



PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO AMBIENTE
CONSTRUÍDO NA ESCOLHA DO MODO DE
TRANSPORTE**

AMANDA ASSUNÇÃO BENJAMIM

Brasília, 09 de Novembro de 2021

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO AMBIENTE
CONSTRUÍDO NA ESCOLHA DO MODO DE
TRANSPORTE**

AMANDA ASSUNÇÃO BENJAMIM

**ORIENTADORA: PROF.^a. FABIANA SERRA DE ARRUDA
CO-ORIENTADOR: ENG. BRUNO GONZALEZ NÓBREGA**

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL 2

BRASÍLIA – DF, 09 DE NOVEMBRO DE 2021

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO NA
ESCOLHA DO MODO DE TRANSPORTE

AMANDA ASSUNÇÃO BENJAMIM

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL II SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

APROVADA POR:

Prof.^a. Fabiana Serra de Arruda, Doutora (ENC-UnB)
(Orientadora)

Prof. Pastor Willy Gonzales Taco, Doutor (ENC-UnB)
(Examinador interno)

Carlos Eduardo Teixeira Neves, Msc (CBM-DF)
(Examinador externo)

BRASÍLIA/DF, 09 DE NOVEMBRO DE 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

BENJAMIM, AMANDA ASSUNÇÃO

Análise da influência do ambiente construído na escolha do modo de transporte, 2021.

xii, 91 p., 210 x 279 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2021)

Monografia de Projeto Final. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. AMBIENTE CONSTRUÍDO

3. MODO DE TRANSPORTE

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BENJAMIM, A. A. Análise da influência do ambiente construído na escolha do modo de transporte, 2021. Publicação G.PF-02/20, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, xii, 91 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DA AUTORA: Amanda Assunção Benjamim

Análise da influência do ambiente construído na escolha do modo de transporte

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2021

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito dos autores.

AMANDA ASSUNÇÃO BENJAMIM
BRASÍLIA/DF - Brasil

Resumo

O estudo busca contribuir com a discussão sobre a influência do ambiente construído na escolha do modo de transporte. O ambiente construído refere-se às características físicas da paisagem urbana e suas variáveis geralmente são classificadas em dimensões que compõem os 5 “Ds”: densidade, diversidade, design, acessibilidade ao destino e distância para o transporte público. Utilizou-se dados georreferenciados das microrregiões das Regiões Administrativas (RAs) de Ceilândia, Samambaia e Taguatinga e dados de viagens internas da Pesquisa de Mobilidade Urbana (PMU) de 2016 na região do Distrito Federal para gerar um modelo Logit Multinomial com a significância de variáveis do uso do solo e sociais sobre a escolha do modo de transporte. Como resultado, foi observado que as variáveis sociais são mais significativas e que a influência do ambiente construído não é expressiva.

Palavras-chave:

Ambiente Construído, Transporte, Escolha Modal, 5”Ds”, Ceilândia, Samambaia, Taguatinga, Distrito Federal, Logit Multinomial, Uso do solo, Variáveis sociais.

Abstract

The study seeks to contribute to the discussion on the influence of the built environment on the choice of transport mode. The built environment refers to the physical characteristics of the urban landscape and its variables are generally classified into dimensions that make up the 5 “Ds”: density, diversity, design, destination accessibility and distance to transit. Georeferenced data from the microregions of the Administrative Regions (ARs) of Ceilândia, Samambaia and Taguatinga and internal travel data from the 2016 Urban Mobility Survey (UMS) in the Federal District were used to generate a Multinomial Logit model with the significance of land use variables and social about the choice of transport mode. As a result, it was observed that social variables are more significant and that the influence of the built environment is not expressive.

Keywords:

Built Environment, Transport, Modal Choice, 5 “Ds”, Ceilândia, Samambaia, Taguatinga, Federal District, Multinomial Logit, Land use, Social variables.

Lista de figuras

Figura 1 - Esquema da estrutura do trabalho.....	4
Figura 2 - Esquema das etapas do Referencial Teórico.....	5
Figura 3 - Esquema do método.....	18
Figura 4 - Esquema das etapas de aplicação do método	26
Figura 5 – Regiões Administrativas do Distrito Federal	27
Figura 6 – Área de Estudo	28
Figura 7 – Microzonas Analisadas	46
Figura 8 – Densidade Demográfica por Microzona	47
Figura 9 – Quantidade de Empregos por Microzona.....	48
Figura 10 – Estações de Metrô por Microzona.....	49
Figura 11 - Densidade de Paradas de Ônibus por Microzona	50
Figura 12 - Entropia por Microzona	51
Figura 13 - Densidade de Equipamentos Urbanos por Microzona.....	52
Figura 14 - Parques por Microzona	53
Figura 15 – Densidade de Ruas por Microzona	54
Figura 16 - Densidade de Ciclovias por Microzona	55
Figura 17 - Densidade de Calçadas por Microzona.....	56

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Região administrativa das residências	29
Gráfico 2 – Dados PMU - Modo de transporte por RA	35
Gráfico 3 – Gêneros dos participantes da pesquisa por RA	37
Gráfico 4 – Faixa etária dos participantes da pesquisa por RA.....	38
Gráfico 5 – Grau de instrução dos participantes da pesquisa por RA.....	38
Gráfico 6 – Atividade dos participantes da pesquisa por RA.....	39
Gráfico 7 – Se os participantes da pesquisa possuem habilitação por RA	39
Gráfico 8 – Se os participantes da pesquisa são portadores de necessidades especiais por RA	40
Gráfico 9 – Número de residentes nas moradias pesquisadas por RA	40
Gráfico 10 – Faixa de renda da família – Ceilândia.....	41
Gráfico 11 – Média de veículos motorizados por faixa de renda nas Ras.....	41
Gráfico 12 – Média de bicicletas por faixa de renda nas RAs	42
Gráfico 13 – Motivo das viagens realizadas pelos entrevistados por RA	42
Gráfico 14 – Modo de transporte utilizado por RA.....	43

Lista de tabelas

Tabela 1 – Variáveis utilizadas.....	19
Tabela 2 – Variáveis de Uso do Solo	30
Tabela 3 – Variáveis socioeconômicas e de viagem	31
Tabela 4 – Tipo das variáveis socioeconômicas e de viagem	33
Tabela 5 – Classes utilizadas	34
Tabela 6 – Variáveis de Uso do Solo	35
Tabela 7 – Análise Descritiva das variáveis de uso do solo.....	43
Tabela 8 – Pseudo R quadrado - McFadden.....	59
Tabela 9 – Resultados para o Transporte Ativo	61
Tabela 10 – Resultados para o Transporte Coletivo Público	69
Tabela 11 – Variáveis significativas.....	75

Lista de Siglas

AC – Ambiente Construído

DF – Distrito Federal

EPGU - Estrada Parque Guará

EPNB - Estrada Parque Núcleo Bandeirante

EPTG - Estrada Parque Taguatinga

EPTG - Estrada Parque Taguatinga

EPVP - Estrada Parque Vicente Pires

GDF – Governo do Distrito Federal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LUOS – Lei de Uso e Ordenamento do Solo

PDAD – Pesquisa Distrital por Amostra a Domicílio

PMU – Pesquisa de Mobilidade Urbana

PDTU – Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade

RA – Região Administrativa

SEDHAB - Secretaria de Estado de Habitao Regularizao e Desenvolvimento Urbano do Distrito Federal

SEDUH - Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitao

TNM - Transporte Não Motorizado

UnB – Universidade de Brasília

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivos	2
1.2	Justificativa.....	3
1.3	Estrutura.....	3
2	REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1	AMBIENTE CONSTRUÍDO.....	5
2.1.1	Densidade	6
2.1.2	Diversidade.....	8
2.1.3	Design.....	9
2.1.4	Acessibilidade ao Destino	10
2.1.5	Distância para o Transporte Público.....	11
2.2	VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS	12
2.3	ESCOLHA DO MODO DE TRANSPORTE	14
3	MÉTODO	18
3.1	DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
3.2	SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS	18
3.3	OBTENÇÃO DOS DADOS	24
3.4	MODELAGEM.....	24
4	APLICAÇÃO DO MÉTODO.....	26
4.1	ÁREA DE ESTUDO	26
4.2	VARIÁVEIS UTILIZADAS	30
4.3	CONSTRUÇÃO DA BASE DE DADOS	31
4.3.1	1ª Etapa - Base georreferenciada - QGIS	31
4.3.2	2ª Etapa – Base de Dados - Excel.....	33
4.3.2.1	Dados PMU	33

4.3.2.2	Dados QGIS	35
4.3.2.3	Dados Consolidados	36
4.3.3	3ª Etapa – Análise Descritiva	36
4.3.3.1	Moradores.....	37
4.3.3.2	Domicílio.....	40
4.3.3.3	Viagens.....	42
4.4	MODELAGEM.....	57
4.4.1	Modelo Logit Multinomial	57
5	RESULTADOS	59
5.1	TRANSPORTE ATIVO	60
5.2	TRANSPORTE COLETIVO PÚBLICO	68
5.3	COMPARAÇÃO.....	75
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	79
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
	APÊNDICE A –PASSOS DA BASE DE DADOS NO QGIS	87

1 INTRODUÇÃO

Segundo Cervero e Kockelman (1997), o desenvolvimento voltado para o trânsito ganhou popularidade como uma forma de moldar a demanda por viagens, empregando projetos de maior densidade, uso misto do solo e design amigável para pedestres. Há três objetivos principais: (1) reduzir o número de viagens motorizadas; (2) das viagens produzidas, aumentar a parcela não motorizada; e (3) das viagens motorizadas produzidas, reduzir as distâncias de viagem e aumentar os níveis de ocupação do veículo.

Dessa forma, as áreas metropolitanas em todo o mundo estão procurando estratégias sustentáveis para reduzir o uso de automóveis particulares, o consumo de energia e as emissões, muitas vezes alcançadas por meio de intervenções ambientais construídas que incentivam o uso de meios de transporte sustentáveis (Munshi, 2016).

Para isso, Saelens e Handy (2008) indicam que medidas validadas, consistentes e objetivas de características específicas do ambiente construído são essenciais. As variáveis que medem o ambiente construído geralmente são classificadas em dimensões. As primeiras dimensões foram definidas por Cervero e Kockelman (1997): densidade, diversidade e design. A acessibilidade ao destino e distância para o transporte público foram adicionadas posteriormente. A gestão da demanda é considerada o sexto D e as demografias são o sétimo D (Ewing e Cervero, 2010). Normalmente, apenas os 5 primeiros D's são medidos.

Para Ewing e Cervero (2010), há evidências da associação estatisticamente significativas entre o ambiente construído e o comportamento de viagem. No entanto, embora o meio ambiente pareça desempenhar um papel mais importante no comportamento de viagens do que as atitudes e preferências residenciais, ambos os efeitos estão presentes.

Além disso, para Khan *et al.* (2014), apesar de algumas diferenças específicas na magnitude do efeito, há um consenso entre os pesquisadores de que as características do ambiente construído têm efeitos estatisticamente significativos sobre as viagens, desde que se controle um número razoável de atributos demográficos (como renda, educação, idade e tamanho da família). A questão que permanece é em qual contexto urbano, socioeconômico e individual o efeito das variáveis do ambiente construído afetam a escolha do modo de transporte para a realização das viagens.

No entanto, para Etmiani-Ghasrodashti e Ardeshiri (2015), o impacto do ambiente construído no comportamento de viagem é pequeno em comparação com o estilo de vida. Além

disso, outras variáveis, como atitudes de viagem e fatores socioeconômicos, permanecem cruciais na seleção do modo de transporte.

Mais recentemente, Stevens (2017) argumenta que as características de desenvolvimento compacto não parecem ter muita influência na escolha do modo. Para ele, os planejadores não devem confiar no desenvolvimento compacto como a sua única estratégia para reduzir a condução, a menos que os seus objetivos de condução reduzida sejam muito modestos e possam ser alcançados a baixo custo.

Além disso, para Neves *et. al* (2021), aparentemente, a teoria dos “Ds” é aplicável a um contexto de maior igualdade social. Em contextos de maiores desigualdades sociais, há pouca influência do ambiente construído nas escolhas de caminhada, mas há das características individuais.

Apesar das divergências, pesquisas recentes como Aston *et. al*, (2020) e Aston *et. al* (2021) argumentam que há influência das variáveis do ambiente construído na escolha do modo de transporte. Entretanto, não há consenso sobre em que medida essa relação ocorre. Assim, o contexto regional e outras variáveis podem ser mais relevantes no processo de escolha do modo de transporte, estas mais voltadas às características do indivíduo, como gênero, composição familiar, grupos socioeconômicos, preferências, atitudes, auto seleção residencial e estilo de vida.

Desta forma, este trabalho visa realizar uma análise sobre os efeitos da influência do ambiente construído e das variáveis socioeconômicas sobre a escolha modal para os moradores do Distrito Federal.

1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho é analisar os efeitos do ambiente construído sobre a escolha modal a partir de variáveis de uso do solo e socioeconômicas em viagens internas às regiões administrativas do Distrito Federal.

Objetivos específicos:

- Verificar as variáveis do ambiente construído apropriadas para a análise.
- Comparar os resultados entre as cidades de Ceilândia, Samambaia e Taguatinga utilizando o modelo Logit Multinomial.

1.2 Justificativa

Segundo Ewing *et. al* (2015), alguns dos problemas mais incômodos de hoje, como expansão urbana, congestionamento de rodovias, dependência de petróleo, inatividade física, obesidade e mudanças climáticas, estão levando estados e cidades a recorrer ao planejamento territorial e ao design urbano para controlar o uso de automóveis.

Entender como o ambiente construído influencia a escolha do modo de transporte auxilia a definição de estratégias para restringir a demanda de viagens por automóveis privados e promover o transporte ativo e o transporte público como modos alternativos. Resultando, assim, em uma diminuição das consequências negativas de uma sociedade orientada para o automóvel.

Mesmo nas regiões em que há maior número de pesquisas, o ambiente construído tem impactos diversos, como mostra a pesquisa de Gim (2012). Em seu estudo focado nos impactos do ambiente construído no comportamento em transportes encontra-se que existe diferença na magnitude da influência da densidade urbana nos EUA e na Europa.

Como ainda restam dúvidas sobre a magnitude da influência do ambiente construído na escolha do modo de transporte, existe a necessidade de pesquisas que contribuam para o tema, principalmente na América Latina, visto que, a maioria dos estudos foram realizados em países desenvolvidos.

Neves *et. al* (2021) avaliou a relação entre a escolha da caminhada e as características do ambiente construído na cidade de São Paulo, Brasil. Nesse contexto, esta pesquisa busca auxiliar na investigação da relação entre o ambiente construído e a escolha do modo de transporte no Distrito Federal.

Desta forma, este trabalho busca contribuir com a discussão sobre os efeitos da influência do ambiente construído na escolha do modo de transporte na região do Distrito Federal através de uma comparação entre variáveis de uso de solo que serão medidas no estudo e variáveis socioeconômicas da Pesquisa de Mobilidade Urbana (Metrô-DF, 2018).

1.3 Estrutura do Projeto Final

Este trabalho está dividido em cinco capítulos.

O primeiro capítulo consiste na introdução do tema, contextualização do problema, definição dos objetivos do estudo, bem como determinação de justificativas para a pesquisa.

O segundo capítulo refere-se à revisão da literatura, dividida nas seções: Ambiente Construído, Variáveis Socioeconômicas e Escolha do Modo de Transporte.

O terceiro capítulo aborda o método a ser utilizado.

O quarto capítulo indica como será a aplicação do método.

O quinto capítulo apresenta o cronograma planejado para a pesquisa.

A Figura 1 ilustra a estrutura do trabalho.

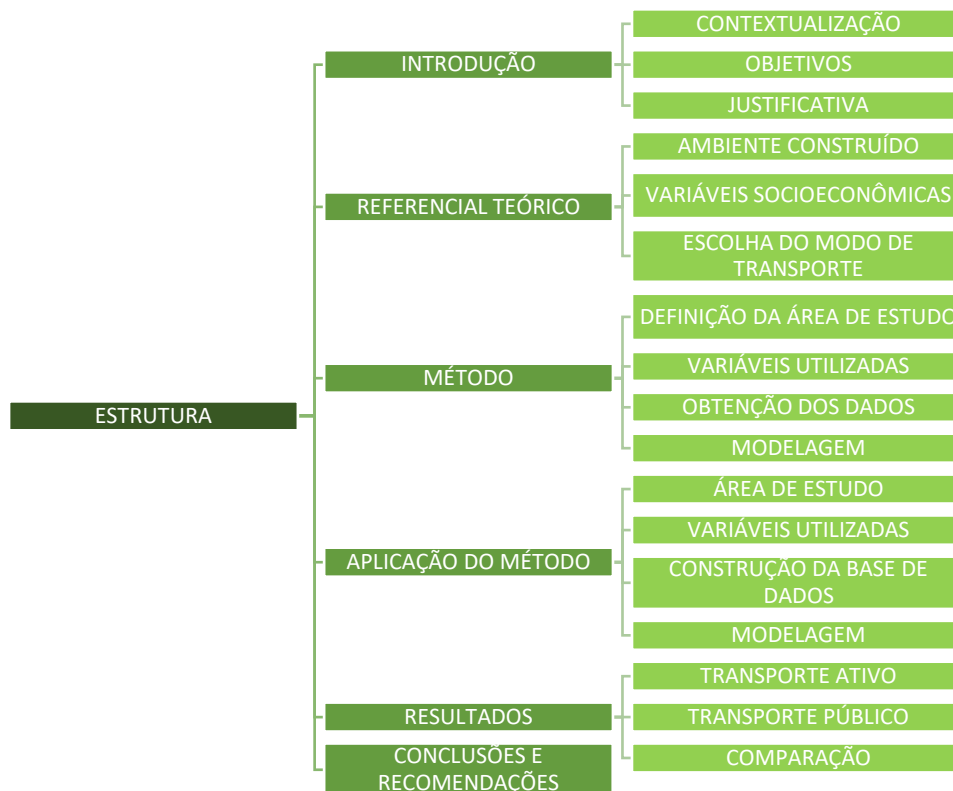


Figura 1 - Esquema da estrutura do trabalho.

Fonte: Elaboração própria.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem por objetivo descrever o Referencial Teórico utilizado para a realização do projeto. O Referencial Teórico está dividido conforme ilustra a Figura 2:

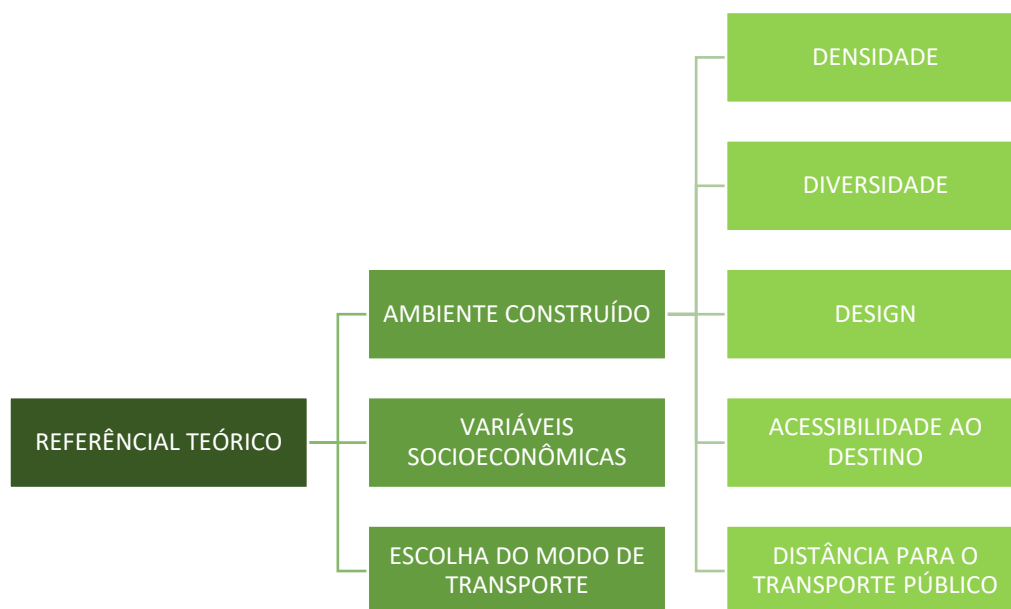


Figura 2 - Esquema das etapas do Referencial Teórico.

Fonte: Elaboração própria.

2.1 AMBIENTE CONSTRUÍDO

Para Saelens e Handy (2008), ambiente construído consiste nos seguintes elementos: padrões de uso do solo, a distribuição de atividades no espaço e os edifícios que os abrigam; o sistema de transporte, a infraestrutura física de estradas, calçadas, ciclovias etc., bem como o serviço prestado por esse sistema; e o desenho urbano, a disposição e aparência dos elementos físicos em uma comunidade.

As variáveis do ambiente construído são comumente referenciadas a partir da classificação definida por Cervero e Ewing (Cervero e Kockelman, 1997; Ewing e Cervero, 2010). Os primeiros "3Ds" foram cunhados por Cervero e Kockelman (1997), sendo eles densidade (população e empregos), diversidade (combinação e equilíbrio do uso do solo) e design (desenho de bairro e ruas). Posteriormente, a acessibilidade ao destino (distância do centro da cidade, acessibilidade aos empregos) e distância para o transporte público foram propostas por Ewing e Cervero (2010).

A gestão da demanda (taxas de estacionamento, preços dos congestionamentos etc.) é o sexto D. Embora não façam parte do ambiente, as demografias são o sétimo D, controladas como influências confusas nos estudos de viagens (Ewing e Cervero, 2010).

Os limites entre as categorias são incertos. Segundo Ewing e Cervero (2010), algumas dessas dimensões se sobrepõem (por exemplo, diversidade e acessibilidade ao destino) e a escolha das variáveis pode variar entre os autores. Mesmo assim, a literatura ainda acha útil utilizar as variáveis D para organizar a literatura empírica e fornecer percepções de ordem de magnitude.

As variáveis do ambiente construído são descritas a seguir.

2.1.1 Densidade

Segundo os autores Ewing e Cervero (2010), a densidade é a medida de variável de interesse por unidade de área. A área pode ser bruta ou líquida e a variável de interesse pode ser população, unidades habitacionais, emprego, área construída ou outra coisa. A população e o emprego às vezes são somados para calcular uma densidade geral de atividade por unidade de área.

Para Cervero e Kockelman (1997), bairros relativamente densos tendem a ter uma maior variedade de usos do solo, quarteirões mais curtos, padrões de ruas em grade, redes de calçadas. Densidades mais altas, diversos usos do solo e projetos amigáveis para pedestres devem coexistir para que benefícios de transporte significativos ocorram. Ter calçadas agradáveis, paisagismo atraente e outras amenidades para pedestres em um bairro residencial de baixa densidade dificilmente fará com que muitos residentes caminhem até as lojas. No entanto, a combinação dos 5D's provavelmente produzirá impactos mais satisfatórios.

Corroborando com essa ideia, Cho e Rodriguez (2014) apontam que as duas características do ambiente construído mais comumente associadas a atividades físicas ou caminhadas são a densidade e a combinação de uso do solo de um bairro. Aqueles que vivem em bairros densos e diversos podem ser mais propensos a serem ativos do que aqueles que vivem em bairros suburbanos. A justificativa é que aqueles que vivem em bairros onde lojas de varejo, locais de trabalho e outros tipos de destinos podem ser mais propensos a viajar para esses destinos a pé.

A densidade de uma vizinhança aumenta a proximidade dos indivíduos aos destinos. Assim, ambientes densos têm maior probabilidade de estar localizados próximos às áreas centrais, e aqueles que moram nesses locais têm maior probabilidade de fazer uma caminhada. Dessa forma, a densidade dos bairros pode levar à diminuição do uso do carro e ao aumento de viagens ativas. Portanto, a densidade moderada pode levar a viagens por meios de transporte mais sustentáveis (Etminani-Ghasrodashti e Ardeshiri, 2015).

Segundo Ewing *et. al.*, (2015), os comprimentos de viagem são geralmente mais curtos em locais que são mais acessíveis e têm densidades mais altas ou apresentam usos mistos. O uso do transporte público varia principalmente com a densidade do local e depois com o grau de mistura de uso da terra. Parte do efeito de densidade é, sem dúvida, devido a melhores condições de caminhada, distâncias mais curtas para o serviço de transporte público e menos estacionamento gratuito.

Não apenas isso, mas segundo Mouratidis *et. al.* (2019), a densidade da vizinhança local está significativamente associada à satisfação com a viagem. Isso ocorre porque as densidades locais mais altas promovem viagens mais curtas e rápidas, facilitam o transporte ativo e o transporte público, enquanto desencorajam as viagens de carro.

Entretanto, à medida que as cidades crescem, a escolha do local de trabalho das pessoas não é limitada pelo que está disponível nas proximidades, mas pelo que está disponível em toda a cidade, portanto, as distâncias de deslocamento e a duração aumentam (Yang *et al.*, 2012). Para Sun e Yin (2020), o impacto de uma maior densidade populacional no nível da cidade na duração do deslocamento diário não é linear. Ou seja, conforme a densidade populacional da cidade aumenta, a duração do trajeto dos residentes também aumenta.

Neves *et. al.* (2021) ressalta a questão relacionada à segurança do local. Embora algumas referências atribuam maior probabilidade de escolha do modo de caminhada à densidade populacional, por se tratar de locais mais seguros, em algumas cidades latino-americanas a maior densidade nem sempre significa um ambiente mais seguro. Na revisão realizada por Saelens e Handy (2008) também foram encontrados atributos relacionados à segurança que impactaram na escolha do modo como o crime e tráfico.

Assim, se por um lado, uma densidade populacional mais alta pode aumentar a probabilidade de os residentes estarem próximos de empregos, resultando em distâncias e duração reduzidas de deslocamento (Zhao, 2013). Por outro lado, uma maior densidade populacional pode contribuir para aglomeração e congestionamento e, portanto, uma maior

duração do trajeto. Desta forma, segundo Yang et al. (2012), o efeito da densidade populacional na duração do deslocamento diário pode ser insignificante porque os efeitos positivos e negativos se cancelam.

2.1.2 Diversidade

Segundo os autores Ewing e Cervero (2010), a diversidade refere-se ao número de diferentes usos do solo em uma determinada área e ao grau em que eles são representados na área do solo, área útil ou emprego. Medidas de entropia de diversidade, em que valores baixos indicam ambientes de uso único e valores altos, usos da terra mais variados, são amplamente utilizadas em estudos de viagens.

De acordo com Cao et al. (2009), os usos mistos do solo tendem a desencorajar viagens de automóvel e facilitar o uso de meios de transporte ativo e transporte público. A disponibilidade de serviço de transporte público e infraestruturas para caminhada e bicicleta são predecessores importantes, além disso, as viagens ativas também são afetadas pela qualidade estética e pelo contexto social do ambiente construído.

Segundo Tian *et. al* (2020), o desenvolvimento de uso misto é um elemento significativo das estratégias de crescimento inteligente que pode acontecer em um prédio, quarteirão ou bairro. Ao colocar diferentes usos próximos uns dos outros, os empreendimentos concentram destinos e oferecem oportunidades para trabalhar, morar, fazer compras ou recreação no mesmo lugar. Dessa forma, podem capturar viagens internas e promover o transporte a pé, de bicicleta e de transporte público, ajudando a reduzir os impactos do tráfego na rede rodoviária externa.

O uso misto do solo contribui para reduzir o tempo de deslocamento, pois permite que os residentes vivam mais perto de seus destinos. A proximidade entre moradia e trabalho é um dos elementos mais importantes para reduzir o congestionamento e a duração do trajeto (Sun e Yin, 2020).

Na pesquisa realizada por Neves *et. al* (2021) em São Paulo, a diversidade tem o maior efeito marginal na escolha de caminhada. A conclusão é que o aumento da diversidade de usos do solo próximo aos domicílios é uma forma de estimular a caminhada. Além disso, com base no que foi observado para a entropia do destino, o aumento da diversidade do uso do solo em regiões com maior concentração de empregos pouco qualificados pode aumentar a acessibilidade para grupos com maior probabilidade de caminhar. Desta forma, é importante

que regiões mais distantes do centro, que tenham entropias menores, sejam alvos de políticas públicas que buscam aumentar a diversidade.

Na pesquisa de Cervero e Kockelman (1997), a diversidade teve um impacto modesto na demanda de viagens, embora, significativo, e suas influências foram mais fortes do que a densidade, por exemplo.

2.1.3 Design

Segundo os autores Ewing e Cervero (2010), o desenho (design) inclui características da rede viária em uma determinada área. As redes de ruas variam de densas redes urbanas altamente interconectadas a esparsas redes suburbanas com baixa conectividade e muitos becos sem saída.

As medidas incluem tamanho médio dos quarteirões, proporção de interseções de quatro vias, a quantidade de interseções por unidade de área e a densidade de vias. Ocasionalmente, é medido por variáveis físicas que diferenciam os ambientes orientados para pedestres dos automotivos, como calçadas, larguras médias das ruas, número de faixas de pedestres, quantidade de árvores ou outras.

Etminani-Ghasrodashti e Ardeshiri (2015), definiram o design como a variável com maior impacto no comportamento de transportes para a cidade de Shiraz, Iran. Os entrevistados, que residem em bairros com ruas bem conectadas eram menos propensos a usar automóveis para suas viagens.

Para Ye e Titheridge (2016), a criação de espaços verdes ao longo da rota de deslocamento pode ajudar a moderar os efeitos negativos dos níveis de congestionamento percebidos e longos tempos de deslocamento.

Saelens e Handy (2008) indicam que as calçadas e a conectividade das vias se correlacionaram com a caminhada. O papel das calçadas é a criação de ambientes seguros para os pedestres. Enquanto a conectividade causa um efeito de proximidade, uma maior conectividade das ruas geralmente significa rotas mais diretas e, portanto, distâncias mais curtas de casa aos destinos potenciais. Além disso, expande a variedade de rotas. Atributos relacionados à segurança também foram encontrados.

Os resultados de Khan et al. (2014) trazem a importância da conectividade da rua e da maior densidade de paradas de ônibus. As escolhas de destino também são importantes para as escolhas de modo, e os modos ativos são mais escolhidos para viagens locais do que viagens mais longas. As probabilidades de viagens intrazona aumentaram com a maior conectividade das ruas, disponibilidade de trânsito e entropia do uso do solo. Além disso, bicos sem saída atraíram menos viagens.

Segundo Cervero e Kockelman (1997), os esquemas de design podem não apenas tornar os destinos mais acessíveis e convenientemente alcançados a pé (como em entradas de lojas localizadas perto de calçadas e estacionamento na parte traseira), mas também podem recompensar pedestres, ciclistas e passageiros de transporte público com amenidades, como árvores com sombra e praças. Tais projetos não seriam apenas amenidades, mas proporcionariam à pedestres e ciclistas o mesmo nível de instalações oferecidas aos motoristas, “nivelando o campo de jogo”.

De uma perspectiva de política de planejamento, de acordo com Cho e Rodriguez (2014), é necessário um conjunto de estratégias de uso do solo para reduzir a dependência do automóvel e melhorar a acessibilidade das instalações desejadas. Essas estratégias incluem o projeto do Novo Urbanismo que enfatiza características de design específicas, incluindo redes de ruas interconectadas, ruas estreitas com calçadas, combinações de tipos de habitação, varandas e outras características de design tradicionais, com a intenção de colocar as atividades da vida diária à uma curta distância das residências.

Takano (2010) utilizou em sua pesquisa dados da classificação de usos do solo por setores censitários da área construída de uso comercial e serviços, uso institucional, uso residencial e a somatória da área total para o cálculo da entropia. Ela utilizou apenas os setores censitários que possuíam alguma atividade na localidade, ou seja, excluiu as microzonas que não tinham dados.

2.1.4 Acessibilidade ao Destino

Segundo os autores Ewing e Cervero (2010), a acessibilidade ao destino mede a facilidade de acesso às atrações da viagem e, pode ser medida em nível tanto regional quanto local. A acessibilidade regional é definida como a distância do distrito comercial central ou o número de empregos ou outras atrações alcançáveis dentro de um determinado tempo de

viagem, que tende a ser maior nas localizações centrais e menor nas periféricas. Já a local pode ser definida em relação aos estabelecimentos de "conveniência", como supermercados, drogarias e lavanderias (Handy, 1993).

Em termos de ambiente construído, Ye e Titheridge (2016) concluem que uma curta distância de casa ao trabalho incentiva as viagens ativas e reduz o uso de carro para o deslocamento. Uma distância curta de deslocamento também reduz o nível de congestionamento nas estradas e os tempos de transferência de trânsito necessários. Isso sugere que manter um equilíbrio entre emprego e moradia é importante para promover o transporte sustentável e uma cidade feliz.

Para Sun e Yin (2020), a duração do deslocamento aumenta quando a residência está localizada longe do centro da cidade, levando a um evidente aumento da distância do deslocamento, e conseqüentemente maior uso de automóveis motorizados.

Ainda, Ye e Titheridge (2016) avaliam que a maioria dos estudos anteriores descobriu que o ambiente construído que apresenta alta densidade, usos mistos do solo, ruas bem conectadas e alta acessibilidade ao destino estão associados ao menor uso de automóveis e maior uso do transporte ativo e do transporte público.

Segundo Zegras (2010), a conveniência das opções de viagens pode influenciar a utilidade que um indivíduo ou família obtém da propriedade de um veículo. Uma família que pode acessar mais facilmente outros destinos desejados sem usar um automóvel terá menos uso para um. Portanto, a probabilidade dessa família de possuir um automóvel será menor.

2.1.5 Distância para o Transporte Público

Segundo os autores Ewing e Cervero (2010), a distância para o transporte público geralmente é medida como uma média das rotas mais curtas até a estação ferroviária ou ponto de ônibus mais próximo. Alternativamente, pode ser medido como densidade de rota de trânsito, distância entre as paradas de trânsito ou pela densidade de estações por unidade de área.

O estudo de Ye e Titheridge (2016) conclui que melhorar o acesso ao transporte público no local de residência incentiva o uso do transporte público e reduz o uso do carro para o deslocamento, e melhorar o acesso ao transporte público nos locais de trabalho ajuda a reduzir o número de vezes que uma transferência precisa ser feita durante o trajeto.

Além disso, o compartilhamento de modo e a probabilidade de viagens de transporte público estão fortemente associadas ao acesso ao transporte público. Morar perto de um ponto de ônibus parece ser um incentivo para usar o transporte público, apoiando o padrão da indústria de transporte público de ônibus em um raio de 400 metros da maioria dos residentes (Ewing e Cervero, 2010).

A distância mais curta para instalações de transporte público está negativamente relacionada à duração do deslocamento diário (Zhao e Li, 2016). No entanto, Van Acker e Witlox (2011) descobriram que a distância até as estações ferroviárias pode diminuir a duração do trajeto, enquanto a distância até os pontos de ônibus pode aumentá-la. Zhao, Lü e de Roo (2011) também descobriram que o efeito da acessibilidade do transporte público na duração do trajeto é mais fraco do que o de outros fatores.

2.2 VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS

Segundo Munshi (2016), a influência do ambiente construído na escolha do modo pode diferir entre gênero, composição familiar e grupos socioeconômicos.

De acordo com Cao *et. al* (2009), o comportamento de viagem dos indivíduos é influenciado pelo conjunto de opções de modos de viagem disponíveis para eles. O número de automóveis tem uma correlação positiva com a frequência de viagens em automóveis particulares e uma associação negativa com a frequência de viagens a pé/de bicicleta. O número de automóveis por membro da família em idade de dirigir está negativamente associado à frequência de viagens de transporte público. E, aqueles que não possuem carteira de motorista são mais propensos a pegar o transporte público. Assim, é possível verificar que as decisões de viagens dos indivíduos dependem fortemente da propriedade de automóveis. Da mesma forma, é plausível que a posse de bicicletas seja um indicador positivo da frequência de viagens a pé / de bicicleta.

A pesquisa de Etminani-Ghasrodashti e Ardeshiri (2015) confirma essa relação, visto que, a posição financeira teve um efeito positivo em viagens de carro e negativo no transporte público. Assim, uma renda mais alta e a posse de carro são responsáveis por mais viagens de carro e uma tendência menor a usar o transporte público.

Segundo Ye e Titheridge (2016), devido às restrições econômicas, passageiros que andam a pé ou de bicicleta têm maior probabilidade de ter níveis mais baixos renda. Para

Cervero e Kockelman (1997), quem tem acesso limitado a veículos motorizados, aqueles sem carteira de motorista, os jovens e os de famílias mais pobres dependem mais do transporte público e são mais propensos a caminhar ou usar a bicicleta.

Segundo Cheng et al. (2017), pessoas de baixa renda na China demonstraram que para viagens pendulares eles tem mais propensão a usar ônibus e para viagens não pendulares o transporte ativo.

Segundo Cho e Rodriguez (2014), residentes com mais de 60 anos tinham menos probabilidade de andar para se locomover e, os homens tinham maiores chances de caminhar para fins de transporte em relação às chances das mulheres e os desempregados tendiam a andar mais para fins recreativos. Desta forma, indivíduos do sexo masculino, jovens, solteiros e desempregados caminharam mais.

Khan et al. (2014) também concorda que a idade é um atributo muito importante para a escolha do modo intrazona, com idosos menos propensos a caminhar. Para Munshi (2016), com o aumento da idade, espera-se que os indivíduos optem por preferir o automóvel particular e os modos compartilhados a outros modos. Além disso, homens encontram maior utilidade no uso do veículo motorizado.

A estrutura familiar também influencia a geração de viagens dos indivíduos. Segundo Ewing *et. al*, (2015), o número de viagens domésticas de automóvel aumenta com o tamanho da família, o número de membros empregados e a renda familiar. Entretanto, a probabilidade de uma família fazer caminhada e utilizar a bicicleta também aumenta com o tamanho da família.

Segundo Cao *et. al* (2009), o número de crianças menores de cinco anos na casa tende a reduzir as frequências de viagens de automóvel, provavelmente por causa das limitações de tempo ou da inconveniência de levar uma criança para passear. A associação negativa da idade com as frequências de viagens pode refletir limitações de mobilidade ou possivelmente preocupações de segurança. A educação está positivamente associada à frequência de caminhadas / passeios de bicicleta, desta forma, a atividade física recreativa está positivamente correlacionada com a educação. Além disso, a renda familiar tem influência positiva no número de viagens de carro, um resultado comum e intuitivo. Os trabalhadores de menor renda realizaram menos viagens não relacionadas ao trabalho, provavelmente devido a restrições de tempo.

Em relação às crianças, de acordo com Saelens e Handy (2008), há poucos estudos que relacionam a escolha do modo de transporte por crianças, talvez porque elas estão sob controle do cuidador que é quem toma as decisões.

Segundo Ye e Titheridge (2016), em geral, pessoas com alto nível de escolaridade eram mais propensas a usar o carro para o deslocamento diário, enquanto aquelas com baixo nível de escolaridade eram mais propensas a recorrer ao transporte ativo para o deslocamento, sugerindo o papel importante do grau de instrução na escolha do modo de viagem. Além disso, segundo Munshi (2016), não é uma preferência de indivíduos com maior escolaridade caminhar ou andar de bicicleta.

De acordo com Ewing *et. al.*, (2015), a frequência da viagem é principalmente uma função das características socioeconômicas dos viajantes e secundariamente uma função do ambiente construído; a duração da viagem é principalmente uma função do ambiente construído e, secundariamente, das características socioeconômicas; e a escolha do modo depende de ambos, embora provavelmente mais da socioeconômica.

2.3 ESCOLHA DO MODO DE TRANSPORTE

A fim de obter maiores participações de meios de viagem não motorizados, engenheiros, planejadores e formuladores de políticas devem entender como os vários fatores ambientais construídos, domésticos, pessoais e outros afetam as escolhas de viagens (Khan et al., 2014).

Para Munshi (2016), a escolha do modo de transporte é considerada como uma função das características dos tripulantes (por exemplo, idade, sexo, renda familiar, tamanho e composição familiar), características do modo (custo da viagem, conveniência, proteção e segurança) e características do ambiente construído, vinculando a sociedade ao espaço urbano.

As pessoas geram viagens diárias por pelo menos três modos primários: automóvel, transporte público e modos não motorizados. Segundo Cao *et. al.* (2009), as medidas do comportamento de viagem dos indivíduos por cada modo (como duração da viagem e frequência da viagem) provavelmente estão correlacionadas entre si. Por exemplo, uma grande quantidade de viagens por um modo pode desencorajar o uso de outros modos. Por outro lado, a economia de tempo de viagem, devido à velocidade mais rápida, distância reduzida, entre outras causas, pode induzir a demanda de viagem por outros modos.

De acordo com Cao *et. al* (2009), se as cidades usarem políticas de uso do solo para oferecer opções para dirigir menos e usar mais os modos de transporte ativo e transporte público, muitos residentes tenderão a fazê-lo. Estudos descobriram que os residentes que vivem em bairros tradicionais (caracterizados como alta densidade, alta acessibilidade, uso misto do solo, rede de ruas retilíneas e assim por diante) dirigem menos e andam mais do que aqueles que vivem em bairros suburbanos.

Segundo Cervero e Kockelman (1997), bairros que são mais densos, ricos em atividades e propícios aos pedestres estão associados à escolha de modos compartilhados de transporte, transporte público e transporte ativo para viagens não relacionadas ao trabalho. O estacionamento pago nos bairros pode encorajar as pessoas a caminhar até as lojas e outros destinos não relacionados ao trabalho. Enquanto o uso de veículos geralmente aumenta a distância da viagem fora do trabalho.

Dado orçamento e restrições, os indivíduos escolhem o número de viagens por cada modo para maximizar sua utilidade, ou seja, uma escolha racional. O custo da viagem é um custo generalizado que inclui tempo, despesas monetárias e efeitos psicológicos, como estética e conforto (Ye e Titheridge, 2016).

Segundo Cao *et. al* (2009), a economia de tempo de viagem é um fato que influencia a escolha do modo de transporte, o veículo motorizado tem uma velocidade maior que os modos ativos, desta forma, a pessoa utiliza menos tempo para chegar ao seu destino, induzindo a demanda de viagem por esse modo.

Segundo Frank *et al.* (2007), o valor que um indivíduo atribui ao tempo foi considerado altamente significativo na compreensão das escolhas do modo de transporte. Para que um modo seja viável, em relação ao tempo, é necessário que seja mais favorável que o tempo gasto utilizando o automóvel. Assim, como caminhar demanda mais tempo, é comum estar mais relacionado com viagens de não pendulares.

Segundo Munshi (2016), automóveis particulares são o modo mais preferido para viagens de deslocamento diário. O maior uso de modos de caminhada e bicicleta indica uma pequena distância de viagem para os locais de trabalho, indicando que os indivíduos que residem nesses locais não dependem de atividades nas partes centrais da cidade.

Segundo Cao *et. al* (2009), aqueles que preferem morar em um lugar tranquilo e seguro tendem a fazer mais viagens de carro. Indivíduos que valorizam os automóveis como um modo

de segurança têm menor probabilidade de escolher modos não motorizados. Enquanto, a preferência por um bom serviço de transporte público está positivamente associada à frequência de viagens de transporte público. Além disso, as preferências por acessibilidade, opções de atividade física e espaço ao ar livre influenciam significativamente a escolha de viagens ativas.

Segundo Gao *et. al* (2021), parques atraem principalmente residentes da região ou próximos em vez de residentes de outras áreas, desta forma, as viagens tendem a ser de curta distância e há um maior incentivo para viagens a pé.

A caminhada ocorre principalmente em ruas de vizinhança e instalações públicas, e, segundo Saelens e Handy (2008), há a influência da segurança, conforto e se há atração para caminhada. Compras e atividades de lazer perto das residências promovem ambientes atraentes e interessantes. Para criar locais que facilitem e estimulem a caminhada, é preciso compreender as características específicas do ambiente construído que se correlacionam mais fortemente com a caminhada.

Segundo Ewing *et. al*, (2015), o serviço de transporte público é complementar à caminhada, pois as famílias com bom acesso ao transporte público tendem a ter menos automóveis, desde que tenham transporte público disponível para suas viagens de trabalho. Possuindo menos automóveis, eles são mais propensos a caminhar em suas viagens não relacionadas ao trabalho. A probabilidade de viagens a pé também aumenta com a compactação regional. Quanto mais compacta uma região, mais destinos podem ser encontrados a uma distância de caminhada.

De acordo com Ye e Titheridge (2016), há uma associação significativa entre o comportamento de viagem e a satisfação com a viagem. Por exemplo, o deslocamento ativo a pé e de bicicleta é percebido como mais relaxante e emocionante do que o deslocamento de carro e transporte público, que é percebido como mais estressante e entediante. Viajantes ativos tendem a ficar mais satisfeitos com seus deslocamentos, seguidos por aqueles que viajam em veículos pessoais e usuários de transporte público. Além da escolha do modo de viagem, outras características de viagem também podem influenciar a satisfação com a viagem. Por exemplo, longas distâncias de deslocamento, congestionamento de tráfego, longa viagem ou tempo de espera, a imprevisibilidade do tempo, superlotação e outras condições de viagem. Além disso, deve-se prevenir crimes no trânsito, particularmente roubo e assédio sexual, que foram crimes mais relatados pelos participantes.

Segundo Khan et al. (2014), o fenômeno “se você construir, eles virão” existe, principalmente com instalações e políticas para bicicletas e caminhadas, especialmente se a conectividade do sistema for cuidadosamente fornecida. Conjunto de dados baseados em GPS de 164 ciclistas adultos em Portland, Oregon, sugerem que os ciclistas preferem estradas com infraestrutura para bicicletas e baixos volumes de tráfego e tentam reduzir o tempo de viagem minimizando as esperas nos sinais de trânsito.

Ainda, segundo Ye e Titheridge (2016), o ambiente construído e as atitudes de viagem também podem ter efeitos diretos na satisfação com a viagem. As amenidades e a paisagem ao longo da rota da viagem, por exemplo, podem ter impacto direto no humor e nos sentimentos de uma pessoa, que por sua vez influenciam a avaliação subjetiva da viagem. Um ambiente amigável para pedestres, por exemplo, pode fazer uma caminhada ser tranquila e divertida. Enquanto o congestionamento, nível de serviço de trânsito, custo de viagem real e percebido, os quais podem, por sua vez, influenciar negativamente a satisfação com a viagem.

Segundo Mouratidis *et. al* (2019), os resultados da cidade de Oslo na Noruega sugerem que a satisfação com o trajeto é significativamente maior para os residentes de bairros urbanos compactos do que para os subúrbios extensos. Essa diferença se deve principalmente às diferenças em (a) duração da viagem e (b) divisão modal. Distâncias mais curtas ao centro da cidade e maiores densidades de vizinhança estão associadas a uma duração de viagem significativamente menor. Essa menor duração da viagem experimentada pelos residentes de cidades compactas contribui significativamente para sua maior satisfação com a viagem.

O deslocamento diário pode ter se tornado um fardo físico e mental, influenciando significativamente o bem-estar dos indivíduos. Isso destaca a importância de melhorar a experiência e a satisfação das pessoas no deslocamento.

3 MÉTODO

Este capítulo tem por objetivo descrever as etapas do método que será utilizado para a realização do projeto. A Figura 3 esquematiza as etapas a serem desenvolvidas no estudo.

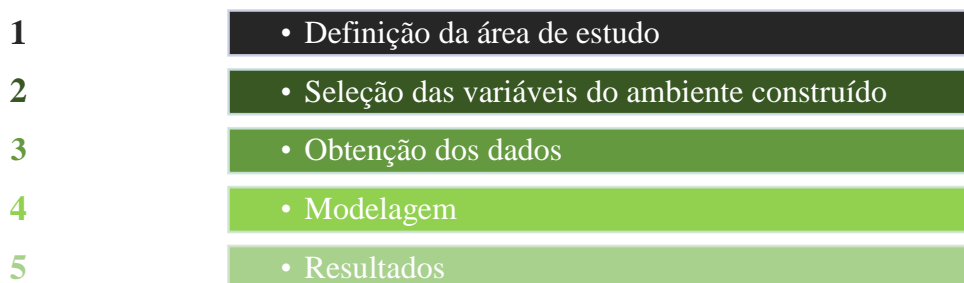


Figura 3 - Esquema do método
Fonte: Elaboração própria.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Um dos principais critérios para a escolha da área de estudo foi a disponibilidade de dados das variáveis descritas na literatura, como dados de pesquisas regionais com origem e destino das viagens, tempo de viagem, motivo e principalmente o modo, dados socioeconômicos, como população, empregos, idade, gênero, renda, escolaridade, composição familiar, propriedade de veículos e bicicletas, além de camadas de dados georreferenciados para ruas, ciclovias, calçadas, becos sem saída, shoppings, escolas, equipamentos de urbanos, parques, estações de metrô, paradas de ônibus e detalhamento do uso do solo.

Sendo assim, as áreas de estudo selecionadas foram as Regiões Administrativas de Ceilândia, Samambaia e Taguatinga no Distrito Federal que atendem a todos os critérios indicados.

3.2 SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS

As variáveis escolhidas foram aquelas que compõem os “5Ds”: Densidade, Diversidade, Design, Acessibilidade ao Destino e Distância para o Transporte Público. A Tabela 1 indica as variáveis utilizadas, a metodologia aplicada e a referência bibliográfica.

Tabela 1 – Variáveis utilizadas

Variável	Fórmula	Definição	Referência
Densidade	$D.P. = \frac{P}{A}$	A medida de densidade populacional (D.P.) será calculada dividindo a população (P) estimada pela área total (A).	Segundo Khan et al. (2014), tanto a densidade populacional quanto a de empregos são rotineiramente usadas, com altas elasticidades em uma ampla gama de modelos de comportamento de viagem.
	$D.E. = \frac{E}{A}$	A medida de densidade de emprego (D.E.) será calculada dividindo a quantidade de empregos estimados (E) dividida pela área total (A).	
Diversidade	$ENT = - \frac{\sum_j^k (p_j \times \ln(p_j))}{\ln(k)}$	A medida de entropia corresponde ao valor negativo do somatório da proporção do uso do solo j (p_j) multiplicado pelo logaritmo natural da proporção do uso do solo j, divididos pelo logaritmo natural	O índice de entropia foi desenvolvido por Cervero e Kockelman (1997) e é usado para medir o equilíbrio do uso da terra. 1 significa que há diferentes usos do solo para a área e 0 significa que há apenas um uso da terra na área do bairro.

Variável	Fórmula	Definição	Referência
		do número total de usos considerados (k), sendo $k \geq 2$.	
Design	$D.V. = \frac{V}{A}$	A densidade de vias (D.V.) será calculada dividindo a quantidade de quilômetros de vias (V) pela área total (A).	Munshi (2016), o Design pode ser representado como densidade de vias, densidade de ciclovias, rede de calçadas, densidade de interseções, entre outros. Dentre as variáveis indicadas por ele, foram escolhidas apenas essas 3 variáveis para o estudo em questão.
	$D.Ci. = \frac{Ci}{A}$	A densidade de ciclovias (D.C.) será calculada dividindo a quantidade de quilômetros de ciclovias (V) pela área total (A).	
	$D.Ca. = \frac{Ca}{A}$	A densidade de calçadas (D.Ca.) será calculada dividindo a área de calçadas (Ca) pela área total (A).	
	$D.B. = \frac{BS}{A}$	A densidade de becos sem saída (D.BS.) será calculada dividindo a quantidade de becos	

Variável	Fórmula	Definição	Referência
		sem saída (BS) pela área total (A).	
Acessibilidade ao destino	$D.S. = \frac{S}{A}$	A densidade de shoppings (D.S.) será calculada dividindo a quantidade de shoppings (S) pela área total (A).	Gao <i>et. al</i> (2021) utilizam essas a densidade de instalações de lazer, de instalações de educação e de parques na sua pesquisa. Saelens e Handy (2008) verificaram que atributos relacionados à segurança foram considerados em estudos, apesar de serem mais ambíguas.
	$D.ESC. = \frac{ESC}{A}$	A densidade de escolas (D.ESC.) será calculada dividindo a quantidade de escolas (ESC) pela área total (A).	
	$D.EQ.SAU. = \frac{EQ.SAU}{A}$	A densidade de equipamentos de saúde (D.EQ.SAU) será calculada dividindo a quantidade de equipamentos de saúde (EQ.SAU) pela área total (A).	

Variável	Fórmula	Definição	Referência
	$D.EQ.SEG. = \frac{EQ.SEG}{A}$	A densidade de equipamentos de segurança (D.EQ.SEG) será calculada dividindo a quantidade de equipamentos de segurança (EQ.SEG) pela área total (A).	
	$D.EQ.LAZ. = \frac{EQ.LAZ}{A}$	A densidade de equipamentos de lazer (D.EQ.LAZ) será calculada dividindo a quantidade de equipamentos de lazer (EQ.SAU) pela área total (A).	
	$D.PAR. = \frac{PAR}{A}$	A densidade de parques (D.PAR.) será calculada dividindo a área total de parques (PAR) pela área total (A).	

Variável	Fórmula	Definição	Referência
Distância para o transporte público	$D.M. = \frac{M}{A}$	A densidade de estações de metrô (D.M.) será calculada dividindo a quantidade de estações de metrô (M) pela área total (A).	Park <i>et. al</i> (2019) e Gao <i>et. al</i> (2021) utilizam a densidade da estação de metrô e de ônibus como uma variável de distância para o trânsito.
	$D.O. = \frac{O}{A}$	A densidade das estações de ônibus (D.O.) será calculada dividindo a quantidade de estações de ônibus (O) pela área total (A).	

3.3 OBTENÇÃO DOS DADOS

Os dados sociais e econômicos como população, idade, gênero, empregos, renda, escolaridade, composição familiar, propriedade de veículos e dados de viagens foram obtidos a partir Pesquisa de Mobilidade Urbana (PMU) cujos dados foram levantados em 2016, mas foi publicada apenas em 2018 (Metrô-DF, 2018).

Foram utilizados dados georreferenciados disponíveis das regiões administrativas do Distrito Federal. A camada de Paradas de Ônibus foi solicitada à Secretaria de Transporte e Mobilidade (SEMOB) por e-mail. A camada de Shoppings e Vias do DF foi retirada da base do OpenStreetMap. E a maior parte da base foi utilizada as camadas do GEOPORTAL (2021).

Será utilizado o software QGIS para união e consolidação dos dados georreferenciados das diversas fontes.

3.4 MODELAGEM

Os modelos de escolha são utilizados no processo de planejamento de transporte urbano para estimar a demanda de viagens. A probabilidade de um indivíduo escolher determinada alternativa é função da atratividade da alternativa escolhida em relação à atratividade das alternativas disponíveis.

O modelo utilizado será a Regressão Logística Multinomial ou Logit Multinomial. Assim como Munshi (2016), que utilizou um modelo Logit Multinomial para analisar a influência do ambiente construído na escolha do modo de transporte para viagens na Índia.

Segundo Cardoso (2010), para representar a atratividade de uma alternativa utiliza-se o conceito de utilidade. Uma Função Utilidade é uma expressão matemática que determina o grau de satisfação que o usuário do transporte obtém com a escolha do modo. De uma forma geral, é definida por uma soma de variáveis e seus pesos relativos, tal como:

$$U_x = \sum_{i=1}^n a_i X_i$$

Onde,

U_x = utilidade do modo x;

n = número de atributos;

X_i = valor do atributo (tempo, custo e assim por diante);

a_i = peso do coeficiente para atributos i .

O modelo Logit Multinomial fornece uma maneira conveniente de calcular a escolha do modo. Segundo Cardoso (2010), este modelo relaciona a probabilidade de escolha de uma alternativa, em um conjunto de alternativas.

$$p(k) = \frac{e^{U_k}}{\sum e^{U_x}}$$

Onde,

$p(k)$ = probabilidade de escolha do modo k ;

k = um modo de transporte;

x = todos os modos concorrentes;

U_x = utilidade do modo x .

O software utilizado para essa modelagem será o IBM SPSS Statistics, visto que, ele realiza a aplicação do modelo Logit Multinomial, possui uma interface simples e foi o software disponível para a pesquisa. A versão utilizada foi o SPSS 26.

4 APLICAÇÃO DO MÉTODO

Este capítulo tem por objetivo descrever e explicar os métodos utilizados para a realização do projeto. A Figura 4 esquematiza as etapas a serem desenvolvidas no estudo.

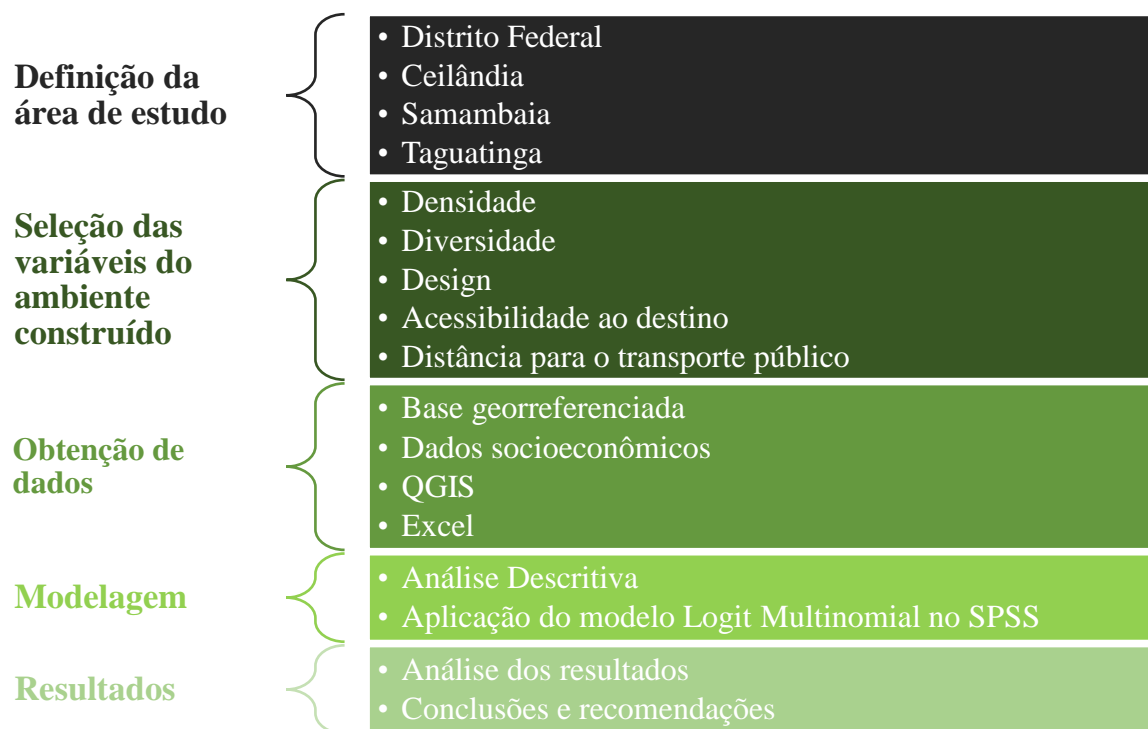


Figura 4 - Esquema das etapas de aplicação do método

Fonte: Elaboração própria.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O Distrito Federal (DF) é uma das 27 unidades federativas do Brasil e está situado na Região Centro-Oeste. A Figura 5 indica a localização das 33 Regiões Administrativas (RAs). Em seu território, está localizada a capital federal do Brasil, Brasília, que é também a sede do governo do Distrito Federal.

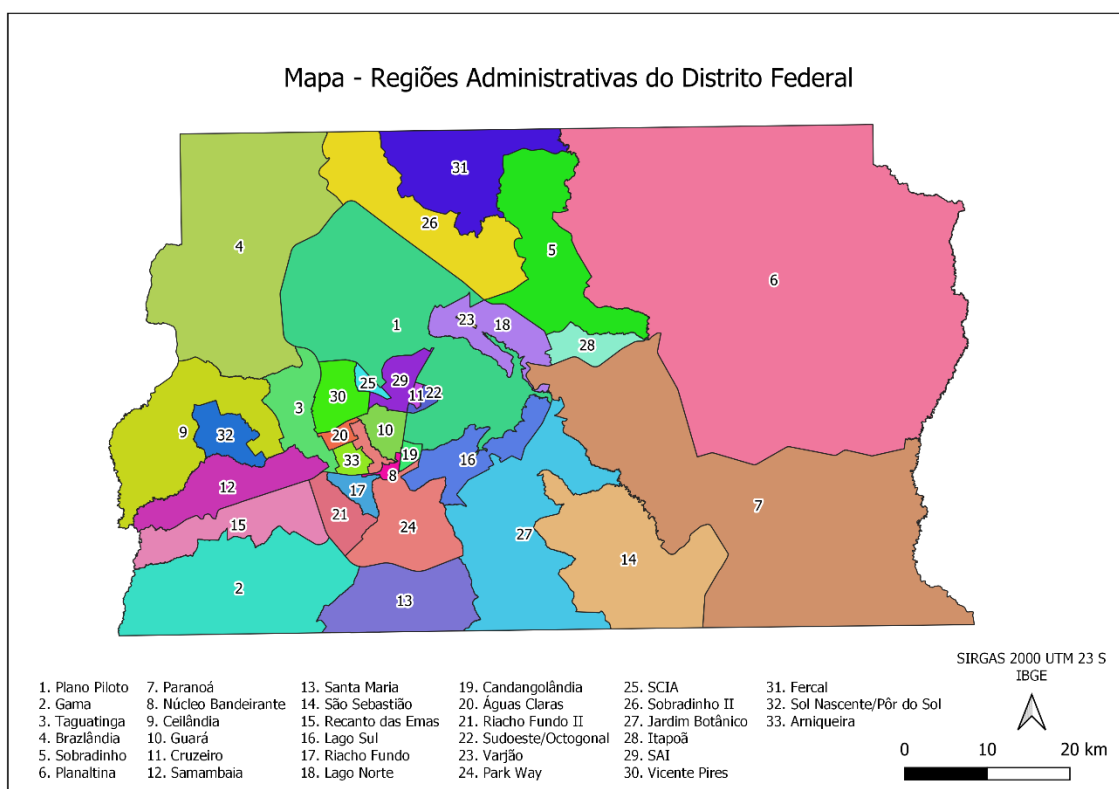


Figura 5 – Regiões Administrativas do Distrito Federal
Fonte: Elaboração própria

As áreas de estudo da pesquisa são as regiões administrativas de Ceilândia, Taguatinga e Samambaia e podem ser visualizadas na Figura 6. Essas Regiões Administrativas (RAs) têm em comum características de população, renda, desenvolvimento, uso do solo e disponibilidade de transporte, além disso, há uma proximidade geográfica entre elas. Espera-se que os resultados sejam parecidos, mas demonstrem a importância das variáveis do ambiente construído nessas regiões.

Segundo a Codeplan (2019), as quatro Regiões Administrativas mais populosas em 2010 continuaram sendo as mais populosas em 2020 e são: Ceilândia (443.824), Samambaia (244.960), Plano Piloto (230.310) e Taguatinga (208.177). O Plano Piloto tem uma forma urbana voltada ao uso do transporte individual e uma renda elevada que influenciam a escolha modal, características diferentes das outras RAs mencionadas, sendo assim, optou-se por não o avaliar.

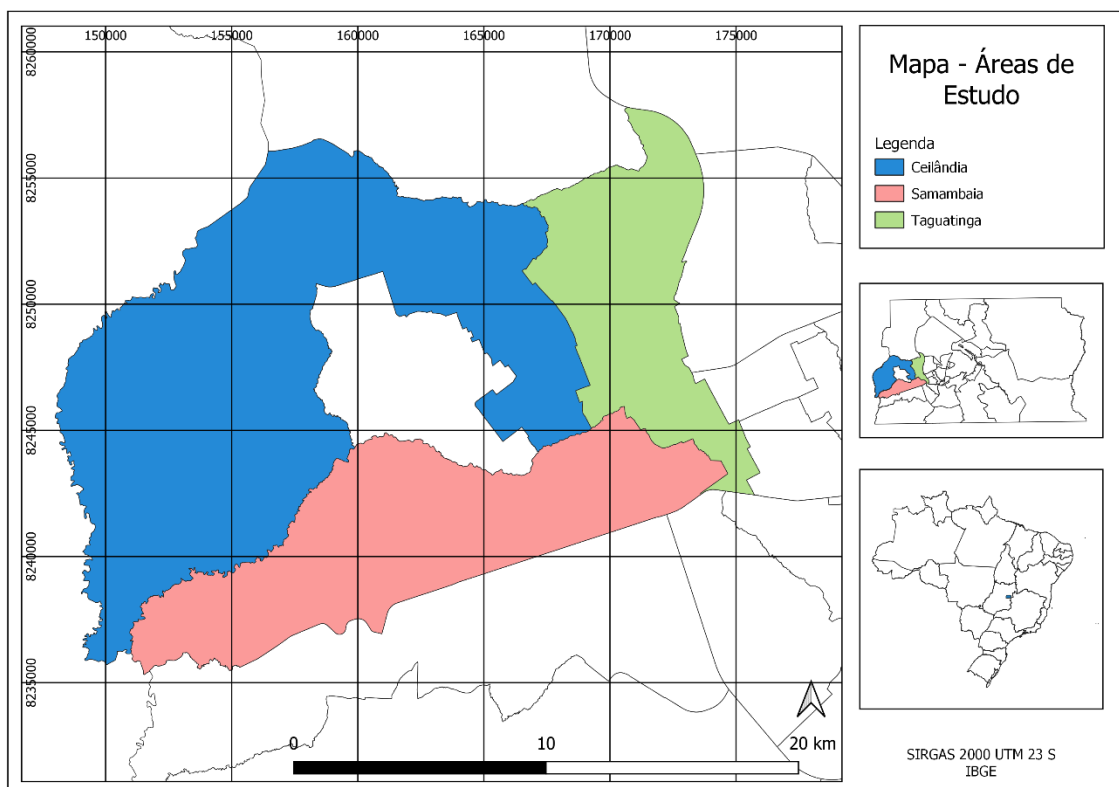


Figura 6 – Área de Estudo
Fonte: Elaboração própria

Segundo Jatobá (2017), a densidade urbana de Ceilândia é de 129,94, de Samambaia é de 103,31 e Taguatinga é de 80,50. Pela divisão da Codeplan, Samambaia e Ceilândia estão no nível 3 de densidade, acima de 100 habitantes por hectare, e Taguatinga no nível 2, acima de 100 habitantes por hectare, na faixa intermediária de densidade, entre 51 a 100 habitantes por hectare. A densidade do Plano Piloto, por exemplo, é de 20,64, bem inferior às densidades das áreas de estudo. Ceilândia e Samambaia têm em comum a origem ligada a programas de assentamento habitacional de população de baixa renda

Em relação à renda (valores de 2015), segundo Jatobá (2017), Ceilândia e Samambaia estão inseridas no grupo de renda Média Baixa com uma média de R\$ 914,61 e R\$ 914,75, respectivamente, e Taguatinga está inserida no grupo de renda Média Alta com uma renda per capita média de R\$ 1.998,14. A classificação do Plano Piloto, por exemplo, é de renda Alta com uma renda per capita média de R\$ 5.559,75.

O Gráfico 1 indica a proporção de domicílios por Região Administrativa analisados na Pesquisa de Mobilidade Urbana (PMU) do Metrô (Metrô-DF, 2018). A maioria das residências

estão em Ceilândia, Plano Piloto, Taguatinga e Samambaia, o que fornece uma amostra adequada sobre as variáveis socioeconômicas e informações de viagens para essas regiões.

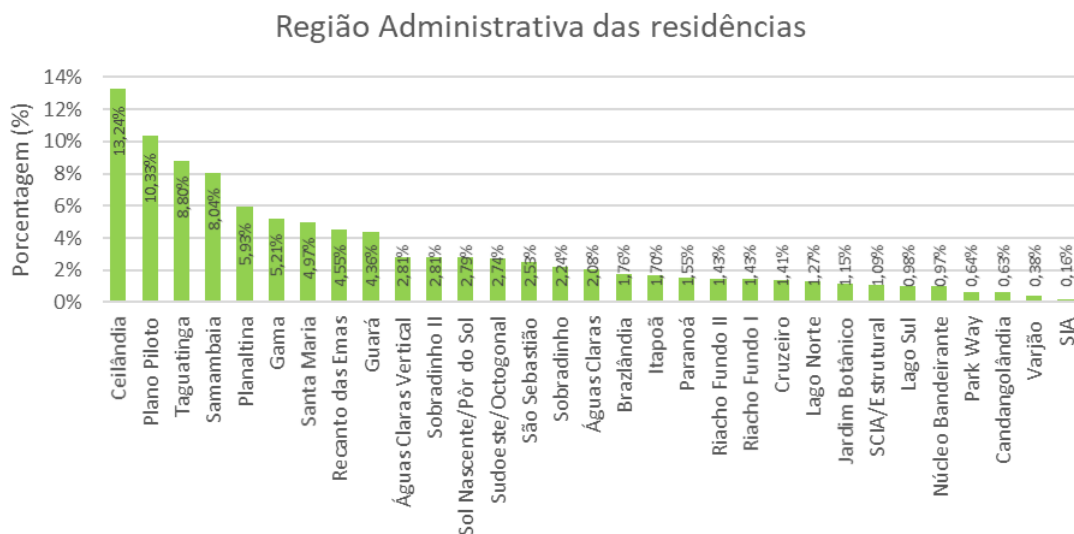


Gráfico 1 - Região administrativa das residências
Fonte: Elaboração própria

Em relação à disponibilidade de transporte, é possível utilizar o transporte ativo, o ônibus e o metrô nas três áreas escolhidas. O transporte metroviário não é uma característica da maioria das regiões administrativas do Distrito Federal, apenas as regiões de Ceilândia, Samambaia, Taguatinga, Guará e Plano Piloto (Asa Sul) têm estações de metrô em funcionamento.

O metrô de Brasília é composto por duas linhas: Linha Verde (Central – Ceilândia) e Linha Laranja (Central – Samambaia), o que mostra a importância destas RAs para o Distrito Federal. Duas estações de Taguatinga estão na Linha Verde (Centro Metropolitano e Praça do Relógio) e uma na Linha Laranja (Taguatinga Sul).

Ceilândia possui cinco estações de metrô em operação: Ceilândia, Ceilândia Norte, Ceilândia Centro, Guararoba e Ceilândia Sul. Os principais acessos são DF-085 (Estrada Parque Taguatinga - EPTG) e a DF-095 (Estrada Parque Ceilândia - EPCL, ou "Via Estrutural").

Samambaia possui três estações de metrô em operação: Samambaia, Samambaia Sul e Furnas. Os principais acessos são DF-075 (Estrada Parque Núcleo Bandeirante - EPNB); DF-085 (Estrada Parque Taguatinga - EPTG).

Taguatinga é cortada pela linha do metrô de Brasília e possui três estações em operação: Centro Metropolitano, Praça do Relógio e Taguatinga Sul. Os principais acessos são DF-075

(Estrada Parque Núcleo Bandeirante - EPNB); DF-085 (Estrada Parque Taguatinga - EPTG) e a DF-095 (Estrada Parque Ceilândia - EPCL, ou "Via Estrutural").

4.2 VARIÁVEIS UTILIZADAS

As variáveis de uso do solo usadas neste trabalho, bem como sua fonte, são descritas na Tabela 2:

Tabela 2 – Variáveis de Uso do Solo

Variável	Fonte	Descrição
Densidade demográfica	Geoportal	População (unid) dividido pela área (ha)
Densidade de empregos	Codeplan	Empregos (unid) dividido pela área (ha)
Densidade de vias	OpenStreetMap	Vias (km) dividido pela área (ha)
Densidade de ciclovias	Geoportal	Ciclovias (km) dividido pela área (ha)
Densidade de calçadas	Geoportal	Calçadas (m ²) dividido pela área (m ²)
Densidade de becos sem saída	OpenStreetMap	Becos sem saída (unid) dividido pela área (ha)
Densidade de shoppings	OpenStreetMap	Shoppings (unid) dividido pela área (ha)
Densidade de escolas	Geoportal	Escolas (unid) dividido pela área (ha)
Densidade de equipamentos de saúde	Geoportal	Equipamentos de saúde (unid) dividido pela área (ha)
Densidade de equipamentos de segurança	Geoportal	Equipamentos de segurança (unid) dividido pela área (ha)
Densidade de equipamentos de lazer	Geoportal	Equipamentos de lazer (unid) dividido pela área (ha)
Densidade de parques	Geoportal	Parques (ha) dividido pela área (ha)
Densidade de estações de metrô	Geoportal	Estações de metrô (unid) dividido pela área (ha)
Densidade de estações de ônibus	SEMOB	Estações de ônibus (unid) dividido pela área (ha)
Entropia	Geoportal	$ENT = - \frac{\sum_j^k (p_j \times \ln(p_j))}{\ln(k)}$
Rua pavimentada	PMU	Se a rua é pavimentada ou não

As variáveis socioeconômicas e informações sobre as viagens foram obtidas a partir da Pesquisa de Mobilidade Urbana (Metrô-DF, 2018) e são descritas na Tabela 3:

Tabela 3 – Variáveis socioeconômicas e de viagem

Variável	Fonte	Descrição
Número de residentes	PMU	Número de residentes por domicílio
Veículos motorizados	PMU	Quantidade de veículos motorizados (carro e moto) por domicílio
Bicicletas	PMU	Quantidade de bicicletas por domicílio
Renda	PMU	Classe de renda por domicílio
Idade	PMU	Classe de idade por residente
Gênero	PMU	Se o residente é homem ou mulher
Grau de instrução	PMU	Classe do grau de instrução do residente
Atividade do morador	PMU	Classe da atividade do residente
Possui habilitação	PMU	Se o residente tem ou não habilitação
Portador de necessidades especiais	PMU	Classe de portador de necessidades especiais por residente
Tempo de viagem	PMU	Tempo aproximado, em minutos, gasto com a viagem
Motivo da viagem	PMU	Se a viagem é pendular (estudo ou trabalho) ou não

4.3 CONSTRUÇÃO DA BASE DE DADOS

4.3.1 1ª Etapa - Base georreferenciada - QGIS

Foram utilizados dados georreferenciados do DF para a modelagem, como área de parques, empregos, vias existentes, pontos de ônibus, estações do metrô, ciclovias etc. Foram necessárias informações como localização, quantidade, extensão e área.

Estas informações foram obtidas junto as entidades responsáveis do governo local, como a camada de Paradas de Ônibus que foi solicitada à Secretaria de Transporte e Mobilidade (SEMOB) por e-mail; através do endereço eletrônico do GEOPORTAL, de onde foram retirados a maior parte da base e por fim, da base do OpenStreetMap.

A base de dados georreferenciada foi inserida no QGIS. Desta forma, foi possível realizar a extração das variáveis do ambiente construído para cada Região Administrativa escolhida.

Foi criado um Geopackage no software com todos os dados georreferenciados utilizados na pesquisa que foram obtidos por shapefiles. Os dados foram divididos em 5 grupos, sendo

eles: Parques e Unidades de Conservação, Características da RA, Equipamentos Urbanos, Sistema Viário e Limites da RA.

A camada de Parques e Unidades de Conservação tem informações sobre a localização georreferenciada e a área de parques e unidades de conservação da RA. Foram utilizados 2 shapefiles obtidos no Geoportal com os nomes de Parques Urbanos e Unidades de Conservação e Parques.

A camada de Equipamentos Urbanos tem informações sobre a localização e quantidade de equipamentos de saúde, equipamentos de segurança, equipamentos de lazer, escolas e shoppings. Foram utilizados 5 shapefiles obtidos no Geoportal: Equipamentos de Saúde, Equipamentos de Segurança, Escolas, Espaços Culturais e Mobiliário Esporte e Lazer. Esses 2 últimos foram unidos em um mesmo shapefile: equipamentos de lazer. Além de um shapefile obtido no OpenStreetMap para Shoppings correspondente ao nome “gis_osm_pois_a_free_1” e selecionando apenas a opção “mall”. Após isso, gerou-se o centroide desta camada, foram excluídos os shoppings da região do entorno e os que estavam duplicados.

A camada de Características da RA tem informações sobre a população por microzona, empregos por CEP/Endereço e usos do solo. Foram utilizados 2 shapefiles obtidos no Geoportal: População por Setor Censitário e Diversidade de Usos do Solo. Além disso, utilizou-se um shapefile de Empregos georreferenciados a partir do CEP/Endereço usando a ferramenta de geocode.

A camada de Sistema Viário tem informações sobre área de calçadas, quantidade de estações do metrô, paradas de ônibus e becos sem saída, extensão das ruas e do sistema cicloviário do DF. Foram utilizados 3 shapefiles obtidos no Geoportal com os nomes de Calçadas, Estações do Metrô e Sistema Cicloviário. A camada de Paradas de Ônibus foi solicitada à Secretaria de Transporte e Mobilidade (SEMOB) por e-mail. E a última camada utilizada, Ruas do DF foi obtida pelo OpenStreetMap, pois a camada do Geoportal referente a esse dado estava muito desmembrada, o que dificultava a utilização para os fins desta pesquisa. Para a camada de Becos sem Saída foi necessário extrair vértices específicos da camada de Ruas do DF, correspondente ao primeiro e último vértice da linha. Após esse passo, é necessário retirar os pontos duplicados.

A camada de Limites da RA tem os limites do DF, das Regiões Administrativas e das Microzonas consideradas no Pesquisa de Mobilidade Urbana (Metrô-DF, 2018). A camada de Microzonas foi utilizada como base, todos os dados coletados nas camadas anteriores foram

exportados para ela. Foram utilizados dois shapefiles obtidos no Geoportal com os nomes de Regiões Administrativas e Limites do DF. Além disso, foi utilizado um shapefile obtido na Pesquisa de Mobilidade Urbana (Metrô-DF, 2018) com as Microzonas consideradas no estudo.

A partir dessa coleta foi possível gerar uma tabela no formato do Excel (.xlsx) com a quantidade, extensão ou área das variáveis por Microzona analisada.

Um detalhamento sobre essa etapa é feito no Apêndice A.

4.3.2 2ª Etapa – Base de Dados - Excel

4.3.2.1 *Dados PMU*

Foi utilizada a Pesquisa de Mobilidade Urbana do Distrito Federal (PMU/DF) do Metrô de Brasília (Metrô-DF, 2018), especificamente a planilha disponibilizada “DOMICILIAR_Consolidados” com os dados sobre os moradores entrevistados, seu domicílio e as viagens realizadas.

Foram utilizadas apenas viagens com origem e destino na RA estudada, ou seja, apenas viagens internas nas Regiões Administrativas de Ceilândia, Samambaia e Taguatinga.

Uma observação é que dados incompletos foram excluídos do estudo, como “Não respondeu”. Foram excluídas, ainda, colunas que não eram relevantes para a pesquisa em questão.

Foi necessário mesclar categorias, o próprio SPSS indicava as variáveis em que isso era necessário, visto que, classes com poucos dados não se ajustavam ao modelo. Além disso, houve a necessidade também de fazer a codificação das classes para inclusão no software SPSS. Isso, porque, é preciso que a informação importada para o SPSS esteja codificada em números.

A Tabela 4 indica o tipo das variáveis socioeconômicas e de viagem.

Tabela 4 – Tipo das variáveis socioeconômicas e de viagem

Variável	Tipo
Número de residentes	Inteiro
Veículos motorizados	Inteiro
Bicicletas	Inteiro
Renda	Classes
Idade	Classes
Gênero	Booleano
Grau de instrução	Classes

Variável	Tipo
Atividade do morador	Classes
Possui habilitação	Booleano
Portador de necessidades especiais	Classes
Tempo de viagem	Inteiro
Motivo da viagem	Booleano
Modo	Classes
Rua pavimentada	Booleano

Como explicado anteriormente, foi necessário a divisão em classes de algumas variáveis. A Tabela 5 indica as classes utilizadas e o seu código. Para variáveis booleanas o código utilizado foi não (0) e sim (1). Não há necessidade de codificar variáveis inteiras ou decimais.

Tabela 5 – Classes utilizadas

Variável	Classes	Código
Renda	R\$ 0 a R\$ 1.760,00	1
	R\$ 1.760,00 a R\$ 4.400,00	2
	De R\$ 4.400,00 a R\$ 8.800,00	3
	Acima de R\$ 8.800,00	4
Idade	0 a 17 anos	1
	18 a 29 anos	2
	30 a 59 anos	3
	mais de 60 anos	4
Grau de instrução	Não tem fundamental completo	1
	Fundamental Completo + Ensino Médio Incompleto	2
	Ensino Médio Completo + Graduação Incompleta	3
	Graduação + Pós/Mestrado/Doutorado	4
Atividade do morador	Estudante	1
	Empregado	2
	Desempregado/Aposentado/Do lar	3
	Empresário/Liberal/Informal	4
	Outros	5
Portador de necessidades especiais	Não se aplica	0
	Física	1
	Outros	2
	Cognitiva	3
	Visual	4
Modo	TA (a pé + bicicleta)	1

Variável	Classes	Código
	TC_Público	2
	TI_Privado	3

Foram utilizados apenas o modo TA (transporte ativo), TC_Público (transporte coletivo público) e TI_Privado (transporte individual privado), pois eram os modos mais significativos na amostra e são os modos escolhidos para serem analisados no estudo. Os dados de TC_Privado (transporte coletivo privado), Outros e TI_Público (transporte individual público) não se ajustaram ao modelo no software SPSS e não poderiam ser agrupados, sendo assim, optou-se por não utilizá-los. O Gráfico 2 ilustra essa informação.

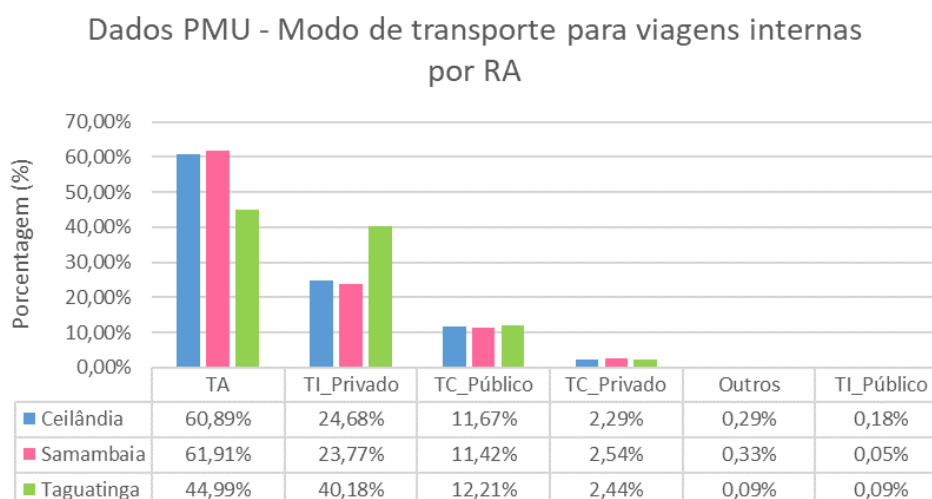


Gráfico 2 – Dados PMU - Modo de transporte para viagens internas por RA
Fonte: Elaboração própria

4.3.2.2 Dados QGIS

A 1ª etapa no QGIS gerou uma tabela no formato do Excel (.xlsx) com a quantidade, extensão ou área das variáveis por Microzona analisada. Com esses dados, foram calculadas as densidades. A área foi utilizada em hectares para que os resultados fossem representativos.

A Tabela 6 apresenta o tipo das variáveis de uso do solo calculadas.

Tabela 6 – Variáveis de Uso do Solo

Variável	Tipo
Densidade demográfica	Decimal
Densidade de empregos	Decimal
Densidade de vias	Decimal
Densidade de ciclovias	Decimal

Variável	Tipo
Densidade de calçadas	Decimal
Densidade de becos sem saída	Decimal
Densidade de shoppings	Decimal
Densidade de escolas	Decimal
Densidade de equipamentos de saúde	Decimal
Densidade de equipamentos de segurança	Decimal
Densidade de equipamentos de lazer	Decimal
Densidade de parques	Decimal
Densidade de estações de metrô	Decimal
Densidade de estações de ônibus	Decimal
Entropia	Decimal

Foi necessário realizar o cálculo da entropia com os dados de residencial, uso_misto, comercio_servicos, institucional_lazer e industrial_garag. Primeiro, calculou-se as proporções e utilizou a fórmula a seguir. O valor de k utilizado foi de 4, pois o uso misto considera que há outros tipos de uso em uma mesma área, sendo assim, não faz sentido utilizá-lo como mais um tipo.

$$ENT = - \frac{\sum_j^k (p_j \times \ln(p_j))}{\ln(k)}$$

Onde:

p_j = proporção do uso do solo j;

k = número total de usos considerados, sendo $k \geq 2$.

4.3.2.3 Dados Consolidados

Foi criada uma aba agregando todos os dados da Pesquisa de Mobilidade Urbana do Distrito Federal (PMU/DF) e do QGIS. Utilizou-se como base a lista de viagens, e a partir disso, utilizando a função procv, agrupou-se os dados do morador que está realizando a viagem e da microzona da viagem por viagem realizada.

4.3.3 3ª Etapa – Análise Descritiva

Os dados consolidados correspondem a 15.098 viagens em 3 Regiões Administrativas do DF: 6.624 em Ceilândia, 4.167 em Samambaia e 4.307 em Taguatinga. Foram analisados 3.466 domicílios e 6.483 moradores.

Foram analisados dados sociais e econômicos da população na área de estudo, tais como o número de habitantes, idade, composição familiar, gênero, empregos, renda média, escolaridade e propriedade veículos, além de dados de viagens obtidos a partir da Pesquisa de Mobilidade Urbana (Metrô-DF, 2018).

4.3.3.1 *Moradores*

Segundo dados da PNAD Contínua (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua) do IBGE (2019), o número de mulheres no Brasil é superior ao de homens. A população brasileira é composta por 48,2% de homens e 51,8% de mulheres, segundo o informativo Características gerais dos domicílios e dos moradores (IBGE, 2019), o que demonstra que a amostra da pesquisa está de acordo com o esperado. O Gráfico 3 a seguir ilustra a divisão por RA.

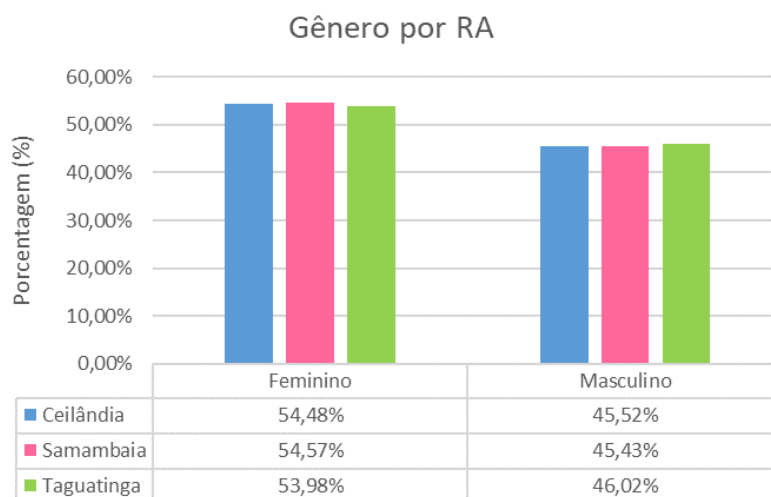


Gráfico 3 – Gêneros dos participantes da pesquisa por RA
Fonte: Elaboração própria.

Segundo dados da PNAD Contínua (IBGE, 2019), a maior porcentagem de pessoas está na faixa de 30 a 39 anos (15,8%) seguido pela faixa de 40 a 49 anos (13,8%) e pela faixa de 50 a 59 anos (12,4%), o que também está de acordo com os dados da amostra utilizada. Em relação à faixa etária dos participantes, o Gráfico 4 ilustra como é a sua distribuição.

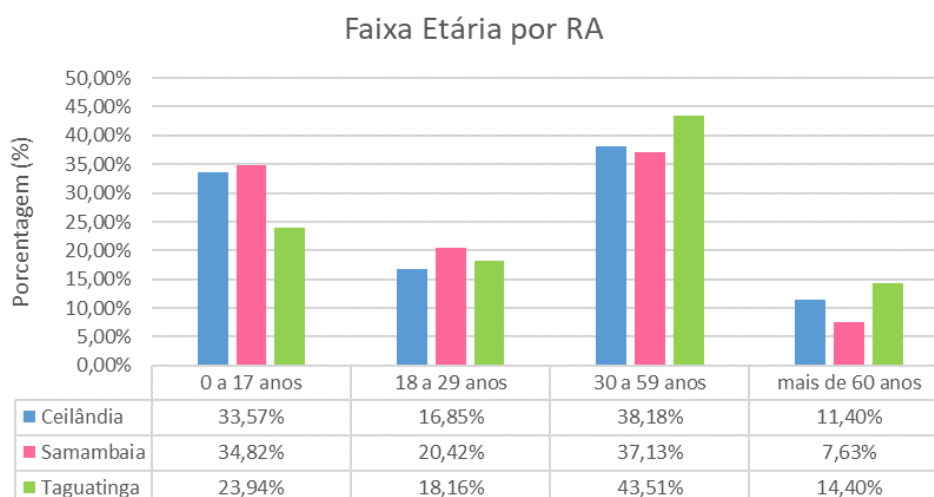


Gráfico 4 – Faixa etária dos participantes da pesquisa por RA
Fonte: Elaboração própria.

Segundo dados da PNAD Contínua e do informativo Educação (IBGE, 2019), para pessoas com 25 anos ou mais, 38,6% não tinham o ensino fundamental completo, 12,5% o fundamental completo ou o médio incompleto, 31,4% médio completo ou o superior incompleto e 17,4% o superior completo.

Em relação ao grau de instrução dos participantes da amostra utilizada, o Gráfico 5 ilustra como é a sua distribuição. Na média, os valores obtidos na pesquisa foram 39,37% não tinham o ensino fundamental completo, 17,74% o fundamental completo ou o médio incompleto, 30,58% médio completo ou o superior incompleto e 12,29% graduação ou pós-graduação, o que demonstra que a amostra da pesquisa está de acordo com o esperado.

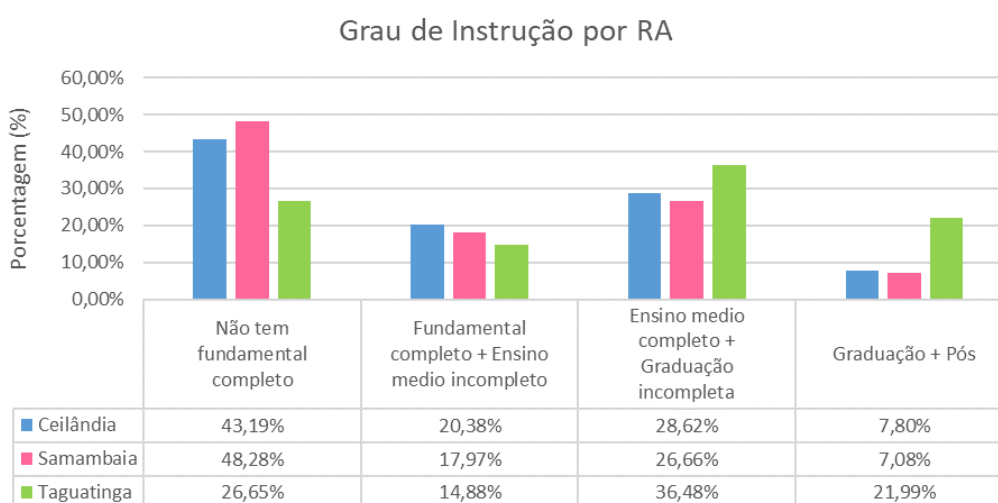


Gráfico 5 – Grau de instrução dos participantes da pesquisa por RA
Fonte: Elaboração própria

Em relação à atividade dos participantes, o Gráfico 6 ilustra como é a sua distribuição.

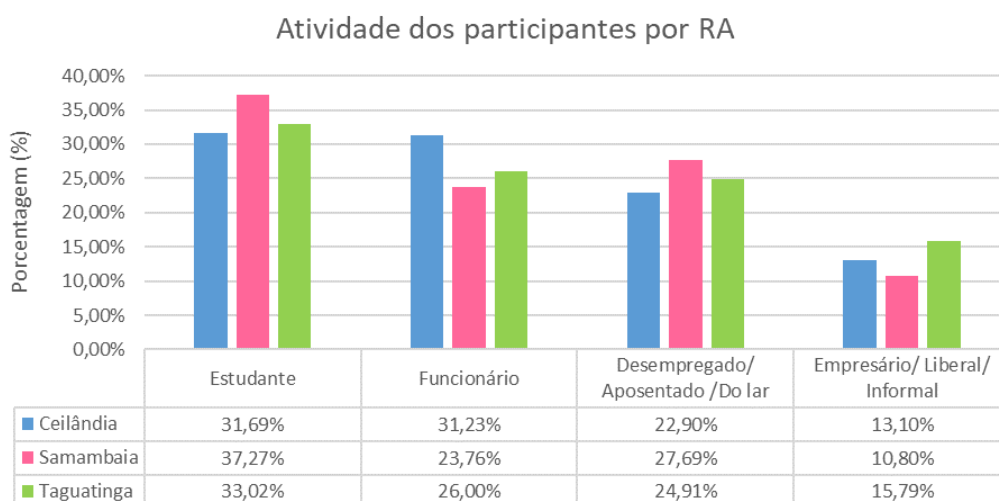


Gráfico 6 – Atividade dos participantes da pesquisa por RA
Fonte: Elaboração própria

Em relação ao fato de os participantes terem ou não habilitação, o Gráfico 7 ilustra como é a sua distribuição.

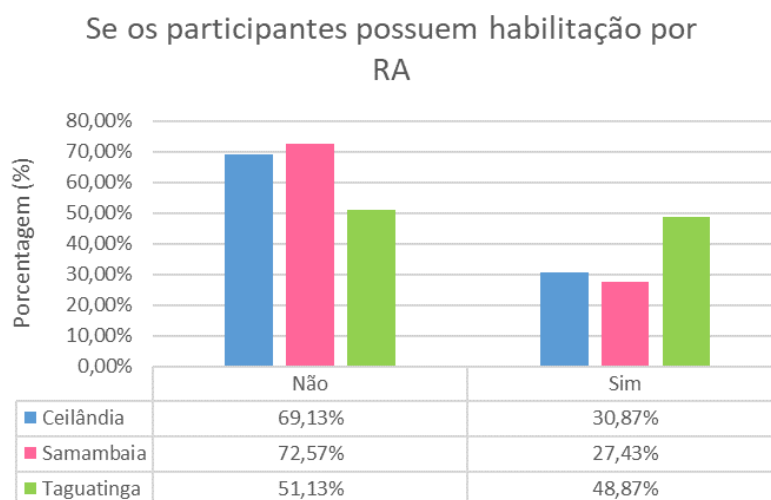


Gráfico 7 – Se os participantes da pesquisa possuem habilitação por RA
Fonte: Elaboração própria

Em relação ao fato dos participantes terem ou não necessidades especiais, o Gráfico 8 ilustra como é a sua distribuição.

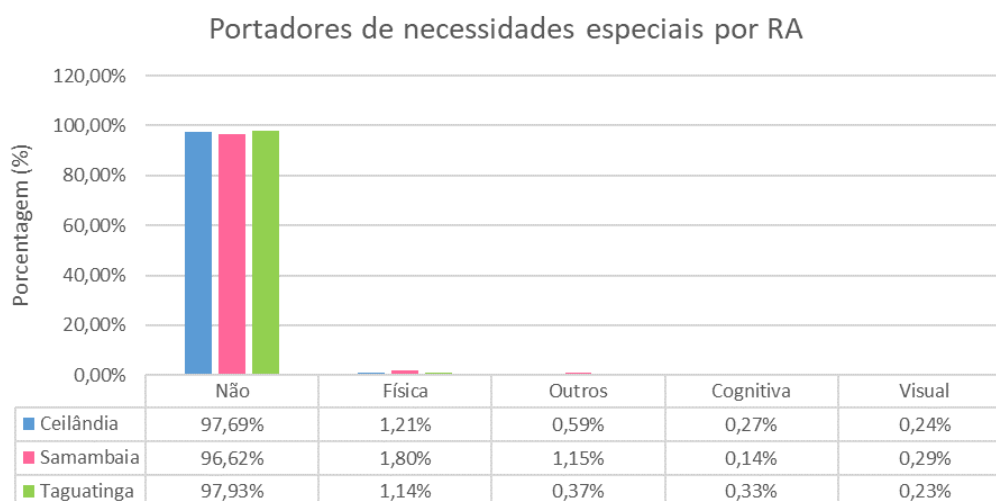


Gráfico 8 – Se os participantes da pesquisa são portadores de necessidades especiais por RA
 Fonte: Elaboração própria

4.3.3.2 Domicílio

Segundo dados da PNAD Contínua (IBGE, 2019), a média em cada domicílio é de 2,9 pessoas. A média em Ceilândia é de 4 pessoas, em Samambaia de 4,2 pessoas e em Taguatinga de 3,7 pessoas. Essa diferença pode ser justificada pelo fato de serem áreas de renda mais baixa que geralmente as famílias têm mais filhos. O Gráfico 9 indica a distribuição por número de residentes nas moradias pesquisadas.

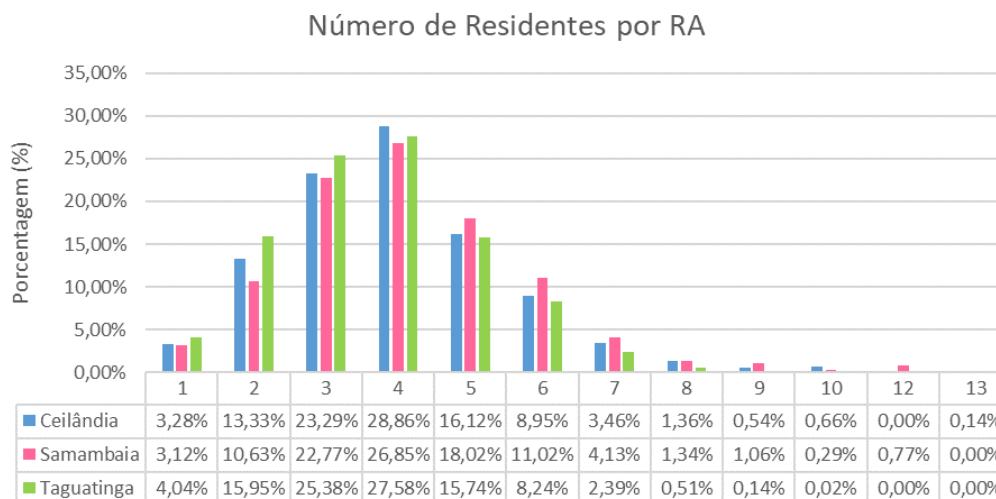


Gráfico 9 – Número de residentes nas moradias pesquisadas por RA
 Fonte: Elaboração própria

Segundo o IBGE, a média da renda domiciliar per capita foi de R\$ 1.439 em 2019. O Gráfico 10 indica a faixa de renda da família analisada. A maioria em Ceilândia e Samambaia está na faixa de R\$ 0,00 a R\$ 1.760,00, enquanto, em Taguatinga está na faixa de R\$ 1.760,00 a R\$ 4.400,00. A amostra está dentro do esperado, pois segundo o PDAD (Pesquisa Distrital

por Amostra de Domicílios) Ceilândia e Samambaia estão entre as regiões de menor renda da capital, enquanto Taguatinga se apresenta com uma população levemente mais rica (Codeplan, 2018).

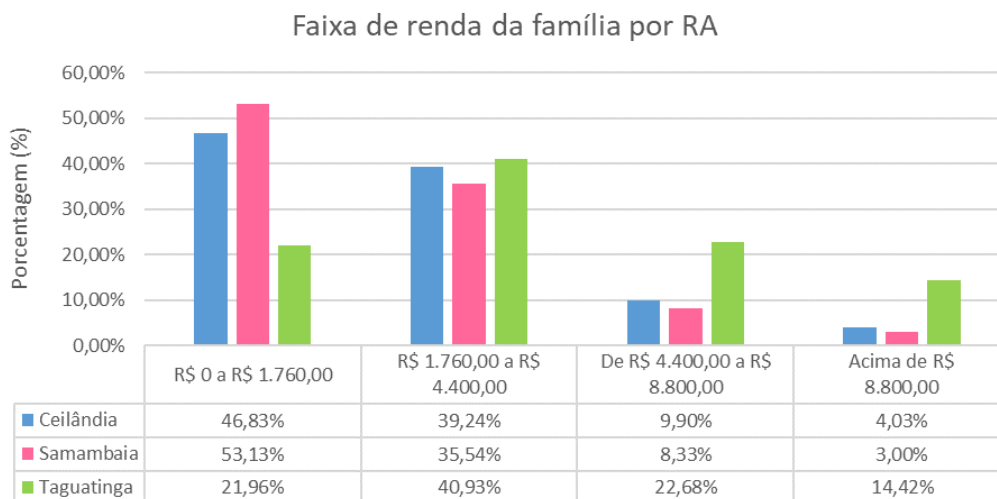


Gráfico 10 – Faixa de renda da família – Ceilândia
Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 11 e Gráfico 12 indicam a média dos veículos motorizados (carro e moto) e bicicletas por faixa de renda da família pesquisada, respectivamente. É possível verificar que com o aumento da renda, aumenta a média de veículos e bicicletas por residência. A média geral de veículos motorizados é de 0,85 veículos por residência para Ceilândia, 0,78 para Samambaia e 1,18 para Taguatinga. A média geral de bicicletas é de 0,65 bicicletas por residência para Ceilândia, 0,80 para Samambaia e 0,71 para Taguatinga.

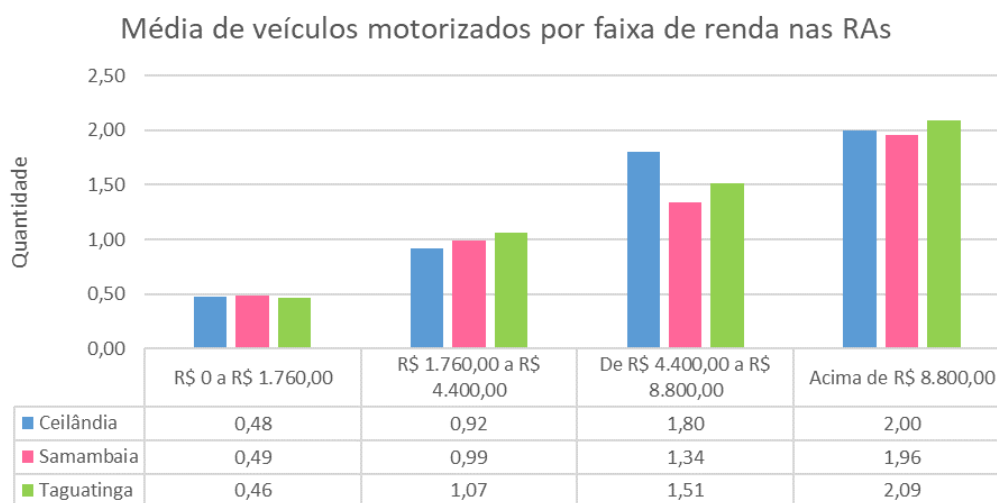


Gráfico 11 – Média de veículos motorizados por faixa de renda nas Ras
Fonte: Elaboração própria

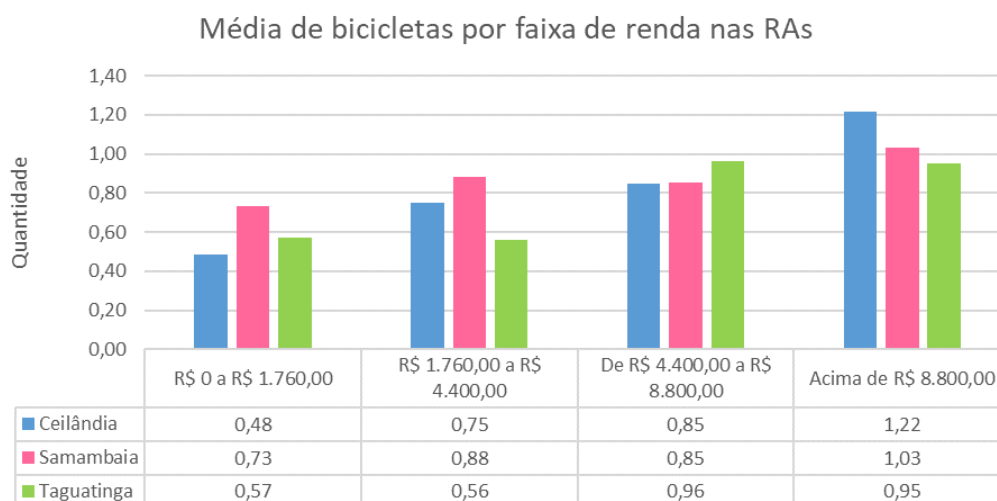


Gráfico 12 – Média de bicicletas por faixa de renda nas RAs
Fonte: Elaboração própria

4.3.3.3 Viagens

O Gráfico 13 indica o motivo das viagens realizadas pelos entrevistados. É possível constatar que a maior parte são viagens pendulares, ou seja, para o local de trabalho ou estudo.

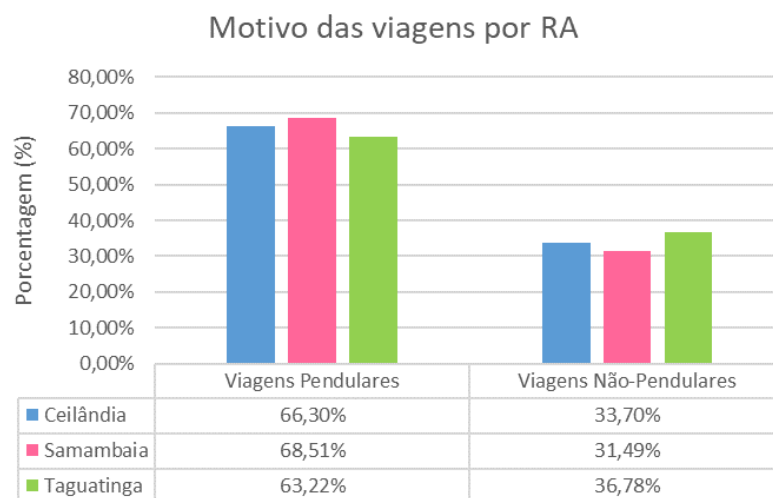


Gráfico 13 – Motivo das viagens realizadas pelos entrevistados por RA
Fonte: Elaboração própria

O Gráfico 14 indica o modo de transporte utilizado. “TA” indica o transporte ativo, “TC” indica o transporte coletivo e “TI” o transporte individual. A maior parte das viagens foi realizada pelo transporte ativo, representado pelas viagens a pé ou de bicicleta, seguido pelas viagens de carro ou moto e por último, de transporte público coletivo, como ônibus ou metrô.

Modo de transporte utilizado para viagens internas por RA

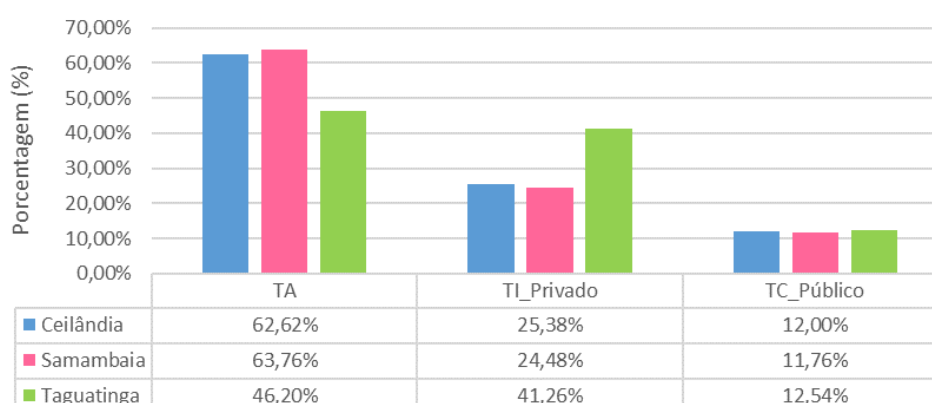


Gráfico 14 – Modo de transporte utilizado para viagens internas por RA
Fonte: Elaboração própria

A Tabela 7 indica a média encontrada das variáveis de uso do solo por região administrativa e a média considerando as 3 RAs. Como esperado, as RAs possuem resultados parecidos.

Tabela 7 – Análise Descritiva das variáveis de uso do solo

Variável	Região Administrativa							
	Ceilândia		Samambaia		Taguatinga		Geral	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Densidade Demográfica	136,87370	±40,37636	89,74544	±25,04190	105,69306	±42,95293	114,97156	±42,72160
Densidade de Empregos	11,32160	±17,24345	6,28504	±4,81969	39,53989	±49,91357	17,98135	±32,20647
Densidade de Vias	0,03278	±0,00591	0,04016	±0,00746	0,02938	±0,00899	0,03385	±0,00842
Densidade de Ciclovias	0,00051	±0,00085	0,00029	±0,00055	0,00001	±0,00005	0,00030	±0,00067
Densidade de Calçadas	0,08769	±0,02311	0,05999	±0,01652	0,10768	±0,02525	0,08575	±0,02852
Densidade de Becos sem Saída	0,03794	±0,11867	0,05910	±0,08474	0,05938	±0,08204	0,04990	±0,10095
Densidade de Shoppings	0,00234	±0,01008	0,00118	±0,00371	0,00206	±0,01254	0,00194	±0,00967
Densidade de Escolas	0,06154	±0,03232	0,03642	±0,02494	0,07232	±0,05507	0,05768	±0,04108
Densidade de Equipamentos de Saúde	0,00518	±0,01248	0,00503	±0,00882	0,00696	±0,01522	0,00565	±0,01251
Densidade de Equipamentos de Segurança	0,00807	±0,01327	0,00548	±0,00929	0,01136	±0,01839	0,00830	±0,01423
Densidade de Equipamentos de Lazer	0,09564	±0,05576	0,08827	±0,05041	0,11268	±0,09062	0,09847	±0,06706
Densidade de parques	0,00432	±0,03037	0,00302	±0,01872	0,01984	±0,05561	0,00839	±0,03789

Variável	Região Administrativa							
	Ceilândia		Samambaia		Taguatinga		Geral	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Densidade de Estações de Metrô	0,00141	±0,00878	0,00034	±0,00267	0,00242	±0,01192	0,00140	±0,00877
Densidade de Estações de Ônibus	0,15966	±0,06695	0,11523	±0,05327	0,12212	±0,09506	0,13669	±0,07580
Entropia	0,48965	±0,16849	0,52466	±0,24395	0,52702	±0,24414	0,50997	±0,21494
Rua pavimentada*	99,28%		99,50%		99,74%		99,47%	

*Porcentagem de viagens com a rua pavimentada

A seguir são apresentados mapas mostrando algumas das variáveis selecionadas.

A Figura 7 indica a divisão das microzonas analisadas na Pesquisa de Mobilidade Urbana (PMU) e corresponde à divisão também utilizada nesta pesquisa. Ceilândia tem 86 microzonas, Samambaia 66 e Taguatinga 52. Essa divisão leva em consideração a densidade da população e de serviços.

A Figura 8 mostra como está distribuída a densidade demográfica por microzona. É possível perceber que há uma concentração da densidade na região leste e uma grande área com uma densidade demográfica baixa. Já a Figura 9 mostra como está distribuída a densidade de empregos por microzona. É possível verificar que há uma grande quantidade de microzonas com valor zero e muitas com valores baixos. As microzonas que possuem valores mais altos se concentram na região leste.

A concentração de pessoas e empregos ao leste da região pode ser explicada, em parte, pela maior proximidade com o centro de empregos da cidade, que fica a leste da região. Aliado a isso, é possível perceber pela Figura 10 a indicação da linha e das estações de metrô da área de estudo. É possível perceber que o metrô corta Taguatinga, mas só vai até o começo de Ceilândia e Samambaia. Como essas regiões são anteriores as estações do metrô, pode-se especular que a chegada do transporte de massa possa ter contribuído para a concentração de pessoas e empregos nessas áreas. A disponibilidade de serviços de transporte público também pode ser visualizada na Figura 11 que indica a distribuição de paradas de ônibus por microzona. Há uma distribuição mais homogênea de paradas, inclusive com paradas em trechos pouco habitados.

A Figura 12 mostra como está distribuída a entropia por microzona. É possível verificar que há uma grande quantidade de microzonas com valor zero. Esse detalhe pode ser explicado por dois pontos principais, o primeiro que, como já foi descrito anteriormente, a mancha urbana das RAs está concentrada a leste de sua área total, de forma que as grandes regiões a oeste concentram principalmente usos rurais.

O segundo motivo é a forma como os dados de uso do solo foram coletados que não permite grandes diferenciações acerca do uso. O detalhamento de usos em institucional/lazer e comercio/serviços talvez não espelhe tão bem a distribuição de usos de solo como a apresentada pela Figura 13, que traz a distribuição da densidade de equipamentos urbanos por microzona. Foram somados equipamentos de saúde, segurança, lazer, escolas e shoppings. Há uma boa distribuição dos equipamentos pelas microzonas, com equipamentos urbanos inclusive nas regiões menos habitadas. A Figura 14 indica a localização dos parques na área de estudo. Percebe-se que em Taguatinga há um grande parque, ao contrário das outras RAs.

Quanto a parte de desenho do ambiente construído, a Figura 15 indica a distribuição da densidade de ruas por microzona. Há uma quantidade de microzonas que estão com poucas ruas, mas na região leste há uma concentração de densidade de vias. A Figura 16 indica a distribuição da densidade de ciclovias por microzona. A maioria das microzonas estão zeradas e poucas têm valores elevados de densidade de ciclovias, mesmo na região leste. A Figura 17 indica a distribuição de densidade de calçadas por microzona. Apesar da concentração de calçadas na região leste, há uma maior distribuição em regiões que estão vazias nos outros mapas, por exemplo.

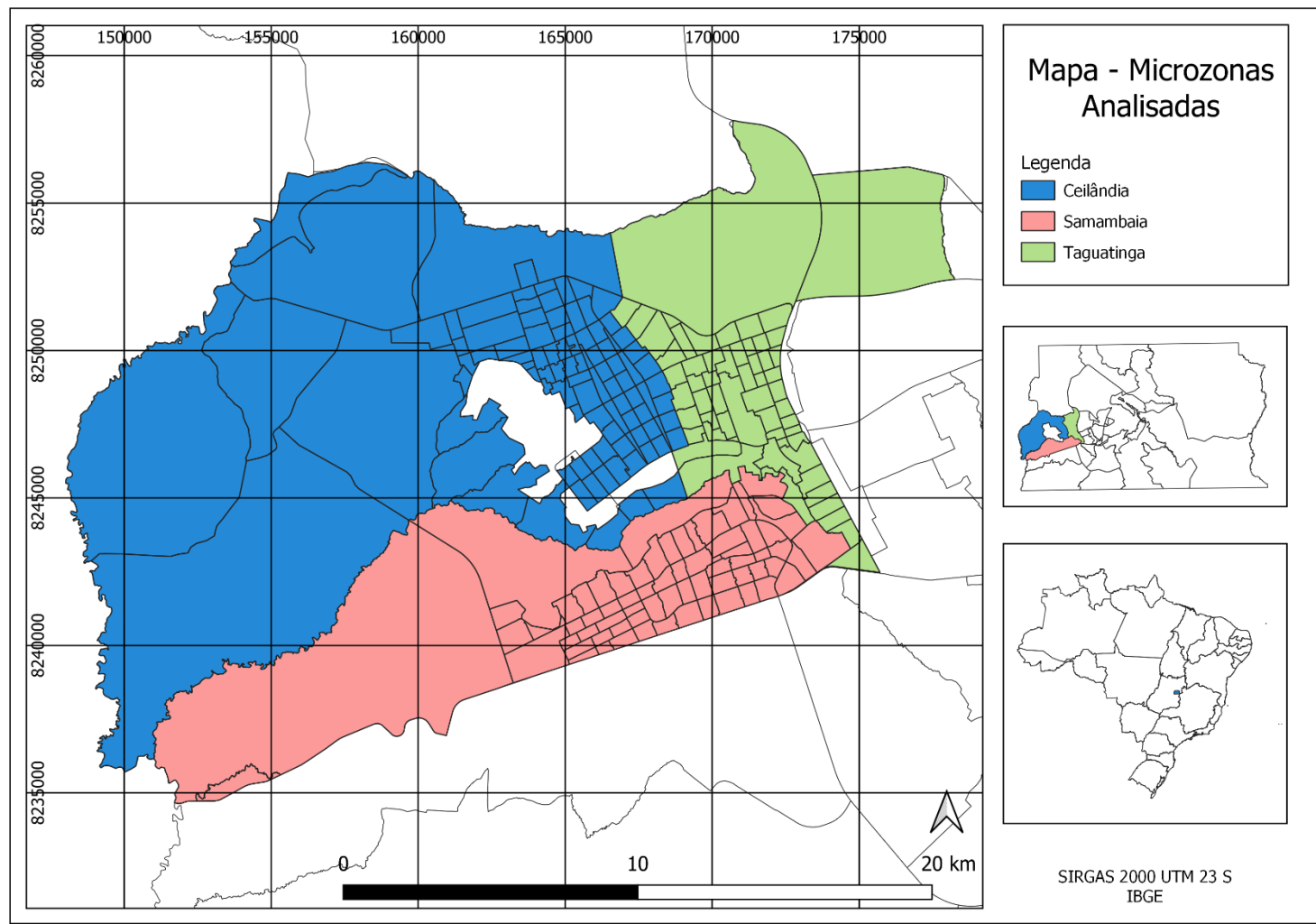


Figura 7 – Microzonas Analisadas
Fonte: Elaboração própria.

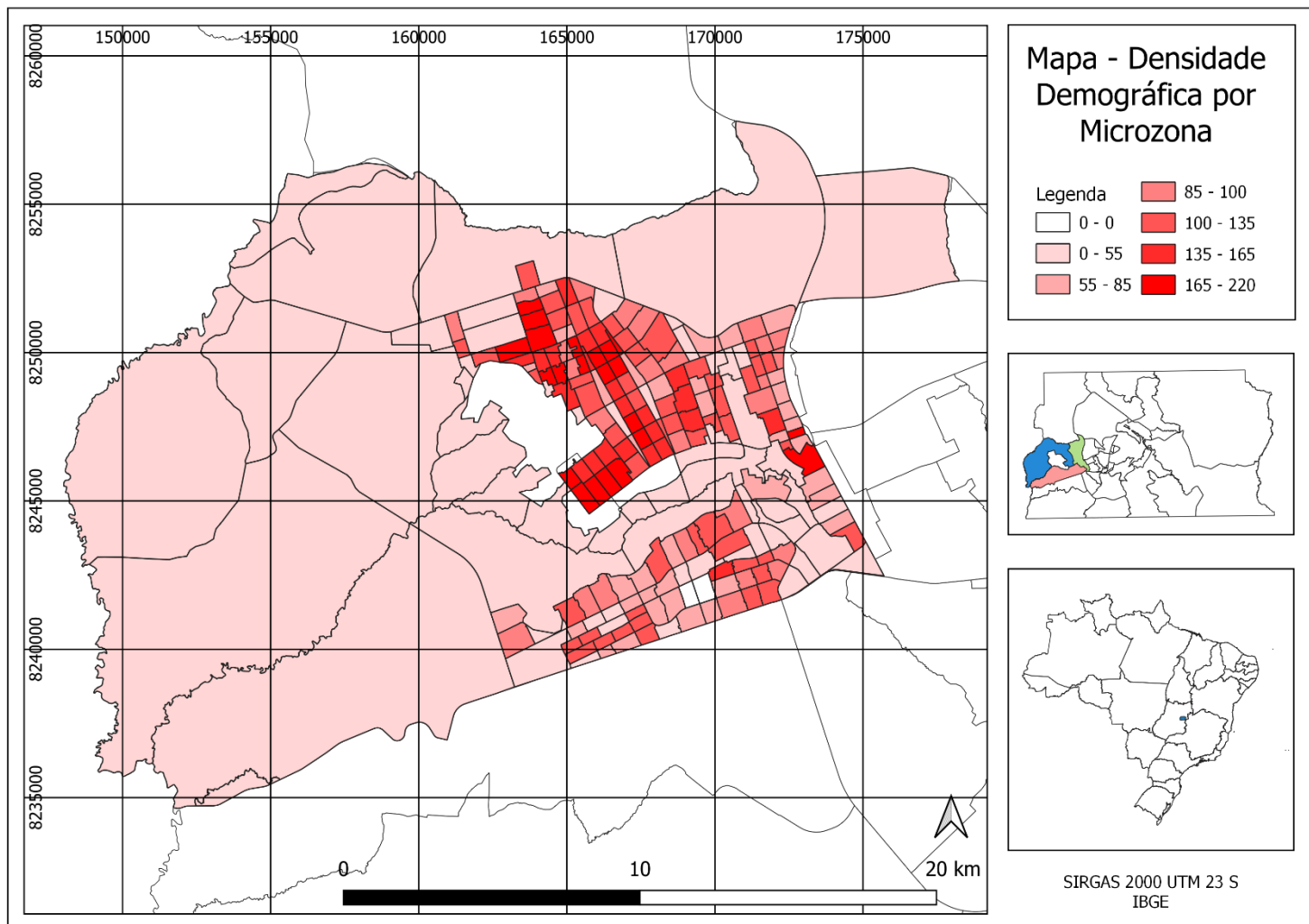


Figura 8 – Densidade Demográfica por Microzona
Fonte: Elaboração própria.

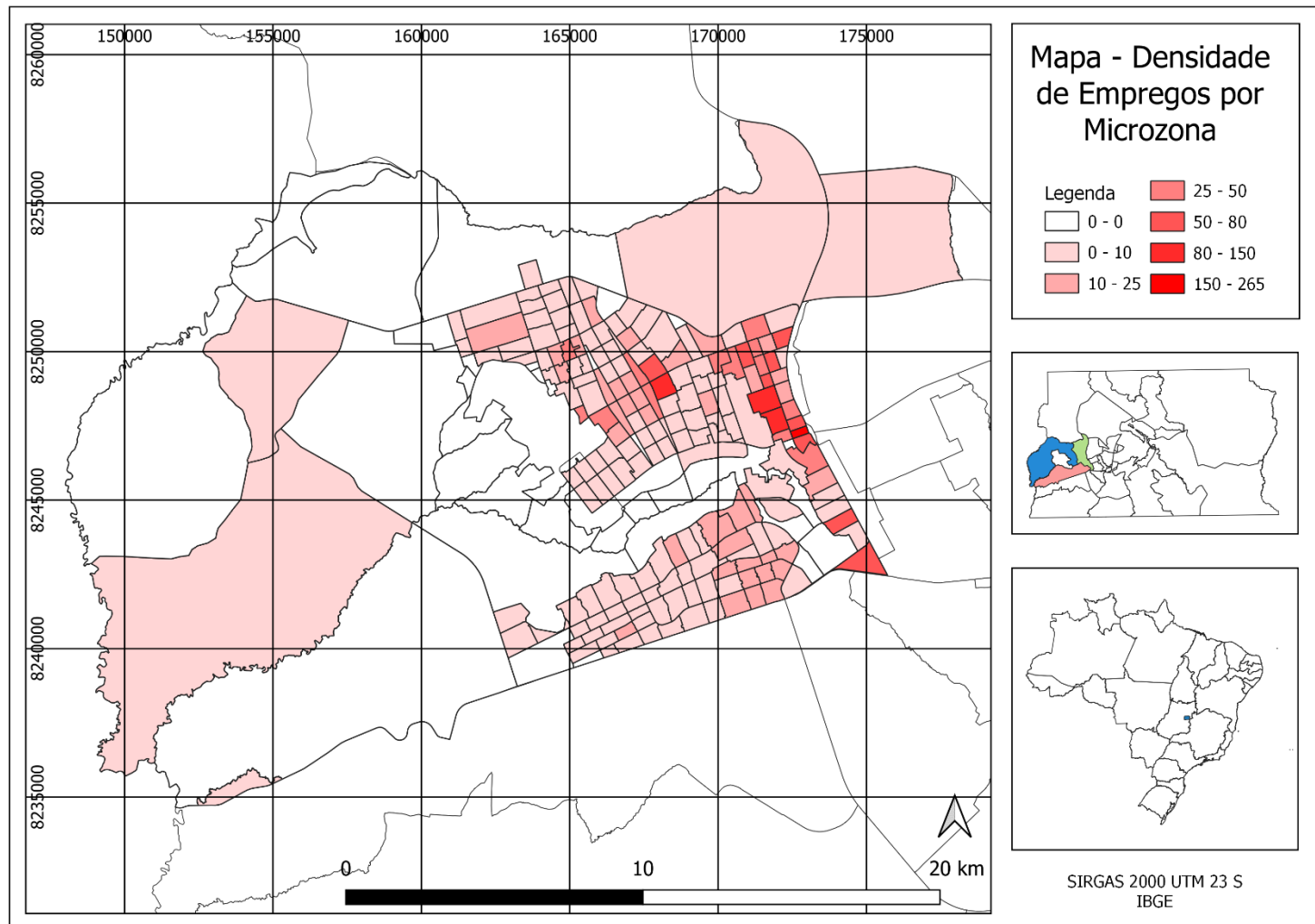


Figura 9 – Quantidade de Empregos por Microzona
Fonte: Elaboração própria.

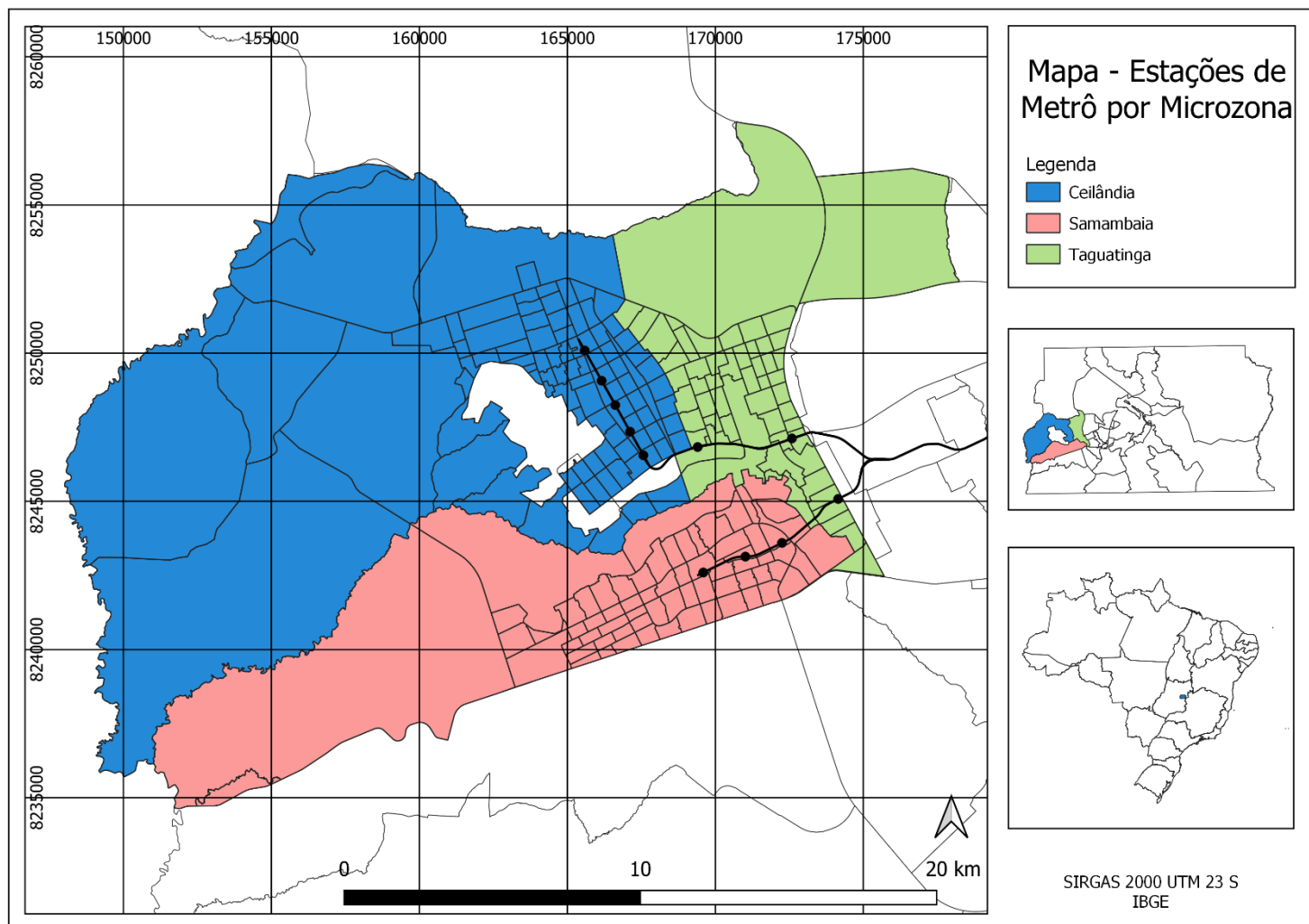


Figura 10 – Estações de Metrô por Microzona
Fonte: Elaboração própria.

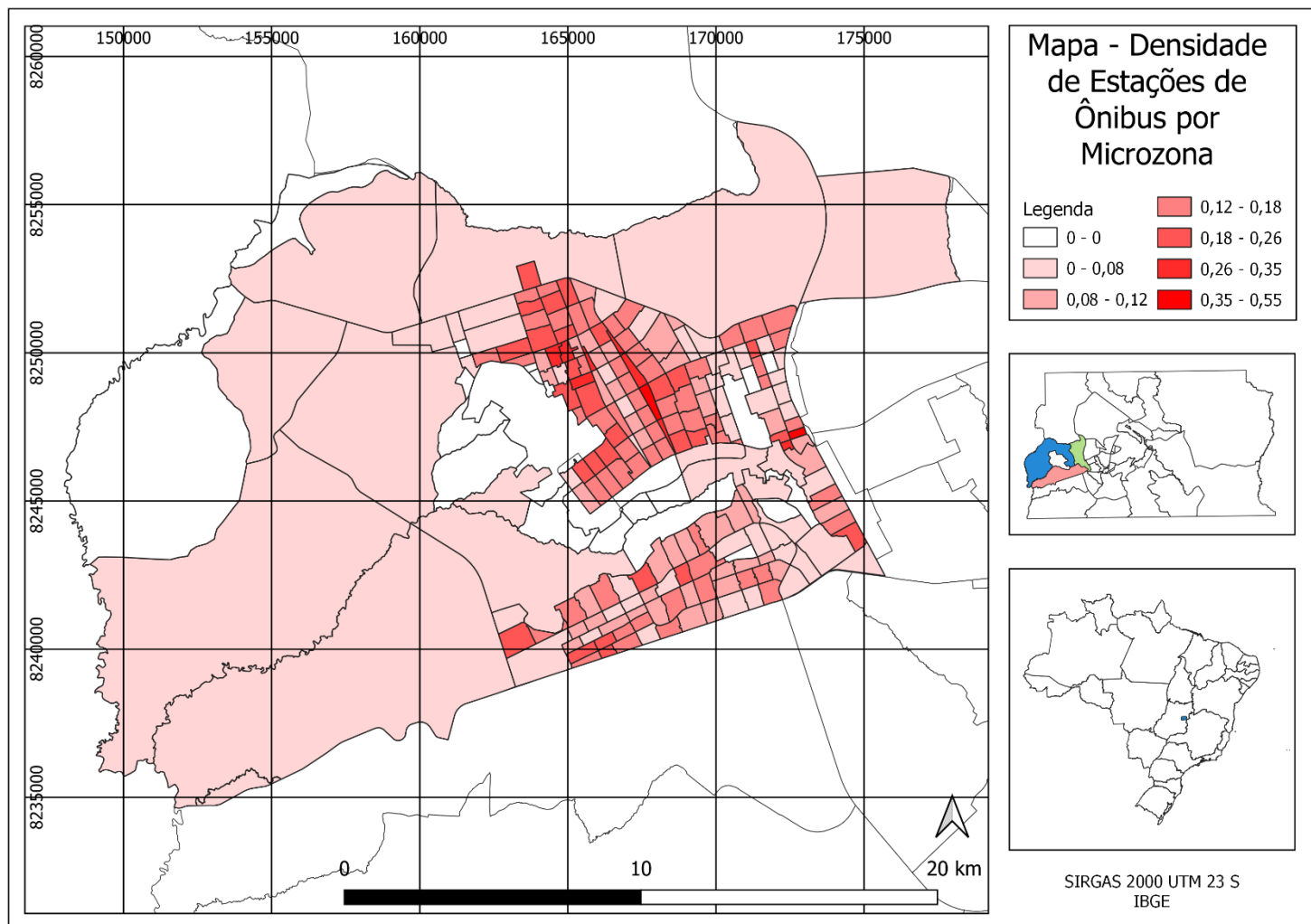


Figura 11 - Densidade de Estações de Ônibus por Microzona
Fonte: Elaboração própria.

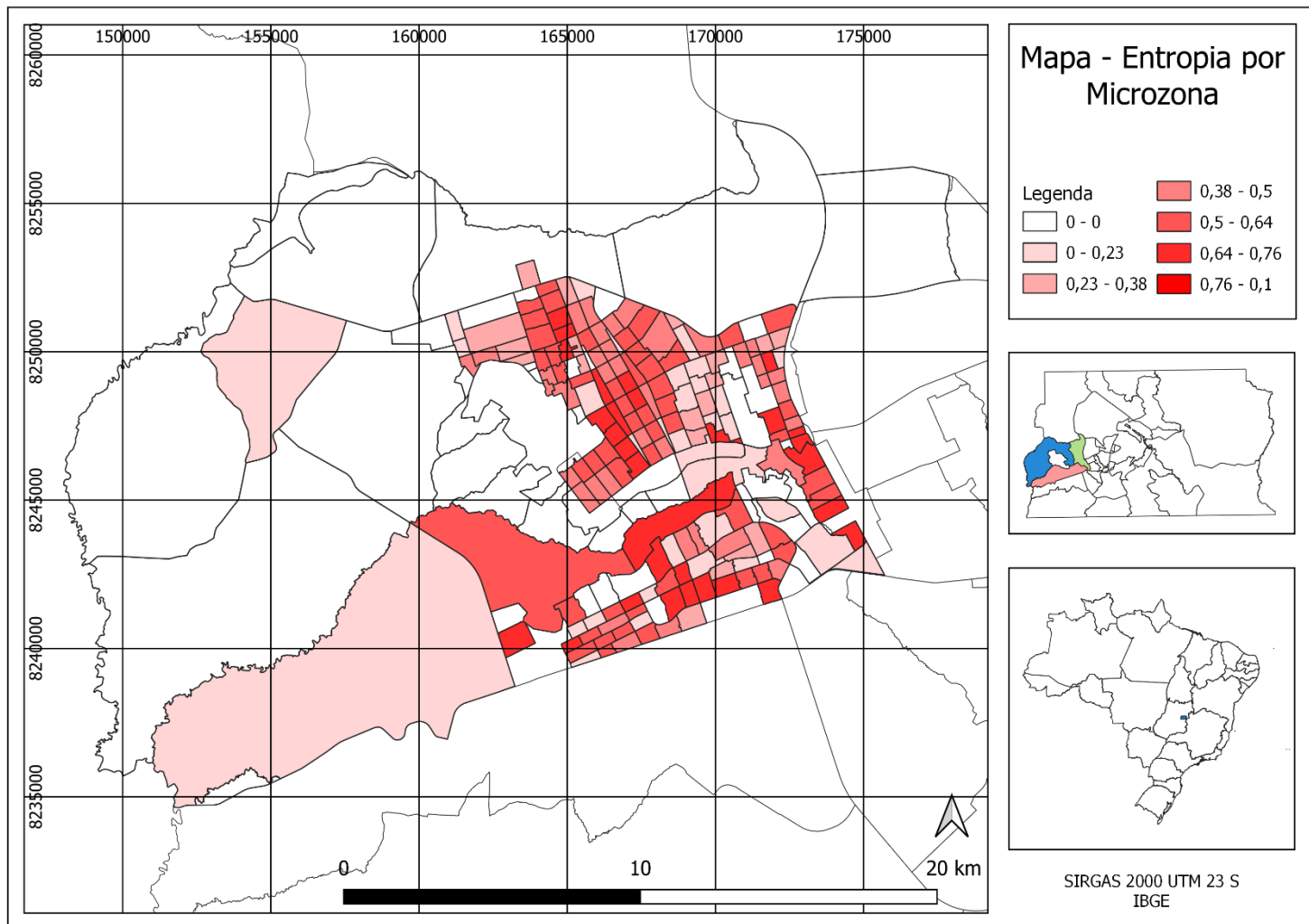


Figura 12 - Entropia por Microzona
 Fonte: Elaboração própria.

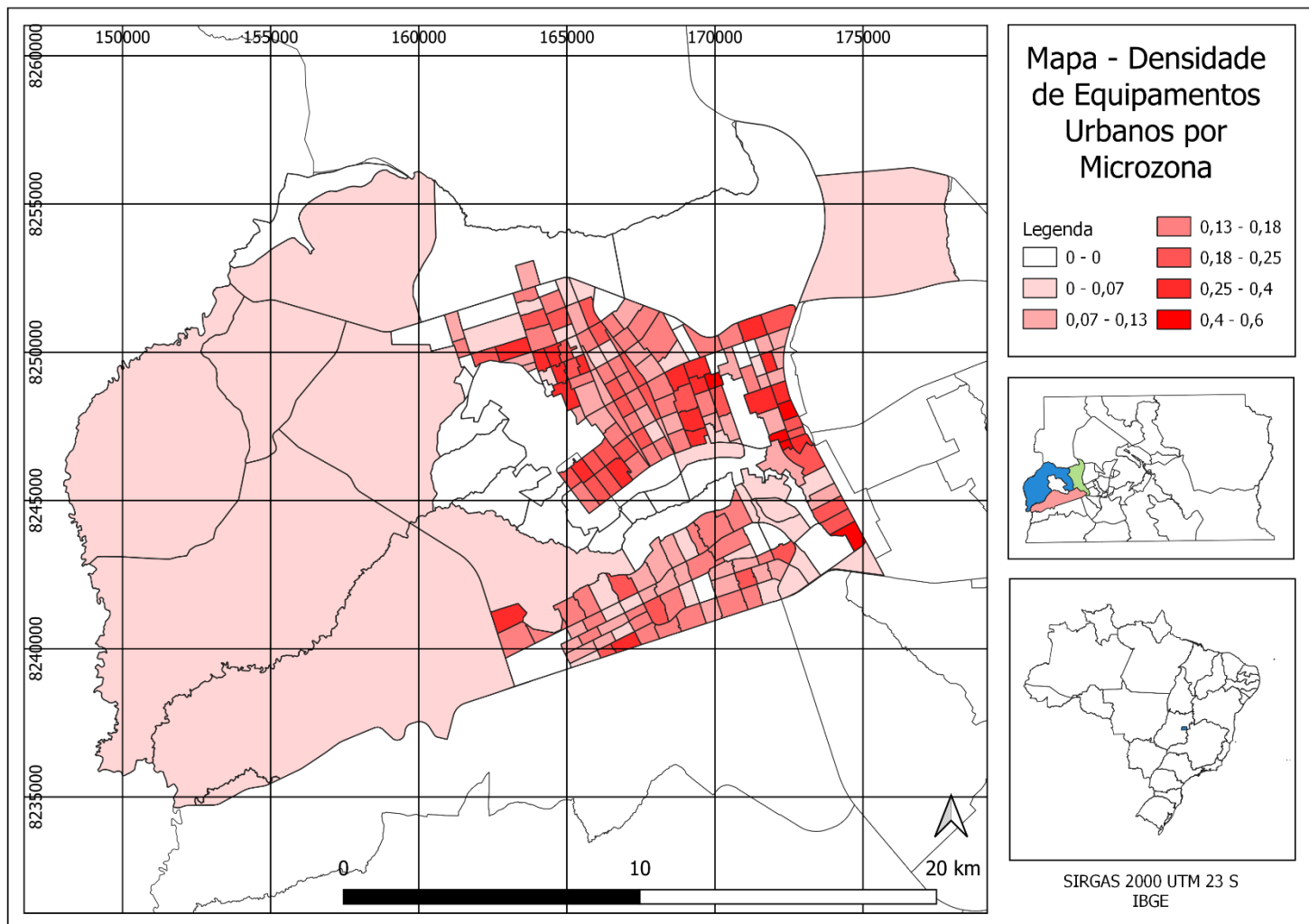


Figura 13 - Densidade de Equipamentos Urbanos por Microzona
Fonte: Elaboração própria.

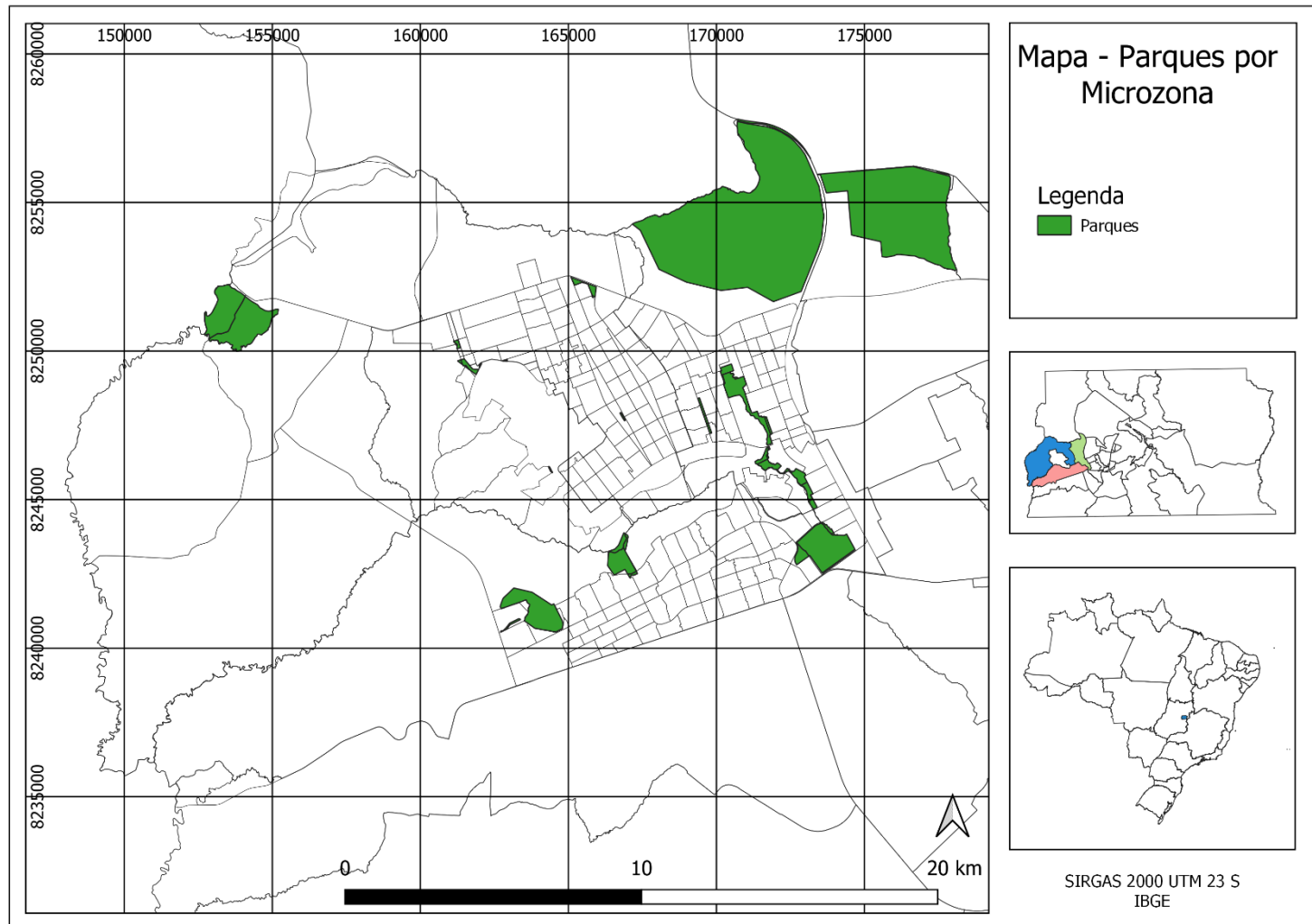


Figura 14 - Parques por Microzona
 Fonte: Elaboração própria.

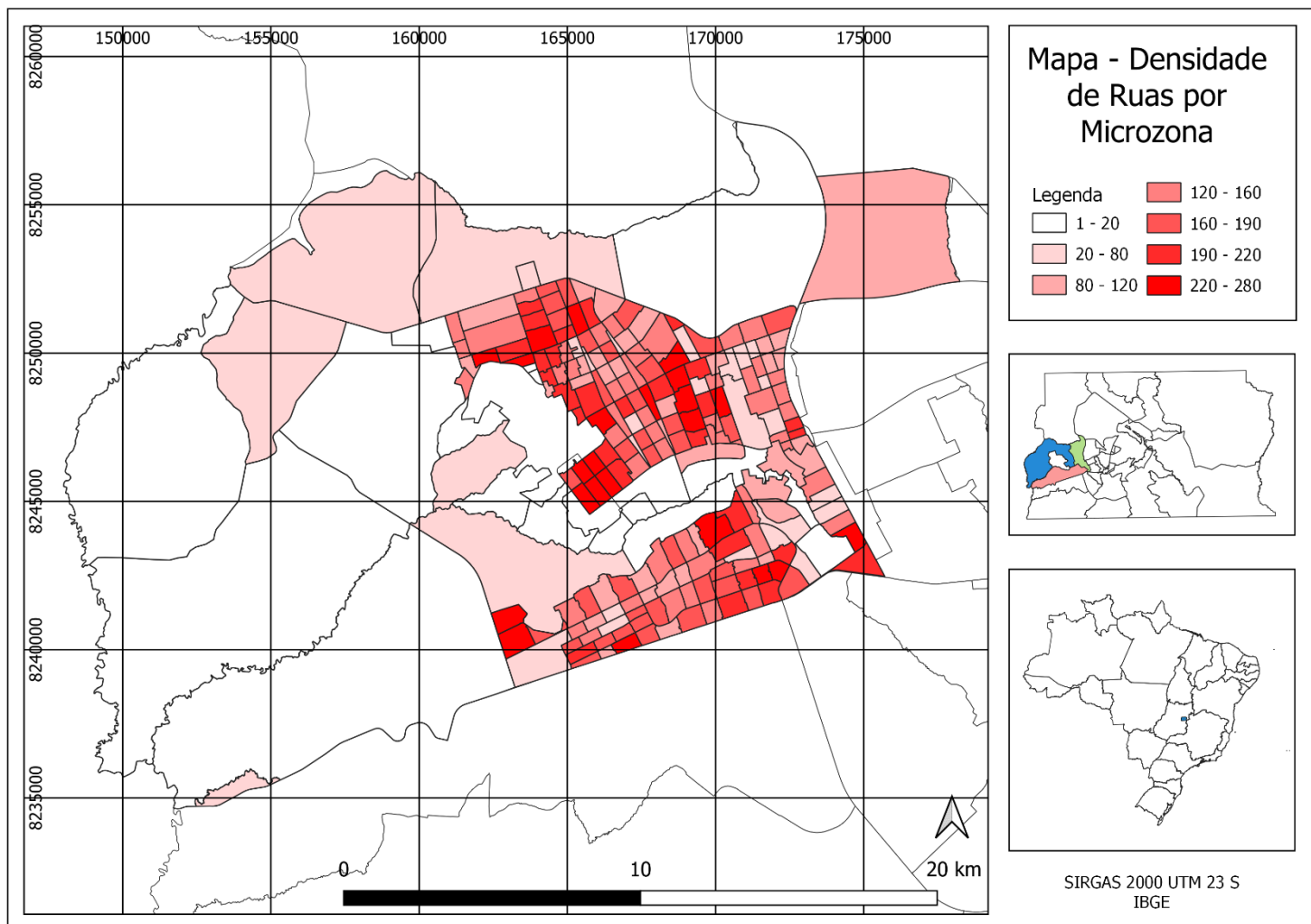


Figura 15 – Densidade de Ruas por Microzona
Fonte: Elaboração própria.

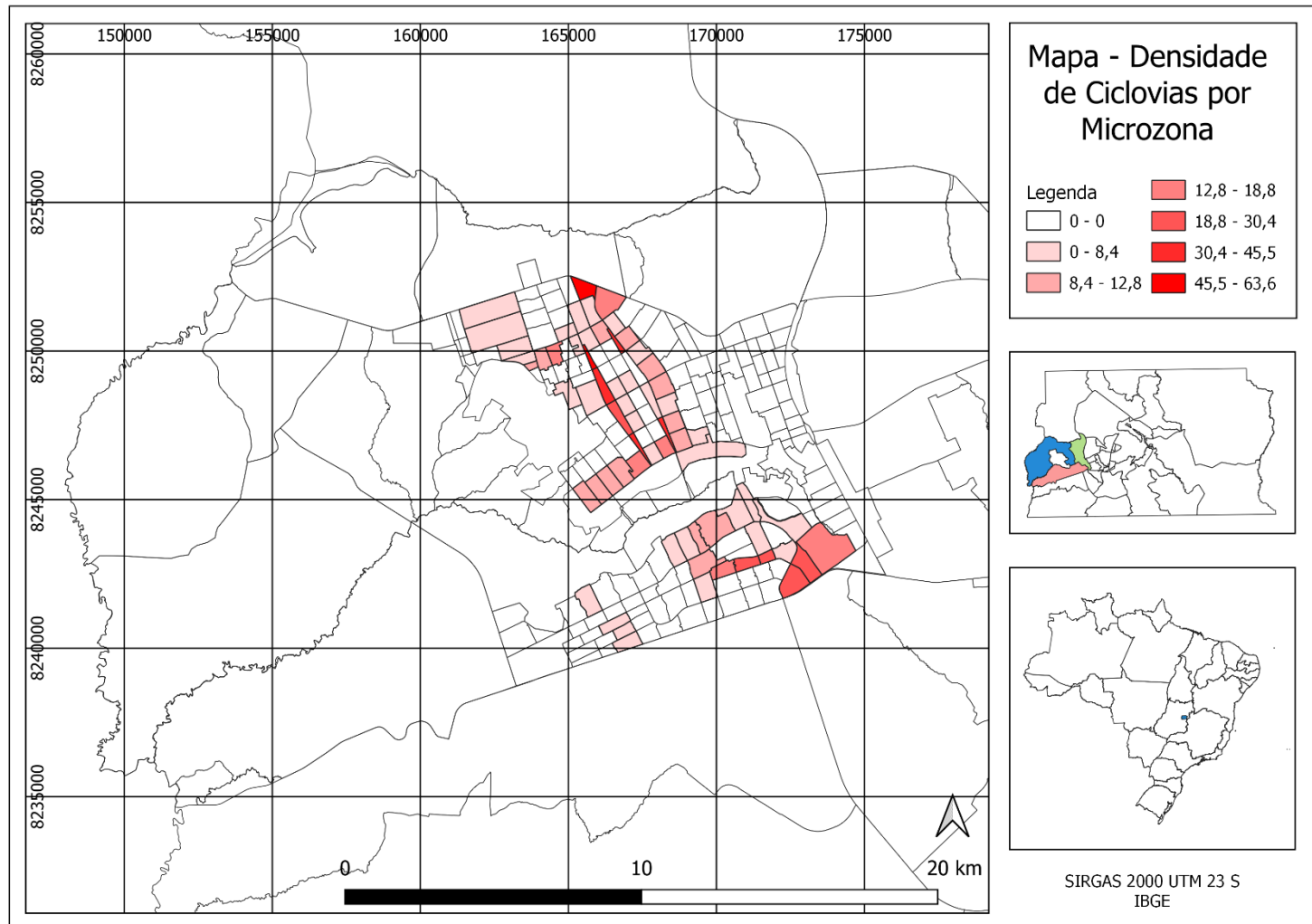


Figura 16 - Densidade de Ciclovias por Microzona
Fonte: Elaboração própria.

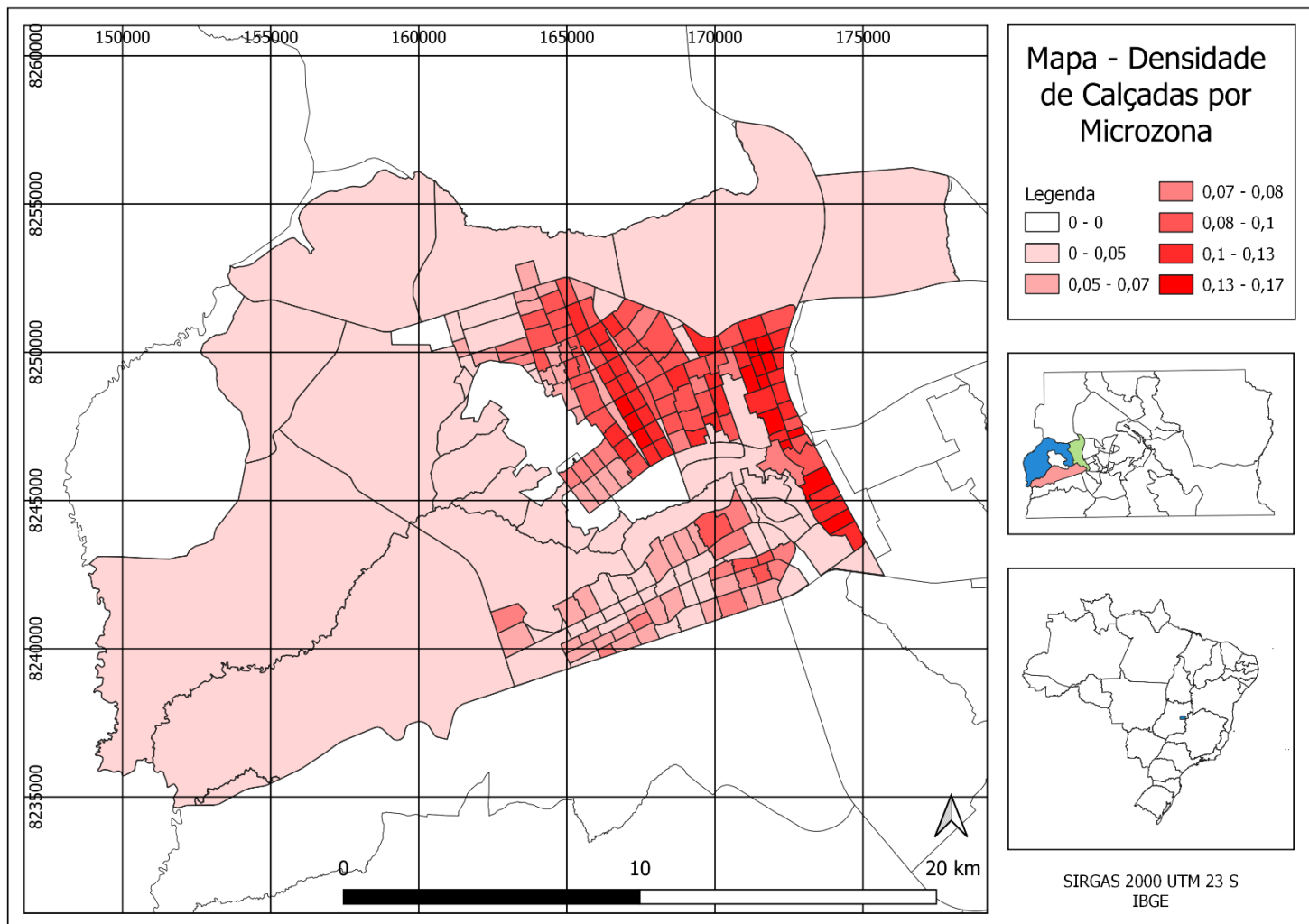


Figura 17 - Densidade de Calçadas por Microzona
Fonte: Elaboração própria.

4.4 MODELAGEM

4.4.1 Modelo Logit Multinomial

Nesse tópico será exposto como foi realizado o modelo utilizando o software SPSS.

Após a definição da área de estudo e obtenção dos dados, foi necessário importar a base de dados realizada no Excel para o software SPSS. As variáveis utilizadas poderiam ser escalares, ordinais ou nominais. Foram utilizadas apenas variáveis escalares e nominais.

A medida escala representa uma variável contínua. A medida nominal é utilizada para representar categorias sem um ranqueamento intrínseco. No item 4.3.3 foram indicadas as variáveis utilizadas e a codificação de cada variável nominal.

Inicialmente não houve um filtro para o modo de transporte utilizado, apenas a união dos modos de transporte ativo (a pé e bicicleta) da base de dados utilizada. Entretanto, como os modos de transporte coletivo privado (TC_Privado), transporte individual público (TI_Público) e Outros não eram significativos, o modelo indicava que havia singularidades inesperadas e que algumas variáveis deveriam ser excluídas ou mescladas, pois a validade do modelo era incerta.

Dessa forma, como os modos mais significativos foram o modo de transporte ativo (TA), transporte coletivo público (TC_Público) e transporte individual privado (TI_Privado), e que após utilizar apenas esses dados não houve erros no modelo, foram esses os modos escolhidos para serem analisados no estudo.

Sendo assim, foi necessário selecionar os casos da amostra que correspondiam apenas a esses 3 modos de viagem. Para isso é necessário ir em Dados -> Selecionar casos -> Se a condição for cumprida -> Escrever: (modo = 1 | modo = 2 | modo = 5) -> Continuar -> Ok. A partir disso, o programa só seleciona as variáveis de interesse para o modelo.

O modelo utilizado foi a Regressão Logística Multinomial, ou Logit Mutinomial. Nesse modelo é necessário escolher uma variável dependente, no caso foi o modo que é o que queremos analisar e a categoria de referência foi o transporte individual privado (TI_Privado). Essa categoria foi escolhida para facilitar a comparação com a revisão bibliográfica na qual verificou-se a predominância desse modo como referência no Logit Multinomial.

É necessário escolher os fatores da regressão, que correspondem as variáveis nominais, e as covariáveis, que são as variáveis escalares. Em estatísticas, foram selecionados o Resumo de processamento do caso, Pseudo R quadrado, Resumo do passo, Informações de ajuste do

modelo, Tabela de classificação, Qualidade do ajuste, Estimativas e Testes de razão de verossimilhança, além disso, o intervalo de confiança adotado foi de 95%.

Um ponto importante a ser indicado é que algumas variáveis não foram utilizadas no modelo pelo mesmo motivo que nem todos os modos foram utilizados, a falta de observações suficientes para algumas classes gerava singularidades inesperadas no modelo. Dessa forma, algumas classes de variáveis foram mescladas de forma lógica para melhorar o comportamento do modelo e quando isso não foi possível, a variável foi excluída do modelo.

Na RA de Ceilândia isso aconteceu para Viagem inferior a 500 m e portador de necessidades especiais; em Samambaia para Viagem inferior a 500 m e Rua pavimentada e em Taguatinga para Viagem inferior a 500 m e portador de necessidades especiais. Inicialmente todas as variáveis foram testadas sozinhas apenas com a variável dependente de modo para verificar se estavam adequadas ao modelo.

Os intervalos das variáveis eram diferentes, e dessa forma, influenciam de maneiras diferentes no resultado, não sendo possível a comparação do Beta. Sendo assim, após gerar os resultados das 3 Regiões Administrativas estudadas, as variáveis foram padronizadas para deixá-las na mesma ordem de grandeza, e assim, ser possível a comparação entre os resultados do Beta Padronizado.

A padronização é útil quando os dados têm escalas variáveis e o algoritmo utilizado faz suposições sobre seus dados terem uma distribuição Gaussiana, como é o caso da Regressão Logística Multinomial. A padronização dos dados é feita utilizando a seguinte fórmula:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Onde,

μ = média da amostra;

σ = desvio padrão da amostra;

Foi utilizado o Excel para este passo e os valores das variáveis escalares foram novamente inseridas no SPSS e realizado o mesmo procedimento. Os valores para significância se mantiveram, mas os valores de beta foram diferentes.

5 RESULTADOS

Nesse tópico serão expostos os resultados do modelo Logit Multinomial utilizando o software SPSS. Os resultados estão divididos por Região Administrativa considerada e têm como variável dependente o transporte individual privado.

O modelo foi realizado por RA, ou seja, foram três modelos e cada um gerou como resultado a comparação de variáveis pelo modo ativo e pelo transporte coletivo público em relação ao modo motorizado. Nesta seção, os resultados foram separados pelo modo ativo e pelo transporte coletivo público para comparar os resultados destes modos entre as RAs e facilitar a compreensão.

A seguir é apresentada a Tabela 8 com o número de viagens internas consideradas para o modelo de cada RA.

Tabela 8 – Número de viagens internas por RA

Número de Viagens	
Ceilândia	6.624
Samambaia	4.167
Taguatinga	4.307

A seguir é apresentada a Tabela 9 de Pseudo R quadrado para o modelo de cada RA, o mesmo valor foi encontrado para as variáveis iniciais e as padronizadas.

Tabela 9 – Pseudo R quadrado - McFadden

Pseudo R quadrado - McFadden	
Ceilândia	0,305
Samambaia	0,344
Taguatinga	0,363

O índice analisado foi o de McFadden. Para ser interpretado como muito bom, é necessário que seu valor esteja entre 0,2 e 0,4. Sendo assim, os valores encontrados podem ser considerados tendo qualidades explicativas boas, pois estão dentro dessa faixa e valores semelhante foram encontrados na literatura, como é o caso de Munshi (2016) que obteve 0,26 de Pseudo R quadrado e teve seus resultados aceitos e considerados relevantes.

5.1 TRANSPORTE ATIVO

Na Tabela 10 são apresentados os resultados do modelo para cada Região Administrativa relacionando a probabilidade da escolha do Transporte Ativo comparado ao Transporte Individual Privado. Para ser considerada uma variável significativa é necessária uma significância (Sig) menor que 0,050.

Tabela 10 – Resultados para o Transporte Ativo

Variável	Ceilândia			Samambaia			Taguatinga		
	B	B padronizado	Sig.	B	B padronizado	Sig.	B	B padronizado	Sig.
Tempo de viagem	-0,061	-0,726	0,000	-0,029	-0,398	0,000	-0,068	-0,999	0,000
Nº de Residentes	0,127	0,205	0,000	0,207	0,356	0,000	0,067	0,096	0,045
Veículo motorizado	-0,549	-0,507	0,000	-0,829	-0,692	0,000	-0,883	-0,875	0,000
Bicicletas	-0,129	-0,126	0,000	-0,128	-0,125	0,010	-0,007	-0,008	0,855
Densidade demográfica	0,004	0,152	0,010	-0,002	-0,055	0,542	0,004	0,186	0,001
Densidade de empregos	0,003	0,051	0,272	-0,010	-0,047	0,505	0,001	0,065	0,537
Densidade de vias	-1,305	-0,008	0,857	-0,349	-0,003	0,966	18,938	0,170	0,012
Densidade de ciclovias	127,242	0,107	0,042	-175,939	-0,095	0,126	-132,94	-0,007	0,881
Densidade de calçadas	3,946	0,091	0,039	13,763	0,229	0,054	1,874	0,047	0,430
Densidade de becos sem saída	0,106	0,013	0,760	-1,353	-0,115	0,120	-0,391	-0,032	0,491
Densidade de shoppings	-4,578	-0,046	0,224	12,375	0,046	0,505	-7,792	-0,097	0,183
Densidade de escolas	0,429	0,014	0,744	-1,008	-0,025	0,696	2,321	0,127	0,040
Densidade de equipamentos de saúde	0,907	0,011	0,821	16,925	0,149	0,012	-1,324	-0,020	0,791
Densidade de equipamentos de segurança	2,132	0,028	0,435	3,050	0,028	0,618	0,103	0,002	0,979
Densidade de equipamentos de lazer	-1,508	-0,084	0,035	-1,998	-0,101	0,083	1,210	0,109	0,049
Densidade de parques	0,230	0,007	0,867	0,209	0,004	0,918	2,855	0,158	0,001
Densidade de estações de metrô	-9,018	-0,078	0,122	-57,218	-0,152	0,010	8,474	0,101	0,247
Densidade de estações de ônibus	-0,384	-0,026	0,568	3,870	0,206	0,000	-2,045	-0,194	0,018
Entropia	0,022	0,004	0,930	0,217	0,053	0,357	0,087	0,021	0,733
[Motivo de viagem=1]	0,522	0,522	0,000	-0,082	-0,082	0,489	-0,232	-0,232	0,021
[Motivo de viagem=2]	0	0		0	0		0	0	
[Renda=1]	1,344	1,344	0,000	1,696	1,696	0,000	1,013	1,013	0,000
[Renda=2]	0,928	0,928	0,000	1,122	1,122	0,000	0,184	0,184	0,177
[Renda=3]	0,580	0,580	0,002	0,271	0,271	0,331	-0,010	-0,010	0,943

Variável	Ceilândia			Samambaia			Taguatinga		
	B	B padronizado	Sig.	B	B padronizado	Sig.	B	B padronizado	Sig.
[Renda =4]	0	0		0	0		0	0	
[Rua pavimentada=0]	-1,080	-1,080	0,004	-0,606	-0,606	0,375	-	-	-
[Rua pavimentada=1]	0	0		0	0		-	-	-
[Idade=1]	-0,568	-0,568	0,000	-0,494	-0,494	0,160	-0,261	-0,261	0,175
[Idade=2]	0,037	0,037	0,813	-0,199	-0,199	0,401	0,345	0,345	0,038
[Idade=3]	-0,289	-0,289	0,032	0,062	0,062	0,782	-0,022	-0,022	0,877
[Idade=4]	0	0		0	0		0	0	
[Gênero=0]	-0,125	-0,125	0,099	0,163	0,163	0,115	0,137	0,137	0,117
[Gênero=1]	0	0		0	0		0	0	
[Grau de instrução=1]	0,233	0,233	0,127	-0,387	-0,387	0,081	-0,203	-0,203	0,255
[Grau de instrução=2]	0,513	0,513	0,001	-0,142	-0,142	0,522	0,031	0,031	0,850
[Grau de instrução=3]	0,109	0,109	0,402	-0,017	-0,017	0,928	0,014	0,014	0,906
[Grau de instrução=4]	0	0		0	0		0	0	
[Atividade do morador=1]	0,210	0,210	0,534	-0,553	-0,553	0,483	0,534	0,534	0,518
[Atividade do morador=2]	0,181	0,181	0,592	-0,838	-0,838	0,268	0,257	0,257	0,756
[Atividade do morador=3]	0,179	0,179	0,597	-0,722	-0,722	0,341	0,349	0,349	0,673
[Atividade do morador=4]	0,246	0,246	0,476	-0,759	-0,759	0,321	0,446	0,446	0,591
[Atividade do morador=5]	0	0		0	0		0	0	
[Possui habilitação=0]	1,933	1,933	0,000	2,287	2,287	0,000	1,922	1,922	0,000
[Possui habilitação=1]	0	0		0	0		0	0	

De acordo com a Tabela 10, a variável de o tempo de viagem foi significativa e negativa para todas as Regiões Administrativas analisadas. Isso significa entender que quanto maior o tempo de viagem, menor a probabilidade de escolha dos modos ativos em comparação ao uso do transporte motorizado. De forma análoga ao que foi observado por Cao *et. al* (2009) e Ye e Titheridge (2016), é possível que à medida que aumenta o tempo de viagem, a distância também aumenta e utilizar modos ativos torna-se menos atraente, pois esses modos são utilizados geralmente em pequenas distâncias. O veículo motorizado tem uma velocidade maior que os modos ativos, gerando uma sensação de maximização da utilidade da viagem.

Os resultados da Tabela 10 indicam que a variável de número de residentes foi significativa e positiva para todas as RAs. Isso quer dizer que com o aumento do número de residentes é mais provável que as pessoas utilizem o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado, resultado de acordo com o de Ewing *et. al*, (2015).

Um ponto importante é que com o aumento do número de residentes, há também um aumento no custo do transporte, geralmente pessoas de um mesmo grupo familiar realizam viagens com destinos diferentes. Utilizar o carro para todas as viagens pode encarecer o orçamento e demandar mais tempo do que cada morador ir caminhando ou pedalando para a seu destino, otimizando o tempo de viagem.

Para a variável de propriedade de veículos motorizados, a Tabela 10 mostra que todos os resultados foram negativos e significativos. Ou seja, quanto mais veículos a família tem, menos provável é que utilize o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado, o que está de acordo com os resultados de Cervero e Kockelman (1997) e Cao *et. al* (2009). O fato de a família não ter um carro limita a escolha do modo de transporte.

Em relação à variável de propriedade de bicicletas, os resultados foram negativos, mas insignificantes para Taguatinga. Para Ceilândia e Samambaia, os coeficientes de regressão apontam que quanto mais bicicletas a pessoa tem, menos provável é que utilize o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado, diferente do reportado pela literatura pesquisada (Cao *et. Al*, 2009). Uma possível explicação para essa divergência pode ser uma limitação do estudo aqui apresentado, pois o modo ativo agrupa viagens a pé e de bicicletas. Se os dados estivessem separados, era esperado que a quantidade de bicicletas impactasse positivamente os dados de viagens de bicicleta e não necessariamente as viagens a pé. Além disso, é possível perceber pelo Gráfico 12 que a quantidade de bicicletas também está

relacionada com a renda da família, e desta forma, geralmente não são utilizadas para viagens diárias.

Outro ponto é que, segundo Khan et al. (2014), o fenômeno “se você construir, eles virão” existe, principalmente com instalações e políticas para bicicletas e caminhadas e se a conectividade do sistema for cuidadosamente fornecida. Ou seja, a pessoa pode ter o interesse em utilizar a bicicleta, mas não há uma infraestrutura adequada e ela não se sente segura. Sendo assim, é possível que não haja uma infraestrutura adequada nas RAs indicadas.

Os resultados da Tabela 10 indicam que para a variável de densidade demográfica, os resultados foram significativos apenas para Ceilândia e Taguatinga, ambos positivos. Isso significa dizer que quanto maior a densidade demográfica, mais provável é que as pessoas utilizem o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado, em conformidade com o que foi descrito por Etminani-Ghasrodashti e Ardeshiri (2015), Cho e Rodriguez (2014) e Ewing *et. al*, (2015). A densidade aumenta a proximidade dos indivíduos aos destinos da Região Administrativa, aumentando a probabilidade dos moradores utilizarem o modo ativo para seus deslocamentos e diminuir o uso do transporte motorizado.

De acordo com a Tabela 10, a variável densidade de vias só foi significativa para Taguatinga e teve um beta positivo. Ou seja, quanto maior a densidade de vias, é mais provável que as pessoas de Taguatinga utilizem o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado, resultado de acordo com o encontrado por Saelens e Handy (2008). A densidade de vias geralmente cria uma rede conectada aos destinos e uma segurança maior para o pedestre, incentivando viagens a pé.

Em relação à variável de densidade de ciclovias, ela só foi significativa para Ceilândia e teve um beta positivo. Isso significa dizer que quanto maior a densidade de ciclovias, mais provável é que as pessoas utilizem o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado. Isso porque, a disponibilização de ciclovias na região incentiva o uso de bicicletas, pois traz uma maior segurança para este tipo de transporte ativo, resultado confirmado por Khan et al. (2014).

A variável de densidade de calçadas, conforme a Tabela 10, só foi significativa para Ceilândia e teve como resultado um beta positivo. Desta forma, quanto maior a densidade de calçadas, mais provável é que as pessoas utilizem o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado, em conformidade com os resultados de Saelens e Handy (2008). As

calçadas criam ambientes seguros para os pedestres, com uma rede conectada aos destinos e maior segurança para caminhadas, incentivando viagens a pé.

Para a variável de densidade de escolas, apenas o resultado de Taguatinga foi significativo e teve um beta positivo. Sendo assim, quanto maior a densidade de escolas, mais provável é que as pessoas utilizem o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado, corroborando com o que indica Saelens e Handy (2008). A proximidade, a densidade, a qualidade da infraestrutura de pedestres e a segurança no trânsito parecem desempenhar papéis importantes na escolha do modo ativo.

A variável de densidade de equipamentos de saúde só foi significativa para Samambaia e teve um beta positivo. Isso significa dizer que quanto maior a densidade de equipamentos de saúde, mais provável é que a pessoa utilize o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado. Resultado confirmado por Cao et al. (2009) e Tian *et. al* (2020) que relacionam o uso misto do solo com o encorajamento de viagens ativas e desincentivo às viagens de automóvel. Um equipamento de saúde pode ser um hospital, um postinho, uma UPA (Unidade de Pronto Atendimento), todos esses lugares são polos geradores de viagens e se sua localização é próxima da residência, as pessoas tendem a fazer viagens pelo transporte ativo.

Equipamentos de lazer podem ser clubes, ginásios, museus, espaços culturais, cinemas, biblioteca etc. Para essa variável, apenas Ceilândia e Taguatinga tiveram resultados significativos. Para Ceilândia o beta foi positivo, o que significa que quanto maior a densidade de equipamentos de lazer, mais provável é que as pessoas utilizem o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado. Resultado em conformidade com a bibliografia (Saelens e Handy, 2008). Para Taguatinga o beta foi negativo, o que significa que quanto maior a densidade de equipamentos de lazer, menos provável é que as pessoas utilizem o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado. Isso pode ser justificado pelo fato da pessoa se sentir mais satisfeita ao utilizar o carro. O conforto, a segurança e a sensação de flexibilidade de horário podem influenciar nessa escolha (Ye e Titheridge, 2016).

De acordo com a Tabela 10, a variável de densidade de parques foi significativa apenas para Taguatinga e teve um beta positivo. Dessa forma, quanto maior a densidade de parques, mais provável é a pessoa utilize o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado, corroborando com o resultado de Gao et. al (2021). Parques estão ligados à um estilo de vida mais sustentável, com práticas esportivas e atividades ao ar livre. O transporte

ativo se encaixa nessa premissa. É importante lembrar que a Figura 14 indicou que há um grande parque em Taguatinga, o que pode ter influenciado essa variável ser significativa.

Para a variável de densidade de estações de metrô, apenas Samambaia teve um resultado significativo e que foi negativo. Sendo assim, quanto maior a densidade de estações de metrô, menos provável é que a pessoa utilize o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado. Como a variável em questão é um transporte público, geralmente de distâncias maiores e só estão sendo avaliadas viagens internas, o fato de ter mais estações de metrô não influencia na escolha do modo ativo em detrimento do motorizado.

Em relação à variável de densidade de estações de ônibus, Samambaia e Taguatinga tiveram resultados significativos e divergentes. Para Samambaia o beta foi positivo, ou seja, quanto maior a densidade de estações de ônibus, mais provável é que a pessoa utilize o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado, resultado de acordo com Ewing e Cervero (2010) e Ewing *et. al.*, (2015). Morar perto de um ponto de ônibus é um incentivo para usar o ônibus e é necessário realizar uma viagem a pé até a parada de ônibus, incentivando também o transporte ativo. Quem tem um bom acesso ao transporte público tende a ter menos automóveis, desincentivando o uso do modo motorizado.

Entretanto, para a Região Administrativa de Taguatinga o valor do beta foi negativo, ou seja, quanto maior a densidade de estações de ônibus, menos provável é que a pessoa utilize o transporte ativo em comparação ao uso do transporte motorizado. Esse resultado não é o esperado pela literatura, mas pode ser justificado pela influência da renda mais elevada de Taguatinga em relação à Ceilândia e Samambaia. Outro fato é que a RA tem a maior média de veículos motorizados que é de 1,18 veículos por residência.

Outra variável que teve resultados divergentes entre as Regiões Administrativas foi o motivo de viagem. Ceilândia teve um beta positivo e isso significa que, em relação a viagens não pendulares (2), as viagens pendulares (1) tendem a ter maior probabilidade de gerar viagens pelo modo ativo em comparação ao modo motorizado. Viagens pendulares são para estudo ou trabalho, se a pessoa estuda ou trabalha próximo da sua casa, maiores as chances de utilizar o transporte ativo, esse resultado corrobora com o resultado de Munshi (2016).

Para a RA de Taguatinga, em relação a viagens não pendulares (2), as viagens pendulares (1) tendem a ter uma menor probabilidade de gerar viagens de modo ativo em relação ao modo motorizado. Ou seja, é mais provável que as viagens não pendulares sejam realizadas pelo modo ativo. Esse resultado também corrobora com resultados encontrados na

bibliografia, como é o caso de Cheng et al. (2017) e Frank et al. (2007). Há uma propensão maior para o uso do transporte ativo para viagens não pendulares, pois há uma maior demanda de tempo nessas viagens. Geralmente quando o destino é o trabalho ou estudo não há tanta disponibilidade de horário. Aumentar a proximidade dos destinos com a diversidade, densidade e conectividade da rua podem incentivar a caminhar e a bicicleta.

A variável de renda foi significativa em todas as classes apenas em Ceilândia, em Samambaia e Taguatinga foi significativa apenas para a classe de R\$ 0 a R\$ 1.760,00 (1). O beta foi positivo em todos os casos. Para Ceilândia, à medida que a renda diminui é maior a probabilidade de viagens pelo modo ativo em relação ao modo motorizado. Esse resultado é esperado e está de acordo com os resultados de Ye e Titheridge (2016), Etminani-Ghasrodashti e Ardeshiri (2015), Ewing *et. al*, (2015) e Cao *et. al* (2009).

Para a variável de rua pavimentada, a Tabela 10 indica que apenas foi significativa para Ceilândia e teve um valor negativo. Isso significa que em relação a rua pavimentada (1), a rua não pavimentada diminui a probabilidade de viagens pelo modo ativo e pelo transporte coletivo público em relação ao modo motorizado. Isso pode ser justificado pelo fato de que é mais difícil e perigoso se locomover em uma rua não pavimentada pelo transporte ativo, relacionando falta de conectividade e segurança. Esse resultado corrobora com Saelens e Handy (2008).

A variável de idade não foi significativa em todas as classes para nenhuma Região Administrativa. Para Ceilândia, em relação às pessoas com mais de 60 anos (4), obteve-se como resultado que é menos provável que crianças e adolescentes de 0 a 17 anos (1) e pessoas de 30 a 59 anos (3) viagem pelo modo ativo. Não foi possível avaliar essa variável em relação a pessoas de 18 a 29 anos (2). Esse resultado não corrobora com o de Cho e Rodriguez (2014), para eles residentes com mais de 60 anos tinham menos probabilidade de andar para se locomover. Talvez isso se deva a fato de que os idosos têm maiores dificuldades para viagens distantes e resolvem caminhar por localidades próximas, além disso, Ceilândia não tem uma renda alta, o que influencia na propriedade de veículos, por exemplo.

Para Taguatinga, em relação às pessoas com mais de 60 anos (4), é mais provável que pessoas de 18 a 29 anos (2) viagem pelo modo ativo. Esse resultado está de acordo com o esperado por Khan et al (2014) e Munshi (2016). Com o aumento da idade, espera-se que os indivíduos optem por preferir o automóvel particular e os modos compartilhados a outros modos.

A variável de grau de instrução só foi significativa Ceilândia e apenas em uma classe. A Tabela 10 indica que em relação a pessoas com Graduação ou Pós-Graduação (4), quem tem o ensino fundamental completo ou o ensino médio incompleto (2) têm uma probabilidade maior de fazer viagens pelo transporte ativo. Não é possível tirar muitas conclusões somente com esse resultado, mas Ye e Titheridge (2016) e Munshi (2016) relacionam que pessoas com baixo nível de escolaridade são mais propensas a recorrer ao transporte ativo para o deslocamento e à medida que o grau de instrução aumenta é maior a probabilidade de viagens pelo modo motorizado.

A última variável analisada é se a pessoa tem ou não habilitação. Todos os resultados foram significativos e positivos. Isso quer dizer que em relação a pessoas que possuem habilitação (1), pessoas que não possuem habilitação (0) têm uma probabilidade maior de realizar viagens pelo modo ativo em relação ao modo motorizado, resultado de acordo com Cervero e Kockelman (1997) e Cao *et. al* (2009). A escolha do modo de transporte é limitada pelo conjunto de opções de viagens disponíveis. Para dirigir é necessário possuir habilitação, se a pessoa não tem, ela não pode dirigir, restando apenas utilizar os modos ativos, o transporte público ou a carona.

5.2 TRANSPORTE COLETIVO PÚBLICO

Na Tabela 11 são apresentados os resultados do modelo para cada Região Administrativa relacionando a probabilidade da escolha do Transporte Coletivo Público comparado ao Transporte Individual Privado. Para ser considerada uma variável significativa é necessária uma significância (Sig) menor que 0,050.

Tabela 11 – Resultados para o Transporte Coletivo Público

Variável	Ceilândia			Samambaia			Taguatinga		
	B	B padronizado	Sig.	B	B padronizado	Sig.	B	B padronizado	Sig.
Tempo de viagem	0,081	0,965	0,000	0,102	1,409	0,000	0,084	1,227	0,000
Nº de Residentes	0,170	0,274	0,000	0,080	0,137	0,099	0,082	0,116	0,108
Veículo motorizado	-0,466	-0,431	0,000	-0,697	-0,581	0,000	-0,958	-0,949	0,000
Bicicletas	-0,220	-0,214	0,000	-0,301	-0,293	0,000	-0,043	-0,048	0,541
Densidade demográfica	-0,003	-0,118	0,177	-0,007	-0,183	0,161	-0,003	-0,110	0,247
Densidade de empregos	0,001	0,009	0,892	-0,036	-0,172	0,122	-0,005	-0,230	0,154
Densidade de vias	13,169	0,078	0,239	7,053	0,054	0,566	8,695	0,078	0,492
Densidade de ciclovias	40,946	0,034	0,665	-171,297	-0,093	0,317	-963,15	-0,051	0,638
Densidade de calçadas	2,072	0,048	0,482	26,805	0,445	0,011	13,092	0,329	0,001
Densidade de becos sem saída	0,436	0,052	0,409	-2,052	-0,174	0,143	0,296	0,024	0,735
Densidade de shoppings	1,612	0,016	0,749	38,368	0,142	0,190	-16,080	-0,201	0,059
Densidade de escolas	5,904	0,192	0,003	-6,870	-0,172	0,069	3,951	0,217	0,029
Densidade de equipamentos de saúde	11,655	0,145	0,046	2,874	0,025	0,780	15,475	0,235	0,043
Densidade de equipamentos de segurança	-0,905	-0,012	0,832	18,123	0,168	0,031	-3,669	-0,067	0,538
Densidade de equipamentos de lazer	-0,139	-0,008	0,899	-5,483	-0,276	0,001	1,514	0,137	0,113
Densidade de parques	-0,315	-0,010	0,881	0,071	0,001	0,990	-0,412	-0,023	0,793
Densidade de estações de metrô	1,338	0,012	0,862	-40,463	-0,108	0,216	23,090	0,275	0,039
Densidade de estações de ônibus	-1,156	-0,077	0,236	7,339	0,390	0,000	0,945	0,090	0,481
Entropia	-0,239	-0,040	0,494	0,213	0,052	0,543	0,725	0,177	0,075
[Motivo de viagem=1]	0,487	0,487	0,000	0,168	0,168	0,384	0,325	0,325	0,053
[Motivo de viagem=2]	0	0		0	0		0	0	
[Renda=1]	1,104	1,104	0,002	1,212	1,212	0,035	1,217	1,217	0,000
[Renda=2]	0,572	0,572	0,107	0,794	0,794	0,162	0,971	0,971	0,001
[Renda=3]	0,562	0,562	0,134	-0,118	-0,118	0,850	0,255	0,255	0,407

Variável	Ceilândia			Samambaia			Taguatinga		
	B	B padronizado	Sig.	B	B padronizado	Sig.	B	B padronizado	Sig.
[Renda=4]	0	0		0	0		0	0	
[Rua pavimentada=0]	-1,220	-1,220	0,036	1,013	1,013	0,271	-	-	-
[Rua pavimentada=1]	0	0		0	0		-	-	-
[Idade=1]	-1,007	-1,007	0,000	-1,297	-1,297	0,004	-0,323	-0,323	0,270
[Idade=2]	-0,476	-0,476	0,025	-0,661	-0,661	0,053	0,558	0,558	0,025
[Idade=3]	-0,840	-0,840	0,000	-0,785	-0,785	0,016	-0,568	-0,568	0,014
[Idade=4]	0	0		0	0		0	0	
[Gênero=0]	-0,308	-0,308	0,008	0,046	0,046	0,760	-0,111	-0,111	0,428
[Gênero=1]	0	0		0	0		0	0	
[Grau de instrução=1]	0,092	0,092	0,719	-0,134	-0,134	0,727	-0,475	-0,475	0,115
[Grau de instrução=2]	0,997	0,997	0,000	0,947	0,947	0,011	0,432	0,432	0,111
[Grau de instrução=3]	0,544	0,544	0,019	0,455	0,455	0,186	0,625	0,625	0,004
[Grau de instrução=4]	0	0		0	0		0	0	
[Atividade do morador=1]	-0,276	-0,276	0,567	0,696	0,696	0,563	-0,237	-0,237	0,848
[Atividade do morador=2]	-0,392	-0,392	0,417	0,467	0,467	0,692	-0,394	-0,394	0,750
[Atividade do morador=3]	-0,342	-0,342	0,480	-0,133	-0,133	0,911	-0,760	-0,760	0,539
[Atividade do morador=4]	-0,350	-0,350	0,479	0,029	0,029	0,980	-0,320	-0,320	0,797
[Atividade do morador=5]	0	0		0	0		0	0	
[Possui habilitação=0]	1,616	1,616	0,000	1,998	1,998	0,000	1,760	1,760	0,000
[Possui habilitação=1]	0	0		0	0		0	0	

De acordo com a Tabela 11, a variável de tempo de viagem foi significativa e positiva para todas as Regiões Administrativas. Isso significa entender que quando há um aumento no tempo de viagem, a pessoa tende a aumentar o uso do transporte coletivo em comparação ao uso do transporte motorizado. No caso do ônibus e do transporte motorizado a diferença entre o tempo gasto não é tão significativa como é no caso do transporte ativo, sendo assim, o custo monetário da viagem pode ser mais relevante nesta comparação. Como são consideradas apenas viagens internas, a pessoa precisaria pagar apenas uma passagem de ida e volta com preço fixo e de custo relativamente baixo em comparação ao uso do automóvel que quanto maior a distância e conseqüentemente o tempo de viagem, maior o gasto com combustível. Isso corrobora com a bibliografia que indica que o modo de transporte escolhido leva em consideração custos de tempo, despesas monetárias e efeitos psicológicos (Ye e Titheridge, 2016).

Os resultados da Tabela 11 indicam que a variável de número de residentes foi significativa apenas para Ceilândia e teve o beta positivo. Isso quer dizer que com o aumento do número de residentes é mais provável que as pessoas utilizem o transporte público em comparação ao uso do transporte motorizado. Isso porque, com o aumento do número de residentes, também há um aumento no custo do transporte, pois pessoas de uma mesma família fazem viagens para destinos diferentes e utilizar o automóvel para todas as viagens pode ficar caro no orçamento. Afinal, Ceilândia possui uma renda média baixa. Esse resultado deve ser avaliado com atenção, visto que, de acordo com Ewing *et. al*, (2015) o número de viagens domésticas de automóvel aumenta com o número de membros empregados.

Para a variável de propriedade de veículos motorizados, a Tabela 11 mostra que todos os resultados foram significativos e positivos. Ou seja, quanto mais veículos a família tem, menos provável é que a pessoa utilize o transporte público em comparação ao uso do transporte motorizado, o que está de acordo com os resultados de Cervero e Kockelman (1997) e Munshi (2016). Esse resultado já era esperado, visto que, os automóveis são o modo mais preferido para viagens de deslocamento diário e se há essa disponibilidade de escolha, as pessoas tendem a escolhê-la.

Em relação à variável de propriedade de bicicletas, os resultados foram significativos para Ceilândia e Samambaia e com coeficientes de regressão negativos. Isso aponta que quanto mais bicicletas a pessoa tem, menos provável é que utilize o transporte público em comparação ao uso do transporte motorizado. Para utilizar a bicicleta no transporte público, é necessário

haver uma infraestrutura prévia, não é o caso do Distrito Federal, o que dificulta a escolha do transporte público. Por exemplo, não existe uma portaria que autoriza transporte de bicicletas em ônibus no DF, apenas no metrô utilizando um vagão específico.

A variável de densidade de calçadas, conforme a Tabela 11, foi significativa para Samambaia e Taguatinga e obteve betas positivos. Desta forma, quanto maior a densidade de calçadas, mais provável é que a pessoa utilize o transporte coletivo público em comparação ao uso do transporte motorizado. Geralmente o transporte público está ligado ao uso do modo ativo, a pessoa caminha para ir e voltar do ponto de ônibus, e uma maior densidade de calçadas significa que há uma maior conectividade, causando um efeito de proximidade.

A variável de densidade de escolas foi significativa para Ceilândia e Taguatinga e teve coeficientes de regressão positivos. Sendo assim, quanto maior a densidade de escolas, mais provável é que a pessoa utilize o transporte coletivo público em comparação ao uso do transporte motorizado. Isso pode ser justificado pelo fato de que crianças e adolescentes, que são estudantes, não pagam passagem no DF, incentivando o uso do transporte coletivo.

Segundo o GDF (2021), o cartão +Estudante é concedido aos alunos das escolas públicas e privadas de Brasília, conforme prevê a Lei nº 4.462, de 13 de janeiro de 2010. Com este benefício, todos os estudantes possuem 100% de gratuidade no Sistema de Transporte Público do Distrito Federal (STPC-DF).

Em relação à variável de densidade de equipamentos de saúde, os significados foram significativos e positivos para Ceilândia e Taguatinga. Isso significa dizer que quanto maior a densidade de equipamentos de saúde, mais provável é que a pessoa utilize o transporte coletivo público em comparação ao uso do transporte motorizado. Isso está de acordo com resultados obtidos por Cao et al. (2009), pois os usos mistos do solo tendem a desencorajar viagens de automóvel e facilitar o uso de meios de transporte ativo e transporte público. Outra justificativa pode ser a utilização de crianças e idosos que não pagam passagem e utilizam com frequência equipamentos de saúde, como postinhos de saúde e hospitais.

Para a variável de densidade de equipamentos de segurança apenas Samambaia registrou resultados significativos e com um coeficiente positivo. A interpretação desse resultado é de que quanto maior a densidade de equipamentos de segurança, mais provável é que a pessoa utilize o transporte coletivo público em comparação ao uso do transporte motorizado. Isso pode ser justificado pela sensação de segurança que esses equipamentos trazem à população, como postos de comunitários de segurança, delegacias, batalhões etc. Desta forma, a pessoa se sente

mais segura esperando um ônibus em uma parada à noite, por exemplo. Neves *et. al* (2021) e Saelens e Handy (2008) ressaltam a importância da segurança do local para a escolha do modo de transporte.

A variável de densidade de equipamentos de lazer também foi significativa apenas para Samambaia, entretanto teve um coeficiente negativo. Ou seja, quanto maior a densidade de equipamentos de lazer, menos provável é que a pessoa utilize o transporte público em comparação ao uso do transporte motorizado. Equipamentos de lazer podem ser clubes, ginásios, museus, espaços culturais, cinemas, biblioteca etc. Em um passeio a pessoa pode se sentir mais satisfeita ao utilizar o carro do que pegar um ônibus lotado, por exemplo. O conforto e a sensação de liberdade de horário podem influenciar nessa escolha.

De acordo com a Tabela 11, a variável de densidade de estação de metrô foi significativa apenas para Taguatinga e teve um beta positivo. Dessa forma, quanto maior a densidade de estações de metrô, mais provável é que a pessoa utilize o transporte coletivo público em comparação ao uso do transporte motorizado. Morar perto de uma estação de metrô é um incentivo para utilizar o transporte público e reduz o uso do carro para o deslocamento. Esse resultado está de acordo com resultados de Ye e Titheridge (2016). Entretanto, esse dado é curioso, pois são consideradas apenas viagens internas. Supõe-se que as pessoas estejam utilizando mais o metrô, mesmo que para viagens internas.

Em relação à variável de densidade de estação de ônibus, apenas Samambaia teve um resultado significativo e com um beta positivo. Assim como reportado pela literatura, quanto maior a densidade de estações de ônibus, mais provável é que a pessoa utilize o transporte coletivo público em comparação ao uso do transporte motorizado. É menos provável que uma família que pode acessar os destinos desejados sem utilizar um automóvel tenha um, desta forma, o bom acesso ao transporte público influencia na escolha do modo de transporte.

A variável de motivo da viagem foi significativa apenas para Ceilândia e teve o beta positivo. Isso significa dizer que em relação a viagens não pendulares (2), as viagens pendulares (1) tendem a ter maior probabilidade de gerar viagens pelo transporte coletivo público em relação ao modo motorizado. Como informado anteriormente, estudantes do DF não pagam passagens no transporte coletivo. Além disso, funcionários geralmente recebem vale transporte, ambos incentivam a utilização desses do transporte coletivo em detrimento do modo motorizado. Corroborando com isso, a bibliografia indica que pessoas de baixa renda

demonstraram que para viagens de trabalho eles tem mais propensão a usar ônibus (Cheng et al., 2017).

A variável renda não foi significativa para todas as classes em nenhuma região administrativa, mas foi significativa e positiva na classe de R\$ 0 a R\$ 1.760,00 em todas as RAs. Sendo assim, pode-se supor que à medida que a renda diminui é maior a probabilidade de viagens pelo transporte coletivo em relação ao modo motorizado. O modo motorizado é considerado de maior conforto, segurança e custo, desta forma, faz sentido que quanto maior a renda, maior é a utilização desse modo de transporte. A pesquisa de Etminani-Ghasrodashti e Ardeshiri (2015) confirma essa relação.

Para a variável de rua pavimentada, a Tabela 11 indica que apenas foi significativa para Ceilândia e teve um valor negativo. Isso significa que em relação a rua pavimentada (1), a rua não pavimentada diminui a probabilidade de viagens pelo transporte coletivo público em relação ao modo motorizado. Isso pode ser justificado pelo fato de que é mais difícil e perigoso se locomover em uma rua não pavimentada pelo transporte coletivo público. Além disso, a demanda de uma rua não pavimentada é pequena, desta forma, provavelmente há poucas linhas de ônibus disponíveis. O que corrobora com Cao et al. (2009) que afirma que a disponibilidade de serviço de transporte público é uma predecessora importantes para desincentivar o uso do transporte individual.

A variável de idade não foi significativa em todas as classes para nenhuma Região Administrativa. Para Ceilândia e Samambaia, é mais provável que a pessoas com mais de 60 anos (4) viagem pelo transporte coletivo público do que outras faixas etárias. Esse resultado não está de acordo com a bibliografia, entretanto, pode ser justificado pelo fato de que, de acordo com a SEMOB, cidadãos com idade igual ou superior a 65 anos tem direito à gratuidade no transporte público coletivo e metroviário. Sendo assim, como são RA de renda mais baixa, a gratuidade no transporte coletivo é um incentivo para sua utilização.

Para a RA de Taguatinga, em relação a pessoas com mais de 60 anos (4), é mais provável que pessoas de 18 a 29 anos (2) viagem pelo transporte coletivo público. Resultado esperado pela literatura, pois com o aumento da idade, espera-se que os indivíduos optem por preferir o automóvel particular e os modos compartilhados a outros modos.

A variável de gênero foi significativa apenas em Ceilândia e teve um beta negativo. Isso quer dizer que em relação às mulheres (1), homens (0) têm uma probabilidade menor de fazer viagens pelo transporte coletivo público em relação ao modo motorizado. Munshi (2016) obteve

o mesmo resultado, visto que, homens encontram maior utilidade no uso do veículo motorizado. Além disso, quando a família tem um veículo, geralmente o veículo fica com o pai para seu deslocamento.

A variável de grau de instrução não foi significativa em todas as classes para nenhuma Região Administrativa, mas todos os betas significativos foram positivos. Desta forma, em relação a pessoas com Graduação ou Pós-Graduação (4), quem tem o ensino fundamental completo ou o ensino médio incompleto (2) e o ensino médio completo ou a graduação incompleta (3) têm uma probabilidade maior de fazer viagens pelo transporte coletivo público em relação ao modo motorizado. Ou seja, à medida que o grau de instrução diminui é maior a probabilidade de viagens pelo transporte coletivo público em relação ao modo motorizado. Resultado de acordo com o de Ye e Titheridge (2016).

A última variável analisada é se a pessoa tem ou não habilitação. Todos os resultados foram significativos e positivos. Isso quer dizer que em relação a pessoas que possuem habilitação (1), pessoas que não possuem habilitação (0) têm uma probabilidade maior de realizar viagens pelo transporte coletivo público em relação ao modo motorizado. Resultado esperado de acordo com a literatura, visto que, a pessoa utiliza os modos disponíveis para seu deslocamento.

5.3 COMPARAÇÃO

A seguir é apresentada a Tabela 12 com a comparação entre as variáveis que foram significativas para cada RA.

Tabela 12 – Variáveis significativas

Variável	Região Administrativa					
	Ceilândia		Samambaia		Taguatinga	
	Ativo	Público	Ativo	Público	Ativo	Público
Tempo de viagem	-	+	-	+	-	+
Nº de Residentes	+	+	+	x	+	x
Veículo motorizado	-	-	-	-	-	-
Bicicletas	-	-	-	-	x	x
Densidade demográfica	+	x	x	x	+	x
Densidade de empregos	x	x	x	x	x	x
Densidade de vias	x	x	x	x	+	x
Densidade de ciclovias	+	x	x	x	x	x

Variável	Região Administrativa					
	Ceilândia		Samambaia		Taguatinga	
	Ativo	Público	Ativo	Público	Ativo	Público
Densidade de calçadas	+	x	x	+	x	+
Densidade de becos sem saída	x	x	x	x	x	x
Densidade de shoppings	x	x	x	x	x	x
Densidade de escolas	x	+	x	x	+	+
Densidade de equipamentos de saúde	x	+	+	x	x	+
Densidade de equipamentos de segurança	x	x	x	+	x	x
Densidade de equipamentos de lazer	-	x	x	-	+	x
Densidade de parques	x	x	x	x	+	x
Densidade de estações de metrô	x	x	-	x	x	+
Densidade de estações de ônibus	x	x	+	+	-	x
Entropia	x	x	x	x	x	x
Motivo de viagem (1)	+	+	x	x	-	x
Renda (1)	+	+	+	+	+	+
Rua pavimentada (0)	-	-	x	x	x	x
Possui habilitação	+	+	+	+	+	+

De acordo com a Tabela 12, as variáveis de densidade de empregos, densidade de becos sem saída, densidade de shoppings e entropia não foram significativas em nenhuma região administrativa na escolha do modo de transporte, tanto no modo ativo em relação ao modo motorizado como no modo coletivo público.

Dessas variáveis a que mais chama atenção por não ter sido significativa foi a Entropia (Diversidade), visto que, a bibliografia apresenta como uma das variáveis mais importantes nos estudos. Isso pode ser justificado pelo fato de que a camada de usos do solo utilizada é baseada na forma que o governo coleta imposto e é baseada na Lei Complementar nº 803 (SEDUH, 2009) que classifica os dados em residencial; comércio e serviços; institucional e lazer; industrial e garagem; e uso misto. Em algumas microzonas nenhum uso foi verificado, o que não corresponde à realidade. Apesar disso, essa é a melhor fonte de dados disponível até o momento.

Como mostra a Tabela 12, algumas variáveis que foram significativas em todas as RAs, sendo elas o tempo de viagem, a propriedade de veículos motorizados, a renda e se a pessoa possui habilitação. Já era esperado que o tempo de viagem, a renda e a propriedade de veículos

motorizados fossem muito relevantes, mas como a variável de habilitação não é tão citada na bibliografia, não era um resultado esperado. Importante lembrar que nenhuma dessas variáveis são do ambiente construído.

A economia de tempo de viagem é um fato que influencia a escolha do modo de transporte. Além disso, as decisões de viagens dos indivíduos dependem fortemente da propriedade de automóveis e são influenciadas pelo conjunto de opções de modos de viagem disponíveis. As restrições econômicas também têm influência positiva no número de viagens não motorizadas, um resultado comum e intuitivo.

É possível verificar na Tabela 12 que apesar de algumas variáveis não terem sido relevantes em todos os casos, apresentaram o mesmo resultado por região administrativa, sendo elas o número de residentes, propriedade de bicicletas, densidade demográfica, densidade de calçadas, densidade de escolas, densidade de equipamentos de saúde e rua não pavimentada.

Exceto de propriedade de bicicletas e rua não pavimentada, todas tiveram resultados positivos, ou seja, com aumento dessas variáveis há uma diminuição do uso do modo motorizado. O que está de acordo com a bibliografia analisada, já que essas variáveis estão relacionadas aos “Ds” de Densidade, Design e Acessibilidade ao destino e da característica social da família. A rua não pavimentada também se relaciona ao Design.

Em relação à variável de propriedade de bicicleta, para viagens pelo modo ativo, o fato das viagens a pé e de bicicletas estarem somadas é uma limitação. Se os dados estivessem separados, era esperado que a quantidade de bicicletas impactasse positivamente os dados de viagens de bicicleta e não necessariamente as viagens a pé. E no caso de viagens pelo transporte público, como não há uma legislação autorizando o transporte de bicicletas em ônibus, apenas no metrô, há pouco incentivo para a relação entre essas variáveis.

Entretendo a Tabela 12 também indica que algumas variáveis foram significativas apenas em um caso, como foi a densidade de vias, densidade de ciclovias, densidade de equipamentos de segurança e densidade de parques. Novamente, todas tiveram resultados positivos. Essas variáveis estão relacionadas aos “Ds” de Design e Acessibilidade ao destino.

Quem residem em bairros com ruas bem conectadas são menos propensos a usar automóveis para suas viagens e a facilidade ao acesso ao destino da viagem oferece oportunidade para trabalhar, morar, estudar, fazer compras ou se exercitar. Dessa forma, a união

do design e da acessibilidade ao destino capturam viagens internas e promovem o transporte ativo e o transporte público.

Comparando os betas padronizados da Tabela 10, para o transporte ativo, as variáveis mais significativas foram em primeiro lugar se a pessoa possui habilitação, em segunda a renda e o terceiro e quarto variou entre a rua ser pavimentada, a propriedade de veículo motorizado e o tempo de viagem.

Para o transporte coletivo público, comparando os betas padronizados da Tabela 11, as variáveis mais significativas foram se a pessoa possui habilitação, se a rua é pavimentada, o tempo de viagem, a renda, a idade e a propriedade de veículo motorizado, variando a posição para cada RA.

Considerando apenas variáveis do ambiente construído e avaliando os coeficientes da Tabela 10, para o transporte ativo, nenhuma variável foi significativa em todas as RAs e a importância de cada uma variou muito. Para Ceilândia as mais importantes foram se a rua é pavimentada, a densidade demográfica e a densidade de ciclovias; para Samambaia a densidade de estações de ônibus, densidade de estações de metrô e densidade de equipamentos de saúde; para Taguatinga a densidade de estações de ônibus, a densidade demográfica e a densidade de vias.

Considerando apenas variáveis do ambiente construído e avaliando os coeficientes da Tabela 11, para o transporte coletivo público, nenhuma variável foi significativa em todas as RAs e a importância de cada uma variou muito também. Para Ceilândia as mais importantes foram se a rua é pavimentada, densidade de escolas e densidade de equipamentos de saúde; para Samambaia a densidade de calçadas, densidade de estações de ônibus e densidade de equipamentos de lazer; para Taguatinga a densidade de calçadas, densidade de estações de metrô e densidade de equipamentos de saúde.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo deste estudo foi analisar a influência das variáveis do ambiente construído sobre a escolha modal a partir de variáveis de uso do solo e socioeconômicas em viagens internas, comparando três regiões administrativas do Distrito Federal: Ceilândia, Samambaia e Taguatinga. Essas regiões foram escolhidas por serem as mais populosas e com acesso a diversos modos de transportes.

Foram escolhidas a partir da revisão bibliográfica as variáveis do ambiente construído mais comumente referenciadas, sendo elas a densidade, diversidade, design, acessibilidade ao destino e distância para o transporte público. A partir dos dados georreferenciados disponíveis e da pesquisa de Pesquisa de Mobilidade Urbana (PMU), foi utilizado um modelo Logit Multinomial para verificar a probabilidade de escolha do modo.

De modo geral, a influência do ambiente construído na escolha do modo de transporte não se mostrou expressiva, mas é significativa. As variáveis sociais e de viagem foram mais expressivas, como é o caso da habilitação, renda, propriedade de veículos e tempo de viagem.

O tempo de viagem têm uma influência negativa na escolha do modo ativo, porém, positiva na escolha do transporte coletivo. À medida que a renda diminui, maior é a probabilidade de viagens pelo modo ativo e pelo transporte coletivo em relação ao modo motorizado. Além disso, com o aumento do número de residentes essa constatação também é válida, enquanto a propriedade de veículos e a habilitação influenciam na escolha do modo motorizado.

A variável mais expressiva do ambiente construído foi se a rua era pavimentada. Aqui cabe perceber que esse resultado ainda necessita de mais estudos. A literatura consultada afirma que a falta de infraestrutura afasta modos ativos e entusiastas do transporte público devido ao fato de aumentar os riscos e efetivamente diminuir a oferta de transporte público. Entretanto, conforme demonstrado na análise descritiva, mais de 99% de todas as residências possuíam rua pavimentada em sua porta, de forma que talvez não existam observações suficientes para treinar o modelo adequadamente.

As características do ambiente construído devem atuar juntas para um maior impacto. Quando se faz um planejamento urbano, todos os 5”Ds” estão correlacionados e devem ser considerados.

A infraestrutura adequada se apresenta como essencial para a promoção de modos mais sustentáveis de transporte, os resultados positivos de densidades de vias, ciclovias, calçadas e estações de transporte público confirmam. Além disso, foi verificado que a existência de serviços básicos nas proximidades da residência, como escolas, equipamentos de saúde e segurança também promovem o transporte mais sustentável, colaborando para o pensamento que o ambiente urbano deve ser inclusivo em sua oferta de serviços. Uma urbanização mais inclusiva torna os destinos mais acessíveis e convenientemente alcançados a pé, reduz a dependência do automóvel e incentiva o uso de modos alternativos.

As variáveis do ambiente construído que foram mais significativas foi o design, a acessibilidade ao destino e a disponibilidade de transporte público. A densidade só foi significativa em relação à densidade demográfica para o transporte ativo em Ceilândia e a densidade de empregos não foi significativa em nenhum caso, ao que parece, a maioria das pessoas não trabalham nas microzonas analisadas.

Em relação à variável de diversidade, resultados melhores poderiam ser obtidos se a base tivesse dados a mais desagregados, discretizando cada uso por localização do empreendimento. Por exemplo, no caso de uso misto, desagregar esses dados de forma que fossem inseridos nas outras classificações. Takano (2010) utilizou em sua pesquisa somente os setores censitários que possuíam alguma atividade na localidade, ou seja, excluiu as microzonas que não tinham dados. Isso também poderia ter modificado a significância desta variável.

Uma limitação da pesquisa é o fato de que foram estudadas apenas três regiões administrativas. Além disso, apenas viagens internas foram analisadas, como tempo de viagem foi uma variável significativa em todas as comparações, poderia haver uma diferença nos resultados de viagens com destino diferente da RA de origem.

Outra limitação foi o modelo utilizado, como o Modelo Logit Multinomial realizado pelo software SPSS precisa de uma categoria de referência para comparação, que no caso foi o transporte individual privado, só foi possível comparar o transporte ativo e o transporte público em relação a ele. Nas variáveis nominais o software também precisava de uma categoria de referência. Essa situação limita a análise dos dados à comparação apenas de uma variável e não das variáveis entre si.

Além disso, foi necessário fazer agregações entre classes para o ajuste do modelo, de forma que alguns dados estavam em um grau de agregação não satisfatório que impactou nos resultados obtidos, como foi o caso do modo ativo (a pé somado com o uso da bicicleta) e na

entropia (apenas 4 tipos de uso do solo). É possível que, com uma maior desagregação dos dados, mais conclusões pudessem ser obtidas quanto ao conjunto de dados.

Assim como argumentam Aston *et. al.*, (2020) e Aston *et. al.* (2021), existe a influência das variáveis do ambiente construído na escolha do modo de transporte, entretanto, não há consenso sobre em que medida essa relação ocorre. Desta forma, mais estudos são necessários para verificar a influência das variáveis do ambiente construído sobre a escolha do modo de transporte.

Para pesquisas futuras recomenda-se que todas as regiões administrativas do DF sejam estudadas considerando viagens internas e externas às RAs. Além disso, também é recomendado que se utilize um modelo que compare todos os modos e variáveis entre si, facilitando a comparação dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTON, L., CURRIE, G., DELBOSC, A., KAMRUZZAMAN, M., TELLER, D., 2021. **Exploring built environment impacts on transit use – an updated meta-analysis**. *Transport Reviews*, 41(1), 73-96.
- ASTON, L., CURRIE, G., KAMRUZZAMAN, M., DELBOSC, A., TELLER, D., 2020. **Study design impacts on built environment and transit use research**. *Journal of Transport Geography*, 82, p. 102625.
- CAO, X.J., MOKHTARIAN, P.L., HANDY, S.L., 2009B. **The relationship between the built environment and nonwork travel: a case study of Northern California**. *Transportation Research Part A: Policy Practice* 43, 548–559.
- CARDOSO C., 2010. **Modelos tradicionais transporte e tráfego**. Disponível em: <https://www.sinaldetransito.com.br/artigos/modelos_tradicionais.pdf>. Acesso em: 25 de abril de 2021.
- CERVERO, R., KOCKELMAN, K., 1997. **Travel demand and the 3 Ds: density, diversity, and design**. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 2 (3), 199–219.
- CHENG, L., CHEN, X., YANG, S., WU, J., & YANG, M., 2019. **Structural equation models to analyze activity participation, trip generation, and mode choice of low-income commuters**. *Transportation Letters*, 11(6), 341-349.
- CHO, G.-H., RODRIGUEZ, D., 2014. **Location or design? Associations between neighbourhood location, built environment and walking**. *Urban Studies*, 52 (8), 1434–1453.
- CODEPLAN, 2018. **PDAD – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios 2018**. Disponível em: <https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/PDAD_DF-Grupo-de-Renda-compactado.pdf>. Acesso em: 17 de outubro de 2021.
- CODEPLAN, 2019. **Projeções Populacionais para as Regiões Administrativas do Distrito Federal 2010-2020**. Disponível em: < <https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/05/Sum%C3%A1rio-Executivo-Proje%C3%A7%C3%B5es-Populacionais.pdf>>. Acesso em: 17 de outubro de 2021.

- DE VOS, J., MOKHTARIAN, P.L., SCHWANEN, T., VAN ACKER, V., WITLOX, F., 2016. **Travel mode choice and travel satisfaction: bridging the gap between decision utility and experienced utility**. *Transportation* 43 (5), 771–796.
- DETRAN DF, 2020. **Mulheres já são 40% dos condutores no DF**. Disponível em: <<https://www.detran.df.gov.br/mulheres-ja-sao-40-dos-condutores-no-df/>>. Acesso em: 25 de setembro de 2021.
- ETMINANI-GHASRODASHTI, R., ARDESHIRI, M., 2015. **Modeling travel behavior by the structural relationships between lifestyle, built environment and non-working trips**. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 78, 506–518.
- EWING, R., CERVERO, R., 2010. **Travel and the Built Environment: A Meta-Analysis**. *Journal of the American Planning Association*, [s. l.], v. 76, n. 3, p. 265–294.
- EWING, R., TIAN, G., GOATES, J.P., ZHANG, M., GREENWALD, M.J., JOYCE, A., KIRCHER, J., GREENE, W., 2015. **Varying influences of the built environment on household travel in 15 diverse regions of the United States**. *Urban Studies* 52 (13), 2330–2348.
- FRANK, L., BRADLEY, M., KAVAGE, S., CHAPMAN, J., & LAWTON, T. K., 2007. **Urban form, travel time, and cost relationships with tour complexity and mode choice**. *Transportation*, 35(1), 37-54.
- GAO, K., YANG, Y., LI, A., QU, X., 2021. **Spatial heterogeneity in distance decay of using bike sharing: An empirical large-scale analysis in Shanghai**. *Transportation research. Part D, Transport and environment*, May 2021, Vol.94.
- GEOPORTAL, 2021. **Plataforma Geoportal**. Disponível em: <<https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/>>. Acesso em: 13 de agosto de 2021.
- GIM, T., 2012. **A meta-analysis of the relationship between density and travel behavior**. *Transportation*, 39 (3), 491-519.
- GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL, 2021. **Bilhete único de Brasília**. Disponível em: <<https://www.bilheteunicodebrasil.df.gov.br/bilhete-unico-de-brasilia-2/>>. Acesso em: 27 de outubro de 2021.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. **Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios - 2018**. Disponível em: < <http://www.codeplan.df.gov.br/pdad-2018/>>. Acesso em: 11 de maio de 2021.

HANDY, S., 1993. **Regional Versus Local Accessibility: Implications for Nonwork Travel**. Transportation Research Record, 1400, 58-66.

IBGE, 2018. **Panorama Nacional e Internacional da Produção de Indicadores Sociais**. Disponível em: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101562.pdf>>. Acesso em: 24 de setembro de 2021.

IBGE, 2019. **Características Gerais dos Domicílios e dos Moradores, PNAD Contínua**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101707_informativo.pdf>. Acesso em: 24 de setembro de 2021.

IBGE, 2019. **Educação, PNAD Contínua**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101736_informativo.pdf>. Acesso em: 24 de setembro de 2021.

IBGE, 2019. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD) - Divulgações estruturais e especiais**. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnadca/tabelas>>. Acesso em: 25 de setembro de 2021.

JATOBÁ, S., 2017. **Densidades Urbanas Nas Regiões Administrativas do Distrito Federal**. Disponível em: < https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/TD_22_Densidades_Urbanas_nas_Regi%C3%B5es_Administrativas_DF.pdf>. Acesso em: 08 de setembro de 2021.

KHAN, M., KOCKELMAN, K., XIONG, X., 2014. **Models for anticipating non-motorized travel choices, and the role of the built environment**. Transport Policy. 35, 117–126.

METRÔ-DF, 2018. **Pesquisa de Mobilidade Urbana – PMU/DF**. Disponível em: < http://www.metro.df.gov.br/?page_id=40044>. Acesso em: 13 de agosto de 2021.

MOURATIDIS, K., ETTEMA, D., NAESS, P., 2019. **Urban form, travel behavior, and travel satisfaction**. Transportation Research Part A: Policy and Practice 129, 306–320.

MUNSHI, T., 2016. **Built environment and mode choice relationship for commute travel in the city of Rajkot, India**. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 44, 239–253.

NEVES, C., SILVA, A., ARRUDA F., 2021. **Exploring the link between built environment and walking choice in São Paulo city, Brazil**. Journal of Transport Geography, 93, p. 103064.

NYUNT, M., F SHUVO, F., ENG, J., YAP, K., SCHERER, S., HEE, L., CHAN, S., NG, T., 2015. **Objective and subjective measures of neighborhood environment (NE): relationships with transportation physical activity among older persons**. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 12, 108.

OPENSTREETMAP. **Ruas do DF**. Disponível em: <<https://download.geofabrik.de/south-america/brazil/centro-oeste.html>>. Acesso em: 11 de maio de 2021.

PARK, K., TIAN, G., LARSEN S., 2019. **Street life and the built environment in an auto-oriented US region**. Cities, 88, 243-251.

QGIS. 2021. **Descubra o QGIS**. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/features.html>. Acesso em: 05 de maio de 2021.

SAELENS, B., HANDY, S., 2008. **Built Environment Correlates of Walking: A Review**. Medicine & Science in Sports & Exercise, 40, S550-S566.

SEDHAB. **Cartilha LUOS**. Disponível em: <<http://www.seduh.df.gov.br/wp-content/uploads/joomla/4ec49f6c2a50ec4300aaf155500b9f1f.pdf>>. Acesso em: 24 de abril de 2021.

SEDUH, 2009. **Lei Complementar Nº 803**. Disponível em: <https://www.seduh.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/1at_lcdf_00803_2009_atualizada_lc854_2012_sem-anexos-1.pdf>. Acesso em: 28 de outubro de 2021.

SEDUH. **Mapas de Uso do Solo**. Disponível em: < <https://www.seduh.df.gov.br/mapas-de-uso-do-solo/>>. Acesso em: 17 de outubro de 2021.

SEMOB. **Quem tem direito à gratuidade no transporte público coletivo e metroviário?** Disponível em: < <https://www.semob.df.gov.br/perguntas-frequentes-da-semob/>>. Acesso em: 27 de outubro de 2021.

STEVENS, M. (2017). **Does compact development make people drive less?** Journal of the American Planning Association, 83(1), 7–18.

- SUN, B., YIN, C., 2020. **Impacts of a multi-scale built environment and its corresponding moderating effects on commute duration in China.** *Urban Studies*, 57(10), 2115–2130.
- TAKANO, M.S.M., 2010. **Análise da influência da forma urbana no comportamento de viagens encadeadas com base em padrões de atividades.** Dissertação de Mestrado em Transportes, Publicação T.DM-015A/2010, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 219p.
- TIAN, G., PARK, K., EWING, R., WATTEN, M., WALTERS, J., 2020. **Traffic generated by mixeduse developments—A follow-up 31-region study.** *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 78.
- VAN ACKER, V., WITLOX, F., 2011. **Commuting trips within tours: How is commuting related to land use?** *Transportation* 38(3): 465–486.
- YANG, J., FRENCH, S., HOLT, J., ET AL, 2012. **Measuring the structure of US metropolitan areas, 1970–2000.** *Journal of the American Planning Association* 78 (2): 197 - 209.
- YE, R., TITHERIDGE, H., 2016. **Satisfaction with the commute: the role of travel mode choice, built environment and attitudes.** *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 52, 535–547.
- ZEGRAS, C., 2010. **The built environment and motor vehicle ownership and use: Evidence from Santiago de Chile.** *Urban Studies*, 47(8), 1793-1817.
- ZHAO, P., 2013. **The impact of the built environment on individual workers' commuting behavior in Beijing.** *International Journal of Sustainable Transportation* 7(5): 389–415.
- ZHAO, P., LI, S., 2016. **Restraining transport inequality in growing cities: Can spatial planning play a role?** *International Journal of Sustainable Transportation* 10(10): 947–959.
- ZHAO, P., LÜ, B., DE ROO, G., 2011. **Impact of the jobs–housing balance on urban commuting in Beijing in the transformation era.** *Journal of Transport Geography* 19(1): 59–69.

APÊNDICE A –PASSOS DA BASE DE DADOS NO QGIS

A base de dados georreferenciada foi inserida no QGIS. Desta forma, foi possível realizar a extração das variáveis do ambiente construído para cada Região Administrativa escolhida.

Foi criado um Geopackage no software QGIS com todos os dados georreferenciados utilizados na pesquisa, obtidos por shapefiles. O GeoPackage é um formato aberto para armazenamento de dados espaciais desenvolvido pelo Open Geoespacial Consortium (OGC).

Um shapefile é um formato de armazenamento de dados de vetor da Esri para armazenar a posição, a forma e os atributos de feições geográficas. É armazenado como um conjunto de arquivos relacionados e contém uma classe de feição.

Uma grande vantagem do GeoPackage em relação ao shapefile é que na sua condição de banco podemos armazenar vetores, dados matriciais, metadados, dados alfanuméricos, entre outros aspectos internos da base.

O GeoPackage pode ser aberto e editado diretamente, sem precisar de conversões de dados ou arquivos de intercâmbio.

Os dados foram divididos em 5 grupos, sendo eles: Parques e Unidades de Conservação, Características da RA, Equipamentos Urbanos, Sistema Viário e Limites da RA.

A camada base para onde foram enviados todos os dados necessários foi para a de Microzonas do Distrito Federal.

Parques e Unidades de Conservação

Foram utilizados 2 shapefiles obtidos no Geoportal com os nomes de Parques Urbanos e Unidades de Conservação e Parques. Verificou-se que Parques Urbanos e Unidades de Conservação tinha mais áreas demarcadas como parques do que o shapefile de Parques, mas não realmente todas as áreas.

Dessa forma, optou-se por unir as duas camadas pelo caminho: Vetor -> Geoprocessamento -> União. A camada de entrada foi Parques Urbanos e Unidades de Conservação e de sobreposição foi Parques, gerando a camada uniao_parques.

Depois disso foi necessário dissolver a camada pelo caminho: Vetor -> Geoprocessamento -> Dissolver. A camada de entrada foi uniao_parques, gerando a camada dissolvido_parques.

Para saber a área de parques por região administrativa foi necessário fazer a interseção entre as camadas pelo caminho: Vetor -> Geoprocessamento -> Interseção. A camada de entrada foi Microzonas e de sobreposição foi dissolvido_parques, gerando a camada area_parques.

Nessa camada de area_parques foi criada uma coluna do tipo número decimal (real) para calcular a área de parques de cada microzona. Utilizou-se a função *area* para isso.

A próxima etapa era exportar essa coluna para a camada de Microzonas, a informação obtida foi em m². Para isso, foi-se em Propriedades dessa camada -> Uniões -> Adicionar nova união -> Unir camadas (área_parques) -> Unir campo (zona) -> Campo alvo (zona) -> Campos unidos (area) -> Ok -> Apply.

Equipamentos Urbanos

Foram utilizados 5 shapefiles obtidos no Geoportal: Equipamentos de Saúde, Equipamentos de Segurança, Escolas, Espaços Culturais e Mobiliário Esporte e Lazer. Esses 2 últimos foram unidos em um mesmo shapefile.

A união das duas camadas pelo caminho: Vetor -> Geoprocessamento -> União. A camada de entrada foi Espaços Culturais e de sobreposição foi Mobiliário Esporte e Lazer, gerando a camada equip_lazer.

Foi utilizado um shapefile obtido no OpenStreetMap para Shoppings correspondente ao nome “gis_osm_pois_a_free_1” e selecionando apenas a opção “mall”. Após isso, gerou-se o centroide desta camada selecionada pelo caminho: com a seleção apenas em “mal” -> Vetor -> Geometrias -> Centroides -> Apenas feições selecionadas -> Executar. Foram retirados os shoppings da região do entorno e que estavam duplicados. A camada foi salva como shoppings_df.

A próxima etapa era exportar a coluna correspondente a quantidade de cada camada de equipamentos urbanos para a camada de Microzonas. Para isso, utilizou-se a Calculadora de Campo da camada de Microzonas, a informação obtida foi em unidades. As etapas foram: Criar

um novo campo -> Dar nome ao campo (sem acentos e caracteres especiais) -> número inteiro
-> Expressão de acordo com a camada. As expressões utilizadas foram:

```
Aggregate ( 'quant_escolas', 'count', $id, within ( $geometry, geometry (@parent)))
```

```
Aggregate ( 'equip_saude', 'count', $id, within ( $geometry, geometry (@parent)))
```

```
Aggregate ( 'equip_seguranca', 'count', $id, within ( $geometry, geometry (@parent)))
```

```
Aggregate ( 'equip_lazer', 'count', $id, within ( $geometry, geometry (@parent)))
```

```
Aggregate( 'shoppings_df', 'count', $id, within ( $geometry, geometry (@parent)))
```

Características da RA

Foram utilizados 2 shapefiles obtidos no Geoportal: População por Setor Sensitário e Diversidade de Usos do Solo. Além disso, utilizou-se um shapefile de Empregos georreferenciados a partir do CEP/Endereço usando a ferramenta de geocode.

O Geocode é uma ferramenta que permite associar endereços a coordenadas em mapas de Brasília e foi lançado pela Companhia de Planejamento do Distrito Federal (Codeplan).

Para exportar as informações de população e empregos para a camada de Microzonas utilizou-se a Calculadora de Campo da camada de Microzonas, a informação obtida foi em unidades. As etapas foram: Criar um novo campo -> Dar nome ao campo (empregos) -> número inteiro -> Expressão:

```
Aggregate ( 'populacao', 'sum', $id, within ( $geometry, geometry (@parent))).
```

```
Aggregate ( 'empregos', 'sum', $id, within ( $geometry, geometry (@parent))).
```

Em relação à camada de Diversidade de Usos do Solo a divisão é feita em 5 tipos: Residencial; Uso Misto; Comércio e Serviços; Institucional e Lazer; Industrial e Garagem. Cada linha representa um andar que recebe uma especificação, desta forma, um mesmo lugar no mapa pode ter mais de um tipo de uso do solo. Isso é importante, pois assim é possível verificar qual atividade tem maior peso na Microzona.

Para exportar as informações de Diversidade de Usos do Solo para a camada de Microzonas utilizou-se a Calculadora de Campo da camada de Regiões Administrativas, a informação obtida foi em m². As etapas foram: Criar um novo campo -> Dar nome ao campo -> número decimal (real) -> Expressão de acordo com a camada. As expressões utilizadas foram:

Aggregate ('dados_diversidade', 'sum', "area", within (\$geometry, geometry (@parent)) and "usos IPTU" = 'residencial')

Aggregate ('dados_diversidade', 'sum', "area", within (\$geometry, geometry (@parent)) and "usos IPTU" = 'uso_misto')

Aggregate ('dados_diversidade', 'sum', "area", within (\$geometry, geometry (@parent)) and "usos IPTU" = 'comercio_serviços')

Aggregate ('dados_diversidade', 'sum', "area", within (\$geometry, geometry (@parent)) and "usos IPTU" = 'institucional_lazer')

Aggregate ('dados_diversidade', 'sum', "area", within (\$geometry, geometry (@parent)) and "usos IPTU" = 'industrial_garagem')

Sistema Viário

Foram utilizados 3 shapefiles obtidos no Geoportal com os nomes de Calçadas, Estações do Metrô e Sistema Ciclovitário. A camada de Paradas de Ônibus foi solicitada à Secretaria de Transporte e Mobilidade (SEMOB) por e-mail. E a última camada utilizada, Ruas do DF foi obtida pelo OpenStreetMap, pois a camada do Geoportal referente a esse dado estava muito desmembrada, o que dificultava a utilização para os fins desta pesquisa.

Foi necessário fazer a categorização da camada de Ruas do DF de forma a separar por cores os tipos de vias indicadas. Para isso é necessário ir em Propriedades da camada -> Simbologia -> Categorizado -> Valor (fclass) -> Gradiente de cores aleatórias -> Classificar -> Apply -> Ok. Assim foi possível escolher apenas as vias de interesse, que foram: living_street, motorway, motorway_link, primary, primary_link, residential, secondary, secondary_link, servisse, tertiary, tertiary_link, trunk e trunk_link.

Para a camada de Becos sem Saída foi necessário utilizar a função Extrair Vértices Específicos com a camada de entrada de Ruas do DF. Na primeira camada o vértice escolhido foi o 0, que corresponde ao primeiro vértice da linha, na segunda camada o vértice escolhido foi o 1, que corresponde ao último vértice da linha. Após esse passo, é necessário utilizar a função Diferenças Simétricas para retirar os pontos duplicados das camadas geradas, criando uma camada que corresponde à camada de Becos sem Saída.

Para exportar as informações de Becos sem Saída, Paradas de Ônibus e Estações de Metrô para a camada de Microzonas utilizou-se a Calculadora de Campo da camada de Microzonas, a informação obtida foi em unidades. As etapas foram: Criar um novo campo -> Dar nome ao campo (quant_paradas) -> número inteiro -> Expressão de acordo com a camada. As expressões utilizadas foram:

```
Aggregate ( 'becos_sem_saida', 'count', $id, within ( $geometry, geometry (@parent)))
```

```
Aggregate ( 'camada_de_paradas', 'count', $id, within ( $geometry, geometry (@parent)))
```

```
Aggregate ( 'estacoes_metro', 'count', $id, within ( $geometry, geometry (@parent)))
```

Para exportar as informações de Ruas do DF, Calçadas e Sistema Ciclovitário para a camada de Microzonas utilizou-se a Calculadora de Campo da camada de Microzonas, a informação obtida foi em metros (m). As etapas foram: Criar um novo campo -> Dar nome ao campo -> número decimal (real) -> Expressão de acordo com a camada. As expressões utilizadas foram:

```
Aggregate ( 'ruas_do_DF', 'sum', $length, within ( $geometry, geometry (@parent)))
```

```
Aggregate ( 'calçadas', 'sum', $length, within ( $geometry, geometry (@parent)))
```

```
Aggregate ( 'ciclovias', 'sum', $length, within ( $geometry, geometry (@parent)))
```

Limites da RA

Foram utilizados dois shapefiles obtidos no Geoportal com os nomes de Regiões Administrativas e Limites do DF. Não foi necessário fazer nenhuma modificação nesta última camada. Além disso, foi utilizado um shapefile obtido na Pesquisa de Mobilidade Urbana (Metrô-DF, 2018) com as Microzonas consideradas no estudo.

Foi necessário fazer a categorização de forma a separar por cores os limites da cada Região Administrativa do DF, facilitando a visualização. Para isso é necessário ir em Propriedades da camada -> Simbologia -> Categorizado -> Valor (ra) -> Gradiente de cores aleatórias -> Classificar -> Apply -> Ok.

A camada de Microzonas foi utilizada como a base para onde foram enviados todos os dados coletados das camadas anteriores. É possível verificar os dados abrindo a Tabela de Atributos.