

A CAMINHO DA ESCOLA

Impacto e determinantes da mobilidade dos
estudantes em Brasília-DF

JULIA SANT'ANNA ZABOT

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM PLANEAMENTO E PROJECTO URBANO

Orientadora: Professora Doutora Cecília do Carmo Ferreira da Silva

JULHO DE 2025

MESTRADO EM PLANEAMENTO E PROJECTO URBANO 2023/2024 - FEUP / FAUP

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

✉ mppu@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado em Planeamento e Projecto Urbano - 2023/2024 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e Faculdade de Arquitetura Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2025.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Este documento foi escrito no idioma português do Brasil.

Aos meus amores Paulo, Antônio, João e José

*“A maneira como nos movimentamos é que
determina, em grande parte como vivemos.”*

Jeff Spock

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu amor Paulo pelo companheirismo, pelo apoio irrestrito, pelas conversas super estimulantes, pelo carinho e incentivo diário.

Aos meus amores Antônio, João e José, pela paciência, por ouvirem atentos meus trabalhos ao invés de historinhas de ninar, por todo o apoio quando precisei estar um pouco mais ausente. Foi por vocês que decidi estudar esse tema.

Agradeço também aos incríveis amigos e colegas que conheci ao longo desse caminho, aprendi com vocês olhar as coisas sob outras perspectivas. Obrigada por dividirem comigo suas experiências, pela companhia, pelos cachorros-quentes, pelas discussões superinteressantes.

A minha orientadora Cecília, pela orientação precisa, pelo conhecimento transmitido e pela liberdade e apoio na definição e condução desta pesquisa. E a todos os professores que contribuíram para a minha formação pessoal nessa jornada.

RESUMO

A crescente insustentabilidade do modelo de mobilidade urbana centrado no automóvel privado impõe uma reflexão crítica sobre as soluções tradicionalmente adotadas, como o aumento da capacidade viária. Esse tipo de abordagem, embora comum, tem se mostrado controversa e, frequentemente, ineficaz. Além disso, é necessário reconhecer que cidades bem-sucedidas não são construídas apenas com infraestrutura viária robusta, mas também com ambientes urbanos saudáveis, seguros e socialmente integrados. Com uma abordagem alternativa, a gestão da mobilidade surge como uma estratégia eficaz para reduzir deslocamentos nos horários de pico e mitigar congestionamentos. Nesse contexto, as viagens escolares parecem particularmente promissoras, já que podem representar uma redução do fluxo de veículos em horários de pico ao mesmo tempo que oferece vantagens sociais, ambientais e econômicas para a sociedade. Tendo isso em vista, esse estudo apresenta uma investigação sobre o impacto da atividade escolar na mobilidade urbana do Distrito Federal e sobre quais são os fatores que influenciam a mobilidade desses estudantes.

Para investigar o potencial impacto dos deslocamentos dos estudantes na mobilidade urbana foi feita uma análise de tráfego com dados de fluxo de carros e velocidade média nas vias estruturantes do DF. Os resultados dessa análise apontam para um impacto significativo da atividade escolar em horário de pico, os dados revelam que em vias de fluxo livre o aumento do número de veículos foi entre 21 e 23% nas vias estruturantes no horário de início das aulas e os tempos de atrasos nas vias congestionadas tiveram um acréscimo de até 54%.

Para investigar os fatores que influenciam os deslocamentos de estudantes entre 6 e 18 anos, se examinou características do ambiente construído, sociodemográficas e comportamentais. Os dados foram extraídos de uma Pesquisa de Amostra de Domicílio do DF. Um modelo de regressão logística foi usado para testar a influência dos fatores no modo de deslocamento até a escola e os resultados da Árvore de Decisão complementou essa análise.

Os resultados indicam que estudar na mesma região que mora aumenta em mais de 7 vezes as chances de se deslocar de forma ativa para a escola; a existência de calçadas pode aumentar em três vezes essa chance; e ter pais que vão trabalhar a pé ou de bicicleta aumenta em mais de duas vezes as chances de uma criança se deslocar até a escola de forma ativa no Distrito Federal. O tipo de escola é um fator importante, estudar em escola particular reduz as chances de um deslocamento ativo em 84,6%. Outros fatores que reduzem as chances de se andar a pé ou de bicicleta até a escola é a posse de carro (35%), criança que tem celular ou tablet (27,3%), e morar em domicílio próprio (33%). Além disso a cada um ano a mais morando no mesmo local aumenta em 1,1% as chances de se optar pela mobilidade ativa. A densidade urbana ideal para a promoção da mobilidade ativa entre os estudantes do DF é entre 63,03 e 114,37 habitantes por hectare.

PALAVRAS-CHAVE: mobilidade ativa, estudantes, fatores, viagens escolares, tráfego, comportamento de viagem.

ABSTRACT

The growing unsustainability of the urban mobility model centered on private automobiles demands a critical reflection on traditionally adopted solutions, such as expanding road capacity. This kind of approach, though common, has proven to be controversial and often ineffective. Moreover, it is essential to recognize that successful cities are not built solely with robust road infrastructure, but also with healthy, safe, and socially integrated urban environments. As an alternative approach, mobility management emerges as an effective strategy to reduce travel during peak hours and mitigate congestion. In this context, school-related travel appears particularly promising, as it can contribute to reducing vehicle flow during peak periods while offering social, environmental, and economic benefits to society. With that in mind, the present study investigates whether school activity indeed impacts urban mobility in the Federal District of Brazil and what factors influence students' mobility.

To examine the potential impact of student commuting on urban mobility, a traffic analysis was conducted using data on vehicle flow and average speed on major roads in the Federal District. The results of this analysis indicate a significant impact of school activity during peak hours, increasing traffic on main roads by up to 20% at the start of a typical school day.

To investigate the factors influencing the commutes of students aged 6 to 18, the study examined characteristics of the built environment, as well as sociodemographic and behavioral variables. The data were obtained from a Household Sample Survey of the Federal District. A logistic regression analysis was used to test the influence of these factors on the mode of transportation to school, and a Decision Tree analysis was used to complement these analyses.

The analyses revealed that studying in the same neighbourhood where the student lives increases the probability of active commuting to school by more than seven times. The presence of sidewalks can triple this probability and having parents who walk or cycle to work more than doubles the probability that the child will commute actively to school. The type of school is a significant factor: attending a private school reduces the chance of active commuting by 84.6%. Other factors that reduce the probability of walking or biking to school include car ownership (by 35%), children having a cell phone or tablet (by 27.3%), and living in a privately owned home (by 33%). Additionally, each additional year living at the same address increases the probability of choosing active mobility by 1.1%. The ideal urban density to promote active mobility among students in the Federal District is between 63.03 and 114.37 inhabitants per hectare.

KEYWORDS: active mobility, students, factors, school trips, traffic, travel behavior.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	II
RESUMO	IV
ABSTRACT	VI
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2 OBJETIVOS	4
1.3 ESTRUTURA.....	4
2 REVISÃO DA LITERATURA	6
2.1 METODOLOGIA	6
2.2 FATORES DETERMINANTES PARA A MOBILIDADE ATIVA DOS ESTUDANTES	6
2.2.1 MOBILIDADE ATIVA E AMBIENTE CONSTRUÍDO	9
2.2.2 MOBILIDADE ATIVA E FATORES SOCIOECONÔMICOS E SOCIODEMOGRÁFICOS	14
2.2.3 MOBILIDADE ATIVA E FATORES DE PERCEPÇÕES E ATITUDES	18
2.2.4 MOBILIDADE ATIVA E O AMBIENTE NATURAL	22
2.2.5 MOBILIDADE ATIVA E A SEGURANÇA NO TRÂNSITO	24
2.2.6 FATORES COMBINADOS	27
2.3 MÉTODOS UTILIZADOS PARA A IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS FATORES	27
3 ÁREA DE ESTUDO	30
4 IMPACTO DAS VIAGENS ESCOLARES NAS VIAS ESTRUTURANTES DO DF	37
4.1 DADOS E METODOLOGIA.....	37
4.2 RESULTADOS.....	40
4.2.1 PONTOS DE CONTROLE 01 E 07	40
4.2.2 PONTOS DE CONTROLE 04, 06 E 08	41
4.2.3 PONTO DE CONTROLE 02, 03 E 05	43
4.3 CONCLUSÃO	45
5 DETERMINANTES DA MOBILIDADE ATIVA DOS ESTUDANTES DO DF	47

5.1 METODOLOGIA	47
5.2 DADOS	48
5.3 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS	53
5.4 ANÁLISE BIVARIADA ENTRE A VARIÁVEL DEPENDENTE E AS INDEPENDENTES	55
5.5 ANÁLISE BIVARIADA DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES	60
5.5.1 VARIÁVEIS CATEGÓRICAS X CATEGÓRICAS.....	60
5.5.2 VARIÁVEIS CATEGÓRICAS X CONTÍNUAS.....	62
5.5.3 VARIÁVEIS CONTÍNUAS X CONTÍNUAS.....	63
5.6 REGRESSÃO LOGÍSTICA BINÁRIA	64
5.7 ÁRVORE DE DECISÃO	68
 6 CONCLUSÃO	 70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	1
APÊNDICE A – ORIGEM E DESTINO ESCOLAR POR RA NO DISTRITO FEDERAL	1
APÊNDICE B – DADOS DE TRÁFEGO	2
APÊNDICE C – MAPA DAS MANCHAS DE OCUPAÇÃO URBANA.....	7
APÊNDICE D – ANÁLISE BIVARIADA: GRÁFICOS DE FREQUÊNCIA	8
APÊNDICE E – ÁRVORE DE DECISÃO	12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Relação dos fatores investigados como possíveis influenciadores da mobilidade ativa dos estudantes categorizados em cinco domínios teóricos.	8
Figura 2 - Tempo de reação de um motorista quando se depara com um obstáculo. Fonte: [55].	26
Figura 3 - Localização de Brasília. Fonte: Edição própria a partir de dados do Geoportal.	30
Figura 4 – Eixo Monumental de Brasília - Distrito Federal [60]	31
Figura 5 - Proposta de Lúcio Costa para o Eixo Rodoviário de Brasília [61].	31
Figura 6 - Eixo Rodoviário de Brasília [62]	32
Figura 7 – Tesourinha: detalhe do Eixo Rodoviário. Proposta de Lúcio Costa para a eliminação de cruzamentos [61].	32
Figura 8 - Tesourinhas de Brasília [63].	32
Figura 9 - Superquadra: proposta de Lúcio Costa para o Setor Residencial de Brasília. Fonte:[61] ...	33
Figura 10 – Quadra 114 Sul de Brasília. Fonte: Imagem aérea do Google Earth.	33
Figura 11 – Padrão de fluxo dos estudantes do Distrito Federal. Fonte: mapa elaborado com base na PDAD de 2021.	35
Figura 12- Gráfico do tipo de mobilidade ativa ou passiva estratificada por Região Administrativa do Distrito Federal.	36
Figura 13 - Relação entre velocidade e fluxo de veículos proposta por Greenshields [69].	37
Figura 14 - Pontos de estudo de tráfego	38
Figura 15 – Exemplo da organização dos dados de tráfego.	39
Figura 16-Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 007EDF0030 (ponto de controle 01).	40
Figura 17- Tráfego de veículos diários e em horário escolar (entre 6:45 e 8:15) na via 007EDF0030 (ponto de controle 01).	41
Figura 18- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 003EDF0230 (ponto de controle 08) da EPIA.	42
Figura 19- Tráfego de veículos diários e em horário escolar (entre 6:15 e 7:45) no trecho 003DF00230 EPIA Park Way (ponto 08).	42
Figura 20- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 027EDF0010 (ponto de controle 05) Acesso a Ponte JK.	44
Figura 21- Tráfego de veículos diários e em horário escolar (entre 6:45 e 8:15) no trecho 027DF0010 Acesso a Ponte JK (ponto 05).	44
Figura 22 - Quadro resumo da metodologia utilizada para a investigação da mobilidade dos estudantes no Distrito Federal.	48
Figura 23- Estatísticas resumidas: frequência percentual das respostas das variáveis categóricas. ...	54
Figura 24 - Matriz com os valores V Cramer encontrados para os pares de variáveis categóricas.	61
Figura 25 - Matriz de correlação Pearson.	64
Figura 26 - Quadro resumo das variáveis independentes classificadas de acordo com a força da associação com a variável dependente Mobilidade Ativa	64
Figura 27 - Relação de colinearidade entre as variáveis excluídas e mantidas.	65
Figura 28 - Gráfico do tipo de mobilidade ativa ou passiva estratificada por Região Administrativa do Distrito Federal categorizado pelas faixas de densidade	69

Figura 29- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 007EDF0030 (ponto de controle 01)	2
Figura 30 - Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 047EDF0030 (ponto de controle 07)	2
Figura 31- Gráficos de velocidade média e contagem de carros do trecho 085EDF0010 da EPTG (ponto de controle 04).....	3
Figura 32- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 003EDF0170 (ponto de controle 06) da EPIA.....	3
Figura 33- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 003EDF0230 (ponto de controle 09) da EPIA.....	4
Figura 34- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 095EDF0010 (ponto de controle 02) da Estrutural.....	4
Figura 35- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 001EDF0410 (ponto de controle 03) da Estrada Parque de Taguatinga. Sentido Estrutural.	5
Figura 36- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 001EDF0410 (ponto de controle 03) da Estrada Parque de Taguatinga. Sentido Águas Claras.	5
Figura 37 - Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 027EDF0010 (ponto de controle 05) da EP JK.....	6

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Relação dos fatores do ambiente construído investigados como possíveis influenciadores da mobilidade ativa dos estudantes, associações encontradas e referências bibliográficas.	9
Tabela 2 - Relação dos fatores sociodemográficos investigados como possíveis influenciadores da mobilidade ativa dos estudantes, associações encontradas e referências bibliográficas.	15
Tabela 3 - Relação dos fatores de percepções e atitudes investigados como possíveis influenciadores da mobilidade ativa dos estudantes	18
Tabela 4 - Relação dos fatores que influenciam a mobilidade ativa dos estudantes, associações encontradas	23
Tabela 5 - Relação dos fatores relacionados à segurança no trânsito que influenciam a mobilidade ativa dos estudantes, associações encontradas e referências bibliográficas.	25
Tabela 6 - Relação dos artigos base da revisão da literatura com os respectivos métodos de análise estatística adotado.....	27
Tabela 7 – Tempo gasto para se deslocar um quilometro.	43
Tabela 8 – Tempo gasto para se deslocar um quilometro.	45
Tabela 9 - Lista de Variáveis independentes.....	49
Tabela 10 - Extrato Socioeconômico.....	53
Tabela 11 – Estatísticas resumidas: Medidas de tendência central, dispersão e assimetria das variáveis contínuas.	55
Tabela 12 - Estatísticas descritivas das variáveis categóricas estratificadas por modos ativos e passivos.	56
Tabela 13 - Estatísticas descritivas das variáveis contínuas por modos ativos e passivos.	60
Tabela 14 – Relação entre as variáveis independentes categóricas e contínuas: valores de η^2	62
Tabela 15 - Fator de Inflação da Variância (FIV) para variáveis contínuas.....	64
Tabela 16- Modelos de regressão logística de fatores associados à viagem até a escola de estudantes entre 6 e 18 anos no Distrito Federal.....	66
Tabela 17- Tabela de classificação do modelo de regressão logística binária	66
Tabela 18- Tabela de classificação da Árvore de Decisão.....	68

1

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Para Jane Jacobs [1], artérias viárias junto com estacionamentos são instrumentos de destruição urbana poderosos. Esta destruição, segundo a autora, vem do fato de que a construção de grandes malhas viárias destrói a complexidade urbana, subtraindo particularidades locais a ponto de todos os lugares se parecerem com qualquer outro. Tornam partes das cidades lugares genéricos, lugares fragmentados, e pobres no que diz respeito a estruturas sociais. O antropólogo Augé [2] destaca a multiplicação de espaços assim, aos quais ele chama de “não lugares”. Não lugares seriam vias expressas, trevos rodoviários, aeroportos ou grandes centros comerciais. Para o autor, os não lugares seriam uma oposição à noção sociológica de lugar e a uma tradição etnológica localizada no tempo e no espaço. Augé também reforça que toda a representação do indivíduo é, necessariamente, uma representação do vínculo social que lhe é consubstancial [2].

Por outro lado, o desenvolvimento econômico de uma região pode facilmente ser relacionado com a evolução de suas redes de transportes, ao mesmo tempo em que a infraestrutura viária pode ser vista como uma importante ferramenta para criação de valor econômico e social. Uma vez que se tenha uma boa infraestrutura de transportes, os custos logísticos de mercadorias e serviços tendem a cair, reduzindo o custo total dos produtos e tornando empresas mais competitivas.

Sob a luz de um terceiro viés, a mobilidade sustentável tem ganhado espaço nas discussões políticas [3]. Isso ocorre porque embora haja uma grande preocupação política em tornar os edifícios mais eficientes do ponto de vista energético, uma parte importante da “pegada de carbono” está relacionada ao modo como as pessoas e as mercadorias se movem.

Essas três abordagens se referem a impactos sociais, ambientais e econômicos de uma única problemática, e apesar de aparentemente se mostrarem antagônicas, todas as três devem ser levadas em consideração e todas enfrentam um problema comum. Com o aumento da população nas grandes cidades verificado das últimas décadas, cresceu também um antigo problema: o aumento constante do fluxo de veículos nos centros urbanos.

No Brasil o número de automóveis cresceu 36% entre os anos de 2013 e 2023 [4]. Sendo cada vez mais numerosos, os carros disputam o espaço com pedestres e ciclistas, exercendo uma pressão contínua que por vezes causa a redução das pessoas em áreas urbanas. Quando mercadorias e trabalhadores ficam parados em congestionamentos, há um impacto na circulação de bens e serviços que reduz não só a produtividade, mas a qualidade do ambiente urbano por conta do ruído e dos poluentes relacionados. Além disso, não são incomuns enormes e caras rodovias com múltiplas faixas suportarem de forma

precária uma demanda em horário de pico se tornarem subutilizadas no restante do dia, caracterizando uma ocupação pouco eficiente.

Há divergências, no entanto, sobre como resolver este problema. Segundo Jeff Speck [5], áreas metropolitanas que investiram fortemente na ampliação da capacidade viária não se saíram melhor na diminuição do congestionamento do que áreas metropolitanas que não o fizeram. Esta constatação contraintuitiva é explicada pelo Paradoxo de Braess, formulado por Dietrich Braess em 1968, com a aplicação do conceito de ‘Teoria dos Jogos’ às redes de transportes [6]. O paradoxo surge da contradição da intuição comum de que adicionar mais capacidade a uma rede de transporte sempre melhora o fluxo do tráfego. Braess constatou que a inclusão de uma rota adicional a uma rede de transporte pode piorar o desempenho global, uma vez que a otimização local pode não resultar na otimização global em sistemas complexos.

Outro fator que deve ser considerado é a demanda induzida. A demanda induzida ocorre quando o aumento da disponibilidade de ruas reduz o custo do tempo de dirigir, fazendo com que as pessoas dirijam mais, impedindo quaisquer reduções de congestionamento [5]. Em outras palavras, a oferta de mais espaço (ampliação de vias) faz aumentar a demanda (novos veículos são adicionados às ruas) pois o custo de deslocamento percebido pelas pessoas é momentaneamente reduzido, criando um incentivo ao uso do veículo até que novamente os congestionamentos elevem o custo de deslocamento.

A problemática social, econômica e ambiental que envolve o tráfego intenso e o aumento constante de veículos motorizados privados nos centros urbanos, combinada com a constatação de que as soluções baseadas em aumento de capacidade de fluxo são medidas no mínimo controversas, colocam, então, a gestão da mobilidade como um recurso promissor no que cerne reduzir as demandas por viagens em horário de pico e combater o tráfego localizado.

A gestão da mobilidade pode envolver a reorganização dos usos e densidades urbanas, ou então o equilíbrio entre os diferentes modais de transporte, ou mesmo englobar ambos. Estratégias de gestão de mobilidade incluem iniciativas que visam a induzir uma mudança de comportamento de viagem ou incentivar mudanças voluntárias com a adoção de medidas que desincentivem o uso do carro associadas aquelas que possam incentivar o uso de outros modais de transportes [7].

A demanda por viagens concentrada em horários de pico leva a uma ocupação excessiva das vias nesses horários e uma subutilização no restante do dia. A busca de um equilíbrio maior dos modais de transporte, portanto, revela-se uma estratégia bastante sensata. Dentro desse contexto, as viagens realizadas por estudantes são particularmente promissoras. Os jovens são menos móveis e mais influenciados pelas características em seus arredores locais e, portanto, mais propensos a se beneficiar do aumento da "caminhabilidade" nos bairros locais [8].

Além disso, as escolas são um polo gerador significativo de congestionamento localizado, com picos de manhã e à tarde semelhantes ao que é visto no comportamento de deslocamento da cidade [9]. Esse impacto pode ser observado até mesmo em cidades menores, como indica o estudo [10] realizado em uma pequena cidade no norte da Califórnia, que estimou que o número de carros nas ruas entre 7h15 e 8h15 aumenta 30% durante o ano letivo.

Ainda é importante notar que as mudanças no modo de viagem para a escola podem ser significativas tanto em uma escala local, que abrange o tráfego localizado e seus consequentes problemas relacionados à saúde e à insegurança percebida, como em uma escala maior, da cidade e seu sistema de transporte como um todo, com diferentes impactos dependendo do contexto e estrutura urbana.

Inibir o uso do carro nas viagens escolares e incentivar a mobilidade ativa, como andar a pé ou de bicicleta, pode ter um impacto direto na redução das demandas por viagens em horário de pico, porém

seus benefícios vão muito além. O impacto indireto de estratégias de planejamento muitas vezes é difícil de ser internalizado, mas ele existe, e precisa ser considerado.

As viagens escolares dos estudantes têm sido intensamente investigadas em pesquisas científicas em diferentes contextos. Essas pesquisas normalmente são desenvolvidas dentro do domínio da saúde, já que a maneira como nos movimentamos é que determina, em grande parte como vivemos [5]. Speck [5] relaciona uma crise na saúde pública dos EUA com uma crise no desenvolvimento do desenho urbano e argumenta que existe um problema de saúde pública nos EUA relacionado às doenças consequentes da obesidade, outro relacionado aos acidentes de carro, problemas de asma em crianças, e ainda um relacionado ao déficit de atenção consequente da redução das atividades físicas [5]. Outros autores relacionam ainda e o tráfego intenso e localizado com taxas mais altas de doenças respiratórias e funções pulmonares reduzidas [11], e reforçam a prevalência de doenças alérgicas em locais com tráfego intenso [12].

A Organização Mundial da Saúde recomenda 60 minutos de atividade física moderada a vigorosa todos os dias para prevenir doenças mais tarde na vida. A organização relaciona a atividade física feita de forma regular por crianças e adolescentes à aptidão muscular, à saúde cardiometabólica e à saúde óssea, além de efeitos positivos na função cognitiva, nos resultados acadêmicos e na saúde mental, e no controle do estado de peso saudável em crianças e adolescente [13].

Para crianças e jovens, a viagem à escola representa uma oportunidade regular e significativa para aumentar os níveis diários de atividade física. Embora não atenda a todas as necessidades diárias de atividade física de uma criança, essas viagens podem ser uma contribuição importante [14]. Além disso, crianças que caminham regularmente para a escola são mais ativas fisicamente em geral [15] [16]. Ainda é importante destacar que os hábitos bem cultivados na infância são mais facilmente levados à vida adulta. Cultivar o prazer de uma boa caminhada ou desenvolver boa coordenação motora e boa capacidade de mensuração de riscos para pedalar pode aumentar a propensão de um adulto ao deslocamento ativo [5].

Aqueles que regularmente caminham ou andam de bicicleta de e para a escola também tendem a ser viajantes mais independentes e podem demonstrar melhor desenvolvimento social e cognitivo em comparação com crianças que são regularmente conduzidas [17]. N. Michail aponta a viagem escolar ativa como uma oportunidade para brincadeiras e atividades informais. Além disso, oferecem uma oportunidade para socialização e vivência no bairro que ajudam a criar a identidade da criança como parte de uma comunidade [18].

Um padrão de deslocamento ativo também mitiga os efeitos ambientais e de saúde adversos em torno das escolas relacionados à poluição do ar e sonora [19]. Estudos mostram relações consistentes entre poluição relacionada ao tráfego¹ e expectativa de vida [20], taxas mais altas de doenças respiratórias e a funções pulmonares reduzidas, inclusive em crianças em idade escolar [11] [12].

As viagens escolares dos estudantes podem ainda ter um impacto importante na interação social e saúde mental de uma comunidade. O apego ao lugar, ou seja, o vínculo que ocorre entre os indivíduos e seus ambientes significativos é especialmente relevante para a percepção ambiental. O apego se manifesta por meio de processos psicológicos afetivos, cognitivos e comportamentais, e está associado a um maior senso de segurança, a menos incivildades percebidas e a um menor medo de crime na vizinhança [21]. Assim, um padrão de deslocamento ativo, como caminhar e andar de bicicleta, que estimule o contato

¹ Foram medidos poluentes atmosféricos como fumaça preta, dióxido de nitrogênio e material particulado

social pode facilmente ser relacionado à saúde mental dos residentes e a uma comunidade local mais resiliente.

Apesar das inúmeras vantagens intrínsecas à mobilidade ativa, um declínio sistemático dessa forma de se deslocar nas viagens escolares nas últimas quatro décadas foi relatado em todas as nações ocidentais [17], e sua relevância muitas vezes é subestimada ou ignorada no planejamento urbano e de transporte [22].

No entanto, para atuar nesse sentido, é preciso reconhecer que o modo deslocamento de uma pessoa é um comportamento e como qualquer comportamento, é difícil de mudar de maneira duradoura. Mudanças comportamentais tanto individuais como coletivas exigem uma compreensão dos fatores que são determinantes para este padrão comportamental. Essa compreensão é o primeiro passo para elaborar e aplicar políticas públicas que promovam a mobilidade ativa, é prerrogativa para a definição ações de intervenção com maior potencial de impacto.

1.2 OBJETIVOS

Assim, com a clareza da importância da mobilidade ativa das crianças tanto no domínio da mobilidade urbana como da saúde. Ainda considerando a hipótese de que as viagens dos estudantes são um comportamento alvo promissor para uma gestão da mobilidade ao mesmo tempo que oferecem vantagens sociais, ambientais e econômicas para a sociedade, os dois objetivos gerais desse trabalho são: 1) investigar se existe de fato um impacto da atividade escolar na mobilidade urbana da capital do Brasil, Brasília-Distrito Federal e; 2) descobrir quais são os fatores que influenciam a mobilidade desses estudantes nessa localidade.

Para alcançar o primeiro objetivo, será realizada uma análise de dados sobre o número de veículos e a velocidade média nas principais vias estruturantes do Distrito Federal. Para o segundo objetivo, será conduzida uma análise estatística envolvendo possíveis preditores da mobilidade dos estudantes.

1.3 ESTRUTURA

Este documento foi estruturado em duas partes. A primeira, composta pela Introdução e pelo Capítulo 2, apresenta a base teórica que fundamenta o desenvolvimento da pesquisa.

A introdução apresenta um panorama geral da problemática que envolve os deslocamentos dos estudantes, os objetivos principais da pesquisa e a estrutura do trabalho. O Capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica de artigos científicos publicados sobre o tema. A partir dessa revisão foram destacadas as principais descobertas sobre os fatores que influenciam o comportamento de deslocamento dos estudantes em diferentes contextos. Em seguida, são apresentados os métodos de análise estatística utilizados por cada autor para identificar e examinar esses fatores.

Na segunda parte, o foco se volta à análise empírica. Ela inclui o Capítulo 3 com um retrato da área de estudo, um capítulo para discutir cada um dos objetivos, Capítulos 4 e 5, e a Conclusão. É importante ressaltar que este trabalho apresenta duas investigações, uma para cada um dos dois objetivos, portanto, são utilizadas duas metodologias distintas que são detalhadas no início de cada um dos respectivos capítulos.

No Capítulo 3 foram apresentadas as características principais da região, tais como, área, população, características de desenho urbano, de ocupação e de divisão territorial. Além disso, foram apresentados dados que indicam o padrão de fluxo entre regiões dos estudantes do Distrito Federal, e dados sobre a

proporção de estudantes entre 6 e 18 anos que se deslocam de forma ativa e passiva estratificada por Regiões Administrativas.

O Capítulo 4 responde ao objetivo 1 ao apresentar uma análise de tráfego das principais vias estruturantes do DF. Com a intenção de investigar o impacto das atividades escolares no tráfego urbano da cidade, esse capítulo apresenta primeiro a metodologia utilizada e depois uma comparação entre o fluxo e a velocidade média dos carros entre a média dos dias úteis de janeiro, mês em que, no Brasil, todos os dias são férias escolares, e a média dos dias úteis dos meses letivos. Os pontos de controle foram definidos a partir dos dados de fluxos dos estudantes do DF e da disponibilidade de dados.

Já o Capítulo 5 responde ao objetivo 2. Nele estão os resultados da investigação sobre os determinantes da mobilidade ativa no DF com uma série de etapas analíticas incluindo: tratamento de dados, estatísticas descritivas, análises bivariadas e a aplicação de modelos estatísticos como a regressão logística binária e a árvore de decisão. Esses métodos possibilitaram identificar os principais fatores que influenciam a forma como um estudante se desloca até a escola no DF.

Por fim, a conclusão, ao resgatar alguns dos principais achados, apresenta um encadeamento das ideias e das descobertas apresentadas nos capítulos anteriores.

2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 METODOLOGIA

A revisão da literatura teve como objetivos identificar os fatores que influenciam o comportamento dos estudantes em suas viagens escolares em diferentes contextos, e obter informações sobre métodos de análises estatísticas adequados para tal investigação. Para tanto, a metodologia adotada foi uma análise exploratória a partir da base de dados do Scopus para identificar os estudos já publicados. A pesquisa na base de dados utilizou como palavras-chave *travel*, *behavior* e *school*. Foram considerados apenas artigos com acesso aberto.

Após uma primeira triagem foram selecionados 120 artigos, dos quais 25 foram escolhidos com base em dois critérios: que tratassem exclusivamente de viagens escolares e que utilizassem métodos de análises estatísticas. Além desses, foram incluídos 5 artigos citados nesse primeiro referencial teórico e que foram considerados relevantes para a pesquisa aqui desenvolvida, somando ao todo 30 estudos.

2.2 FATORES DETERMINANTES PARA A MOBILIDADE ATIVA DOS ESTUDANTES

O comportamento de mobilidade das crianças em idade escolar é influenciado por diferentes fatores que se conectam entre si. Aspectos relacionados ao ambiente construído e percebido, características socioeconômicas, dinâmicas sociais, características individuais, atitudes dos pais, entre outros, moldam de forma conjunta a mobilidade desses jovens.

Os fatores que determinam a mobilidade dos estudantes, bem como seu impacto, podem mudar de acordo com o contexto de cada localidade e ao longo do tempo. Pesquisas sugerem que esses fatores estão relacionados à percepção do ambiente, e os pais podem se tornar mais ou menos sensíveis a certas características ambientais do bairro em diferentes momentos [17].

Outras pesquisas ainda indicam que existe uma diferença entre os fatores que estão relacionados à mobilidade ativa das crianças, e fatores relacionados a mobilidade ativa dos adolescentes, tanto sob a perspectiva dos pais como dos próprios estudantes [23] [24] [25] [16]. Tais diferenças decorrem do fato de que os adolescentes teriam mais autonomia para viajar sem a supervisão de um adulto, com uma importância maior da sua percepção sobre o ambiente construído [26]. No estudo [25] sobre os influenciadores da mobilidade ativa, características do ambiente natural e construído tiveram maior impacto no padrão de deslocamento dos adolescentes quando comparados com crianças mais jovens. Além disso, crianças e adolescentes perceberam maiores barreiras físicas, de apoio social e motivacionais em relação à mobilidade ativa do que seus pais [25].

Algumas pesquisas sugerem ainda que existe um padrão de comportamento diferente na ida e na volta de e para a escola. Estudos revelam uma taxa de viagens ativas quase 10% maior na volta do que na ida para a escola [8] [16]. Essa diferença pode indicar que as rotinas de viagens dos estudantes estão incorporadas a um contexto maior de viagens familiares.

Ainda com base na revisão da literatura, é possível afirmar que muitos fatores que poderiam influenciar a mobilidade ativa dos estudantes já foram investigados. Esses fatores foram relacionados e categorizados em cinco domínios teóricos mais abrangentes: ambiente construído, fatores sociodemográficos, fatores sociais, ambiente natural e segurança no trânsito (Figura 1). Essa metodologia foi derivada da leitura conjunta dos artigos [19] [23] [27] [28] [16] [29] [30] [22].

Os fatores categorizados dentro do domínio ‘Ambiente Construído’ referem-se às características físicas do bairro, medidas de forma objetiva ou percebida. Uma possível intervenção com base nesses fatores envolveria planejamento e obras urbanas tais como o redesenho de ruas ou uma redefinição de parâmetros de densidade populacional, por exemplo.

Já os fatores sociodemográficos não são passíveis de influência externa, como sexo e idade, ou têm uma inércia maior, como a renda familiar. Contextos com restrições de recursos e problemas de circulação não permitem intervenções na cidade toda ao mesmo tempo. Nesses casos, dados relativos a esses fatores podem direcionar intervenções para áreas e públicos prioritários. Podem, por exemplo, indicar quem é mais propenso à mobilidade ativa, por exemplo.

Fatores categorizados dentro do domínio ‘Fatores de percepções e atitudes’ são aqueles relacionados às dinâmicas e pressões sociais, e às atitudes comportamentais dos pais. Esses fatores são especialmente interessantes pois podem ser gatilhos que geram movimentos de reforço. Por exemplo, a mobilidade ativa pode melhorar o senso de comunidade, que por sua vez pode reforçar a mobilidade ativa.

Já aqueles relativos ao ambiente natural podem esclarecer se ações para a promoção da mobilidade ativa estarão ou não sujeitas a sazonalidade das estações. Esses dados podem indicar se a viagem escolar terá maior ou menor chances de ser afetada por períodos com muita precipitação ou baixa umidade relativa do ar, por exemplo.

Por fim, os fatores categorizados dentro do domínio de segurança no trânsito indicarão a influência de ações direcionadas à circulação de veículos, como por exemplo a redução da velocidade.

A Figura 1 apresenta um panorama geral dos fatores que já foram investigados com base na revisão dos artigos selecionados. As descobertas sobre cada fator serão apresentadas a seguir dentro de cada um dos domínios teóricos propostos.

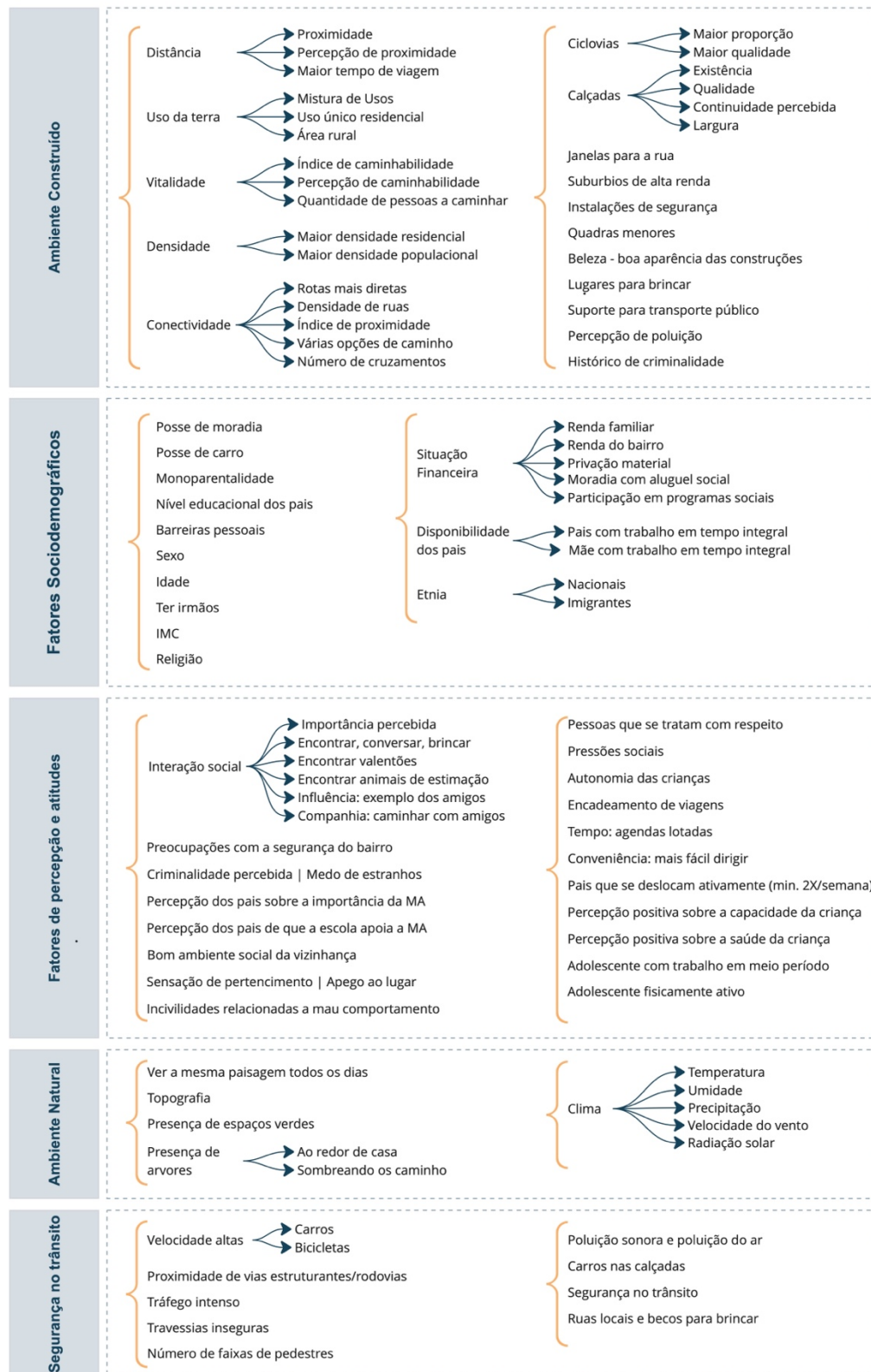


Figura 1- Relação dos fatores investigados como possíveis influenciadores da mobilidade ativa dos estudantes categorizados em cinco domínios teóricos.

2.2.1 MOBILIDADE ATIVA E AMBIENTE CONSTRUÍDO

Pesquisas anteriores indicaram que características de vizinhança, como forma urbana, calçadas, conectividade de ruas, densidade residencial, entre outras, influenciam a escolha do modo de transporte escolar. Essa associação entre o ambiente construído e a probabilidade de uma criança caminhar até a escola mostra que existe um papel relevante do ambiente construído na promoção de um comportamento mais ativo entre os estudantes [18] [30]. O estudo [30] corrobora tal afirmativa ao indicar que a importância relativa do ambiente construído no contexto estudado foi de 36 % seguida pelos atributos sociodemográficos com índice de 23%.

Sobre a relação entre a mobilidade ativa dos estudantes e o ambiente construído como um conjunto de fatores, duas ponderações são interessantes. Primeiro, existem diferenças entre crianças e adultos em termos de como o ambiente construído afeta a escolha do modo de deslocamento [31] [8] [25]. Segundo, além de características demográficas, estudos empíricos de viagens escolares sugerem que o ambiente construído perto da casa, perto da escola e ao longo da rota de viagem se associam à escolha do modo de deslocamento em diferentes proporções.

O ambiente construído ao redor da residência é um fator mais forte para a escolha do modo de deslocamento de estudantes do que o ambiente construído ao redor da escola, e é mais forte nas viagens matinais [31] [30].

Ainda é importante observar que existe uma diferença entre o ambiente construído medido objetivamente e o ambiente construído percebido, já que as percepções ambientais das pessoas são influenciadas por questões pessoais e fatores sociais [26]. Isso implica que fatores medidos objetivamente poderão apresentar associações diferentes daqueles medidos pela percepção das pessoas, e as pessoas podem ter diferentes percepções do mesmo aspecto ambiental construído que, por sua vez, pode levar a diferentes padrões de viagem.

De forma mais específica, muitos influenciadores da mobilidade ativa dos estudantes relacionados ao ambiente construído já foram investigados em diferentes contextos por diversos autores. Com base no referencial teórico escolhido, esses fatores estão descritos na Tabela 1, e serão discutidos a seguir.

Tabela 1- Relação dos fatores do ambiente construído investigados como possíveis influenciadores da mobilidade ativa dos estudantes, associações encontradas e referências bibliográficas.

Fatores investigados		Influência	Referência bibliográfica
Distância	Proximidade	+	[8] [17] [14] [19] [31] [23] [9]* [18]* [32] [26] [27] [28] [25] [33] [34] [35]* [19] [29] [36] [37] [38] [22], [30] [29] [30] [39]*[40]*
	Percepção de proximidade	+	[41] [34] [39]*
	Maior tempo de viagem	-	[41] [34] [16]
Proximidade do centro da cidade		+	[30] [31]
Uso do solo	Mistura de usos	+	[8] [18]* [14] [24] [42] [28] [30]
		-	[24] [28] [43] [44]
		s/i	[31] [22]

	Uso residencial	+	[41] [36]
	Área rural	-	[23] [24] [35]* [16] [29]
Vitalidade	Índice de caminhabilidade	+	[27] [33] [26] [38] [22]
	Percepção de caminhabilidade	+	[26] [35]*
	Quantidade de pessoas a caminhar	+	[31]
Densidade	Maior densidade residencial	+	[41] [27]
		-	[8] [42] [43] [22]
	Maior densidade populacional	+	[24] [36] [30] [31]
		s/i	[24]
Conectividade	Rotas mais diretas	+	[43]
		-	[29] [36]
	Densidade de ruas	+	[43]
		s/i	[33] [29]
	Índice de proximidade ²	+	[19]
	Várias opções de caminho	+	[18]*
	Maior número de cruzamentos ruas	+	[31] [24]
		-	[26] [37] [30] [34]
		s/i	[8] [24] [31] [29]
Ciclovias	Maior proporção	+	[19] [18]* [42]
	Maior qualidade	+	[25]
Calçadas	Existência	+	[41] [42] [25] [22] [39]*
	Qualidade	+	[25]
		s/i	[28]
	Continuidade percebida	s/i	[43]
	Largura	+	[41]
Janelas para a rua		+	[14]
Instalações de segurança		+	[26]
Subúrbios		-	[8]
Quadras menores		+	[31] [41]
Boa aparência das construções		+	[18]*

² No estudo [19], um alto índice de proximidade sugere que pontos importantes, como escolas, áreas de lazer ou comércios, estão a distâncias curtas, facilitando o acesso a pé ou de bicicleta. Não se resume a distância entre casa e escola, mas sim a como locais importantes estão ou não acessíveis e à como esses locais estão conectados às pessoas.

Falta de lugares divertidos para brincar (desenho das ruas)	-	[18]*
Maior suporte de transporte público	+	[26]
	s/i	[33]
Histórico de criminalidade	-	[42]
Maior número de colisões de bicicleta	-	[42]

Legenda:

- + quando o fator investigado apresentou influência positiva na mobilidade ativa dos estudantes;
- quando o fator investigado apresentou influência negativa na mobilidade ativa dos estudantes;
- s/i quando não foram encontradas associações relevantes entre a mobilidade dos estudantes e os fatores investigados.
- * refere-se aos artigos com análises qualitativas e não estatísticas.

Dos fatores relacionados na Tabela 1, a proximidade foi o mais relevante em todos os estudos que a levaram em consideração. Outros fatores que tiveram maior relevância estatística foram o uso do solo [8] [14] [24] [30] [36] [23] [24] [16], a vitalidade urbana [26] [27] [33] [38] [41] [42] [22], a conectividade das ruas [19] [43] [36] [24] [34], a densidade populacional [31] [24] [30] [8] [27] [43] [22], a presença de calçadas [41] [42] [22], a presença de ciclovias [19] [42] e a proximidade ao centro da cidade [31] [30] e Instalações de segurança [26]. As descobertas sobre cada um desses fatores mais relevantes serão apresentadas a seguir.

2.2.1.1 Distância

A proximidade está positivamente associada à mobilidade ativa dos estudantes. A distância considerada de forma objetiva, percebida, ou ainda como *proxy* do tempo de viagem, aparece como um fator relevante em todos os estudos que a investigaram.

Algumas pesquisas sugerem que as crianças são mais propensas a caminhar até a escola se a distância for inferior a 1 milha (1,6 km) [45] [23] [14]. No entanto, existe uma diferença entre a distância física e a distância percebida. Uma distância considerada aceitável não é uma verdade absoluta, já que é sempre uma combinação entre a distância física e qualidade do percurso [46]. Ou seja, outras características do ambiente construído podem influenciar a distância percebida.

Essa relação entre a distância e o percurso aparece de forma mais clara no estudo [19] que, ao considerar apenas as crianças que estudavam e moravam no mesmo bairro, revelou uma perda na relevância da distância quando se considerou ruas e ciclovias bem conectadas.

Apesar de certamente significativa, a distância não é o único fator que deve ser considerado. O estudo [17] realizado em Toronto, ao investigar diferentes períodos, relatou uma diminuição da mobilidade ativa com o tempo mesmo quando a distância física permaneceu constante. Além disso, um estudo australiano indicou que crianças que moravam na mesma rua e frequentavam a mesma escola, ou seja, que percorriam distâncias bem parecidas apresentaram padrões de deslocamento diferentes [9].

2.2.1.2 Uso do solo

Com relação aos fatores relacionados ao uso do solo, é possível observar que o uso misto apresentou tanto associações positivas, como negativas. Com base nos estudos citados na Tabela 1, é possível

afirmar que essa diferença de associação pode estar relacionada com a idade dos estudantes e com o contexto urbano em que eles estão inseridos.

Por exemplo, pesquisas indicam que existem diferentes associações entre crianças e adultos [8] [18] [31], e entre alunos de ensino fundamental e de ensino médio [24]. Um estudo relata que um nível mais alto de diversidade diminuiu o nível de caminhada para alunos do ensino fundamental, mas aumentou para os alunos de ensino médio, tal fato talvez tenha relação com o medo de estranhos potencializados quando se considera crianças mais jovens [24].

Já com relação à importância do contexto urbano, um estudo realizado em Austin, Texas, relata uma influência positiva da mistura de usos em uma localidade onde os comércios têm poucas vagas individuais de estacionamentos ou nenhuma, e uma influência negativa em outras localidades que adotaram uma tipologia de desenho urbano com grandes parques de estacionamentos em frente aos pontos comerciais [28].

Além disso, contextos urbanos em que áreas de maior densidade de emprego estiveram combinadas com baixas velocidades do tráfego e ciclovias bem planejadas apresentaram uma influência positiva da mistura de usos nos deslocamentos feitos com bicicleta [42]. Enquanto uma influência negativa foi relatada quando a maior densidade de unidades comerciais apareceu combinada com um aumento de tráfego [43] [44].

Portanto, o tipo de influência, positiva ou negativa, do uso misto do solo na mobilidade ativa dos estudantes pode ser fortemente condicionada pela configuração do desenho urbano.

2.2.1.3 Vitalidade

O termo “*vitalidade urbana*”, refere-se aqui à capacidade de um bairro ou cidade de ir além de oferecer um espaço de circulação, mas de possibilitar que as pessoas tenham contato direto com a sociedade à qual fazem parte. Refere-se à cidade viva, com uma boa dinâmica comercial e social utilizada por grande número e por grande diversidade de pessoas. A vitalidade urbana foi associada à mobilidade ativa dos estudantes através de três formas.

Considerando a evidente relação entre altos índices de caminhabilidade e a vivacidade da cidade, a primeira foi como a *proxy* do Índice de Caminhabilidade. Embora medido de formas diferentes³, o índice refere-se sempre a um mesmo conceito, avaliar de forma objetiva a facilidade e atratividade para deslocamentos a pé. A segunda forma foi a percepção das pessoas sobre o quanto seu bairro é ou não caminhável, e a terceira considerou o número de pessoas a caminhar pela taxa de caminhadas por km².

Todas as três formas de associação, indiferentemente de como foram medidas, relacionaram positivamente vitalidade urbana à mobilidade ativa das crianças e adolescentes nas viagens escolares. O que não surpreende já que as pessoas são atraídas pela atividade e presença de outras pessoas [46].

Apesar de uma associação sempre positiva, um estudo realizado sugere que em áreas mais ricas, a caminhabilidade teve um impacto mais significativo na mobilidade ativa dos estudantes. E em áreas

³ Por exemplo, as métricas utilizadas por X. Wang *et al.*, foram largura da calçada, quantidade de pessoas, mobiliário urbano e presença de comércios [26], enquanto as utilizadas por A. Carver [33] foram a densidade residencial, conectividade das ruas, diversidade de uso do solo, proximidade de transporte público, e acessibilidade por rotas caminháveis, já as consideradas por V. Kunaratnam *et al.* [27] foram a proximidade de destinos, conectividade das ruas, infraestrutura para pedestres, segurança e conveniência, e acessibilidade ao transporte Público.

com alta caminhabilidade, o efeito da privação material (*proxy* da situação financeira familiar) sobre a mobilidade ativa foi menor. Isso sugere que, em bairros de baixa renda, a mobilidade ativa pode não ser uma opção que dependerá de boas condições físicas do ambiente construído, mas sim refletir o acesso reduzido a certos recursos. Enquanto em bairros de alta renda a existência de uma boa infraestrutura seria um fator a ser considerado na decisão de caminhar ou andar de bicicleta [27].

2.2.1.4 Densidade

Segundo Jacobs [1], há quatro condições indispensáveis para gerar uma diversidade exuberante nas ruas, e uma delas é uma densidade suficientemente alta de pessoas. Além disso, a densidade está relacionada com a proximidade, já que cidades dispersas impõem maiores distâncias de deslocamento. No entanto, a densidade residencial não teve uma unanimidade quando relacionada à mobilidade ativa das crianças e adolescentes nas viagens escolares.

Alguns estudos indicaram uma influência positiva de altas densidades na mobilidade ativa das crianças de ensino fundamental em New Jersey [41], dos alunos de ensino médio na Irlanda do Norte [24], e de alunos com idades variadas em cidades do Sul da Califórnia [36]. No entanto, a densidade não exerceu influência na mobilidade ativa das crianças de ensino fundamental no Canadá [31] e na Irlanda do Norte [24].

A influência foi negativa para crianças entre 11 e 13 anos em Londres [8] e entre 12 e 14 anos em Istambul [43]. Em ambos os estudos os autores relacionaram o aumento da densidade a um aumento de tráfego e crime, tanto real como percebido. Ainda é possível notar que ambos os estudos consideraram faixas etárias bem específicas e bastante próximas. Dependendo da cultura local, essa pode ser uma idade em que as crianças começam a ter algum nível de autonomia, e a insegurança dos pais pode influenciar negativamente a escolha de um modo ativo de deslocamento. Para confirmar ou refutar essa hipótese, no entanto, são necessários estudos complementares.

Outra influência negativa da densidade foi encontrada em estudo realizado em Washington, que investigou as viagens para a escola exclusivamente feitas de bicicleta [42].

2.2.1.5 Conectividade

A conectividade foi avaliada de forma diferente em diferentes estudos. Alguns autores consideraram como mais conectada uma localidade com número maior de cruzamentos [8] [24] [26] [31], ou com mais opções de caminho [18], com maior densidade de ruas [43] [33], com rotas mais diretas [29] [36] [43], ou ainda, como a facilidade de acesso a pé ou de bicicleta a pontos importantes como escolas, áreas de lazer ou comércio por meio do índice de proximidade [19].

Os estudos relacionados na Tabela 1 indicam uma divergência quanto à influência da conectividade das ruas na mobilidade a pé ou de bicicleta dos estudantes, no entanto, chama atenção o fator “rotas diretas”.

Ao explorar os benefícios de uma melhor integração entre o ciclismo e outros modos de transporte, bem como os mecanismos para essa integração, o estudo [47] sugere que pedalar 6 km em direção ao destino pode ser mais desejado do que pedalar 4,5 km com trechos na direção contrária. Isso sugere que rotas mais diretas seriam um artifício para aumentar a mobilidade ativa. Tal fato é corroborado pelo estudo [43]. Porém, dois estudos [29] e [36] se destacam ao sugerir que rotas mais diretas levariam a menos crianças se deslocando ativamente até a escola. O autor do primeiro estudo, [29], ao considerar o contexto da pesquisa, relacionou que rotas mais diretas aumentaram a conveniência de dirigir, enquanto

o segundo estudo [36] considerou uma conectividade baseada principalmente em rodovias e estradas principais.

Diante dessas divergências, a pergunta que deve ser considerada ao avaliar a relação entre a conectividade e a mobilidade ativa é: mais conectado ou mais direto para quem? Se a continuidade for baseada principalmente em rodovias ou estradas principais, por exemplo, como parece ser o caso de ambos os estudos [29] [36], a conectividade mais alta poderia inibir a caminhada para a escola e aumentar a conveniência para os motoristas, com consequências no aumento do tráfego.

2.2.1.6 Calçadas e ciclovias

De forma geral a existência e qualidade das calçadas e ciclovias apresentaram influência positiva na mobilidade ativa, no entanto, o estudo [25] sugere uma influência maior em adolescentes do que em crianças do ensino fundamental. Assim, embora a qualidade e a existência de calçadas e ciclovias sejam fatores importantes para promover a mobilidade ativa em todas as idades, há indícios que sua influência tende a ser maior entre adolescentes.

2.2.1.7 Janelas para a rua e instalações de segurança

Esses dois fatores serão discutidos em conjunto, já que se referem ao mesmo tema: a segurança da rua. A expressão “olhos para a rua” foi proposta por Jane Jacobs [1], na década de 60, e desde então foi amplamente discutida e consolidada como um requisito para a segurança urbana. Para a autora, a ordem pública não é mantida pela polícia, e sim “por uma rede intrincada, quase inconsciente, de controles e padrões de comportamento espontâneos presentes em meio ao próprio povo e por ele aplicados” [1].

Os edifícios contribuem para a segurança da rua quando estão voltados para ela e a segurança foi um fator importante para a promoção da mobilidade ativa. Tanto as janelas como as instalações de segurança foram medidos de forma objetiva em dois estudos. O primeiro considerou áreas com mais de 50 % de residências com janelas para a rua [14], e o segundo considerou, dentro de instalações de segurança, elementos como janelas, câmeras de vigilância e postes de iluminação.

Essa associação positiva entre a mobilidade ativa e os edifícios voltados para a rua é particularmente interessante, já que em muitas cidades brasileiras os condomínios fechados por muros têm se multiplicado com ampla aceitação e pouca discussão sobre seus efeitos nocivos para o ambiente urbano físico e social.

2.2.2 MOBILIDADE ATIVA E FATORES SOCIOECONÔMICOS E SOCIODEMOGRÁFICOS

Assim como as características espaciais discutidas anteriormente, as características sociodemográficas das pessoas ou do bairro têm forte influência no padrão de deslocamento das pessoas. Desigualdades em relação à renda, patrimônio ou mesmo à etnia, por exemplo, tendem a exercer influência sobre como as pessoas se estabelecem e se deslocam nas cidades. O relatório [48] produzido como parte do projeto *Foresight Future of Mobility* do governo do Reino Unido, por exemplo, fornece uma visão geral de como os comportamentos de viagem são diferentes entre os diferentes grupos sociais.

Apesar da influência significativa dos aspectos econômicos e demográficos no padrão das viagens escolares, é difícil incorporá-los em políticas públicas relacionadas à mobilidade ativa, já que fazem parte de um contexto mais amplo e complexo da sociedade. No entanto, quando os recursos são limitados e os problemas de circulação impedem intervenções simultâneas em toda a cidade, compreender melhor

a influência desses fatores pode ajudar a identificar áreas e públicos prioritários, indicar aqueles com maior potencial para aderir à mobilidade ativa, ou ainda indicar aquelas situações em que uma menor quantidade de recursos implicará em uma maior transformação. Com base no referencial teórico escolhido, os fatores investigados dentro desse domínio teórico estão relacionados na Tabela 2.

Tabela 2 - Relação dos fatores sociodemográficos investigados como possíveis influenciadores da mobilidade ativa dos estudantes, associações encontradas e referências bibliográficas.

Fatores investigados		Tipo de influência	Referência bibliográfica
Sexo	Masculino	+	[8] [26] [42] [24] [32] [16] [22]
		s/i	[17] [19] [31] [42] [43] [34] [16] [36] [39]*
Idade	Crianças mais velhas	+	[19] [31] [23] [9]* [34] [35]* [41] [37] [44]
		-	[32]
Ter irmãos		+	[14] [23]
		-	[31]
Índice de massa corporal (IMC)		s/i	[19] [16]
Situação financeira	Maior renda do bairro	-	[24]
		+	[38]
		s/i	[24] [17]
	Maior renda familiar	-	[14] [34] [38]
		s/i	[22]
	Privação de material	s/i	[27]
	Moradia com aluguel social	+	[23]
	Participou de programas sociais	+	[23] [36]
Posse de moradia		-	[23]
Carro	Posse	+	[43]
		-	[26] [28] [34] [16] [22] [44]
		s/i	[8]
	Número/família	-	[17] [31], [37] [37]
		s/i	[14]
Monoparentalidade		+	[8]
Maior nível educacional dos pais		+	[43]
		s/i	[37]

		-	[26] [28] [16] [29] [44]
Disponibilidade dos pais	Mãe empregada em tempo integral	-	[23]
	Pais trabalhando em tempo integral	-	[26]
		s/i	[31]
Barreiras pessoais das crianças e dos pais		-	[28]
Etnia	Nacionais	-	[14]
	Imigrantes	+	[27] [41]
		s/i	[37]
Religião – católicos		+	[8]

Legenda:

- + quando o fator investigado apresentou influência positiva na mobilidade ativa dos estudantes;
- quando o fator investigado apresentou influência negativa na mobilidade ativa dos estudantes;
- s/i quando não foram encontradas associações relevantes entre a mobilidade dos estudantes e os fatores investigados.
- * refere-se aos artigos com análises qualitativas e não estatísticas.

Dos fatores socioeconômicos e sociodemográficos investigados e relatados na Tabela 2, alguns tiveram maior relevância estatística. Entre eles estão a posse do carro [17] [31] [28] [34] [16] [37] [22] [44], o sexo da criança [8] [32] [24] [38] [22], o nível educacional dos pais [28] [43] [22] [29] [44], a renda [34] [38], idade das crianças [19] [36] [38] [41], o fato de se ter irmãos [23].

2.2.2.1 Posse do carro

Ter carro foi um fator com relevância estatística em boa parte dos estudos que o levaram em consideração. Como pode ser observado na Tabela 2, os resultados indicaram que ter acesso a um ou mais carros diminuiu as chances de os alunos se deslocarem a pé ou de bicicleta para a escola. Porém, estudo realizado em Istambul, na Turquia, apresentou resultado oposto [43]. No estudo em questão, o autor sugere que a posse de carro é uma *proxy* para a renda, e que o resultado encontrado pode estar relacionado ao fato de que famílias com maior poder aquisitivo tendem a viver em bairros mais caminháveis, normalmente mais caros.

2.2.2.2 Sexo

As evidências com relação ao gênero foram bastante mistas. Como pode ser observado na Tabela 2, parte dos estudos revela que as crianças do sexo masculino são mais propensas a se deslocarem a pé ou de bicicleta para a escola, enquanto outra parte indica que não existe associação entre o sexo e a escolha do modo de deslocamento dos estudantes.

Dois dos estudos separaram a análise entre andar a pé ou de bicicleta. Ambos, apesar de não encontrar uma associação entre o sexo e andar a pé, relataram uma menor probabilidade de as crianças do sexo feminino se deslocarem de bicicleta para a escola [17] [34].

Essas descobertas podem refletir questões culturais. Estudos sugerem uma relação entre gênero e autonomia das crianças, sendo as meninas mais propensas a serem acompanhadas até a escola [26] [34].

Isso sugere que em determinados contextos, pode existir uma cultura de maior proteção em relação às meninas por parte dos pais.

Ainda vale a pena mencionar que o estudo [26] indica que pode existir uma associação mais forte entre o público feminino e atributos de rua, tais como densidade de interseção, instalações recreativas, instalações de segurança e densidade de parques e praças públicas. Isso indica que ações voltadas para aumentar a mobilidade ativa entre as meninas devem envolver a melhoria do espaço construído.

Quatro dos seis estudos que indicaram maior chance de meninos se deslocarem de forma ativa para a escola tinham como foco de pesquisa pré-adolescentes e adolescentes [8] [26] [16] [32]. Os resultados podem estar relacionados com a cultura de maior proteção em relação às meninas descrita anteriormente.

2.2.2.3 Situação financeira e nível educacional dos pais

As pesquisas que consideraram nível educacional dos pais usaram esse fator como uma *proxy* da situação financeira familiar, o que justifica uma discussão conjunta.

Com relação à situação financeira familiar, medida diretamente pela renda familiar ou por suas *proxys*, revelou que quanto maior a renda menor a probabilidade de uma criança se deslocar de forma ativa para a escola, independentemente da idade da criança ou do contexto urbano local. Entretanto, o estudo [27] sugere que existe uma influência maior da infraestrutura urbana na decisão de andar a pé ou de bicicleta em bairros mais ricos, já que a opção por outros modais de transporte pode ser mais limitada em bairros mais pobres.

No entanto, na contramão dos resultados apresentados pelas outras pesquisas, o estudo [38] sugeriu uma relação positiva entre bairros mais ricos e andar de bicicleta. A descoberta pode ser explicada pelo contexto da pesquisa. O autor relata que bairros com renda mais alta tem uma boa infraestrutura de ciclovias combinadas com baixas velocidades de tráfego.

Como existe uma relação clara entre menor renda e mais pessoas andando a pé ou de bicicleta, investir em áreas de menor renda pode significar manter um hábito que já existe, enquanto o objetivo de uma intervenção em áreas de maior renda seria mudar um comportamento.

2.2.2.4 Idade

À medida que a idade aumenta, cresce também a probabilidade de a criança se deslocar a pé ou de bicicleta. Crianças mais velhas tendem a apresentar maior autonomia em seus deslocamentos e dependem menos de seus pais. Esse aumento na independência nas viagens está associado ao desenvolvimento de habilidades que lhes permitem reconhecer e gerenciar situações de risco no tráfego ao longo do trajeto até a escola [35].

2.2.2.5 Ter irmãos

Conforme pode ser observado na Tabela 2, dois dos três estudos indicaram uma influência positiva de se ter irmãos em idade escolar e se deslocar de forma ativa para a escola. Esse é um resultado esperado, já que irmãos podem ir juntos para a escola e aumentar a sensação de segurança dos pais. No entanto, estudo realizado em Toronto, Canadá, encontrou resultados opostos [31]. Esse estudo indicou que ter irmão influenciou de forma negativa a mobilidade ativa dos estudantes. Segundo o autor, tal resultado talvez esteja relacionado a uma cultura em que a maternidade é idealizada, com uma confiança reduzida

na capacidade dos irmãos mais velhos como cuidadores, adicionada à supervalorização do valor do tempo e da conveniência [31].

2.2.2.6 Monoparentalidade

Apesar de apenas um estudo ter considerado a relação entre a monoparentalidade e a mobilidade ativa das crianças para a escola, e de seus resultados terem apresentado baixa relevância, talvez em decorrência de uma amostra reduzida, relatório produzido no Reino Unido indica que a estrutura familiar também é um fator-chave na escolha da forma de deslocamento. O número de viagens sem carro foi semelhante entre adultos solteiros e pais solteiros, com cerca de 50% de todas as viagens realizadas por eles feitas de forma ativa. Por outro lado, entre famílias com dois ou mais adultos com ou sem filhos, apenas 10 a 15 % das viagens foram feitas sem carro [48].

2.2.3 MOBILIDADE ATIVA E FATORES DE PERCEPÇÕES E ATITUDES

Este domínio refere-se à percepção da vizinhança, às dinâmicas sociais e às atitudes das pessoas. A cidade é uma complexa combinação entre espaço e relações, onde um exerce influência constante sobre o outro, com consequências negativas e positivas no dia a dia das pessoas.

Esse vínculo que ocorre entre as pessoas e o lugar em que vivem é relevante para a percepção ambiental. O vínculo se manifesta por meio de processos psicológicos afetivos, cognitivos e comportamentais. O apego afetivo ao lugar está associado a um maior senso de segurança, a menos incivildades percebidas e a menos medo do crime [21]. O apego pode, portanto, influenciar a forma como as pessoas vivem e se deslocam na cidade. Afinal, as atitudes estão relacionadas a visões positivas ou negativas que as pessoas têm sobre qualquer aspecto da realidade [18]. A experiência do lugar, não apenas a estrutura do espaço, afeta o comportamento [14].

O estudo [21] sugere como determinantes para a existência do apego ao lugar o tempo de residência, a propriedade do imóvel e os planos de permanência naquele lugar. O tempo estaria associado a laços sociais mais fortes, incluindo maior número de conhecidos e amigos, o que aumentaria a sensação de pertencimento e familiaridade. Além desses fatores, o mesmo estudo indica influência de certas características físicas como densidade, proximidade e a presença de comodidades, como arenas sociais de estímulo à interação social.

Ações fundamentadas nesses fatores podem envolver intervenções físicas e políticas públicas que promovam a vivência no espaço público e a interação entre as pessoas. Podem ser gatilhos que geram movimentos de reforço. É a vivência no espaço público que possibilita o contato entre as pessoas. “Grande parte desses contatos é absolutamente trivial, mas a soma de tudo não é nem um pouco trivial. A soma desses contatos públicos casuais resulta na compreensão da identidade pública das pessoas, uma rede de respeito e confiança mútuos e um apoio eventual na dificuldade pessoal ou da vizinhança” [1].

Todos esses fatores relacionados às dinâmicas sociais e ao apego ao lugar, encontrados no referencial teórico escolhido, foram relacionados na Tabela 3 e serão discutidos a seguir.

Tabela 3 - Relação dos fatores de percepções e atitudes investigados como possíveis influenciadores da mobilidade ativa dos estudantes

Fatores investigados		Tipo de influência	Referência bibliográfica
Percepção negativa da segurança do bairro		-	[14] [25] [28] [33] [34] [35]* [29] [37] [39]* [40]*
		s/i	[38]
Medo de estranhos		-	[18]*
Conveniência: mais fácil dirigir		-	[25] [14] [35], [36]* [29] [34]
Apoio da família		+	[14]
Percepção dos pais	Sobre a importância da MA	+	[14] [35]*
	Se a escola incentiva a MA	+	[41] [40]*
Interação Social	Importância percebida	+	[14] [35]*
	Alto nível de interação	+	[45] [49]
	Encontrar, conversar, brincar	+	[18]*
	Encontrar animais de estimação	+	[18]*
	Influência dos amigos	+	[28] [33] [26] [34]
	Capital social percebido	s/i	[38]
Bom ambiente social da vizinhança		+	[40]*
Sensação de pertencimento Apego ao lugar		+	[35]*
		s/i	[23]
Incivildades relacionadas ao mau comportamento		-	[18]*
Pessoas que se tratam com respeito		s/i	[23]
Pressões sociais		-	[14] [35]*
		s/a	[34]
Autonomia		+	[33] [16]
Encadeamento de viagens		-	[33], [37]
Tempo: agendas lotadas		-	[18]* [9]* [39]*
Conveniência: mais fácil dirigir		-	[25] [14] [35], [36]* [29]
País que se deslocam ativamente (min. 2X/semana)		+	[23]
Percepção positiva sobre a capacidade da criança		+	[35]*, [39]*
Percepção positiva sobre a saúde da criança		+	[16]

Adolescente com trabalho em meio período	-	[16]
Adolescente fisicamente ativo	+	[16]

Legenda:

- + quando o fator investigado apresentou influência positiva na mobilidade ativa dos estudantes;
- quando o fator investigado apresentou influência negativa na mobilidade ativa dos estudantes;
- s/i quando não foram encontradas associações relevantes entre a mobilidade dos estudantes e os fatores investigados.
- * refere-se aos artigos com análises qualitativas e não estatísticas.

Dos fatores relacionados às percepções e atitudes das crianças e de seus pais relatados na Tabela 3, dois se destacaram com maior relevância estatística, a percepção de segurança do bairro, com maior relevância nos estudos [25] [28] [33] [34] [29] [37], e a conveniência de dirigir, com maior relevância nos estudos [14] [25] [29]. As atitudes dos pais por meio de apoio familiar, de exemplos positivos e de envolvimento das crianças na decisão de transporte também foram relevantes nos estudos [14], [23], [16]. Outros fatores relevantes foram a interação social [28] [33], a autonomia das crianças [16] e o encadeamento de viagens [33].

2.2.3.1 Percepção de segurança

A percepção de segurança foi associada à mobilidade ativa dos estudantes em diversos estudos por meio de três fatores. A criminalidade percebida foi relacionada negativamente entre os adolescentes, mas não apresentou associação entre as crianças de ensino fundamental e a mobilidade ativa [25]. Por outro lado, o medo de estranhos apareceu como um fator relevante para alunos do ensino fundamental [18].

É importante lembrar que a criminalidade percebida é diferente daquela medida objetivamente por meio de boletins de ocorrência. Essa percepção depende, entre outras coisas, do vínculo entre a pessoa e o lugar [21].

2.2.3.2 Conveniência de dirigir

A conveniência de dirigir é um fator relevante. Tal fato não surpreende e possivelmente está relacionado ao conforto, e à sensação de segurança e flexibilidade que o uso do carro oferece. Em contrapartida, como pode ser observado na Tabela 2, maiores índices de mobilidade ativa estão relacionados a menores rendas. Esse fato tende a criar certo estigma envolvendo a mobilidade ativa em contraponto com a propriedade do carro, em que o valor determina o status social da família.

Sob esta perspectiva, é razoável esperar um aumento contínuo de carros e congestionamentos em sociedades com renda per capita crescente. Porém, como em geral as pessoas parecem dispostas a pagar pela conveniência, iniciativas públicas podem atuar como uma força benéfica para equilibrar o sistema. Isto pode ser feito ao tornar o uso do transporte individual mais inconveniente do que as alternativas coletivas ou de mobilidade ativa. Para alcançar um equilíbrio, podem ser adotadas ações de promoção do transporte público, da bicicleta ou do andar a pé para tornar estes modais mais convenientes, e medidas de restrição à aquisição, à circulação e ao estacionamento de veículos para tornar o uso do carro menos conveniente.

2.2.3.3 Atitude dos pais: apoio e exemplo

A ideologia pode ser importante aliada na promoção da mobilidade ativa. As pessoas podem optar por caminhar ou andar de bicicleta por ser mais conveniente, mas também podem fazê-lo por compreender os benefícios que resultam de tal escolha. Por isso a importância da percepção dos pais.

A Tabela 3 indica associações positivas entre a mobilidade ativa dos estudantes e as percepções e atitudes dos pais por meio de apoio familiar, de exemplos positivos e de envolvimento das crianças na decisão de transporte.

É interessante observar que o deslocamento dos pais parece influenciar nos deslocamentos de seus filhos. O estudo [5] sugere que crianças com pais que se deslocam de forma ativa são mais propensas a caminhar ou pedalar. Há potencial aqui para um importante movimento de reforço, já que hábitos bem cultivados na infância são mais facilmente levados à vida adulta.

2.2.3.4 Interação social

Pesquisas anteriores sugerem que existe uma relação entre as viagens das crianças e as conexões sociais de uma comunidade. Essas conexões contribuem para a construção do capital social, da coesão comunitária e das relações sociais [49]. Além disso, a mobilidade ativa como ferramenta de construção e manutenção de relações sociais tem uma influência positiva no bem-estar infantil. Essa relação é fundamentada na redução da solidão, na familiaridade, na prática de exercícios físicos, no combate à obesidade e na melhoria da qualidade do ar [50].

É relativamente comum se pensar a rua como tendo uma única utilidade: proporcionar um deslocamento o mais rápido possível entre a origem e o destino [51]. Essa ideia é estérea, pois deixa de considerar as importantes relações sociais que são construídas e mantidas durante uma viagem. Ao caminhar em um bairro, as pessoas ocasionalmente verão outras pessoas, e, gradualmente, surgirão contatos casuais, e desses contatos, eventualmente, surgirão conversas e relacionamentos sociais mais profundos [1], [49] [1].

O Estudo [49], que examinou a relação do modo de transporte e a interação social casual durante viagens de crianças de 10 a 11 anos, indica que a grande maioria dos contatos casuais resulta em alguma interação, na maioria das vezes em interação verbal.

Para as crianças, os benefícios de melhores conexões comunitárias incluem ainda habilidades sociais aprimoradas, interação social, e segurança. As interações com adultos, particularmente adultos que não são os pais da criança, foram associadas a melhores habilidades sociais [49]. Jane Jacobs descreve bem essa interação entre adultos desconhecidos e crianças:

“Na prática, é só com os adultos das calçadas que as crianças aprendem o princípio fundamental de uma vida urbana próspera: as pessoas devem assumir um pouquinho de responsabilidade pública pelas outras, mesmo que não tenham relações com elas. Aprende-se a partir da experiência de outras pessoas sem laços de parentesco ou de amizade íntima ou responsabilidade formalista com você, que assume um pouquinho a responsabilidade pública por você. Trata-se de uma lição de urbanidade que as pessoas contratadas para cuidar de crianças não têm condições de ensinar, porque a essência dessa responsabilidade é que ela seja exercida sem a necessidade de um contrato.” [1, p.91]

Além de fortalecer o senso de comunidade, as interações sociais podem influenciar na sensação de segurança das crianças e dos pais, e conseqüentemente, ter algum impacto na autonomia das crianças

[49] [10]. Estudo sugere que quanto maior o nível de interações sociais, maior será a proporção de estudantes que andam ou pedalam até a escola [45]. Da mesma forma, quanto melhor a percepção dos pais sobre a importância dessa interação social, maior é a propensão para a escolha da mobilidade ativa, conforme exposto na Tabela 3.

2.2.3.5 Autonomia das crianças

Frank Furedi escreveu sobre a cultura fundamentada no medo, e sobre como isso mudou a forma como os pais criam seus filhos. Para o autor, o cuidado estaria relacionado com a supressão da autonomia. Essa supressão limitaria o aprendizado de habilidades essenciais, como tomar decisões e lidar com riscos. A superproteção limitaria assim, tanto a autonomia como o desenvolvimento das crianças [52].

Intensificar as relações sociais e comunitárias pode ser um contraponto à ideia da cultura do medo descrita por Furedi. O estudo [10] sugere que interação social casual com pessoas conhecidas permite que as crianças se sintam confiantes em estar em um lugar, especialmente se estivessem sozinhas [49]. Além disso, a disposição dos pais em permitir que as crianças viajem de forma independente depende da confiança de que a comunidade irá interceder em nome dos pais tanto para proteger a segurança quanto para controlar o mau comportamento dessas crianças. Assim, é possível afirmar que as relações sociais se relacionam à autonomia das crianças com influência mútua, e ambas afetam a mobilidade ativa nos deslocamentos escolares. Pesquisas sugerem que quanto maior a autonomia maior será a possibilidade de uma criança se deslocar de forma ativa para a escola (Tabela 3).

Assim, incentivar e facilitar a caminhada independente das crianças e adolescentes representam um potencial para aumentar suas conexões com a comunidade, que poderiam incentivar ainda mais a caminhada.

2.2.3.6 Encadeamento de viagens

A partir do referencial teórico adotado é possível afirmar que a autonomia das crianças, além das relações sociais, está relacionada a outro fator que pode influenciar a mobilidade ativa das crianças: o encadeamento das viagens.

Com a supressão da autonomia, as viagens escolares não podem ser estudadas de forma isolada. Pesquisadores notaram como a presença de crianças em uma casa muda o comportamento e determina os padrões de viagem [10]. A criança tem sua agenda cada vez mais definida pelos adultos, e sua rotina de viagens tende a estar incorporada a um contexto maior de viagens familiares [52].

Foram descobertas duas relações entre o encadeamento de viagens e a mobilidade ativa das crianças. Primeiro, as crianças conduzidas por pais com viagens encadeadas (a escola como um destino intermediário para o trabalho) foram menos propensas a caminhar do que aquelas conduzidas por pais sem viagens encadeadas. Segundo, no caso das viagens encadeadas, as crianças foram mais propensas à mobilidade ativa quando o deslocamento dos pais da escola ao destino final foi inferior a 2 km [33].

2.2.4 MOBILIDADE ATIVA E O AMBIENTE NATURAL

Fatores do ambiente natural como clima, topografia e a existência de áreas verdes são frequentemente relacionados de forma intuitiva com a decisão de caminhar ou andar de bicicleta.

Apesar disso, alguns autores defendem certa irrelevância desses fatores. Afinal, é possível notar que tanto o clima quanto a topografia não têm um papel tão importante na mobilidade ativa quando se compara lugares onde se anda de bicicleta e onde não se anda, por exemplo. Segundo Speck [5], não há dúvidas que o clima exerce alguma influência no caminhar, mas as evidências mostram que esse fator não tem metade do impacto do desenho das ruas.

A transição tecnológica, bem como sua disseminação, também pode reduzir algumas barreiras da mobilidade ativa. Cidades com topografia muito íngreme, consideradas até pouco tempo inadequadas para pedalar, com a popularização da bicicleta elétrica têm a chance de rever suas prerrogativas de planejamento urbano.

É possível notar que impacto do clima e da topografia na mobilidade ativa têm ainda relação com o acesso a recursos, como possuir carro, uma bicicleta ou roupas próprias para dias chuvosos, ou ainda poder pegar um táxi [53].

Com exceção do plantio de árvores e áreas verdes, as condições climáticas e a topografia da cidade são fatores que dificilmente podem ser alterados. Porém, entender sua influência na decisão de caminhar ou pedalar, indicarão se o resultado de uma intervenção estará ou não sujeito à sazonalidade das estações, ou ainda direcionar o planejamento para a inclusão de artifícios que reduzam o impacto negativo do clima, como o sombreamento dos caminhos.

Tabela 4 - Relação dos fatores que influenciam a mobilidade ativa dos estudantes, associações encontradas

Fatores investigados		Tipo de associação	Referência bibliográfica
Clima	Temperatura	-	[25]
		s/a	[19]
	Umidade	s/a	[19]
	Precipitação	-	[25]
		s/a	[19]
	Velocidade do vento	s/a	[19]
	Radiação solar	s/a	[19]
	Clima adverso	-	[18]* [25] [39]*
		s/i	[35]*
Presença de espaços verdes		+	[18]* [26] [44]
		s/a	[19]
Árvores	Existência	+	[8]
	Ao redor de casa	s/a	[43]
	Sombreamento o caminho	+	[43]
Ver a mesma paisagem todos os dias		-	[18]*
Topografia Morro		-	[18]*

	s/a	[35]*
--	-----	-------

Legenda:

- + quando o fator investigado apresentou influência positiva na mobilidade ativa dos estudantes;
- quando o fator investigado apresentou influência negativa na mobilidade ativa dos estudantes;
- s/i quando não foram encontradas associações relevantes entre a mobilidade dos estudantes e os fatores investigados.
- * refere-se aos artigos com análises qualitativas e não estatísticas.

O único fator do ambiente natural que apresentou resultados com relevância estatística foi a presença de árvores nos estudos [8] [43].

Apesar de contraintuitivo, como indica o estudo [19], o clima parece não ser um fator significativo para a mobilidade ativa dos estudantes. A esquisa foi realizada nos Países Baixo e não encontrou qualquer associação, nem mesmo com a precipitação e a temperatura. Trata-se, no entanto, de um contexto em que existe uma cultura bem consolidada de andar de bicicleta e infraestruturas bem planejadas [19]. Tal fato corrobora a afirmação de que o clima seria irrelevante diante de uma boa infraestrutura [5].

2.2.4.1 Árvores e áreas verdes

Um trajeto em uma rua sem árvores é percebido como mais longo do que um trajeto de igual distância em uma rua arborizada, porém, os benefícios não param por aí [46]. As árvores e áreas verdes minimizam o impacto negativo do clima ao reduzir a temperatura do ambiente, absorver a água da chuva, oferecer proteção ultravioleta e limitar os efeitos do vento [5]. Além disso, podem reduzir a velocidade dos carros e melhorar a sensação de fechamento, protegendo as ruas com suas copas [5]. Portanto, a associação positiva entre esses fatores e a mobilidade ativa não é uma surpresa.

É importante observar ainda que o local de plantio e o tipo de árvore também importam. A presença de árvores influenciou positivamente a mobilidade ativa quando estavam ao longo do caminho dos estudantes, ou seja, a proximidade e a sombra que ela proporciona no caminho são essenciais. É preciso um comprometimento com uma cobertura arbórea contínua [5].

2.2.5 MOBILIDADE ATIVA E A SEGURANÇA NO TRÂNSITO

Estudos anteriores indicam fatores relacionados à segurança no trânsito como potenciais influenciadores da decisão de se deslocar a pé ou de bicicleta. Altas velocidades, carros invadindo as calçadas, fluxo intenso de carros e travessias inseguras alimentam o que podemos chamar de insegurança percebida. Essa sensação está relacionada tanto a riscos de acidentes e desconforto, como a exposição à poluição do ar [26].

Além do impacto direto no número de deslocamentos ativos entre os estudantes, o tráfego de veículos parece influenciar de forma indireta, através de outras variáveis. Por exemplo, ruas mais conectadas e usos mais mistos do solo incentivaram a mobilidades ativa sempre que não vieram associadas ao aumento do tráfego de veículos, e a idade está relacionada também à capacidade em desenvolvimento das crianças de perceber e lidar com situações de tráfego de risco ao longo de sua rota escolar [54].

O programa Rotas Seguras para a Escola reforça a importância desse domínio na promoção da mobilidade ativa entre os estudantes. Aplicado em diversas cidades, o programa foi uma das principais respostas à mudança comportamental nos deslocamentos dos estudantes. Seu conceito original incluía a educação para crianças e motoristas sobre a segurança no trânsito, aplicação das leis de trânsito em torno

das escolas, e intervenções físicas para controlar o tráfego e melhorar as instalações de pedestres e ciclistas [14].

Tabela 5 - Relação dos fatores relacionados à segurança no trânsito que influenciam a mobilidade ativa dos estudantes, associações encontradas e referências bibliográficas.

Fatores investigados		Tipo de associação	Referência bibliográfica
Velocidade altas	Carros	-	[14] [18]* [41] [25]
	Bicicletas	-	[18]
Proximidade com vias estruturantes/rodovias		-	[19] [28] [34]
Tráfego intenso		+	[26]
		-	[18]* [25] [36] [37] [44]
Travessias inseguras		-	[25] [39]*
Maior quantidade de faixas de pedestres		+	[42]
Poluição sonora e do ar		-	[18]* [26]
Carros nas calçadas		-	[18]*
Insegurança no trânsito		-	[9]* [25] [29]

Legenda:

- + quando o fator investigado apresentou influência positiva na mobilidade ativa dos estudantes;
- quando o fator investigado apresentou influência negativa na mobilidade ativa dos estudantes;
- s/i quando não foram encontradas associações relevantes entre a mobilidade dos estudantes e os fatores investigados.
- * refere-se aos artigos com análises qualitativas e não estatísticas.

Dos fatores relacionados na Tabela 5, o tráfego intenso foi o fator com maior relevância estatística nos estudos [26] [36]. Além dele, a proximidade com rodovias caracterizadas por altas velocidades no estudo [28] e uma maior quantidade de faixas de pedestres no estudo [42] apresentaram relevância estatística.

2.2.5.1 Tráfego intenso

O tráfego intenso no geral esteve associado de forma negativa ao deslocamento ativo dos estudantes, com uma exceção. Estudo realizado no centro de Guangzhou, na China, com foco em adolescentes, concluiu que o tráfego intenso, nesse contexto, aumentou as chances dos estudantes se deslocarem a pé [26].

Esse resultado pode ser analisado em conjunto com o contexto em que foi realizada a pesquisa. O autor explica se tratar de uma área urbana vibrante, densa, com distâncias menores a serem percorridas [26]. Tais características, conjuntamente, poderiam reduzir o impacto negativo do tráfego.

2.2.5.2 Proximidade de rodovias e altas velocidades

Veículos em alta velocidade diminuem as chances dos estudantes se deslocarem a pé ou de bicicleta para a escola [14] [41] [25]. Os estudos consideraram em suas análises velocidades maiores do que 25 mph (40,35 km/h) e 30 mph (48,28 km/h).

Intuitivamente, percebemos que é desconfortável e inseguro andar nas ruas em que os carros trafegam em altas velocidades. Essa insegurança tem certo fundamento. A Figura 2 sintetiza o tempo em metros que um motorista precisa para perceber e reagir diante de um obstáculo, e o tempo em metros que o motorista precisa para parar o carro. Nota-se que transitando em velocidades superiores a 30 km/h, o motorista já não conseguiria reagir a uma criança distante cerca de 16 metros e parar o carro antes de provocar um acidente.

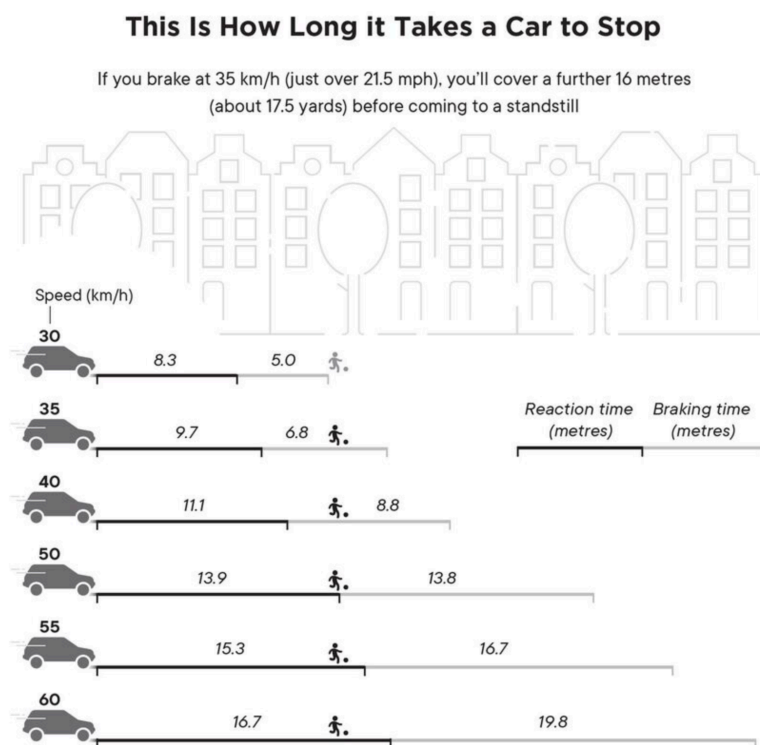


Figura 2 - Tempo de reação de um motorista quando se depara com um obstáculo. Fonte: [55].

As crianças são alertadas e ensinadas a todo tempo sobre os riscos de irem para a rua, mas nem sempre os motoristas estão cientes dos riscos que assumem ao trafegarem em altas velocidades. Assim, programas de educação sobre a segurança do trânsito são essenciais e podem diminuir a reação negativa da população sobre políticas de redução de velocidade.

Um Plano Global pela segurança no trânsito foi elaborado com o objetivo de reduzir as mortes e lesões no trânsito. Esse documento aponta como estratégias o fortalecimento do transporte multimodal e o gerenciamento das velocidades. Nele se recomenda velocidades máximas de 30 km/h em centros urbanos [56].

2.2.6 FATORES COMBINADOS

A partir do referencial teórico abordado anteriormente é possível afirmar que o padrão de deslocamento dos estudantes pode ser considerado um sistema complexo influenciado por muitos fatores interconectados que interagem entre si e com o ambiente, com capacidade de se ajustar e evoluir ao longo do tempo em resposta a mudanças externas ou internas.

Por exemplo, a distância é importante, mas perde relevância quando combinada com uma boa infraestrutura. Ruas conectadas e altos índices de caminhabilidade podem incentivar a mobilidade ativa das crianças, mas perdem relevância quando associados ao aumento de tráfego. Altas temperaturas também passam a ser menos influentes com o sombreamento por árvores ao longo do caminho. Relações sociais influenciam a autonomia, como a autonomia influencia as relações sociais. Assim, alterações em qualquer umas das variáveis, pode influenciar nas relações entre os outros fatores e os padrões de mobilidade.

Dessa forma, análises que considerem fatores combinados tendem a ser mais assertivas, e essas análises sempre serão para um contexto específico em um tempo específico.

2.3 MÉTODOS UTILIZADOS PARA A IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS FATORES

Os fatores explorados no capítulo anterior foram identificados e explorados pelos autores por diferentes métodos de análises estatísticas. Com o intuito de subsidiar essa pesquisa, esses métodos aparecem listados na Tabela 6. É possível observar que o método mais utilizado é a Modelo de Regressão Logística Binária, sendo o método utilizado por nove das 30 pesquisas.

Tabela 6 - Relação dos artigos base da revisão da literatura com os respectivos métodos de análise estatística adotado.

Método	Principal característica observada em cada estudo	Estudo	Local e data	Idade	Tamanho da Amostra
Regressão Logística Binária	Variável dependente binária	[17]	Toronto, 2006, 1996 e 1986	11	1035
		[31]	Toronto, 2001	11 a 13	3.767
		[23]	País de Gales, 2013 e 2014	4 a 12, 12 a 19	7.409
		[14]	Califórnia, 2000	3º ao 5º ano	1.128
		[32]	Alemanha, 2019	12 a 15	121
		[25]	Espanha, 2018 e 2020	10 a 15	401
		[16]	Canadá, 2009	12 a 18	3.633
		[8]	Londres, 2007	11 a 13	810

		[28]	Austin, Texas	5 a 11	1281
		[34]	Tirana, Albânia, 2012	11 a 13	472
Regressão Logística nominal	Variável dependente com mais categorias	[43]	Istambul, Turquia, 2015	12 a 14	1.802 alunos 843 pais
Regressão <i>Elastic net</i> , e Modelos Lineares Generalizados Mistos.	Diferente da regressão pois adicionou efeitos aleatórios	[19]	Países Baixos, 2009	6 a 11	97
Modelo de Equações Estruturais Generalizado com Função de Ligação Logit	Dependente binária e múltiplas equações	[26]	Guangzhou, China, 2018	12 a 18	473
Modelo de Logit Misto / Regressão Logística Multinível	Extensão da regressão logística, mas com coeficientes e efeitos aleatórios e hierárquico	[41]	New Jersey, 2007	4 a 14	1.571
		[29]	Reino Unido 2007-2008	9 a 10	912
		[36]	Califórnia, EUA 2002-2003	5 a 7	4338
		[22]	Equador, 2020	10 a 12	334
Regressão Beta Multivariada	Dependentes contínuas limitadas no intervalo 0,1	[27]	Toronto, Canadá, 2019.	4 a 13	26.601
Regressão Multivariada Múltipla	várias variáveis dependentes contínuas	[24]	Irlanda do Norte, 2013	6 a 18	1331 alunos 293 pais
Modelo Linear Generalizado Multinível (GLM).	Foco na análise longitudinal e vae variabilidade entre as escolas	[42]	Washington, 2005 a 2016	5 a 14 anos	-
Modelos de Regressão de Poisson Multivariados Ajustados	Independente representa contagem (min/dia)	[33]	Austrália 2012 a 2016	5 a 12	713
Regressão Logística Multivariada	Dependente com múltiplas variáveis binárias simultaneamente	[57]	Suíça, 2004-2005	6 a 14	1031
Regressão Logística Multinível Multinomial	A variável dependente é categórica nominal, mas hierárquica	[38]	Canadá, 2017/18	11 a 15	15.460
Regressão Logística Multinomial (MNL)	A variável dependente é categórica nominal	[44]	Bangladesh, 2019	6 a 11	398
IA - Extreme Gradient Boosting (XGBoost)	modelo de IA, eficiente para lidar com relações não lineares	[30]	Xiamen, China, 2015	6 a 18	93.812
Sem Análise Estatística	Grupos Focais de Discussão.	[9]*	Auckland, Nova Zelândia	5 a 11	30

	Análise Temática Qualitativa	[18]*	Inglaterra, 2019.	9 a 10	145
	Abordagem Teórica e de Revisão de Literatura	[35]*	Review, 2013	5 a 17	42
	Análise Qualitativa	[40]*	Auckland, Nova Zelândia, 2016	8 a 13	1.102 alunos 940 pais
	Abordagem Qualitativa Entrevistas Semiestrutura	[39]*	Reino Unido, 2015	4 a 12	-

*estudos com métodos que não utilizam análises estatísticas

É possível observar na Tabela 6 que a Regressão Logística Binária foi o método mais utilizado. Dez dos trinta estudos adotaram essa metodologia. Ela foi amplamente utilizada em estudos que investigam variáveis dependentes dicotômicas, e variáveis independentes de natureza diversa como sociodemográficas, ambientais, comportamentais etc., como é o caso desse estudo.

As pesquisas com características diferentes de variáveis dependentes utilizaram metodologias diversas. Isso indica que o método utilizado depende não apenas do objetivo da pesquisa, mas também do perfil dos dados. Por exemplo, o estudo [57] utilizou a Regressão Logística Multivariada e tinha múltiplas variáveis binárias simultaneamente, ou o estudo [27] que utilizou Regressão Beta Multivariada, com variáveis dependentes contínuas limitadas em um intervalo.

O estudo [30], adotou como método o modelo, IA - *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost). O autor justificou a escolha do método com o argumento de que as variáveis poderiam ter um comportamento não linear. Esse método pode ser interessante já que essa é uma incerteza pertinente. No entanto, adotar a metodologia mais utilizada em estudos semelhantes permite e facilita a comparação entre os achados em diferentes contextos. Além disso, a Regressão Logística Binária facilita a interpretação dos resultados por meio da estimativa das razões de chances (*odds ratios*), sendo uma ferramenta eficiente para avaliar associações e comunicar achados com clareza.

Incluir estudos que avaliam o tema sem análises estatísticas pode ajudar a entender se a problemática percebida com uma abordagem qualitativa ou por grupos focais de discussão é a mesma daquela quantificada por números.

3

ÁREA DE ESTUDO

A área escolhida para se desenvolver este estudo é o Distrito Federal, uma unidade especial da federação brasileira criada em 1957 para ser a capital do Brasil, Brasília, sede do Governo Federal [58]. Sua população de quase três milhões de habitantes se distribui em uma extensão territorial de 5.760 km² divididas em 35 regiões administrativas ligadas por uma robusta rede de infraestrutura viária [59]. Sua densidade é relativamente baixa, 489,1 hab/km² e sua vocação econômica é baseada nos serviços e no funcionalismo público, concentrando a maior parte dos empregos em sua região central.

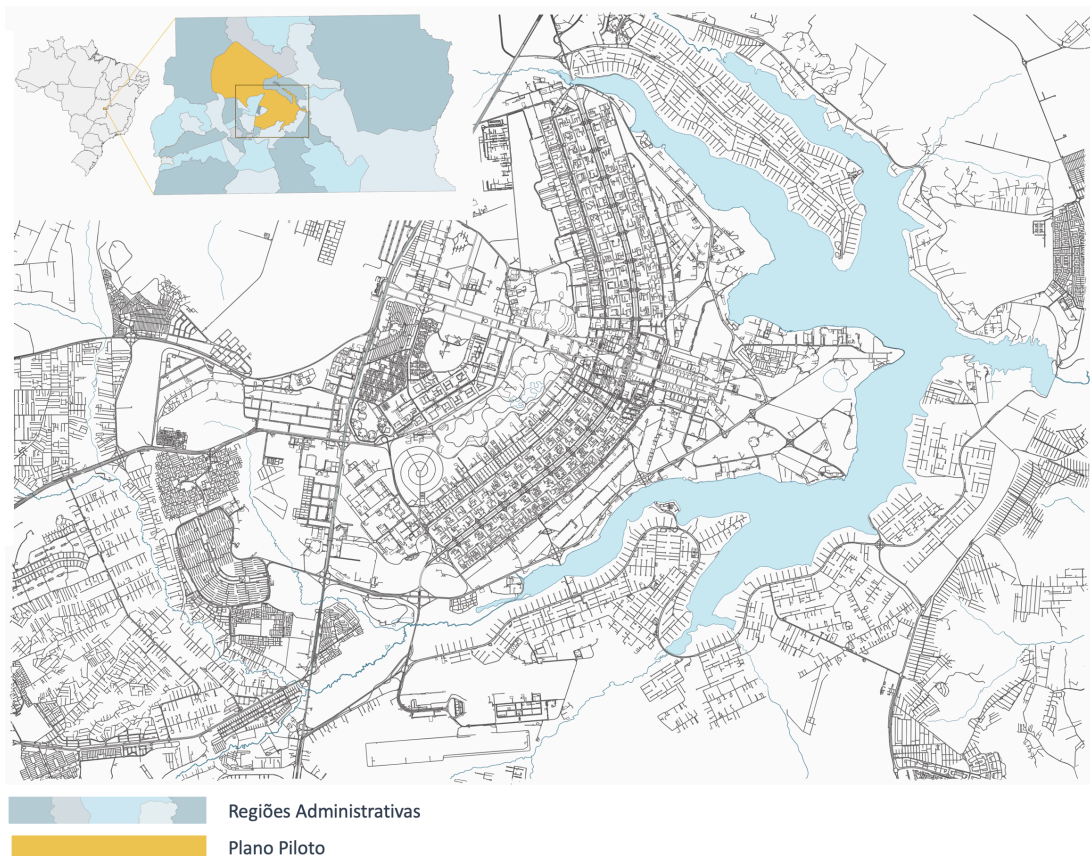


Figura 3 - Localização de Brasília. Fonte: Edição própria a partir de dados do Geoportal.



Figura 4 – Eixo Monumental de Brasília - Distrito Federal [60]

O Distrito Federal tem uma estrutura e um planejamento urbano bastante particular. Seu centro e ponto de partida é o Plano Piloto, uma área planejada projetada com base no Plano Piloto formulado por Lúcio Costa em 1957, dentro do contexto do urbanismo racionalista. A proposta definia uma separação radical de usos e uma estrutura urbana baseada em quatro funções básicas: habitar, trabalhar, recrear e circular [58].

A proposta de Lúcio Costa, talvez como resposta a problemas relacionados ao tráfego intenso da então capital do Brasil, o Rio de Janeiro, evidenciou a mobilidade urbana com o “propósito de aplicar os princípios francos da técnica rodoviária” [61]. Esses princípios incluíram, por exemplo, grandes eixos rodoviários no centro da cidade cortando áreas residenciais (Figura 5 e Figura 6), a eliminação dos cruzamentos (Figura 7 e Figura 8), trechos de pistas subterrâneos e “extensíssima área destinada exclusivamente ao estacionamento de automóveis”. Por meio dessa estrutura de circulação, exclusiva para veículos motorizados se ordenaria, integraria e articulava os vários setores bem definidos em sua proposta [61].



Figura 5 - Proposta de Lúcio Costa para o Eixo Rodoviário de Brasília [61]

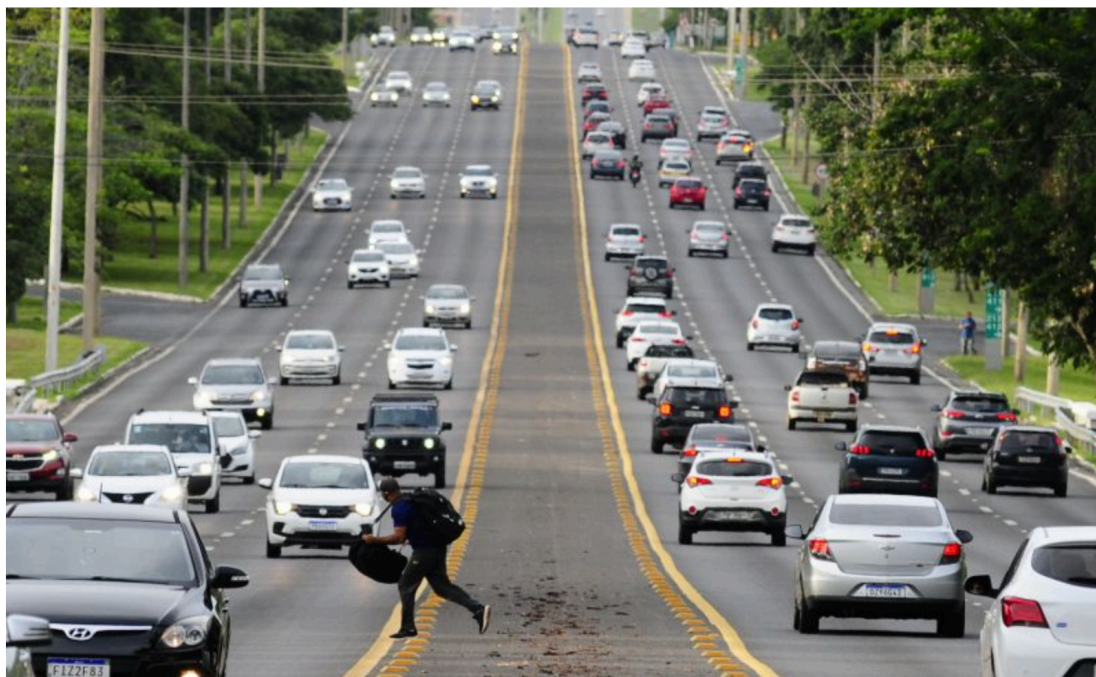


Figura 6 - Eixo Rodoviário de Brasília [62]

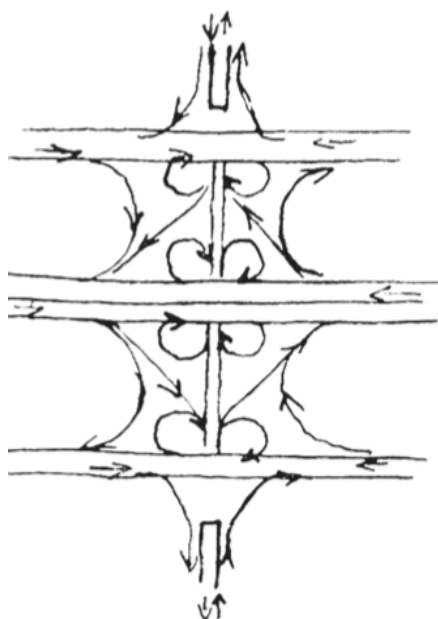


Figura 7 – Tesourinha: detalhe do Eixo Rodoviário.
Proposta de Lúcio Costa para a eliminação de cruzamentos [61].



Figura 8 - Tesourinhas de Brasília [63].

A ocupação territorial de Brasília iniciou com a desapropriação de fazendas que existiam no local. Dessa forma, o governo, detentor das terras, poderia contornar parte dos problemas relacionados ao acesso à

moradia e aos processos de urbanização [58]. Isso daria maior controle ao Poder Público da ocupação territorial e da pressão imobiliária.

Lucio Costa também imaginou que seu plano contemplaria a todos, indiferente de sua renda. Segundo o urbanista, padrões diferentes de densidades e acabamentos das construções seriam suficientes para impedir o surgimento de favelas [61].

Para o setor habitacional, o ordenamento espacial seria garantido por uma sequência de grandes quadras residenciais dispostas em ambos os lados do eixo rodoviário (Figura 9 e Figura 10). Blocos residenciais de quatro e seis andares, separados do tráfego de veículos, seriam construídos com o térreo suspenso sobre pilotis deixando a passagem sempre livre aos pedestres. Os blocos residenciais teriam ainda em seu interior equipamentos públicos, como escolas primárias. Assim, as crianças poderiam ir andando até a escola de sua quadra enquanto seus pais chegariam rapidamente ao seu local de trabalho por rápidas rodovias [64].

Anísio Teixeira ficou com a tarefa de alinhar o planejamento urbano da nova capital a um novo projeto educacional. Teixeira lançou as bases filosóficas do Plano de Construções Escolares de Brasília. Entre os objetivos do plano estava o de concentrar as crianças de todas as classes sociais na mesma escola, e distribuir de forma equidistante as escolas no Plano-Piloto e nas Regiões Administrativas. A ideia era que a criança caminhasse sozinha até a escola da sua quadra, percorrendo o menor trajeto possível sem interferência do tráfego de veículos [64].

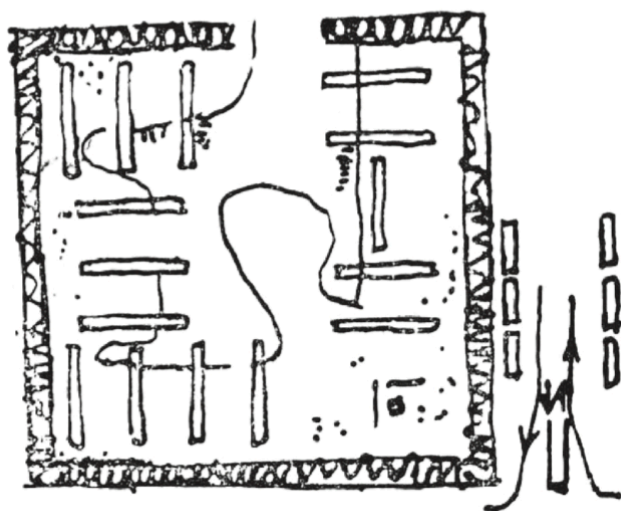


Figura 9 - Superquadra: proposta de Lúcio Costa para o Setor Residencial de Brasília. Fonte:[61]



Figura 10 – Quadra 114 Sul de Brasília. Fonte: Imagem aérea do Google Earth.

Porém, esse plano falhou. Ao longo de sua construção e consolidação, a cidade que simbolizava em sua origem uma ruptura com o passado e o nascimento de um novo país, ficou marcada pela segregação socioespacial e por problemas relacionados à mobilidade [65].

A ideia de Lúcio Costa e de Teixeira de que seus projetos contemplariam a todos, indiferentemente da classe social, parece ter se restringido à boa intenção. Antes mesmo de finalizada a construção de Brasília, surgiram de forma planejada e bem distantes do centro, as primeiras regiões administrativas com o objetivo de abrigar os trabalhadores da construção da cidade e funcionários públicos com posições mais baixas na hierarquia funcional. Mais tarde, sob argumentos de preservação de recursos hídricos e de preservação do núcleo central, a ocupação territorial adotou como princípio fundamental coibir a

formação de novas regiões administrativas próximas ao Plano Piloto [58]. Em um processo planejado de segregação espacial as famílias com menos recursos foram afastadas do Plano Piloto.

Dessa forma, a posse pública da terra urbana, em vez de atuar como um mecanismo de distribuição, assumiu o papel de ferramenta para uma ocupação seletiva. Brasília, que já esteve entre as cidades mais desiguais do mundo, hoje se posiciona como a quarta cidade mais desigual do Brasil. A cidade abriga três das maiores favelas brasileiras em extensão territorial [66], ao mesmo tempo em que uma de suas Regiões Administrativa ostenta a maior renda per capita do Brasil [67].

A região sofre com os mesmos problemas de outras grandes metrópoles, como crescimento desordenado, favelização, poluição ambiental, desabastecimento de água e problemas de mobilidade [58]. E, assim como em outras áreas metropolitanas, foram realizados esforços para descentralizar empregos com o objetivo de promover o desenvolvimento socioeconômico e melhorar a qualidade de vida dos habitantes. Contudo, a maior parte dos empregos permanece concentrada no Plano Piloto [65].

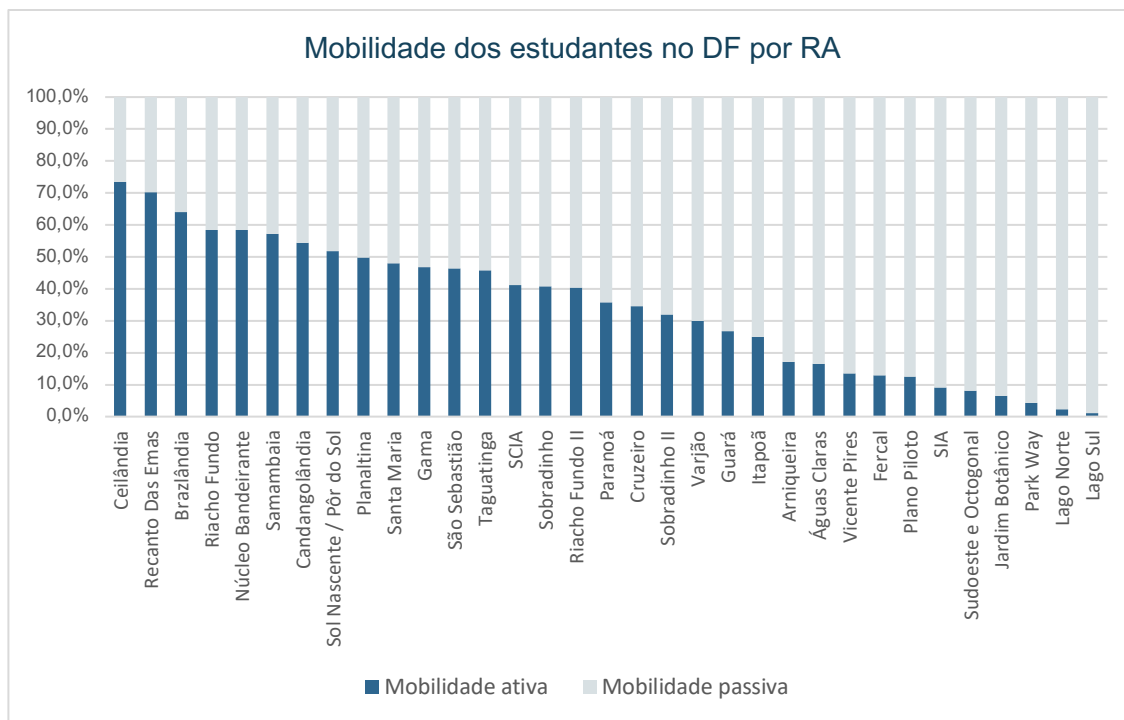
A combinação de fatores advindos da concepção de Brasília, tais como a ocupação territorial altamente segregada e a robusta infraestrutura viária, e fatores mais recentes como a tendência dos últimos 15 anos de dispersão das residências no território e o crescimento dos municípios contíguos ao DF, impactou profundamente a mobilidade da cidade como um todo, e esse impacto se estendeu para a mobilidade das crianças. Um estudo sobre os deslocamentos das crianças em suas rotas escolares em Brasília, mostra que parte das crianças viaja todos os dias longas distâncias para chegar à escola [65].

Com base na PDAD 2021 o maior fluxo de deslocamentos de estudantes é o de crianças e jovens que estudam no Plano Piloto e residem em outras cidades regiões administrativas. Cerca de 13% de todas as crianças do DF estudam do Plano Piloto, mas apenas 7% delas moram lá (Apêndice A). Isso implica que em torno de 29.000 crianças e jovens entre 6 e 18 anos viajam todos os dias letivos para o Plano Piloto para estudar. O segundo maior fluxo é de crianças residentes de outras regiões, mas que estudam em Taguatinga, são em torno de 20.000 estudantes. Ainda é importante observar que, o maior fluxo de estudantes entre 6 e 18 anos, é da RA Sol Nascente (colocada entre as maiores favelas do Brasil) para Ceilândia, com o deslocamento de aproximadamente 12.000 alunos.

Esse padrão de deslocamentos pode ser observado na Figura 11. Nele os maiores fluxos de estudantes foram representados com linhas mais grossas, a cor laranja representa os deslocamentos para estudo para o Plano Piloto, a cor azul escura para Taguatinga, e a cor azul claro representa os deslocamentos entre outras regiões.

não é uniforme entre as regiões administrativas. Como pode ser observado na Figura 12, regiões como Ceilândia, Recanto das Emas e Brazlândia tem alto índice de mobilidade ativa entre os estudantes, enquanto Park Way, Lago Norte e Lago Sul se contrapõe com baixos índices de mobilidade ativa.

Figura 12- Gráfico do tipo de mobilidade ativa ou passiva estratificada por Região Administrativa do Distrito Federal



Cabe ainda observar que se apenas uma parte das crianças se desloca grandes distâncias para estudar, conforme pode ser observado no Apêndice A, uma parte importante dos estudantes ainda mora e estuda na mesma região. E se o comportamento de viagem está tão atrelado com o rendimento das pessoas e com questões sociais como as pesquisas indicam (Item 2.2.2 p. 14), é razoável supor que um aumento de renda faça com que essas crianças se desloquem maiores distâncias e de forma menos ativa. Esse padrão de deslocamento pressionaria ainda mais a infraestrutura viária existente e afetaria ainda mais a saúde e bem-estar das crianças.

Se por um lado as políticas públicas para melhorar a mobilidade das crianças em Brasília devem partir do princípio de que o longo deslocamento não é algo natural, imutável ou desejável [65], e deve ser inibido, por outro, existem muitas crianças que ainda se deslocam distâncias menores, que são, ou podem ser percorridas de forma ativa. Esse padrão de deslocamento pode ser valorizado e incentivado.

Em ambos os casos, políticas abrangentes devem ter como base o entendimento dos fatores que determinam a possibilidade de uma criança se deslocar ou não de forma ativa. É urgente entender o que leva uma família a optar pela mobilidade ativa, e como essa escolha, muitas vezes guiada pela necessidade, possa passar a ser espontânea, para então se tornar uma referência.

4

IMPACTO DAS VIAGENS ESCOLARES NAS VIAS ESTRUTURANTES DO DF

4.1 DADOS E METODOLOGIA

As escolas são um gerador significativo de congestionamento localizado, com picos de manhã e à tarde semelhantes ao que é visto no comportamento de deslocamento dentro das áreas urbanas. Esse congestionamento causa problemas com o fluxo de tráfego nas ruas próximas às escolas e pode criar condições perigosas para crianças e adultos que viajam por meios não motorizados [14]. O congestionamento localizado, bem como os transtornos provenientes desse problema, pode ser facilmente observado no dia a dia durante os horários de entrada e saída dos alunos. No entanto, o impacto da atividade escolar no sistema de transporte como um todo, pode ser menos óbvio.

Uma forma de avaliar esse impacto é a relação entre o número de veículos por um determinado tempo, e a sua velocidade. Greenshields [69], autor do relatório que se tornaria a Teoria Fundamental do Tráfego, propôs uma relação entre essas variáveis a partir de dados empíricos em um estudo sobre a capacidade de tráfego (Figura 13). A ideia era determinar a densidade aproximada de tráfego por hora em uma rodovia de determinada largura na qual a desaceleração do tráfego começa, e as quantidades pelas quais o congestionamento do tráfego é aumentado.

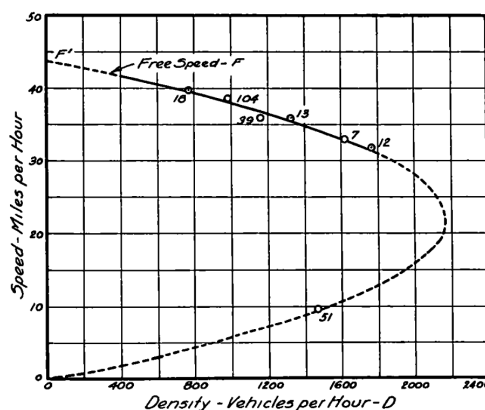


Figura 13 - Relação entre velocidade e fluxo de veículos proposta por Greenshields [69].

Segundo Greenshields [69], a perda de velocidade pode ser tomada como uma medida do congestionamento ou carga da estrada além de sua capacidade de transporte livre. Assim, ao passo que a velocidade tende a diminuir até zero, a densidade por hora também se aproxima de zero.

No entanto, é possível observar na Figura 13, que o mesmo fluxo pode ocorrer em duas velocidades diferentes, a parte inferior apresenta velocidades baixas com fluxo baixo, indicando congestionamento, e a parte superior apresenta um fluxo que volta a diminuir, indicando que, embora os veículos estejam rápidos, há menos carros na via devido ao maior espaçamento entre eles.

Tendo em vista essa relação proposta por Greenshields [69], foi feita uma análise de dados de contagem de veículos e de sua velocidade média a cada quinze minutos durante todos os dias do ano de 2022 em algumas das principais vias estruturantes do Distrito Federal. Esses dados foram extraídos do banco de dados do Departamento de Estradas de Rodagem do DF no formato csv.

Os trechos analisados foram escolhidos a partir de informações de deslocamento dos estudantes da região. Conforme mencionado no capítulo anterior, são dois os maiores polos de atração de estudantes que estudam em regiões diferentes das que moram, o Plano Piloto e Taguatinga (Figura 11). Tendo em vista esse padrão de deslocamento e os dados disponíveis, a análise partiu dos dados de tráfego das vias principais em trechos de entrada nessas duas regiões. Essa informação foi organizada de acordo com o dia e mês conforme exemplificado na Figura 15 para cada um dos pontos marcados na Figura 14.

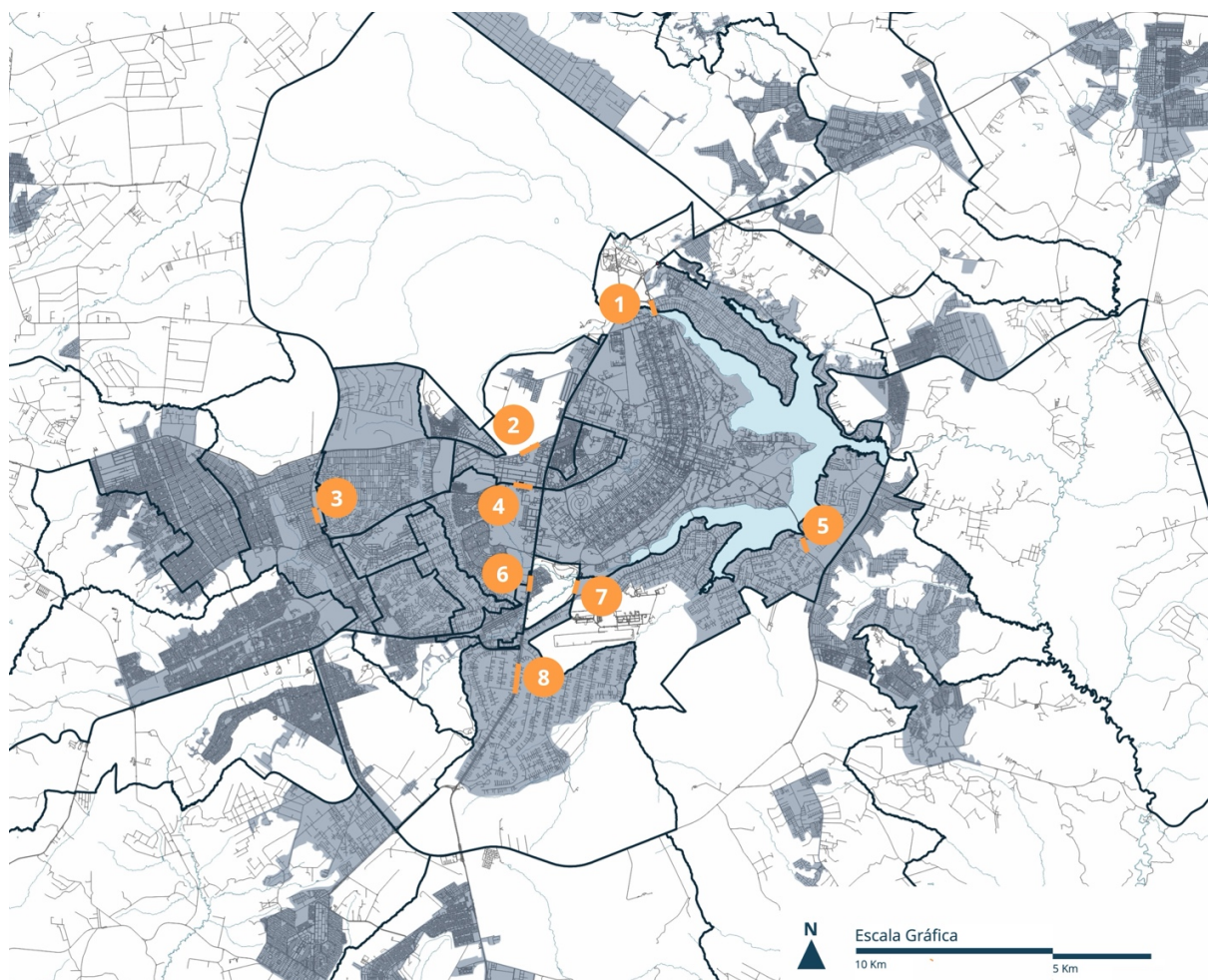


Figura 14 - Pontos de estudo de tráfego

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	
1	Fluxo de carros diários a cada 15 minutos																																	
2	Intervalo	01/mar	02/mar	03/mar	04/mar	05/mar	06/mar	07/mar	08/mar	09/mar	10/mar	11/mar	12/mar	13/mar	14/mar	15/mar	16/mar	17/mar	18/mar	19/mar	20/mar	21/mar	22/mar	23/mar	24/mar	25/mar	26/mar	27/mar	28/mar	29/mar	30/mar	31/mar	Média dos dias úteis	
3	00:00 - 00:15	13	23	1	7	30	27	5	6	9	9	9	18	42	34	15	14	13	7	10	19	30	12	6	8	6	7	20	38	6	2	5	21	[S3;V9;Z3;AC3;AF3]
4	00:15 - 00:30	25	12	3	10	23	25	12	5	6	8	21	48	24	17	17	6	6	15	9	20	33	13	4	8	10	5	27	21	6	11	8	11	10
5	00:30 - 00:45	15	21	9				36	6	5	6	18	33	28	14	5	8	19	9	12	25	12	3	10	6	5	18	29	10	4	5	6	8	
6	00:45 - 01:00	10	14	2	1	5	26	11	6	10	2	8	30	28	5	3	1	9	4	18	29	14	7	7	6	5	19	29	12	8	4	8	6	
7	01:00 - 01:15	13	3	2	5	5	22	7	8	5	3	12	20	35	9	2	10	4	2	14	25	10	3	2	5	7	12	30	11	2	2	8	6	
8	01:15 - 01:30	2	10	2	2	9	22	3	2	3	6	9	13	22	5	3	2	4	2	12	14	6	8	3	7	8	19	22	6	5	3	4	4	
9	01:30 - 01:45	14	9	2	6	11	15	4	3	3	5	8	25	11	7	3	6	7	1	9	16	7	2	3	10	3	10	20	2	1	2	6	5	
10	01:45 - 02:00	5	8	3	4	10	10	5	1	3		8	19	21	3	1	2	1	2	9	23	5	1	1	4	4	12	21	2	3	1		3	
11	02:00 - 02:15	11	7	1	6	9	11	5	2	1	2	5	14	22	6	4	1	1	6	7	14	3	4	3	4	3	10	18	3	3	6	3	3	
12	02:15 - 02:30	6	7	3	2	4	10	3	2	1	2	9	13	14	2	1	1	5	3	13	6	1	2	3	1	1	8	4	2	4	2	3	3	
13	02:30 - 02:45	8	3	1	1	7	15	1			3	3	16	13	4	3	2	1	2	13	12	1	2	1	3		6	11	3		1	1	2	
14	02:45 - 03:00	10	3	1	2	2	11	2	2	2	4	7	14	17	4	2	2		2	2	11	1	2	1	2	5	3	9		3	4	4	3	
15	03:00 - 03:15	3	3	1	2	4	7	3	1	4	2	11	12	1	2	1	4	2	3	4	7	14	5	2	2	1	4	6	16	1	4	2	3	
16	03:15 - 03:30	8	1	1	3	1	5	5	3	1	2	2	6	8	1	4	2	3	4	1	4	5	3	1	4	1	3	7	3	3		3	3	
17	03:30 - 03:45	6	5	7	6	6	9	4	8	4	5	6	7	6	4	7	5	2	6	7	9	6	6	5	8	5	7	11	2	5	2	10	5	
18	03:45 - 04:00	8	5	3	7	2	6	7	4	3	4	6	9	13	8	4	10	7	3	7	9	7	4	6	6	4	1	9	5	6	3	6	6	
19	04:00 - 04:15	8	7	4	7	5	6	8	4	8	10	12	4	11	8	7	10	6	8	8	6	3	12	9	9	8	9	10	8	7	6	6	8	
20	04:15 - 04:30	4	6	8	5	8	7	9	7	8	7	7	4	7	6	8	3	5	9	11	10	11	7	9	6	7	5	5	7	5	7	12	7	
21	Velocidade média diária dos carros a cada 15 minutos																																	
22	Intervalo	01/mar	02/mar	03/mar	04/mar	05/mar	06/mar	07/mar	08/mar	09/mar	10/mar	11/mar	12/mar	13/mar	14/mar	15/mar	16/mar	17/mar	18/mar	19/mar	20/mar	21/mar	22/mar	23/mar	24/mar	25/mar	26/mar	27/mar	28/mar	29/mar	30/mar	31/mar	Média dos dias úteis	
23	00:00 - 00:15	54,7	55,8	53	55,9	55,8	54,9	54,4	55,2	55,3	54,8	53,1	55,4	56	54,6	52,5	56,4	55,1	54,7	54,5	55,5	52,6	51,7	53	53,7	55,3	54,6	55	52,2	53,5	56,4	54,1	[S3;V9;Z3;AC3;AF3]	
24	00:15 - 00:30	55	55,2	54,7	55,4	55,7	55	57,2	53	55,8	56,1	54,2	55,5	55,2	55,5	56,3	54,7	54,8	56	56	55,8	56	53	56,5	55	51,4	54,4	54,8	52,7	54,8	54,9	54,6	55	
25	00:30 - 00:45	56,1	54,6		54,5	55,5	54,1	55,2	55,6	53,7	54	54,8	56,1	54,1	53,8	49,4	50,9	54,8	54,2	51,8	54,6	54,7	57,3	53,5	54	54,4	54,8	54,1	54,3	55	58	55	54	
26	00:45 - 01:00	55,4	53,1	53	60	52,8	54,8	53,6	53,2	53,6	58	52,8	55,5	54,2	57,4	58,7	48	54,1	53,2	55,3	54,6	57,2	50,7	56,7	57,8	58,6	55,6	54,3	53,8	56,5	53,8	55,9	55	
27	01:00 - 01:15	55,2	57,3	53	52,6	55	55,8	52,1	56,5	54	53,7	55,8	55,6	54,4	54,2	57	53,9	52,5	51	52,9	53,8	52,4	56,7	50,5	58,6	54,1	55,5	54,3	54,1	55	50,5	61,2	54	
28	01:15 - 01:30	57,5	55,9	57,5	56,5	57,1	55,5	54	56	52	52,8	60,6	55,5	54,6	55,2	56	52,8	54,5	54,7	56	54,3	53,1	53,3	51,3	55,8	54,7	55,2	54,3	55,2	57	53	55	54	
29	01:30 - 01:45	54,3	54,2	52	59,2	54,2	56,5	53,5	59	49	51,8	55,1	54,6	54,8	53,6	54,3	52	53,3	54	54,9	54,5	56,7	52	53,7	56,5	51,7	52,5	53	59,5	47	57	54	54	
30	01:45 - 02:00	55,2	53,4	54,7	50	56,7	54,7	51,6	55	55,7		54,8	53,9	54,5	52,7	55	54	58	50,5	53,7	55,3	55,2	56	59	55,2	54,8	54	55,1	57,5	54,7	53		55	
31	02:00 - 02:15	54,5	54,6	55	53,7	56,1	54,4	53,4	58	52	53,5	56,2	56,2	56,4	51,7	56	54	58	54,8	53,3	57,6	52,7	53	55,3	55,8	54,3	57,1	56,2	52,3	54,7	55,5	56,7	55	
32	02:15 - 02:30	55,3	53,1	49	56	57,8	55,8	54,7	53,5	56	56,5	53,8	56,8	56,2	68,5	54	43	50,8	54	56,7	53,5	62	52,5	53	52	49	55,2	56	50	59,8	56	53,3	54	
33	02:30 - 02:45	55,1	57,7	60	51	53,3	54,1	43		52,7		55,3	55,3	52,8	56	57,3	54	55	56	52,7	54,8	54	55	57	52,3		54	54,5	51,7		42	62	54	
34	02:45 - 03:00	55,1	55,7	59	57,5	55,5	54,4	57	48	52	55	55	54,6	58	56,2	52,5	49		56	55,5	53,9	53	54	53	53	55,2		53	54,5	53		53	53	
35	03:00 - 03:15	54,3	55,3	53	50,5	56,8	54,1	53,7	55		53,8	56,5	54,5	55,1			54	54	56,5	54,6	54,7	53,2	55	56,5	48	54,2	51,7	55,4	80	53,8		51	55	
36	03:15 - 03:30	53,5	43	46	54,7	50	57,8	53,8	50,3	52	54,5	48	53,5	53,4	50	54,2	49,5	53,7	53	49	55	56,4	54,3	47	53,2	55	55,3	53,9	50,7	44		53	52	
37	03:30 - 03:45	52,5	54,6	54	51	55,3	55,6	52,2	53	51,2	52,2	55,2	56,4	55,3	59,2	52,3	51,2	54	52,7	56,9	52,9	55	53	51,6	55,1	49,8	54,9	54,7	54,5	55,2	56	54,7	54	
38	03:45 - 04:00	51,5	52,8	49	52,9	58	51,2	49,7	52,2	49,7	54,8	54,7	55,9	55,8	52,1	54,2	53,1	52	54,3	53,7	55,3	48,3	49,5	53	52,5	54,2	59	52,9	51,5	51,7	53	53,5	52	
39	04:00 - 04:15	60	51,3	52,2	54,7	52,2	54	54,9	53,5	53,2	53,8	52,5	55,5	55,5	54,4	52,9	55	52,2	53,9	55,9	51,7	54	53,5	53,4	52,4	54,2	54,2	54,5	55,1	54,3	53,7	54,7	54	
40	04:15 - 04:30	55,2	54,2	54,1	54,4	50,8	55,4	54,6	51,6	52,9	53,1	53,6	55,8	53,9	55	53,2	50,7	53	52,8	55,7	51,4	52,8	55,3	54	49,8	44,9	53,8	55,4	52,3	55	52,1	52,8	53	

Figura 15 – Exemplo da organização dos dados de tráfego.

Na sequência foi feita uma comparação entre dias úteis letivos e dias úteis em férias escolares de meses inteiros com padrão único, ou seja, finais de semana, feriados e semanas com dois ou mais feriados foram excluídas na análise, assim como aqueles meses em que parte são dias letivos e parte são férias escolares. Dessa forma, a comparação entre o fluxo e a velocidade média dos carros foi feita entre a média dos dias úteis de janeiro, mês em que, no Brasil, todos os dias são férias escolares, e a média dos dias úteis dos meses em que no Brasil, todos os dias úteis são dias letivos, ou seja, março, abril, maio, junho, agosto, setembro, outubro e novembro.

Com os dados já representados em gráficos, maior atenção foi dada ao horário que antecede o início das aulas, em um intervalo de uma hora e meia, entre as 6:15 e 7:45 da manhã⁴.

Para a análise do impacto potencial da atividade escolar foi necessário adotar metodologias diferentes de acordo com as condições de tráfego de cada via. Assim, os pontos de controle foram categorizados a partir dos fundamentos da Teoria Fundamental do Tráfego [69] e agrupados em três tipos de condições de tráfego, de acordo com a semelhança em seu padrão de distribuição de fluxo e velocidade:

1. Vias com fluxo livre: esse agrupamento refere-se às vias em que a capacidade atual atende a demanda de fluxo de veículos. Aqui a velocidade média dos veículos sofre pouca ou nenhuma oscilação enquanto há um aumento do fluxo de veículos. Nesse caso, a metodologia utilizada para dimensionar o impacto é a diferença do número de veículos entre meses letivos e não letivos (apresentado no item 4.2.1, com os pontos de controle 01 e 07);
2. Vias congestionadas: esse agrupamento refere-se às vias congestionadas em horário de pico. Nelas a velocidade média dos veículos cai, mesmo em meses não letivos. O aumento da demanda por viagens reduz o fluxo de veículos e o impacto no tráfego passa a ser refletido pela manutenção ou redução do fluxo, e não pelo aumento. Já que o congestionamento pode impedir ou alterar a variação do fluxo, a metodologia adotada para mensurar o impacto nessas vias foi uma comparação

⁴ O horário de início das aulas varia de escola para escola no Distrito Federal, normalmente entre as 7:00 e 8:00 horas da manhã. Assim, este estudo adotou um intervalo aproximado para a análise.

entre o tempo de atraso das viagens (apresentado no item 4.2.2, com os pontos de controle 04, 06 e 08);

3. Vias com capacidade próxima à demanda: nesse agrupamento, ao mesmo tempo que apresentam uma perda de velocidade, apresentam também um aumento de fluxo. Para esse grupo, apesar do aumento do fluxo, também foi utilizada como metodologia a comparação entre o tempo de atraso (apresentado no item 4.2.3, com os pontos de controle 02, 03 e 05).

4.2 RESULTADOS

4.2.1 PONTOS DE CONTROLE 01 E 07

O ponto de controle 01 refere-se ao trecho 007EDF0030, uma entrada ao Plano Piloto dos estudantes residentes da área norte do Distrito Federal, é um ponto interessante pois concentra o fluxo das regiões administrativas do Lago Norte, Varjão, Sobradinho I e II, Fercal e Planaltina. Já o ponto de controle 07, refere-se ao trecho 047EDF0030, a entrada do Plano Piloto que concentra parte dos moradores da Região Administrativa do Park Way, Gama, Santa Maria, e, talvez em menor volume os moradores do início do Lago Sul. Os dados de ambos os pontos de controle estão representados no Apêndice B.

Ambos os pontos seguem um mesmo padrão e tem seus gráficos apresentados no Apêndice B. Esse padrão está aqui representado na Figura 16 e Figura 17 pelos gráficos do Ponto de Controle 01. Neles a velocidade média dos veículos sofre pouca ou nenhuma oscilação enquanto há um aumento do fluxo de veículos, tanto em janeiro como no restante dos meses. Se, conforme aponta Greenshields [69], a perda de velocidade é uma medida de congestionamento, quando não há perda de velocidade a estrada não está além da sua capacidade de transporte livre. Assim, em uma comparação entre os dias úteis letivos e não letivos, o aumento do número de carros indica o aumento da demanda por viagens em cada um dos intervalos.

É importante destacar, que um planejamento adequado vai além do tempo presente, e embora a via não esteja com uma demanda além da sua capacidade, entender os fatores que influenciam os padrões de deslocamento pode ser importante para uma gestão de viagens que previna esse esgotamento, sem que se recorra a saída padrão e controversa de um aumento de infraestrutura.

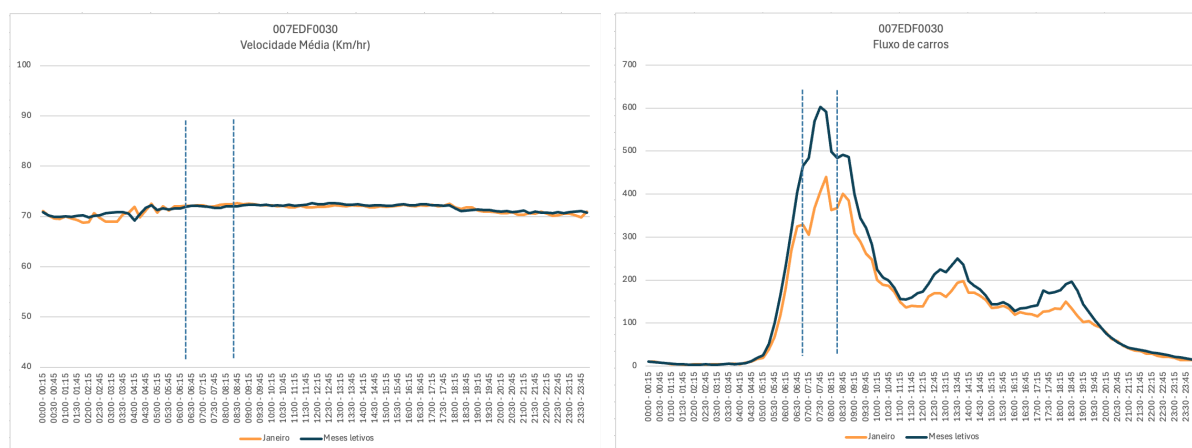


Figura 16-Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 007EDF0030 (ponto de controle 01)

Para investigar o impacto da atividade escolar nesses trechos de via, é essencial considerar, além dos dados mencionados, que muitos trabalhadores tiram férias no mesmo período das férias escolares. Dessa forma, a análise deve levar em conta a comparação entre a variação do fluxo de carros diários dos meses letivos e férias escolares. Os dados completos estão no Apêndice B, a Figura 17 apresenta os dados do ponto de controle 01.

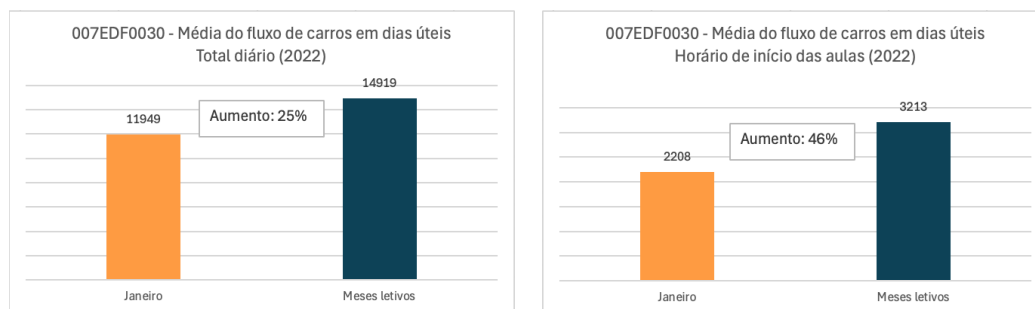


Figura 17- Tráfego de veículos diários e em horário escolar (entre 6:45 e 8:15) na via 007EDF0030 (ponto de controle 01)

A partir dos dados do ponto de controle 01, nota-se que existe um aumento de 25% no número diário de carros, o que indica um número maior de viagens nos meses letivos quando comparados a janeiro. Esse dado sugere que, de fato, é provável que parte das pessoas coincidem suas férias com as férias escolares. Apesar disso, com 46% de aumento, o impacto é muito mais intenso no horário escolar. Isso sugere que o tráfego escolar tem um papel importante, não apenas no tráfego localizado, mas no sistema como um todo, com um potencial impacto direto da atividade escolar, nesse caso, de 21%. Com relação ao ponto de controle 07, com dados apresentados no Apêndice B, o impacto é bastante próximo, 23%.

Além disso, é seguro afirmar que o aumento no número de veículos diários reflete um aumento quase duas vezes maior no horário escolar, que coincide com o horário de maior demanda por viagens.

4.2.2 PONTOS DE CONTROLE 04, 06 E 08

O ponto de controle 04 está inserido no trecho 085EDF010 da via EPTG, trata-se da entrada do Plano Piloto que concentra o fluxo de moradores da região sudeste de Brasília, a mais densa. Já o ponto de controle 06, o trecho da EPIA 003EDF0170, concentra o fluxo da região sul de Brasília. O ponto 06 é a rota mais direta dessa região para o Plano Piloto. O ponto 07, analisado anteriormente, é a sua rota alternativa.

O ponto de controle 08, localizado no trecho da EPIA 003EDF230, concentra o fluxo da área sul de Brasília e atravessa o Park Way, uma região administrativa com um padrão de urbanização tipo subúrbio, ou seja, com baixas densidades, rendimentos altos, uso único e alta dependência do carro.

Todos os três pontos são acessos à região do Plano Piloto e seguem um mesmo padrão, apresentados no Apêndice B e representados a seguir pelos dados do ponto de controle 08 (Figura 18 e Figura 19). Neles, durante o intervalo de início das aulas, a velocidade média dos veículos cai, tanto em janeiro como no restante dos meses.

Se, conforme discutido anteriormente, a perda de velocidade é uma medida de congestionamento, nessa situação, o aumento da demanda por viagens reduz o fluxo de veículos e o impacto no tráfego passa a

ser refletido pela manutenção ou redução do fluxo, e não pelo aumento. Em um congestionamento em que a velocidade dos carros tende a zero, o fluxo também se aproximará de zero.

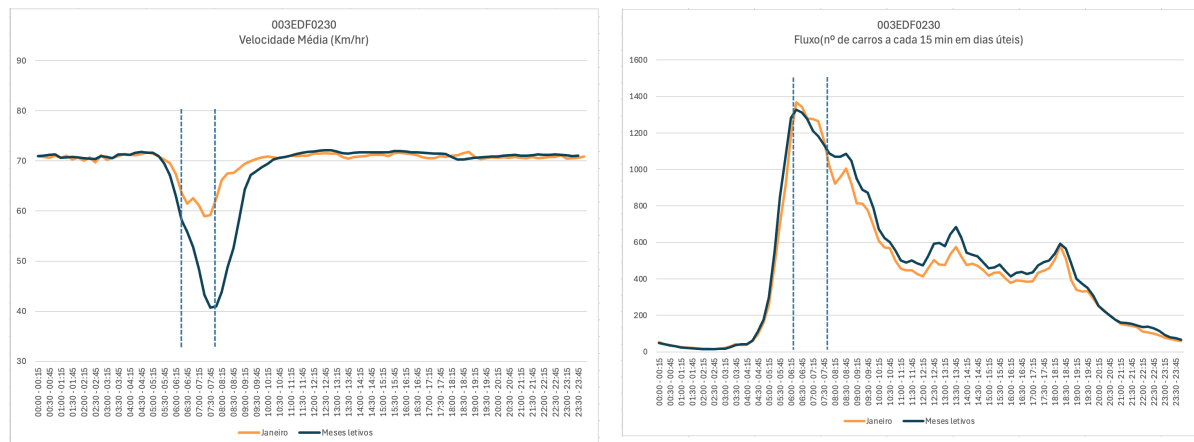


Figura 18- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 003EDF0230 (ponto de controle 08) da EPIA

Os pontos 05 (EPTG) e 09 (EPIA-Park Way) apresentam um aumento de carros nos meses letivos quando comparados ao mês de janeiro de 12% e 9% respectivamente. Apesar de uma maior demanda por viagens indicada pela perda da velocidade, existe um aumento menor ou mesmo a redução no fluxo de veículos no intervalo de início das aulas (Figura 19).

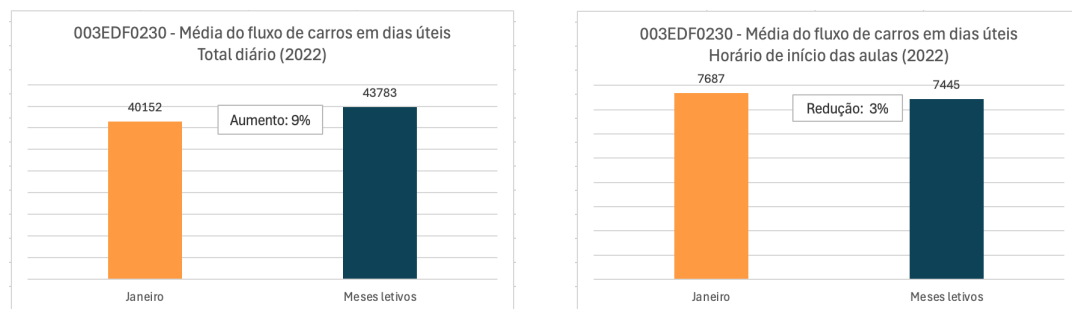


Figura 19- Tráfego de veículos diários e em horário escolar (entre 6:15 e 7:45) no trecho 003DF00230 EPIA Park Way (ponto 08).

Não sendo o fluxo uma opção para dimensionar o impacto da atividade escolar no tráfego em vias congestionadas já que o congestionamento pode impedir ou alterar a variação do fluxo, o tempo de atraso das viagens pode ser um bom indicativo desse impacto.

Como a velocidade é a distância pelo tempo, o seu inverso é o tempo gasto em certa distância, e o atraso pode ser considerado a diferença de tempo gasto a velocidade da via pelo tempo gasto no horário de ponta:

$$V = \frac{km}{h} \Rightarrow \frac{1}{V} = \frac{h}{km} \quad \text{ou} \quad \left(\frac{1}{V}\right) \times 60 = \frac{min}{km}$$

É possível observar com base nos dados disponibilizados, que a velocidade média sem perturbações de fluxo é em média 72 km/h. Assim, para valores referenciais, em todos os três trechos, a velocidade da via com transporte livre considerada é de 72 km/h, logo, o tempo de deslocamento gasto para percorrer 1 km será de 0,83 minutos. Já no intervalo estudado, com congestionamento na via, cada trecho se terá os seguintes dados:

Tabela 7 – Tempo gasto para se deslocar um quilometro.

Trecho	Tempo gasto transporte livre	Janeiro			Meses letivos		
		Velocidade (Km/hr)	Tempo gasto/km (minutos)	Aumento do tempo gasto	Velocidade (Km/hr)	Tempo gasto/km (minutos)	Aumento do tempo gasto
085EDF0010	0,83	63	0,95	14%	54	1,11	33%
003EDF0170	0,83	67	0,91	9%	67	0,91	9%
003EDF0230	0,83	59	1,02	22%	41	1,46	76%

É interessante observar, com base nos dados do ponto 06 (003EDF0170), um “ajuste” no comportamento dos viajantes. Esse caminho tem uma rota alternativa bastante interessante, analisada no ponto 07. Os dados levantados nesse ponto indicam que existe uma redução do fluxo diário e no horário de ponta nos meses letivos e pouco impacto com relação ao tempo gasto (Tabela 7), enquanto se tem um aumento expressivo de fluxo em sua rota alternativo (Apêndice B).

Os outros dois pontos de controle apresentam um impacto no tempo necessário para se deslocar por eles mesmo em janeiro, porém, nota-se que esse impacto, mais uma vez se intensifica em dias letivos. Isso sugere que, mesmo considerando o tempo necessário para se deslocar, o tráfego escolar tem um papel importante no sistema como um todo, com um impacto potencial direto da atividade escolar de 19% no trecho 085EDF0010 e 54% no trecho 003EDF0230.

4.2.3 PONTO DE CONTROLE 02, 03 E 05

O ponto 02 refere-se ao trecho 095EDF0010 da Estrutural, nele se concentram os deslocamentos no sentido Plano Piloto dos moradores da SCIA, e parte dos moradores de Vicente Pires, Taguatinga e Ceilândia. Essa via tem uma particularidade, das 6:00 às 9:20 dos dias úteis há uma inversão no sentido de uma das faixas, transformando a via de sentido duplo em uma via de sentido único em direção ao Plano Piloto.

O ponto de controle 03, trecho da via 001EDF410, analisado em ambos os sentidos, traz os dados de tráfego de acesso à região de Taguatinga. Esse trecho de via difere um pouco das outras, pois não é uma via que liga duas regiões, mas sim que divide, isso pode ser observado no gráfico de fluxo que não mostra um movimento pendular em uma única direção.

Por fim, o ponto de controle 05 refere-se ao trecho 027EDF0010, a acesso à Ponte JK dos moradores do Jardim Botânico e São Sebastião.

Esses três pontos apresentam um perfil um pouco diferente dos anteriores, pois ao mesmo tempo que apresentam uma perda de velocidade, apresentam também um aumento de fluxo (Figura 20 e Apêndice B). Aqui é possível observar outra variável do tráfego anteriormente observada por Greenshields [69].

O autor observou que velocidades maiores implicam em distâncias maiores entre os veículos, logo em um fluxo menor.

Nesse enquadramento, o impacto da atividade escolar pode ser avaliado a partir do aumento de fluxo, porém, esse dado pode não indicar todo o impacto de tal atividade, já que além dele, se tem um aumento do tempo gasto para se deslocar.

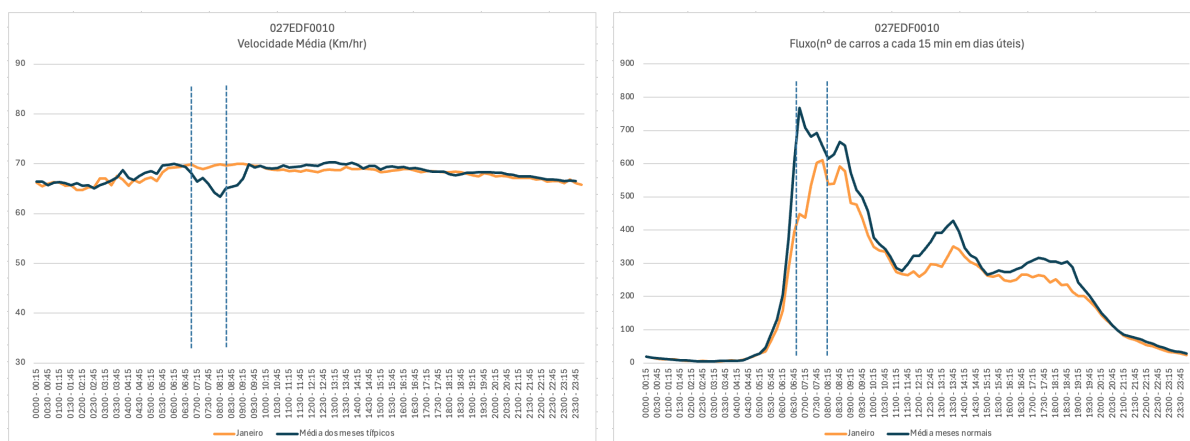


Figura 20- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 027EDF0010 (ponto de controle 05) Acesso a Ponte JK

A perda de velocidade com o aumento de fluxo indica que a via está na parte superior do gráfico apresentado na Figura 13, ou seja, que ainda não chegou a sua capacidade máxima. Nessa situação, semelhante ao que ocorre em vias com transporte livre, analisadas anteriormente (título 4.2.1) é possível observar um aumento no volume de viagens nos meses letivos em comparação a janeiro.

Mais uma vez esse dado pode refletir a possibilidade de que parte das pessoas coincidem suas férias com as férias escolares, o que de certa forma ainda seria um impacto da atividade escolar no tráfego. Porém, aumento do volume de veículos em horário escolar é ainda mais expressivo, sendo 42% maior nos meses letivos quando comparados a janeiro (Figura 21). Neste contexto, considerando o trecho de via 027RDF0010, desconsiderando o aumento diário de 18%, o potencial impacto da atividade escolar representa ainda 24%.

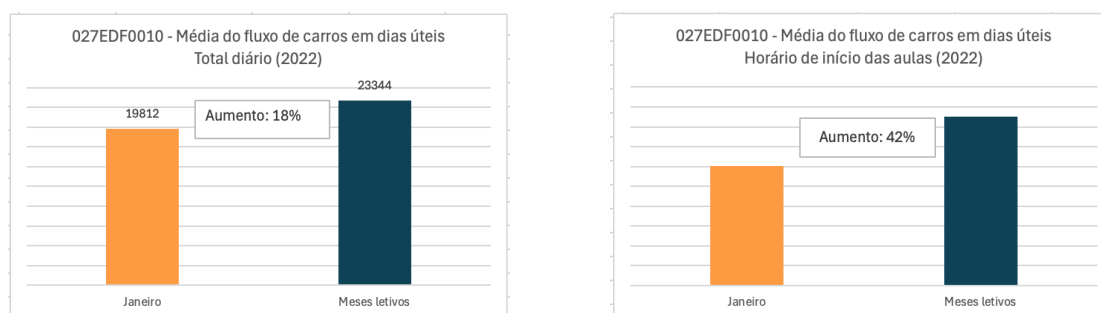


Figura 21- Tráfego de veículos diários e em horário escolar (entre 6:45 e 8:15) no trecho 027DF0010 Acesso a Ponte JK (ponto 05).

Apesar de se ter um aumento de fluxo, é possível observar nessas vias uma queda da velocidade, e um tempo de atraso. Os dados estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Tempo gasto para se deslocar um quilometro.

Trecho	Tempo gasto transporte livre	Janeiro			Meses letivos		
		Velocidade (Km/hr)	Tempo gasto/km (minutos)	Aumento do tempo gasto	Velocidade (Km/hr)	Tempo gasto/km (minutos)	Aumento do tempo gasto
095EDF0010	0,85	69	0,87	3%	66	0,91	8%
027EDF0010	0,86	69	0,87	1%	63	0,95	11%
001EDF410 (sentido Estrutural)	1,2	46	1,3	9%	42	1,43	19%
001EDF410 (sentido Águas Claras)	1,2	44	1,36	14%	41	1,46	22%

Com exceção do trecho 095EDF0010, os pontos de controle apresentam um atraso no tempo necessário para se deslocar por eles mesmo em janeiro, porém, nota-se que esse impacto, mais uma vez se intensifica em dias letivos. Isso sugere que, considerando o tempo necessário para se deslocar, o tráfego escolar tem um papel importante no sistema como um todo, com um impacto potencial da atividade escolar em torno de 10% a mais no tempo de deslocamento dessas vias nos meses letivos quando comparados a janeiro.

O trecho 095EDF0010, no entanto, teve a diferença do seu tempo de atraso entre janeiro e os meses letivos reduzido pela metade. Isso pode ser explicado pela inversão do sentido de uma parte da via, que duplica sua capacidade entre 6:00 e 9:20. Apesar disso, o aumento do fluxo é evidente.

4.3 CONCLUSÃO

Os dados de velocidade média e contagem de veículos das vias estruturantes do DF relevam que, em vias com fluxo livre, o aumento no número de veículos nos dias letivos, quando comparados ao de férias escolares, resulta em um impacto quase duas vezes maior durante o intervalo que antecede o início das aulas.

É possível supor ainda que parte dos trabalhadores coincidem suas férias com as férias escolares. Uma possível sincronização das agendas dos estudantes e seus pais já foi explorada em outros estudos e abordadas na revisão da literatura (Capítulo 2). Subtraindo o aumento de viagens contabilizado pelo aumento de viagens diárias, ainda foi possível observar um impacto no tráfego em torno de 20% no intervalo que antecede o início das aulas.

Esse efeito também é evidente em vias congestionadas. Nelas, os tempos de atraso observados sugerem um impacto direto da atividade escolar de 19% no trecho 085EDF0010 e de 54% no trecho 003EDF0230, por exemplo.

Além disso, pela redistribuição do fluxo de veículos, identificou-se um ajuste no comportamento dos viajantes, que pôde ser observado em uma via com uma rota alternativa.

Esses resultados apontam para um impacto significativo da atividade escolar no tráfego urbano, coincidindo com os horários de ponta e intensificando os picos de demanda. Isso torna os estudantes um grupo promissor para ações estratégicas de gestão de viagens.

Assim, como um próximo passo, compreender os elementos que influenciam os padrões de deslocamento é essencial para uma gestão de viagens eficiente que evite a sobrecarga do sistema, sem depender da solução tradicional e controversa de expandir a infraestrutura.

5

DETERMINANTES DA MOBILIDADE ATIVA DOS ESTUDANTES DO DF

5.1 METODOLOGIA

Com o objetivo de entender quais os fatores que mais influenciam a decisão de como se deslocar até a escola, este trabalho apresenta uma investigação sobre o comportamento de viagem dos estudantes a partir de uma análise estatística que inclui a análise descritiva dos dados, uma análise bivariada, modelagem de regressão logística binária e modelagem de uma árvore de decisão. A Figura 22 apresenta um resumo esquemático com as etapas da investigação, os objetivos de cada etapa e a metodologia adotada.

O público-alvo desse estudo foram os estudantes de Brasília, Distrito Federal, com idades entre 6 e 18 anos. O total da amostra foi de 10.201 crianças. Os dados foram extraídos da Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios de 2021 e do Censo Escolar de 2022.

Na primeira etapa, a partir do referencial teórico e da disponibilidade de dados, foram selecionadas variáveis que pudessem refletir a complexidade do ambiente físico e social e que pudessem estar relacionadas à forma de mobilidade ativa (a pé ou de bicicleta) ou passiva (motorizada) dos estudantes. Foi então feito um tratamento dos dados, com a classificação das variáveis em categóricas nominais, categóricas ordinais e contínuas.

A segunda etapa apresenta uma análise descritiva dos dados. Nela estão apresentadas as frequências de respostas das variáveis categóricas e os dados de estatísticas descritivas, com medidas de tendência central, dispersão e assimetria das variáveis contínuas.

Na sequência, duas análises bivariadas foram feitas. A primeira consistiu em uma investigação das relações entre a variável dependente e as variáveis independentes. Para tanto, foram feitos testes de qui-quadrado para variáveis categóricas, acompanhados da medida de efeito V Cramer para quantificar a força da associação entre elas. Por fim, para a análise das variáveis contínuas foram feitos testes t de Student para amostras independentes e o teste de tamanho de efeito Cohen's d.

A segunda análise bivariada, refere-se à investigação sobre como as variáveis independentes estão relacionadas umas com as outras, ou seja, o quanto duas variáveis explicam a mesma coisa. Para tanto, foi investigada a colinearidade entre as variáveis categóricas pela medida de efeito V Cramer; entre variáveis categóricas e contínuas pela análise de variância ANOVA acompanhada da medida de efeito Eta^2 parcial; e entre variáveis contínuas pela matriz de correlação de Pearson.

Por fim, foi feita uma modelagem de Regressão Logística Binária. Esse modelo estatístico foi escolhido pelo perfil do banco de dados analisado em que a variável dependente é binária, e as variáveis independentes incluem tanto categóricas como contínuas. A análise foi complementada pela classificação da Árvore de decisão.



Figura 22 - Quadro resumo da metodologia utilizada para a investigação da mobilidade dos estudantes no Distrito Federal

5.2 DADOS

O principal banco de dados utilizado foi a Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios (PDAD) de 2021. Trata-se de uma pesquisa domiciliar amostral que tem como objetivo investigar informações demográficas, sociais, de trabalho e de renda, além de atributos dos domicílios [68].

Na PDAD de 2021, a seleção da amostra seguiu o esquema de amostragem aleatória sistemática. O tamanho da amostra para cada Região Administrativa foi definido com base no parâmetro estatístico variância da renda domiciliar. Isso quer dizer que quanto maior a variância da renda, maior a amostra da localidade, e consequentemente, quanto maior a variação, maior o número de domicílios entrevistados [68].

Como resultado, o número de entrevistas em cada região não é proporcional ao total de domicílios existentes em cada uma delas, e algumas regiões com menor população podem ter um número relativamente maior de entrevistas, enquanto regiões mais populosas podem estar sub-representadas na amostra.

Para corrigir esse desbalanceamento e garantir representatividade nas análises, cada unidade amostral foi associada a um peso estatístico, que é inversamente proporcional à probabilidade de seleção na respectiva região. Esse peso estatístico foi calculado e disponibilizado na própria PDAD. Ou seja, uma resposta proveniente de uma região menos amostrada em relação ao total de sua população terá um peso

maior nas análises, compensando a subamostragem e permitindo que os resultados reflitam adequadamente a estrutura da população total. Dessa forma, a amostra inicial de 10.201 crianças, quando ponderada com o peso estatístico de cada criança, torna-se uma amostra de 406.040 crianças.

Foram excluídos do banco de dados os questionários de crianças que não frequentavam a escola, aquelas que não responderam à pergunta sobre como ou quanto tempo levam para ir até a escola, as que não estavam classificadas segundo o critério de renda ou de insegurança alimentar e as que não responderam sobre o tempo de moradia.

A variável dependente desse estudo é a mobilidade ativa dos estudantes. A pergunta original realizada no inquérito foi “Quais meios de transporte utiliza para ir à unidade de ensino?”. A partir dela, uma variável categórica binária foi criada, a mobilidade ativa dos estudantes, em que “1” representa as respostas a pé ou de bicicleta, e 0 representam as respostas de carro, de ônibus, de transporte escolar, transporte privado como táxi e uber, metrô, motocicleta, ou seja, meios motorizados.

As variáveis independentes estão relatadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Lista de Variáveis independentes

Variáveis	Referência	Tipo	Resposta Original	Resposta transformada
Ambiente Construído				
Rua_calc (Sua rua tem calçada?)	[41] [42] [25] [22] [39]*		Não/Sim	-
Ilumin_rua (Sua rua tem iluminação?)	[26]		Não/Sim	-
Ciclovía (Tem ciclovía perto da sua casa?)	[19] [18]* [42] [25]		Não/Sim	-
Qual_calc (A sua calçada é?)	[25] [28]		Ótima/Boa /Regular/Ruim/ Péssima/Não tem	-
Tempo_desl (Qual o tempo de deslocamento até a escola?)	[8] [17] [14] [19] [31] [23] [9]* [18]* [32] [26] [27] [28] [25] [33] [34] [35]* [19] [29] [36] [37] [38] [22], [30] [29] [30] [39]*[40] ⁵		Até 15 minutos/De 15 a 30 minutos/De 30 minutos a 1 hora/De 1 a 2 horas/Mais que 2 hrs/Não sabe	-
Ens_Fund_Esc/10.000 hab (Escolas de ensino fundamental a cada 10.000 habitantes por RA)	-		*mensurada a partir Censo Escolar de 2022 [70]	
Ens_Med_Esc/10.000 hab (Escolas de ensino médio a cada 10.000 habitantes por RA)	-		*mensurada a partir Censo Escolar de 2022 [70]	
Densidade Relativa hab/Ha (Habitantes por área urbanizada em hectare por RA)	[41] [27] [8] [42] [43] [22] [24] [36] [30] [31]		*mensurada a partir de dados do Geoportal do Distrito Federal.	
Ambiente Natural				
Ruas_arb (Nas proximidades do seu domicílio existem ruas arborizadas?)	[43] [8]		Não/Sim	-

⁵ Variável utilizada como uma Proxi da proximidade

Áreas_verdes (Nas proximidades do seu domicílio existem jardins, parques ou praças?)	[18]* [26] [44] [19]		Tem jardins (sim/não) Tem parques (sim/não) Tem praças (sim/não)	Não/Sim
Fatores Socioeconômicos e Sociodemográficos				
Sexo	[8] [26] [42] [24] [32] [16] [22]		Masculino/ Feminino	-
Idade	[19] [31] [23] [9]* [34] [35]* [41] [37] [44] [32]		Nº de anos de vida	-
Irmão (tem irmão)	[14] [23] [31]		Contagem de crianças no mesmo domicílio	Não/Sim
Domic_prop (Seu domicílio é próprio?)	[23]		Não/Sim	-
Posse_carro (Possui carro?)	[43] [26] [28] [34] [16] [22] [44] [8] [17] [31], [37]		Não/Sim	-
Posse_bike (Possui bicicleta?)	-		Não/Sim	-
Posse_cel_tab (Possui celular ou tablet?)	-		Quanto celulares possui Quanto tablets possui	Não/Sim
Tipo_escola	-		Sim, pública Sim, particular Não, mas já frequentou Não, nunca frequentou	Pública/ Particular
Cor_pele (Cor da pele ou raça.)			Branca/Preta/Amarela/ Parda/Indígena	-
Criança_com_def (Criança com alguma deficiência visual, auditiva ou motora.)	[28]		Tem, não consegue de modo algum Tem muita dificuldade Tem alguma dificuldade Não tem dificuldade	Não/Um Pouco/Sim
Arranjos (Composição familiar.)	[8]		Unipessoal / Monoparental feminino / Casal com 1 filho / Casal com 2 filhos / Casal com 3 filhos ou mais / Casal sem filhos / Outro perfil	Monoparental /Casal com 1 filho/Casal com 2 filhos/Casal com 3 filhos ou +/Outros
Pais_escolaridade (Maior escolaridade entre o casal responsável pelo domicílio)	[43] [37] [26] [28] [16] [29] [44]		Sem instrução/ Fundamental incompleto ou equivalente/ Fundamental completo ou equivalente/ Médio incompleto ou equivalente/ Médio completo ou equivalente/ Superior incompleto ou equivalente/ Sem classificação	Sem instrução/Ensino fundamental completo ou não/Ensino Médio Completo/Ensino Superior completo/

Extrato_socioec (Adaptação da classificação segundo o Critério Brasil)	[24] [38] [24] [17] [14] [34] [38] [22]		A/B1/B2/C1/C2/DE	-
Inseg_alimentar (Classificação da segurança alimentar segundo a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar.)	[23] [36]		Segurança/Insegurança Leve /Insegurança moderada/Insegurança grave/Sem classificação	-
Fatores de percepções e atitudes				
Pais_mobil_ativa_trab (Responsável ou cônjuge vai a pé ou de bicicleta para o trabalho?)	[23]		De ônibus (sim/não) De Carro (sim/não) Transporte privado (sim/não) De metrô (sim/não) De moto (sim/não) De bike (sim/não) A pé (sim/não)	Não/Sim/ Não responderam
Pais_Intencao_ficar (Tem intenção de permanecer no domicílio nos próximos 12 meses?)	[21]		Não/Sim/Não sabem	Não/Sim
Pais_Tempo_mora (Há quanto tempo os pais moram nessa RA?)	[21]		Nº de anos	-
RA_estuda_mora (Estuda e mora na mesma Região Administrativa?)	[8] [17] [14] [19] [31] [23] [9]* [18]* [32] [26] [27] [28] [25] [33] [34] [35]* [19] [29] [36] [37] [38] [22], [30] [29] [30] [39]*[40] ⁶		RA que mora X RA que estuda	Não/Sim
Turn_est (Turno que estuda.)	-		Manhã/Tarde/Noite/Integral/Não sabe	-
Segurança no Trânsito				
Travessia_ped (Nas proximidades da sua casa existe travessia sinalizada para pedestre?)	[25] [39]		Não/Sim/Não sabe	Não/Sim
Policiam_reg (Tem policiamento regular perto da sua casa?)	[26]		Não/Sim/Não sabe	Não/Sim
n_acidentes/100.000hab (número de acidentes de trânsito a cada 100.000 habitantes por RA)	[26] ⁷		Mensurada a partir de dados cedidos pela Secretaria de Estado de Segurança Pública do DF	

Legenda:

Categóricas;



Categóricas ordinais;



Contínuas

Sobre as variáveis independentes apresentadas na Tabela 9, algumas observações são pertinentes.

A maior parte das variáveis listadas já foram analisadas em contextos diferentes. As exceções são as taxas de escolas, a posse de bicicleta, a posse de tablet e/ou celular, o tipo de escola, o turno de estudo e a cor da pele.

⁶ Variável utilizada como uma *proxy* da proximidade.

⁷ O risco de acidentes foi discutido no estudo [26], porém, não de forma objetiva como é o caso deste estudo.

Alguns estudos que compõem a revisão da literatura, investigaram a relação da etnia com a mobilidade ativa dos estudantes. No entanto, em vez de utilizar a variável "etnia", este estudo adotou a cor de pele autodeclarada por ser a classificação mais adequada e consolidada no contexto brasileiro, e por ser adotada por órgãos oficiais como o PDAD e IBGE, por exemplo. A escolha se justifica, pela ampla aceitação em pesquisas nacionais e pela relevância da cor da pele como marcador de desigualdades sociais no Brasil.

A posse de bicicleta foi escolhida pela disponibilidade de dados e pela curiosidade de entender se ações envolvendo incentivos fiscais para compra de bicicletas poderiam ser promissoras para a promoção da mobilidade ativa. Assim, como a posse da bicicleta, a escolha da variável posse de celular e/ou tablet partiu de uma curiosidade pessoal, desta vez relacionada ao impacto do uso excessivo de telas na mobilidade infantil.

As variáveis referentes a taxa de escola e tipo de escolas parecem particularmente relevantes para o contexto brasileiro. Regiões administrativas com menor número de escolas exigem que seus estudantes se desloquem para outras regiões administrativas, impossibilitando o deslocamento ativo. Isso pode ser observado no fluxo de alunos do Sol Nascente para Ceilândia, da Estrutural (SCIA) para o Guará ou mesmo do Jardim Botânico para o Lago Sul. Já o tipo de escola parece envolver tanto a proximidade como fortes relações socioculturais, já que os pais podem escolher a escola a partir da sua renda e/ou escolaridade mais do que pela proximidade, por exemplo.

Segundo Mitra [31], o ambiente construído perto de casa, da escola ou ao longo do caminho influenciam a escolha de caminhar. Porém, sua pesquisa sugere que as características físicas ao redor da casa do estudante têm uma relação mais forte com sua escolha sobre como ele se desloca do que as características do entorno da escola. Por isso, e por causa da disponibilidade de dados, a maioria das variáveis do ambiente construído usadas neste estudo se refere ao entorno do domicílio.

No entanto, três variáveis são uma exceção e refletem características físicas do bairro, a densidade de escolas de ensino médio, de ensino fundamental e a densidade relativa. Essas três variáveis, junto com a taxa de acidentes compõe ainda outro grupo, são as que não foram extraídas do PDAD de 2021.

A densidade de escolas foi definida a partir do Censo Escolar de 2022 [70]. Cada escola foi associada à da região a qual pertence a partir de seu endereço. Em seguida, com os dados da população [71], foi calculado o número de escolas por 10.000 habitantes em cada região. Esse valor foi então associado aos registros das crianças, conforme a região onde moram.

A densidade relativa foi calculada a partir de um mapa base georreferenciado disponibilizado através do Geoportal do Distrito Federal. Para o cálculo da área foram criadas manchas de ocupação urbanas ou rurais com características urbanas. Essas manchas incluíram lotes residenciais, os parques urbanos, ruas, calçadas, estacionamentos e praças públicas. Áreas rurais dispersas e o Parque Nacional foram excluídos do cálculo. As manchas das áreas consideradas estão no Apêndice C – Manchas de Ocupação.

Já a taxa de acidentes foi calculada a partir de dados de sinistros fatais no ano de 2023 disponibilizados pela Secretaria de Estado de Segurança Pública depois de uma solicitação amparada na Lei de Acesso à Informação. Foram disponibilizados dados do dia e hora dos acidentes, a via que aconteceu o acidente, latitude e longitude, o tipo de colisão e os veículos envolvidos. Os dados foram plotados em um mapa e o número de acidentes de trânsito foi calculado para cada 100.000 habitantes por RA.

As variáveis Pais_escolaridade e Pais_mobil_ativa_trab representam características socioeconômica e comportamentais do casal responsável pelo domicílio. Neste estudo, foi considerado que o responsável pelo domicílio também é o responsável pela(s) criança(s) que mora(m) ali. No entanto, não foi possível

confirmar o grau de parentesco com a criança. Em alguns casos, pela idade dos entrevistados, é possível supor que o responsável fosse, por exemplo, avô ou irmão, e não o pai ou a mãe.

As variáveis Extrato_socioec e Inseg_alimentar são classificações realizadas e disponibilizadas pela própria PDAD 2021.

A variável Inseg_alimentar segue a classificação da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar proposta pelo IBGE [72]. Já a variável Extrato_socioec representa uma estimativa da renda média domiciliar para os estratos do Critério Brasil, metodologia revisada periodicamente pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisas. Trata-se de um sistema que estima a renda indiretamente com base em bens de consumo duráveis, escolaridade do chefe da família e acesso a serviços públicos. Atribuem-se pontos para diferentes fatores presentes no domicílio, e a soma desses pontos determina a classificação do domicílio em uma faixa de renda presumida, conforme a Tabela 10.

Tabela 10 - Extrato Socioeconômico

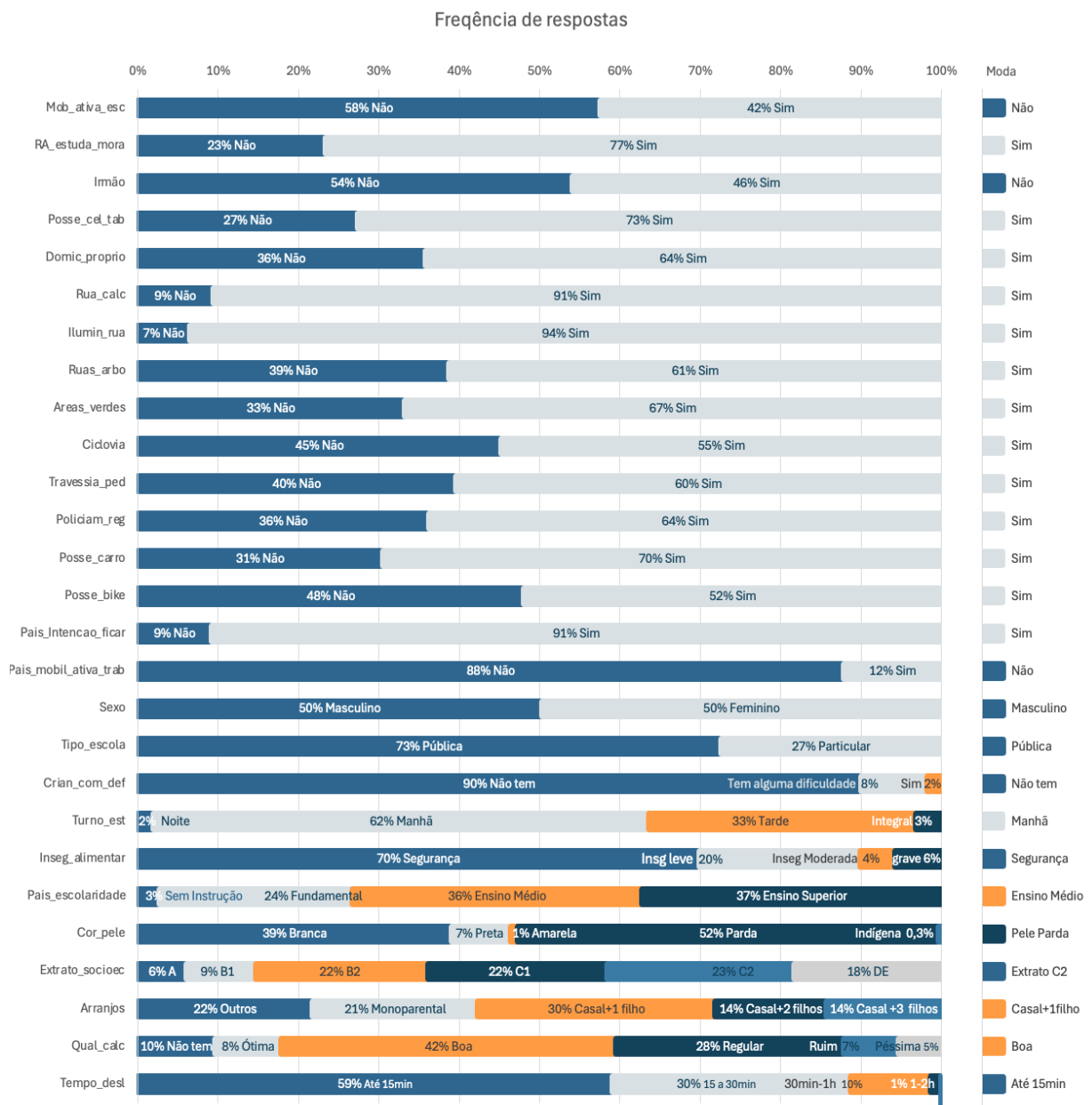
Extrato	Renda média domiciliar
A	R\$ 26.811,68
B1	R\$ 12.683,34
B2	R\$ 7.017,77
C1	R\$ 3.980,38
C2	R\$ 2.403,04
DE	R\$ 1.087,77

Fonte: Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa [73]

5.3 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

Para compreender a estrutura e as características gerais dos dados, ou seja, o perfil da amostra, bem como identificar inconsistências ou ruídos, foi realizada uma análise descritiva considerando a natureza de cada conjunto de informações. As variáveis categóricas foram investigadas com base em dados de frequência e moda (Figura 23). Já as variáveis contínuas foram avaliadas por meio de medidas de tendência central, dispersão e assimetria (Tabela 11).

Figura 23- Estatísticas resumidas: frequência percentual das respostas das variáveis categóricas.



Na Figura 23 é possível observar que algumas variáveis têm uma distribuição mais equilibrada do que outras. É importante lembrar que muitas categorias pequenas estão sujeitas a uma superparametrização e perda de poder estatístico, esse fato foi considerado na escolha das variáveis para os ajustes do modelo de regressão e interpretação dos resultados.

A variável dependente possui boa distribuição, já que 58% dos estudantes se deslocam por veículos motorizados enquanto 42 % se deslocam a pé ou de bicicleta.

Tabela 11 – Estatísticas resumidas: Medidas de tendência central, dispersão e assimetria das variáveis contínuas.

	Pais_tempo_mor	Ens_Fund_Esc /10.000 hab.	Ens_Med_Esc /10.000 hab.	Densidade Relativa hab./Ha	n_acidentes /100.000hab	ln_acidentes /100.000hab	Idade
Média	21,29	3,0063	0,8642	61,5388	7,9196	1,7932	11,98
Erro-padrão	0,1984	0,01950	0,0077	0,4184	0,0917	0,01106	0,0491
Mediana	18	2,7354	0,8575	59,5522	6,8651	1,8116	12
Moda	20	3,9718	0,9059	82,4675	0,59941	0	15
Desvio-padrão	14,802	1,4551	0,5757	31,2203	6,8424	0,8251	3,664
Variância	219,094	2,1172	0,3315	974,7042	46,8180	0,6808	13,424
Curtose	-0,564	-0,8021	0,5827	0,2693	105,4585	0,3877	-1,1980
Assimetria	0,590	0,0564	0,8259	0,6062	6,2654	-0,0717	-0,072
Intervalo	83	5,9899	2,6673	135,9520	172,7116	5,15	12
Mínimo	0	0,0982	0	3,910975794	0	0	6
Máximo	83	6,0880	2,66727633	139,8629564	172,7115717	5,1516	18
N da amostra	406.040	406.040	406.040	406.040	406.040	406.040	406.040
Intervalo de confiança (95,0%)	21,25	3,0018	0,8625	61,4428	7,8985	1,9361	11,97
	21,34	3,0108	0,8660	61,6349	7,9406	1,9409	11,99

A Tabela 11 mostra que a média e mediana apresentam valores próximos, isso indica que as distribuições dessas variáveis são razoavelmente simétricas e não muito enviesadas.

Em relação ao desvio padrão, a variável Ens_Med_Esc por 10.000 habitantes apresenta o menor valor. Como essa variável tem baixa variação, ela pode ter menor poder explicativo. Por isso, se for colinear com outra variável, pode ser excluída da análise.

A maioria das variáveis tem uma boa distribuição. A exceção é a taxa de acidentes, que apresenta alta assimetria e curtose. Para resolver isso, foi aplicada uma transformação logarítmica, também mostrada na Tabela 11.

Os valores de erro-padrão indicam o grau de incerteza das estimativas. Como essa pesquisa busca relacionar variáveis independentes com uma variável dependente categórica, é importante que as médias sejam confiáveis. Os erros-padrão mais baixos, como os apresentados, sugerem maior precisão.

Assim, tendo em vista essas características dos dados, as transformações necessárias e o grande número de variáveis, o próximo passo foi realizar uma análise bivariada em duas etapas. Os resultados dessa análise estão apresentados nos próximos capítulos.

5.4 ANÁLISE BIVARIADA ENTRE A VARIÁVEL DEPENDENTE E AS INDEPENDENTES

Com o objetivo de entender a relação entre a mobilidade dos estudantes e as diversas variáveis independentes foi realizada uma análise bivariada. Primeiro foram analisadas as variáveis categóricas nominais e ordinais, em seguida as variáveis contínuas. As estatísticas descritivas de frequência de

mobilidade ativa ou passiva estratificada pelas categorias das variáveis categóricas independentes estão apresentadas no Apêndice D.

Segundo Field [74], em amostras grandes, como a deste estudo, o p-valor tende a ser muito pequeno, indicando significância estatística mesmo para diferenças ou associações triviais, o que pode levar a interpretações equivocadas. Segundo o autor, nesses casos, deve-se ter cuidado com a interpretação da significância, e aponta os testes do qui-quadrado associados ao V Cramer como uma forma adequada de analisar a associação entre duas variáveis categóricas, já que podem quantificar a magnitude da associação entre elas.

Como pode ser observado na Tabela 12 os valores de p-valor indicam que praticamente todas as variáveis têm significância estatística na análise. No entanto, os valores de efeito V de Cramer variam, indicando a força das associações.

Tabela 12 - Estatísticas descritivas das variáveis categóricas estratificadas por modos ativos e passivos.

Variável independente	Mobilidade Passiva	Mobilidade ativa	p-valor	V Cramer
Tipo_escola				
Pública	58,1%	92,2%	<0,001	0,378
Particular	41,9%	7,8%		
Extrato_socioec				
A	9,8%	1,2%	<0,001	0,378
B1	13,0%	2,7%		
B2	27,3%	13,5%		
C1	20,2%	25,3%		
C2	16,5%	32,3%		
DE	13,2%	25,1%		
Tempo_desl				
Até 15 min	44,7%	59,1%	<0,001	0,350
Entre 15 e 30 min	38,0%	29,6%		
Entre 30 min e 1 h	15,3%	10,0%		
Entre 1 e 2 h	2,0%	1,3%		
Mais de 2h	0,1%	0,0%		
RA_estuda_mora				
Não	35,8%	6,5%	<0,001	0,343
Sim	64,2%	93,5%		
Pais_escolaridade				
Sem instrução	1,4%	4,4%	<0,001	0,320
Ensino Fundamental	17,2%	33,3%		
Ensino médio completo	31,4%	42,4%		
Ensino superior completo	50,0%	19,9%		
Posse_carro				
Não	21,2%	43,1%	<0,001	0,235
Sim	78,8%	56,9%		
Inseg_alimentar				

Segurança	77,9%	59,0%	<0,001	0,209
Insegurança leve	15,6%	26,1%		
Insegurança moderada	3,1%	6,0%		
Insegurança grave	3,4%	8,9%		
Domic_proprio				
Não	28,2%	46,0%	<0,001	0,183
Sim	71,8%	54,0%		
Pais_mobil_ativa_trab				
Não	92,7%	81,3%	<0,001	0,172
Sim	7,3%	18,7%		
Qual_calc				
Não tem	11,7%	6,8%	<0,001	0,172
Ótima	10,5%	5,2%		
Boa	43,7%	38,8%		
Regular	24,3%	33,9%		
Ruim	5,3%	8,7%		
Péssima	4,6%	6,6%		
Posse_cel_tab				
Não	22,1%	34,6%	<0,001	0,138
Sim	77,9%	65,4%		
Arranjos				
Outros (unipessoal, casal)	20,4%	21,8%	<0,001	0,124
Monoparental feminino	23,5%	20,5%		
Casal com 1 filho	31,5%	29,6%		
Casal com 2 filho	12,1%	13,8%		
Casal com 3 filhos ou mais	12,4%	14,3%		
Cor_pele				
Branca	43,8%	32,8%	<0,001	0,112
Preta	6,6%	8,2%		
Amarela	0,8%	1,1%		
Parda	48,5%	57,8%		
Indígena	0,3%	0,2%		
Turno_est				
Manhã	63,6%	58,9%	<0,001	0,093
Tarde	30,8%	36,7%		
Noite	1,6%	2,6%		
Integral	4,0%	1,8%		
Rua_calc				
Não	11,6%	6,3%	<0,001	0,089
Sim	88,4%	93,7%		
Irmão				
Não tem	57,3%	49,8%	<0,001	0,075
Tem	42,7%	50,2%		
Pais_Intencao_ficar				

Não	8,0%	10,8%	<0,001	0,048
Sim	92,0%	89,2%		
Ruas_arbo				
Não	36,9%	41,3%	<0,001	0,045
Sim	63,1%	58,7%		
Posse_bike				
Não	46,7%	50,1%	<0,001	0,033
Sim	53,3%	49,9%		
Sexo				
Masculino	49,4%	51,6%	<0,001	0,022
Feminino	50,6%	48,4%		
Travessia_ped				
Não	40,2%	38,7%	<0,001	0,016
Sim	59,8%	61,3%		
Crian_com_def				
Não tem	90,4%	89,6%	<0,001	0,014
Tem alguma dificuldade	7,9%	8,7%		
Tem	1,7%	1,7%		
Ciclovias				
Não	45,9%	44,6%	<0,001	0,013
Sim	54,1%	55,4%		
Areas_verdes				
Não	33,6%	32,6%	<0,001	0,011
Sim	66,4%	67,4%		
Policiam_reg				
Não	36,0%	36,6%	<0,001	0,006
Sim	64,0%	63,4%		
Ilumin_rua				
Não	6,5%	6,5%	0,402	0,001
Sim	93,5%	93,5%		
Tem alguma dificuldade	7,9%	8,7%		
Tem	1,7%	1,7%		

Com base na Tabela 12 é possível afirmar que, das variáveis independentes, a que possui relação mais forte com o tipo de mobilidade dos estudantes é o tipo de escola, sendo os que estudam em escola pública mais propensos a ir a pé ou de bicicleta para a escola. Seguida pelo Estrato_socioec, que se refere a classificação de renda. É possível observar que quanto maior classe de renda em que a família se enquadra menores são os índices de deslocamento ativo para a escola.

Na sequência, estão o tempo de deslocamento e morar na mesma RA que estuda com índices que indicam que distâncias mais curtas favorecem a mobilidade ativa. Esse dado não surpreende e corrobora a narrativa do conceito de Cidade de 15 minutos, já que a mobilidade ativa se sobrepõe à passiva apenas em distâncias curtas.

Com relação à escolaridade dos pais, é possível observar que entre os que se deslocam de forma passiva 50% tem ensino superior completo, enquanto entre os que se deslocam de mobilidade ativa apenas

19,9% tem ensino superior completo. Isso indica uma associação negativa da escolaridade com a mobilidade, ou seja, quanto maior a escolaridade dos pais, menor a mobilidade ativa. O mesmo foi encontrado em vários outros estudos [26] [28] [16] [29] [44].

Além disso, dos que se deslocam de forma passiva, a maior parte possui carro e domicílio próprio. Esses índices são mais equilibrados entre os que se deslocam de forma ativa.

A segurança alimentar parece ser um fator importante. Pessoas com mobilidade passiva apresentam maior proporção de segurança alimentar (77,9%) do que aquelas com mobilidade ativa (59,0%), e conforme a insegurança alimentar se agrava, a proporção aumenta na mobilidade ativa.

Com uma associação um pouco mais fraca, mas ainda representativa, os valores indicam que pode existir influência do comportamento dos pais sobre os filhos, e que a qualidade das calçadas, os arranjos familiares e a cor da pele podem influenciar na mobilidade dos estudantes.

É interessante notar que a mobilidade passiva se sobrepõe à ativa em famílias com apenas 1 filho ou em famílias com mães solteiras, perfil de 51% da amostra. Ou seja, o perfil que é mais propenso a se deslocar de forma passiva é também o mais numeroso.

A variável qualidade da calçada chama a atenção, pois indica que a mobilidade ativa é maior em locais com calçadas boas (43,7%) e regulares (24,3%). Curiosamente, esse índice não é maior em locais com calçadas ótimas, o que sugere que as pessoas podem estar caminhando mais por falta de alternativas de transporte do que pela qualidade do espaço.

Assim, foram considerados relevantes para esta análise os fatores que apresentaram significância estatística e tamanho de efeito V Cramer $> 0,10$, ou seja, as variáveis categóricas mais prováveis para a regressão logística binária são: Tipo_escola, Extrato_socioec, Tempo_desl, RA_estuda_mora, Pais_escolaridade, Posse_carro, Inseg_alimentar, Domic_proprio, Pais_mobil_ativa_trab, Qual_calc Posse_cel_tab, Arranjos e Cor_pele,

Por fim, a última análise foi a relação entre a mobilidade dos estudantes e as variáveis contínuas. Para tanto, foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes e o índice de tamanho de efeito Cohen's d .

O teste t de Student foi utilizado para comparar as médias das variáveis contínuas entre os dois grupos de mobilidade, conforme sugerido por Field [74]. Esse teste permite verificar se a diferença observada entre as médias é estatisticamente significativa ou se pode ter ocorrido por acaso. No entanto, como abordado anteriormente, amostras grandes podem apontar significância mesmo para diferenças pequenas.

Assim, além do p -valor, que mostra se há uma diferença estatisticamente significativa entre dois grupos, também foi calculado o valor de Cohen's d , que indica o tamanho dessa diferença. Essa medida mostra quantos desvios padrão separam as médias dos grupos, ajudando a entender se a diferença é pequena, média ou grande, independentemente do tamanho da amostra [74]. Os valores encontrados estão na Tabela 13.

Tabela 13 - Estatísticas descritivas das variáveis contínuas por modos ativos e passivos.

Variável independente	Média			t	p-valor	IC (95%)		Cohen's d
	Mobilidade Passiva	Mobilidade ativa	Diferença			Inferior	Superior	
Densidade Relativa hab/Há	57,6581	66,8122	-9,154	-98,617	< 0,001	-9,336	-8,9722	-0,296
ln_n_acidentes/100.000hab	1,8472	2,0624	-0,215	-91,907	< 0,001	-0,2198	-0,2106	-0,278
Tempo_mor	20,08	22,94	-2,860	-60,804	< 0,001	-2,947	2,763	-0,194
Ens_Fund_Esc/10.000 hab	2,9117	3,1347	-0,223	-49,722	< 0,001	-0,2318	-0,02142	-0,154
Ens_Med_Esc/10.000 hab	0,8829	0,8389	0,044	24,961	< 0,001	0,0405	0,04755	0,076
Idade	12,06	11,87	0,190	15,893	< 0,001	0,162	0,207	0,05

Com base no valor Cohen's d é possível afirmar que as variáveis com maior impacto na mobilidade dos estudantes são tempo de moradia ($d=-0,194$), taxa de acidentes ($d=-0,278$) e densidade relativa, ($d=-0,296$). A taxa de escolas de ensino fundamental apresentou efeito pequeno ($d=-0,154$), e a taxa de escolas de ensino médio e a idade apresentaram valores que indicam efeitos ainda menores com $d=0,076$ e $d=0,05$, respectivamente.

Além disso, é possível observar na Tabela 13 que a média da taxa de escolas de ensino fundamental (sim: 3,14; não: 2,911), da densidade relativa (sim: 66,81; não: 57,66), do tempo de moradia (sim: 22,94; não: 20,08) e da taxa de acidentes no trânsito (sim: 2,06; não: 1,85) foi significativamente maior no grupo com mobilidade ativa. Esses valores sugerem que as áreas com mobilidade ativa tendem a ser mais densas, com moradores que vivem a mais tempo no local e com mais escolas de ensino fundamental.

Além disso, os dados indicam que os locais com maiores índices de mobilidade ativa são também aqueles com maiores taxas de acidentes. Embora à primeira vista um pouco contraintuitivo, isso pode estar relacionado ao aumento de interações combinado a infraestrutura inadequada.

Assim, as variáveis contínuas mais prováveis para a regressão logística bivariada são: Densidade Relativa hab/Ha, ln_n_acidentes/100.000hab, Tempo_mor, Ens_Fund_Esc/10.000 hab.

5.5 ANÁLISE BIVARIADA DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

Nesta etapa a análise bivariada tem como objetivo entender a relação entre as variáveis independentes e identificar possíveis casos de colinearidade, ou seja, se existem variáveis altamente correlacionadas que podem estar explicando o mesmo fenômeno. A presença de colinearidade pode inflar os erros padrão dos coeficientes de regressão, tornando-os menos confiáveis [74].

Para tanto, foram analisadas as variáveis categóricas entre si, em seguida as relações entre as variáveis categóricas e contínuas e, por fim, as variáveis contínuas entre si.

5.5.1 VARIÁVEIS CATEGÓRICAS X CATEGÓRICAS

Para avaliar a associação entre as variáveis categóricas, utilizou-se inicialmente o teste de qui-quadrado de Pearson, seguida pela verificação do V Cramer. Essa medida, já discutida anteriormente, quantifica a força da associação entre as variáveis categóricas. Os valores encontrados foram organizados em uma matriz apresentada na Figura 24.

Figura 24 - Matriz com os valores V Cramer encontrados para os pares de variáveis categóricas.

		V de Cramer																																														
Imão	0,01																																															
Possui_cel_tab	0,07	0,08																																														
Domic_proprio	0,10	0,03	0,07																																													
Rua_calc	0,12	0,04	0,09	0,07																																												
Ilumin_rua	0,01	0,05	0,11	0,03	0,36																																											
Ruas_arbo	0,04	0,03	0,13	0,02	0,16	0,14																																										
Areas_verdes	0,08	0,02	0,12	0,06	0,29	0,22	0,51																																									
Ciclovia	0,10	0,05	0,12	0,09	0,27	0,15	0,36	0,44																																								
Travessia_ped	0,08	0,03	0,12	0,11	0,31	0,20	0,34	0,43	0,59																																							
Policiam_reg	0,00	0,01	0,07	0,03	0,17	0,17	0,16	0,19	0,23	0,22																																						
Prop_carro	0,07	0,08	0,18	0,24	0,09	0,08	0,17	0,13	0,13	0,11	0,04																																					
Prop_bike	0,03	0,12	0,04	0,07	0,06	0,03	0,09	0,08	0,08	0,07	0,05	0,18																																				
Pais_intencao_ficar	0,01	0,01	0,00	0,20	0,02	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00	0,03	0,06	0,01																																			
Pais_mobil_ativa_trab	0,08	0,01	0,05	0,10	0,01	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,00	0,07	0,05	0,02																																		
Sexo	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01																																	
Tipo_escola	0,14	0,08	0,15	0,16	0,12	0,11	0,24	0,19	0,16	0,17	0,08	0,35	0,17	0,07	0,13	0,00																																
Crian_com_def	0,01	0,01	0,05	0,04	0,03	0,07	0,03	0,05	0,04	0,03	0,07	0,06	0,03	0,09	0,01	0,05	0,05																															
Turno_est	0,05	0,04	0,12	0,04	0,04	0,03	0,07	0,05	0,08	0,06	0,02	0,09	0,03	0,04	0,02	0,02	0,12	0,03																														
Inseg_alimentar	0,03	0,10	0,21	0,14	0,11	0,12	0,18	0,18	0,13	0,12	0,10	0,38	0,06	0,14	0,07	0,04	0,31	0,09	0,06																													
Pais_escolaridade	0,09	0,08	0,16	0,17	0,15	0,13	0,24	0,20	0,15	0,16	0,08	0,45	0,15	0,08	0,10	0,02	0,54	0,04	0,06	0,23																												
Cor_pele	0,04	0,04	0,06	0,07	0,05	0,06	0,08	0,06	0,04	0,07	0,03	0,15	0,04	0,06	0,06	0,03	0,20	0,02	0,02	0,08	0,12																											
Extrato_socioec	0,17	0,12	0,26	0,25	0,26	0,22	0,29	0,25	0,24	0,23	0,12	0,68	0,24	0,07	0,12	0,02	0,61	0,05	0,07	0,26	0,44	0,13																										
Arranjos	0,05	0,48	0,12	0,10	0,11	0,10	0,08	0,09	0,11	0,09	0,05	0,31	0,14	0,08	0,08	0,03	0,22	0,06	0,04	0,13	0,21	0,05	0,15																									
Qual_calc	0,13	0,06	0,13	0,11	0,99	0,37	0,22	0,33	0,33	0,34	0,23	0,17	0,08	0,05	0,06	0,03	0,27	0,05	0,04	0,12	0,15	0,06	0,18	0,09																								
Tempo_desl	0,40	0,06	0,07	0,06	0,10	0,07	0,06	0,09	0,10	0,10	0,08	0,02	0,04	0,05	0,06	0,02	0,07	0,04	0,07	0,04	0,06	0,04	0,04	0,06																								
RA_estuda_mora		Imão		Possui_cel_tab		Domic_proprio		Rua_calc		Ilumin_rua		Ruas_arbo		Areas_verdes		Ciclovia		Travessia_ped		Policiam_reg		Prop_carro		Prop_bike		Pais_intencao_ficar		Pais_mobil_ativa_trab		Sexo		Tipo_escola		Crian_com_def		Turno_est		Inseg_alimentar		Pais_escolaridade		Cor_pele		Extrato_socioec		Arranjos		Qual_calc

A maioria dos pares apresentou valores de V abaixo de 0,1, indicando associações mais fracas ou mesmo insignificantes. Os pares que indicaram associação mais fortes foram marcados em azul-escuro e laranja, respectivamente.

É possível notar uma correlação forte entre o tipo de escola e a escolaridade dos pais e estrato socioeconômico da família. Isso significa que essas variáveis podem estar explicando a mesma coisa e podem resultar em uma redundância no modelo.

Como o tipo de escola apresentou uma relação mais forte com a mobilidade dos estudantes e alta correlação com o estrato socioeconômico, optou-se por seguir a análise com a variável Tipo de escola e a posse do carro. Essa escolha excluiu a variável que se refere à escolaridade dos pais e à insegurança alimentar.

A propriedade de carro está relacionada com o estrato socioeconômico, com a escolaridade dos pais, com os arranjos familiares e com o tipo de escola.

Já o tempo de deslocamento apresentou correlação com a RA que mora e estuda. As duas variáveis apresentam relação forte com o tipo de mobilidade dos estudantes e são interessantes. Estudar em uma RA diferente da que mora é uma variável interessante pois refere-se não apenas às distâncias. No contexto de Brasília, pode significar maiores distâncias sim, mas também pode significar enfrentar obstáculos importantes, que com frequência separam as regiões administrativas próximas, como grandes rodovias ou extensos parques.

Já o tempo de deslocamento nesta pesquisa considera tanto os deslocamentos a pé, como de carro, de ônibus ou de bicicleta, ou seja, um tempo de 15 minutos pode representar distâncias muito diferentes. Um deslocamento de 15 minutos até a escola pode significar 1,25 km a pé ou 12,5 km de carro⁸. Assim, apesar do tempo de deslocamento ser um parâmetro bastante estudado e fundamental quando se trata da

⁸ Foi considerado velocidade de 5 km/h a pé e 50 km/h de carro.

mobilidade ativa ou passiva, aqui ele tem um significado diferente dependendo da forma como o estudante se desloca.

Dessa forma, considerando os diferentes significados das mesmas respostas de tempo de deslocamento, o significado de morar e estudar na mesma RA no contexto de Brasília em que as regiões não se “fundem, mas são separadas por importantes obstáculos físicos, considerando ainda a associação forte com ambas as variáveis e o número de categorias de cada uma delas, optou-se por seguir com a variável independente RA_estuda_mora

Não houve colinearidade entre o padrão de mobilidade dos pais, domicílio próprio, posse de celular ou tablet, ou cor da pele.

5.5.2 VARIÁVEIS CATEGÓRICAS X CONTÍNUAS

Para investigar a possibilidade de colinearidade entre variáveis independentes categóricas e contínuas e quantificar a força da relação, optou-se por utilizar a análise de variância ANOVA para obter a medida de efeito Eta^2 parcial (η^2_p). Segundo Field [74], ao contrário do Eta^2 que considera a proporção da variância total que uma variável explica, o Eta^2 parcial (η^2_p) é a proporção da variância que uma variável explica e que não é explicada por outras variáveis, dessa forma essa abordagem é útil para detectar padrões de associação entre as variáveis, ajudando a identificar possíveis as redundâncias.

A Tabela 14 apresenta os valores de Eta^2 parcial para variáveis independentes categóricas em relação às variáveis contínuas. Esses valores indicam quanto cada variável categórica explica da variância das variáveis contínuas.

Tabela 14 – Relação entre as variáveis independentes categóricas e contínuas: valores de η^2

Variável independente	Partial Eta^2 (η^2_p)					
	Idade	Tempo de moradia	Ens_Fund_Es c/ 10.000 hab	Ens_Med_Es c/ 10.000 hab	Densidade Relativa	Taxa de acidentes
RA_estuda_mora	0,010	0,009	0,140	0,079	0,001	0,070
Irmão	0,000	0,000	0,003	0,007	0,002	0,001
Possui_cel_tab	0,213	0,002	0,000	0,008	0,002	0,003
Domic_proprio	0,003	0,017	0,008	0,002	0,002	0,002
Rua_calc	0,000	0,003	0,023	0,018	0,001	0,002
Ilumin_ rua	0,002	0,001	0,003	0,004	0,000	0,001
Ruas_arbo	0,000	0,006	0,022	0,061	0,002	0,007
Areas_verdes	0,001	0,006	0,022	0,045	0,003	0,011
Ciclovias	0,010	0,012	0,006	0,025	0,003	0,012
Travessia_ped	0,000	0,008	0,014	0,030	0,005	0,017
Policiam_reg	0,001	0,004	0,000	0,004	0,003	0,016
Prop_carro	0,000	0,002	0,003	0,033	0,014	0,006
Prop_bike	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,003
Pais_Intencao_ficar	0,000	0,002	0,002	0,004	0,002	0,000

Pais_mobil_ativa_trab	0,000	0,001	0,003	0,000	0,001	0,004
Sexo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Tipo_escola	0,001	0,007	0,000	0,041	0,008	0,056
Crian_com_def	0,006	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000
Turno_est	0,049	0,001	0,002	0,005	0,002	0,001
Inseg_alimentar	0,003	0,002	0,009	0,045	0,012	0,004
Pais_escolaridade	0,007	0,003	0,007	0,073	0,021	0,030
Cor_pele	0,002	0,002	0,001	0,008	0,006	0,006
Extrato_socioec	0,010	0,005	0,010	0,077	0,041	0,059
Arranjos	0,020	0,004	0,004	0,010	0,004	0,005
Qual_calc	0,000	0,015	0,027	0,027	0,007	0,040
Tempo_desl	0,013	0,002	0,006	0,007	0,012	0,001

Para interpretar a tabela foram utilizados os valores de referência sugeridos por Field [74], ou seja, para efeito pequeno $\eta^2_p=0,01$, para efeito moderado $\eta^2_p=0,06$, e para efeito grande $\eta^2_p=0,14$. O autor lembra, porém, que estas são diretrizes gerais e que os tamanhos de efeito precisam ser interpretados dentro do contexto da literatura de pesquisa.

A maioria dos pares apresentou valores de η^2_p abaixo de 0,06, indicando associações fracas ou desprezíveis. Os pares que indicaram associação moderada ou forte foram marcados em azul-escuro e laranja respectivamente.

É possível notar uma possível correlação forte entre idade e posse de celular e entre estudar na mesma RA que mora e taxa de escolas de ensino fundamental. Além disso, apresentam correlação moderada a taxa de acidentes com o estrato social e o tipo de escola e a taxa de escolas de ensino médio e o estrato social da família, a escolaridade dos pais e a presença de ruas arborizadas próximo ao domicílio.

5.5.3 VARIÁVEIS CONTÍNUAS X CONTÍNUAS

Para investigar a presença de colinearidade entre as variáveis independentes contínuas, adotou-se uma abordagem em duas etapas. Inicialmente, foi analisada a matriz de correlação de Pearson, na Figura 25, que permite identificar associações lineares significativas entre pares de variáveis [74]. Embora esse método seja útil para detectar relações bivariadas, ele não captura colinearidades mais complexas envolvendo três ou mais variáveis. Por essa razão, em um segundo momento, calculou-se o Fator de Inflação da Variância (Tabela 15). Para tanto, realizou-se uma regressão linear auxiliar, seguindo recomendações de O'Brien [75]. Como o VIF é calculado apenas para preditores, a variável dependente utilizada nessa análise (idade) não apresenta valores associados, sem prejuízo para o diagnóstico. Essa abordagem ajuda a identificar tanto colinearidade par a par quanto multivariada.

Figura 25 - Matriz de correlação Pearson

Pearson Correlation					
Tempo_Mora	0,011				
Ens_Fund_Esc/10.000 hab	-0,013	0,213			
Ens_Med_Esc/10.000 hab	-0,013	0,099	0,832		
Densidade Relativa hab/Há	-0,010	-0,047	-0,199	-0,223	
ln_n_acidentes/100.000hab	0,004	0,210	0,519	0,207	-0,424
	Idade	Tempo de Moradia	Ens_Fund_Esc /10.000 hab	Ens_Med_Esc /10.000 hab	Densidade Relativa hab/Há

É possível observar na Figura 25 uma correlação mais forte entre a taxa de escolas de ensino fundamental e a taxa de escolas de ensino médio (0,832), e entre a taxa de acidentes de trânsito (0,519). Além disso, existe uma relação moderada e inversa entre a densidade relativa e a taxa de acidentes (-0,424).

Tabela 15 - Fator de Inflação da Variância (FIV) para variáveis contínuas

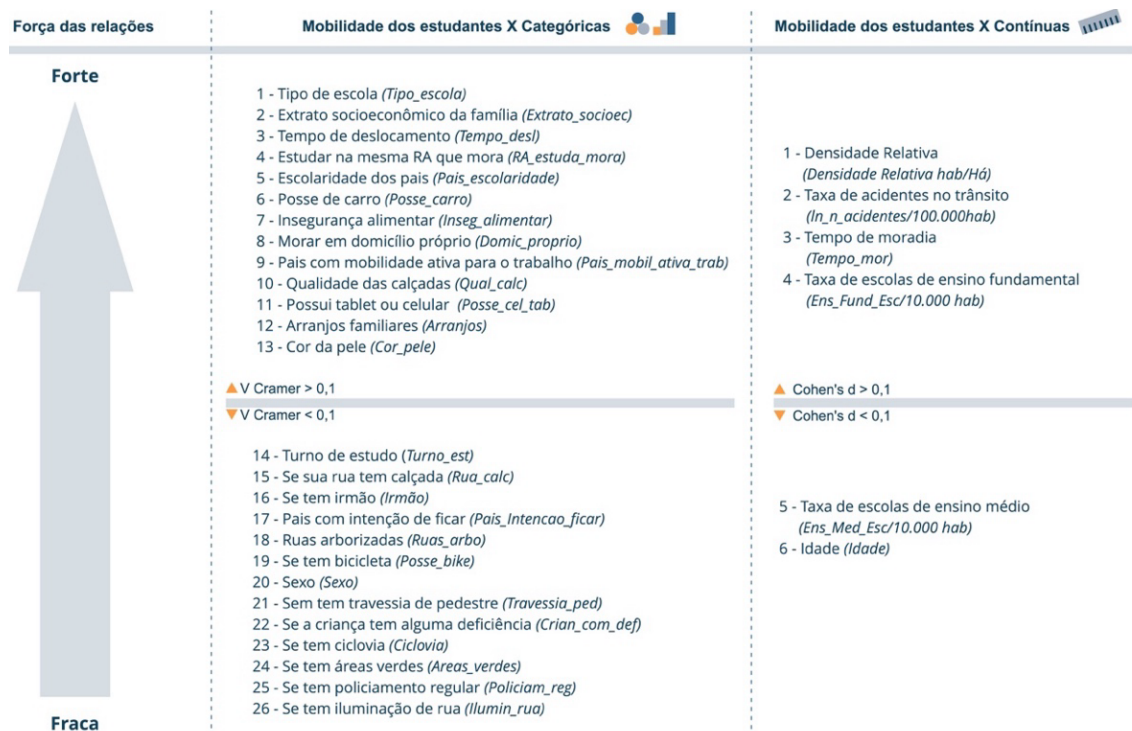
	p-valor	Tolerância da colinearidade	VIF
Idade (constant)	<0,001		
Tempo de Moradia	<0,001	0,932	1,073
Ens_Fund_Esc/10.000 hab	<0,001	0,16	6,243
Ens_Med_Esc/10.000 hab	0,846	0,207	4,825
Densidade Relativa hab/Há	<0,001	0,717	1,394
ln_n_acidentes/100.000hab	0,003	0,427	2,343

Corroborando a matriz de correlação de Pearson, os valores da Tabela 15 indicam uma interdependência moderada entre as variáveis que se referem ao número de escolas, com 6,24 para escolas fundamentais e 4,83 para escolas médias. O VIF não indica colinearidade entre o ln_n_acidentes, e as outras variáveis contínuas.

5.6 REGRESSÃO LOGÍSTICA BINÁRIA

Para uma análise mais detalhada, foi realizada uma regressão logística binária. Essa técnica foi escolhida por ser adequada quando a variável dependente é categórica com dois possíveis resultados, como é o caso deste estudo. O objetivo da regressão é identificar a probabilidade de um indivíduo praticar mobilidade ativa com base nas variáveis independentes selecionadas a partir das análises anteriores. A Figura 26 apresenta um resumo da força de associação entre a mobilidade ativa dos estudantes e as variáveis independentes analisadas no item 5.4.

Figura 26 - Quadro resumo das variáveis independentes classificadas de acordo com a força da associação com a variável dependente Mobilidade Ativa



As variáveis elegíveis para a regressão são aquelas com associações mais fortes com o tipo de mobilidade dos estudantes. Aqui, adotou-se uma linha de corte nos índices de V Cramer e Cohen's de 0,1. No entanto, foram verificadas no item 5.5 possíveis colinearidades entre as variáveis independentes. A partir dessa análise algumas variáveis foram excluídas para evitar redundância no modelo. Elas estão resumidas na Figura 27.

Figura 27 - Relação de colinearidade entre as variáveis excluídas e mantidas.

Variáveis excluídas	Colinearidade grave	Colinearidade moderada
Extrato socioeconômico da família	- Posse de carro - Tipo de escola	- Escolaridade dos pais - Taxa de acidentes de trânsito
Escolaridade dos pais	- Tipo de escola	- Posse de carro - Extrato socioeconômico da família
Insegurança alimentar		- Tipo de escola - Posse de carro
Taxa de acidentes de trânsito		- Tipo de escola - Posse de carro - Densidade relativa
Taxa de escolas de ensino fundamental	- Estuda na mesma RA que mora	
Tempo de deslocamento		- Estuda na mesma RA que mora
Arranjos familiares		- Posse de carro

Dessa forma, a análise de regressão logística binária foi conduzida com as seguintes variáveis independentes: tipo de escola; se reside na mesma Região Administrativa (RA) em que estuda; posse de automóvel; se mora em domicílio próprio; mobilidade ativa dos pais no deslocamento para o trabalho; posse de celular ou tablet; cor da pele; qualidade da calçada; densidade populacional relativa; e tempo de moradia. A Tabela 16 apresenta os resultados do modelo de regressão logística binária, com o efeito de cada fator explicativo sobre a variável dependente.

Tabela 16- Modelos de regressão logística de fatores associados à viagem até a escola de estudantes entre 6 e 18 anos no Distrito Federal.

	Significância (p-valor)	Odds Ratio Exp(B)	Intervalo de confiança de 95%
RA_estuda_mora	<0,001	7,460	7,293 – 7,631
Posse de carro	<0,001	0,650	0,639 – 0,661
Posse de celular e tablet	<0,001	0,732	0,720 – 0,744
Mora em domicílio próprio	<0,001	0,670	0,659 – 0,681
Pais com mobilidade ativa para o trabalho	<0,001	2,164	2,115 – 2,214
Densidade Relativa (hab/Hectare)	<0,001	1,011	1,011
Tempo de moradia	<0,001	1,011	1,011
Tipo de Escola			
Pública	<0,001		Referência
Particular	<0,001	0,154	0,151 – 0,157
Cor de pele			
Branca	<0,001		Referência
Preta	0,280	0,984	0,955 – 1,013
Amarela	<0,001	1,494	1,287 – 1,610
Parda	<0,001	1,214	1,195 – 1,234
Indígena	<0,001	0,600	0,524 – 0,688
Qualidade da calçada			
Não tem	<0,001		Referência
Ótima	<0,001	1,875	1,804 – 1,949
Boa	<0,001	1,921	1,869 – 1,975
Regular	<0,001	2,605	2,532 – 2,681
Ruim	<0,001	2,753	2,652 – 2,857
Péssima	<0,001	2,152	2,070 – 2,238
Constante (Intercepto)	<0,001	0,072	

O desempenho do modelo em prever corretamente quem realiza ou não mobilidade ativa até a escola está representado na Tabela 17.

Tabela 17- Tabela de classificação do modelo de regressão logística binária

Mobilidade Ativa			
	Previsto: Não	Previsto: Sim	% correta
Observado: Não	173.436	60.468	74,1
Observado: Sim	39.608	132.528	77,0

Acurácia geral			75,4
----------------	--	--	------

É possível observar na Tabela 16 que estudar na mesma RA que mora aumenta em mais de 7 vezes a chance de se deslocar de forma ativa para a escola. Esse não é um resultado surpreendente já que as Regiões Administrativas em Brasília apresentam barreiras físicas importantes que as separam umas das outras, como por exemplo, largas rodovias, grandes parques ou longas distâncias. Existem poucas exceções que permitem o deslocamento a pé ou de bicicleta entre regiões, a principal delas é Ceilândia e Sol Nascente.

Assim como em outros contextos [26] [28] [34] [16] [22] [44], no Distrito Federal ter carro está associado de forma negativa a mobilidade ativa dos estudantes. Ter carro representa uma redução de 35% nas chances de um estudante ir a pé ou de bicicleta até a escola.

A posse de celular ou tablet não apresentou colinearidade com nenhuma variável de renda, isso indica que uma, não é *proxy* da outra, talvez isso ocorra pela atual popularização desses aparelhos. Crianças que possuem celular ou tablet apresentam uma redução de 27% nas chances de se deslocarem de forma ativa para escola. Isso sugere que o uso frequente de telas pode ter alguma relação com o comportamento de deslocamento de crianças e adolescentes.

A existência de calçadas aumenta a chance de mobilidade ativa em comparação com a sua ausência, independentemente de sua qualidade, a mesma associação foi descoberta em muitos outros estudos [41] [42] [25] [22] [39]. No entanto, calçadas regulares e ruins estão associadas a um maior uso. As chances de um estudante caminhar até a escola no Distrito Federal aumentam quase 3 vezes com calçadas péssimas e 2,6 vezes com calçadas regulares, e apenas 1,9 vezes com calçadas boas ou ótimas. O aumento das chances de mobilidade ativa não acompanhou o aumento da qualidade de infraestrutura das calçadas. Esse fato sugere que a renda pode ter um papel relevante já que normalmente bairros mais ricos costumam ter uma infraestrutura melhor no Distrito Federal, e que a existência de infraestrutura, mesmo que ruim, traz resultados melhores do que a sua ausência. Apesar disso, garantir calçadas de qualidade talvez seja essencial para incentivar aqueles habituados a caminhar a continuar andando, mesmo com o aumento de renda, por exemplo.

Ter pais que se deslocam de forma ativa para o trabalho foi um fator importante já que aumenta em mais de 2 vezes a chance de a criança ou adolescente ter mobilidade ativa até a escola. Essa descoberta sugere influência do comportamento dos pais na forma como as crianças se deslocam até a escola. Resultados parecidos foram encontrados no estudo [23].

O apego e a familiaridade poderiam estar associados positivamente à mobilidade ativa dos estudantes. Esse fato foi investigado pelas variáveis tempo de moradia e morar em domicílio próprio. Segundo o estudo [21], essas variáveis seriam determinantes do apego ao lugar, já que o tempo estaria associado a laços sociais mais fortes, incluindo maior número de conhecidos e amigos, o que aumentaria a sensação de pertencimento e familiaridade. De fato, o tempo de moradia mostrou uma relação positiva com um efeito pequeno, mas significativo. A cada ano a mais morando em um mesmo lugar a chance de um estudante ir a pé ou de bicicleta até a escola aumenta 1,1%. No entanto, morar em domicílio próprio apresentou uma redução nas chances de se deslocar ativamente até a escola de 33%. Isso sugere que talvez questões socioeconômicas se sobreponham a questões afetivas em certos contextos.

Áreas urbanas mais densas se associaram de forma positiva à mobilidade ativa dos estudantes. A cada 1 habitante por hectare a mais aumenta as chances de se deslocar a pé ou de bicicleta em 1,1%.

Por fim, estudar em uma escola particular reduz em 84,6 as chances de se deslocar de forma ativa para a escola.

5.7 ÁRVORE DE DECISÃO

Com o objetivo de complementar ou talvez até mesmo aprofundar a análise dos resultados foi feita uma Árvore de Decisão. A ideia foi classificar as respostas com base em regras de decisão hierárquica. Para tanto, foram consideradas as mesmas variáveis independentes utilizadas na regressão.

Os resultados estão apresentados no Apêndice E – Árvore de Decisão. O desempenho do modelo em classificar corretamente quem realiza ou não mobilidade ativa até a escola está representado na Tabela 18.

Tabela 18- Tabela de classificação da Árvore de Decisão

		Mobilidade Ativa		
		Previsto: Não	Previsto: Sim	% correta
Treino	Observado: Não	115.336	47.747	70,7
	Observado: Sim	20.954	99.642	82,6
	Acurácia geral			75,8
Teste	Observado: Não	50.063	20.450	71,0
	Observado: Sim	8.921	42.614	82,7
	Acurácia geral			75,9

É possível observar na Árvore de Decisão que o tipo de escola tem um alto impacto na decisão dos estudantes de como se deslocar. Essa é uma variável relacionada principalmente à renda e à escolaridade dos pais. Quando a escola é pública, 57,3% dos estudantes optam pela mobilidade ativa e 43,7% optam pela mobilidade passiva. Já no caso de escolas particulares, a mobilidade ativa cai para 12%.

Pode-se considerar então dois ramos principais, um derivado das escolas públicas e outro das escolas particulares. Em ambos os ramos, os fatores que mais influenciam a continuidade da mobilidade ativa entre os alunos é o fato de morarem na mesma Região Administrativa que estudam, e a densidade relativa da RA.

Seguindo o ramo principal, marcado na Árvore de Decisão apresentada no Apêndice E na cor laranja, nota-se que, para os que moram e estudam na mesma RA, a taxa de mobilidade ativa aumenta significativamente, chegando a 62,7%, conforme indicado no nó 3.

Dentro deste grupo, um fator crucial passa a ser a densidade relativa da Região Administrativa. Quando a densidade é superior a 63,03 habitantes por hectare (nó 8 – Apêndice E), a mobilidade ativa atinge 73%, revelando que áreas urbanas mais densas favorecem deslocamentos a pé ou de bicicleta até a escola.

Uma descoberta interessante, no entanto, é que a densidade parece não ter uma relação linear com a mobilidade ativa, e sim, ter um intervalo ideal. Ao subdividir esse grupo, observa-se que os melhores resultados estão entre os estudantes que vivem em áreas de densidade intermediária (entre 63,03 e 114,37 habitantes por hectare), com a mobilidade ativa alcançando 77,3% no nó 15 (Apêndice E). Isso sugere que, no Distrito Federal, áreas com a densidades dentro desse intervalo proporcionam as condições mais favoráveis para o deslocamento ativo, combinando acessibilidade com segurança e infraestrutura.

Em contrapartida, nas regiões de densidade acima de 114,37, há uma queda para 46,6% na mobilidade ativa (nó 16). Isso pode indicar que excessiva aglomeração, tráfego intenso ou questões de segurança urbana podem começar a atuar como barreiras ao deslocamento ativo.

Das 33 regiões administrativas 11 se enquadram nesse intervalo de densidade relativa ideal para a mobilidade ativa dos estudantes, Brazlândia, Ceilândia, Cruzeiro, Samambaia, Recanto das Emas, Riacho Fundo, Candangolândia, Sudoeste Octogonal, Varjão, SCIA, e Sol Nascente/Pôr do Sol. Três estão com densidades superiores a 114,37 habitantes por hectare, Paranoá, Águas Claras e Riacho fundo II. E 19 tem densidades inferiores a 63,03 habitantes por hectare, Arniqueira, Fercal, Vicente Pires, SIA, Itapoã, Jardim Botânico, Sobradinho II, Park Way, Lago Norte, Lago Sul, São Sebastião, Santa Maria, Guará, Núcleo Bandeirante, Planaltina, Sobradinho, Taguatinga, Gama, Plano Piloto. Dessas, as que apresentem menores densidade são SIA, Park Way e Lago Sul. Esses dados podem indicar locais com maior potencial de impacto de políticas públicas direcionadas a mobilidade ativa das crianças a caminho da escola e estão apresentados na Figura 28.

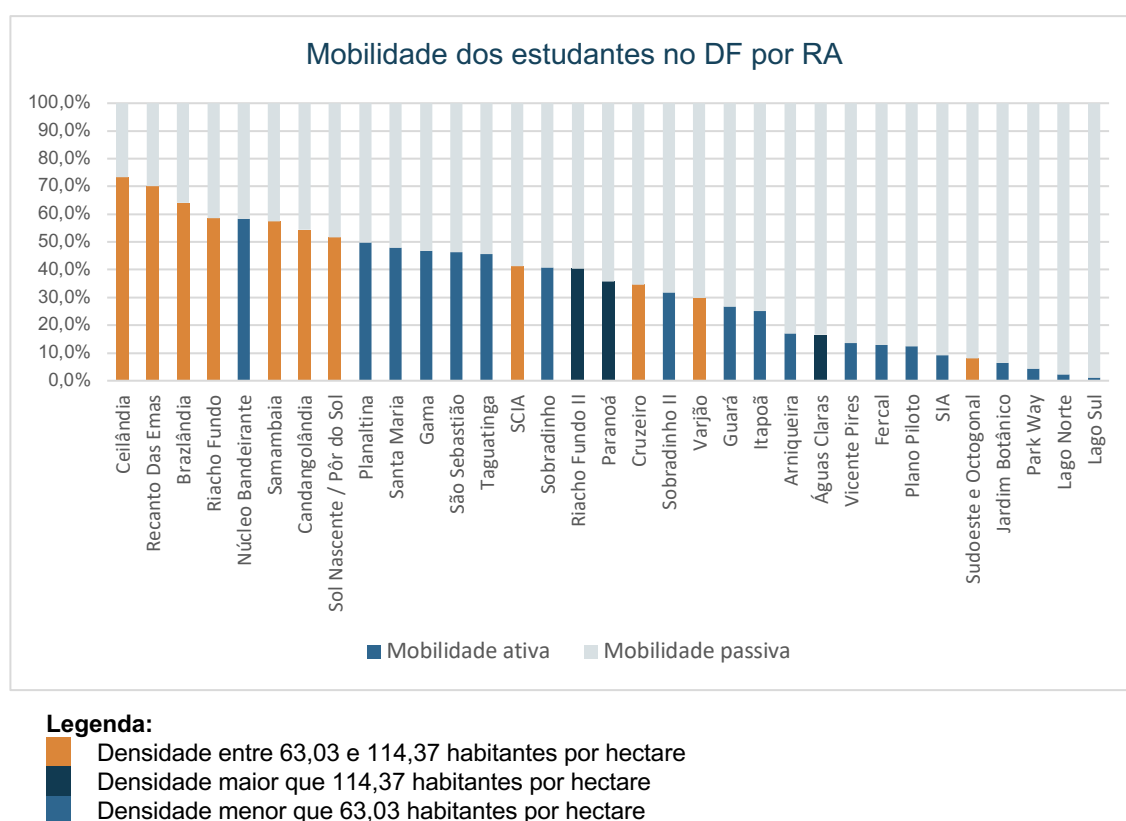


Figura 28 - Gráfico do tipo de mobilidade ativa ou passiva estratificada por Região Administrativa do Distrito Federal categorizado pelas faixas de densidade

Além da densidade, outros fatores que influenciam a mobilidade ativa entre os alunos da escola pública incluem a existência de calçada e morar em domicílio próprio. Essas variáveis aparecem em divisões posteriores da árvore.

6

CONCLUSÃO

A crescente insustentabilidade do modelo de mobilidade urbana centrado no automóvel privado impõe uma reflexão crítica sobre as soluções tradicionalmente adotadas, como o aumento da capacidade viária. Esse tipo de abordagem, embora comum, tem se mostrado controversa e, frequentemente, ineficaz. Além disso, é necessário reconhecer que cidades bem-sucedidas não são construídas apenas com infraestrutura viária robusta, mas também com ambientes urbanos saudáveis, seguros e socialmente integrados.

Com uma abordagem alternativa, a gestão da mobilidade surge como uma estratégia eficaz para reduzir deslocamentos nos horários de pico e mitigar congestionamentos. Nesse contexto, as viagens escolares são particularmente promissoras. Os dados das vias estruturantes do Distrito Federal evidenciam a relação entre as viagens escolares e os horários de pico de demanda por viagens. Em vias com fluxo livre, o aumento no número de veículos diários entre meses de férias escolares e meses letivos gera impacto quase duas vezes maior durante o início das aulas. Em vias já congestionadas, os atrasos observados sugerem um impacto direto da atividade escolar, com aumentos de até 54% no tempo necessário para se deslocar em determinados trechos. Além disso, padrões de redistribuição de fluxo apontam para ajustes no comportamento dos viajantes diante da atividade escolar.

No entanto, a gestão de viagens exige ainda uma compreensão dos fatores que influenciam os padrões de deslocamento, nesse caso, dos estudantes. A análise de dados realizada considerou diversos aspectos que podem impactar essa decisão, como sexo, idade, presença de irmãos, segurança (iluminação pública, policiamento, faixas de pedestres), infraestrutura e ambiente natural (ciclovias, ruas arborizadas, áreas verdes). No entanto, esses fatores mostraram pouca influência na forma como os estudantes do Distrito Federal vão à escola. Por outro lado, alguns fatores apresentaram uma relação mais significativa com essa escolha.

O tipo de escola foi um fator importante. Estudar em escola particular reduz em quase 85% as chances da criança ou adolescente ir a pé ou de bicicleta para a escola. Isso indica que esse tipo de escolha tem um custo social pouco discutido e raramente contabilizado. Esse custo está relacionado à demanda de infraestrutura rodoviária, à qualidade social e ambiental da cidade e à saúde das crianças.

Além disso, essa variável está fortemente entrelaçada com a renda da família, com a escolaridade dos pais e, sobretudo, com a limitação do poder público em garantir a matrícula de estudantes em unidades próximas à residência do aluno. Incentivar uma cultura que valorize a escola pública pode ser uma estratégia eficaz, com menor complexidade do que enfrentar diretamente a desigualdade social. Isso pode incluir investimentos em infraestrutura escolar, expansão do ensino em tempo integral, oferta de atividades extracurriculares e programas de valorização profissional para educadores.

Outra variável significativa, mas excluída da regressão devido à alta colinearidade com a posse de carro, foram os arranjos familiares. Famílias com filho único, que já representam 30% da amostra, foram as que mais adotaram a mobilidade passiva. Caso a tendência de aumento desse tipo de arranjo familiar se confirme, como apontam projeções no Brasil e em outros países, esse grupo poderá demandar estudos específicos para compreender melhor seu comportamento e desenvolver estratégias de mobilidade mais direcionadas.

Estudar na mesma RA em que mora aumenta em mais de sete vezes a probabilidade de se deslocar de forma ativa até a escola. Isso, de fato, não surpreende. No entanto, é um padrão que se repete mesmo em regiões próximas, mas separadas por grandes redes viárias. Isso corrobora a ideia de que essas grandes rodovias, viadutos e até mesmo grandes parques são elementos importantes de segregação espacial urbana, e sua ampliação deve ser analisada com cautela.

O comportamento dos pais também parece influenciar as viagens escolares. Ter pais que se deslocam de forma ativa para o trabalho foi um fator importante e aumentou em mais de 2 vezes a chance de a criança ou adolescente ir a pé ou de bicicleta até a escola. Campanhas de conscientização focadas nos pais podem ser importantes aliadas. A consciência dos benefícios da mobilidade ativa pode se contrapor ao impacto negativo na mobilidade ativa decorrente do aumento da renda das famílias.

Além da conscientização, priorizar a possibilidade de se ter moradias próximas aos postos de trabalho é essencial. Trata-se de priorizar a acessibilidade por meio da proximidade no planejamento urbano. A análise mostrou que trajetos com menos de 15 minutos estão associados a uma maior taxa de mobilidade ativa. No entanto, promover essa proximidade é um desafio, especialmente em um contexto de planejamento urbano modernista, baseado na separação rígida entre os usos do solo. Embora esse modelo seja mais evidente no Plano Piloto, está também presente, em diferentes intensidades, em outras Regiões Administrativas, como Park Way, SIA ou Lago Sul, por exemplo. Nesse caso o incentivo do uso da bicicleta é uma política necessária. Em áreas urbanas consolidadas, aumentar a densidade pode ser um desafio maior do que aumentar a acessibilidade de distâncias maiores. Enquanto a distância acessível a pé (considerando velocidade de 5 km/h) é de 1,25 km em 15 minutos, de bicicleta (a 20 km/h) é de 5 km nos mesmos 15 minutos.

Outro fator relacionado à renda das famílias é a posse do carro. Ter carro reduz as chances de uma mobilidade ativa para a escola em 35%. A posse do carro privado é frequentemente considerada um comportamento desejado, seu uso é muitas vezes relacionado ao conforto, à sensação de segurança, à flexibilidade e é visto até mesmo como símbolo de sucesso profissional. Assim, sob essa perspectiva, é razoável esperar um aumento contínuo de carros e congestionamentos em sociedades com renda per capita crescente.

Como em geral as pessoas parecem dispostas a pagar pela conveniência, iniciativas públicas podem atuar como uma força benéfica para equilibrar o sistema. Isto pode ser feito ao tornar o uso do transporte individual mais inconveniente do que as alternativas. Isto ocorre, por exemplo, em cidades que limitam a oferta de estacionamento para automóveis particulares, ao mesmo tempo em que amplia uma infraestrutura urbana voltada para conveniência das soluções alternativas (bicicletários claros e seguros, rede de transporte público pontual, regular e confortável, ciclovias contínuas e seguras etc.). Além disto, há uma série de decisões, quase sempre politicamente difíceis de serem tomadas, capazes de tornar mais conveniente o deslocamento de maneiras diferentes.

Outro resultado interessante apresentado na pesquisa foi o fato de que uma criança ter celular ou tablet está associado a uma redução de 27% na mobilidade ativa para a escola. Isso sugere que crianças com maior uso de telas podem ter um comportamento menos ativo.

A densidade urbana relativa das Regiões Administrativas se revelou como um fator não só interessante como decisivo para a promoção da mobilidade ativa entre estudantes na Árvore de Decisão. Os parâmetros encontrados indicam que sua relação com a mobilidade ativa dos estudantes não é linear. Os melhores resultados estão entre os estudantes que vivem em áreas de densidade intermediária, entre 63,03 e 114,37 habitantes por hectare.

Apesar das relações encontradas e discutidas serem robustas, é importante lembrar que os achados se referem ao Distrito Federal como um todo. No entanto, conforme observado no Capítulo 3, cada Região Administrativa apresenta características próprias no que concerne a mobilidade dos estudantes. Nota-se que enquanto a RA Ceilândia tem um índice de 73,4% de mobilidade ativa, o Lago Sul apresenta apenas 1,1%. Isso sugere que análises por Região Administrativa podem ser mais assertivas em suas previsões, e uma boa sugestão para estudos futuros.

Em resumo, é possível concluir que os resultados dessa investigação apontam para um impacto significativo da atividade escolar no tráfego urbano no DF, coincidindo com os horários de ponta e intensificando os picos de demanda. Isso torna os estudantes um grupo promissor para ações estratégias de gestão de viagens. Além disso, alguns fatores, identificados e discutidos ao longo deste trabalho têm uma relação mais forte com a forma como as crianças e adolescentes se deslocam para a escola no Distrito Federal. A compreensão desses fatores e como eles se relacionam entre si é primordial para a definição de ações de intervenção com maior potencial de impacto. Essas políticas são cruciais para a manutenção de um bom sistema de transporte urbano, para um bom ambiente físico e social e, principalmente para a saúde e bem-estar das crianças.

No entanto, para atuar nesse sentido, é preciso reconhecer que o modo deslocamento de uma pessoa é um comportamento e como qualquer comportamento, é difícil de mudar de maneira duradoura. Mudanças comportamentais tanto individuais como coletivas exigem uma compreensão dos fatores que são determinantes para este padrão comportamental. Essa compreensão é o primeiro passo para elaborar e aplicar políticas públicas que promovam a mobilidade ativa, é prerrogativa para a definição ações de intervenção com maior potencial de impacto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Jacobs, *Morte e vida de grandes cidades*, 3rd ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.
- [2] M. Augé, *Não lugares: introdução a uma antropologia da supermodernidade*, 9th ed. Campinas: Papirus, 2012.
- [3] I. Muñiz and M.-À. Garcia-López, “Urban form and spatial structure as determinants of the ecological footprint of commuting,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 67, pp. 334–350, 2019, doi: 10.1016/j.trd.2018.08.006.
- [4] “IBGE | Cidades@ | Brasil | Pesquisa | Frota de veículos | Veículo.” Accessed: Nov. 12, 2024. [Online]. Available: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/0?indicador=28122&tipo=grafico>
- [5] J. Speck, *Cidade caminhável*, 1st ed. São Paulo: Perspectiva, 2017.
- [6] D. Braess, A. Nagurney, and T. Wakolbinger, “On a paradox of traffic planning,” *Transportation Science*, vol. 39, no. 4, pp. 446–450, 2005, doi: 10.1287/trsc.1050.0127.
- [7] United Nations Economic Commission for Europe, “Mobility management : a guide of international good practices,” United Nations, 2020.
- [8] K. Larsen, J. Gilliland, P. Hess, P. Tucker, J. Irwin, and M. He, “The Influence of the Physical Environment and Sociodemographic Characteristics on Children’s Mode of Travel to and From School,” vol. 99, Mar. 2009, doi: 10.2105/AJPH.2008.
- [9] D. Lang, D. Collins, and R. Kearns, “Understanding modal choice for the trip to school,” *J Transp Geogr*, vol. 19, no. 4, pp. 509–514, Jul. 2011, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2010.05.005.
- [10] N. C. McDonald, “Children’s travel: Patterns and influences,” Berkeley ProQuest Dissertations & Theses, California, 2005.
- [11] V. Morgenstern *et al.*, “Respiratory health and individual estimated exposure to traffic-related air pollutants in a cohort of young children,” *Occup Environ Med*, vol. 64, no. 1, pp. 8–16, Aug. 2006, doi: 10.1136/oem.2006.028241.
- [12] Dal-Young Jung *et al.*, “Effect of traffic-related air pollution on allergic disease: Results of the Children’s Health and Environmental Research,” *Allergy Asthma Immunol Res*, no. 4, pp. 359–366, Jul. 2015, doi: 10.4168/air.2015.7.4.359.
- [13] World Health Organisation (WHO), “WHO GUIDELINES ON PHYSICAL ACTIVITY AND SEDENTARY BEHAVIOUR.”
- [14] T. E. McMillan, “The relative influence of urban form on a child’s travel mode to school,” *Transp Res Part A Policy Pract*, vol. 41, no. 1, pp. 69–79, 2007, doi: 10.1016/j.tra.2006.05.011.
- [15] “DF é condenado a indenizar população de rua retirada do SCS em 2021 | Metrôpoles.” Accessed: Dec. 28, 2023. [Online]. Available: <https://www.metropoles.com/distrito-federal/df-e-condenado-a-indenizar-populacao-de-rua-retirada-do-scs-em-2021>
- [16] B. Y. M. Wong, G. Faulkner, R. Buliung, and H. Irving, “Mode shifting in school travel mode: Examining the prevalence and correlates of active school transport in Ontario, Canada,” *BMC Public Health*, vol. 11, 2011, doi: 10.1186/1471-2458-11-618.
- [17] R. Mitra, E. M. Papaioannou, and K. M. Nurul Habib, “Past and present of active school transportation: An explanation of the influence of the built environment in Toronto, Canada, from 1986 to 2006,” *J Transp Land Use*, vol. 9, no. 2, pp. 25–41, 2016, doi: 10.5198/jtlu.2015.537.
- [18] N. Michail, A. Ozbil, R. Parnell, and S. Wilkie, “Children’s experiences of their journey to school: Integrating behaviour change frameworks to inform the role of the built environment in active school travel promotion,” *Int J Environ Res Public Health*, vol. 18, no. 9, May 2021, doi: 10.3390/ijerph18094992.
- [19] M. Helbich, M. J. Z. van Emmichoven, M. J. Dijst, M. P. Kwan, F. H. Pierik, and S. I. de Vries, “Natural and built environmental exposures on children’s active school travel: A Dutch

- global positioning system-based cross-sectional study,” *Health Place*, vol. 39, pp. 101–109, May 2016, doi: 10.1016/j.healthplace.2016.03.003.
- [20] G. Hoek, B. Brunekreef, S. Goldbohm, P. Fischer, and P. A. Van Den Brandt, “Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: A cohort study,” *Lancet*, vol. 360, no. 9341, pp. 1203–1209, Oct. 2002, doi: 10.1016/S0140-6736(02)11280-3.
- [21] L. Scannell and R. Gifford, “Defining place attachment: A tripartite organizing framework,” *J Environ Psychol*, vol. 30, no. 1, pp. 1–10, Mar. 2010, doi: 10.1016/j.jenvp.2009.09.006.
- [22] D. Orellana, C. Hermida, A. Quezada, J. Andrade, and D. Ballari, “Children’s Active Mobility to School: Evidence from Two Andean Cities,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 16, no. 7, Apr. 2024, doi: 10.3390/su16072745.
- [23] D. Potoglou and B. Arslangulova, “Factors influencing active travel to primary and secondary schools in Wales,” Jun. 2016.
- [24] M. Kamruzzaman and J. Hine, “Self-proxy agreement and weekly school travel behaviour in a sectarian divided society,” *J Transp Geogr*, vol. 29, pp. 74–85, May 2013, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2013.01.002.
- [25] M. J. Aranda-Balboa, P. Chillón, R. G. Saucedo-Araujo, J. Molina-García, and F. Huertas-Delgado, “Children and Parental Barriers to Active Commuting to School: A Comparison Study,” Mar. 2021.
- [26] X. Wang *et al.*, “Adolescents’ environmental perceptions mediate associations between streetscape environments and active school travel,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 114, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.trd.2022.103549.
- [27] V. Kunaratnam *et al.*, “Equity, walkability, and active school transportation in Toronto, Canada: A cross-sectional study,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 108, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.trd.2022.103336.
- [28] X. Zhu, B. Arch, and C. Lee, “Personal, Social, and Environmental Correlates of Walking to School Behaviors: Case Study in Austin, Texas,” *The Scientific World JOURNAL*, pp. 1–14, Sep. 2008.
- [29] J. Panter, K. Corder, S. J. Griffin, A. P. Jones, and E. M. F. van Sluijs, “Individual, socio-cultural and environmental predictors of uptake and maintenance of active commuting in children: Longitudinal results from the SPEEDY study,” *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 10, Jun. 2013, doi: 10.1186/1479-5868-10-83.
- [30] J. Liu, L. Xiao, J. Zhou, Y. Guo, and L. Yang, “Non-linear relationships between the built environment and walking to school: Applying extreme gradient boosting method,” *Progress in Geography*, vol. 41, no. 2, pp. 251–263, Feb. 2022, doi: 10.18306/dlkxjz.2022.02.006.
- [31] R. Mitra, R. N. Buliung, and M. J. Roorda, “Built environment and school travel mode choice in Toronto, Canada,” *Transp Res Rec*, no. 2156, pp. 150–159, Jan. 2010, doi: 10.3141/2156-17.
- [32] D. M. I. Schönbach, C. Brindley, A. K. Reimers, A. Marques, and Y. Demetriou, “Socio-Demographic Correlates of Cycling to School among 12- to 15-Year Olds in Southern Germany,” *International Journal of Environmental Research as Public Health*, pp. 1–12, Dec. 2020.
- [33] A. Carver, A. Barr, A. Singh, H. Badland, S. Mavoa, and R. Bentley, “How are the built environment and household travel characteristics associated with children’s active transport in Melbourne, Australia?,” *J Transp Health*, vol. 12, pp. 115–129, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.jth.2019.01.003.
- [34] D. Pojani and K. Boussauw, “Keep the Children Walking: Active School Travel in Tirana, Albania,” 2014.
- [35] R. Mitra, “Independent Mobility and Mode Choice for School Transportation: A Review and Framework for Future Research,” Jan. 2013. doi: 10.1080/01441647.2012.743490.
- [36] J. G. Su *et al.*, “Factors influencing whether children walk to school,” *Health Place*, vol. 22, pp. 153–161, 2013, doi: 10.1016/j.healthplace.2013.03.011.
- [37] B. Bringolf-Isler, L. Grize, U. Mäder, N. Ruch, F. H. Sennhauser, and C. Braun-Fahrlander, “Personal and environmental factors associated with active commuting to school in

- Switzerland,” *Prev Med (Baltim)*, vol. 46, no. 1, pp. 67–73, Jan. 2008, doi: 10.1016/j.ypmed.2007.06.015.
- [38] V. Lavergne, G. Butler, S. A. Prince, and G. Contreras, “Associations between school-level environment and individual-level factors of walking and cycling to school in Canadian youth,” *Prev Med Rep*, vol. 36, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.pmedr.2023.102489.
- [39] S. M. Ahern, B. Arnott, T. Chatterton, A. de Nazelle, I. Kellar, and R. R. C. McEachan, “Understanding parents’ school travel choices: A qualitative study using the Theoretical Domains Framework,” *J Transp Health*, vol. 4, pp. 278–293, Mar. 2017, doi: 10.1016/j.jth.2016.11.001.
- [40] M. Smith *et al.*, “An integrated conceptual model of environmental needs for New Zealand children’s active travel to school: Environmental needs for active school travel,” *J Transp Health*, vol. 16, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.jth.2019.100814.
- [41] R. B. Noland, H. Park, L. A. Von Hagen, and D. G. Chatman, “A mode choice analysis of school trips in New Jersey,” *J Transp Land Use*, vol. 7, no. 2, pp. 111–133, 2014, doi: 10.5198/jtlu.v7i2.444.
- [42] P. Chen, J. Jiao, M. Xu, X. Gao, and C. Bischak, “Promoting active student travel: A longitudinal study,” *J Transp Geogr*, vol. 70, pp. 265–274, Jun. 2018, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2018.06.015.
- [43] A. Ozbil, D. Yesiltepe, G. Argin, and G. Rybarczyk, “Children’s active school travel: Examining the combined perceived and objective built-environment factors from space syntax,” *Int J Environ Res Public Health*, vol. 18, no. 1, pp. 1–22, Jan. 2021, doi: 10.3390/ijerph18010286.
- [44] K. E. Zannat, M. N. H. Naim, K. M. A. Islam, S. Das, M. S. G. Adnan, and A. Dewan, “Does children’s independent mobility matter? Insights into escorting practices in a developing country,” *Child Geogr*, vol. 21, no. 4, pp. 677–692, 2023, doi: 10.1080/14733285.2022.2106119.
- [45] N. C. McDonald, E. Deakin, and A. E. Aalborg, “Influence of the social environment on children’s school travel,” *Prev Med (Baltim)*, vol. 50, no. SUPPL., Jan. 2010, doi: 10.1016/j.ypmed.2009.08.016.
- [46] J. Gehl, *Cidades Para Pessoas*, 3rd ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.
- [47] R. Kager and L. Harms, “Synergies from Improved Cycling-Transit Integration: Towards an integrated urban mobility system,” Tokyo, Apr. 2017. [Online]. Available: www.itf-oecd.org
- [48] K. Lucas, G. Stokes, J. Bastiaanssen, and J. Burkinshaw, “Inequalities in Mobility and Access in the UK Transport System,” 2019.
- [49] E. O. D. Waygood, M. Friman, L. E. Olsson, and A. Taniguchi, “Children’s incidental social interaction during travel international case studies from Canada, Japan, and Sweden,” *J Transp Geogr*, vol. 63, pp. 22–29, Jul. 2017, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2017.07.002.
- [50] J. F. Helliwell and R. D. Putnam, “The social context of well-being,” in *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, Royal Society, Sep. 2004, pp. 1435–1446. doi: 10.1098/rstb.2004.1522.
- [51] M. Te Brömmelstroet, L. Bertolini, C. L. Grayson, and B. Lebrin, *Non-boring mobility innovations: inspiration to unlock the mental gridlock in Mobility thinking*. Amsterdam: The Lab of Thought Publishing, 2023.
- [52] F. Furedi, *Paranoid Parenting*. London: Continuum UK, 2008.
- [53] S. M. Ahern, B. Arnott, T. Chatterton, A. de Nazelle, I. Kellar, and R. R. C. McEachan, “Understanding parents’ school travel choices: A qualitative study using the Theoretical Domains Framework,” *J Transp Health*, vol. 4, pp. 278–293, Mar. 2017, doi: 10.1016/j.jth.2016.11.001.
- [54] R. Mitra, “Independent Mobility and Mode Choice for School Transportation: A Review and Framework for Future Research,” Jan. 2013. doi: 10.1080/01441647.2012.743490.
- [55] Thalia Verkade and Marco te Brömmelstroet, *Movement: How to Take Back Our Streets and Transform Our Lives*. London: Scribe Publications, 2022.

- [56] Organização das Nações Unidas, “Plano Global Década de Ação pela Segurança no Trânsito,” 2021.
- [57] B. Bringolf-Isler, L. Grize, U. Mäder, N. Ruch, F. H. Sennhauser, and C. Braun-Fahrlander, “Personal and environmental factors associated with active commuting to school in Switzerland,” *Prev Med (Baltim)*, vol. 46, no. 1, pp. 67–73, Jan. 2008, doi: 10.1016/j.ypmed.2007.06.015.
- [58] A. Salles *et al.*, “Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal-Documento Técnico,” Brasília, Distrito Federal, Nov. 2009.
- [59] “IBGE | Cidades@ | Distrito Federal | Panorama.” Accessed: Dec. 10, 2024. [Online]. Available: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/panorama>
- [60] “Planalto Central (cropped) - Brasília – Wikipédia, a enciclopédia livre.” Accessed: Dec. 09, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Bras%C3%ADlia#/media/Ficheiro:Planalto_Central_\(cropped\).jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Bras%C3%ADlia#/media/Ficheiro:Planalto_Central_(cropped).jpg)
- [61] Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Superintendência do IPHAN no Distrito Federal, and Secretaria de Estado de Cultura do Distrito Federal, “Relatório do Plano Piloto de Brasília,” 2018.
- [62] “Travessia no Eixão - Blog do Severino Francisco.” Accessed: Dec. 09, 2024. [Online]. Available: <https://blogs.correiobraziliense.com.br/severino/travessia-no-eixao/>
- [63] “Ícones de Brasília - Tesourinhas | As famosas Tesourinhas (27... | Flickr.” Accessed: Dec. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.flickr.com/photos/secretariadeturismodf/36855796495>
- [64] E. De Souza, “Um plano educacional para um novo tempo: Anísio Teixeira e as escolas classe/escola parque de Brasília,” Vitória, Jan. 2016.
- [65] F. Müller, L. M. Monasterio, and C. P. R. Dutra, “Children’s mobility in a failed utopia (Brasília, Brazil),” *Transp Res Interdiscip Perspect*, vol. 12, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.trip.2021.100468.
- [66] “Três maiores favelas em extensão do país ficam no DF. Saiba quais são | Metrôpoles.” Accessed: Dec. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.metropoles.com/distrito-federal/tres-maiores-favelas-em-extensao-do-pais-ficam-no-df-saiba-quais-sao>
- [67] “Aos 63 anos, Brasília é marcada por abismo entre ricos e pobres.” Accessed: Dec. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.poder360.com.br/brasil/aos-63-anos-brasil-e-marcada-por-abismo-entre-ricos-e-pobres/#>
- [68] Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN), “Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD 2021,” Brasília, 2022. Accessed: Apr. 07, 2025. [Online]. Available: https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/PDAD-DF_2021.pdf
- [69] B. D. Bruce Greenfields, “A Study of Traffic Capacity,” *Proc Highway Research Board*, vol. 14, pp. 448–477, 1935.
- [70] “Censo Escolar — Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira | Inep.” Accessed: Jan. 21, 2025. [Online]. Available: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/censo-escolar>
- [71] D. Codeplan, “Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios PDAD 2021-Resultados por RA,” Brasília, Jul. 2022.
- [72] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), “Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Segurança Alimentar 2013,” Rio de Janeiro, 2014. Accessed: Mar. 25, 2025. [Online]. Available: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101749.pdf>
- [73] “ABEP - Produtos e Serviços.” Accessed: Jun. 20, 2025. [Online]. Available: <https://abep.org/criterio-brasil/>
- [74] A. Field, *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*, 4th ed. London: SAGE Publications, 2013.
- [75] R. M. O’Brien, “A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors,” *Qual Quant*, vol. 41, no. 5, pp. 673–690, 2007.

APÊNDICE A – ORIGEM E DESTINO ESCOLAR POR RA NO DISTRITO FEDERAL

RA	RA que estuda																																			
	Plano Piloto	Gama	Taguatinga	Brazlândia	Sobradinho	Planaltina	Paranoá	Núcleo Bandeirante	Ceilândia	Guará	Cruzeiro	Samambaia	Santa Maria	São Sebastião	Recanto das Emas	Lago Sul	Riacho Fundo	Lago Norte	Candangolândia	Águas Claras	Riacho Fundo II	Sudoeste Octogonal	Varjão	ParkWay	SCIA	Sobradinho II	Jardim Botânico	Itapoá	SIA	Vicente Pires	Fercal	Sol Nascente/ Pôr do Sol	Arnielândia	Outros Locais	Total Geral	
Piano Piloto	22417	0	0	0	125	0	0	0	0	47	17	0	0	0	0	92	28	5	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	22811
Gama	274	17858	0	0	0	0	0	65	0	0	0	0	72	0	172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	18528
Taguatinga	291	115	19471	0	0	0	0	0	1140	0	0	295	0	0	0	0	0	0	0	981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	22301	
Brazlândia	177	34	331	7025	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7602	
Sobradinho	1188	0	0	0	8260	52	92	0	0	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9881	
Planaltina	1021	0	0	0	261	24274	0	0	72	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1032	26688	
Paranoá	1499	55	0	0	0	0	10041	0	0	0	0	0	0	190	0	52	0	112	0	43	0	0	110	0	0	0	0	219	0	0	0	0	0	52	12373	
Núcleo Bandeirante	139	59	35	0	0	0	0	2441	0	132	0	0	0	0	0	55	59	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2962	
Ceilândia	468	0	2545	0	0	0	0	0	45466	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48479	
Guará	2453	0	380	0	0	0	0	119	0	14454	57	0	0	0	0	0	0	0	843	0	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18439	
Cruzeiro	920	0	26	0	0	0	0	0	0	46	2051	0	0	0	0	19	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3128	
Samambaia	399	0	3188	0	0	0	0	227	0	0	0	32131	131	0	131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223	36430
Santa Maria	897	790	243	0	0	0	0	0	0	0	82	198	13182	0	0	0	0	0	0	77	0	0	0	0	0	0	0	0	84	0	0	0	0	711	16264	
São Sebastião	1012	0	0	0	90	0	0	0	64	64	0	0	0	17382	0	215	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	218	19045
Recanto das Emas	765	0	337	0	0	99	0	0	0	0	171	82	0	0	15448	0	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17003	
Lago Sul	1611	20	20	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	2043	15	67	0	0	46	0	10	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	3883	
Riacho Fundo	44	0	177	40	0	0	0	298	0	48	0	0	0	0	0	0	2953	0	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3622	
Lago Norte	1867	0	0	0	149	0	38	0	0	12	0	0	0	0	0	115	0	2299	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4499	
Candangolândia	400	16	0	0	0	0	0	213	11	117	47	0	0	0	0	0	0	0	1404	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2208	
Águas Claras	961	0	4537	0	0	0	45	0	25	553	0	89	0	0	0	0	0	0	12907	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	30	19212
Riacho Fundo II	241	317	546	0	0	0	0	76	0	0	0	137	0	0	357	0	947	31	0	5262	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7945	
Sudoeste Octogonal	2794	0	0	0	0	0	28	0	0	0	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2952	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5991
Varjão	500	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	468	0	0	0	0	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1375	
ParkWay	1433	0	223	0	0	0	0	99	0	176	0	0	0	0	0	76	0	0	199	0	0	0	467	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2673	
SCIA	142	0	29	0	0	0	0	0	49	1521	340	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	4089	0	0	182	36	0	0	0	0	23	6421	
Sobradinho II	1458	0	0	0	5133	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7774	0	0	0	0	102	0	0	0	0	14514	
Jardim Botânico	3127	0	45	0	0	0	13	0	8	12	31	0	0	941	0	1016	0	11	18	0	18	0	0	0	0	2445	0	0	27	0	0	0	0	0	7712	
Itapoá	1825	0	0	0	91	0	4146	0	0	0	0	0	0	0	0	187	0	229	0	0	0	49	0	0	0	0	5733	0	0	0	0	0	0	0	12260	
SIA	42	0	0	0	0	0	0	0	0	8	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	111		
Vicente Pires	454	29	4020	0	14	0	0	0	139	236	29	29	0	18	7	0	12	0	242	0	0	0	0	0	0	0	0	5485	0	0	0	0	0	0	10714	
Fercal	35	0	0	0	449	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	178	0	0	0	1160	0	0	0	0	1839		
Sol Nascente/Pôr do Sol	67	0	70	0	0	0	0	0	12154	0	0	67	0	0	178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	281	0	0	0	12867		
Arnielândia	258	34	2555	0	0	0	34	253	31	161	0	0	0	0	0	0	705	0	30	505	0	0	0	0	0	0	64	0	63	0	0	1564	0	0	6257	
Total Geral	51179	19327	38778	7065	14607	24425	14443	3570	59386	17612	3137	33075	13385	18564	16293	3870	4820	3222	1476	15817	5339	3338	565	508	4091	8122	2471	6016	199	5745	1262	281	1629	2420	406037	
Total estimado de Crianças que se deslocam entre Ras	28762	1469	19307	40	6347	151	4402	1129	13920	3158	1086	944	203	1182	845	1827	1867	923	72	2910	77	386	178	41	2	348	26	283	182	260	102	281	1629	2392		

APÊNDICE B – DADOS DE TRÁFEGO

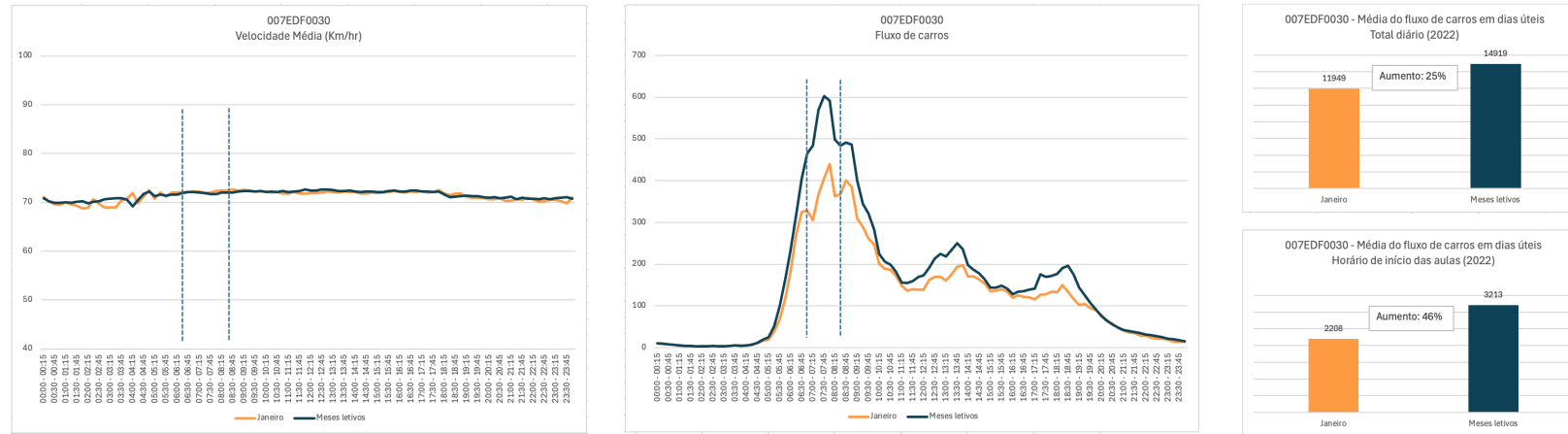


Figura 29- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 007EDF0030 (ponto de controle 01)

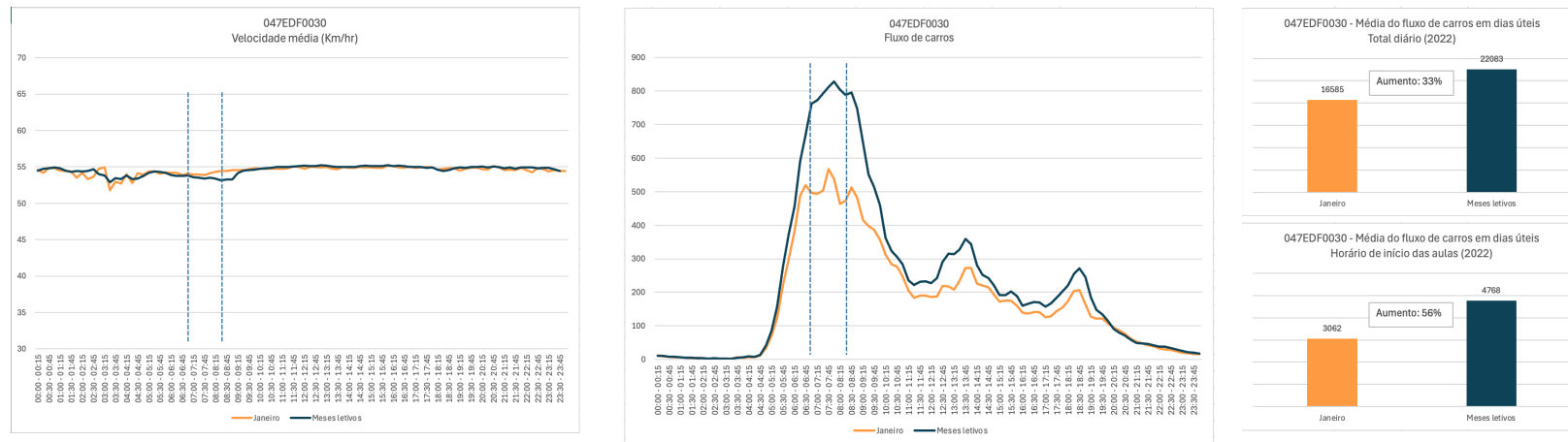


Figura 30 - Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 047EDF0030 (ponto de controle 07)

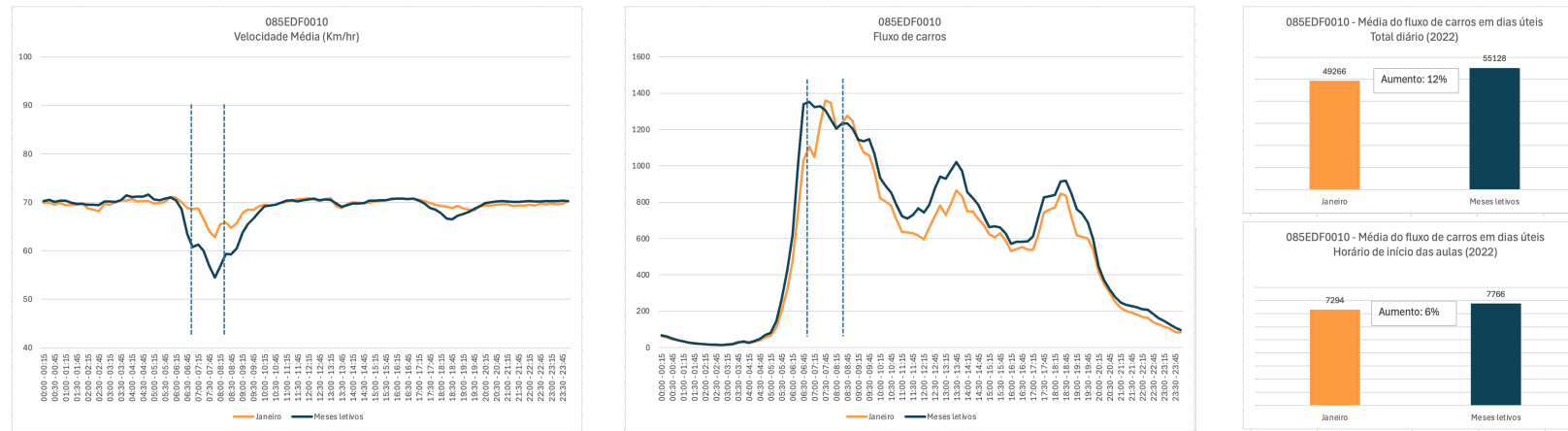


Figura 31- Gráficos de velocidade média e contagem de carros do trecho 085EDF0010 da EPTG (ponto de controle 04)

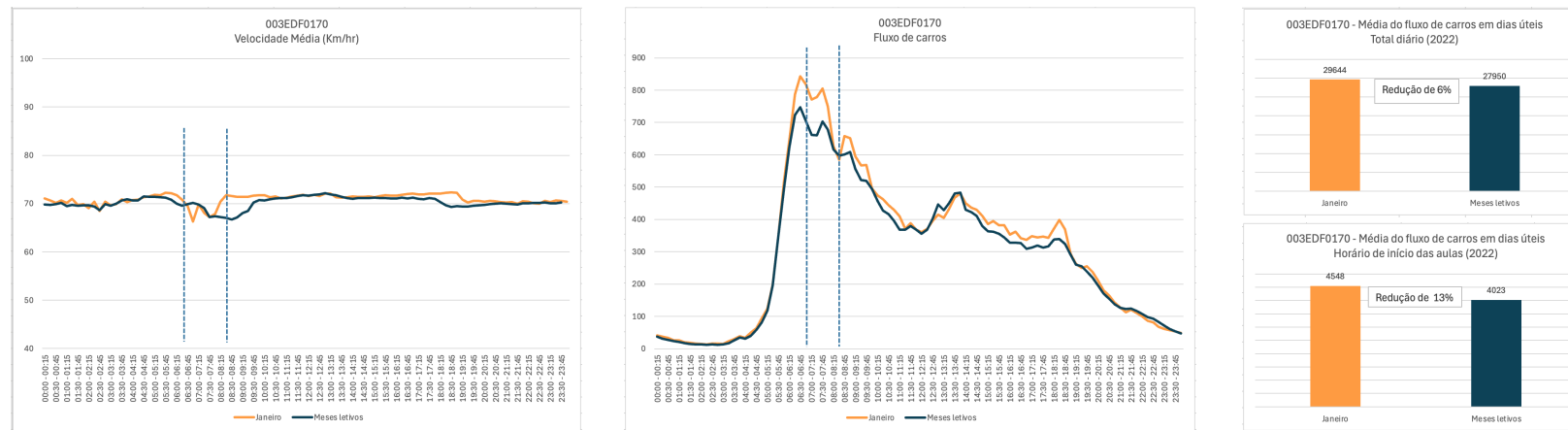


Figura 32- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 003EDF0170 (ponto de controle 06) da EPIA.

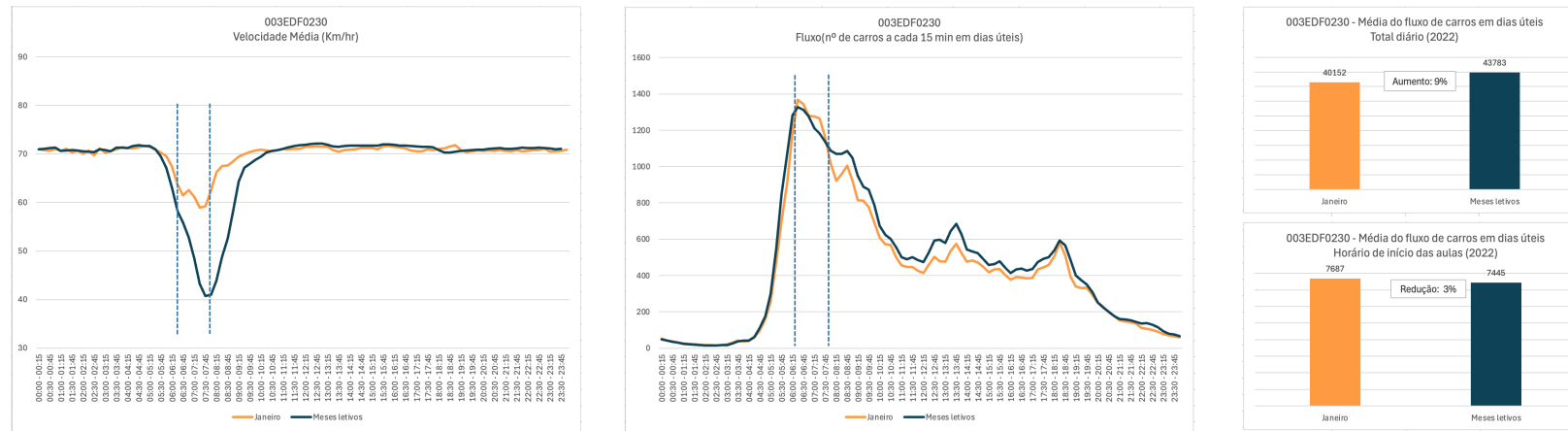


Figura 33- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 003EDF0230 (ponto de controle 09) da EPIA

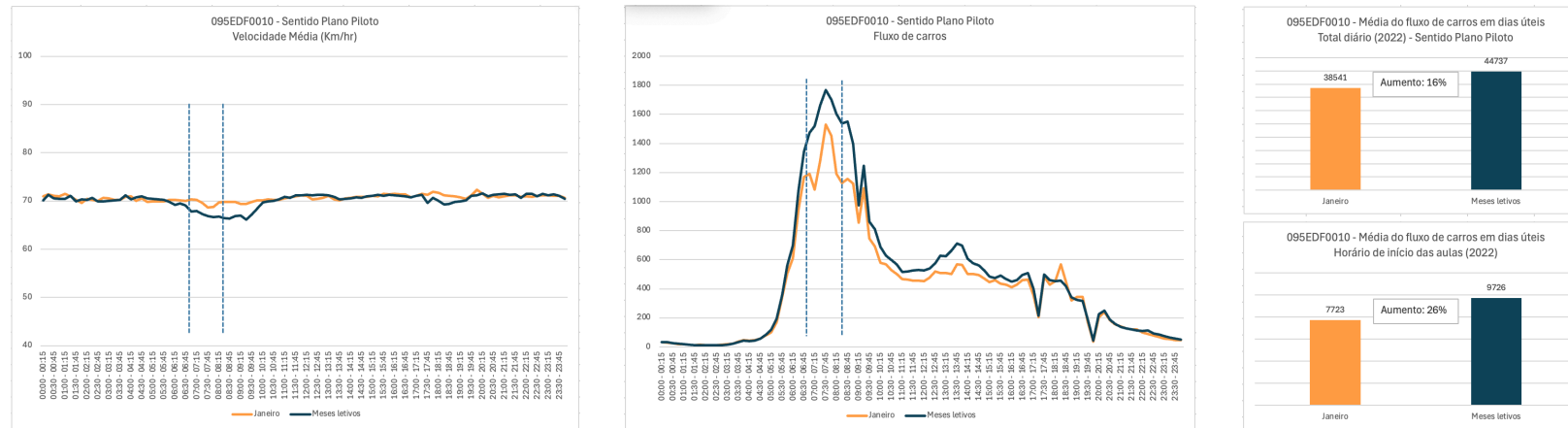


Figura 34- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 095EDF0010 (ponto de controle 02) da Estrutural

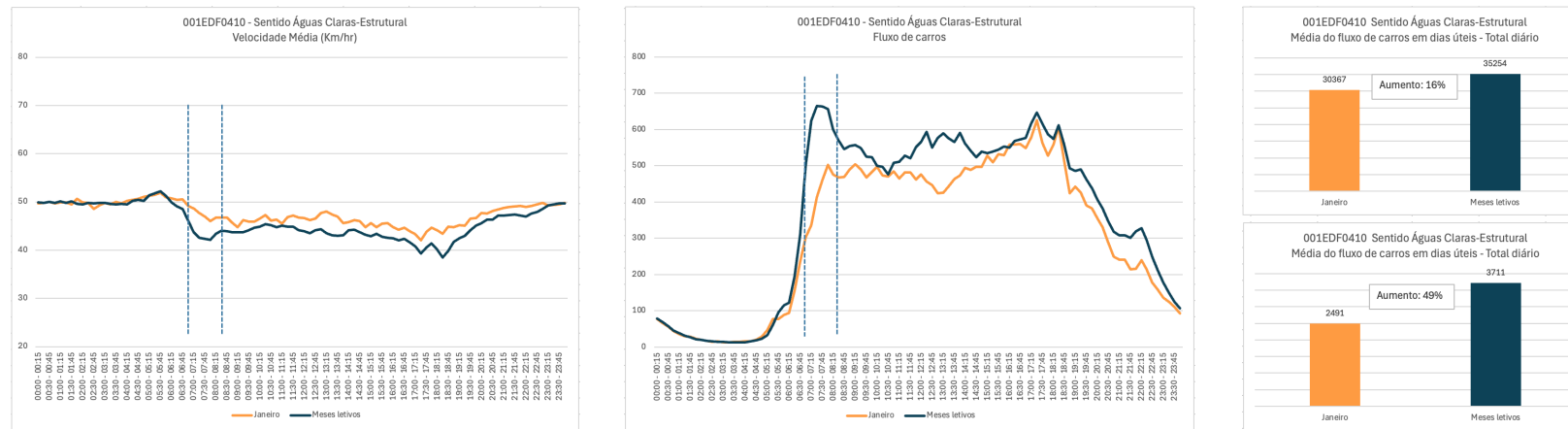


Figura 35- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 001EDF0410 (ponto de controle 03) da Estrada Parque de Taguatinga. Sentido Estrutural.

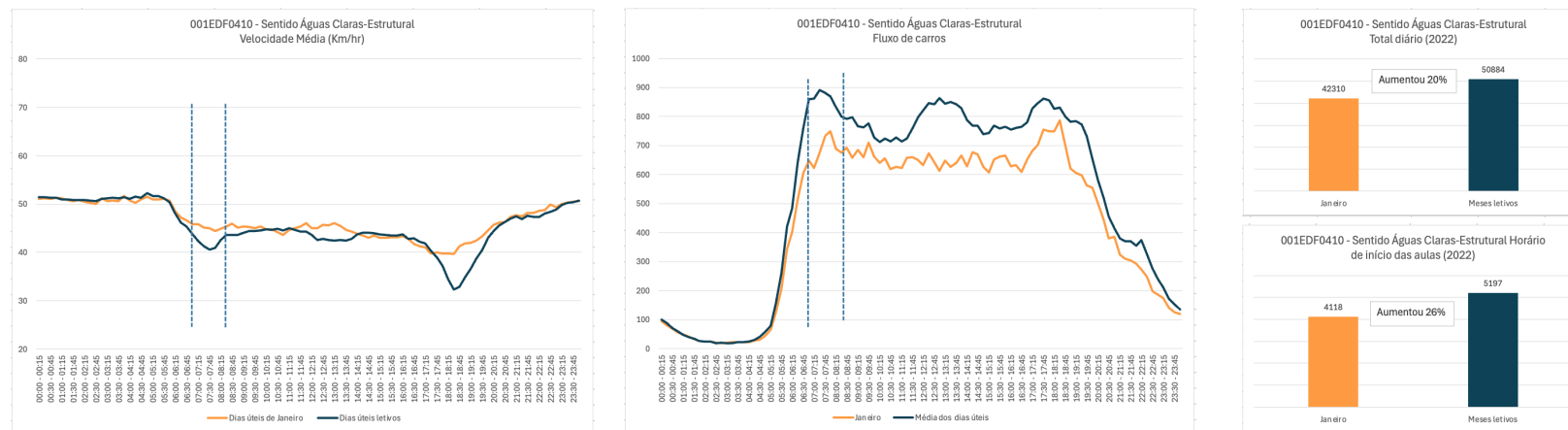


Figura 36- Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 001EDF0410 (ponto de controle 03) da Estrada Parque de Taguatinga. Sentido Águas Claras.

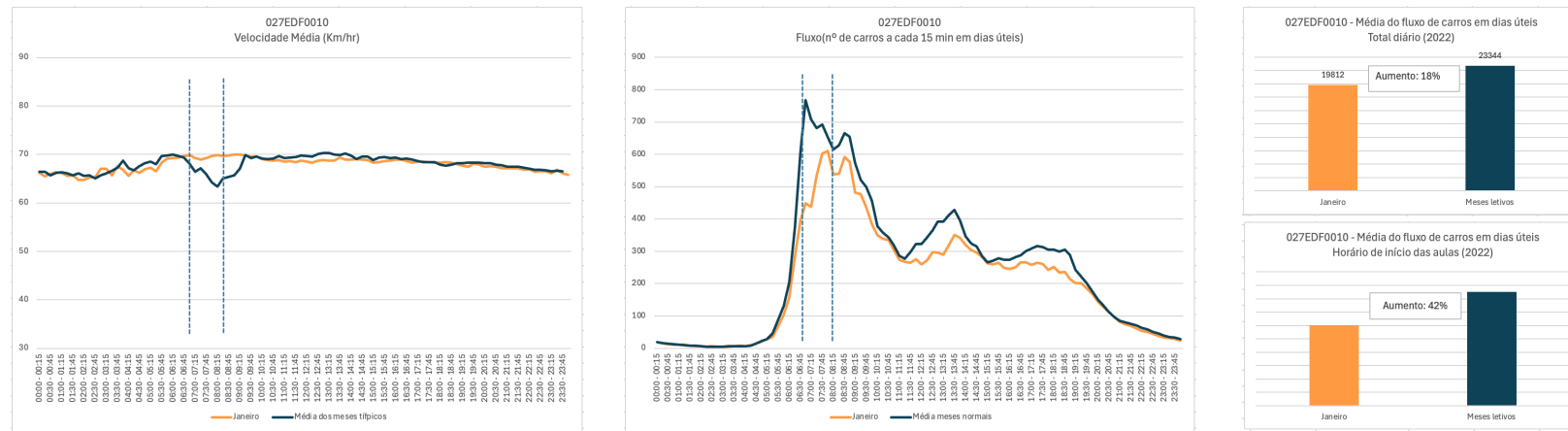
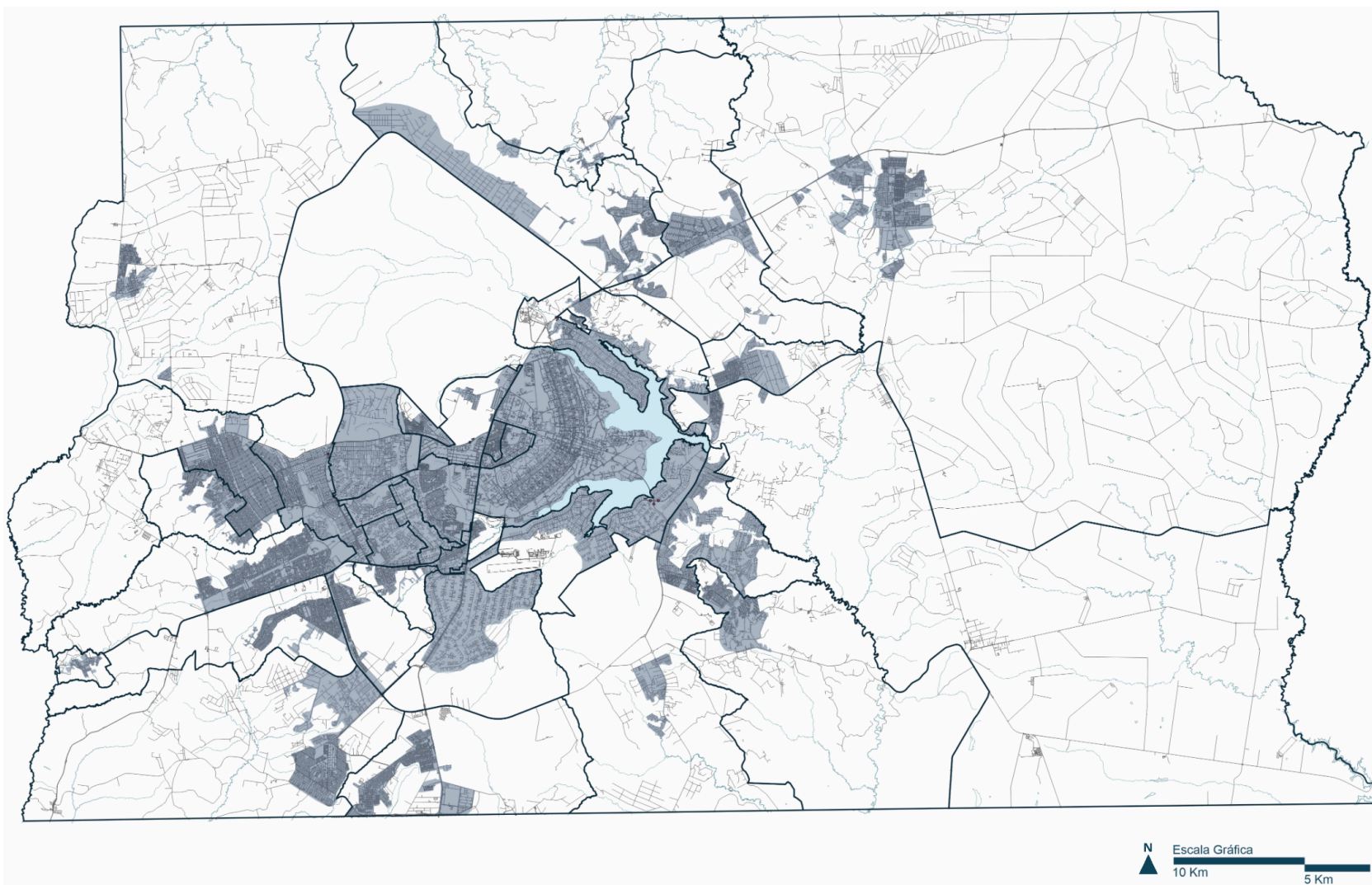
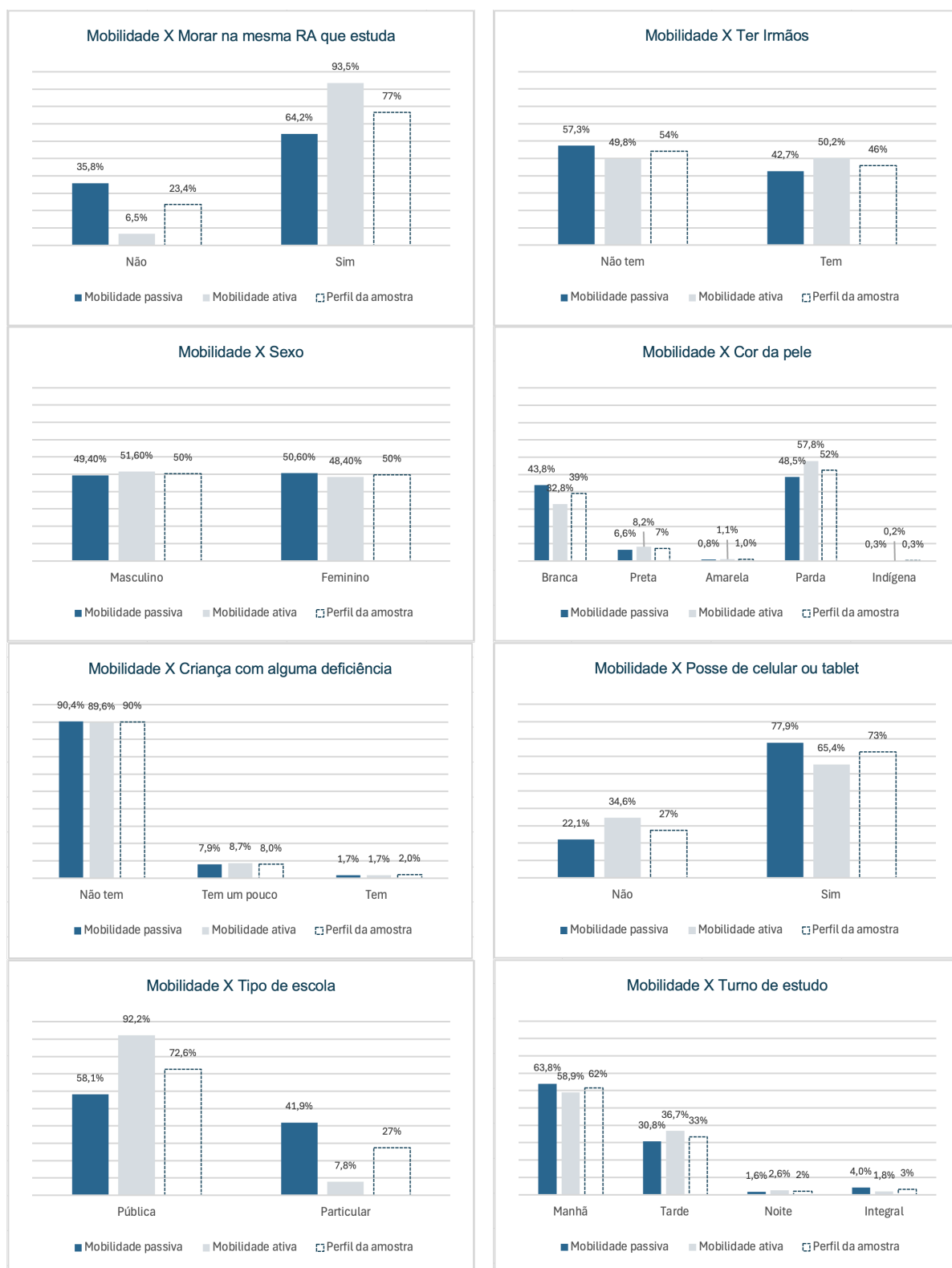


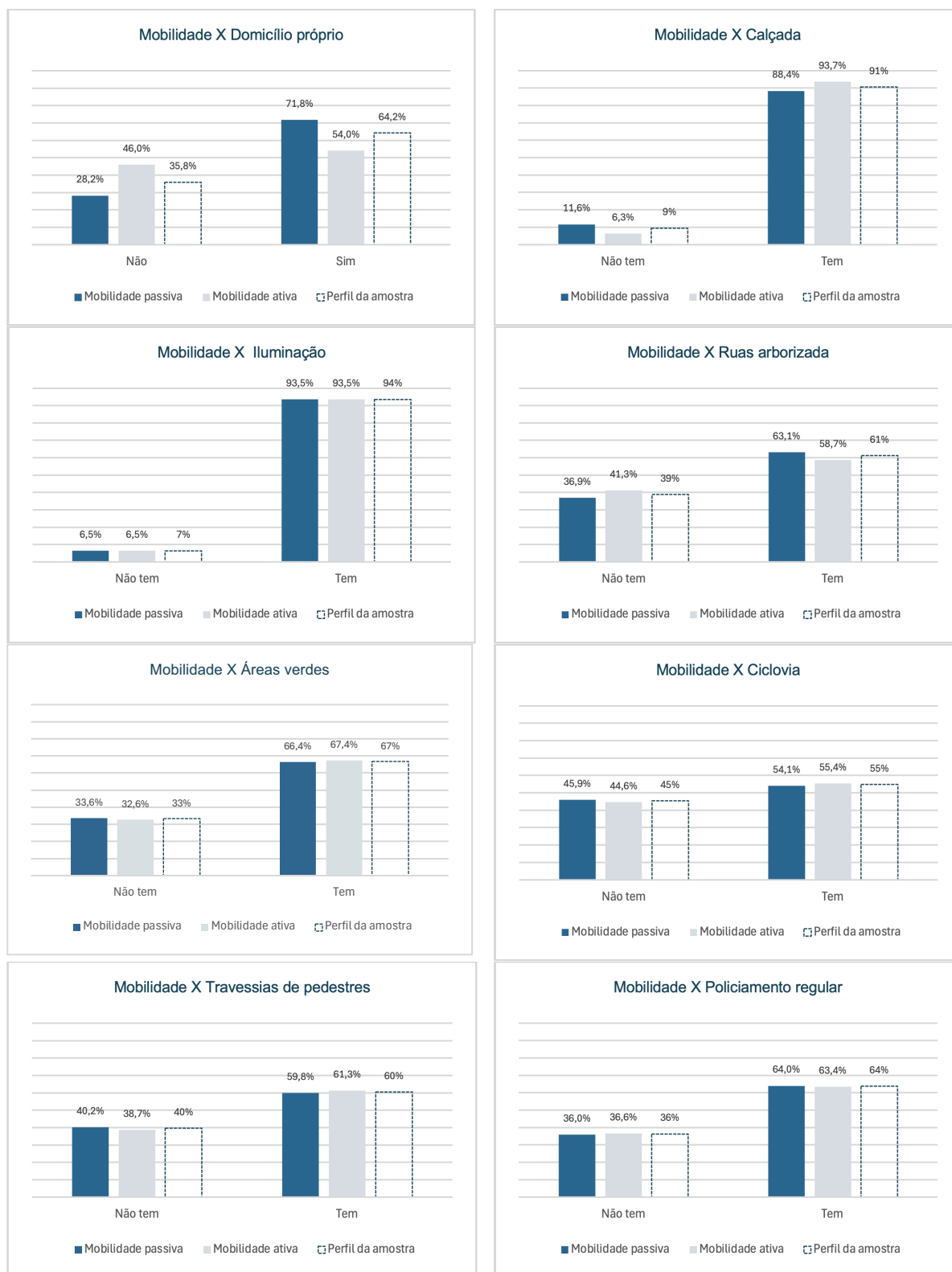
Figura 37 - Gráficos de velocidade média e contagem de carros da via 027EDF0010 (ponto de controle 05) da EP JK

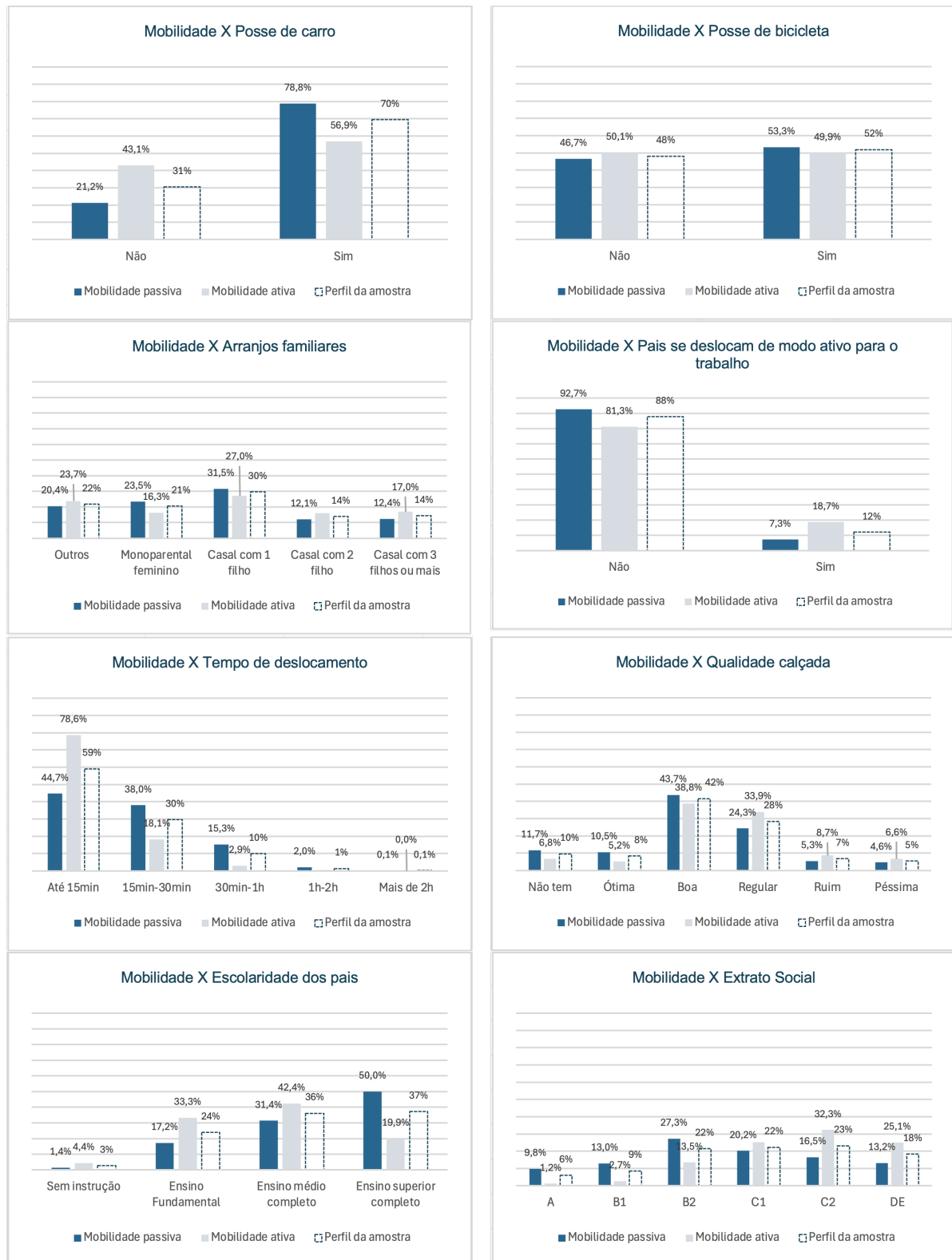
APÊNDICE C – MAPA DAS MANCHAS DE OCUPAÇÃO URBANA

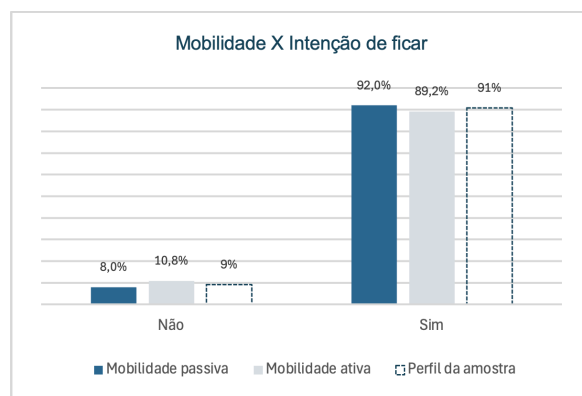
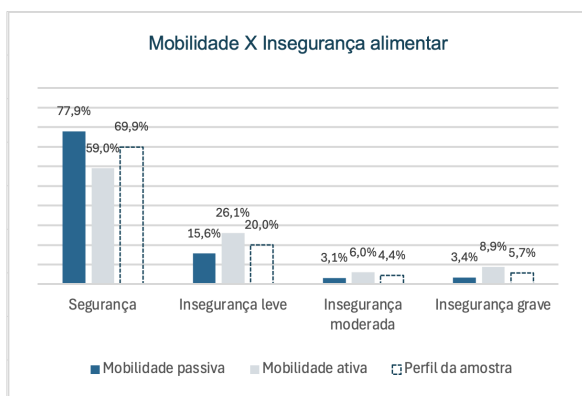


APÊNDICE D – ANÁLISE BIVARIADA: GRÁFICOS DE FREQUÊNCIA









APÊNDICE E – ÁRVORE DE DECISÃO

