



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



GUSTAVO CONEGUNDES PEREIRA

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL BASEADA NA  
LOCALIZAÇÃO DAS ESCOLAS DE NÍVEL MÉDIO NA CIDADE DE UBERLÂNDIA –  
MG

Uberlândia

2022

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

GUSTAVO CONEGUNDES PEREIRA

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL BASEADA NA  
LOCALIZAÇÃO DAS ESCOLAS DE NÍVEL MÉDIO NA CIDADE DE UBERLÂNDIA –  
MG

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Engenharia Civil da Universidade  
Federal de Uberlândia como requisito parcial  
para obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dra. Luciany Oliveira  
Seabra.

Uberlândia

2022

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por todas as pessoas que conheci, pelo conhecimento adquirido, e por estar vencendo mais uma etapa em minha vida.

Agradeço aos meus pais, Cleide e Geraldo, ao meu irmão Guilherme e a minha família por todo o apoio em tudo que sempre quis realizar, em todos os sonhos e desafios que tive e pelos ensinamentos e exemplos que tomei e seguirei como base em minha vida pessoal e profissional.

À minha orientadora Dra. Luciany Oliveira Seabra, pela paciência e excelência ao longo da execução deste trabalho, e por ter disponibilizado seu tempo e conhecimento.

Agradeço também aos meus amigos, pela compreensão e companheirismo em todas as fases difíceis e engraçadas que vivemos, me possibilitando continuar e entender que todo esforço valeria a pena.

Aos meus colegas de turma, que tornaram toda essa trajetória memorável ao qual levarei suas amizades por toda a vida.

À Universidade Federal de Uberlândia, à Faculdade de Engenharia Civil, ao PET Engenharia Civil e a todos os professores, pelos ensinamentos, apoio e carinho que sempre recebi.

## RESUMO

A pesquisa objetivou realizar a análise da acessibilidade urbana sustentável às escolas públicas de ensino médio da cidade de Uberlândia- MG. Para isso, considerou-se a acessibilidade urbana sustentável como uma variável diretamente relacionada à distância a ser percorrida pelo aluno até a escola mais próxima nos deslocamentos à pé ou de bicicleta. Foram utilizados dados do Censo de 2010, assim como os *softwares* Google Earth e QGIS 3.16.16. Com base nesses dados foram gerados mapas com a população na faixa etária do ensino médio, assim como mapas com raios de abrangência de acessibilidade dessa população às escolas públicas mais próximas com foco nos modos não motorizados. Verificou-se que para melhorar o atendimento aos usuários de modo sustentáveis à pé há a necessidade da implantação de três novas escolas localizadas em áreas periféricas da cidade.

**Palavras-chave:** Acessibilidade urbana sustentável; SIG; Análise socioespacial; Equipamentos públicos de ensino médio.

## ABSTRACT

The research aimed to carry out the analysis of sustainable urban accessibility to public high schools in the city of Uberlândia-MG. For this, sustainable urban accessibility was considered as a variable directly related to the distance to be covered by the student to the nearest school on foot or by bicycle. Data from the 2010 Census were used, as well as Google Earth and QGIS 3.16.16 *software*. Based on these data, maps were generated with the population in the high school age group, as well as maps with radius of accessibility of this population to the nearest public schools with a focus on non-motorized modes. It was found that to improve service to users in a sustainable way on foot there is a need to implement three new schools located in peripheral areas of the city.

**Keywords:** Sustainable urban accessibility; SIG; Socio-spatial analysis; Public high school equipment.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	7
1.1	Objetivo .....	9
1.2	Justificativa .....	9
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1	Sustentabilidade .....	10
2.2	Mobilidade urbana sustentável .....	12
2.3	Acessibilidade urbana .....	13
2.3.1	Medidas de acessibilidade .....	15
2.3.2	O uso do SIG como ferramenta de gestão pública e análise de acessibilidade .....	19
3	MATERIAS E METODOLOGIA .....	22
3.1	Caracterização da área de estudo .....	22
3.2	Metodologia .....	26
3.2.1	Coleta de dados censitários e criação do mapa demográfico com os dados.....	27
3.2.2	Identificação dos equipamentos públicos de educação.....	28
3.2.3	Criação dos raios de abrangência desses equipamentos .....	28
3.2.4	Produtos gerados – mapas temáticos .....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	29
4.1	Criação do mapa de demográfico com dados do IBGE.....	29
4.2	Identificação dos equipamentos públicos de educação.....	33
4.3	Produtos gerados – mapas temáticos .....	35
4.3.1	Níveis de acessibilidade urbana para o modo à pé .....	35
4.3.2	Níveis de acessibilidade urbana para o modo de bicicleta.....	37
5	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAS .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização é um fenômeno que abrange grande parte do território brasileiro, podendo-se afirmar que o Brasil é um país predominantemente urbano desde a década de 1970 (GOBBI, 2015). Embora esse fenômeno tenha sido acompanhado por uma melhora significativa em índices econômicos e sociais, esses índices estatísticos muitas vezes mascaram realidades da escala local, nas quais a população está sujeita a diversos problemas socioeconômicos e ambientais, não percebidos em uma macroescala de análise (VERRAN, 2004). Tais problemas estão relacionados ao tamanho da cidade e população, dependem da extensão urbana, da existência ou não de infraestrutura de transportes que implicam nas condições de deslocamentos.

Diante disso, a duração, o percurso e a complexidade dos deslocamentos diário que as pessoas devem realizar nas cidades, em geral de médio a grande porte, nas áreas metropolitanas está aumentando. Muito tempo é gasto em carros ou transportes públicos, seja porque as distâncias são muito longas ou devido ao trânsito congestionado. Os custos aumentam na mesma proporção da necessidade ou das melhorias de infraestrutura. Além disso, as dificuldades de planejamento e gestão pública nas esferas municipal e estadual acentuam cada vez mais a exclusão e acesso a equipamentos públicos de ensino médio (JUNQUEIRA FILHO, 2002; BRASIL, 2004).

O planejamento urbano transformou-se em tarefa extremamente complexa, por causa do crescimento exagerado das metrópoles e da sofisticação da vida moderna, baseada num número crescente de demandas e diversificação da produção, do trabalho e do consumo, sem que houvesse investimentos correspondentes na rede de mobilidade urbana (CARVALHO, 2016). Esse problema se intensificou com o advento da pandemia no qual uma parcela dos habitantes das cidades brasileiras está sendo privada do acesso aos serviços de transporte coletivo, seja pelo valor das passagens, pela redução da frota presente ou até mesmo por questões sanitárias na qual a população prefere não se expor ao usar o transporte coletivo (SUMMIT, 2021). Assim, para uma parcela da população os modos de transportes foram substituídos por deslocamentos a pé ou de bicicleta. Esta privação colabora para a redução de oportunidades, pois impossibilita essas pessoas de realizar atividades e acessar serviços essenciais nas cidades como escolas, clínicas, entretenimento, trabalho etc..

Nesse sentido, a mobilidade urbana sustentável é de suma importância para as cidades, visto que esta tem uma relação direta, não apenas com o bem-estar da população através da redução dos impactos ambientais, como também o acesso de forma sustentável aos locais de uso e serviço da cidade. Inclusive, deve-se reconhecer que com a aceleração do processo de urbanização no mundo e, em especial, nos países em desenvolvimento, a separação da população no espaço é um fato que requer maior atenção principalmente por parte dos planejadores e das políticas públicas (CUNHA, 2010).

Dessa forma, como identificar uma medida de acessibilidade às escolas de ensino médio da cidade de Uberlândia visando a mobilidade urbana sustentável? Nas escolas brasileiras com ensino médio a idade recomendada é de 15 a 17 anos (BRASIL, 2001a). Essa faixa etária permite uma independência maior para o deslocamento desacompanhado até às escolas, a espacialização das possibilidades de deslocamentos a pé ou de bicicleta podem promover a acessibilidade bem como a sustentabilidade da mobilidade.

Nas últimas décadas, os avanços na área das geotecnologias popularizaram o uso de informações espaciais. A crescente oferta de dados públicos, de *softwares* gratuitos e de *hardwares* com maior capacidade de processamento, a preços mais baixos, dissemina entre usuários finais ferramentas e técnicas anteriormente restritas a determinados circuitos técnicos e científicos (D'ANTONA, DAGNINO, BUENO, 2010). De acordo com Torres (2005), os SIG modernos oferecem algumas alternativas técnicas para contornar esse tipo de problema, tais como o algoritmo de Voronoy (que estima a área de influência a partir da distância relativas dos diversos equipamentos de uma dada rede), e as técnicas de overlay (onde, por exemplo, dados do setor censitário são atribuídos ao raio de influência, na proporção em que a área do setor coincide com a superfície do raio de influência).

Logo, a espacialização de dados populacionais em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) pode permitir uma análise em função da localização espacial e variáveis sociodemográficas que se apresentam como suporte à tomada de decisões. Para a presente pesquisa, o tipo de serviço público escolhido para se realizar a análise socioespacial foi o de educação do nível de ensino médio. Segundo Brau, Merce e Tarrago (1980), acessibilidade é uma variável que decresce com o tempo de deslocamento, estando diretamente relacionada à distância a ser percorrida. Dessa forma, realizou-se uma análise do grau de acessibilidade espacial à rede escolar de ensino nível médio do município de Uberlândia. Para isso, foram utilizados dados demográficos do Censo

de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), assim como ferramentas SIG.

## 1.1 Objetivo

O objetivo geral do trabalho é realizar uma análise socioespacial sobre o nível de acessibilidade por modos de transportes sustentáveis à pé e de bicicleta às escolas de nível médio de Uberlândia MG.

São objetivos específicos:

- Analisar, por meio de dados censitários, indicadores demográficos que permitam uma leitura da realidade de Uberlândia;
- Realizar o mapeamento da distribuição da população em faixa etária estudantil de nível de ensino médio das escolas públicas da cidade de Uberlândia;
- Realizar o mapeamento socioespacial, através de *softwares* SIG, das escolas de nível médio na região de estudo, levando-se em consideração o conceito de acessibilidade urbana e mobilidade urbana sustentável;
- Analisar as distâncias de deslocamentos à pé e de bicicleta na área de abrangência das escolas de nível médio da área de estudo;
- Identificar áreas para a implementação de escolas públicas de ensino médio;

## 1.2 Justificativa

Não é raro encontrar notícias divulgadas através da mídia que retratem as dificuldades vivenciadas por estudantes em muitas localidades do país no âmbito dos deslocamentos casa-escola. Em certas vezes, estas notícias também apontam problemas como a falta de transporte público coletivo, trajetos grandes enfrentados pelos estudantes, entre outras. (CORONA, 2019; G1 PR, 2019; SÃO ROQUE NOTÍCIAS, 2022).

De acordo com Lima et al. (2018), não existem muitos trabalhos realizados no Brasil que investiguem os impactos que os deslocamentos casa-escola podem gerar, isso se deve segundo o autor a falta de dados para a realização de uma análise, bem como, ele ressalta que a maior parte das pesquisas são feitas sobre o deslocamento casa-trabalho com o foco na questão econômica.

Além disso, de acordo com Verran (2014), no Brasil há pouca discussão a respeito do planejamento de redes escolares, fato que revela uma clara negligência do poder público em relação a esse tipo de estudo, o que acarreta em grande entrave para a execução das metas de acesso do atendimento escolar. O autor pressupõe que essa situação se deve, em parte, à falta de preparo técnico dos recursos humanos lotados nos órgãos públicos educacionais, nas diferentes escalas do poder, para manipular informações e gerar dados mais precisos, necessários à análise socioespacial que esse tipo de planejamento exige.

Dessa forma, o conhecimento técnico que a análise espacial permite através do uso do SIG assume fundamental importância, pois possibilita a identificação de áreas da cidade onde existe a carência de serviços básicos, como a educação. Assim, este trabalho tem o foco na análise espacial da rede escolar de Uberlândia por meio da utilização de ferramentas SIG. O desenvolvimento deste estudo pode representar subsídios metodológicos para o planejamento de redes escolares, uma contribuição acadêmica para uma área tão pouco explorada no Brasil.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Sustentabilidade**

A sustentabilidade surge do conceito de desenvolvimento sustentável e introduz a definição clássica de desenvolvimento sustentável “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades” (WCED, 1987). Existem mais de 160 definições que abordam os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. A diferença nas definições decorre das distintas abordagens que o conceito apresenta (UITP, 2005).

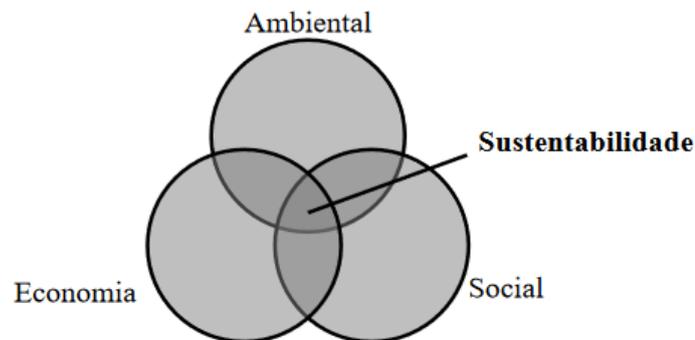
Dentre essas diversas definições, essa pesquisa leva em conta a gama de aspectos e dimensões da definição de sustentabilidade por Zorraquino (2013) o qual apresenta uma abordagem setorial aos eixos de estudo e aplicação da sustentabilidade:

- O primeiro eixo é relativo à qualidade de vida em termos de saúde, conforto e bem-estar social da população, um eixo de referência sem o qual não se poderia falar em sustentabilidade social;
- O segundo eixo faz referência à necessidade de que toda estratégia no âmbito urbano deve ser encaminhada decididamente à poupança de recursos energéticos e materiais e à redução dos impactos na forma de emissões indesejadas;

- O terceiro eixo faz referência à necessidade de que todas as estratégias se integrem dentro dos contextos existentes, contribuindo para a preservação, regeneração, reabilitação e melhoria dos valores culturais, paisagísticos e patrimoniais, apelando para a eliminação e a substituição, quando existe deterioração manifesta ou inviabilidade de outras soluções alternativas.

Segundo Souza (2016a), o ponto em comum entre as muitas definições de sustentabilidade é a busca de um crescimento econômico mais equilibrado, com equidade social e a proteção ambiental, o que engloba os termos do tripé da sustentabilidade (Figura 1), oriundo do inglês Triple Bottom Line, ou simplesmente TBL, ou 3BL, proposto por Elkington (1994).

Figura 1 – Tripé da sustentabilidade: econômico, social e ambiental



Fonte: Adaptado de UITP (2005)

Esses três critérios gerais abordados por Elkington (1994) estão de acordo com os eixos propostos por Zorraquino (2013) apresentados anteriormente e podem ser definidos segundo o autor como:

- Sustentabilidade ambiental: manter a biocapacidade do território e minimizar o impacto sobre o meio ambiente e a paisagem global e local das atividades que se desenvolvem nele, favorecendo as que contribuem para a restauração dos ciclos naturais;
- Sustentabilidade sociocultural: incrementar a qualidade de vida em termos de saúde, de conforto e de bem-estar e coesão social;
- Sustentabilidade econômica: maximizar social e ambientalmente os recursos econômicos gerenciados pelas administrações públicas e fomentar o desenvolvimento econômico associado aos recursos humanos, energéticos e materiais locais.

Na área de transportes, diversos autores atuam na discussão teórica e propõem definições semelhantes. Adaptada à definição padrão, a sustentabilidade em transportes consiste em atender as necessidades de acessibilidade e mobilidade atuais e futuras com reflexos positivos nas dimensões ambiental, econômica e social (SEABRA, 2013).

## **2.2 Mobilidade urbana sustentável**

A Política Nacional de Mobilidade Urbana instituída pela Lei nº. 12.587, de 03 de janeiro de 2012, define em seu Art. 4º. que a mobilidade urbana é um atributo da cidade, correspondendo à “condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano”.

Dos eixos de sustentabilidade, de acordo com Campos (2006), o conceito de mobilidade urbana está integrado aos princípios da sustentabilidade e sua relação com os sistemas de transporte e uso do solo. Pode-se considerar que a mobilidade dentro da visão da sustentabilidade pode ser alcançada sob dois enfoques: um relacionado com a adequação da oferta de transporte ao contexto socioeconômico e outro relacionado com a qualidade ambiental (CAMPOS, 2006). No primeiro, se enquadram medidas que associam o transporte ao desenvolvimento urbano e a equidade social em relação aos deslocamentos; no segundo, se enquadram a tecnologia e o modo de transporte a ser utilizado.

No Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2007, a) a definição faz referência a Lei abordada inicialmente, e neste plano, o transporte urbano sustentável deve ser visto como resultado de uma série de políticas de transporte e circulação que visam proporcionar acesso amplo e democrático aos espaços urbanos, priorizando modos de transporte coletivos e não motorizados em um ambiente eficiente, socialmente inclusivo e ecológico.

De acordo com Alves e Junior (2009), essa abordagem tem como foco a circulação de indivíduos e não de veículos, sendo importante ressaltar que o impacto das políticas urbanas que favorecem o uso do automóvel pode agravar não apenas os problemas ambientais, mas também são responsáveis por certos resultados indiretos, que de acordo com os autores podem servir como exemplos os casos dos acidentes de trânsito, os congestionamentos, e a má qualidade nos demais tipos de modais de transportes, como é o caso da caminhada e do ciclismo, pois de acordo com eles, a descentralização das atividades urbanas, a migração populacional (mais frequente e prolongada) e as políticas e ações públicas em prol do uso do automóvel levam a um processo de deterioração das condições de operação do transporte público e de redução da

segurança a pé ou de bicicleta, o que é mais comum e forma mais sustentável para a população de baixa renda da periferia da cidade.

Nesse contexto, são introduzidos novos conceitos relacionados ao transporte urbano, entre eles: transporte urbano extensivo e democrático, acesso universal ao transporte público, acessibilidade universal e predileção do deslocamento de pedestres e ciclistas, em oposição ao interesse dos demais modais motorizados (BRASIL, 2007b).

Assim, no âmbito federal, a lei supracitada, conhecida como “Estatuto da Mobilidade”, cujo objetivo é de “contribuir para um acesso universal à cidade” é pautada pela construção de consensos entre os atores envolvidos (Estado, empresários e usuários) e projetos que proporcionem acesso amplo e democrático aos espaços sociais, priorizando os modais de transporte não motorizados e coletivos, sendo assim socialmente inclusivo e sustentável.

Ainda de acordo com Alves e Junior (2009), não se trata de remover barreiras para grupos específicos, mas de incorporar especificidades de grupos no design da cidade e do produto. Em um sentido mais amplo, a acessibilidade é entendida como o acesso igualitário às oportunidades que a vida oferece: estudo, trabalho, lazer, bem-estar social e econômico, enfim, o alcance de metas que são, na verdade, direitos universais. Neste sentido, a abordagem deste trabalho tem foco nos deslocamentos à pé e por bicicleta, a análise não abrange o transporte público coletivo.

### **2.3 Acessibilidade urbana**

A Lei nº. 12.587, de 03/01/2012, em seu Art. 4º, considera acessibilidade como “facilidade disponibilizada às pessoas que possibilite a todos autonomia nos deslocamentos desejados, respeitando-se a legislação em vigor.”

Acessibilidade é definido como a facilidade com que serviços e atividades podem ser alcançados (HANSEN, 1959; PÁEZ *et al.*, 2012), ou ainda, capacidade das pessoas de alcançarem e se engajarem nas atividades normais daquela sociedade (SOCIAL EXCLUSION UNIT, 2003). Neste trabalho, o conceito trabalhado será o de Burns e Golob (1976), o qual a acessibilidade é definida como uma medida que indica a facilidade com que qualquer atividade de uso do solo pode ser realizada, a partir de um local, utilizando um sistema de transporte em particular.

Conforme Silva e Kawamoto (2020), essa definição destaca o importante papel que o sistema de transporte desempenha nos indivíduos e suas decisões sobre o deslocamento para um certo local. Essa noção de acessibilidade reflete essa visão, considerando que é importante para os usuários que esses sistemas permitam o acesso a oportunidades dispersas no espaço e no tempo (STRATEMEIER, 2008).

Além disso, de acordo com Silva e Kawamoto (2020), a acessibilidade pode ser utilizada como uma ferramenta de delineamento de políticas públicas, na medida em que é revelado seu potencial para contribuir com a resolução de alguns dos problemas de planejamento de transportes urbanos, auxiliando no alcance da funcionalidade esperada.

Como também, de acordo com Farrington (2007), o conceito de acessibilidade reconhece o papel significativo que os transportes desempenham, e continuarão a desempenhar, em satisfazer as necessidades das pessoas de alcançar e participar das atividades, serviços e oportunidades, mas também entende-se que o acesso é função de outros componentes, como uso do solo, temporal e individual, e envolve diversos setores, como saúde, educação, social etc. (SOCIAL EXCLUSION UNIT, 2003). Nesta pesquisa o foco refere-se a acessibilidade aos equipamentos públicos de ensino médio.

Keserú (2013) em um estudo realizado em Budapeste, afirma que a disponibilidade de instituições de ensino e vagas oferecidas acontece de forma desigual em relação à demanda de alunos existente em determinadas localidades. Segundo o autor, esse descolamento entre a casa e o local de estudo pode se dar por opção própria do aluno ou seus responsáveis, isso acontece na busca da excelência do ensino. Nesses casos, os alunos (ou seus responsáveis) procuram por instituições com certa tradição na qualidade do ensino e com bons resultados em sistemas avaliativos.

Pereira (2006) analisou que entre estudantes da rede pública do ensino médio do Distrito Federal cerca de 57% dos alunos de Brasília possuem uma escola perto de casa, mas escolheram por estudar em outra localidade e que 15% dos alunos não tinham escola pública de ensino médio perto de casa, logo, buscavam escolas fora da sua área.

Esses são alguns motivos que podem explicar a motivação dos deslocamentos diários de escolares, trazendo consequências nos campos financeiro (valor do transporte), ambiental

(poluição do ar) e social (supõe que o grande trajeto inviabilizam que o aluno vá a escola a pé ou de bicicleta), logo afetando negativamente o tripé da sustentabilidade.

De acordo com Preston e Rajé (2007) para se evitar a falta de acessibilidade é necessário garantir um nível mínimo de acessibilidade para o indivíduo participar na sociedade de forma adequada. Portanto, para promoção da inclusão social sugere-se avaliar não só as condições de acessibilidade, mas também mensurá-las.

### **2.3.1 Medidas de acessibilidade**

Os estudos sobre as medidas de acessibilidade podem contribuir para mensurar a falta de acesso universal aos serviços públicos. Pesquisadores como Geurs e Van Wee (2004) e Silva e Kawamoto (2020) vem aprimorando conceitos, definições e relatam os avanços na área acerca desse tema e suas implicações para futuros estudos.

Sobre os componentes básicos da acessibilidade, Geurs e van Wee (2004) dividem em quatro distintos:

- Uso do solo que descreve a densidade, diversidade e distribuição espacial das atividades e das infraestruturas de transportes;
- Transporte que descreve o sistema de transporte, expresso como a desutilidade experimentada por um indivíduo ao cobrir a distância entre uma origem e um destino. Este componente inclui características da viagem (tempo de espera e estacionamento), custos fixos e variáveis e variáveis relacionadas ao conforto (como confiabilidade e risco de acidentes).
- Tempo que reflete as restrições temporais, ou seja, a disponibilidade de oportunidades em diferentes momentos do dia para os indivíduos participarem de atividades como trabalho, estudo e lazer.
- Indivíduo que reflete as necessidades de cada pessoa (que depende da idade, renda, nível de escolaridade, e situação do domicílio), habilidades (que depende da condição física, qualificação, capacidade de dirigir e disponibilidade de modos de viagem) e oportunidades (que depende da renda e orçamento de viagem).

Silva e Kawamoto (2020) classificam as medidas em cinco grupos sendo eles: infraestrutura, localização, entropia, espaço-tempo e utilidade. Os quais são abordados no Quadro 1:

Quadro 1 – Definição dos grupos de medidas de acessibilidade

<b>Grupos de medidas de acessibilidade</b>	<b>Definição</b>
<b>Infraestrutura</b>	Diz respeito às medidas que expressam a acessibilidade como o desempenho ou serviço prestado pela infraestrutura de transporte. Vários indicadores são usados para descrever o funcionamento do sistema de transportes, tais como tempo de viagem, congestionamento e velocidade de operação da rede rodoviária, número de assentos disponíveis em sistemas de trânsito e número de linhas de trânsito por área.
<b>Localização</b>	Descrevem a separação espacial entre os locais de abastecimento e os locais de demanda. A depender da forma como a separação espacial e as atividades são consideradas, essas medidas são diferenciadas em três tipos: medida de separação espacial, medida de linhas de contorno e medida potencial.
<b>Entropia</b>	Baseiam-se no fator de equilíbrio do modelo gravitacional de restrição (única ou dupla).
<b>Espaço-tempo</b>	Referem-se às restrições físicas e temporais no comportamento do indivíduo. O pressuposto subjacente a essa abordagem é o prisma espaço-tempo, ou seja, o conjunto de locais no espaço-tempo que são acessíveis a um indivíduo, considerando as localizações e as durações das atividades fixas (obrigatórias), um orçamento de tempo para a participação em atividades flexíveis (discricionárias) e a velocidade de deslocamento permitido pelo sistema de transporte (HÄGERSTRAND, 1970).
<b>Utilidade</b>	Baseiam-se na teoria da utilidade aleatória, que considera a medida como o resultado de uma operação em um conjunto de alternativas de viagens (destino ou modo de destino), em que o indivíduo maximiza sua escolha (BEN-AKIVA; LERMAN, 1979). Nesse aspecto, a acessibilidade está diretamente relacionada aos processos de tomada de decisão do indivíduo sobre a viagem e representa o valor esperado de um conjunto de alternativas de viagens (DONG <i>et al.</i> , 2006).

Fonte: Adaptado de Silva e Kawamoto (2020)

Além disso, uma visão geral dos componentes apresentados por Geurs e Van Wee (2004) para cada grupo de medidas de acessibilidade propostos por Silva e Kawamoto (2020) está apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 – Relação entre grupos de medidas de acessibilidade e componentes da acessibilidade

Grupos de medidas de acessibilidade	Componentes da Acessibilidade			
	Uso do Solo	Sistema de Transporte	Componente Temporal	Componente Individual
<b>Infraestrutura</b>	–	Velocidade da viagem Horas perdidas no congestionamento	Período de pico Período de 24horas	–
<b>Localização</b>	Padrões de distribuição de demanda e abastecimento	Distância Tempo de viagem Custo generalizado entre as localidades das atividades	Tempo de viagem pode ser sensível aos períodos de pico	–
<b>Entropia</b>	Padrões de distribuição de demanda e abastecimento	Distância Tempo de viagem Custo generalizado entre as localidades das atividades	Tempo de viagem pode ser sensível aos períodos de pico	–
<b>Espaço-tempo</b>	Padrões de distribuição de demanda e abastecimento	Distância Tempo de viagem Custo generalizado entre as localidades das atividades	Restrições temporais das atividades e tempo disponível para as atividades	Nível individual de análise
<b>Utilidade</b>	Padrões de distribuição de demanda e abastecimento	Distância Tempo de viagem Custo generalizado entre as localidades das atividades	Tempo de viagem pode ser sensível aos períodos de pico (tempos de viagem individuais)	Nível individual de análise

Fonte: Adaptado de Silva e Kawamoto (2020)

Silva e Kawamoto (2020) citam que “a formulação de um conjunto de pré-requisitos é útil para avaliar a contribuição dadas pelos estudos da área, embasar a construção de novas teorias e indicar potenciais necessidades de planejamento urbano. Considera-se, ainda, que, nesse processo, quanto mais inclusivas forem as propriedades da medida de acessibilidade, mais viável será a medida”. Logo, o autor apresenta uma série de pré-requisitos desejáveis os quais são:

1. O método que dá origem à medida de acessibilidade deve apresentar um quadro de representação para as relações entre os componentes de acessibilidade: uso do solo, sistema de transporte, componentes temporal e individual.
2. A medida de acessibilidade é sempre positiva, sendo nula apenas se o indivíduo (ou grupo de indivíduos) tiver habilidades ou capacidades insuficientes para usar qualquer modo do sistema de transporte ou para participar da atividade.
3. O aumento do nível de serviço de determinado modo de transporte (isto é, a melhoria do tempo de viagem ou a redução de custos e esforço) acarretará aumento da

acessibilidade às atividades desempenhadas nessa área ou em pontos específicos dela (GEURS; VA NWEE, 2004).

4. Melhorias realizadas em um modo de transporte não devem alterar a acessibilidade a qualquer indivíduo (ou grupo de indivíduos) com habilidades ou capacidades insuficientes para usar esse modo ou para participar da atividade (GEURS; VA NWEE, 2004).
5. É relevante considerar a escala espacial da acessibilidade: a acessibilidade pessoal (escala espacial baseada em pontos) oferece uma análise em nível individual, em contraste com a acessibilidade local (escala espacial baseada em zona), que fornece uma análise global (média da população).
6. A acessibilidade deve refletir o papel do aspecto de oferta e demanda (efeito de concorrência).
7. A acessibilidade deve identificar as limitações que cercam os usuários (ou seja, os limites espaço-temporais das atividades).

Neste sentido Silva e Kawamoto (2020) apresenta uma análise dos grupos de medidas de acessibilidade para avaliar se esses grupos cumprem os critérios definidos anteriormente, como pode ser visto na Quadro 3.

Quadro 3 – Análise das Medidas de Acessibilidade de acordo com a base teórica

Medidas de Acessibilidade		Propriedades Desejadas*					Estrutura dos Componentes da Acessibilidade				
		2	3	4	5	6	7	Uso do Solo	Sistema de Transporte	Temporal	Individual
<b>Infraestrutura</b>		+	+	-	-	-	-	-	+/-	+/-	-
<b>Localização</b>	<b>Separação espacial</b>	+	+	-	-	-	-	+/-	+/-	+/-	-
	<b>Contorno</b>	+	+	-	-	-	-	+/-	+/-	+/-	-
	<b>Potencial</b>	+	+	-	-	+/-	-	+/-	+/-	+/-	-
<b>Entropia</b>		+	+	+	-	-	+/-	-	+/-	+/-	+/-
<b>Espaço-tempo</b>			+	+	+	+	-	+	+	+	+
<b>Utilidade</b>			+	+	+	+	-	-	+	+	+

Legenda: Considerar: + = critério satisfeito; +/- = critério moderadamente satisfeito; - = critério não satisfeito.  
\* Os conceitos das seis propriedades desejadas estão dispostas nos itens de 2 a 7, da seção 2.3.1.

Fonte: Adaptado de Silva e Kawamoto (2020)

De acordo com a Quadro 2 e 3 Silva e Kawamoto (2020), concluiu que:

- Medidas de infraestrutura e localização indicam deficiências na base teórica (propriedades desejáveis: inclusão de duas entre seis propriedades e estrutura de representação dos componentes de acessibilidade). Essas deficiências podem ser vistas como limitações para a resolução de alguns problemas de planejamento urbano.
- Medidas de gravidade refletem mais o aspecto de calibração de modelos de interação para distribuições das viagens, em vez da interação entre os componentes de acessibilidade.
- Medidas baseadas na utilidade abordam a perspectiva individual e têm a vantagem de calcular o benefício econômico dos atributos de destino. No entanto, essas medidas não são facilmente interpretáveis sem um parâmetro de referência (por exemplo, termos monetários) e são relativamente exigentes em termos de dados necessários.
- Medidas do espaço-tempo apresentam certa dificuldade em relação aos requisitos de dados e a interpretabilidade.
- Medidas de localização são moderadamente menos exigentes em dados e mais fáceis de serem interpretadas por pesquisadores e formuladores de políticas.

Tendo em vista, os pontos levantados por Silva e Kawamoto (2020), neste trabalho será utilizado a medida de localização baseada na separação espacial devido a facilidade de interpretação dos dados disponíveis.

Foram publicados alguns estudos nos quais os pesquisadores utilizaram técnicas de SIG para analisar o grau de acessibilidade da população aos bens públicos de utilidade pública no Brasil.

### **2.3.2 O uso do SIG como ferramenta de gestão pública e análise de acessibilidade**

De acordo com Verran (2014), o termo Geoprocessamento representa a área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. Essas informações são manipuladas em *softwares* próprios, para o trabalho de análise espacial, com o objetivo de gerar informações espaciais georreferenciadas. Ao conjunto de *softwares*, *hardware*, grupos de usuários, informações espacial, atribui-se o nome de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Esses sistemas possibilitam o armazenamento de dados georreferenciados, o que permite a análise espacial e o cruzamento de vários dados de diversas fontes ao mesmo tempo.

Segundo Cordovez (2002), “no estágio atual das tecnologias e na busca da modernização — administrativa, a utilidade do Geoprocessamento como ferramenta fundamental na gestão pública não pode mais ser contestada”. A disseminação dessa técnica de análise espacial mostra-se inerente ao desenvolvimento tecnológico em diferentes setores, na atualidade, pois, “compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço constitui hoje um grande desafio para a elucidação de questões centrais em diversas áreas do conhecimento, como na saúde, educação, meio ambiente, geologia, agronomia, entre tantas outras” (CÂMARA et al, 2004).

Apesar disso, segundo Verran (2014), há uma complexidade maior em manipular essas informações, fazendo com que muitos profissionais não consigam acompanhar essas mudanças tecnológicas, como é o caso em muitos órgãos da administração pública no Brasil. Torres (2005) ressalta que “poucas administrações públicas dispõem desses sistemas com a qualidade e sofisticação desejada, e poucas têm as competências necessárias para utilizá-los adequadamente”, o que acaba refletindo sobre um dos mais complexos problemas da gestão urbana: o problema de como e onde agir.

Em paralelo com o Geoprocessamento, temos a Lei nº. 12.587 de 2012, citada anterioremente, a qual considera acessibilidade como “facilidade disponibilizada às pessoas que possibilite a todos autonomia nos deslocamentos desejados, respeitando-se a legislação em vigor”. Bem como, a Lei nº. 10257 de 2001 que estabelece em seu artigo 2º, “a oferta de equipamentos públicos, transporte e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população e as características locais”.

Sendo assim, a utilização das ferramentas de Geoprocessamento serviram de base para alguns trabalhos que analisam a facilidade de acesso aos equipamentos públicos ofertados. Como exemplo, temos Batista *et al.* (2011), que realizaram um trabalho com o objetivo de determinar a acessibilidade dos equipamentos educacionais na Planície Quaternária do Campeche, em Florianópolis, utilizando a metodologia de Brau, Mercê e Tarrago (1980), a qual trata dos raios de abrangência das escolas, em uma hierarquia qualitativa.

Semelhantemente, Verran e Strohaecker (2014) realizaram um estudo de acessibilidade a equipamentos públicos de saúde em uma bacia hidrográfica na zona sul do município de Porto Alegre, utilizando as mesmas medidas de acessibilidade do trabalho anterior, vinculando-as ao

polígono da mancha urbana da área de estudo e concluíram que os equipamentos de saúde se mostram bem distribuídos pela área da bacia. De acordo com Verran (2014), o ponto em comum em muitos desses trabalhos, com relação a escolha de variáveis, são os dados do Censo do IBGE as quais são uma fonte de dados bastante confiável para se trabalhar junto aos SIG's.

Para a realização da coleta de informações demográficas e socioeconômicas da população, o IBGE utiliza os setores censitários. O setor censitário é a menor unidade territorial, formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural, com dimensão adequada à operação de pesquisas e cujo conjunto esgota a totalidade do Território Nacional, o que permite assegurar a plena cobertura do País. Cada setor censitário possui entre 200 e 300 domicílios, respeitando os limites das divisões político-administrativas (IBGE, 2010).

Como exemplo de trabalho usando dados do censo demográfico associados a medidas de acessibilidade, Silva (2013) realizou um estudo buscando compreender a relação entre vulnerabilidade social e localização de escolas públicas em Porto Alegre. Para isso, utilizou dados socioeconômicos do Censo do IBGE (2010), a malha digital dos setores censitários para o município de Porto Alegre, o *shape* de área urbanizada do Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre e os pontos georreferenciados de toda rede pública de educação do município, dos quais foram extraídas medidas de acessibilidade das escolas. De acordo com a autora, os resultados obtidos sugerem que os locais de maior vulnerabilidade social apresentam uma distância maior em relação às escolas públicas.

Dados semelhantes foram apresentados por Verran (2014) o qual fez uma análise da acessibilidade a equipamentos públicos de educação em áreas de expansão urbana em Porto Alegre utilizando técnicas de SIG e concluiu que em alguns bairros o acesso aos equipamentos de ensino infantil e médio era limitado. Em seu trabalho, ele aborda a metodologia de Brau, Merce e Tarrago (1980) que sintetiza os raios de abrangência dos equipamentos urbanos, fornecendo uma hierarquia do serviço pela localização da unidade em relação à população do entorno, conforme apresentado no Quadro 4 o qual mostra os raios de abrangência para o ensino de nível médio.

Quadro 4 – Determinação das distâncias dos equipamentos de educação de nível médio – Modo à pé

<b>Nível de Acessibilidade - a pé</b>	<b>Ensino Médio</b>
<b>Excelente</b>	Menos de 500 m
<b>Ótima</b>	500 m - 1000 m
<b>Regular</b>	1000 m - 2000 m
<b>Baixa</b>	2000 - 3000 m
<b>Péssima</b>	Mais de 3000 m

Fonte: Adaptado de Brau, Merce e Tarrago (1980)

O parâmetro de referência do grau de acessibilidade adotado refere-se a uma distância média de deslocamento que uma pessoa realiza em 10 minutos de caminhada, o que equivale a 500 metros, considerado como de acessibilidade excelente. Além desse parâmetro para caminhada, temos o parâmetro para bicicleta adotado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento e Ministério do Desenvolvimento Regional (2021) que se baseia na Comissão Europeia (2000), o qual adota-se a distância teórica de 2000 metros ou 10 minutos de pedalada. Assim, considera-se que o raio de abrangência da bicicleta é quatro vezes maior do que o proposto por Brau, Merce e Tarrago (1980), no Quadro 5 estão apresentados os raios de abrangência para os deslocamentos de bicicleta.

Quadro 5 – Determinação das distâncias dos equipamentos de educação de nível médio – Modo de bicicleta

<b>Nível de Acessibilidade – bicicleta</b>	<b>Ensino Médio</b>
<b>Excelente</b>	Menos de 2000 m
<b>Ótima</b>	2000 m - 4000 m
<b>Regular</b>	4000 m - 8000 m
<b>Baixa</b>	8000 - 12000 m
<b>Péssima</b>	Mais de 12000 m

Fonte: Brau, Merce e Tarrago (1980) e BDI (2021)

As distâncias a serem consideradas para os deslocamentos tanto à pé quanto por bicicleta não levam em consideram a declividade das vias e o esforço necessário nos percurso em linha reta.

### 3 MATERIAS E METODOLOGIA

#### 3.1 Caracterização da área de estudo

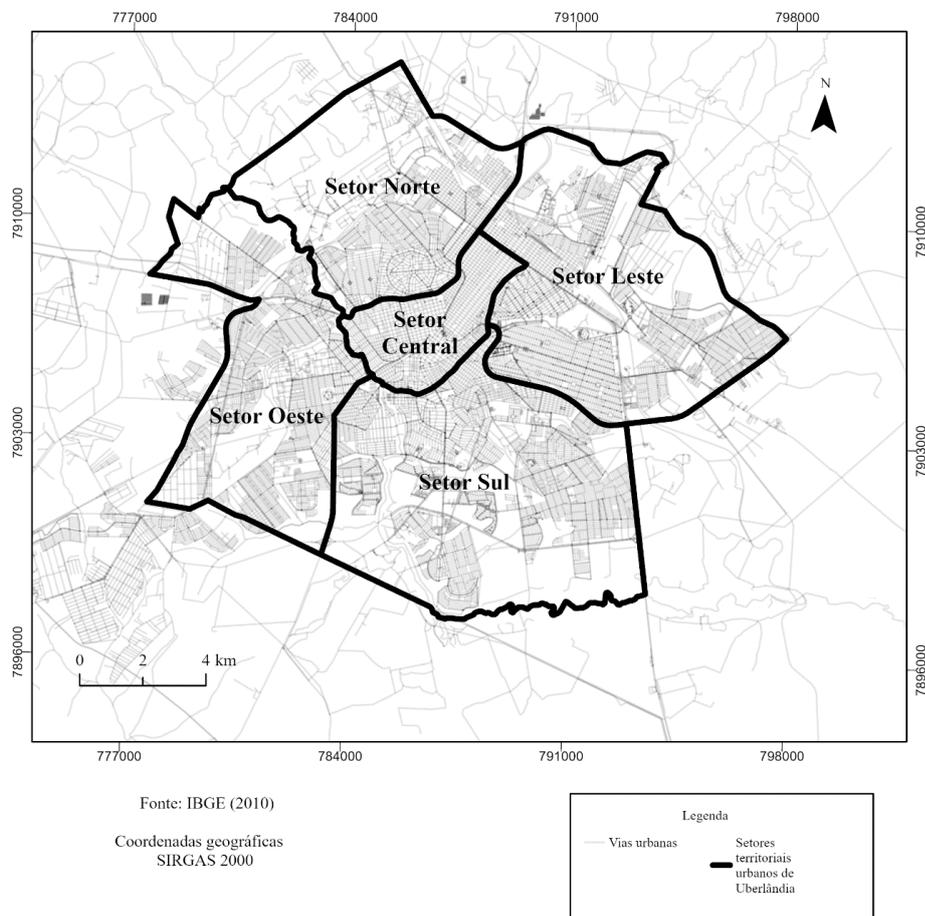
Uberlândia está localizada na porção oeste do estado de Minas Gerais, entre as coordenadas geográficas 18°30' as 19°30' de latitude sul e 47°50' a 48°50' de longitude oeste do meridiano

de Greenwich. Sua área total de 4.115,09 km<sup>2</sup>, sendo: 219 km<sup>2</sup> de área urbana e 3.896,09 km<sup>2</sup> de área rural.

De acordo com os dados do IBGE (2010), Uberlândia possui Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) elevado, se comparado aos demais municípios da mesorregião Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Minas Gerais e Brasil. Em 2010, o IDH de Uberlândia atingiu 0,789, valor maior do que a média estadual (0,731) e nacional (0,699). Segundo o ranking de IDH Uberlândia se encontra na 3<sup>o</sup> posição em Minas Gerais e 71<sup>o</sup> entre todos os 5.561 municípios brasileiros.

Na Figura 2 está apresentada a área urbana de Uberlândia, em 2010, na qual o perímetro urbano é dividida em setores, a fim de auxiliar no seu planejamento urbano (Lei municipal n. 6022 de 24/05/1994). A denominação de cada setor se dá pela sua localização em relação ao bairro centro da seguinte forma: Setor Central, Setor Norte, Setor Sul, Setor Leste e Setor Oeste.

Figura 2 – Setores territoriais urbanos de Uberlândia



Fonte: Autor (2022)

Além disso, de acordo com o IBGE (2010), o perímetro urbano é dividida em 634 setores censitários como podemos ver na análise da Figura 3.

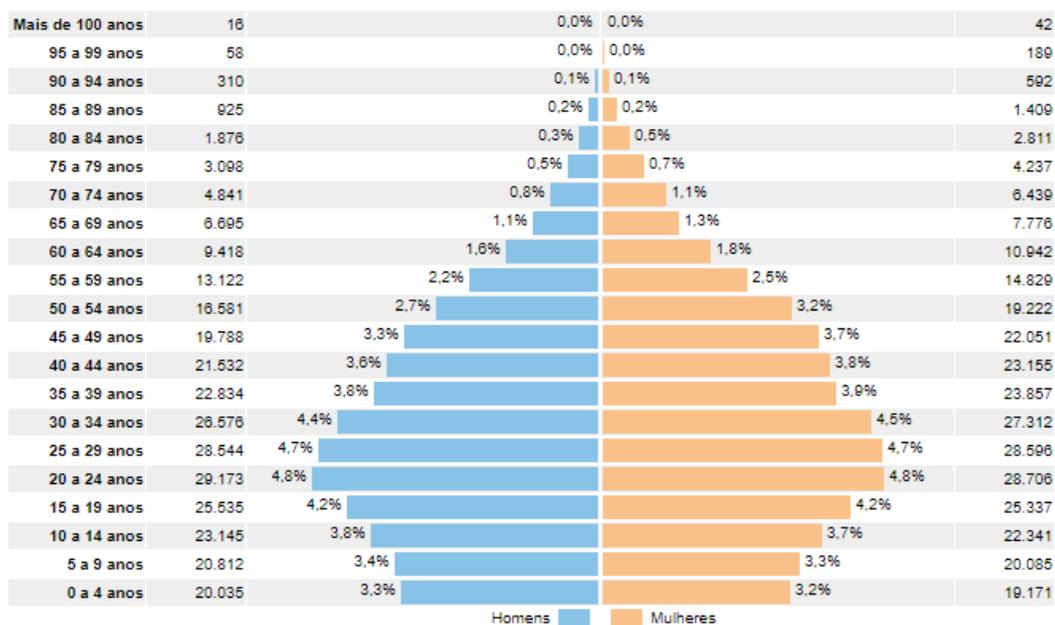
Figura 3 – Setores Censitários da área urbana de Uberlândia



Fonte: Autor (2022)

Na área de estudo, em 2010, o Censo obteve um total de 600.285 habitantes (IBGE, 2010) e estima-se que em 2021 esse valor esteja em 706.597 habitantes, ou seja, um aumento de 17,71% (IBGE, 2021). Em relação ao perfil populacional, Uberlândia possui a maior parte de sua população na faixa etária entre 20 e 35 anos, sendo, portanto, composta por população economicamente ativa. Na Figura 4 está apresentada a pirâmide etária de Uberlândia do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Figura 4 – Distribuição da população por sexo, segundo os grupos de idade de Uberlândia (MG)



Fonte: IBGE (2010)

A pirâmide etária de Uberlândia apresenta base alargada e topo estreito. Isso significa que a cidade possui taxa de natalidade maior do que de mortalidade.

A população de 15 a 17 anos, idade recomendada para escolas de ensino médio, em 2010, na cidade é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Total da população de 15 à 17 anos

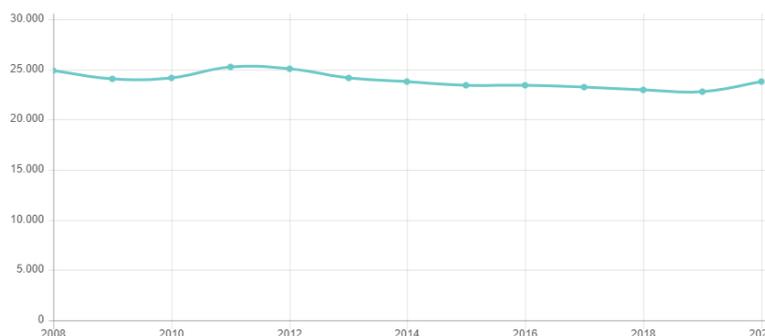
15 anos	16 anos	17 anos	Total
4751	4676	4853	14280

Fonte: IBGE (2010)

De acordo com Escolas (2021), o município de Uberlândia apresenta um total de trinta e quatro escolas de ensino médio público, sendo trinta e duas estaduais e duas federais.

Com relação ao número de matrículas registrado, temos, em 2010, um valor de 24900 matrículas nesse nível de ensino, como visto nos dados da Figura 5, e ao se comparar com o total de adolescentes na área de estudo e ano (2010) temos uma densidade de 1,74 habitantes por matrícula.

Figura 5 – Série Histórica do número de matrículas no ensino médio de Uberlândia



Fonte: IBGE (2010)

No entanto, de acordo com Verran (2014), diferentemente dos níveis de ensino infantil e fundamental, no ensino médio é comum que tenham indivíduos que, embora tenham idade para estarem matriculados no ensino médio, estejam matriculados no ensino fundamental, colaborando, inclusive para o elevado número de matrículas neste nível de ensino. De acordo com o autor, nesse sentido os índices de reprovação que podem chegar até 30%, provavelmente, influenciaram diretamente no número de matrículas oferecido pelo ensino médio.

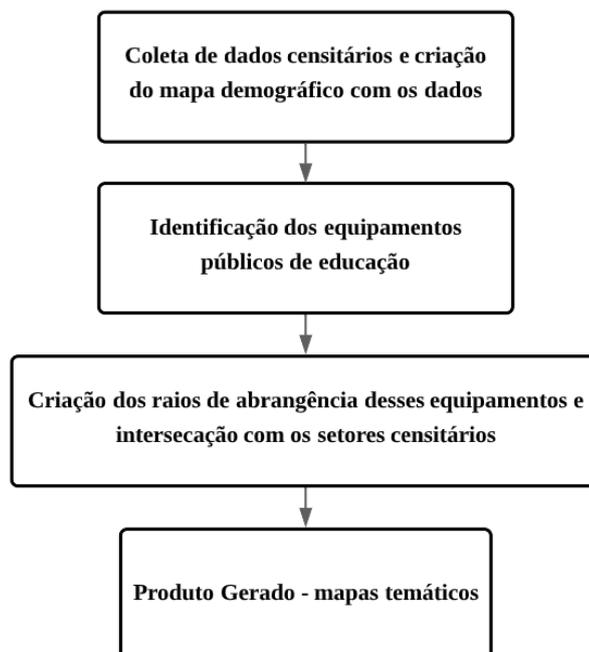
Pizzolato *et al.* (2004) cita também o condicionante sobre esses números como a presença do ensino privado que atrai parcelas de alunos da classe média e alta, absorvendo, tipicamente, cerca de 30% da população escolar. Além disso, de acordo com a meta 3 do PNE 2014, a qual trata do ensino médio (Total de alunos matriculados/População da faixa analisada), a taxa líquida de matrículas do ensino médio deveria chegar até 2016, em 85%. Porém, já em 2010, Uberlândia já apresentava um valor de 174%.

Logo, a presente pesquisa não vincula o acesso dos jovens de 15 a 17 anos por meio de matrículas nas escolas de nível médio, uma vez que o valor apresentado já mostra a facilidade com o que o jovem consegue se matricular, bem como, se torna inviável uma investigação profunda na faixa etária estudada devido a carência de dados a respeito.

### 3.2 Metodologia

A metodologia adotada para este estudo foi baseada no trabalho de Verran (2014) e está dividida em cinco etapas, conforme apresentada no fluxograma da Figura 6:

Figura 6 - Fluxograma das etapas metodológicas



Fonte: Adpatado de Verran (2014)

### 3.2.1 Coleta de dados censitários e criação do mapa demográfico com os dados

Esta etapa consistiu no levantamento de dados da população de adolescentes entre 15 e 17 anos do município do Uberlândia disponibilizadas na plataforma *online* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, instituto público de administração federal brasileiro que realiza oficialmente o censo demográfico no país. A base de dados foi o Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário para identificação das variáveis presentes nas planilhas disponibilizadas pelo IBGE.

Para a leitura e utilização desse formato foi necessário o processamento dos dados com auxílio de *software* de georrefenciamento, a fim de convertê-lo ao sistema de coordenadas UTM. Além disso, ressalta-se que o IBGE fornece o mapa digital de cada estado, logo para utilização de outros elementos como regiões, cidades ou bairros foi necessária a filtragem através dos *softwares* SIG.

Por fim, os dados da população da área de estudo foram associados aos seus respectivos setores censitários por meio de ferramentas específicas de criação de mapa demográfico da região estudada.

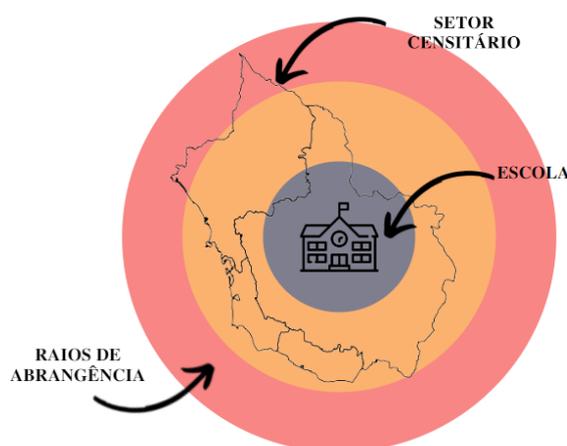
### 3.2.2 Identificação dos equipamentos públicos de educação

Para a identificação dos equipamentos públicos de ensino médio foi necessário uma busca pelo endereço desses equipamentos no site escolas (2022). Esta etapa consistiu na espacialização dos equipamentos públicos de educação, por meio do *software* Google Earth. São inseridos os pontos com as coordenadas geográficas específicas dos equipamentos. Feita a coleta das coordenadas geográficas, os pontos com a localização dos equipamentos foram exportados para o *software*.

### 3.2.3 Criação dos raios de abrangência desses equipamentos

A criação dos raios de abrangência dos equipamentos de educação está baseada na metodologia proposta por Brau, Merce e Tarrago (1980) e BDI (2021), que sintetiza os raios de abrangência dos equipamentos urbanos, fornecendo uma hierarquia da oferta do serviço em função da localização da unidade considerando a população do entorno, apresentados nos Quadro 4 e 5. Assim, nesta etapa a geração dos raios de abrangência, para os modos de transportes sustentável a pé ou de bicicleta foi necessário a criação de um buffer por meio da utilização de um círculo cujo raio é a distância desejada para o percurso à pé ou por bicicleta, conforme esquematizado na Figura 7.

Figura 7 - Metodologia para mensurar a população na faixa etária do ensino médio dentro de cada nível de acessibilidade – Técnica de overlay



Fonte: Autor (2022)

Na Figura 7 é mostrada como é realizada a operação com o uso das ferramentas SIG para a intersecção dos raios de abrangência, por meio de overlay que se refere a sobreposição de dados. Esta operação é responsável por sobrepor múltiplos conjuntos de dados com a pretensão de revelar tendências, padrões e relações entre eles. Logo, os setores censitários se associam com o raio de abrangência o qual o se sobrepõe. Com isso, nesta etapa os dados espaciais podem ser editados nos *software* SIG para a geração de mapas temáticos.

### **3.2.4 Produtos gerados – mapas temáticos**

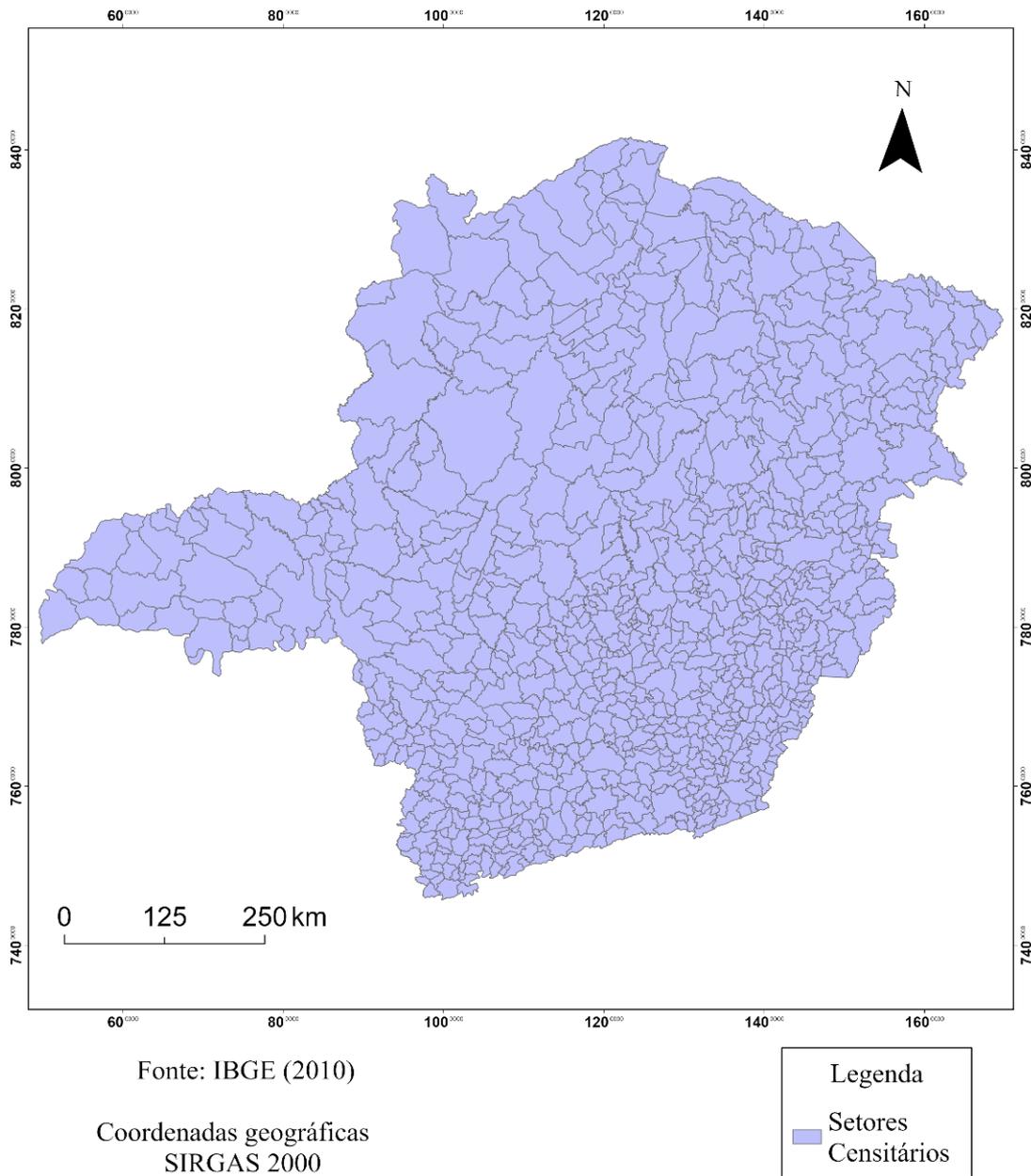
Com as devidas configurações foram gerados os mapas com as possíveis distâncias a serem percorridas pelo modo à pé e de bicicleta. Além disso, com base nos mapas foi possível a identificação das áreas prioritárias para a implantação dos equipamentos públicos de ensino, para as quais se levou em consideração duas variáveis de análise visual: distância com relação aos equipamentos mais próximos e facilidade de acesso viário identificado pelas imagens de satélite do Google Earth.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Criação do mapa de demográfico com dados do IBGE**

Nesta etapa, realizou-se o tratamento do mapa de Minas Gerais (Figura 8), disponibilizado pelo IBGE (2010), através da utilização do *software* QGIS 3.16.16.

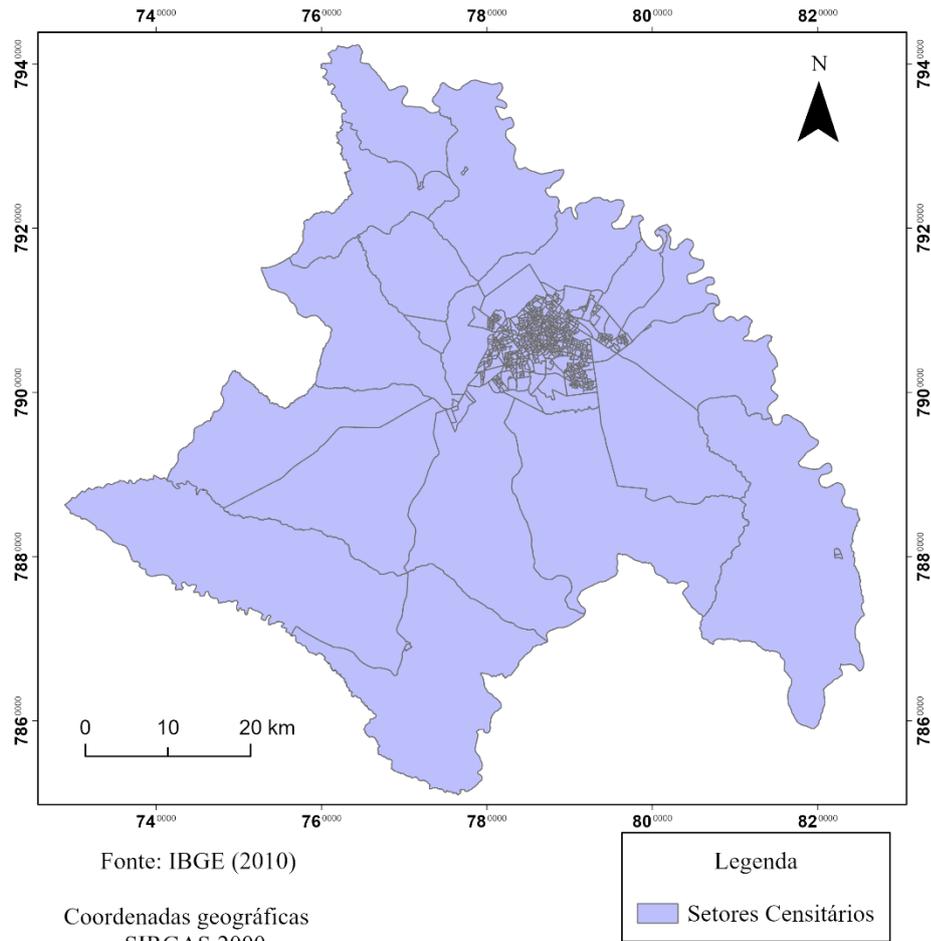
Figura 8 – Malhas de Setores Censitários – Divisões Intramunicipais de Minas Gerais



Fonte: Autor (2022)

A partir da filtragem das informações do *shapefile* foi possível seleccionar apenas a área de estudo, o município de Uberlândia (Figura 9).

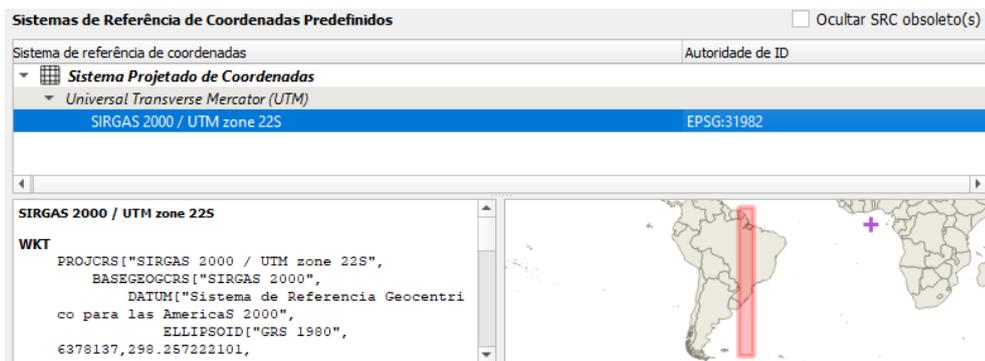
Figura 9 – Setores Censitários – Município de Uberlândia



Fonte: Autor (2022)

Após a filtragem foi necessário a conversão do sistema de coordenadas do *shapefile* para o sistema UTM para a medição de distâncias e áreas, e de acordo com o *software*, Uberlândia está localizada na zona 22S, como pode ser visto na Figura 10.

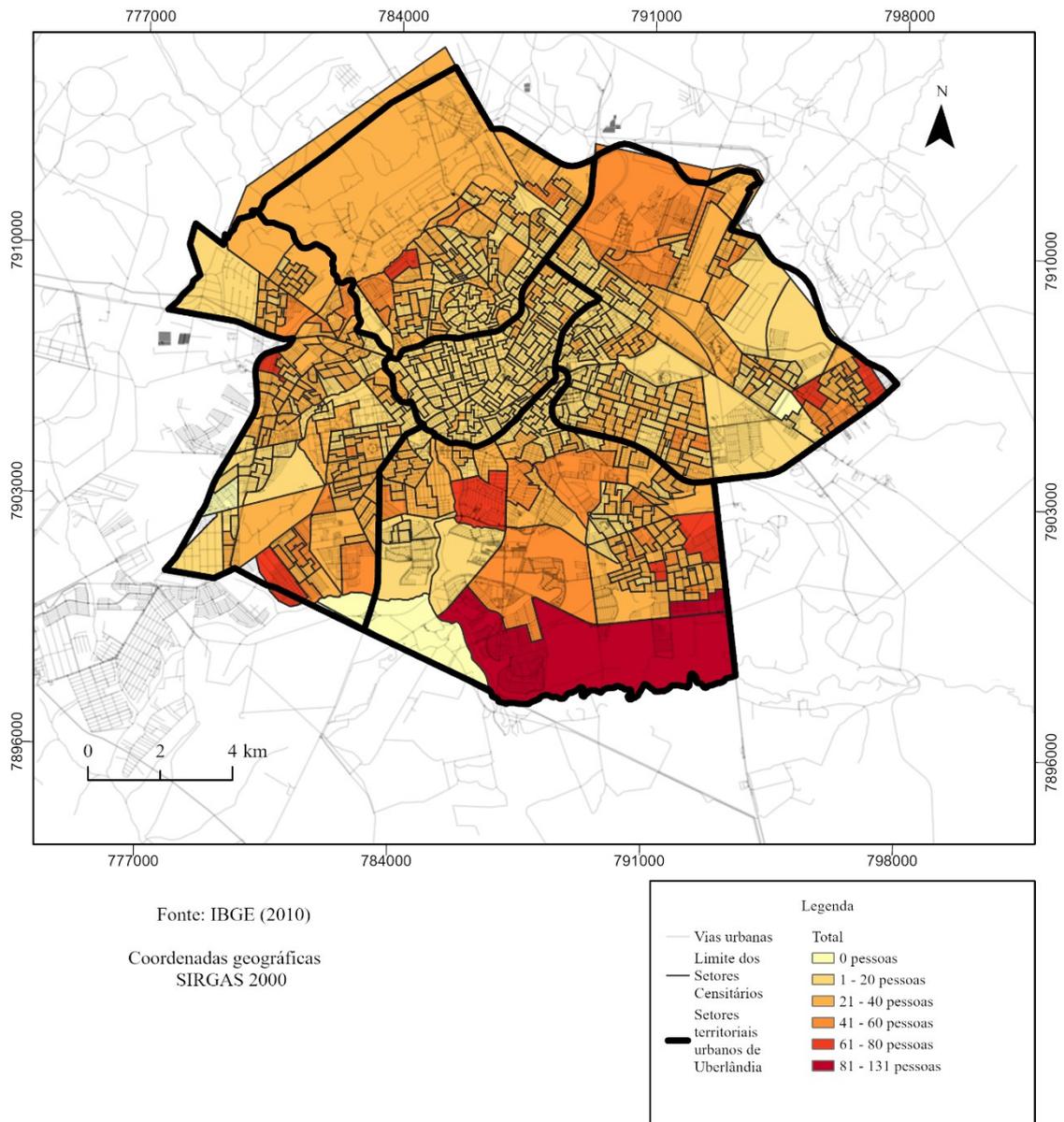
Figura 10 – Georeferenciamento de Uberlândia



Fonte: Autor (2022)

Logo após o georreferenciamento do *shapefile* realizou-se no QGIS a associação dos dados disponibilizados pelo IBGE em relação a população estudada (15 a 17 anos) com os setores censitários do *shapefile* através da ferramenta União, bem como a exclusão das zonas rurais pela ferramenta de Filtragem. Com isso, obteve-se o mapa da quantidade de pessoas entre 15 e 17 anos por setor, como pode ser visto na Figura 11.

Figura 11 – Quantidade de pessoas entre 15 e 17 anos por setor de Uberlândia - Censo 2010

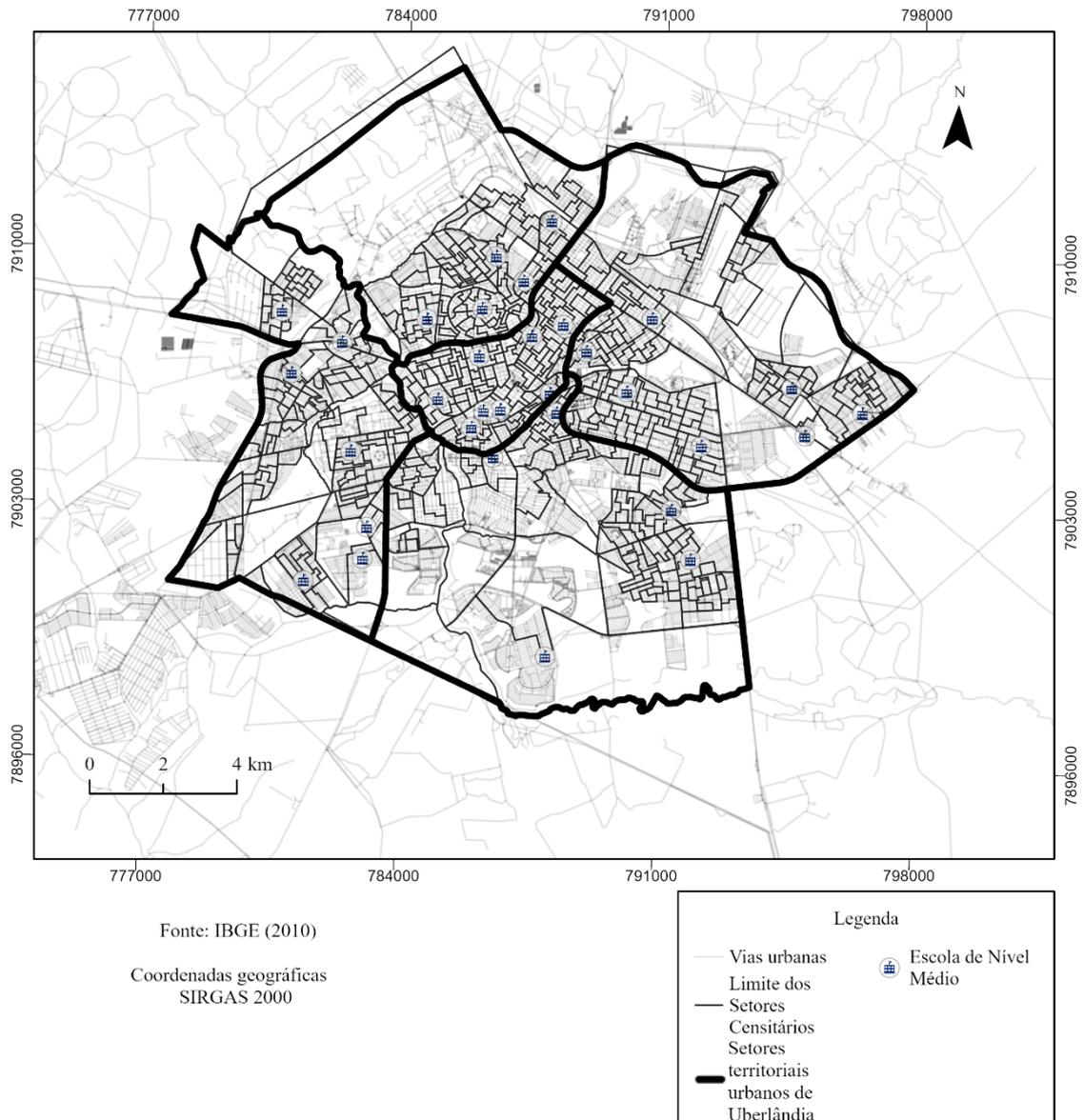


Fonte: Autor (2022)

Pela Figura 11 verificou-se que em Uberlândia a distribuição demográfica da população de 15 a 17 anos é relativamente homogênea no setor central da cidade, com valores entre 0 e 40



Figura 13 – Localização das escolas de ensino médio em Uberlândia



Fonte: Autor (2022)

Conforme mostrado no mapa exibido na Figura 13, percebe-se uma maior concentração de escolas de ensino médio no setor central de Uberlândia e uma maior concentração de setores censitários. É possível observar também um número relativamente reduzido nos setores restantes sendo os norte, leste e sul os que apresentam o menor números de equipamentos escolares públicos, fato este que pode acarretar em um nível de acessibilidade inferior ao esperado.

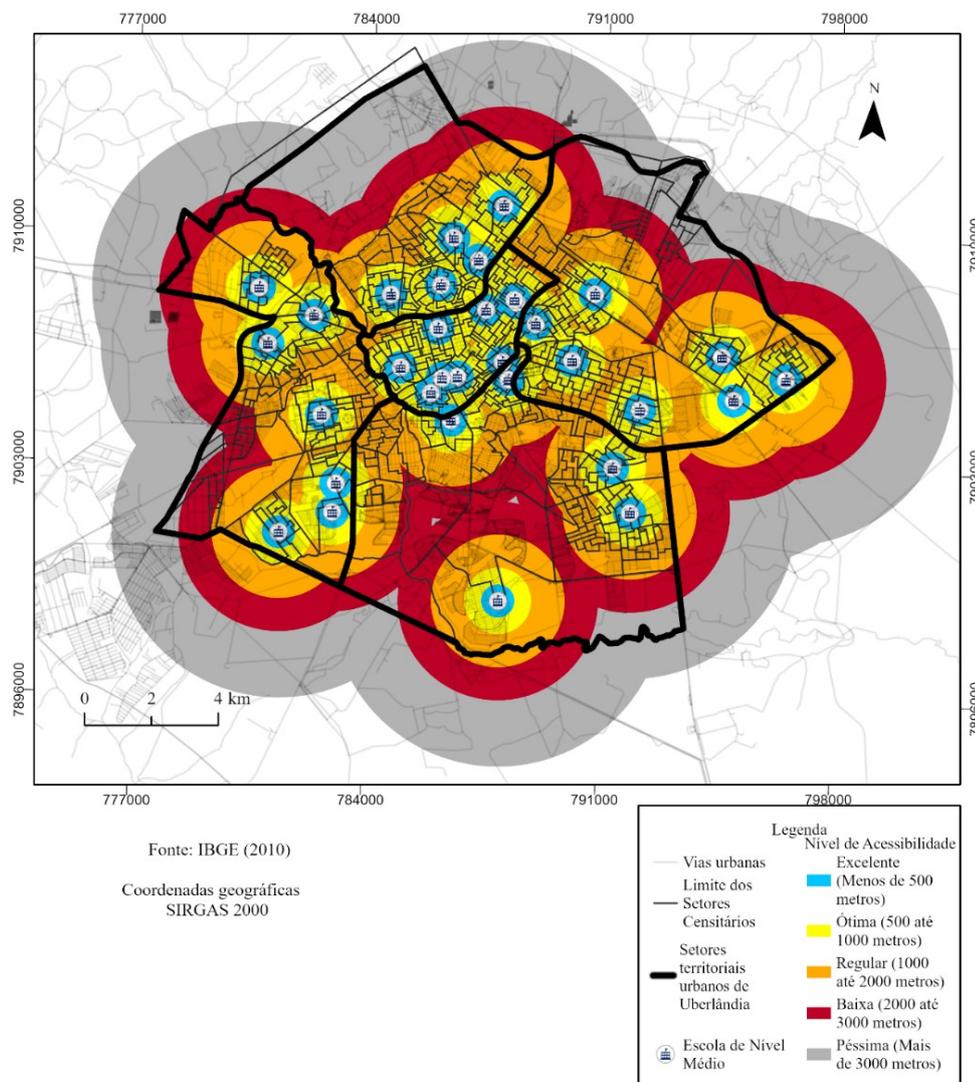
### 4.3 Produtos gerados – mapas temáticos

Com as devidas configurações gerou-se os mapas temáticos com base nas distâncias de deslocamentos pelos modos à pé e de bicicleta apresentando os níveis de acessibilidade urbana.

#### 4.3.1 Níveis de acessibilidade urbana para o modo à pé

Na Figura 14 está apresentado o mapa temático, para o modo à pé com os níveis de acessibilidade urbana para escolas de ensino médio.

Figura 14 – Mapa com os raios de abrangência (modo à pé) às escolas de nível médio

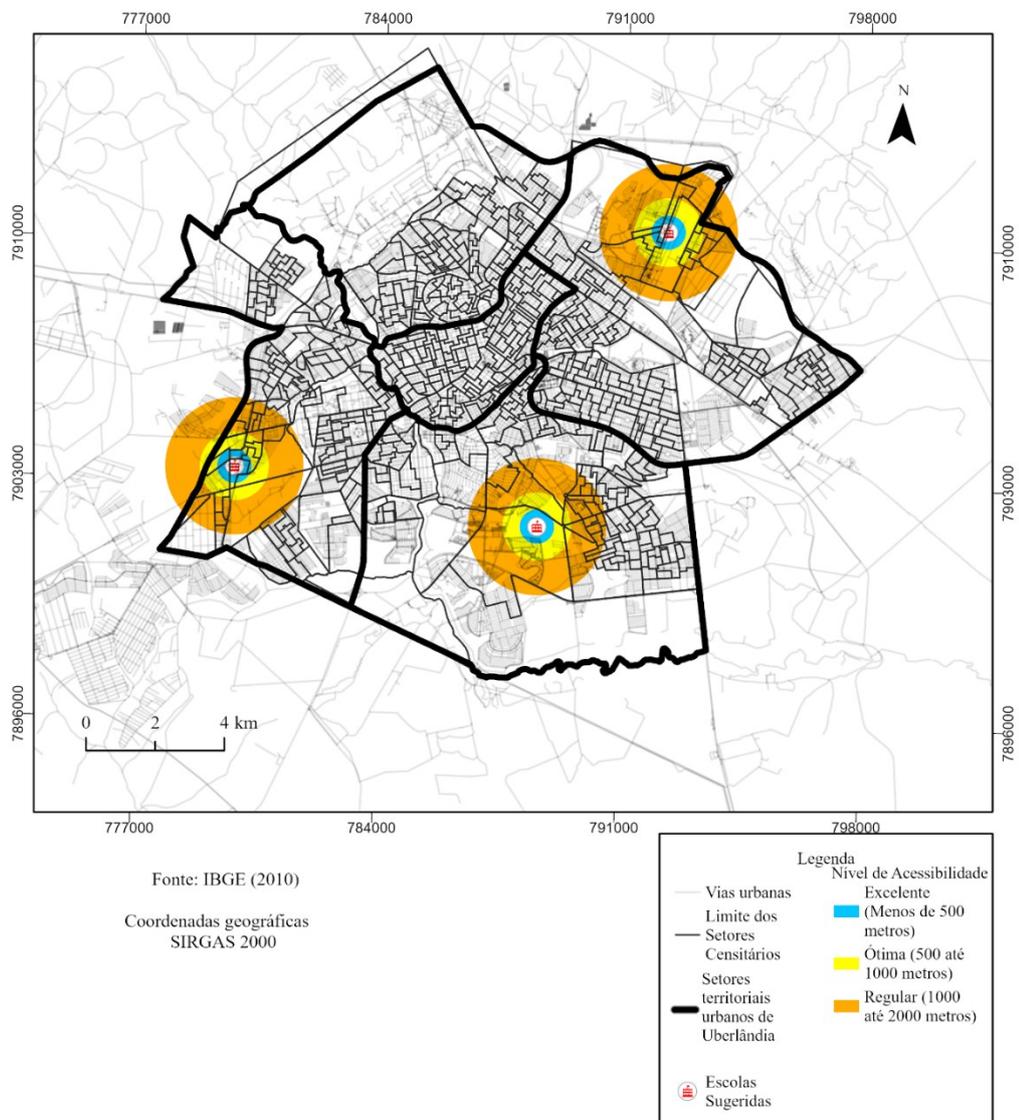


Fonte: Autor (2022)

Na análise do Figura 14, percebe-se que a localização das escolas na cidade de Uberlândia se apresenta com uma boa distribuição espacial. Verifica-se o reduzido valor de setores censitários localizados num raio de abrangência superior a 2000 metros de distância da escola mais próxima.

Todavia, bastaria a construção de três escolas de ensino médio para que houvesse uma melhora significativa nos percentuais de acessibilidade para o ensino médio, como pode ser visto na Figura 15 que apresenta sugestões de localidades para essas escolas para atender a população que se encontra com níveis baixo e péssimo de acessibilidade.

Figura 15 – Sugestão de localidade para escolas de ensino médio (modo à pé)



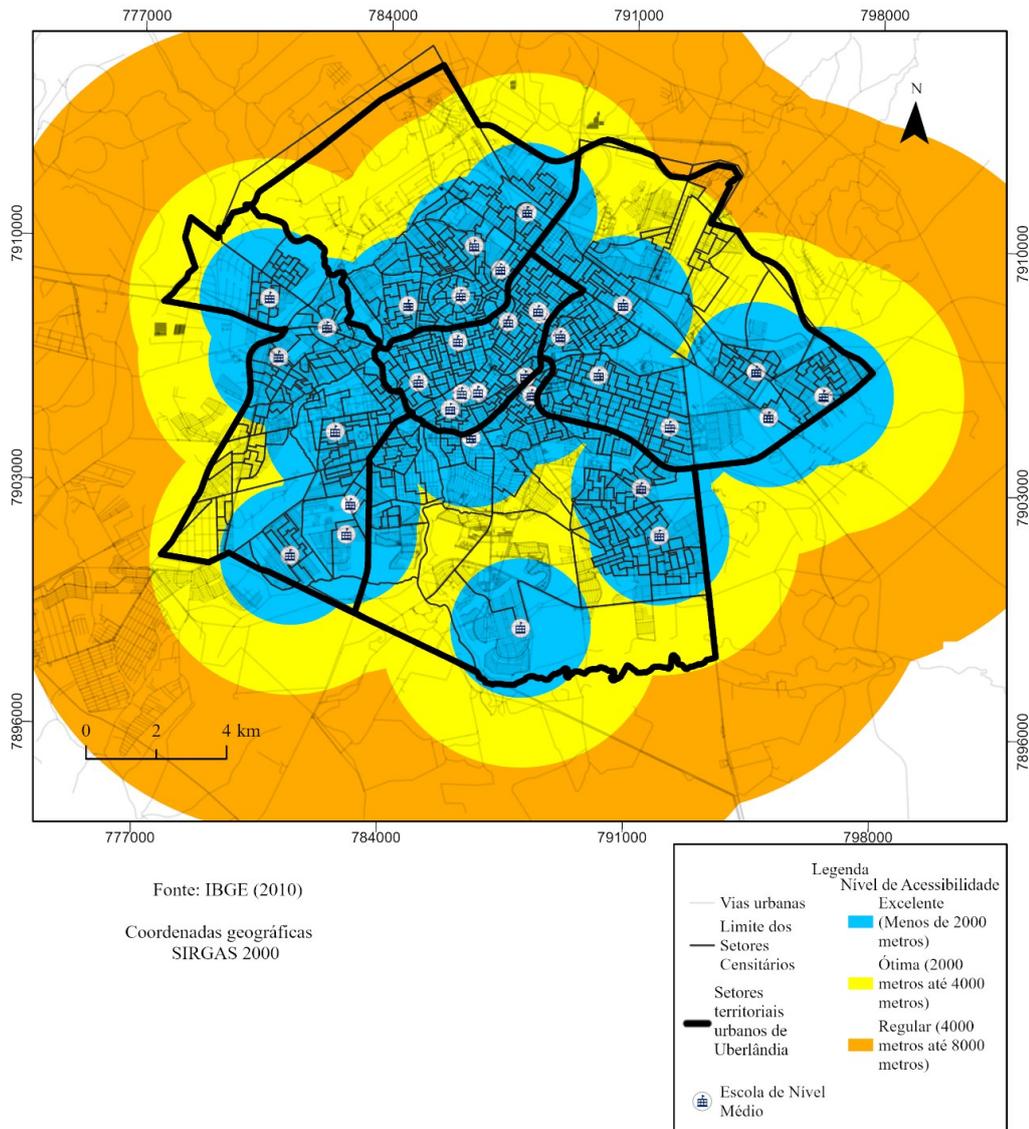
Fonte: Autor (2022)

Na análise dos dados apresentados na Figura 15 percebe-se que as novas escolas abrangem os setores censitários que antes não eram bem atendidos, as áreas periféricas dos setores Leste, Oeste e Sul que apontaram deficiência. Na análise da acessibilidade para os deslocamentos à pé, verificou-se a necessidade de equipamentos públicos de ensino médio, indicando a necessidade de construções de escolas nestas referidas localidades.

#### 4.3.2 Níveis de acessibilidade urbana para o modo de bicicleta

Na Figura 16 é apresentado o mapa temático para o modo de bicicleta com os níveis de acessibilidade urbana para escolas de ensino médio.

Figura 16 - Mapa com os raios de abrangência (modo de bicicleta) das escolas de nível médio



Fonte: Autor (2022)

Pelos dados apresentados na Figura 16, a avaliação da acessibilidade pelo modo bicicleta mostra que a espacialização das escolas na cidade de Uberlândia possui um nível excelente de acessibilidade. É importante ressaltar que neste estudo foi considerado apenas a distância e não a declividade do terreno. A espacialização das escolas de nível médio pela extensão urbana da cidade demonstra que os equipamentos estão bem localizados e bem distribuídos.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho possibilitou uma análise socioespacial sobre o nível de acessibilidade pelos modos de transportes à pé e de bicicleta às escolas de nível médio no município Uberlândia - MG. Os *software* utilizado QGIS 3.16.16 foi imprescindível para alcançar o objetivo geral do trabalho.

A partir dos resultados obtidos com a determinação dos raios dos equipamentos educacionais, constatou-se uma maior centralização dos equipamentos de ensino médio no setor central na cidade, pelo fato de ser este o setor mais densamente povoado do município. Por outro lado, os resultados da análise espacial indicaram que as áreas periféricas dos setores: Leste, Oeste e Sul apontam uma deficiência. Na análise da acessibilidade para os deslocamentos à pé, verificou-se a necessidade de equipamentos públicos de ensino médio, indicando a necessidade de construções de escolas nestas referidas localidades.

Quando analisada a área de estudo como um todo verificou-se que as escolas estão com boa distribuição espacial, tanto no percurso à pé como de bicicleta. Conclui-se que o uso de *softwares* SIG se apresenta como uma importante ferramenta para o planejamento urbano e de transportes que são úteis na identificação das demandas por modos não motorizados, a pé ou bicicleta, e oferecem informações sobre as áreas prioritárias que indicam a necessidade de implantação de infraestrutura urbana. Com isso, podem prever a instalação de novas escolas, visando melhorar a acessibilidade urbana sustentável e inclusiva aos seus habitantes, quesito essencial prevista no Estatuto das Cidades e Política Nacional de Mobilidade Urbana.

Como sugestões para trabalhos futuros recomenda-se a utilização de dados atualizados do Censo demográfico, uma vez que o último Censo foi realizado há 12 anos. Bem como, recomenda-se a utilização da declividade do terreno da região para melhorar a avaliação de nível de acessibilidade .

## REFERÊNCIAS

ALVES, Priscilla; JUNIOR, Archimedes Azevedo Raia. **Mobilidade e Acessibilidade Urbanas Sustentáveis: A Gestão da Mobilidade no Brasil**. VI Congresso de Meio Ambiente da AUGM, São Carlos - SP, 16p., 5 out. 2009. Disponível em: <http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/es/produccion/articulos-cientificos/2009-1/576-mobilidade-e-acessibilidade-urbanas-sustentaveis-a-gestao-da-mobilidade-no-brasil/file>.

Acesso em: 15 fev. 2022.

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO – BID; MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MDR. **Mobilidade de bicicleta**. Brasília: Editora IABS, 2021. Acesso em: 7 de mar. 2022.

BATISTA, G.V *et al.* **Geoprocessamento para determinação de acessibilidade aos equipamentos educacionais como ferramenta de apoio aos Estudos de Impacto de Vizinhaça: estudo de caso na Planície do Campeche - Florianópolis/SC - Brasil**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XV, 2011, Curitiba. Anais... Paraná: INPE, p.4177 - 4184. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.06.19.37/doc/p1149.pdf>. Acesso em: 7 de mar. 2022.

BEN-AKIVA, M.; LERMAN, Steven R. **Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility**. In: HENSHER, David A.; SOPHER, Peter R. (ed.). Behavioural travel modelling. Andover, Hants: Croom Helm, 1979. p. 654-679.

BRASIL. Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providência. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm). Acesso em: 6 mar. 2022.

\_\_\_\_\_. Lei n. 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm). Acesso em: 14 fev. 2022.

\_\_\_\_\_. Lei n.13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF., 26 jun 2014. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm). Acesso em: 9 mar. 2022.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. 2007. **Caderno PlanMob**: para orientação aos órgãos gestores municipais na elaboração dos Planos Diretores de Mobilidade Urbana. Brasília (a).

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. 2007. **Construindo uma Cidade Acessível**. Caderno 2. Brasília (b)

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. **Cadernos do Ministério das Cidades**, Brasília, 8v., nov.2004.

BRAU, L.; MERCE, M.; TARRAGO, M. **Manual de urbanismo**. Barcelona, LEUMT, 1980.  
BURNS, Lawrence D.; GOLOB, Thomas F. **The role of accessibility in basic transportation choice behavior**. Transportation, New York, v. 5, p. 175-198, 1976.

CÂMARA, G. *et al.* Análise Espacial Geoprocessamento. In: DRUCK, S. et al (Ed.). **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>. Acesso em: 7 de mar. 2022.

CAMPOS, V.B.G. 2006. **Uma visão da mobilidade sustentável**. Revista dos Transportes  
COMISSÃO EUROPEIA. Cidades para Bicicletas, Cidades de Futuro. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2000. 65 p.

CARVALHO, C. H. R. de. **Desafios da Mobilidade Urbana no Brasil**. Brasília: Ipea, 2016. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6664/1/td\\_2198.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6664/1/td_2198.pdf). Acesso em: 2 mar. 2022.

CORDOVEZ , J. C. G. **Geoprocessamento como Ferramenta de Gestão Urbana**. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, I, 2002, Aracaju. Anais... Sergipe: Embrapa, 2002. Disponível em: . Acesso em: 8 de mar. 2022.

CORONA, Felipe. **Mil crianças estão sem ir à escola desde 2018 por falta de ônibus em RO.** São Paulo - SP: Folha de São Paulo, 24 jun. 2019. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/brasil/transito/transporte-publico-ruim-afeta-saude-educacao-e-cultura-dizem-analistas,2c8aa6faad0bf310VgnCLD2000000ec6eb0aRCRD.html>. Acesso em: 16 fev. 2022.

CUNHA, José Marcos Pinto. Planejamento municipal e segregação socioespacial: por que importa?. In: **População e Cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais**/ Rosana Baeninger (Org.). - Campinas: Núcleo de Estudos em PopulaçãoNepo/UNICAMP;Brasília: UNFPA, 2010. 304p. Disponível em: [https://www.nepo.unicamp.br/publicacoes/livros/pop\\_e\\_cidades/pop\\_e\\_cidades.pdf](https://www.nepo.unicamp.br/publicacoes/livros/pop_e_cidades/pop_e_cidades.pdf). Acesso em: 9 mar. 2022.

D'ANTONA, A. O; DAGNINO, R. S.; BUENO, M. C. D. Geotecnologias e gestão de políticas públicas: uso de dados demográficos. In: **População e Cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais** / Rosana Baeninger (Org.). - Campinas: Núcleo de Estudos em PopulaçãoNepo/UNICAMP;Brasília: UNFPA, 2010. 304p. Disponível em: [http://www.nepo.unicamp.br/publicacoes/pop\\_e\\_cidades.pdf](http://www.nepo.unicamp.br/publicacoes/pop_e_cidades.pdf) . Acesso em: 9 mar. 2022.

DONG, Xiaojing *et al.* **Moving from trip-based to activity-based measures of accessibility.** Transportation Research Part A, Amsterdam, v. 40, n. 2, p.163-180, 2006.

ELKINGTON, J. **Towards the sustainable corporation:** Win-win-win business strategies for sustainable development. California Management Review, v.36, n.2, p.90-100, 1994.

ESCOL.AS. **Escolas de nível médio em Uberlândia,** 2021. Disponível em: [https://www.escol.as/escolas/search?category\\_ids=26&city\\_id=3067&dependencia%5B%5D=estadual&dependencia%5B%5D=federal&proximity\\_id=](https://www.escol.as/escolas/search?category_ids=26&city_id=3067&dependencia%5B%5D=estadual&dependencia%5B%5D=federal&proximity_id=). Acesso em: 2 mar. 2022.

G1 PR. **Mil crianças estão sem ir à escola desde 2018 por falta de ônibus em RO.** Curitiba - PR, 24 jun. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2019/04/24/criancas-e-adolescentes-enfrentam-dificuldades-para-chegar-a-escola-em-doutor-ulisses-video.ghtml>. Acesso em: 16 fev. 2022.

GOBBI, Leonardo Delfim. Urbanização brasileira. **Urbanização**, G1, 10 jul. 2015. Disponível em: <http://educacao.globo.com/geografia/assunto/urbanizacao/urbanizacao-brasileira.html#:~:text=A%20partir%20de%201970%2C%20mais,educa%C3%A7%C3%A3o%20e%20transporte%2C%20eram%20maiores>. Acesso em: 2 mar. 2022.

HÄGERSTRAND, Torsten. **What about people in regional science?** Papers of the Regional Science Association, New York, v. 24, p.7-21, 1970.

HANSEN, W. G. (1959). **How accessibility shapes land use.** Journal of the American Institute of planners, 25(2), 73-76.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário.** Rio de Janeiro: IBGE 2011. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base\\_de\\_informacoes\\_por\\_setor\\_censitario\\_universo\\_censo\\_2010.pdf](https://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base_de_informacoes_por_setor_censitario_universo_censo_2010.pdf). Acesso em: 9 de mar. 2022.

\_\_\_\_\_. **Cidades e Estados: Uberlândia, 2022.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/uberlandia.html>. Acesso em: 10 mar. 2022.

\_\_\_\_\_. Malhas de Setores Censitários – Divisões Intramunicipais. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: [http://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_de\\_setores\\_censitarios\\_divisoes\\_intramunicipais/censo\\_2010/setores\\_censitarios\\_shp/mg/](http://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_de_setores_censitarios_divisoes_intramunicipais/censo_2010/setores_censitarios_shp/mg/). Acesso em: 9 mar. 2022.

\_\_\_\_\_. Cidades – Informações Uberlândia. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uberlandia/pesquisa/13/5908>. Acesso em: 9 mar. 2022.

JUNQUEIRA FILHO, L. M. Transporte, trânsito, tráfego e logística urbana. In: FONSECA, R. B.; DAVANZO, Á. M. Q.; NEGREIROS, R. M. C. (Org.). **Livro verde: desafios para a gestão da Região Metropolitana de Campinas.** Campinas: IE/UNICAMP, 2002.

KESERÚ, I. (2013). **Commuting patterns of secondary school students in the functional urban region of Budapest**. Hungarian Geographical Bulletin., 62(2), 197-219.

LIMA, W.M.; FREIRE, F.H.M.A.; OJIMA, R. **Mobilidade e rendimento escolar dos estudantes de ensino médio em Natal (RN, Brasil)**. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 10, n. 2, p. 346-356, 2018.

PÁEZ, A., Scott, D. M., & Morency, C. (2012). **Measuring accessibility: positive and normative implementations of various accessibility indicators**. Journal of Transport Geography, 25, 141-153.

PEREIRA, R. H. M. (2006). **Polarização urbana e mobilidade da população: O caso dos deslocamentos pendulares na rede pública de ensino médio do Distrito Federal**. In XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais (18-22 de setembro). Caxambú: ABEP.

PIZZOLATO, N. D *et al.* (2004). **Localização de escolas públicas: síntese de algumas linhas de experiências no Brasil**. Pesquisa. Operacional. São Carlos São Paulo.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. Lei nº 6022, de 24 de maio de 1994. Delimita e denomina os Setores Territoriais Urbanos do Distrito sede do Município de Uberlândia. Uberlândia: PMU, 2010. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/u/uberlandia/lei-ordinaria/1994/603/6022/lei-ordinaria-n-6022-1994-delimita-e-denomina-os-setores-territoriais-urbanos-do-distrito-sede-do-municipio-de-uberlandia?q=6022>. Acesso em: 10 mar. 2022.

PRESTON, J., & RAJÉ, F. (2007). **Accessibility, mobility and transport-related social exclusion**. Journal of transport geography, 15 (3), 151-160. Públicos. v. 2, p. 99-106.

SÃO ROQUE NOTÍCIAS. **Crianças não estão indo à escola em São Roque pela dificuldade de andar a pé por 1,7 km, diz morador**. São Roque, 14 fev. 2022. Disponível em: <http://www.saoroquenoticias.com.br/noticia.asp?idnoticia=35871>. Acesso em: 16 fev. 2022.

SEABRA, L. O. **Índice para gestão estratégica da mobilidade urbana sustentável**. 2013. Tese (Doutorado em Transportes) - Programa de Pós-Graduação em Transportes, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. 2013.

SILVA, L. L. **Análise socioespacial urbana em Porto Alegre: vulnerabilidade social e localização de escolas públicas**. 2013. 57 f. Monografia (Graduação) – Curso de Graduação de Bacharelado em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

SILVA, Mateus Araújo; KAWAMOTO, Eiji. Medidas de Acessibilidade para Análise da Demanda em Transportes: Uma Nova Proposta De Investigação. In: TACO, PASTOR WILLY GONZALES *et al.* **Comportamento em transportes: Teorias, análises e perspectivas**. 1ª. ed. Goiânia/GO: Editora IFG e IFRN, 2020. cap. 6º, p. 129-151. Disponível em: <https://editora.ifg.edu.br/editoraifg/catalog/view/72/42/227-3>. Acesso em: 16 fev. 2022.

SOCIAL EXCLUSION UNIT, 2003. **Making the Connections**: Final report on Transport and Social Exclusion. Office of the Deputy Prime Minister, London.

SOUZA, CÁSSIA SILVA. **Sustentabilidade Urbana**: Conceitualização e Aplicabilidade. Orientador: Professor Dr. Rogério Antônio Picoli. 2016 (a). 66 p. Dissertação de mestrado - Universidade Federal De São João Del-Rei – UFSJ, Ouro Branco-MG, 2016. Disponível em: [https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgtds/DISSERTACOES/Cassia\\_Souza.pdf](https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgtds/DISSERTACOES/Cassia_Souza.pdf). Acesso em: 14 fev. 2022.

SOUZA, J. R. **Trilhando por Cidades Saudáveis**: Contribuição metodológica de índice e sua aplicação em Uberlândia, Minas Gerais. Orientador: Dra. Beatriz Ribeiro Soares. 2016. 265 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG, 2016 (b). Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16243/1/TrilhandoCidadesSaudaveis.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.

STRAATEMEIER, Thomas. **How to plan for regional accessibility?** Transport Policy, Amsterdam, v. 15, n. 2, p.127-137, 2008.

SUMMIT. O que fazer para que as pessoas voltem a usar mais ônibus?: Nas atuais condições, o número de usuários não deve voltar a crescer, segundo o Ipea. **O que fazer para que as pessoas voltem a usar mais ônibus?**. SUMMIT Mobilidade Urbana 2021, 30 ago. 2021. Disponível em: <https://summitmobilidade.estadao.com.br/compartilhando-o-caminho/o-que-fazer-para-que-as-pessoas-voltem-a-usar-mais-onibus/>. Acesso em: 7 mar. 2022.

TORRES, H. G. Informação demográfica e políticas públicas na escala regional e local. Santiago de Chile: CELADE/CEPAL, out.2005. (Paper Apresentado na “Reunión de expertos sobre población y desarrollo local”). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepop/a/4DRCGqJZLkTn5SPhpQrWXzd/?lang=pt>. Acesso em: 9 mar. 2022.

UITP. Unión Internacional de Transporte Público. **Mobility in cities database**. Bruxelas:  
VAN BELLEN, H.M. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

VERRAN, P. V.; STROHAECKER, T. M. **Uso de ferramentas de geoinformação para avaliação da acessibilidade a equipamentos públicos de saúde na Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso no município de Porto Alegre/RS**. In: Encontro Estadual de Geografia, XXXIII, 2014 (a), Santa Maria. Anais... Rio Grande do Sul: AGB, 2014. P. 69 – 73. Disponível em: 55 . Acesso em: 7 de mar. 2022.

VERRAN, Pedro Godinho. **Análise da Acessibilidade a Equipamentos Públicos de Educação em Áreas de Expansão Urbana utilizando Técnicas de Geoprocessamento: Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso em Porto Alegre/RS**. Orientador: Profª. Dra. Tânia Marques Strohaecker. 2014 (b). 62 p. Monografia (Bacharel em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/115406/000963675.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 7 mar. 2022.

WCED. World Commission on Environment and Development. Our common future. Oxford: Oxford University Press, 1987.

ZORRAQUINO, Luis Delgado; DUARTE, Cristóvão Fernandes; AJA, Agustín Hernández. **O novo paradigma de sustentabilidade aplicada ao meio urbano**. Anais. Encontros Nacionais da ANPUR, v. 15, 2013.