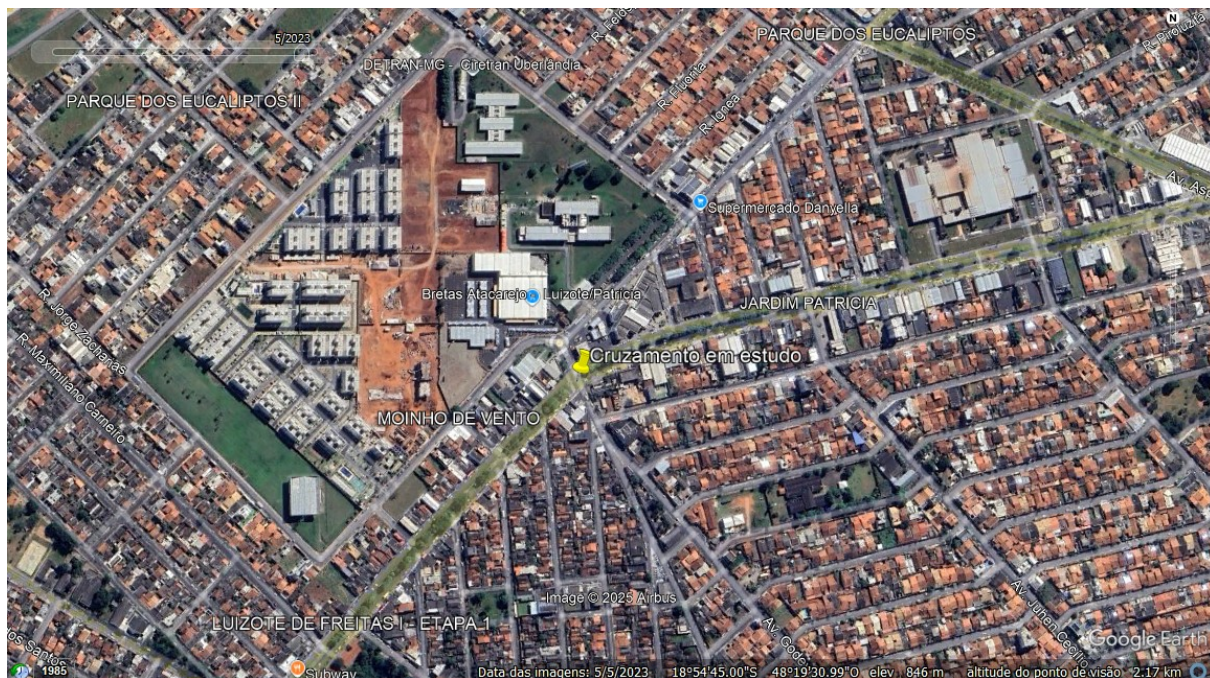
Fonte: Google Earth (2025).

Figura 15 – Ocupação do solo referente ao ano de 2022.



Fonte: Google Earth (2025).

Figura 16 – Ocupação do solo referente ao ano de 2023.



Fonte: Google Earth (2025).

Figura 17 – Ocupação do solo referente ao ano de 2024.



Fonte: Google Earth (2025).